

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE PESQUERÍA**



**“ABUNDANCIA Y COMPOSICIÓN ESPECÍFICA DE LA PESQUERÍA  
ARTESANAL DEL LANGOSTINO - PIURA, USANDO DOS PROPUESTAS  
DE DISEÑOS DE REDES DE ARRASTRE”**

**TESIS PARA OPTAR TÍTULO DE INGENIERO PESQUERO**

**MARIELLA ALEJANDRA TRAVEZAÑO AMBROSIO**

**LIMA - PERÚ**

**2022**

---














**La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación**

**(Art. 24 – Reglamento de Propiedad Intelectual)**

### Document Information

Analyzed document	Tesis_Alejandra Travezaño.docx (D143295076)
Submitted	8/26/2022 5:40:00 PM
Submitted by	jaime humberto mendo agular
Submitter email	jmendo@lamolina.edu.pe
Similarity	5%
Analysis address	jmendo.unalm@analysis.arkund.com

### Sources included in the report

<b>W</b>	URL: <a href="http://www.fao.org/news/story/es/item/10170/icode/FAO">http://www.fao.org/news/story/es/item/10170/icode/FAO</a> Fetched: 8/26/2022 5:40:00 PM		1
<b>SA</b>	<b>1442100658_Estudio Sector Pesquero Pedro Palacios.pdf</b> Document 1442100658_Estudio Sector Pesquero Pedro Palacios.pdf (D15249979)		4
<b>W</b>	URL: <a href="http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/rebyc-2015/documents/CARACTERIZACION_TECNOLOGICA_FLOT..">http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/rebyc-2015/documents/CARACTERIZACION_TECNOLOGICA_FLOT..</a> Fetched: 8/26/2022 5:43:00 PM		4
<b>SA</b>	<b>16 de octubre.docx</b> Document 16 de octubre.docx (D31385926)		1
<b>SA</b>	<b>Urkund 4 12 2017.docx</b> Document Urkund 4 12 2017.docx (D33297355)		4
<b>W</b>	URL: <a href="https://www.academia.edu/2242808/T%C3%A9cnicas_Para_la_Reducc%C3%B3n_de_Capturas_Incidentales...">https://www.academia.edu/2242808/T%C3%A9cnicas_Para_la_Reducc%C3%B3n_de_Capturas_Incidentales...</a> Fetched: 8/26/2022 5:40:00 PM		3
<b>SA</b>	<b>Proyecto de investigacion Camarón Pomada (B) con observ de J Alío (2).docx</b> Document Proyecto de investigacion Camarón Pomada (B) con observ de J Alío (2).docx (D20224388)		3
<b>SA</b>	<b>TESIS_PattyQuijje_CORRECCIÓN.doc</b> Document TESIS_PattyQuijje_CORRECCIÓN.doc (D40820061)		5
<b>SA</b>	<b>Tesis Srta. Alvarez Final.docx</b> Document Tesis Srta. Alvarez Final.docx (D21632072)		1
<b>SA</b>	<b>RAIXA ANNABELLA FARIAS INTRIAGO_121906_assignsubmission_file_Farias Raixa metodologias.docx</b> Document RAIXA ANNABELLA FARIAS INTRIAGO_121906_assignsubmission_file_Farias Raixa metodologias.docx (D25032237)		1
<b>SA</b>	<b>J Alío 05-09-2021 Arteaga C. Interacción entre la pesca ind.pdf</b> Document J Alío 05-09-2021 Arteaga C. Interacción entre la pesca ind.pdf (D112208211)		1
<b>W</b>	URL: <a href="https://imr.brange.unit.no/imr-xmlui/bitstream/handle/11250/106237/CM_2002_ACE_05.PDF?sequence=...">https://imr.brange.unit.no/imr-xmlui/bitstream/handle/11250/106237/CM_2002_ACE_05.PDF?sequence=...</a> Fetched: 8/26/2022 5:40:00 PM		2
<b>SA</b>	<b>19 Revisado J Alío Vera Carrillo y Flores Manejo PMEE de falso_volador, Prionotus stephanophrys.docx</b> Document 19 Revisado J Alío Vera Carrillo y Flores Manejo PMEE de falso_volador, Prionotus stephanophrys.docx (D46466006)		1

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

**FACULTAD DE PESQUERÍA**

**“ABUNDANCIA Y COMPOSICIÓN ESPECÍFICA DE LA PESQUERÍA  
ARTESANAL DEL LANGOSTINO - PIURA, USANDO DOS  
PROPUESTAS DE DISEÑOS DE REDES DE ARRASTRE”**

*Presentado por:*

**MARIELLA ALEJANDRA TRAVEZAÑO AMBROSIO**

**TESIS PARA OPTAR TÍTULO DE INGENIERO PESQUERO**

*Sustentado y aprobado por el siguiente jurado*

Dr. Patricia Gil Kodaka  
**Presidente**

Dr. Rubén Miranda Cabrera  
**Miembro**

Mg. Sc. Luis Carrillo La Rosa  
**Miembro**

Dr. Jaime Mendo Aguilar  
**Asesor**

Ing. Saúl Sarmiento Náfate  
**Co-Asesor**

## **DEDICATORIA**

A mis padres, José y Mariella, por su apoyo incondicional a lo largo de toda mi vida.

A mi hermana Camila, quien ha sido mi motivación.

## **AGRADECIMIENTO**

Expreso mi profundo agradecimiento a mis asesores de tesis; al Dr. Jaime Mendo, por su constante seguimiento al presente trabajo, guía en investigación, correcciones pertinentes y su gran apoyo moral y amistad y al M.C. Saúl Sarmiento, por su asesoramiento en la evaluación de la red de pesca de arrastre y sus grandes consejos.

Al proyecto “DESARROLLO DE UN MODELO DINÁMICO DE CO-MANEJO PARA LA PORTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN UNA PESQUERÍA DE ARRASTRE DE LANGOSTINO EN EL PERÚ”, desarrollado por la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), la St Andrews University (Escocia) y la ONG REDES – Sostenibilidad Pesquera, como parte del Contrato N° 222 – 2018 – FONDECYT, por el financiamiento y equipos brindados para la elaboración de la presente investigación.

Al gremio de Pescadores Artesanales de la Caleta Constante- Sechura, dirigido por el Ing. Alex Eche, por permitirme subir a sus embarcaciones para la toma de información y en especial a los patrones de pesca Santos Pastor y Wilmer Pazo, por su proactividad manifestada en todas las faenas de pesca experimentales y su gran amistad.

Al Ing. Jesús Villalobos Toledo del Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA) de México, por su asesoría y apoyo en la instalación de los excluidores en la red de pesca.

A mis compañeros tesisistas de la Facultad de Pesquería de la UNALM: Karla Loza, Ruggeri Delgado, Jhenifer Fernández y Rosalía Arroyo por su apoyo en el acopio de información en las faenas de pesca y la gran amistad desarrollada.

Al Ing. Ivan Gomez, residente de campo, por su asesoría en la toma de información, grandes consejos y su amistad brindada.

## INDICE GENERAL

INDICE GENERAL .....	i
ÍNDICE DE TABLAS .....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	iv
ÍNDICE DE ANEXOS .....	vi
RESUMEN .....	vii
ABSTRACT .....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA .....	3
2.1. Algunas definiciones.....	3
2.2. Pesca de arrastre a nivel mundial.....	4
2.2.1. Descripción y partes de la red.....	4
2.2.2. Operatividad .....	5
2.2.3. Impacto y medidas adoptadas.....	6
2.2.4. Fauna acompañante de la pesca de arrastre en Latinoamérica .....	8
2.2.5. Comportamiento del camarón y de los peces en la red de arrastre.....	10
2.2.6. Diseño de la red de arrastre .....	12
2.3. Aspectos generales de la pesquería de arrastre artesanal en Perú.....	15
2.3.1. Aspectos normativos .....	15
2.3.2. Caracterización de la flota .....	16
2.3.3. Características de la red de arrastre de langostino.....	17
2.3.4. Desembarque .....	20
a. <i>Penaeus californiensis</i> “langostino café” .....	20
b. <i>Diplectrum conceptione</i> “carajito” .....	21
c. <i>Etropus ectenes</i> “lenguado boca chica” .....	22
2.3.5. Fauna acompañante .....	22
2.4. Innovaciones tecnológicas en redes de arrastre .....	27
2.4.1. Material textil .....	27
2.4.2. Modificaciones y uso de excluidores.....	29
III. METODOLOGÍA.....	34

3.1.	Ubicación .....	34
3.2.	Descripción de la investigación .....	35
3.3.	Unidades experimentales .....	37
3.3.1.	Red tradicional .....	38
3.3.2.	Red modificada I y II .....	39
3.4.	Obtención de la información.....	42
3.4.1.	Composición específica de la captura .....	42
3.4.2.	Tallas de las principales especies comerciales .....	43
3.5.	Análisis y procesamiento de datos.....	43
3.5.1.	Determinación de la CPUA .....	44
3.5.2.	Tallas de especies comerciales .....	44
3.6.	Análisis estadístico .....	45
3.6.1.	Temperatura y profundidad .....	45
3.6.2.	Composición de la captura .....	45
3.6.3.	Tallas de especies comerciales .....	46
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	47
4.1.	Temperatura, profundidad y tipo de sustrato de la zona de pesca .....	47
4.2.	Comparación de la composición de la captura .....	49
4.2.1.	Por grupo taxonómico .....	49
4.2.2.	Por número de especies .....	57
4.2.3.	Según su destino.....	59
a.	Especie objetivo ( <i>Penaeus californiensis</i> ).....	61
b.	Captura Incidental y Descartes .....	64
c.	Otras especies comerciales .....	66
V.	CONCLUSIONES.....	72
VI.	RECOMENDACIONES .....	73
VII.	BIBLIOGRAFÍA .....	74
VIII.	ANEXOS .....	93

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Captura, descarte y pescado retenido en la pesca del camarón de la Flota Arrastrera Langostinera y Flota Arrastrera Pomadera. Tomado de MAE (2012). .....	9
Tabla 2: Medidas en mallas en cada parte de la red tipo “Japonesa” y características técnicas de la flota colombiana. Tomada de Zúñiga et al. (2015).....	14
Tabla 3: Medidas en mallas en cada parte de la red tipo “Coreana” y características técnicas de la flota colombiana. Tomada de Zúñiga et al. (2015).....	14
Tabla 4: Lista de especies comerciales en la pesquería del langostino (febrero - junio 2003) en la Caleta La Cruz. Elaborado con datos de Ordinola et al. (2003).....	24
Tabla 5: Lista de especies descartadas en la pesquería del langostino (febrero - junio 2003) en la Caleta La Cruz. Elaborado con datos de Ordinola et al. (2003).....	25
Tabla 6: Propiedades fisicoquímicas de los materiales usados en la red de arrastre de camarón (INAPESCA, 2010).....	28
Tabla 7: Características de la red tradicional y la red modificada (I y II).....	37
Tabla 8: Características de la ventana de malla cuadrada en la Red Modificada I (Ventana chica) y Red Modificada II (Ventana grande).....	40
Tabla 9: Temperatura y profundidad registradas en la zona de arrastre durante el Experimento 1 y 2. ....	48
Tabla 10: Comparación del CPUA (kg/km <sup>2</sup> ) de los principales grupos taxonómicos de la fauna acompañante del <i>Penaeus californiensis</i> capturadas en los Experimentos 1 y 2.....	52
Tabla 11: Comparación del número de especies de la fauna acompañante del <i>Penaeus californiensis</i> clasificado por grupo taxonómico en los Experimentos 1 y 2.....	58
Tabla 12: Comparación de la captura objetivo (CPUA, kg/km <sup>2</sup> ) obtenida con la Red Tradicional y Red Modificada I y II.....	61
Tabla 13: Comparación de tallas de la captura objetivo <i>Penaeus californiensis</i> capturadas durante el Experimento 1 y 2.....	62
Tabla 14: Comparación de la captura incidental y descartes (CPUA, kg/km <sup>2</sup> ) obtenida con la Red Tradicional y Red Modificada I y II. ....	64
Tabla 15: CPUE (kg/km <sup>2</sup> ) de las principales especies comerciales capturadas en los Experimento 1 y 2 .....	67
Tabla 16: Talla promedio de las principales especies comerciales capturadas en el Experimento 1 y 2 .....	69



## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Partes de la red de arrastre. Tomado de ESPESCA (2017).....	5
Fig. 2. Comportamiento típico de peces en la boca de una red de arrastre de fondo con intensidades de luz elevadas (A) y con poca intensidad de luz (B). Tomado de Glass y Wardle (1989) .....	11
Fig. 3. Modelos de red de arrastre en México. Tomado de Villaseñor – Talavera (2012).....	13
Fig. 4. Diseño de la red de arrastre de las embarcaciones tipo “Caleta Cruz”. Tomado de Salazar et al. (2014) .....	18
Fig. 5. Diseño de la Redes red de arrastre de las embarcaciones “Tipo Paita”. Tomado de Salazar et al. (2014) .....	19
Fig. 6. Desembarque del langostino café ( <i>Penaeus californiensis</i> ) en la región Piura durante el periodo 2014 – 2018. Elaborado con datos de IMARPE (2019).....	20
Fig. 7. Desembarque (t) del carajito ( <i>Diplectrum conceptione</i> ) en Tumbes. Elaborado con datos de Vera et al. (2010).....	21
Fig. 8. Desembarque total (t) de carajito ( <i>Diplectrum conceptione</i> ) en Piura entre los años 2014 y 2018. Elaborado con datos del IMARPE (2019).....	22
Fig. 9. Comparación de consumo de combustible entre redes confeccionadas con poliamida y Dyneema. (Modificado de Sarmiento & Gil -López, 1997).....	28
Fig. 10. Dispositivo excluidor de tortugas (TED) rígido tipo parrilla Nordmore. Tomado de Earys (2007) .....	30
Fig. 11. Dispositivo excluidor de tortugas (TED) suave tipo Morrison, tomado de Earys, S (2007) .....	30
Fig. 12. Representación de una relinga inferior adicional “doble relinga” en una red de arrastre. Tomado de INAPESCA (2010).....	32
Fig. 13. Mapa del lugar de estudio, Talara, Piura.....	34
Fig. 14. Esquema general de la toma de información en campo .....	36
Fig. 15. Red tradicional utilizada en las embarcaciones artesanales de pesca de arrastre de langostino en la región Piura .....	38
Fig. 16. Plano de la Red modificada utilizada.....	41
Fig. 17. Composición (%) de la pesquería del langostino café ( <i>Penaeus californiensis</i> ) y de los principales grupos taxonómicos en la captura, registrados en la red tradicional (RT) y la red modificada I (RM -I) .....	50
Fig. 18. Composición (%) de la pesquería del langostino café ( <i>Penaeus californiensis</i> ) y de los principales grupos taxonómicos en la captura, registrados en la red tradicional (RT) y la red modificada II (RM-II).....	50
Fig. 19. CPUA (kg/km <sup>2</sup> ) de la fauna acompañante de la pesca de arrastre del <i>Penaeus californiensis</i> , correspondiente al Experimento 1 .....	54
Fig. 20. CPUA (kg/km <sup>2</sup> ) de la fauna acompañante de la pesca de arrastre del <i>Penaeus californiensis</i> , correspondiente al Experimento 2 .....	55
Fig. 21. Composición de la captura de acuerdo a su destino durante el Experimento 1. ....	59
Fig. 22. Composición de la captura de acuerdo a su destino durante el Experimento 2. ....	60

Fig. 23. Frecuencia de tallas del *Panaeus californiensis* en el Experimento 1 (a) y el Experimento 2 (b).....63

Fig. 24. Frecuencia de tallas del *Diplectrum conceptione* en el Experimento 1 (a) y el Experimento 2 (b).....70

Fig. 25. Frecuencia de tallas del *Etropus ectenes* en el Experimento 1 (a) y el Experimento 2 (b) .....70

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Formato para el registro de características de embarcación, tiempo, captura total, coordenadas .....	93
Anexo 2. Formato para el registro de la composición de la captura (submuestra).....	94
Anexo 3. Formato de la captura total de las principales especies y de las especies grandes y vulnerables.....	95
Anexo 4. Formato de frecuencia de tallas .....	96
Anexo 5. Especies más abundantes capturadas en la red tradicional (RT) y red modificada (I) en el Experimento 1 .....	97
Anexo 6. Especies más abundantes (kg/km <sup>2</sup> ) capturadas en la red tradicional (RT) y red modificada II (RM-II) en el Experimento 2 .....	98
Anexo 7. Presencia de especies grandes y/o peligrosas .....	99
Anexo 8. Otras especies comerciales en la pesca de arrastre del <i>Penaeus californiensis</i> .....	100
Anexo 9. Frecuencia de ocurrencia de las especies capturadas en el Experimento 1 y 2. ....	101
Anexo 10. Comparación de las tallas registradas según el sexo de las especies <i>Penaeus californiensis</i> (expresado en mm) y del <i>Etropus ectenes</i> (expresado en cm) para cada experimento. ....	106
Anexo 11. Materiales usados en la construcción de la red modificada.....	107
Anexo 12. Características generales de las embarcaciones utilizadas en las comparaciones. ....	108
Anexo 13. Ventana de malla cuadra de la RM-I (A) y de la RM -II (B).....	108
Anexo 14. Esquema de la doble relinga inferior de la red modificado .....	109
Anexo 15. Fotografía de la toma de información en campo (A) y gabinete (B).....	110
Anexo 16. Fotografía de la captura con el uso de la RM - II .....	110

## RESUMEN

La pesca de arrastre del langostino en la zona norte del Perú se desarrolla dentro de las 5 millas y es considerada como una de las pesquerías con mayor impacto a la biodiversidad y con altos niveles de captura incidental (Hooker, 2016 y Salazar et al., 2015). Con la finalidad de reducir los volúmenes de la captura incidental, la presente investigación utilizó dos propuestas de diseño de red (RM -I y RM – II) cuyas capturas fueron comparadas con la de la red tradicional (RT) que usan los pescadores artesanales de langostino. Frente a la zona comprendida entre Los Órganos y Lobitos en Piura, se realizaron 11 lances simultáneos con la RM-I y la RT en el período setiembre – octubre del 2019 y 27 lances simultáneos con la RM –II y la RT en los meses comprendidos entre noviembre 2019 - febrero 2020. La red modificada fue construida principalmente a base de polietileno (PE), presenta diferentes tipos de corte, mayor tamaño de malla, doble relinga inferior y una ventana de malla cuadrada en la parte inferior de la red, la cual presenta un tamaño de malla de 5 cm en la RM – I (área 0.6526 m<sup>2</sup>) y de 10 cm en la RM – II (1.45 m<sup>2</sup>). Ambas redes modificadas mostraron una disminución mayor al 35 % de la captura incidental y una reducción del 50% en los descartes en relación a la red tradicional. La captura objetivo (*Penaeus californiensis*) y la captura de otras especies comerciales (*Diplectrum conceptione* y *Etropus ectenes*) no fueron afectadas. Todos los grupos taxonómicos (peces, crustáceos, moluscos, macroalgas, invertebrados) disminuyeron su captura con el uso de las redes modificadas, sin embargo, para los peces, la reducción no fue significativa. El número de especies por grupo taxonómico (total, peces, crustáceos, moluscos) también disminuyeron con el uso de la red modificada, sin embargo, solo con la RM -II la reducción fue significativa en todas las taxas. La talla del *Penaeus californiensis* fue significativamente mayor con el uso de la RM -I y RM – II, mientras que para el *Diplectrum conceptione* y *Etropus ectenes* se presentó tallas mayores solo con el uso de la RM -II. En general, las modificaciones realizadas en la red de arrastre disminuyeron notablemente la captura incidental sin perjudicar la captura del *Penaeus californiensis* y de otras especies de peces comerciales.

Palabras clave: Arrastre, red modificada, captura incidental, *Penaeus californiensis*

## ABSTRACT

Shrimp trawling in the north of Peru takes place within 5 miles and is considered one of the fisheries with the greatest impact on biodiversity and with high levels of bycatch (Hooker, 2016 and Salazar et al., 2015). In order to reduce bycatch volumes, this research used two designs of net (RM -I and RM - II) whose catches were compared with that of the traditional net (RT) used by artisanal shrimp fishermen. In front of the area between Los Órganos and Lobitos in Piura, 11 simultaneous hauls were made with the RM-I and the RT in the period september - october 2019 and 27 simultaneous hauls with the RM-II and the RT in the months included between november 2019 - february 2020. The modified net was built mainly based on polyethylene (PE), it has different types of cut, larger mesh size, double footrope trawl and a square mesh window in the lower part of the net, the which presents a mesh size of 5 cm in RM - I (area 0.6526 m<sup>2</sup>) and 10 cm in RM - II (1.45 m<sup>2</sup>). Both modified nets showed a greater than 35% decrease in bycatch and a 50% reduction in discards relative to the traditional net. The target catch (*Penaeus californiensis*) and the catch of other commercial species (*Diplectrum conceptione* and *Etropus ectenes*) were not affected. All taxonomic groups (fish, crustaceans, molluscs, macroalgae, invertebrates) decreased their capture with the use of modified nets, however, for fish, the reduction was not significant. The number of species in each taxonomic group (total, fish, crustaceans, molluscs) also decreased with the use of the modified net, however, only with RM-II was the reduction significant in all taxa. The size of *Penaeus californiensis* was significantly larger with the use of RM-I and RM-II, while for *Diplectrum conceptione* and *Etropus ectenes* larger sizes were found only with the use of RM-II. In general, the modifications made in the trawl reduction net were especially the bycatch without harming the capture of *Penaeus californiensis* and other commercial fish species.

Key words: Trawling, modified net, bycatch, *Penaeus californiensis*

## I. INTRODUCCIÓN

La mayoría de pesquerías comerciales tienen dificultades para disminuir la captura incidental (bycatch) y los descartes (FAO, 2011; Broadhurst et al., 2012, Earys, 2007; Rodriguez y Cisneros, 2006). El impacto ecológico de la captura incidental radica en la captura de organismos que no son el objetivo de la pesca lo cual incluye tortugas, peces, corales, juveniles de la pesca objetivo, especies no comerciales, etc. (Earys, 2007; Cook, 2003; Lewison et al., 2004).

En 2019, la FAO publicó su tercera evaluación de los descartes mundiales de la pesca marina (Pérez Roda et al., 2019), en la cual se determinó que los descartes anuales de pesca marina mundial entre los años 2010 – 2014, fue de 9.1 millones de toneladas y aproximadamente el 46% de estos descartes, provienen de las capturas con las redes de arrastre de fondo. La tasa de descarte más alta fue del 55% (IC del 95%: 50,0–59,6%) con el uso de las redes de arrastre de camarón (Pérez et al., 2019). El impacto de la pesca con red de arrastre del camarón (llamado langostino en el Perú) sobre la biodiversidad, es conocido a nivel mundial. Por ello, en los últimos años se ha incrementado el interés por reducir las capturas incidentales por medio de modificaciones tecnológicas en la red de arrastre y el uso de dispositivos excluidores de bycatch (Earys, 2007).

El camarón y las gambas son productos ampliamente comercializados y constituyen el segundo grupo principal de especies exportadas en términos de valor (FAO, 2018). La pesca de camarón genera importantes beneficios económicos, en especial, para los países en desarrollo (FAO, 2009). Pese a su gran importancia económica a nivel mundial, la pesca de arrastre de camarón ha sido poco investigada en muchos países, como es el caso del Perú.

En la zona norte del Perú, se desarrolla la pesca artesanal con red de arrastre de langostino, la cual opera dentro de las 5 millas desde hace varias décadas (Salazar et al., 2017), pese a que el uso de esta red está prohibida dentro de esta zona (según lo descrito en el Decreto Supremo N°

012-2001-PE, en su Artículo 63) y por esta razón, es considerada una pesca ilegal que causa impacto sobre la biodiversidad marina (Hooker, 2016; Miranda, 2018; Romo, 2019) y un gran impacto a nivel ecosistémico (Salazar, 2018). Esta pesquería interfiere con otras pesquerías artesanales, generando conflictos con los pescadores de diferentes caletas como El Ñuro (El Comercio, 2015; La República, 2020).

El esfuerzo realizado por el Estado para mejorar la selectividad en esta pesquería ha sido incipiente. El Ministerio de la Producción otorgó tres autorizaciones para la ejecución de actividades de investigación del langostino en Piura bajo la modalidad de pesca experimental, sin embargo, solo una investigación fue ubicada, cuyo informe emitido por IMARPE menciona que se realizaron las modificaciones a la red de arrastre, pero no fue usada para las comparaciones y que el uso de nasas y otra red llamada “suripera” no presentó capturas del recurso (Salazar et al., 2017).

En este contexto, la presente investigación realizada en el marco del proyecto “DESARROLLO DE UN MODELO DINÁMICO DE CO-MANEJO PARA LA PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN UNA PESQUERÍA DE ARRASTRE DE LANGOSTINO EN EL PERÚ” se evaluó dos propuestas de diseños de redes de arrastre, como alternativa a la red tradicional con el propósito de reducir los volúmenes de la pesca incidental y de esta manera reducir el impacto de esta pesquería sobre la biodiversidad en la zona de Talara. Cabe mencionar que se procedió a solicitar el permiso de pesca para la toma de información de la presente investigación. Sin embargo, al no haber respuesta por parte de las autoridades pertinentes; la toma de información se vio limitada a la disponibilidad de las embarcaciones.

Objetivo General: Comparar la abundancia y composición específica de la captura utilizando una red de arrastre tradicional y dos redes modificadas en la pesquería del langostino.

En esta línea, se plantearon los siguientes objetivos específicos:

1. Comparar la composición específica de la captura en la pesca de arrastre usando la red tradicional y dos redes modificadas.
2. Comparar la abundancia relativa del langostino y la fauna acompañante en la pesca de arrastre usando la red tradicional y dos redes modificadas.
3. Comparar las tallas de las principales especies comerciales capturadas en la pesca de arrastre usando la red tradicional y dos redes modificadas.



## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Algunas definiciones

Existen controversias en las definiciones de captura incidental y descartes, dado que su significado puede diferir de acuerdo al país y jurisdicciones de manejo (Graham, 2010).

Earys (2007), menciona que la captura incidental o “bycatch”, en su sentido más amplio incluye, "todos los animales no objetivo y el material no vivo (desechos) que se capturan durante la pesca" y también puede incluir "los animales y el material no vivo que interactúan con el equipo de pesca pero que no llegan a la cubierta del barco de pesca". Según la FAO (2005), la captura incidental es definida como las especies capturadas durante el proceso de pesca de otras especies o de tallas diferentes de la misma especie objetivo. Salia (1983), menciona que la captura incidental es la parte de la captura que ingresa a la red de “manera incidental”, pues no fue la especie objetivo y parte, totalidad o nada de la captura incidental puede convertirse en el descarte.

En cuanto al descarte, la FAO (1996) lo describe como la porción de la materia orgánica total de origen animal en la captura, la cual es desaprovechada o vertida en el mar por cualquier razón. No incluye materiales vegetales y desechos tales como vísceras o entrañas; los descartes pueden ser vivos o muertos. Earys (2007), menciona que la captura descartada puede consistir en especies que están prohibidas desembarcarla o también en aquellas de bajo valor comercial, por ejemplo: peces de tamaño menor al comercial, juveniles y detritos del suelo marino. Alverson (1994), menciona que el descarte es la porción de la captura que es devuelta al mar por motivos económicos, legales o personales. El grado de descarte varía considerablemente (Saila, 1983), dependiendo en gran medida de la ubicación geográfica y si es que toda o parte de la captura incidental se utiliza para otros fines, como la alimentación animal.

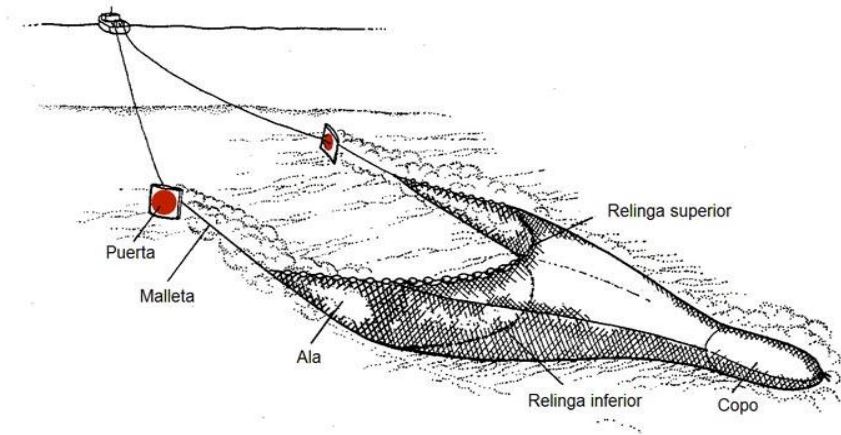
## **2.2. Pesca de arrastre a nivel mundial**

### **2.2.1. Descripción y partes de la red**

La pesca de arrastre se basa en remolcar una red en forma de embudo o troncónica con un saco o copo en donde se acumula la pesca (Freiría et al., 2014; INSHT, 2017). La red lleva en la boca dos cables o también denominadas malletas, las cuales son arrastradas por un barco (modalidad de baka) o dos barcos (modalidad de pareja). Para mantener la boca abierta se utilizan los portalones o puertas deflectoras, las cuales, ante el choque con el agua, tienden a separarse y mantener abierta la red. La red se arrastra por el fondo marino (modalidad más extendida) o a una altura determinada del mismo (arrastre pelágico o semipelágico) (INSHT, 2017).

Los elementos principales que componen este arte son: red (cuerpo y copo), relingas (cabos donde van colocados el lastre y los flotadores con que se calan y sostienen las redes en el agua), vientos y calones (elementos de unión entre la red y las malletas), malletas, puertas deflectoras y cables de acero, así como todos los componentes precisos para unir los elementos anteriores como grilletes, antigiratorios, ganchos, uniones, trozos de cadena, etc (INSHT, 2017).

El largado y virado se realizan con la ayuda de máquinas de tracción (maquinillas de pesca). Este arte puede ser remolcado por la popa, la modalidad más extendida (Fig. 1) o por el costado del buque (INSHT, 2017).



**Fig. 1. Partes de la red de arrastre. Tomado de ESPESCA (2017)**

### **2.2.2. Operatividad**

Según INSHT (2017), la operatividad de pesca con red de arrastre se describe de la siguiente manera:

La maniobra se inicia con el lanzamiento (arriado) del copo por la popa del buque (rampa de popa en buques industriales). Una vez que el copo está en el mar, debido a la velocidad del buque y a la propia resistencia del agua, cae al agua el resto de la red.

Después del largado de toda la red, se engrilletan las malletas a los calones (elementos de unión red-malleta que se encuentran en los extremos de la red) y se procede al largado de las mismas. Las malletas son largadas procurando mantenerlas tensas en todo momento. Finalizado el largado de las malletas, se inicia el largado de las puertas de arrastre o “puertas deflectoras”, esta operación se inicia cuando el final de la malleta llega a la zona de popa cercana a las puertas.

Después del largado de las puertas, se inicia el largado de los cables de arrastre. La cantidad de cable a largar depende de la profundidad de pesca. En muchos arrastreros industriales esta operación se suele controlar de forma automática desde el puente a través de un programa informático. En el resto de buques la maniobra se controla desde la propia maquinilla. Para controlar la cantidad de cable a largar, se suelen colocar marcas fijadas en el cable y el tripulante le va comunicando al patrón para que él decida el momento de dar la orden para detener el

largado. Posteriormente, frenan la maquinilla y comienza el arrastre, el cual consiste en arrastrar la red para efectuar las capturas. Durante esta maniobra, la maquinilla, los cables de arrastre y las pastecas están sometidos a tensiones elevadas (especialmente, cuando realizan grandes lances, se producen embarres o enganches de la red en el fondo, al dar la vuelta, al arrastrar con mala mar, etc.). En buques de pequeño porte (pesca de litoral), es habitual que, entre largada y largada del aparejo, la manipulación y clasificación de las capturas se realice en la cubierta de popa justo debajo de cables y pastecas en tensión.

Una vez que el patrón de por finalizado el arrastre, modera la velocidad y da la orden para que comience la maniobra de virado del aparejo (orden inverso al largado del arte). Cuando el copo del arte llega a la popa del buque, éste se suele izar a bordo con la ayuda de medios mecánicos auxiliares. Finalmente, las capturas atrapadas en el copo se depositan en cubierta, donde se manipulan y clasifican para su posterior almacenamiento en la bodega.

### **2.2.3. Impacto y medidas adoptadas**

La pesca de arrastre de fondo ha sido señalada a nivel internacional como aquella que más impactos genera en el hábitat del fondo marino en todo el mundo (Lopez y Morales, 2012). El impacto sobre la biodiversidad es evidente y se refleja en el número de especies capturadas, que puede llegar a 400 especies (EJF, 2003) y que en su gran mayoría son descartadas (Earys, 2007). La red de arrastre de fondo desgarrar corales, esponjas marinas y captura todo tipo de animales, incluyendo especies protegidas como tortugas marinas, tiburones, delfines, etc, (OCEANA, 2018; Báez & Silva, 2013). A medida que la actividad pesquera (p. Ej. Pesca de arrastre del camarón) se acerca a las áreas costeras, donde se concentra mayor cantidad de especies marinas como crustáceos, moluscos y peces, la captura incidental se incrementa (Lopez & Morales, 2012). Además, se ha cuantificado el impacto del arrastre sobre la estructura física del bento marino, comparándolo con el impacto de la erosión en bosques terrestres (Tegner & Dayton, 1999). Los niveles de estos efectos dependerán del grado y la frecuencia de las operaciones de pesca de arrastre; el daño se traducirá en una disminución del tamaño del arrecife y una consiguiente mengua en la abundancia y diversidad de la fauna relacionada, hasta una

desintegración completa del arrecife (ICES, 2002). El Instituto para la Investigación Marítima de Bergen (Noruega), estima que entre el 30% y 50 % del coral de agua fría, dentro de la Zona Económica Exclusiva (ZEE) Noruega, ha sido dañado por la pesca de arrastre (Hall-Spencer et al, 2002).

Ante esta situación y considerando que la pesca de arrastre industrial del camarón es el mayor contribuidor a la pesca incidental y es el responsable de aproximadamente el 27 % de los descartes a escala mundial (Earlys, 2007; Watling & Norse, 1998); la atención internacional se ha dirigido al desarrollo de nuevas tecnologías para reducir los niveles de fauna acompañante en esta pesquería (Earlys, 2007), ello incluye cambios en los diseños de las redes de arrastre, introducción de dispositivos excluidores como los dispositivos excluidores de fauna acompañante (BRDs, por sus siglas en inglés), dispositivos excluidores de tortugas (TEDs, por sus siglas en inglés), etc y el empleo de nuevos materiales en la construcción de redes. El Código de Conducta de Pesca Responsable de la FAO, promueve este tipo de labores y también impulsa minimizar el impacto al medio ambiente. En algunos países (México, EEUU, Colombia, Australia, etc), el uso de excluidores es de uso obligatorio en la mayoría de sus caladeros. En EEUU, no se permite la importación de camarones provenientes de países que no tengan un programa de protección de tortugas marinas, con una efectividad comparable al programa de EE.UU, tal programa requiere la introducción obligatoria y uso de TEDs por parte de todos los pescadores (Earlys, 2007).

Muchos otros países en el Mar Caribe, Asia, África y América Latina (p. ej. Proyecto REBYC -II LAC), también han trabajado hacia el desarrollo de un efectivo dispositivo reductor de bycatch.

#### **2.2.4. Fauna acompañante de la pesca de arrastre en Latinoamérica**

Giménez-Hurtado et al. (2016) evaluó durante el periodo 2011 – 2015 la fauna acompañante del camarón al sur del Golfo de Ana María, en el cual se obtuvo una proporción de fauna acompañante /camarón de 7:1. El grupo taxonómico estuvo constituido por peces, crustáceos, moluscos y equinodermos, de los cuales el primero representó el 66.69% del total. Similares resultados fueron obtenidos por INAPESCA (2016), el cual reportó los grupos taxonómicos capturados en la pesca de arrastre del langostino (zona litoral de Baja California, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa, Nayarit y Golfo de Tehuantepec) durante el periodo 2004 al 2014, siendo los más representativos el grupo de los peces (osteíctios y condricios) con 74%, seguido del grupo de crustáceos con 16.5%, equinodermos 6.0 % y moluscos 2.6 %; cnidarios y algas con valores menores al 0.7%.

Por otro lado, en Ecuador, la pesquería de camarones está representada por dos flotas, diferenciadas por la captura objetivo: camarón langostino (grande) y camarón pomada (pequeño); compuesta de 156 barcos, de los cuales 120 (77%) se dedican a la captura de langostino y 36 (23%) barcos a la pomada. (SRP, 2011). La fauna acompañante en ambas flotas es significativa, Little y Herrera (1992) determinaron que están compuestas por 261 especies; de las cuales algunas son de valor comercial y otras son descartadas, fluctuando la relación pescado: camarón, de 4.4:1 hasta 11.7:1. En promedio, la captura del langostino (grande) representa el 9 %, mientras que la pomada representa el 38 % del total de captura (Tabla 1). En los últimos años la pesca acompañante ha adquirido un valor comercial, resaltando las siguientes especies: el chalaco, la merluza y la corvina de roca. (Correa et al., 2007; ASEARBAPESCA, 2009).

**Tabla 1: Captura, descarte y pescado retenido en la pesca del camarón de la Flota Arrastrera Langostinera y Flota Arrastrera Pomadera. Tomado de MAE (2012)**

Grupo	Capturas promedio			
		Flota Arrastrera Langostinera 1998 – 2008		Flota Arrastrera Pomadera 2006 – 2008
Camarón	9%	2239 t	38%	6001 t
Pescado retenido	21%	5223 t	5%	790 t
Pescado descartado	42%	10447 t	36%	5685 t
Otros organismos	28%	6964 t	21%	3317 t

En Colombia, se realiza la pesca industrial de arrastre de camarón en el Pacífico y en el Caribe colombiano. En un estudio realizado por Bustos et al. (2012), se evaluó la relación fauna acompañante/ captura objetivo (FA/CO) para las flotas de camarón de aguas someras (CAS) y camarón de aguas profundas (CAP). En el Pacífico los mayores valores se presentaron en el CAS (hasta 40.4) y los menores en el CAP (1); la fauna acompañante de las pesquerías del CAS posee un mayor número de taxones (109 a 168) que las del CAP (61 a 126). En el Caribe, las diferencias en el poder de pesca de las dos flotas existentes en aguas someras, hicieron que la relación fluctuara entre 3.4 a 12.4 por año.

### **2.2.5. Comportamiento del camarón y de los peces en la red de arrastre**

Según lo mencionado por Earys (2007), el camarón generalmente responde al acercamiento de la red quedándose quieto, conducta que se cree puede estar asociada a mecanismos que reducen la probabilidad de ser detectados por un depredador. El camarón que está nadando no responde a la red hasta que el contacto sea eminente, su respuesta de escape es un rápido nado o contracción de su abdomen, propulsándose rápidamente y alejándose de la red. Como esta respuesta no es sostenida, eventualmente es sobrepasado por la red entrando al copo. El camarón que está sobre el suelo marino responde al contacto de la cadena de lastre o espantadora con rápidos golpes de cola hacia atrás y hacia arriba, esta respuesta puede repetirse varias veces y elevarse por varios metros. Hannah et al., (2003) observó camarones escapando del copo de la malla (35 mm) y también un ligero aumento de escape al momento que la red se acercaba a la superficie; estos escapes se produjeron principalmente con la cola primero en la malla y luego con algún estímulo lo flexiona y logra escaparse.

En cuanto a los peces, ellos responden principalmente a estímulos visuales y físicos de una red aproximándose. Los peces que se encuentren en la boca de la red, intentarán nadar con ella por un cierto período ya que esto se encuentra ligado al deseo de nadar con un objeto que tiene un contraste visual fuerte con el fondo (reacción optomotriz) (Earys, 2007), sin embargo, varios autores (Glass & Wardle, 1989; Main & Sangster, 1981; Walsh & Hickey, 1993; Wardle, 1993) describen que este comportamiento se presenta principalmente a intensidades de luz altas (Fig. 2A) y a medida que baja la intensidad de luz cesan los patrones ordenados de comportamiento (Fig. 2B) (Glass & Wardle, 1989; Walsh & Hickey, 1993).

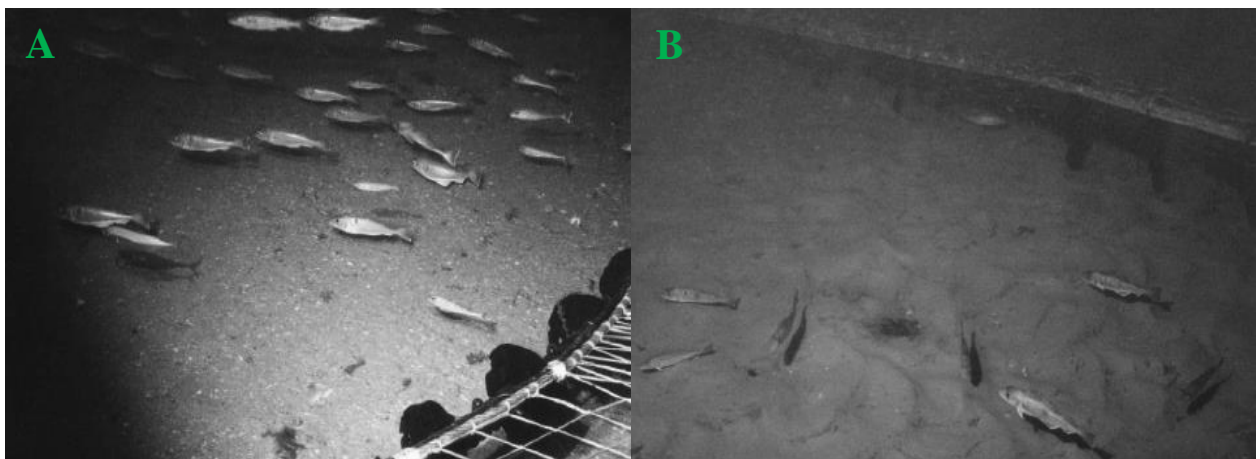
Naturalmente, no todas las especies son iguales en su capacidad y rendimiento de natación. El período de tiempo que los peces son capaces de nadar en la boca de la red, y, por tanto, su vulnerabilidad a captura, depende en gran medida de la velocidad de remolque de la red de arrastre (Winger et al., 2010). Aquellos que entran pasivamente a la red son rápidamente sobrepasados y retenidos en el copo, mientras los que entran nadando a toda velocidad contactan el paño de red y algunos se engallan y otros escapan a través de la malla. (Earys, 2007)

Muchos cardúmenes de peces pelágicos tienden a elevarse y entrar a mayores alturas (Earys 2007, Glass et al. 1999; Main y Sangster 1981, Thomsen 1993) e intentan escapar hacia arriba



nadando a través de las mallas del panel superior de la red hasta que se cansan (Earys, 2007). Los peces en el fondo marino usualmente permanecen sin moverse o hasta que el contacto sea inminente, estos reaccionan con una respuesta de patear y deslizarse para mantenerse delante de la red que se aproxima e incluso se colocan otra vez en el suelo marino antes de ser tocados por la red, ello puede repetirse varias veces antes de que escape (usualmente por debajo de las bridas o bajo la relinga superior) o entre la red; algunas rayas y peces planos suelen quedarse en la parte inferior de la red (Earys, 2007; Bubnitz, 1996; Rose, 1995)

Según el estudio realizado por Hannah et al., (2003) en donde se instalaron cámaras en la red de arrastre, las imágenes mostraron muchos peces planos, mixinos y camarones pasando por debajo de la línea de pesca de arrastre, que estaba por encima del fondo; la línea de pesca era estable y arrastraba 20-50 cm por encima del fondo del mar.

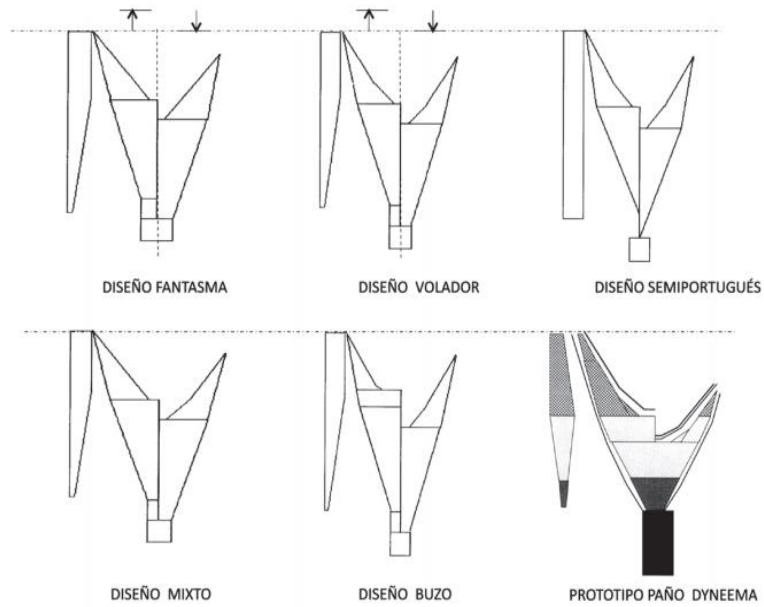


**Fig. 2. Comportamiento típico de peces en la boca de una red de arrastre de fondo con intensidades de luz elevadas (A) y con poca intensidad de luz (B). Tomado de Glass y Wardle (1989)**

### **2.2.6. Diseño de la red de arrastre**

Según lo mencionado por Villaseñor-Talavera (2012), el diseño de la red debe ser acorde con la potencia del motor principal de la embarcación y las posibilidades de tracción, de tal manera, que se logre una eficiencia máxima en la operación de captura para cada barco en particular.

En México la mayor parte de las redes son de fabricación artesanal, elaboradas por “rederos” en su mayoría empíricos (Villaseñor – Talavera, 2012). Las redes de arrastre utilizadas presentan diversos modelos modificados empíricamente por los pescadores y rederos mexicanos, a partir de redes originalmente pequeñas (máximo 15.4 m de longitud de relinga superior LRS), usadas en los Estados Unidos de América. Los modelos originales dieron lugar a modificaciones, entre ellas los modelos tipo portugués, balón, semibalón, fantasma, volador, cholo entre otros (Fig. 3), todos con muchas variantes de construcción empírica. Según las inspecciones realizadas en 2005, en los puertos de Mazatlán y Topolobampo, Sinaloa, así como en Guaymas, Sonora, la mayoría de redes de arrastre presenta 27.4 m de LRS indistintamente del diseño. Las redes de diseño portugués presentaron el mayor ángulo de ataque, debido a la relación de corte en las secciones del cuerpo (1N 6B). En general (en la mayoría de diseños), el corte para el cuerpo es de 1N4B, en la parte inferior de las alas 2N2B, en cuchillas 1T2B y en el borde interior de las cuchillas superiores TT o TN. La mayor resistencia al avance de las redes corresponde a los diseños Portugués, Semiportugués y Volador, con excepción de las redes de más de 33.5 m de LRS de cualquier diseño, que superan casi con el doble del valor al resto de redes pequeñas (Villaseñor – Talavera, 2012).



**Fig. 3. Modelos de red de arrastre en México. Tomado de Villaseñor – Talavera (2012)**

Por otro lado, la flota colombiana presenta las redes tipo “Coreana” y “Japonesa” de 11.28 m y 12.8 m, respectivamente (Zúñiga et al., 2015), con la tendencia a disminuir cada vez más la longitud de la relinga superior, lo cual refleja una estrategia por reducir la resistencia al avance y de esta forma, el consumo de combustible. De las redes tipo Japonesa, el 41.5%, está construida con relinga de 12.8 m y su aparejamiento está armado con puertas grandes de 2.74 m x 0.91 m. De igual manera, y como regla general, para el modelo Coreano, construido con relinga de 11.28 m, el aparejamiento está armado con puertas pequeñas de 2.43 m x 0.91 m. A continuación, se presentan características de ambos tipos de redes (Tabla 2 y Tabla 3)

**Tabla 2: Medidas en mallas en cada parte de la red tipo “Japonesa” y características técnicas de la flota colombiana. Tomada de Zúñiga et al. (2015)**

Sección	Material	Tipo de tratamiento	Nº del hilo	Diámetro del hilo (mm)	2a <sup>a</sup> (pulg.)	Nmbs <sup>b</sup>	Nmbi <sup>c</sup>	Nmbi <sup>d</sup>	Razón de corte	Angola
Tapa superior	PE	Gris verde	21	1.9	2"	170	1	170	1N1B	4"
Tapa inferior	PE	Gris verde	21	1.9	2"	160	25	135	1N2B	4"
Brazo	PE	Gris verde	21	1.9	2"	47.5	47.5	240	AN	-
Cuchilla	Superior	PE	21	1.9	2"	1	-	70	1N1B	4"
	Inferior	PE	21	1.9	2"	-	-	-	1T2B	4"
Traslape	PE	Gris verde	-	-	-	-	-	35	-	-
Bolso	PE	Gris verde	42	2.5	2 3/4"	120	120	100	-	-

<sup>a</sup> 2a: Tamaño de malla

<sup>b</sup> Nmbs: Número de mallas en el borde superior de la sección (horizontales)

<sup>c</sup> Nmbi: Número de mallas en el borde inferior de la sección (horizontales)

<sup>d</sup> Nmh: Número de mallas de caídas de la selección (verticales)

**Tabla 3: Medidas en mallas en cada parte de la red tipo “Coreana” y características técnicas de la flota colombiana. Tomada de Zúñiga et al. (2015)**

Sección	Material	Tipo de tratamiento	Nº del hilo	Diámetro del hilo (mm)	2a <sup>a</sup> (pulg.)	Nmbs <sup>b</sup>	Nmbi <sup>c</sup>	Nmbi <sup>d</sup>	Razón de corte	Angola
Tapa superior	PE	Gris verde	21	1.9	2"	190	10	180	1N1B	4"
Tapa inferior	PE	Gris verde	21	1.9	2"	190	35	155	1N2B	4"
Brazo	PE	Gris verde	21	1.9	2"	47.5	47.5	240	AN	-
Cuchilla	Superior	PE	21	1.9	2"	1	-	80	1N1B + 1N2B	4"
	Inferior	PE	21	1.9	2"	1	-	-	1T2B	4"
Traslape	PE	Gris verde"	-	-	-	-	-	35	-	-
Bolso	PE	Gris verde"	42	2.5	1 3/4"	120	120	100	-	-

<sup>a</sup> 2a: Tamaño de malla

<sup>b</sup> Nmbs: Número de mallas en el borde superior de la sección (horizontales)

<sup>c</sup> Nmbi: Número de mallas en el borde inferior de la sección (horizontales)

<sup>d</sup> Nmh: Número de mallas de caídas de la selección (verticales)

## **2.3. Aspectos generales de la pesquería de arrastre artesanal en Perú**

### **2.3.1. Aspectos normativos**

La constitución Política del Perú, en su artículo 66 y 67° establece que el estado promueve el uso sostenible de sus recursos naturales, que comprende el mar adyacente a sus costas, así como el lecho y subsuelo, hasta una distancia de 200 millas marinas. En esta línea, la Ley General de Pesca de 1992 (Decreto de ley N° 25977) decreta: Declárese la zona adyacente a la costa comprendida entre las cero (0) y cinco (5) millas marinas, como zona de protección de la flota y fauna existente en ella.

En 1994, según reglamento de la Ley General de Pesca (Decreto supremo N° 01-04-PE) se declara prohibido el uso de artes y aparejos de pesca que modifiquen las condiciones biotecnológicas del medio marino, tales como redes de arrastre de fondo, rastras y chinchorros mecanizados, en la zona de protección antes mencionada

Los artículos 13 y 14 de la Ley General de Pesca prescriben que la investigación pesquera está orientada a obtener y proporcionar permanentemente las bases científicas que sustentan el desarrollo integral y armónico del proceso pesquero; asimismo, el Estado promueve e incentiva la investigación y capacitación pesquera que realizan los organismos públicos especializados del Sector y las Universidades, así como la que provenga de la iniciativa de personas naturales o jurídicas del sector privado, cuyos resultados deberán ser oportunamente difundidos por medios apropiados.

La pesca experimental de langostino fue realizada por IMARPE en el 2016 y autorizada mediante la R.M. N° 333-2016-PRODUCE para la ejecución del estudio “Análisis comparativo de las redes de arrastre langostinera tradicional y Redes de Arrastre Artesanal Langostinera modificada (RAAL) para la captura de langostino en la región Piura” (Salazar et al., 2017). Esta pesca experimental se desarrolló con la finalidad de obtener información sobre la eficiencia de nuevos métodos y/o artes de pesca orientados a la extracción del recurso langostino, que permita un aprovechamiento sustentable y amigable con el ambiente marino, e incluyó una evaluación de la selectividad y el impacto entre el uso de la red de arrastre tradicional langostinera y su versión modificada sobre el fondo marino y su biodiversidad en el ámbito marítimo adyacente

a las provincias de Talara (agosto) y Paita y Sechura (noviembre – diciembre) de la región Piura. Sin embargo, en las conclusiones del informe emitido por IMARPE en relación a la pesca experimental, solo se menciona que se realizaron las modificaciones de la red pero que no fue usada para las comparaciones y que el uso de nasas y otra red llamada “suripera” no capturó el recurso (Salazar et al., 2017).

### **2.3.2. Caracterización de la flota**

En la década de los 60, la flota estaba constituida por 12 pequeñas embarcaciones cuya capacidad de bodega fluctuaba entre 10 a 15 m<sup>3</sup> utilizadas principalmente para la pesca del langostino entre Paita (Piura) y Puerto Pizarro (Tumbes) (IMARPE, 1969).

Según Salazar et al. (2017), la flota de arrastre langostinera en la región Piura consta entre 80 a 150 embarcaciones en un rango de 5 a 10 t, con motor central “marinizado” en un 90% y con un gasto de combustible entre 10 a 20 galones por día. Por otro lado, en un estudio realizado por Mendo et al. (2020), se estimó en 105 el número total de embarcaciones dedicadas a la pesquería de arrastre de langostinos en Piura.

En temporada de abundancia del recurso, salen a faenar cerca de 100 embarcaciones diarias, cuya zona de operación se realiza dentro de las cinco millas, con una captura aproximada por embarcación de 500 kg, y en temporadas bajas las capturas fluctúan entre 50 a 100 kg diarios por embarcación (Salazar et al., 2017). Las principales zonas de pesca están entre Talara, Parachique, Las delicias, Puerto Rico (Salazar et al., 2017).

### 2.3.3. Características de la red de arrastre de langostino

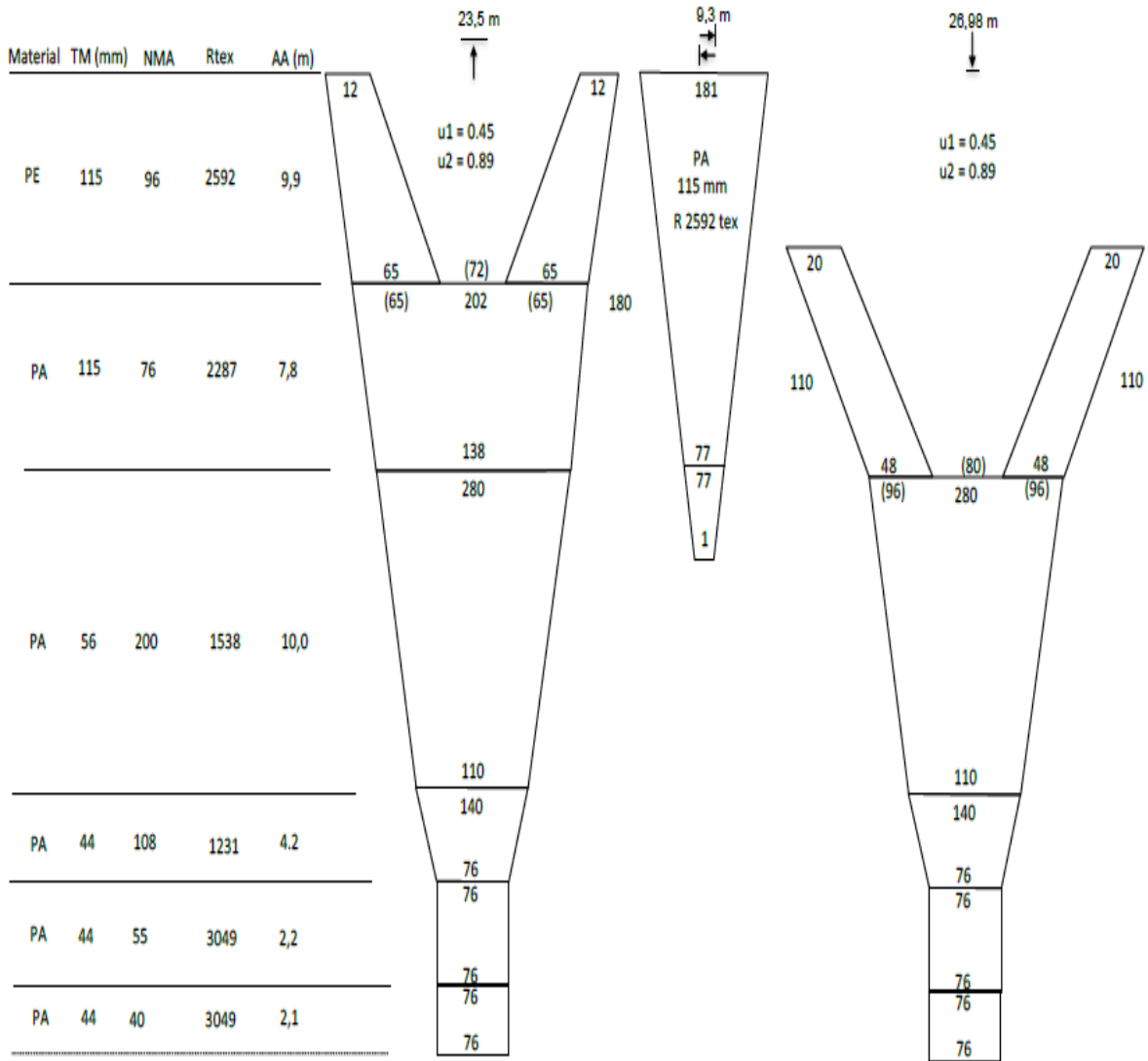
En Perú, la información sobre las características y diseño de la red de arrastre en la región Piura es escasa. Salazar et al. (2017) recopila las propiedades más comunes de la red en las zonas de Sechura, Paita y Talara, las cuales se presentan a continuación: longitud total de la red, de 18 a 24 m, la abertura de extremo de alas varía de 5 a 10 m y la abertura vertical de la boca de red de 3.5 a 5.5 m. Asimismo, el material utilizado es el Poliamida (PA) de 32 a 40 mm de tamaño de malla con titulación de 210/18 a 210/21 denier en las alas, cuerpo y antecopo; mientras que el copo, que también utiliza Poliamida (PA), tiene un tamaño de malla de 32 a 34 mm con titulación de 210/36 o 210/48 denier.

La SPDA (2021), menciona que la pesca con red arrastre de langostino en Piura presenta una relinga superior de 15.11 m, longitud total de 18.8 m, bridas de 14 m y el peso de las puertas de arrastre es de 50 kg, las cuales presentan un área de 0.84 m<sup>2</sup>. Además, la red es de paños de poliamida y tiene 2 tapas, con “cuchillas”.

En la región Tumbes, Salazar et al. (2014) realizó un estudio de la flota langostinera y las clasifica de acuerdo a la potencia de su motor:

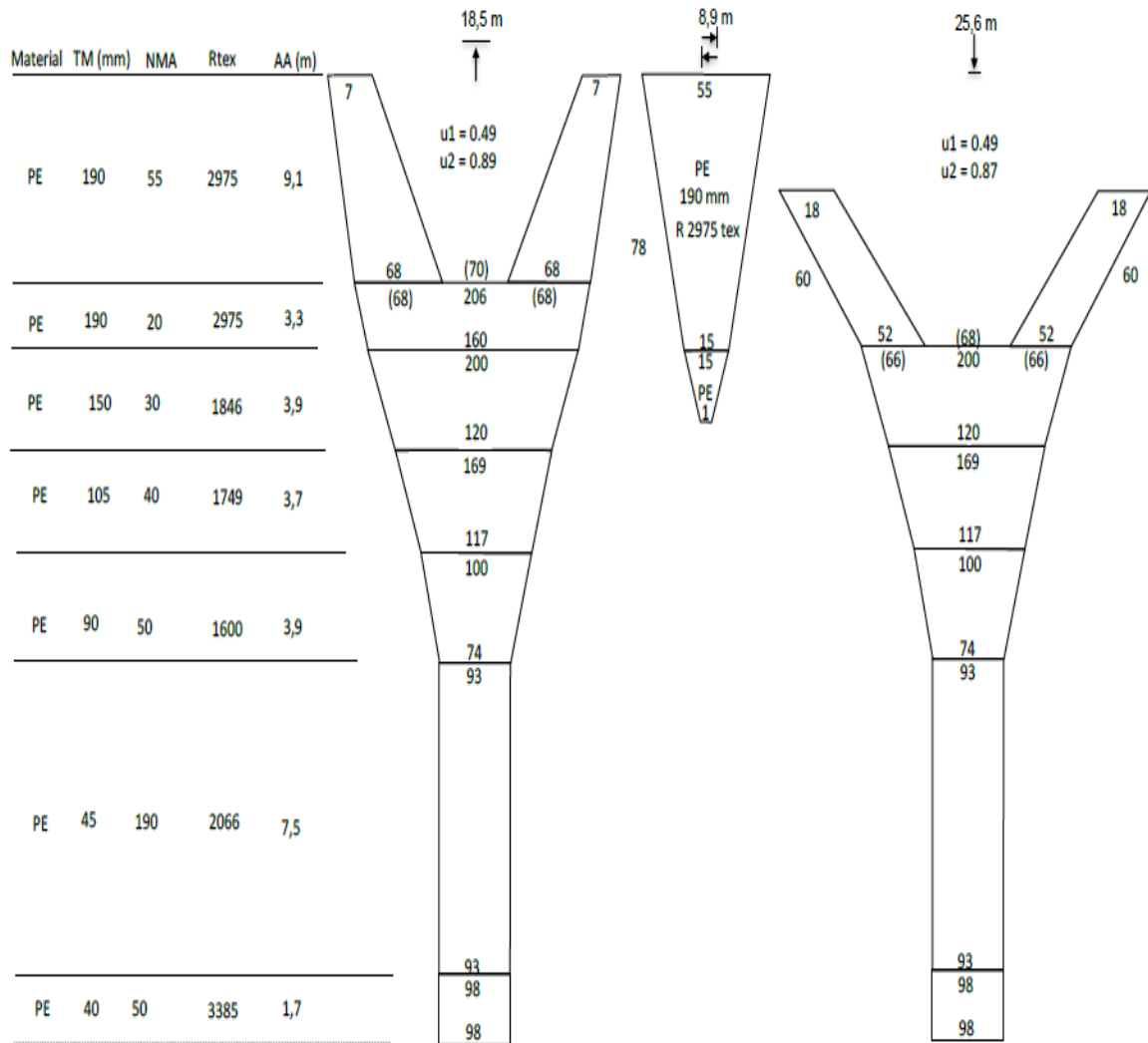
- a) > 145 hp, denominadas como “Tipo Paita”
- b) < 145 hp, denominadas como “Flota Caleta Cruz”.

Las redes de las embarcaciones del tipo “Caleta Cruz” (Fig. 4) están construidas con dos materiales: Poliamida (PA) y Polietileno (PE). El PE es utilizado en la primera sección del ala superior, ala inferior y cielo (Square) y el PA en el cuerpo, túnel y copo con alta titulación de hilo (diámetro). Los materiales empleados son reciclados, “usados” o de segunda mano. El armado y mantenimiento de sus redes lo lleva acabo en un redero de Paita. Las redes de las embarcaciones “Tipo Paita” (Fig. 5), usan Polietileno (PE) en toda la estructura de la red, con titulación de hilo altos (gruesos). Los materiales empleados son adquiridos en la zona de Paita, lugar en donde también se realiza su mantenimiento.



**Fig. 4. Diseño de la red de arrastre de las embarcaciones tipo “Caleta Cruz”. Tomado de Salazar et al. (2014)**





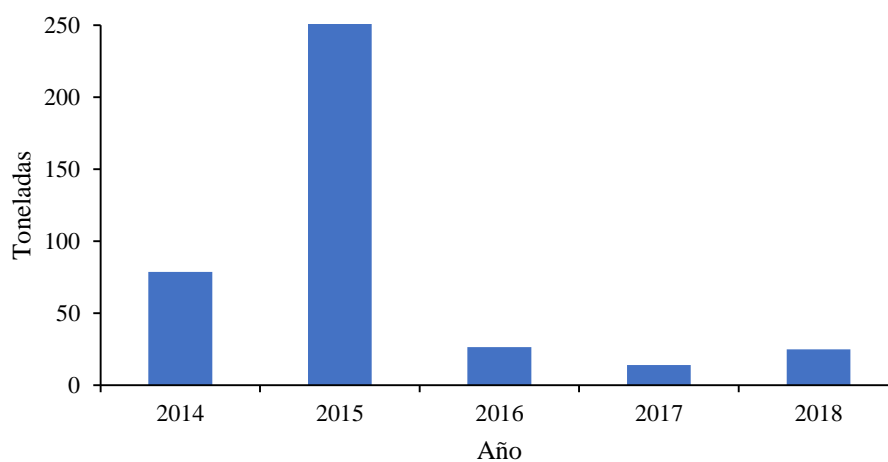
**Fig. 5. Diseño de la Red de arrastre de las embarcaciones “Tipo Paita”. Tomado de Salazar et al. (2014)**

### 2.3.4. Desembarque

Las principales especies de interés comercial capturadas frente a Cabo Blanco - Máncora son el *Penaeus californiensis* “langostino café”, *Diplectrum conceptione* “carajito” y el *Etropus ectenes* “lenguado boca chica” (Mendo et al., 2020)

#### a. *Penaeus californiensis* “langostino café”

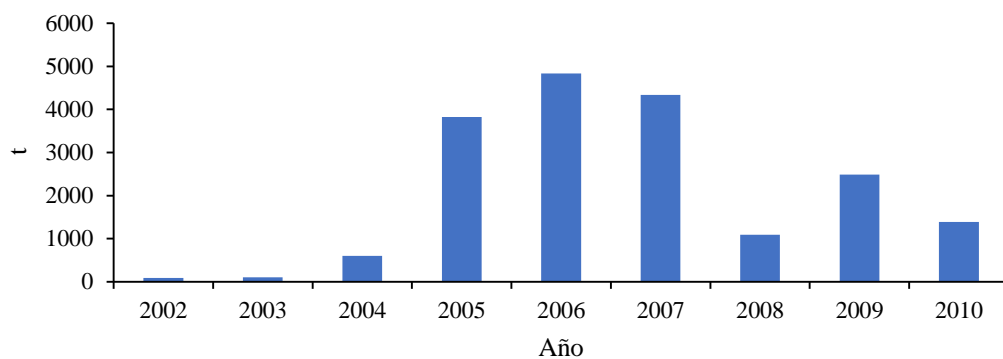
Según IMARPE (2018) la especie de langostino que presenta mayor desembarque es el *Penaeus californiensis*, en la región Piura. El mayor volumen desembarcado en la región se presentó en el año 2015 (IMARPE, 2019) (Fig. 6)



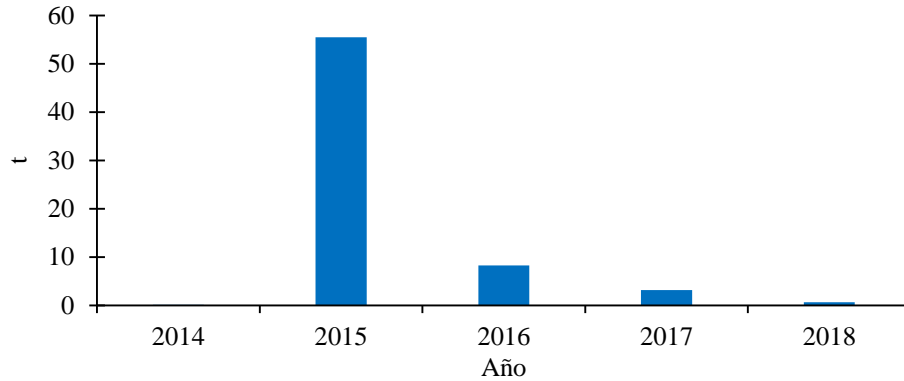
**Fig. 6. Desembarque del langostino café (*Penaeus californiensis*) en la región Piura durante el periodo 2014 – 2018. Elaborado con datos de IMARPE (2019)**

b. *Diplectrum conceptione* “carajito”

La información disponible de los desembarques de esta especie en la región Piura muestran valores por debajo de las 60 t durante el período 2014 – 2018 según lo reportado por IMARPE (2019) (Fig. 7). Por otro lado, en la Región Tumbes, solo se han encontrado datos de desembarques del 2002 al 2010 (Vera et al., 2010), que muestran altos valores en el periodo 2005 – 2007 (Fig.8), debido a que estos volúmenes no solo implican a la pesca de arrastre en dicha región, sino también a una flota denominada “cutrera” en Puerto Pizarro la cual compraba la pesca a embarcaciones de bandera ecuatoriana (Vera et al., 2010). Sin embargo, para el año 2008 se presentó una disminución significativa debido a una menor actuación de esta flota, frente a un mayor control de la marina ecuatoriana en su jurisdicción (Inga & Vera, 2009)



**Fig. 7. Desembarque (t) del carajito (*Diplectrum conceptione*) en Tumbes. Elaborado con datos de Vera et al. (2010)**



**Fig. 8. Desembarque total (t) de carajito (*Diplectrum conceptione*) en Piura entre los años 2014 y 2018. Elaborado con datos del IMARPE (2019)**

c. *Etropus ectenes* “lenguado boca chica”

Hasta la fecha no hay registro de desembarque de esta especie, sin embargo, se ha reportado su presencia en la pesquería de arrastre de menor escala en Tumbes y Piura (Mendo et al., 2020; Salazar et al., 2014; Inga et al., 2010; Ordinola et al., 2003). Es la quinta especie más abundante y con valor comercial en la pesca con red de arrastre artesanal de langostino en la zona frente a Cabo Blanco – Máncora (Mendo et al., 2020).

### 2.3.5. Fauna acompañante

Según lo reportado por Mendo et al. (2020), la pesca de arrastre de langostino frente a Órganos presenta 304 especies, siendo el más abundante el grupo de peces con 126 especies (41.4%) seguido por 64 especies de moluscos (21.1%), 63 especies de crustáceos (20.7%), 33 especies de algas (10.9%), 8 especies de equinodermos (2.6%) y 10 especies de otros grupos (3.3%). La captura objetivo, el "langostino café" (*Penaeus californiensis*), constituyó el 17% de la captura total y la diferencia correspondió a la fauna acompañante (83%). La CPUA de la pesca incidental fue más abundante en los meses de mayo/junio y noviembre/diciembre. Las especies de valor comercial o autoconsumo (n=54) representaron el 36% del total de la pesca incidental y las

especies más representativas fueron el “carajito” (*Diplectrum conceptione*) con el 49.6% de la CPUA y el “lenguado boca chica” (*Etropus ectenes*) con el 18.7% de la CPUA. Los descartes durante todo el periodo evaluado representaron en promedio el 47% del CPUA total.

En otra investigación realizada por Inga et al. (2010) en Máncora durante el periodo 2005 - 2008, se reportó que las especies objetivo son el langostino café *P. californiensis*, el lenguado boca chica *Etropus ectenes* y el bereche *Larimus pacificus*. Aproximadamente el 33% de las capturas fueron descartadas, las cuales están constituidas de unas 60 especies de peces, invertebrados e incluso algas, destacando el sapo brujo *Daector dowii*, la morena *Muraena* sp., la tapadera *Urotrigon* sp., el pez iguana *Synodus* sp., la lengüeta *Symphurus* sp, la jaiba morada *Euphylax robustus* y la jaiba marón *Portunus asper* (Inga et al., 2010).

En la Caleta la Cruz (Tumbes) durante el período febrero – junio 2003, Ordinola *et al.* (2003) menciona que en la pesca de arrastre de langostino (en 65 lances de pesca y con un tiempo efectivo de 158 h) se registró una captura total de 72.940 kg. El recurso langostino constituyó solamente el 1,7% (1272.4 kg de abdomen) y las especies de langostinos con mayor representatividad fueron el *Penaeus californiensis* con 42.1 % y el *Litopenaeus vannamei* con 23,1%. La fauna acompañante comercial incluyó 15 especies de peces (principalmente el chiri, *Peprilus medius* y la cachema, *Cynoscion analis*), cinco especies de invertebrados (destacaron el calamar blanco, *Lolliguncula panamensis* y el caracol piña, *Hexaplex brassica*) (Tabla 4). El descarte (Tabla 5), obtuvo un total de 69290.9 kg, constituyendo así el 95% del total capturado, el cual está integrado por peces e invertebrados juveniles, además de adultos pequeños de escaso valor comercial. Se identificaron 18 especies de peces (destacaron el bereche, *Larimus* spp. y el carajito amarillo, *Diplectrum conceptione*), y 20 invertebrados, de los cuales sobresalieron la jaiba (*Callinectes arcuatus*) y la estrella de mar.

**Tabla 4: Lista de especies comerciales en la pesquería del langostino (febrero - junio 2003) en la Caleta La Cruz. Elaborado con datos de Ordinola et al. (2003)**

Nombre común	Nombre científico	Familia
<b>Peces</b>		
Barbudo grande	<i>Polydactylus approximans</i>	Polynemidae
Bio bio	<i>Cynoponticus coniceps</i>	Muraenesocidae
Caballito de mar	<i>Hippocampus ingens</i>	Syngnathidae
Cachema	<i>Cynoscion analis</i>	Sciaenidae
Carajito amarillo grande	<i>Diplectrum conceptione</i>	Serranidae
Chiri	<i>Peprilus medius</i>	Stromateidae
Doncella	<i>Hemanthias peruanus</i>	Serranidae
Falso volador	<i>Prionotus stephanophrys</i>	Triglidae
Lenguado grande	<i>Paralichthys woolmani</i>	Paralichthyidae
Mero colorado	<i>Epinephelus acanthistius</i>	Serranidae
Peje blanco	<i>Caulolatilus affinis</i>	Malacanthidae
Periche	<i>Diapterus peruvianus</i>	Gerreidae
Raya mariposa	<i>Gymnura marmorata</i>	Gymnuridae
Suco	<i>Paralichthys woolmani</i>	Sciaenidae
Tamborín	<i>Sphoeroides</i> spp.	Tetraodontidae
<b>Invertebrados</b>		
Langostino blanco	<i>Litopenaeus vannamei</i>	Penaeidae
Langostino azul	<i>Litopenaeus stylirostris</i>	Penaeidae
Langostino blanco	<i>Litopenaeus occidentalis</i>	Penaeidae
Langostino café	<i>Penaeus californiensis</i>	Penaeidae
Langostino rojo	<i>Farfantepenaeus brevirostris</i>	Penaeidae
Langostino cebra	<i>Rimapenaeus fuscina</i>	Penaeidae
Langostino pomada	<i>Xiphopenaeus riveti</i>	Penaeidae
Langostino n.i	<i>No identificado</i>	Penaeidae
Camarón cáscara dura	<i>Sicyonia disdorsalis</i>	Sicyoniidae
Camarón cáscara dura	<i>Sicyonia aliaffinis</i>	Sicyoniidae
Calamar blanco	<i>Lolliguncula panamensis</i>	Loliginidae
Calamar pitillo	<i>Loliolopsis diomedae</i>	Loliginidae
Caracol coco grande	<i>Melongena patula</i>	Melongenidae
Caracol piña grande	<i>Hexaplex brassica</i>	Muricinae
Caracol repollo grande	<i>Hexaplex regius</i>	Muricinae

**Tabla 5: Lista de especies descartadas en la pesquería del langostino (febrero - junio 2003) en la Caleta La Cruz. Elaborado con datos de Ordinola et al. (2003)**

Nombre común	Nombre científico	Familia
<b>Peces</b>		
Anguila	<i>Ophichthus</i> spp.	Ophichthidae
Bereche	<i>Larimus</i> spp.	Sciaenidae
Caballito de mar	<i>Hippocampus ingens</i>	Syngnathidae
Cachema chica	<i>Cynoscion analis</i>	Sciaenidae
Callana	<i>Orthopristis chalceus</i>	Haemulidae
Carajito amarillo o Maraño	<i>Diplectrum conceptione</i>	Serranidae
Congrio gato	<i>Lepophidium negropinna</i>	Ophidiidae
Congrio pintado	<i>Genypterus maculatus</i>	Ophidiidae
Espejo	<i>Selene peruviana</i>	Carangidae
Falso volador chico	<i>Prionotus stephanophrys</i>	Triglidae
Guitarra	<i>Rhinobatos planiceps</i>	Rhinobatidae
Lenguado chico	<i>Paralichthys woolmani</i>	Paralichthyidae
Morena	<i>Muraena</i> spp.	Muraenidae
Pez cinta	<i>Trichiurus lepturus</i>	Trichiuridae
Pez iguana	<i>Synodus</i> spp.	Synodontidae
Pez lagarto	<i>Synodus</i> spp.	Synodontidae
Sapo brujo	<i>Daector dowi</i>	Batrachididae
Suco chico	<i>Paralonchurus peruanus</i>	Sciaenidae
<b>Invertebrados</b>		
Camaron brujo	<i>Squilla</i> spp.	Squillidae
Camaron cáscara dura	<i>Sicyonia disdorsalis</i>	Sicyoniidae
Camaron cáscara dura	<i>Sicyonia aliaffinis</i>	Sicyoniidae
Camaron pistolero	<i>Alpheus</i> spp.	Alpheidae
Cangrejo chino	<i>Petrolistes armatus</i>	Porcellanidae
Cangrejo violáceo	<i>Platyzanthus</i> spp.	Xantidae

Caracol bola	<i>Malea ringens</i>	Tonnidae
Caracol pera	<i>Ficus ventricosa</i>	Ficidae
Caracol piña chico	<i>Hexaplex brassica</i>	Muricinae
Concha lampa	<i>Atrina texta</i>	Pinnidae
Erizo negro	<i>No identificado</i>	
Estrella de mar	<i>No identificado</i>	
Jaiba	<i>Callinectes arcuatus</i>	Portunidae
Jaiba morada	<i>Euphylax robustus</i>	Portunidae
Langostino n.i	<i>No identificado</i>	Penaeidae
Langostino amarillo	<i>Protrachipene precipua</i>	Penaeidae
Langostino rosado	<i>Solenocera florea</i>	Solenoceridae
Malagua "avispa de mar"	<i>No identificado</i>	Cubomedusae
Pluma de mar	<i>No identificado</i>	Pteroidae
Pulpo	<i>Octopus mimus</i>	Octopodidae

---



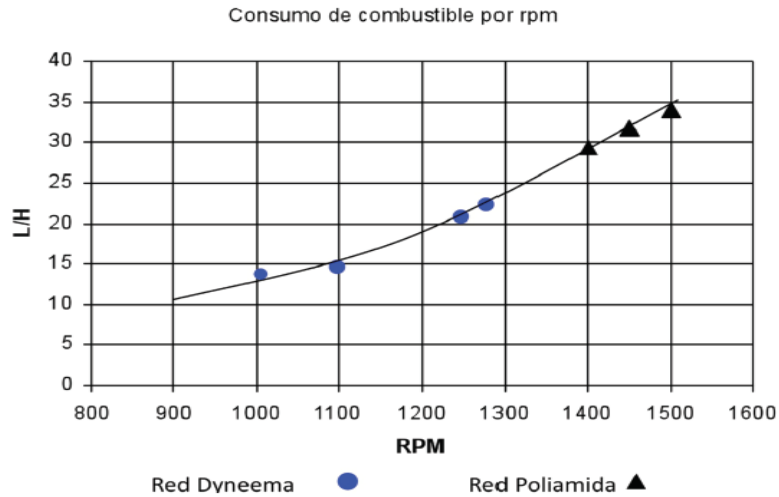
## **2.4. Innovaciones tecnológicas en redes de arrastre**

### **2.4.1. Material textil**

Los pescadores suelen emplear una sola medida de malla en toda la red (Villaseñor-Talavera, 2012) ello hace que las redes tradicionales de poliamida con hilos torcidos y nudos, sean menos selectivas tanto en la captura de camarón como de otras especies de peces, contribuyendo a incrementar su captura incidental, además de ser más pesadas y ofrecer mayor resistencia al avance (entre 12 y 23 %) y menos eficientes respecto a diseños basados en cálculo dinámico y análisis geométrico (Villaseñor-Talavera, 2012).

La tecnología textil ha desarrollado una variedad de nuevos materiales con hilos fabricados de diversos tipos de fibras y trenzados que le confieren al paño una gran resistencia, durabilidad y a la vez ligereza y elasticidad (Tabla 6). Esto permite la configuración de redes con mallas más grandes e hilos más delgados aumentando la resistencia a la corrosión del ambiente, a la rotura y disminuyendo la resistencia al avance de la red al ser esta más ligera, lo que origina un ahorro de combustible y menor desgaste de la maquina principal del barco cuando está pescando (INAPESCA, 2010).

Las nuevas tecnologías al utilizar fibras sintéticas como el Dyneema, permiten un notable ahorro de combustible (Fig. 9). La incorporación de las redes Ultra Cross, las cuales se lanzan más fácilmente y se hunden más rápido, permiten una operación de pesca más rápida. Con estas redes se disminuyen los costos de producción debido a las características del material, pues toma como base el polietileno y en la alineación de sus moléculas (permite que sea liviano), no absorbe agua y es muy resistente, por eso el aparejamiento requiere accesorios con menor peso (como el lastre y portones más pequeños). (Villaseñor-Talavera, 2012)



**Fig. 9. Comparación de consumo de combustible entre redes confeccionadas con poliamida y Dyneema. (Modificado de Sarmiento & Gil -López, 1997)**

**Tabla 6: Propiedades fisicoquímicas de los materiales usados en la red de arrastre de camarón (INAPESCA, 2010)**

Propiedad	Polietileno de alta densidad (DYNEEMA)	Poliamida	Polietileno	Polipropileno	Acero
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	0.97	1.14	0.95	0.9	7.86
Tenacidad (g/den)	40	8	6	7	2
Elongación de ruptura (%)	3.7	20	25	20	1.1

#### **2.4.2. Modificaciones y uso de excluidores**

Existen varios diseños de redes desarrollados en busca de alternativas tecnológicas para llevar a cabo una pesca más selectiva y reducir la captura incidental (Villaseñor, 1997).

Las dimensiones de malla, es uno de los aspectos técnicos más importantes en el tamaño de los organismos capturados, ya que existe una relación entre la selectividad de los organismos en función a los tamaños de malla en las diferentes secciones de la red, así como una relación de esta última en la eficiencia operativa de la red (influencia en la resistencia al avance de la red) (INAPESCA, 2010).

En este contexto, se han realizado investigaciones que han demostrado una mayor selectividad al aumentar el tamaño de malla en el copo (Brown et al., 2019), también se ha propuesto cambiar la disposición de malla diamante a malla cuadrada en dicha sección, ya que se logra aumentar y mantener las aberturas laterales; permitiendo así que los peces pequeños puedan escapar, sin perjudicar significativamente las capturas de camarón ( Al – Baz & Chen, 2015; Macbeth et al., 2007; Silva et al., 2012; Thorsteinsson, 1992 ; Broadhurst et al., 2006).

Existen también excluidores muy conocidos como lo son el “dispositivo excluidor de tortugas” (TED, por sus siglas en inglés) y el dispositivo excluidor de captura incidental (BRD, por sus siglas en inglés).

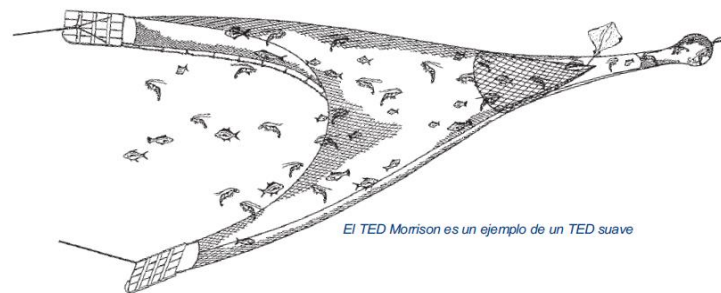
El TED puede prevenir la captura de animales grandes incluyendo tiburones, rayas, medusas y algunos peces grandes. El diseño más común de un TED utiliza una parrilla inclinada para prevenir que animales grandes se introduzcan en el copo. De acuerdo al material usado, existen dos tipos de TED, los “rígidos” y los “suaves”. Los “rígidos” típicamente usan una parrilla rígida hecha de aluminio, acero o plástico, por ejemplo, la parrilla Nørdmore y el Súper Shooter son los tipos más comunes de TED usados actualmente en todo el mundo. Presentan aberturas de escape muy grandes, se pueden excluir animales bentónicos (esponjas, corales, etc) y rocas (en aquellos TED con exclusión hacia abajo) (Fig. 10)

Los “suaves” usan un panel inclinado de paño de mallas no rígido para guiar la fauna acompañante hacia la salida de escape en la parte superior de la red. Ejemplos de estos TED incluyen el Morrison, el Parker y el “Blubber Chute”. Sus grandes salidas de escape pueden

permitir la exclusión rápida de tortugas grandes (p.Ejm tortuga laúd) o de otros animales grandes (Fig. 11). Es menos efectivo que los TED rígidos para excluir objetos pesados tales como rocas y esponjas pesadas, ya que estos tapan el paño de mallas (Earys, 2007).



**Fig. 10. Dispositivo excluidor de tortugas (TED) rígido tipo parrilla Nordmore. Tomado de Earys (2007)**



**Fig. 11. Dispositivo excluidor de tortugas (TED) suave tipo Morrison, tomado de Earys, S (2007)**

Por otro lado, el BRD es cualquier modificación diseñada para excluir principalmente los peces de la fauna acompañante de una red de arrastre. La mayoría de BRDs están ubicados en el copo de la red ya que es donde la captura se acumula y la oportunidad de escape es alta (Earys, 2007).

Ejemplos de BRDs son: el ojo de pescado (fisheye, en inglés), ventanas de malla cuadrada, Jones-Davis y RES (Earys, 2007).

Los peces con nado vigoroso pueden buscar regiones de turbulencia acuática. Estas regiones son atractivas ya que algunas de las turbulencias se mueven hacia delante y es más fácil para el pez nadar y mantener su lugar en la red. En este sentido, un BRD puede ser ubicado

estratégicamente cerca de la zona de turbulencia generada por la red o la captura, aumentando así la probabilidad de escapar de la red de arrastre (Earys, 2007). Pese a ello, en muchos casos los peces pueden ser guiados hacia la abertura de escape de un BRD, pero no intentan escapar a través del dispositivo (Eayrs 2007; Parsons y Foster 2007). Aún se desconoce la razón precisa de esto, pero se cree que está relacionado con el reflejo optomotor y el deseo de mantener la posición dentro de la red de arrastre (Winger et al., 2010).

Identificar la posición ideal para el BRD no siempre es posible ya que el volumen de captura puede variar durante el lance y entre caladeros pesqueros, su localización no debería estar inmediatamente adyacente a la captura o la pérdida de camarón será alta. Si el BRD es instalado a varios metros de la captura es poco probable que ayude a la reducción del bycatch pero protegerá la captura de camarón (Earys, 2007). A medida que las especies se agoten, se ralentizarán y entraran a la extensión de la red, su aglomeración provoca una colisión con la red u otros peces, o incluso el escape de pequeños individuos a través de las mallas laterales y superiores de la red de arrastre. Es en esta ubicación donde se pueden insertar paneles de malla cuadrada o ventanas de salida para aumentar las tasas de escape de los peces (por ejemplo, Broadhurst et al., 2002; Graham et al., 2003; Krag et al., 2008).

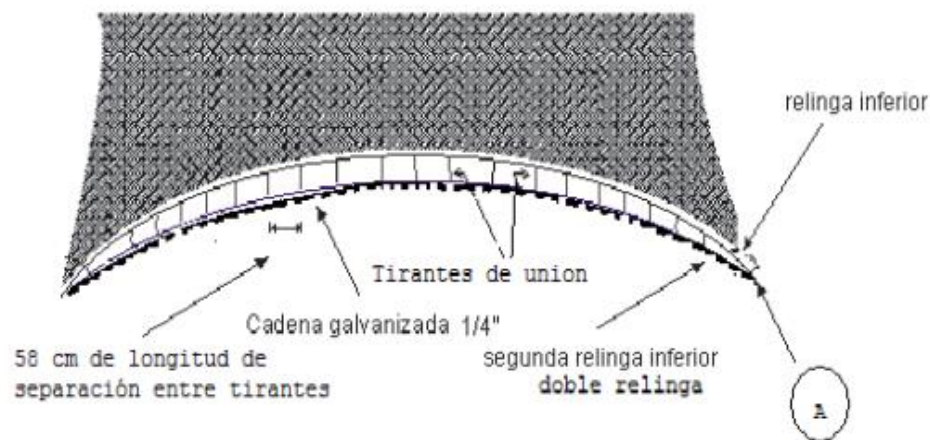
Pese a todo lo estudiado hasta ahora, es cierto que ninguno de los BRD que se utilizan hoy en día tiene un éxito completo en la eliminación de la captura incidental de peces.

Diferentes estudios han evaluado los tipos de TEDs y BRDs, muchos de ellos han sido probados por separado para ver la eficiencia de cada dispositivo agregado en la red (García et al., 2008; Girón et al., 2010; Vieira et al., 2017) e incluso realizando combinaciones con otro tipo de modificación, siendo algunos de los más efectivos la aplicación del TED + fisheye (Girón et al., 2010) y el aumento de malla en el copo + 2 fisheye (Brown et al., 2019), logrando una exclusión mayor al 40% de captura incidental en ambos casos. Sin embargo, el uso del fisheye puede generar una gran pérdida de camarones si es que no es ubicada correctamente en la red de arrastre (Al – Baz & Chen, 2015).

El uso de la cuadrícula de Nordmore en la pesquería de camarón rosado en el Golfo de Maine es obligatorio desde 1992 y ha demostrado reducir significativamente la captura incidental de peces (Kenny et al., 1992; Clark et al., 2000; Fonseca et al., 2005). Sin embargo, la

cuadrícula de Nordmore no reduce la captura de peces pequeños y camarones pequeños que pasan a través del espacio de 25 mm entre las barras de la cuadrícula ( Clark et al. , 2000 )

Otra modificación para mejorar la selectividad, es mediante el uso de una relinga inferior adicional conocida comúnmente como doble relinga. Esta relinga extra es donde se fija el lastre del equipo (la cadena de arrastre) manteniendo la relinga inferior de la red libre de peso directo (Fig. 12). Esto permite la reducción de broza y otros organismos bentónicos que no son el objetivo de captura, además de basura y pesos muertos que incrementan la resistencia al avance de la red (INAPESCA, 2010; Medina-Carrillo et al., 2012). En este contexto, estudios realizados en el Pacífico mexicano señalan que su aplicación genera una exclusión significativa de fauna acompañante sin afectar la eficiencia en las capturas de camarón (Balmorí-Ramírez et al., 2003; ICES, 2005; Padilla-Galindo; 2006).



**Fig. 12. Representación de una relinga inferior adicional “doble relinga” en una red de arrastre. Tomado de INAPESCA (2010)**

Otras modificaciones aplicables a la red es la reducción de su tamaño, en este contexto Sarmiento – Náfate et al. (1999) propone el uso de la red camaronera de túnel corto con la cual se logró reducir significativamente la fauna acompañante de camarón. Similar estudio fue aplicado por Ingólfsson y Jørgensen (2019), se redujo el vientre de la red de arrastre debido a los cortes más pronunciados en los perfiles, como resultado se obtuvo capturas reducidas de camarones más pequeños.

Existen otras pesquerías que también utilizan la red de arrastre y por consiguiente presentan un volumen significativo de captura incidental. Por ello, se han realizado esfuerzos para mejorar su selectividad. Tal como es el caso de la pesca de arrastre de peces planos en la Costa Oeste de EEUU, la cual presenta como fauna acompañante poblaciones de peces cuya captura es prohibida o con límites establecidos; en este marco, Lomeli et al. (2017) evaluó un tipo de BRD que consiste en el uso de dos paneles de clasificación vertical alargados, estos son ubicados entre la zona intermedia de la red y el copo con el propósito de incitar una interacción de los peces con las cuadrículas de clasificación; se obtuvo resultados alentadores, pues se logró la retención general de peces planos y se redujo sustancialmente las capturas de peces de peña y otros peces redondos. Otro ejemplo se presenta en la pesca de arrastre de merluza plateada en Nueva Inglaterra, cuya principal fauna acompañante son los peces planos y juveniles. En consecuencia, Millken y DeAlteris (2011) propusieron probar 4 paneles alargados de diferentes colores, los cuales fueron colocados en el vientre de la red cerca a la relinga inferior (a 61 cm), siendo el más efectivo el panel de malla grande de color naranja, ya que permitió el escape pasivo de peces planos y el color enmascaró la presencia del panel de escape a las merluzas plateadas.

En resumen, los tipos de modificaciones y excluidores en una red de arrastre son diversos y pueden ser adaptados a diferentes pesquerías, su eficiencia dependerá de acuerdo a las especies que se desean excluir y retener.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Ubicación

El presente estudio se realizó en el mar frente a los distritos de Los Órganos y Lobitos (Fig. 13) dentro de las 5 millas marítimas, en la provincia de Talara de la región Piura.



Fig. 13. Mapa del lugar de estudio, Talara, Piura



### **3.2. Descripción de la investigación**

Durante 6 meses, entre los meses de septiembre 2019 – febrero 2020, a bordo de dos embarcaciones artesanales se realizaron las faenas de pesca usando la red de arrastre tradicional y las redes modificadas. Las faenas de pesca se realizaron entre las 18:00 h a 7:00 h del día siguiente. Se tomaron datos de captura, composición de especies de la captura por cada lance y registro de tallas, manteniendo constante la hora y velocidad de arrastre de ambas embarcaciones. También se tomaron datos de la profundidad (m) en la zona de arrastre con ayuda de una profundímetro portátil FISH FINDER de marca LUCKY y la temperatura (°C) utilizando el HOBO Dissolved Oxygen Data Logger (U26-001), este último instrumento fue colocado en el centro de la relinga superior de la red de arrastre.

Una vez a bordo, se obtuvo la información de las dimensiones de la embarcación, marca y potencia del motor, datos del arte de pesca tales como dimensiones de las compuertas, tamaño de malla, relinga superior e inferior de la red, etc (Anexo 1). Además, se registró la hora de las coordenadas de inicio y fin de arrastre de ambas embarcaciones con la ayuda del GPS marca GARMIN (Fig. 14).

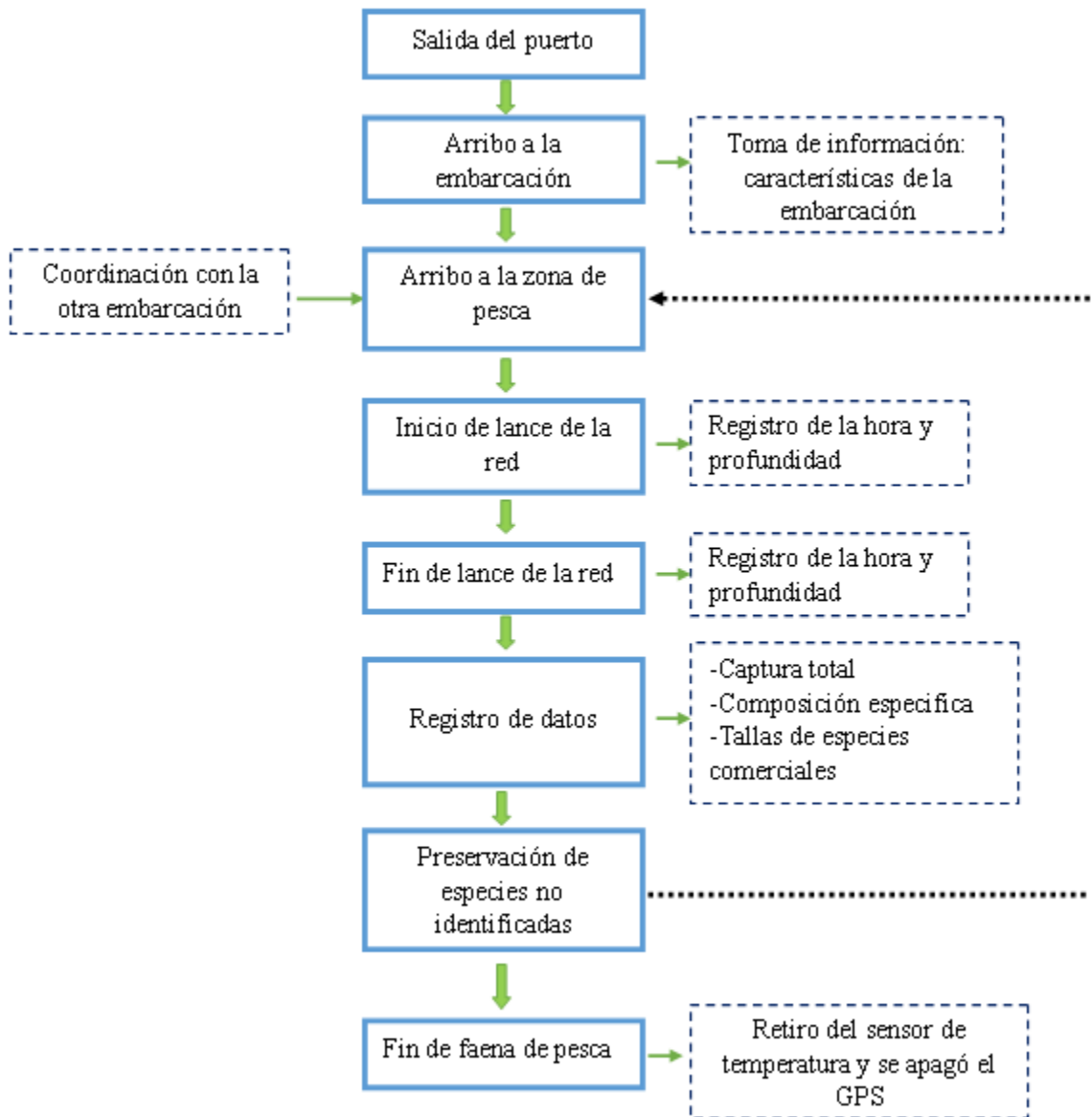


Fig. 14. Esquema general de la toma de información en campo

### 3.3. Unidades experimentales

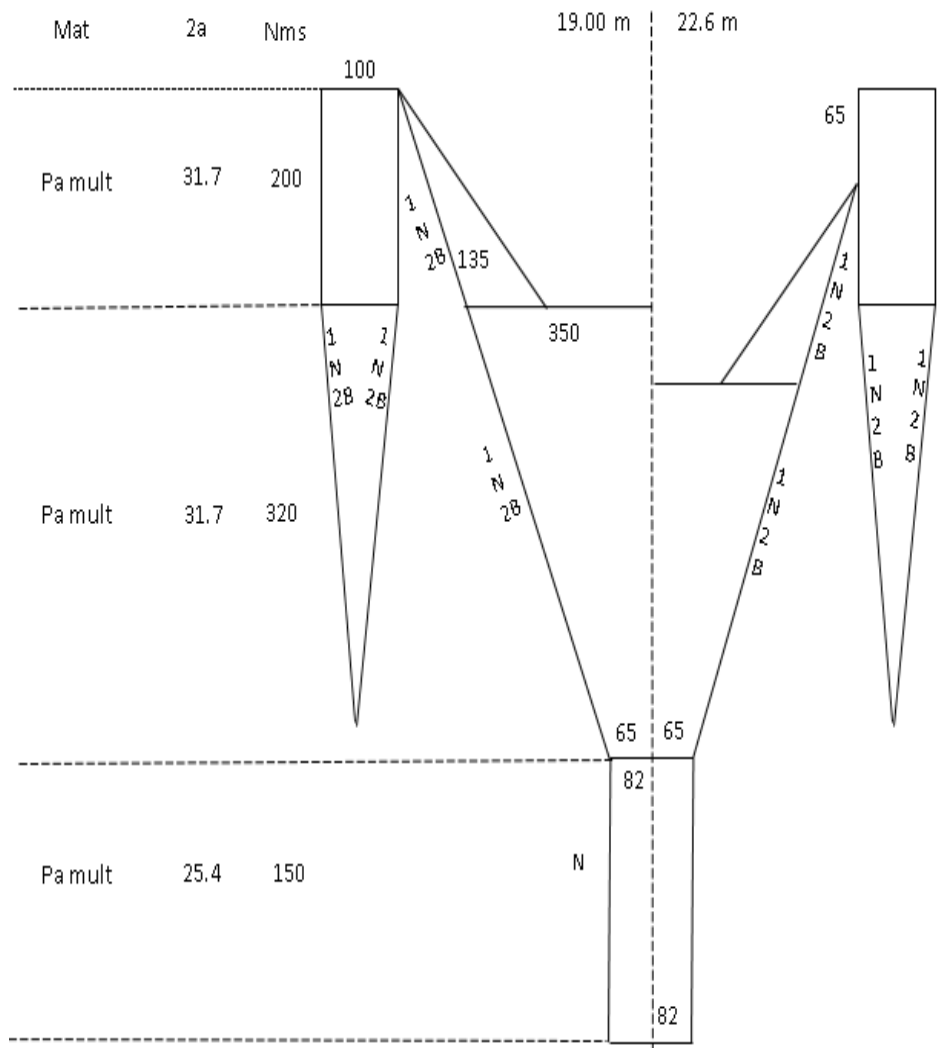
Las unidades experimentales están constituidas por las redes de pesca (red tradicional y red modificada) (Tabla 7), las cuales operaron a bordo de las embarcaciones en rangos de hora y velocidades similares.

**Tabla 7: Características de la red tradicional y la red modificada (I y II)**

	<b>Red Tradicional</b>	<b>Red Modificada I (RM-I)</b>	<b>Red Modificada II (RM-II)</b>
<b>Tamaño de malla</b>	Cuchilla de la red: 31.7 mm	Cuchilla de la red: 60 mm	Cuchilla de la red: 60 mm
	Cuerpo de la red: - Cielo: 31.7 mm - Túnel: 31.7 mm - Antecopo: 31.7 mm	Cuerpo de la red: - Cielo: 60 mm - Túnel: 50 mm - Antecopo: 36 mm	Cuerpo de la red: - Cielo: 60 mm - Túnel: 50 mm - Antecopo: 36 mm
	Copo de la red: 25.4 mm	Copo de la red: 25.4 mm	Copo de la red: 25.4 mm
<b>Material de la red</b>	Poliamida (PA)	Cuchilla, cielo, túnel y antecopo: Polietileno (PE) Copo: Poliamida (PA)	Cuchilla, cielo, túnel y antecopo: Polietileno (PE) Copo: Poliamida (PA)
<b>Modificaciones en la red/ Uso de excluidor</b>	-	Doble relinga inferior  <b>Ventana chica</b>	Doble relinga inferior  <b>Ventana grande</b>
<b>Línea catenaria</b>	Curvatura no pronunciada	Curvatura pronunciada	Curvatura pronunciada

### 3.3.1. Red tradicional

La red tradicional (RT) es aquella utilizada por las diferentes embarcaciones artesanales que operan en el Norte peruano en la pesquería de langostino. La información presentada en la Tabla 7 y plano de la red (Fig. 15), fue obtenida directamente de embarcaciones varadas (por mantenimiento) y embarcaciones operativas.



**Fig. 15. Red tradicional utilizada en las embarcaciones artesanales de pesca de arrastre de langostino en la región Piura**

### **3.3.2. Red modificada I y II**

La red modificada presenta diferentes tamaños de malla tales como 60 mm, 50 mm, 36 mm para mejorar la selectividad (Tabla 7). Con la finalidad de mejorar el diseño de la red, se modificó la boca de la red para formar una mejor curvatura de la línea catenaria (Fig. 16), se utilizó el polietileno (PE) como material principal en diferentes secciones (cuerpo, brazos y antecopo); de esta forma se espera tener una red más ligera lo que podría significar una posible disminución del consumo de combustible (Villaseñor-Talavera, 2012). El copo de la red presenta el mismo tamaño y material de la red tradicional (Tabla 7)

Se implementó el uso de una relinga adicional, en ella se colocó cada 50 cm de largo los cabos de unión, los cuales van aumentando su longitud vertical a medida que se acerca al centro de la red (10 cm, 15 cm, 20 cm y una separación máxima de 22 cm en el centro de la relinga inferior) (Anexo 13), con la finalidad de poder excluir algunos organismos que se encuentren en el sustrato como lenguados, estrellas, etc (INAPESCA, 2010).

Además, se incluyó una ventana cuadrada a 60 cm de la parte inferior central de la boca de la red, con el fin de excluir caracoles y cangrejos (Earys, 2007). Para la red modificada I (RM -I), se utilizó un tamaño de malla de 5 cm, abarcando 0.6525 m<sup>2</sup> de área (Tabla 8) y se utilizó durante los meses de septiembre – octubre del 2019. Posteriormente, se cambió dicha ventana por una más larga y con un tamaño de malla de 10 cm, abarcando un área total de 1.45 m<sup>2</sup> (Tabla 8), esta red modificada II (RM -II) operó durante el periodo de noviembre del 2019 a febrero del 2020.

**Tabla 8: Características de la ventana de malla cuadrada en la Red Modificada I (Ventana chica) y Red Modificada II (Ventana grande)**

	Nro. De mallas		Tamaño de malla (cm)	Área (m <sup>2</sup> )
	Alto	Largo		
Ventana Chica (RM-I)	9	29	5	0.6525
Ventana Grande (RM-II)	5	29	10	1.45

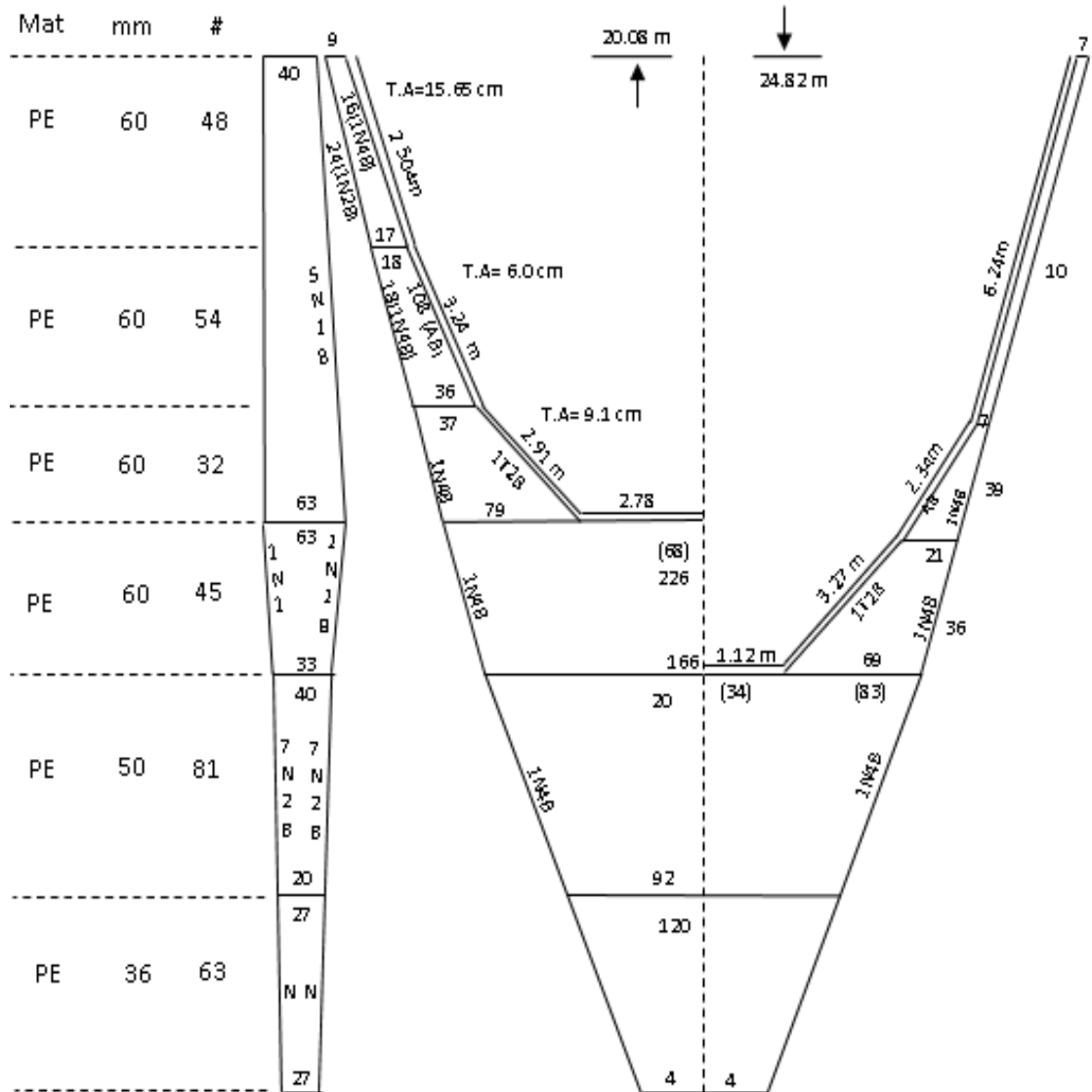


Fig. 16. Plano de la Red modificada utilizada

### 3.4. Obtención de la información

#### 3.4.1. Composición específica de la captura

El peso de la captura en el copo de cada lance se obtuvo usando una balanza marca KAMBOR de 1 t de capacidad con una precisión 0.5 kg. Para ello, se registró el peso del copo más la captura, luego que la captura fue vaciada a la cubierta, se registró el peso de la red vacía, y por diferencia, se obtuvo la captura total.

Se tomó una muestra de la captura de cada lance en ambas embarcaciones en un balde de 20 L hasta llenarlo. Luego se pesó el balde con la muestra usando una balanza electrónica colgante de 50 kg marca WEIHENG y restando el peso del balde se obtuvo el peso de la muestra.

La muestra fue separada por especies y se registró el número y peso por especie (Anexo 2) utilizando la balanza electrónica colgante de 50 kg marca WEIHENG.

Posteriormente, luego que los pescadores separaron las especies comerciales en cajas, estas fueron pesadas con la balanza electrónica colgante de 100 kg marca KAMBOR, y así se obtuvo el peso total de la captura objetivo *Penaeus californiensis* (langostino café) y de las otras dos principales especies comerciales el *Diplectrum conceptione* (carajito) y el *Etropus ectenes* (lenguado boca chica). El Anexo 3 muestra el formato usado para el registro de estos datos. Adicionalmente, las especies de la fauna acompañante difícil de identificar o muy pequeñas fueron colocados en una bolsa debidamente rotulada, y trasladadas a gabinete en un contenedor con hielo y gel refrigerante para su identificación y registro de peso con la ayuda de la Balanza Gramera digital de 500 g. La identificación de especies se realizó con la ayuda de claves taxonómicas o guías de identificación elaborados por Méndez (1981), Chirichigno (1970), Chirichigno (1998), Álamo y Valdivieso (1997), Carbajal-Enzian et al. (2018), Santamaría et al. (2018), “Guía ilustrada para reconocimiento de especies de moluscos bivalvos con valor comercial” IMARPE (2016).



### **3.4.2. Tallas de las principales especies comerciales**

Se registraron las tallas de las 3 principales especies comerciales en la muestra de la captura obtenida con la red tradicional y la red modificada. Para el *Penaeus californiensis* (langostino café) se midió la longitud del cefalotórax con un pie de rey o calibrador vernier (mm) y fue clasificada según su sexo (hembra o macho). Para el *Diplectrum conceptione* (carajito) y *Etropus ectenes* (lenguado boca chica), se midió la talla total con la ayuda de un ictiómetro (cm), este último también fue clasificado por sexo (hembra o macho).

### **3.5. Análisis y procesamiento de datos**

La definición de captura incidental utilizada en este estudio, fue la proporcionada por Salia (1983), ya que en su sentido más amplio la captura incidental es la captura que ingresa a la red de “manera incidental”, pues no fue la especie objetivo; parte, totalidad o nada de la captura incidental puede convertirse en el descarte. Para el descarte, se utilizó la definición proporcionada por Alverson (1994), quien señala que el descarte es la proporción de la captura que es devuelta al mar por motivos económicos, legales o personales. Estas definiciones son las que mejor se ajustan a la pesquería de langostino, debido a la gran cantidad de especies registradas (fauna y flora), al destino de la captura (comercial o desecho) y a la decisión del patrón de pesca para retener algunas especies capturadas, diferentes a la captura objetivo.

### 3.5.1. Determinación de la CPUA

La captura por unidad de área (CPUA; kg/km<sup>2</sup>) fue estimada dividiendo la captura (C) por el área de arrastre de la red (A). El área arrastrada se estimó multiplicando la distancia recorrida (D; en km), la longitud de la relinga superior (L; en km) y X2, el cual es la parte de la relinga superior equivalente al ancho del sector barrido por la red de arrastre (Sparre & Venema 1997). Se utilizó el valor de X2 = 0.5, propuesto por Pauly (1980).

$$A = D * L * X2$$

$$CPUA = C / A$$

La distancia recorrida fue estimada usando la hora de inicio y fin de arrastre de la embarcación (ambas marcadas en el GPS marca GARMIN) y procesadas en el programa Map Source.

El CPUA fue calculado para los grupos taxonómicos (peces, crustáceos, moluscos, invertebrados y macroalgas), para las principales especies comerciales (*Penaeus californiensis*, *Diplectrum conceptione* y *Etropus ectenes*), captura incidental y descartes.

### 3.5.2. Tallas de especies comerciales

Los datos de tallas fueron usados para elaborar tablas de frecuencia de tallas de las especies comerciales en cada lance de comparación con la red tradicional y modificada. Para el *Penaeus californiensis* “langostino café”, las frecuencias fueron agrupados cada 1 mm y para el *Diplectrum conceptione* “carajito” y *Etropus ectenes* “lenguado boca chica”, se usó un intervalo de clase de 1 cm.

### **3.6. Análisis estadístico**

Todos los análisis descritos a continuación, fueron procesados en el Software Rstudio.

#### **3.6.1. Temperatura y profundidad**

Para determinar si existen diferencias significativas de los valores de temperatura (°C) y profundidad (m) obtenidos en la zona de arrastre de la red tradicional y red modificada (prueba de hipótesis de dos colas); se utilizó la prueba paramétrica t de Student para muestras independientes (comparación de medias), solo si los datos cumplieron con los supuestos de normalidad (Shapiro – Wilk) y homocedasticidad (F de Fisher). De lo contrario, se utilizó la prueba no paramétrica de U de Mann Whitney para muestras independientes (comparación de medianas).

#### **3.6.2. Composición de la captura**

Para la comparación de los datos obtenidos en la red tradicional y red modificada, se aplicó la prueba de Shapiro – Wilk ( $n < 50$ ) para evaluar si la distribución de los datos (grupos taxonómicos de la captura total, número de especies, captura de la especie objetivo, capturas de otras especies comerciales, captura incidental y descarte) presentan una distribución normal. Si este fue el caso, se utilizó la prueba t de Student para muestras pareadas (comparación de medias); de lo contrario, se utilizó la prueba no paramétrica de Wilcoxon para datos pareados (comparación de las medianas).

Se compararon los datos obtenidos en cada lance con la red tradicional y red modificada (CPUA, expresado en  $\text{kg}/\text{km}^2$ ) por cada grupo taxonómico (Peces, Crustáceos, Moluscos e Invertebrados), captura incidental y descartes usando la prueba de hipótesis de cola izquierda para determinar si lo registrado en la red modificada es significativamente menor que lo registrado en la red tradicional. Cabe mencionar que, para la comparación de los crustáceos, se excluyó al *Penaeus californiensis*, pues es la especie objetivo de esta pesquería.

Para el caso de la captura objetivo *Penaeus californiensis* “langostino café” (CPUA, expresado en kg/km<sup>2</sup>) y otras especies comerciales como el *Diplectrum conteptione* “carajito” y el *Etropus ectenes* “lenguado boca chica” (CPUA, expresado en kg/km<sup>2</sup>), se comparó los datos utilizando la prueba de hipótesis de dos colas para determinar si se presentaron diferencias significativas en lo registrado en la red tradicional y modificada.

### **3.6.3. Tallas de especies comerciales**

Se comparó las tallas de las principales especies comerciales muestreadas en todos los lances simultáneos registrados en la red tradicional y red modificada. Si los datos cumplían con los supuestos de normalidad de Kolmogorov-Smirnov ( $n > 50$ ), se utilizó la prueba Z, de lo contrario, se utilizó la prueba de U de Mann-Whitney. Se realizó la prueba de hipótesis de cola derecha para determinar si la media (si se usa la Prueba Z) o mediana (si se usa la prueba de U de Mann-Whitney) de las tallas registradas en la red modificada, es significativamente mayor a lo registrado en la red modificada.

También se realizó la prueba de distribución CHI – CUADRADA para comparar si existen diferencias significativas de las frecuencias de las tallas obtenidas en la red tradicional y red modificada.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1. Temperatura, profundidad y tipo de sustrato de la zona de pesca**

La Tabla 9 presenta los valores de temperatura y profundidad registrados en las embarcaciones durante los experimentos de comparación entre la red tradicional y la red modificada. En ambos experimentos no se observaron diferencias significativas en las temperaturas registradas por ambas embarcaciones y tampoco se observan diferencias significativas en la profundidad de arrastre. Estos resultados muestran que, en cada experimento, los arrastres fueron realizados en zonas muy similares; ello estaría validando las comparaciones entre las capturas obtenidas con la red tradicional y la red modificada durante el presente estudio.

Cabe mencionar que Carbajal et al. (2010) evaluó el tipo de sustrato marino en la zona norte de Piura, por lo tanto, se puede inferir el tipo del sustrato en las zonas de arrastre; las cuales se presentaron frente a Los Órganos y Lobitos (Experimento 1) y, solo frente a Los Órganos (Experimento 2) (Fig. 13). Frente a Los Órganos, predomina los sustratos de arena gruesa rodeados de arena fina con conchuela y también una zona de arena fina con fango y fango; mientras que frente a Lobitos, solo predomina los sustratos de arena fina con fango y fango.

**Tabla 9: Temperatura y profundidad registradas en la zona de arrastre durante el Experimento 1 y 2**

	<b>Parámetro</b>	<b>Red</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>N° de datos</b>	<b>Media</b>	<b>SD</b>	<b>p -valor</b>	
<b>Exp. 1</b>	Temperatura	RT	°C	11	19.82	3.16	0.994	n.s
		RM-I		11	19.83	3.08		
	Profundidad	RT	m	15	26.59	9.12	0.967	n.s
		RM-I		15	25.86	9.18		
<b>Exp.2</b>	Temperatura	RT	°C	19	22.75	1.55	0.351	n.s
		RM-I		19	22.30	1.36		
	Profundidad	RT	m	39	18.33	6.95	0.857	n.s
		RM-II		39	18.35	6.50		

n.s = no significativo, \*significativo (p <0.05), \*\*muy significativo (p <0.01)

RT: Red tradicional, RM – I: Red modificada I, RM-II: Red modificada II

## **4.2. Comparación de la composición de la captura**

### **4.2.1. Por grupo taxonómico**

La Fig.17 muestra la composición de la captura por unidad de área (CPUA; %) obtenido en el Experimento I con la RT y la RM-I. En la RT, el grupo taxonómico con mayor abundancia fueron los peces (29%), seguido por el langostino café (23%), macroalgas (21%), otros crustáceos (17%), moluscos (7%) y otros (3%), este último está constituido por equinodermos, celentéreos, etc. La CPUA del langostino café registrada con la RM-I, presentó los valores más altos (41%), seguido por los peces (29%), macroalgas (13%), otros crustáceos (9%), moluscos (5%) y otros (3%).

La Fig.18 muestra la CPUA (%) obtenida en el Experimento II con el uso de la RT y la RM-II. En la RT, se observa que el grupo taxonómico con mayor abundancia fue el de peces (47%), seguido por las algas (24%), langostino café (21%), otros crustáceos (4%), moluscos (3%) y otros (1%). La composición de la captura registrada en la RM-II, presenta a los peces como el grupo taxonómico con mayor abundancia (52%), seguido por el langostino café (28%), algas (12%), otros crustáceos (4%), moluscos (2%) y otros (2%).

## Experimento 1

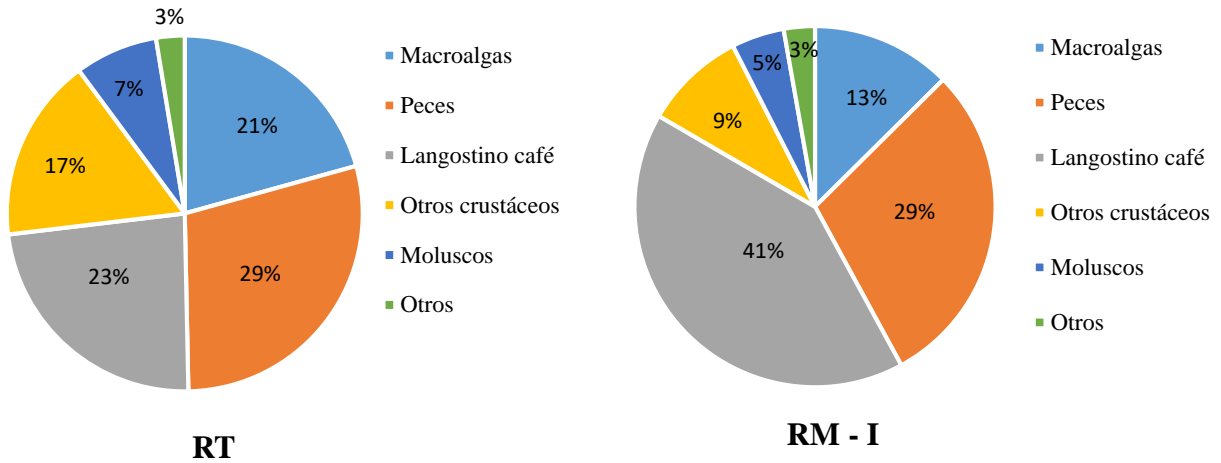


Fig. 17. Composición (%) de la pesquería del langostino café (*Penaeus californiensis*) y de los principales grupos taxonómicos en la captura, registrados en la red tradicional (RT) y la red modificada I (RM -I)

## Experimento 2

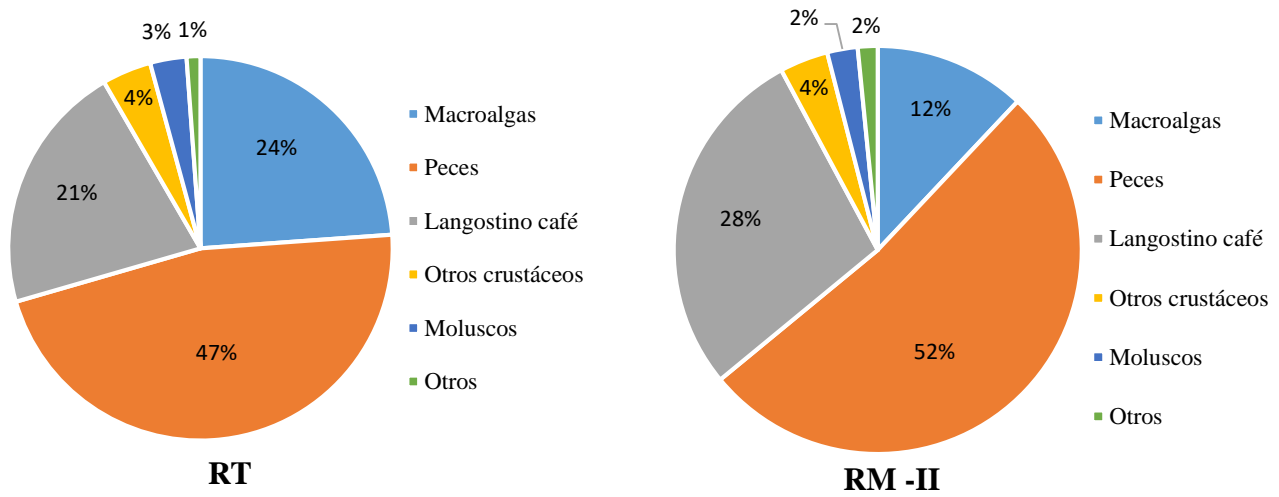


Fig. 18. Composición (%) de la pesquería del langostino café (*Penaeus californiensis*) y de los principales grupos taxonómicos en la captura, registrados en la red tradicional (RT) y la red modificada II (RM-II)



La Tabla 10 muestra la CPUA ( $\text{kg}/\text{km}^2$ ) registrada para cada grupo taxonómico en los dos experimentos usando la RT y la RM-I y RM-II. En ella se observa que para el Exp 1, la CPUA del grupo de peces obtenido con la red modificada I (RM-I) fue menor en un 30% en comparación con la red tradicional (RT), sin embargo, esta disminución no fue estadísticamente significativa ( $p=0.103$ ). La CPUA del grupo de crustáceos obtenida con la RM-I disminuyó en un 63% con respecto a la red RT ( $p < 0.01$ ). Del mismo modo, la CPUA de los grupos de macroalgas e invertebrados obtenidos con la RM-I fueron 58% ( $p=0.0416$ ) y 57% ( $p < 0.01$ ) menor que lo capturado con la RT.

En el segundo experimento, la CPUA del grupo de peces obtenida con la RM-II, fue menor en un 24% al CPUA obtenido con la RT, pese a ello, la reducción no fue significativa ( $p= 0.2349$ ). El grupo taxonómico con mayor reducción fueron las macroalgas con un 66% ( $p < 0.01$ ), seguido por los moluscos con 46% ( $p = 0.011$ ), los crustáceos presentaron una disminución del 37% ( $p= 0.013$ ) y los invertebrados presentaron una disminución del 36% ( $p < 0.01$ ).

Semejante resultado obtuvo Padilla (2012) en la pesquería de arrastre de camarones al sur de México, pues pese a que también redujo su captura de peces (47%) la disminución no fue significativa. Dicha investigación utilizó una red prototipo similar a la presente investigación, es decir, con doble relinga y dispositivo excluidor de “Ventana de Malla Falsa” (DEPV); la única diferencia radica en que este último aditamento fue colocado en la parte superior del antecopo. Los resultados presentados por Prado (2019) en la pesquería artesanal de camarones en la Isla de Limones (Esmeraldas – Ecuador) usando solo la doble relinga, muestran una reducción mínima en la captura de peces (7%), lo cual indica que el uso de la doble relinga reduce mayormente la captura de otros grupos taxonómicos como crustáceos, moluscos y macroalgas tal como se ha podido observar en la investigación (Tabla 10).

**Tabla 10: Comparación del CPUA (kg/km<sup>2</sup>) de los principales grupos taxonómicos de la fauna acompañante del *Penaeus californiensis* capturadas en los Experimentos 1 y 2**

	Parámetro	Red	N° de lances	Media	Mínimo	Máximo	SD	Variación	p-valor	
<b>Exp. 1</b>	Peces	RT	11	800.6	167.9	3009.1	853.3	-30%	0.103	n.s
		RM-I	11	560.1	138.9	1759.4	489.9			
	Crustáceos	RT	11	462.9	219.0	1270.9	322.2	-63%	0.000	**
		RM-I	11	173.0	84.5	251.0	61.1			
	Moluscos	RT	11	208.4	40.4	371.8	103.7	-57%	0.000	**
		RM-I	11	89.8	3.1	245.1	88.6			
	Invertebrados	RT	11	742.9	345.1	1351.2	298.1	-57%	0.001	**
		RM-I	11	315.8	98.5	600.6	161.8			
	Algas	RT	11	571.8	0.0	2134.4	686.9	-58%	0.042	*
		RM-I	11	238.8	0.0	956.2	353.7			
<b>Exp. 2</b>	Peces	RT	27	1627.8	59.4	26443.4	4984.1	-24%	0.235	n.s
		RM-II	27	1239.7	42.4	13594.8	2679.0			
	Crustáceos	RT	27	144.5	0.0	934.0	183.7	-37%	0.013	*
		RM-II	27	91.6	5.2	373.2	90.0			
	Moluscos	RT	27	106.9	0.0	289.9	89.1	-46%	0.011	*
		RM-II	27	57.6	9.2	229.8	52.8			
	Invertebrados	RT	27	291.9	16.4	1211.6	265.0	-36%	0.005	**
		RM-II	27	186.7	20.3	465.1	128.3			
	Algas	RT	27	832.7	0.0	4222.2	1057.1	-66%	0.000	**
		RM-II	27	286.6	3.2	1154.3	329.0			

n.s = no significativo, \* = significativo (p < 0.05), \*\* = altamente significativo (p < 0.01)

RT: red tradicional, RM-I: red modificada I, RM-II: red modificada II

La CPUA en la RM-I y RM-II (Fig. 19 y 20, respectivamente), mostraron una reducción significativa para la epifauna (invertebrados, moluscos, crustáceos y macroalgas) (Tabla 10), ello era de esperarse ya que los excluidores se ubicaron en la parte inferior de la red. La RM-I obtuvo una mayor disminución en la captura que en la RM-II para los grupos taxonómicos: moluscos, crustáceos e invertebrados. Sin embargo, para el grupo de macroalgas, la RM -II presentó una reducción mayor a la RM - I y altamente significativa ( $p < 0.01$ ).

Aun cuando no hay reducción significativa en la captura de los peces (CPUA,  $\text{kg}/\text{km}^2$ ) en ambos experimentos, se registró una mayor exclusión del *Prionotus stephanophrys* en un lance del Experimento 2, esta especie fue la más abundante en el lance mencionado. La captura de esta especie en la RT fue de  $25792.5 \text{ kg}/\text{km}^2$ , mientras que con el uso de la RM-II fue de  $12630.4 \text{ kg}/\text{km}^2$  (Fig. 20). Esto se atribuye principalmente a la ventana de malla cuadrada que presenta la RM-II (TM = 10 cm, área =  $1.45 \text{ m}^2$ ), lo cual demuestra una mayor selección en ciertas especies o en condiciones abundantes de alguna.

Los invertebrados (excluyendo al langostino café), presentaron una reducción del 57% y 36% con el uso de la RM -I y RM - II respectivamente ( $p < 0.01$ ). Similares resultados fueron obtenidos por Padilla (2012), quien reporta para invertebrados una reducción entre 36 % y 42% con el uso una doble relinga inferior (DRI). Medina (2012) obtuvo mejores resultados, logrando una reducción del 71% (DR “doble relinga inferior” + DET). En este sentido, la inclusión de una relinga adicional para la RM -I y RM -II influyó de manera significativa en la reducción de este grupo taxonómico.

# EXPERIMENTO 1

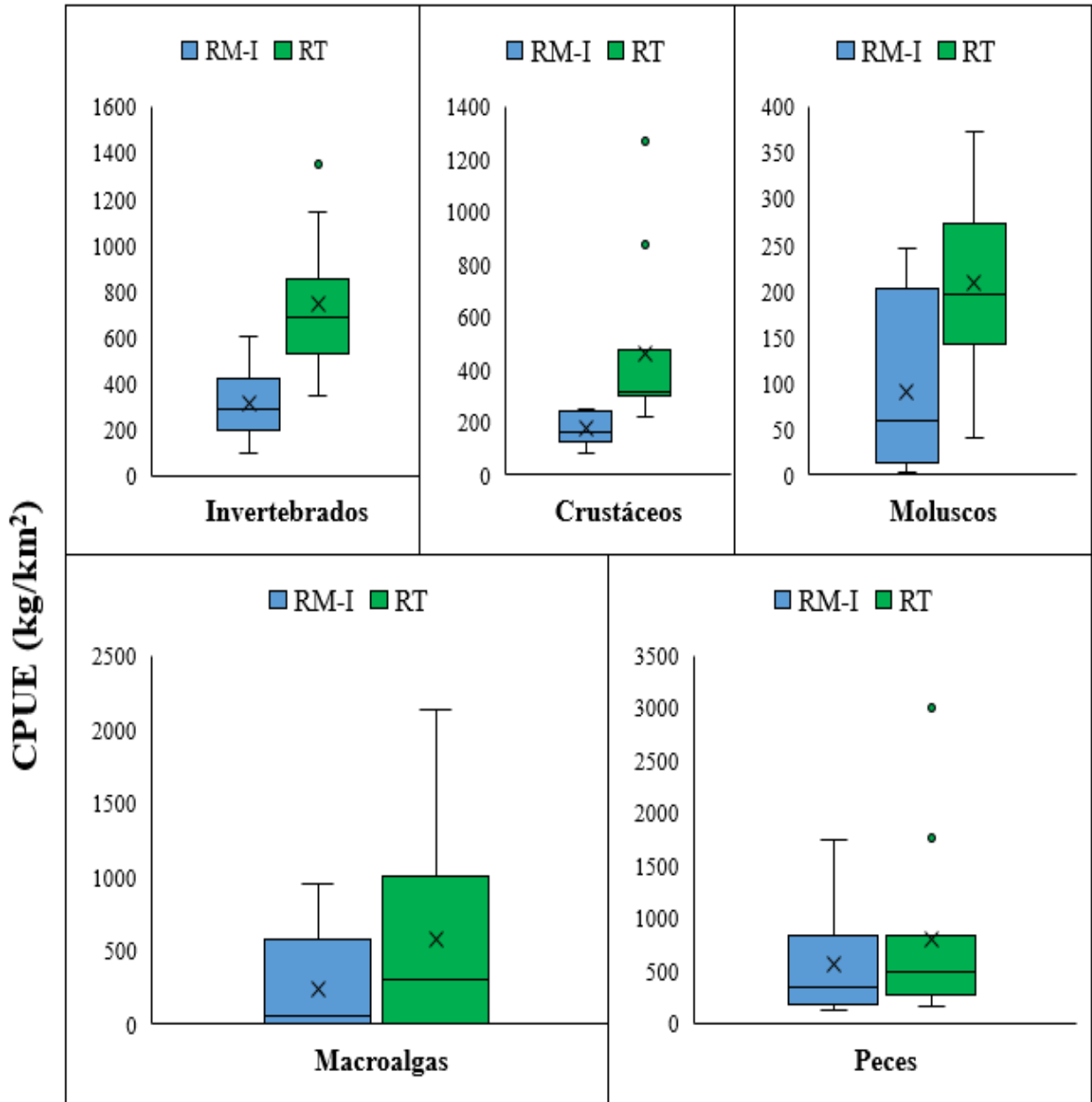


Fig. 19. CPUE (kg/km<sup>2</sup>) de la fauna acompañante de la pesca de arrastre del *Penaeus californiensis*, correspondiente al Experimento 1

## EXPERIMENTO 2

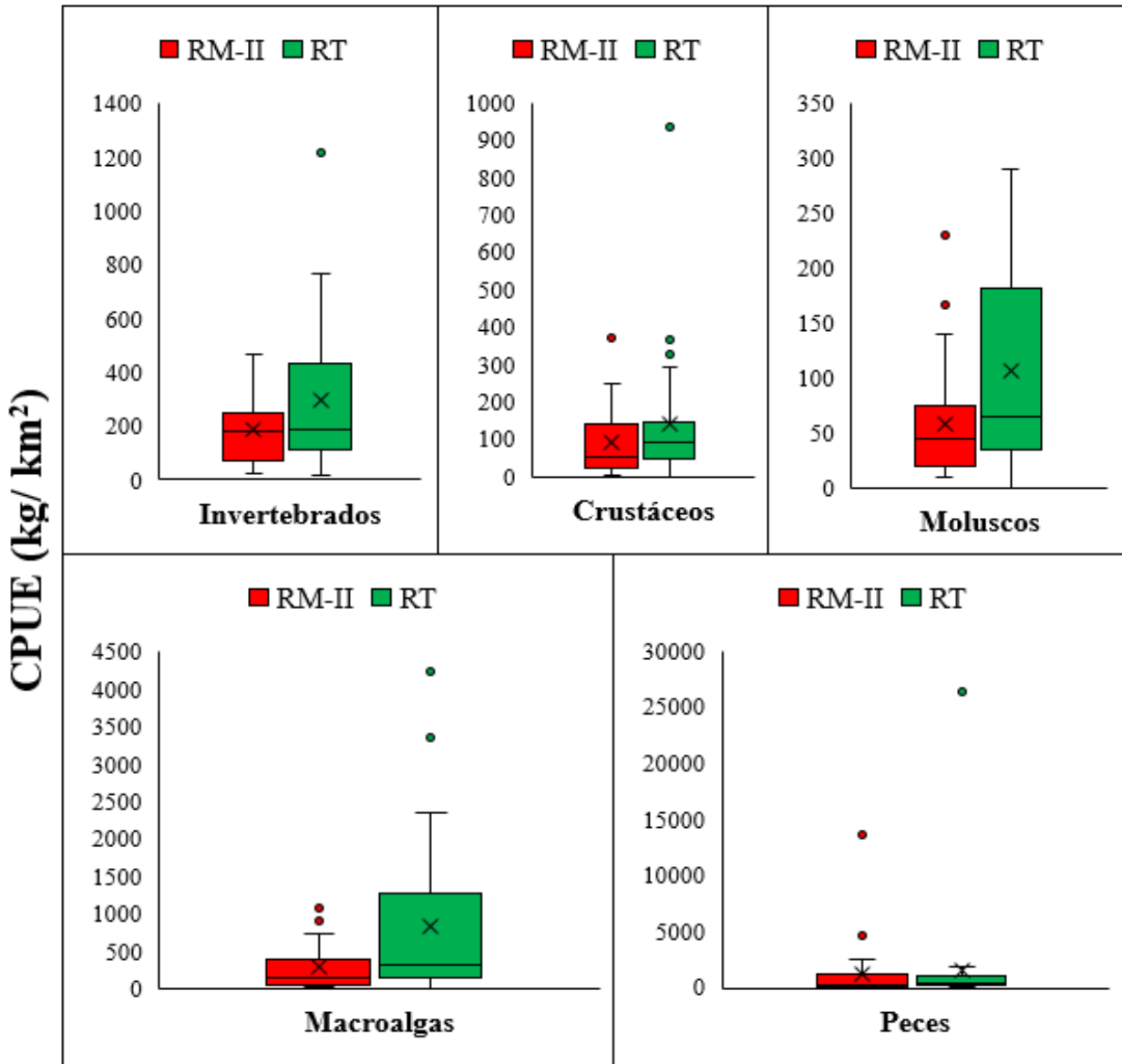


Fig. 20. CPUE (kg/km<sup>2</sup>) de la fauna acompañante de la pesca de arrastre del *Penaes californiensis*, correspondiente al Experimento 2

Las macroalgas fueron el grupo taxonómico con mayor exclusión (66%) especialmente en el Experimento 2 con el uso de la RM -II, ello estaría contribuyendo a la producción primaria, como alimento y hábitats (Liuzzi, 2010) y, por lo tanto, a la protección de la biodiversidad marina de la comunidad bentónica. En este contexto, la reducción de la captura de la especie *Caulerpa filiformis* (macroalga más abundante registrada en las capturas) estaría favoreciendo como refugio al *Hippocampus ingens* “caballito de mar” (IMARPE, 2007), especie amenazada incluida en los apéndices I y II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES). Sin embargo, cabe mencionar la posibilidad que las macroalgas hayan sido removidas y posteriormente excluidas por la ventana de malla cuadrada (TM= 10 cm) y, por tanto, no se observe una reducción real de su captura.

Las modificaciones realizadas en la red no estuvieron dirigidas a la exclusión de especies de mamíferos o reptiles, por lo que no pudo evitarse la captura de algunas especies (Anexo 7). En todos los lances realizados en ambos experimentos, se capturó 1 tortuga marina con el uso de la RM-II la cual fue identificada como *Lepidochelys olivacea* “tortuga golfina”, catalogada como vulnerable (VU) según lo reportado en las Categorías y Criterios de La Lista Roja de UICN. En este sentido, resulta de gran importancia para futuros estudios en esta pesquería, utilizar el TED (Dispositivo excluidor de tortugas, por sus siglas en inglés), el cual es una rejilla que separa organismos de mayor talla como tortugas marinas, tiburones, rayas, medusas, algunos peces grandes u objetos que ingresan en la red, provocando su salida por una abertura construida en la red en la base de la rejilla (Alió et al., 2009a; Earys, 2007).

#### **4.2.2. Por número de especies**

La Tabla 11 muestra el número de especies por grupo taxonómico obtenida en la red tradicional y modificada. En el Experimento 1 usando la RM-I, solo el grupo de moluscos presentó una reducción altamente significativa ( $p < 0.01$ ) en relación a la RT. El número total de especies, peces y crustáceos, por el contrario, no presentaron una reducción significativa usando la RM-I.

En el Experimento 2 con el uso de la RM-II, el número total de especies, peces, crustáceos y moluscos presentaron una reducción altamente significativa ( $p < 0.01$ ) en relación a la RT; lo que demuestra una mayor efectividad de exclusión con el uso de esta red, aun cuando en las capturas de los peces ( $\text{kg}/\text{km}^2$ ) no se obtuvieron exclusiones significativas en ninguna de las redes modificadas (Tabla 10). Otra situación particular se presentó con los Crustáceos, pues con la RM – I se obtuvieron mayores porcentajes de disminución de la CPUA en comparación con la RM - II (Tabla 10), sin embargo, solo este último (RM – II) presenta reducción significativa en el número de especies de dicho grupo taxonómico.

**Tabla 11: Comparación del número de especies de la fauna acompañante del *Penaeus californiensis* clasificado por grupo taxonómico en los Experimentos 1 y 2**

	<b>Grupo Taxonómico</b>	<b>Red</b>	<b>N° de lances</b>	<b>Media</b>	<b>SD</b>	<b>p-valor</b>	
<b>Exp. 1</b>	TOTAL	RT	11	35.36	4.97	0.094	n.s
		RM-I	11	32.91	4.01		
	Peces	RT	11	13.8	2.8	0.953	n.s
		RM-I	11	15.4	3		
	Crustáceos	RT	11	8.9	1.4	0.372	n.s
		RM-I	11	8.6	2.6		
Moluscos	RT	11	6.9	2.4	0.001	**	
	RM-I	11	3.5	1.7			
<b>Exp. 2</b>	TOTAL	RT	27	32.11	9.03	0.000	**
		RM-II	27	25.74	4.43		
	Peces	RT	27	15.9	5.4	0.004	**
		RM-II	27	13.6	3		
	Crustáceos	RT	27	7	2.9	0.004	**
		RM-II	27	5.5	1.8		
	Moluscos	RT	27	3.7	2.3	0.003	**
		RM-II	27	2.2	0.8		

n.s = no significativo, \* = significativo ( $p < 0.05$ ), \*\* = altamente significativo ( $p < 0.01$ )

RT: red tradicional, RM-I: red modificada I, RM-II: red modificada II



### 4.2.3. Según su destino

La Fig.21 muestra la composición de la captura por unidad de área (CPUA; %) de acuerdo a su destino, obtenido en el Experimento 1 con la RT y la RM-I. En la RT, la captura objetivo presenta un 23%, otras especies comerciales 19% y descartes 58%. En la RM-I, la captura objetivo presentó el 41%, las otras especies comerciales 22% y los descartes un 37%.

La Fig.22 muestra la CPUA (%) obtenida en el Experimento II con el uso de la RT y la RM-II. En la RT, se observa que la captura objetivo presentó un 21%, las otras especies comerciales un 15% y los descartes 64%. La captura registrada en la RM-II, presentó a la captura objetivo con el 28%, otras especies comerciales 25% y los descartes en un 47%.

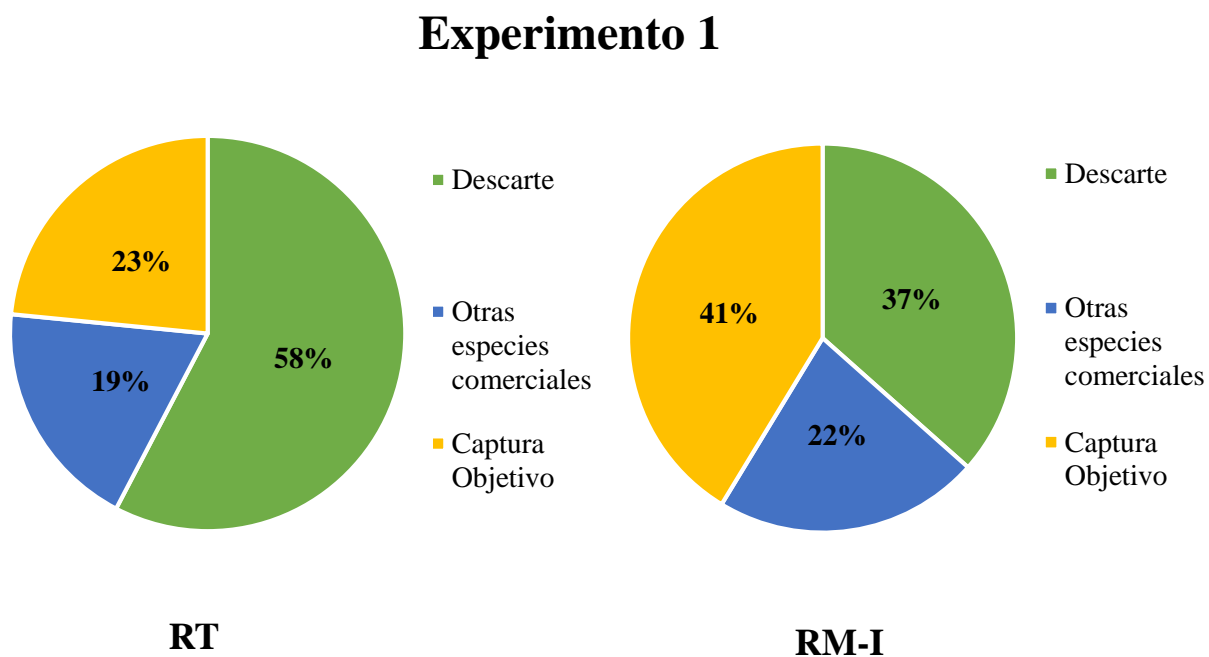


Fig. 21. Composición de la captura de acuerdo a su destino durante el Experimento 1.

## Experimento 2

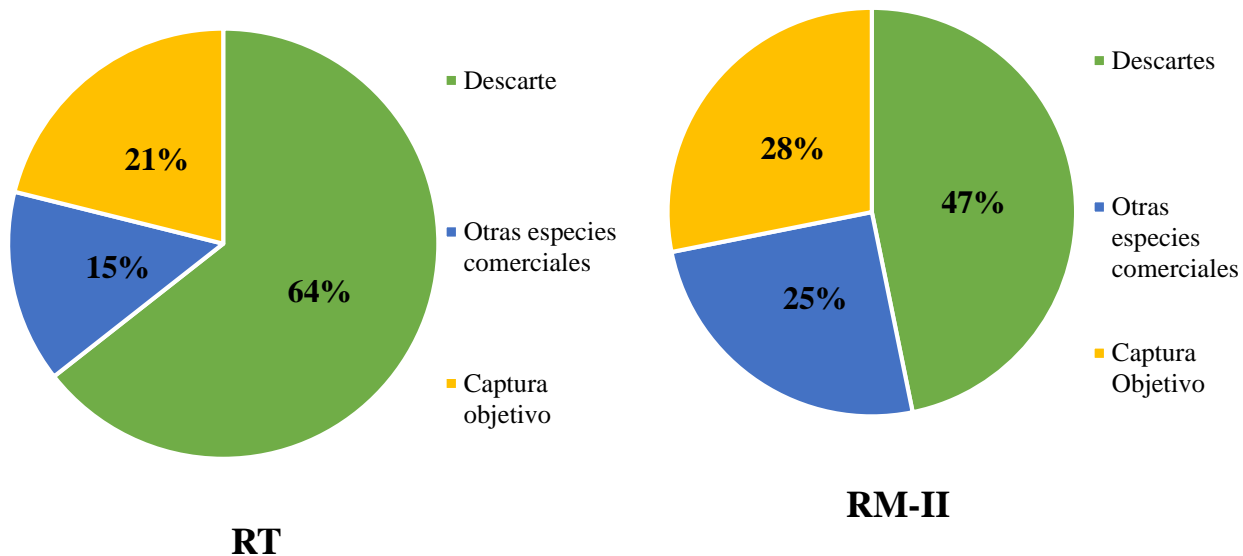


Fig. 22. Composición de la captura de acuerdo a su destino durante el Experimento 2.

Cabe mencionar que los porcentajes de descartes registrado en la captura de la red tradicional en ambos experimentos, difieren a lo presentado por Inga et al. (2010) en Máncora, en donde se reportó que el 33% de la captura fue descartada. Por otro lado, Ordinola et al. (2003) reportó en la Caleta la Cruz, niveles muy altos de descarte (95 % del total de la captura). Esta variación de los descartes no solo se debe a la zona de pesca, sino también al mercado y al gremio que pertenecen los pescadores, ya que en el primer estudio (Máncora) se consideró al “bereche” *Larimus pacificus* como parte de la pesca comercial mientras que en la Caleta la Cruz se descartó al carajito *Diplectrum conceptione*, pese a los grandes volúmenes capturados.

a. Especie objetivo (*Penaeus californiensis*)

Captura por unidad de área (CPUA, kg/km<sup>2</sup>)

La Tabla 12 muestra la CPUA en peso (kg/km<sup>2</sup>) de la especie objetivo (*Penaeus californiensis*) obtenida con la RT y las redes modificadas. En el Experimento 1, la captura registrada con el uso de la RM- I no presentó diferencias significativas (p=0.5777) con respecto a la RT. Similar resultado se obtuvo en el Experimento 2, ya que el *Penaeus californiensis* obtenida en la RM - II tampoco presentó diferencias significativas con respecto a la RT (p = 0.126). Es decir, ninguna de las modificaciones realizadas en la red (RM- I y RM- II) perjudicó o benefició significativamente a la captura del langostino.

**Tabla 12: Comparación de la captura objetivo (CPUA, kg/km<sup>2</sup>) obtenida con la Red Tradicional y Red Modificada I y II**

	Parámetro	Red	N° lances	Media	Mínimo	Máximo	SD	Variación	p-valor	
<b>Exp. 1</b>	<i>Penaeus californiensis</i>	RT	11	647.5	136.5	1596.1	504.4	21%	0.577	n.s
		RM-I	11	784.5	183.4	1907.4	712.3			
<b>Exp. 2</b>	<i>Penaeus californiensis</i>	RT	27	736.7	78.8	1500.1	355.5	-9%	0.126	n.s
		RM-II	27	670.5	190.4	1550.7	337.7			

n.s = no significativo, \* = significativo (p < 0.05), \*\* = altamente significativo (p < 0.01)

RT: red tradicional. RM-I: red modificada I. RM-II: red modificada II

La razón por la que la captura de langostino café no fue perjudicada significativamente pese a que las redes modificadas presentan sus excluidores en la zona inferior de la red (una relinga adicional que separa en 22 cm de la otra relinga y la presencia de una ventana malla cuadrada ) se debe, a que el camarón responde al contacto de la cadena de lastre con rápidos golpes de cola hacia atrás y al repetirse varias veces esta acción, el camarón puede lograr elevarse algunos metros y al ingresar a la red es difícil que logre escapar pues es sobrepasado rápidamente por la red (Alió et al, 2009b; Earys 2007).

### Frecuencia de tallas

La Tabla 13 muestra la comparación de tallas (media y frecuencia) de la captura objetivo. Para el Experimento 1, se observa que la talla promedio del *Penaeus californiensis* es significativamente mayor ( $p = 0.015$ ) con el uso de la RM -I y también se presenta diferencias significativas en su frecuencia de tallas ( $p = 0.023$ ). Similar resultado se presenta en el Experimento 2, la talla registrada en la RM-II fue significativamente mayor a lo registrado en la RT ( $p < 0.01$ ), además de presentar diferencias significativas en la comparación de frecuencias ( $p < 0.01$ ).

**Tabla 13: Comparación de tallas de la captura objetivo *Penaeus californiensis* capturadas durante el Experimento 1 y 2.**

	Especie	Red	N° de individuos	Talla promedio (mm)	SD	Comparación de medias		Comparación de frecuencias	
<b>Exp. 1</b>	<i>Penaeus californiensis</i>	RT	374	28.6	3.2	0.015	*	0.023	*
		RM-I	377	29.1	3				
<b>Exp. 2</b>	<i>Penaeus californiensis</i>	RT	669	28	2.4	0	**	0.008	**
		RM-II	875	28.7	2.5				

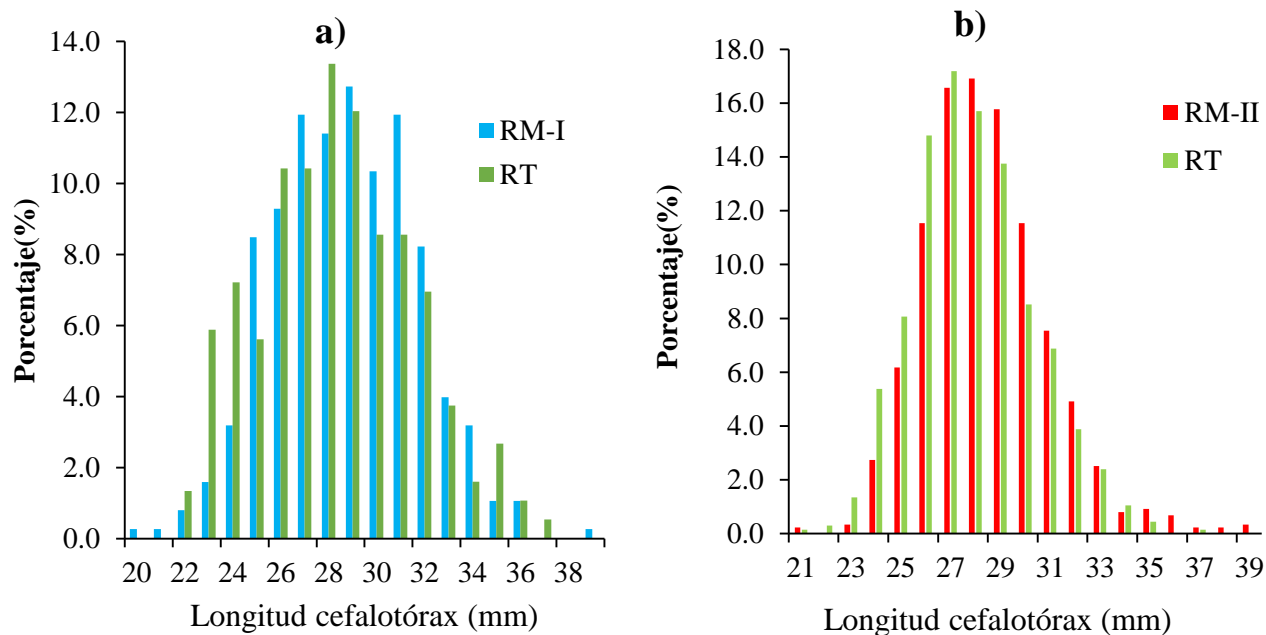
n.s = no significativo, \* = significativo ( $p < 0.05$ ), \*\* = altamente significativo ( $p < 0.01$ )

RT: red tradicional, RM-I: red modificada I, RM-II: red modificada II

En la Fig 23a, se observa un mayor porcentaje de individuos del *Penaeus californiensis* por encima de los 29.5 mm en la RM-I en comparación a la RT, mientras que en la RM-II se visualiza un mayor porcentaje de individuos del *Penaeus californiensis* por encima de los 27.5 mm (Fig. 23b) en comparación con la red tradicional.

Estos resultados pueden estar relacionados al mayor tamaño de malla del antecopo (36 mm) de las redes modificadas en comparación a la red tradicional (31.7 mm) y también por los excluidores utilizados, como la doble relinga inferior y la ventana de malla cuadrada. Esta última habría tenido una mayor influencia para la RM-II, dado que los resultados mostraron diferencias

altamente significativas ( $p < 0.01$ ). Cabe mencionar que los camarones de mayor tamaño suelen tener un valor comercial más alto y aumenta la probabilidad que los individuos capturados, se reproduzcan al menos una vez (Padilla, 2012; Al – Baz y Chen, 2014).



**Fig. 23. Frecuencia de tallas del *Penaeus californiensis* en el Experimento 1 (a) y el Experimento 2 (b).**

b. Captura Incidental y Descartes

La Tabla 14 muestra la CPUA en peso (kg/km<sup>2</sup>) de la captura incidental y descartes obtenida con el uso de la RT y las redes modificadas. Para el Experimento 1, la captura incidental y los descartes con el uso RM-I fueron significativamente menor a lo reportado en la RT, en un 47% ( $p < 0.01$ ) y en un 56% ( $p < 0.01$ ), respectivamente.

En el Experimento 2, se observa que con el uso de la RM-II se redujo en un 38% la captura incidental ( $p < 0.01$ ) y en un 50% los descartes ( $p < 0.01$ ) con respecto a la RT.

**Tabla 14: Comparación de la captura incidental y descartes (CPUA, kg/km<sup>2</sup>) obtenida con la Red Tradicional y Red Modificada I y II.**

	Parámetro	Red	Nº lances	Media	Mínimo	Máximo	SD	Variación	p-valor	
<b>Exp 1.</b>	Incidental	RT	11	2115.3	910.5	4526.2	1334.7			
		RM-I	11	1114.7	289.8	2005.4	534.2	-47%	0.007	**
	Descartes	RT	11	1593.3	754.2	3390.9	982.1			
		RM-I	11	694.4	249.5	1597.5	396	-56%	0.005	**
<b>Exp 2.</b>	Incidental	RT	27	2752.4	238	26625.4	4896.9			
		RM-II	27	1713.1	186	13826.7	2630.4	-38%	0.001	**
	Descartes	RT	27	2247.4	198.2	25792.5	4831			
		RM-II	27	1115.4	124.3	13633.9	2531	-50%	0.000	**

n.s = no significativo, \* = significativo ( $p < 0.05$ ), \*\* = altamente significativo ( $p < 0.01$ )

RT: red tradicional, RM-I: red modificada I, RM-II: red modificada II

El uso de la doble relinga inferior permitió reducir las capturas de invertebrados (Tabla 10) y por ende, de la captura incidental y descartes. Sin embargo, una instalación incorrecta de este excluidor podría disminuir su eficiencia de exclusión, tal como lo reporta Alió (2009a), debido a que los extremos de ambas relingas inferiores fueron amarrados en el mismo lugar, lo que no le permitió distanciarlas correctamente al momento del arrastre.

La baja selectividad de especies obtenida con la red tradicional se debe a que solo se utiliza un tamaño de malla en la red (1 1/4”), a excepción del copo (1”) (Tabla 7); mientras que las redes modificadas (RM - I y RM – II) presentan un mayor tamaño de malla en la zona del cielo, cuerpo, y antecopo (Tabla 7), característica que influyó para obtener especies de mayor tamaño, pues según lo mencionado por Villaseñor – Talavera (2012), el uso de mallas más grandes en la parte delantera de la red logra que juveniles de peces y otros organismos escapen. Villaseñor-Talavera (2012) también hace mención que una red a base poliamida con hilos torcidos (como es el caso de la red tradicional) son más pesadas y presentar mayor resistencia al avance. Por ello, la implementación del polietileno en la RM-I y RM-II, el cual es un material más liviano significaría una reducción de peso en la superficie de arrastre y, por tanto, menor impacto al fondo marino. Aun cuando no es tema de este estudio, el uso del polietileno disminuye la resistencia de avance, origina un ahorro de combustible y menor desgaste de la máquina de la embarcación (INAPESCA, 2010; Villaseñor – Talavera, 2012). INVEMAR (2021) en el marco del proyecto REBYC-II LAC en Colombia, se diseñó una red prototipo para la pesca industrial usando polietileno y se reportó un ahorro de 24% de combustible y por ende una reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Otra medida para la reducción de captura incidental de especies, particularmente de peces pequeños, es cerrar la pesquería de camarón en áreas particulares o momentos particulares (o una combinación de ambas) (Foster & Arreguin-Sánchez, 2013). Un ejemplo de ello se realizó en el marco del proyecto REBYC -II LAC en Colombia, ya que se pudieron establecer vedas con el objetivo de reducir el esfuerzo o intensidad de pesca en el espacio (reducción del área de pesca) y tiempo (temporalidad) (INVEMAR, 2021). Si a ello se adiciona el uso de excluidores y/ o modificaciones a la red con la finalidad disminuir la captura incidental y descartes como en la presente investigación, se podría lograr una pesca sostenible del recurso camarón y lograr

cumplir con los objetivos establecidos por el Código de Conducta para la pesca responsable de la FAO.

Finalmente, diferentes autores (Martin, 1992; Pikitch, 1992, García-Rodríguez, 1995; Bojórquez, 1998; Rábago-Quiroz et al. 2008) e inclusive la FAO han manifestado el aprovechamiento de los descartes como fuente de alimento debido a su alto contenido nutricional. Un claro ejemplo de ello se realizó en México, con el desarrollo de tecnologías para obtener productos comerciales provenientes de la pesca acompañante del camarón (p Ej: chorizo, hamburguesas, paté) (INVEMAR, 2021). Lo mencionado puede ser replicado en el Perú, ya que también se presentó una gran captura de peces y con una gran variedad de especies.

c. Otras especies comerciales

Captura por unidad de área (CPUA, kg/km<sup>2</sup>)

La Tabla 15 muestra las capturas promedio de las 2 principales especies retenidas por el pescador debido a su abundancia y valor comercial (*Diplectrum conceptione* “carajito” y *Etropus ectenes* “lenguado boca chica”) registradas con la RT y las redes modificadas (RM-I y RM-II). En ella se puede apreciar que, la captura obtenida con la RT y RM-I no presentaron diferencias significativas ( $p = 0.3561$  y  $p = 0.8311$  para el carajito y el lenguado boca chica, respectivamente). Del mismo modo en el experimento 2, la captura promedio obtenida con la RM-II fue mayor en comparación a la RT, sin embargo, la diferencia no fue significativa ( $p = 0.2514$  y  $p = 0.5379$  para el carajito y el lenguado, respectivamente). Esto era de esperar ya que este grupo de especies comerciales son peces y concuerdan con los resultados obtenidos para tal grupo taxonómico en capítulos anteriores. No obstante, aun cuando uno de los propósitos de utilizar la doble relinga inferior es la disminución organismos que se encuentran en el sustrato marino como los peces planos (*Etropus ectenes*), no se presentó dicha exclusión como lo reportado en otras investigaciones (Padilla, 2012; INAPESCA, 2010).



Como se mencionó anteriormente, no se logró una reducción significativa de los peces, por ello, se propone el uso del Fisheye, el cual es uno de los dispositivos excluidores más evaluados y recomendados para dicho fin (Sarmiento- Nafate et al., 2006; Balmori – Ramirez, et al., 2003). También, el uso de un BRD colocado estratégicamente cerca de la zona de turbulencia generada por la red o la captura, aumenta la probabilidad de escape de los peces en la red de arrastre (Earys, 2007). Sin embargo, se tendría que evaluar si en términos económicos es conveniente para el pescador artesanal ya que el *Diplectrum conceptione* “carajito” y el *Etropus ectenes* “lenguado boca chica” son especies importantes en términos de valor y peso en la pesquería del langostino, después del *Penaeus californiensis* “langostino café” (Mendo et al. 2020; Salazar et al. 2015)

**Tabla 15: CPUE (kg/km<sup>2</sup>) de las principales especies comerciales capturadas en los Experimento 1 y 2.**

	Parámetro	Red	N° de lances	Media	Mínimo	Máximo	SD	Variación	p-valor
<b>Exp. 1</b>	<i>Diplectrum conceptione</i>	RT	11	163.3	0.0	831.7	255.2	-30%	0.365 n.s
		RM-I	11	114.2	2.3	597.5	178.2		
	<i>Etropus ectenes</i>	RT	11	109.9	0.0	529.1	180.5	57%	0.831 n.s
		RM-I	11	172.3	0.0	778.2	288.8		
<b>Exp. 2</b>	<i>Diplectrum conceptione</i>	RT	27	69.2	0.0	463.0	142.1	55%	0.251 n.s
		RM-II	27	107.1	0.0	725.3	209.6		
	<i>Etropus ectenes</i>	RT	27	259.8	0.0	1523.3	383.6	41%	0.538 n.s
		RM-II	27	365.1	0.0	3898.5	841.4		

n.s = no significativo, \* = significativo (p < 0.05), \*\* = altamente significativo (p < 0.01)

RT: red tradicional, RM-I: red modificada I, RM-II: red modificada II

### Frecuencia de tallas

La Tabla 16 muestra la comparación de tallas (media y frecuencia) del *Etropus ectenes* y *Diplectrum conceptione* en el Experimento 1 y 2. Los resultados muestran que para el Experimento 1, la talla promedio del *Etropus ectenes* no presentó aumento significativo con el uso de la RM-I con respecto a la RT, por el contrario, se obtuvieron tallas menores, sin embargo, tampoco se obtuvo diferencias significativas con respecto a la frecuencia de tallas, lo cual indica que no hubo una influencia significativa en las tallas de los individuos del *Etropus ectenes* utilizando la RM-I. Similar situación se presentó con el *Diplectrum conceptione*, pues pese a que se obtuvo una mayor talla promedio con el uso de la RM-II, no se presentó diferencias significativas en la distribución de las frecuencias de tallas, por lo que también se descarta que el uso de la RM-I haya influenciado en las tallas de los individuos capturados para esta especie. Por otro lado, en el Experimento 2, las especies comerciales capturadas en la RM -II, presentaron un promedio de tallas significativamente mayor que lo capturado en la red tradicional ( $p < 0.01$ ), además de diferencias muy significativas en la distribución de la frecuencia de tallas ( $p < 0.01$ ) (Fig. 24b y 25b). Ello se debe probablemente al uso de la ventana de malla cuadrada, dado que es la única diferencia entre la RM-I y RM-II y se atribuye a esta, los resultados con alto nivel de significancia en la RM-II y, por consiguiente, a la liberación de individuos pequeños del *Diplectrum conceptione* y *Etropus ectenes*.

**Tabla 16: Talla promedio de las principales especies comerciales capturadas en el Experimento 1 y 2**

	Especie	Red	N° de individuos	Talla promedio (cm)	SD	Comparación de medias		Comparación de frecuencias	
<b>Exp 1.</b>	<i>Etropus ectenes</i>	RT	248	18.8	1.3	0.951	n.s	0.3	n.s
		RM-I	178	18.6	1.1				
	<i>Diplectrum conceptione</i>	RT	273	15	1.2	0.074	n.s	0.033	*
		RM-I	340	15.2	1.4				
<b>Exp 2.</b>	<i>Etropus ectenes</i>	RT	369	17.8	1.2	0.002	**	0.004	**
		RM-II	429	18.1	1.4				
	<i>Diplectrum conceptione</i>	RT	379	15.9	1	0.000	**	0.001	**
		RM-II	344	16.2	1				

n.s = no significativo, \* = significativo ( $p < 0.05$ ), \*\* = altamente significativo ( $p < 0.01$ )

RT: red tradicional, RM-I: red modificada I, RM-II: red modificada II

Pese a que no se evaluó las tallas de las diferentes especies capturadas en ambos experimentos, las tallas registradas del *Etropus ectenes* y *Diplectrum conceptione* muestran una mayor selectividad con el uso de la RM-II. Foster y Vicent (2010) menciona que, en la pesca de arrastre del camarón en el Golfo de California se utiliza un tamaño de malla de 4.5 a 5 cm y la talla promedio del *Diplectrum spp* capturado fue de 14.064 cm, la mayoría de ellos fueron capturados después de la talla de madurez y también demostraron un período prolongado de reproducción. La talla promedio del *Diplectrum conceptione* registrada en la presente investigación, es mayor en los 2 Experimentos realizados con respecto a lo antes mencionado y se destaca la talla promedio registrado en la RM – II (16.2 cm), esto parecería sugerir un efecto potencial menor por parte de la pesca. Sin embargo, Vera et al. (2010) estimó en 16.3 cm la talla de primera madurez del *Diplectrum conceptione* en la zona de Tumbes y propuso una talla mínima de captura de 17 cm, por lo que pese a que se obtuvo una mayor talla promedio en la captura del *Diplectrum conceptione* en el Experimento 2 con el uso de la RM-II, aún faltaría mejorar la selectividad en la red para esta especie. Para la otra especie comercial *Etropus ectenes*, no se ha registrado información acerca de las tallas de primera madurez o talla mínima de captura.

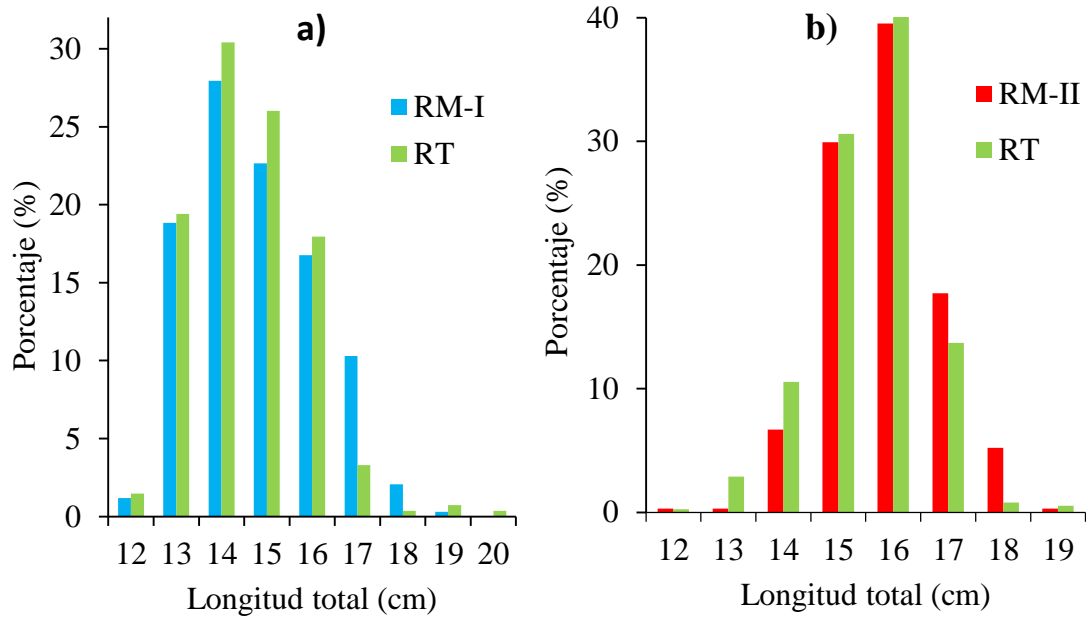


Fig. 24. Frecuencia de tallas del *Diplectrum conceptione* en el Experimento 1 (a) y el Experimento 2 (b).

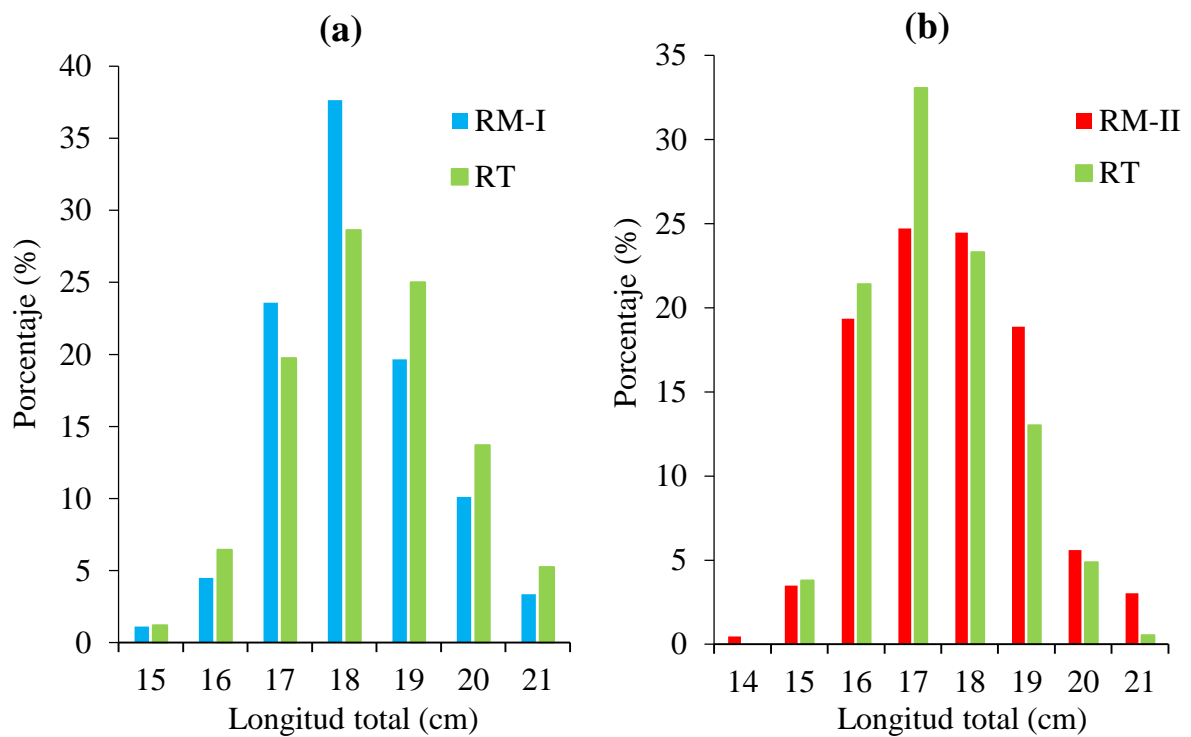


Fig. 25. Frecuencia de tallas del *Etropus ectenes* en el Experimento 1 (a) y el Experimento 2 (b).

Finalmente, según los resultados presentados en la investigación, ambas redes evaluadas (RM-I y RM-II) disminuyeron la captura incidental sin perjudicar a la captura objetivo y otras especies comerciales (captura y talla). Sin embargo, la RM-II fue más efectiva que la RM – I, pues pese a que la RM-I disminuyó más en la captura para algunos grupos taxonómicos, captura incidental y descartes (CPUA, %); la RM- II capturó un menor número de especies en todos los grupos taxonómicos evaluados ( $p < 0.01$ ) y presentó mayores tallas en las principales especies comerciales en relación a la red tradicional.

## V. CONCLUSIONES

- La captura de los crustáceos, moluscos, invertebrados y macroalgas obtenida con la RM-I y RM-II fue significativamente menor (en un 63%, 57%, 57% y 58%, respectivamente con el uso de la RM-I y en un 37%, 46%, 36% y 66%, respectivamente con el uso de la RM -II en comparación con la RT), contrariamente a la de los peces los cuales no mostraron reducciones significativas.
- La captura incidental y los descartes registrados con el uso de la RM-I y la RM-II, fueron significativamente menores en comparación con la RT (47 y 56%; 38 y 50%, respectivamente).
- La captura de la especie objetivo (*Penaeus californiensis*), no presentó diferencias significativas con el uso de la RM-I y RM-II. La talla promedio de la captura del *Penaeus californiensis* fue significativamente mayor con el uso de la RM -I y RM -II en comparación con la RT.
- La captura otras especies comerciales como *Etropus ectenes* y *Diplectrum conceptione*, obtenida con la RM -I y RM-II no presentaron diferencias significativas con respecto a la RT. La talla promedio de la captura del *Etropus ectenes* y *Diplectrum conceptione* solo fue significativamente mayor con el uso de la RM – II en comparación con la RT.

## VI. RECOMENDACIONES

- Convocar el diálogo entre las instituciones pertinentes y los pescadores, para promover investigaciones con el uso de las redes de arrastre modificadas (RM-I y RM-II) e impulsar propuestas de mejora, con el objetivo de disminuir el impacto al ecosistema marino y evitar conflictos sociales con otras pesquerías.
- Promover los experimentos realizados en la presente investigación en otras zonas de pesca del *Penaeus californiensis* “langostino café”.
- Evaluar el uso de otros excluidores como el “Ojo de Pescado” para reducir significativamente la captura de peces, debido a la gran captura registrada de este grupo taxonómico.
- Investigar y proponer el uso de los dispositivos excluidores de tortugas (TEDs, por sus siglas en inglés).

## VII. BIBLIOGRAFÍA

AL-BAZ, A., & CHEN, W. (2014). An assessment of bycatch reduction devices in Kuwait's shrimp trawl fishery. *Applied Ichthyology*, 31 (1), 16-26. doi: <https://doi.org/10.1111/jai.12653>

ALIÓ, J.J., MARCANO, L.A., VIZCAÍNO, G & TRUJILLO, E. (2009a). Técnicas Para la Reducción de Capturas Incidentales en las Pesquerías de Camarón en el Oriente de Venezuela. Recuperado de: [https://www.academia.edu/2242808/T%C3%A9cnicas\\_Para\\_la\\_Reducci%C3%B3n\\_de\\_Capturas\\_Incidentales\\_en\\_las\\_Pesquer%C3%ADas\\_de\\_Camar%C3%B3n\\_en\\_el\\_Oriente\\_de\\_Venezuela](https://www.academia.edu/2242808/T%C3%A9cnicas_Para_la_Reducci%C3%B3n_de_Capturas_Incidentales_en_las_Pesquer%C3%ADas_de_Camar%C3%B3n_en_el_Oriente_de_Venezuela).

ALIÓ, J.J., MARCANO, L., ALTUVE, D., ANDRADE, G., VILLASMIL, L., ALVAREZ, R., GONZÁLEZ, L., SAYEGH, J., TRUJILLO, E., POMARES, O., DÍAZ, A., TORRENS, C.E., VIZCAÍNO, G., FIGUEROA, M., BOADA, J. & MARVAL, A. (2009b). El uso de dispositivos para reducir las capturas incidentales en las pesquerías de camarones de Venezuela y el código FAO de conducta para la pesca responsable. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/256485336\\_El\\_uso\\_de\\_dispositivos\\_para\\_reducir\\_las\\_capturas\\_incidentales\\_en\\_las\\_pesquerias\\_de\\_camarones\\_de\\_Venezuela\\_y\\_el\\_codigo\\_FAO\\_de\\_conducta\\_para\\_la\\_pesca\\_responsable](https://www.researchgate.net/publication/256485336_El_uso_de_dispositivos_para_reducir_las_capturas_incidentales_en_las_pesquerias_de_camarones_de_Venezuela_y_el_codigo_FAO_de_conducta_para_la_pesca_responsable)



ÁLAMO V., & V. VALDIVIESO. (1997). Lista Sistemática de Moluscos Marinos del Perú (segunda edición revisada y actualizada, Instituto del mar del Perú. Callao – Perú. 183 pp.

ALVERSON, D. L., FREEBERG, M.H., POPE, J.H., MURAWSKI (1994). A global assessment of fisheries bycatch and discards. FAO fisheries Technical Paper. No. 339

ASEARBAPESCA. (2009). Capacidad y Sobre capacidad de la Pesquería en el Ecuador – Flota Camaronera de Arrastre. Reporte Técnico. 16 p

BÁEZ, J.C & SILVA, L. (2013). Interacción de la pesca de arrastre con la captura incidental de tortugas marinas en el caladero del golfo de Cádiz. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/269105432\\_Interaccion\\_de\\_la\\_pesca\\_de\\_arrastre\\_con\\_la\\_captura\\_incidental\\_de\\_tortugas\\_marinas\\_en\\_el\\_caladero\\_del\\_Golfo\\_de\\_Cadiz/stats](https://www.researchgate.net/publication/269105432_Interaccion_de_la_pesca_de_arrastre_con_la_captura_incidental_de_tortugas_marinas_en_el_caladero_del_Golfo_de_Cadiz/stats)

BALMORI-RAMÍREZ, A., GARCÍA-CAUDILLO., J. M., AGUILAR-RAMÍREZ, D., TORRES-JIMÉNEZ, J. R. & MIRANDA-MIER, E. (2003). Evaluación de dispositivos excluidores de peces en redes de arrastre camaroneras en el Golfo de California, México. Dictamen Técnico. Instituto Nacional de la Pesca. 21 p.

BOJÓRQUEZ, L. F. (1998). Bycatch utilization in Mexico. In Report and Proceedings on the FAO/DFID Expert Consultation on Bycatch Utilization in Tropical Fisheries. (p. 21 -28). Rome, FAO.

BROADHURST, M.K., KENNELLY, S.J. & GRAY, C.A. (2002). Optimal positioning and design of behavioral – type bycatch reduction devices involving square – mesh panels in penaeid prawn - trawl codends. *Marine Freshwater Research*, 53: 813 – 823. doi: 10.1071/MF01223

BROADHURST, M.K., MILLAR R.B., WOODEN, M.E.L. & MACBETH, W.G. (2006). Optimising codend configuration in a multispecies demersal trawl fishery. *Fisheries Management and Ecology*, 13(2): 81–92. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2400.2006.00479.x>

BROADHURST, M. K., BRAND, C. P. & KENNELLY, S. J. (2012). Evolving and devolving bycatch reduction devices in an Australian penaeid- trawl fishery. *Fisheries Research*. 113 (1), 68–75. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2011.09.006>

BROWN, H.K., PRICE, B., LEE, L., BAKER, MS., & MIRABILLO, S. (2019). Simple gear modifications for achieving greater than 40% bycatch reduction in an estuarine shrimp trawl fishery. *Fishery Bulletin*, 117, 372 – 385. doi : 10.7755/FB.117.4.9

BUBLITZ, C.G. (1996). Quantitative evaluation of flatfish behavior during the capture by trawl gear. *Fisheries Research*, 25: 293 – 304. doi: [https://doi.org/10.1016/0165-7836\(95\)00431-9](https://doi.org/10.1016/0165-7836(95)00431-9)

BUSTOS, D., RUEDA, M., VIAÑA, J., RODRÍGUEZ, A., GIRÓN, A., GARCÍA, L. & PARDO, E.R. (2012) Evaluación Interanual del Impacto de las Pesquerías Industriales de Arrastre de Camarón sobre la Biodiversidad Marina de Colombia. Recuperado de: [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/rebyc-2015/documents/Evaluacion\\_interanual\\_del\\_impacto\\_de\\_la\\_pesca\\_de\\_arrastre\\_de\\_camaron\\_e n\\_Colombia\\_2012.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/rebyc-2015/documents/Evaluacion_interanual_del_impacto_de_la_pesca_de_arrastre_de_camaron_en_Colombia_2012.pdf)

CARBAJAL, W., MACALUPÚ, J., BELTRÁN, L., CACCHA, L., RODRIGUEZ, A., SANJINEZ, M., QUISPE, Y. & ALDANA, L. (2010). Delimitación y caracterización de bancos naturales de invertebrados bentónicos comerciales y áreas de pesca artesanal en el litoral de la región Piura (Bocana Colan – Máncora). Instituto del Mar del Perú. Centro Regional de Investigación Pesquera Paita, Piura

CARBAJAL-ENZIAN, P., SANTAMARÍA J., & DANNY BALDÁRRAGO. (2018) Guía ilustrada para el reconocimiento de poliplacóforos, gasterópodos y cefalópodos con valor comercial en el Perú. Instituto del Mar del Perú (Imarpe). Lima, Perú.

CHIRICHIGNO, N. (1970) Lista de Crustáceos del Perú (Decapoda y stomatopoda). Instituto del mar del Perú, Informe N° 35. Callao – Perú. 95 pp.

CHIRICHIGNO. (1998) Clave para la identificar los peces Marinos del Perú. Instituto del mar del Perú. Segunda edición Callao – Perú. 496 pp.

CLARK, S. H., CADRIN, S. X., SCHICK, D. F., DOIDATI, P. J., ARMSTRONG, M. P. & MCCARRON, D. (2000). The Gulf of Maine northern shrimp (*Pandalus borealis*) fishery: a review of record, *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*, 2000 (27): 193 – 226. doi: 10.2960/J.v27.a18

COOK, R. (2003). The magnitude and impact of by-catch mortality by fishing gear. En Sinclair, M. & Valdimarsson G. (Eds.). Responsible fisheries in the marine ecosystem (pp. 219-233). doi: 10.1079 / 9780851996332.0219

CORREA, J., GARCÍA-SÁENZ, R., MENDÍVEZ, W., GONZÁLEZ, J., CHICAIZA, D., RUIZ, W & VILLÓN, C. (2007) Diagnóstico Pesquero y Acuícola del Recurso Camarón Marino en Ecuador. Informe Técnico Instituto Nacional de Pesca. 43 p.

EARYS, S. (2007). Guía para Reducir la Captura de Fauna Incidental (bycatch) en las Pesquerías por Arrastre de Camarón Tropical. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Tasmania, Australia. 13 – 22pp.

EJF (2003). Squandering the seas: How shrimp trawling is threatening ecological integrity and food security around the world. London: Environmental Justice Foundation.

EL COMERCIO (noviembre, 2015). Piura: instalan mesa de diálogo por conflicto en El Ñuro. Recuperado de <https://elcomercio.pe/peru/piura/piura-instalan-mesa-dialogo-conflicto-nuro-245919-noticia/?ref=ecr>

ESPESCA (2017). Pesca de arrastre. Disponible en: <https://espesca.com/de-arrastre/#comment-2070>

FAO (1996). Technical Consultation on Reduction of Wastage in Fisheries. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/y5936s/y5936s02.pdf>

FAO. (2009). Departamento de Pesca y Agricultura. La pesca de camarón, a examen. Recuperado de: <http://www.fao.org/news/story/es/item/10170/icode/>

FAO (2011). International Guidelines on Bycatch Management and Reduction of Discards. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-ba0022t.pdf>

FAO (2018). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/I9540es/i9540es.pdf>

FAO (2019). Gestión sostenible de la captura incidental en la pesca de arrastre de América Latina y el Caribe. Recuperado de: <http://www.fao.org/in-action/rebyc-2/background/es/>

FONSECA, P., CAMPOS, A., LARSEN, R., BORGES, T. & ERZINI, K. (2005) Using a modified Nordmøre grid for by-catch reduction in the Portuguese crustacean-trawl fishery. *Fisheries Research*: 71(2): 223 – 239. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2004.08.018>

FOSTER, S.J. & VINCENT, A.C.J. (2010). Using life-history information to assess potential effects of shrimp trawling on small fishes. *J. Fish Biol.* 76, 2434–2454.

FOSTER, S. J., & ARREGUIN-SÁNCHEZ, F. (2013). Using distribution patterns of small fishes to assess small fish by-catch in tropical shrimp trawl fisheries. *Animal Conservation*, 17(3), 217–224. doi:10.1111/acv.12078

FREIRÍA, J., CHOCCA, J.F., MARÍN, Y., GONZALES, B & BEATHYATE, G. (2014). Diseño y ensayo de redes de arrastre de fondo orientadas al escape de juveniles. *Revista de Investigación y Desarrollo pesquero*, 25, 59 – 73. Recuperado de:

[https://www.oceandocs.org/bitstream/handle/1834/7832/RevINIDEP25\\_59.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.oceandocs.org/bitstream/handle/1834/7832/RevINIDEP25_59.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

GARCÍA – RODRÍGUEZ, E. (1995). Utilization of shrimp by-catch in Cuba. In: Report and Proceedings of TCDC Workshop – Utilization of by-catch from Shrimp Trawlers, 6 – 8 June 1995. Nose Bé, Madagascar. Govt of Madagascar/ UNDO/ FAO 1995.

GARCÍA, C., PEREZ, D., DUARTE, L., & MANJARRES, L. (2008). Experimental results with a reducing device for juvenile fishes in a tropical shrimp fishery: impact on the invertebrate bycatch. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 3(3), 275 – 281.

GIRÓN, A., RICO, F., & RUEDA, M. (2010). EVALUACIÓN EXPERIMENTAL DE DISPOSITIVOS EXCLUIDORES DE FAUNA ACOMPAÑANTE EN REDES DE ARRASTRE PARA CAMARÓN DE AGUAS SOMERAS EN EL PACÍFICO COLOMBIANO. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 37 (2), 337 – 357. doi: 10.25268/bimc.invemar.2010.39.2.153

GIMÉNEZ-HURTADO, ENRIQUE., CARIDAD- PÉREZ MARRERO, ADNINSAY., DELGADO- MIRANDA, GILMA; DOMÍNGUEZ, HÉCTOR ALONSO., & VILLAFUERTE-DELGADO, VLADIMIR (2016). Comportamiento de la fauna acompañante en la pesca de camarón rosado (*Farfantepenaeus notialis*) en la Plataforma suroriental de Cuba. *Revista Electrónica de Veterinaria (REDVET)*, 17 (11), 1-21.

GLASS, C.W. & WARDLE, C.S . (1989). Comparison of the reactions of fish to a trawl gear, at high and low light intensities. *Fish. Res.* 7 : 249 – 266 .

GLASS, C.W., SARNO, B., MILLIKEN, H.O., MORRIS, G.D. & CARR, H.A. (1999). Bycatch reduction in Massachusetts inshore squid ( *Loligo pealeii* ) trawl fisheries . *Marine Technology Society*, 33 (2): 35 – 42. doi: <https://doi.org/10.4031/MTSJ.33.2.6>

GRAHAM, N., KYNOCH, R.J. & FRYER, R.J. (2003). Square mesh panels in demersal trawls: further data relating haddock and whiting selectivity to panel position. *Fisheries Research*, 62 (3): 361 – 375. doi: [https://doi.org/10.1016/S0165-7836\(02\)00279-5](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(02)00279-5)

GRAHAM, N (2010). Technical Measures to Reduce Bycatch and Discards in Trawl Fisheries. En He, P. (Ed.), *Behavior of Marine Fishes: Capture Process and Conservation Challenges* (pp. 239 – 259). EE. UU: Wiley-Blackwell.

HALL-SPENCER, J., ALLAIN, V& FOSSA, J. H. (2002). Trawling damage to Northeast Atlantic ancient coral reefs. *Proceedings of the Royal Society of London*, 269, 507 – 511. doi: [10.1098/rspb.2001.1910](https://doi.org/10.1098/rspb.2001.1910)

HANNAH, R.W., JONES, S.A. & MATTESON, K.M. (2003). Observations of fish and shrimp behavior in ocean shrimp (*Pandalus jordani*) trawls. Recuperado de: <https://odfw.forestry.oregonstate.edu/inforeports/2003-03.pdf>

HANNAH, R.W & JONES, S.A. (2003). Measuring the height of the fishing line and its effect on shrimp catch and bycatch in an ocean shrimp (*Pandalus jordani*) trawl. *Fisheries Research*, 60 (2-3), 427 - 438. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0165-7836\(02\)00138-8](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(02)00138-8)

HOOKER, Y. (2016). Pesca ilegal está fomentando la desaparición de varias especies marinas. SPDA Actualidad Ambiental. Recuperado de: <https://www.actualidadambiental.pe/yuri-hooker-pesca-ilegal-esta-fomentando-la-desaparicion-de-varias-especies-marinas/>

ICES (2002). Report of the study group on mapping the occurrence of cold water corals. Recuperado de: [https://imr.braze.unit.no/imr-xmlui/bitstream/handle/11250/106237/CM\\_2002\\_ACE\\_05.PDF?sequence=1&isAllowed=y](https://imr.braze.unit.no/imr-xmlui/bitstream/handle/11250/106237/CM_2002_ACE_05.PDF?sequence=1&isAllowed=y)

ICES. (2005). Report of the ICES-FAO Working Group on Fishing Technology and Fish Behaviour (WGETEB). International Council for the Exploration of the Sea. B:04, 283 p. Recuperado de <http://www.fao.org/fishery/docs/DOCUMENT/rebyc/ices/WGFTFB05.pdf>

IMARPE. (1969). Informe preliminar sobre la pesca de arrastre. Dirección Técnica. Inst. Mar Perú. Serie de Informes Especiales Nro. IM 41. 18p

IMARPE (2007). Estudio bioecológico y pesquero - comercial de *Hippocampus ingens* "caballito de mar" en la costa norte del Perú: Tumbes y Piura (norte) con fines de conservación. Dirección de investigaciones de recursos demersales y litorales. Unidad de investigaciones en biodiversidad. Objetivo 41. Conservación de especies amenazadas. Informe anual. 11 p.

IMARPE. (2016). Guía ilustrada para reconocimiento de especies de moluscos bivalvos con valor comercial. Serie de divulgación. Serie de divulgación científica Vol 2 – N°1. Lima, Perú

IMARPE. (2018). Anuario Científico Tecnológico Imarpe. Enero- diciembre 2017. Callao, Perú. Vol. 17. ISSN 1813 – 2103.



IMARPE. (2019). Información sobre estimados de desembarque de los principales recursos hidrobiológicos registrados por la pesquería artesanal en las caletas de las regiones Tumbes y Piura, durante los años 2014-2018. Carta n.º073 2019-IMARPE/OGA.

INAPESCA. (2010). Manual de construcción de la red de arrastre prototipo “RSINP-MEX” para captura selectiva y eficiente de camarón costero. Recuperado de: <https://inapesca.gob.mx/portal/documentos/serviciosytramites/manuales/manual%20prototipo%20rsinpmex.pdf>

INAPESCA. (2016). Evaluación y Manejo de la Pesquería de camarón del Pacífico mexicano. Recuperado de [http://fisheryprogress.org/sites/default/files/indicators-documents/INAPESCA%202016%20\\_0.pdf](http://fisheryprogress.org/sites/default/files/indicators-documents/INAPESCA%202016%20_0.pdf)

INGA, C.E., & VERA, M. (2009). Seguimiento de la pesquería pelágica, demersal y costera en la Región Tumbes durante el 2008. Inf. Interno Inst. Mar Perú. Tumbes. Perú. 24 pp

INGA, C; ORDINOLA, E; RUJEL, J & DIAZ, B. (2010). Actividad pesquera artesanal con redes de arrastre en la región Tumbes (en línea, poster). Imarpe sede Tumbes, Imarpe sede Callao, Imarpe sede Piura. Recuperada de : [https://www.researchgate.net/publication/224945904\\_Actividad\\_pesquera\\_artesanal\\_con\\_redes\\_de\\_arrastre\\_en\\_la\\_Region\\_Tumbes](https://www.researchgate.net/publication/224945904_Actividad_pesquera_artesanal_con_redes_de_arrastre_en_la_Region_Tumbes)

INGÓLFSSON, O.A. & JØRGENSEN, T. (2019). Shorter trawls improve size selection of northern shrimp. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 77(1): 202-211. doi: <https://doi.org/10.1139/cjfas-2018-0443>

INSHT (2017). Pesca de arrastre: identificación de riesgos. Recuperado de: [https://www.insst.es/documents/94886/333553/ntp-1078M.pdf/eb564ed0-6d7b-423d-a7ba-afca06343cc8#:~:text=La%20malleta%20es%20un%20cabo,de%20arrastre%20\(Fig.%201\).](https://www.insst.es/documents/94886/333553/ntp-1078M.pdf/eb564ed0-6d7b-423d-a7ba-afca06343cc8#:~:text=La%20malleta%20es%20un%20cabo,de%20arrastre%20(Fig.%201).)

INVEMAR. (3 de Junio de 2021). Presentación de resultados del proyecto: “Gestión sostenible de la captura incidental de las pesquerías de arrastre de América Latina y el Caribe REBYC -II LAC”. Facebook. Recuperado de: <https://www.facebook.com/183758978473210/videos/928462154676908>

KENNY J. F., BLOTT A. J., & NULK V. E. (1992). Experiments with a Nordmøre grate in the Gulf of Maine shrimp fishery. En: Proceedings of the Marine Technology Society Conference, pp. 328 – 335.

KRAG, L.A., FRANSEN, R.P., & MADSEN, N. (2008). Evaluation of a simple means to reduce discard in the Kattegat - Skagerrak Nephrops (*Nephrops norvegicus*) fishery: commercial testing of different codends and square - mesh panels. *Fisheries Research*, 91 (2 y 3):175 – 186. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2007.11.022>

LA REPÚBLICA (julio, 2020). Piura: pescadores denuncian pesca de arrastre en el mar de Talara. Recuperado de: <https://larepublica.pe/sociedad/2020/07/31/piura-pescadores-demancora-denuncian-pesca-de-arrastre-en-el-mar-de-talara-lrnd/>

LEWISON, R. L., CROWDER, L. B., READ, A. J. & FREEMAN, S. A. (2004). Understanding impacts of fisheries bycatch on marine megafauna. *Trends in Ecology & Evolution*, 19 (11), 598–604. doi: 10.1016 /j.tree.2004.09.004

LITTLE, M. & HERRERA. M. (1992). The by-catch of the Ecuadorian shrimp fleet. 1991. Internal Report. INP-ODA. 90 p.

LOMELI, M.J.M., WAKEFIELD, W. W., & HERRMANN, B. (2017). Testing of Two Selective Flatfish Sorting-Grid Bycatch Reduction Devices in the U.S. West Coast Groundfish Bottom Trawl Fishery. *Marine and Coastal Fisheries: Dynamics, Management, and Ecosystem Science*, 9 (1), 597–611. doi : <https://doi.org/10.1080/19425120.2017.1388888>

LOPEZ, J., & MORALES, E. (Ed). (2012). *Efectos de la Pesca de Arrastre Enel Golfo de california*. México: Ediciones de la noche.

LIUZZI, M. (2010). *Macroalgas bentónicas como sustrato y refugio de invertebrados marinos* (Tesis Doctoral). Universidad de Buenos Aires, Argentina.

MACBETH, W.G., MILLAR, R. B., BROADHURST, M.K., HEWITT, C.W., & WOODEN, M.E.L. (2007). Intra-fleet variability in the size selectivity of a square-mesh trawl codend for school prawns (*Metapenaeus macleayi*). *Fisheries Research*, 86 (2 – 3), 92-98. Doi : <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2007.05.003>

MAE. (2012). *La Pesquería de Arrastre Camaronero en Ecuador*, Subsecretaría de Gestión Marina y Costera. Recuperada de: <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/Analisis-de-la-pesqueria-arrastre-Ecuador-21febPDF.pdf>

MAIN, J. & SANGSTER, G.I. (1981). A study of the fish capture process in a bottom trawl by direct observations from a towed underwater vehicle. *Scottish fisheries research report*, 23: 1 – 23.

MARTIN, J. T. (1992). Conservation and bycatch: Can they co-exist? En: Schoning, R.W., Jacobson, R.W., Alverson, D.L., Gentle, T.G., Auyong, J. (Eds.), *Proceedings of the National Industry Bycatch Workshop* (p. 163- 168). Newport, Oregon: Natural Resources Consultants.

MEDINA- CARRILLO, F., PADILLA-GALINDO, S.P., & NIETO-NAVARRO, J.T. (2012). *Aplicación y evaluación del sistema de pesca de arrastre selectivo, por popa en embarcaciones menores, para la captura de camarón y protección a la vaquita marina en el Alto Golfo de*

California. En J. López-Martínez y E. Morales-Bojórquez (Eds.). Efectos de la pesca de arrastre en el Golfo de California. (pp. 315-338).

MÉNDEZ, M. (1981). Claves de identificación y distribución de los langostinos y camarones (Crustacea: Decápoda) de mar y ríos de la costa del Perú. Bol. Inst. Mar Perú. Vol 5. Callao – Perú. 170 pp

MENDO, J., JAMES, M., GIL-KODAKA P., GOZZER, R., MARTINA J., GOMEZ, I., GRILLO, J., FUENTEVILLA, C. & MENDO, T. (2020). Desarrollo de un modelo dinámico de co-manejo para la protección de la biodiversidad en una pesquería de arrastre de langostino en el Perú. Informe Final. Programa Institutional Links – Proyectos Colaborativos. Fondo Newton-Paulet. British Council / CONCYTEC, 69p.

MILLKEN, H.O., & DEALTERIS, J.T. (2011). Evaluation of a Large-Mesh Panel to Reduce the Flatfish Bycatch in the Small-Mesh Bottom Trawls Used in the New England Silver Hake Fishery. North American Journal of Fisheries Management, 24 (1), 20-32. doi: <https://doi.org/10.1577/M02-063>

MIRANDA, L. (DICIEMBRE, 2018). Piura: la pesca de arrastre y sus consecuencias para el mar al norte del país. América Noticias. Recuperado de: <https://www.americatv.com.pe/noticias/actualidad/mar-piura-tumbes-pesca-ilegal-n352224#:~:text=Videos%20recientes%20muestran%20que%20en,contaminaci%C3%B3n%20por%20derrames%20de%20petr%C3%B3leo.>

OCEANA (2018). Pesca incidental: 5 desastrosas consecuencias para los océanos. Recuperado de: <https://peru.oceana.org/es/blog/pesca-incidental-5-desastrosas-consecuencias-para-los-oceanos>

ORDINOLA, E; INGA, C., & ALEMÁN, S. (2003). Un estudio sobre langostinos (penaeoidea) en Caleta La Cruz, Tumbes. febrero – junio 2003 (en línea). Informe del Instituto del Mar Peruano. Volumen 35, número 3. Recuperada de: <https://repositorio.imarpe.gob.pe/bitstream/20.500.12958/1973/1/INF.%2035%283%29-7.pdf>

PADILLA-GALINDO, S. P. (2006). Evaluación de Alternativas Tecnológicas en el Sistema de Arrastre Para la Captura de Camarón por la Flota de Pequeña Escala del Estado de Sinaloa (Tesis de Licenciatura). Universidad Autónoma de Nayarit, San Blas Nayarit, México.

PADILLA-GALINDO, S.P. (2012). INNOVACIONES TECNOLÓGICAS EN REDES DE ARRASTRE CAMARONERAS AL SUR DEL GOLFO DE CALIFORNIA, MÉXICO. (Tesis de Maestría). Instituto Politécnico Nacional - Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR), La Paz, México.

PARSONS, G.R & FOSTER, D.G. (2007). Swimming performance and behavior of red snapper: its application to bycatch reduction. *American Fisheries Society Symposium* (60): 59 – 75. Pikitch, E.K. (1992). Potential for gear solutions to bycatch problems. En: Jacobson, R.W., Alverson, D.L., Gentle, T.G., Auyong, J. (Eds.), *Proceedings of the National Industry Bycatch Workshop* (p. 128 – 138). Washington: Natural Resources Consultants

PAULY, D. (1980). A selection of simple methods for the assessment of tropical fish stocks. *FAO Fish. Circ.*, (729): 54 pp.

PÉREZ, M.A., GILMAN, E., HUNTINGTON, T., KENNELLY, S.J., SUURONEN, P., CHALOUPKA, M. & MEDLEY, P. (2019). A third assessment of global marine fisheries discards. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 633*. Rome, FAO. 78 pp.

PRADO (2019). Análisis de dispositivos para reducir capturas incidentales en la pesquería artesanal de camarones pomada en la isla de limones, Esmeraldas – Ecuador. (tesis de pre – grado). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ecuador.

RÁBAGO – QUIROZ, C. H., LÓPEZ – MARTÍNEZ, J., HERRERA – VALDIVIA, E; NEVÁREZ – MARTÍNEZ, M.O., RÓDRIGUEZ – ROMERO, J. (2008). Population dynamics and spatial distribution of flatfish species in shrimp trawl bycatch in the Gulf of California. *Hidrobiológica*. 18 (2). Recuperado de: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-88972008000300001](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-88972008000300001)

ROMO, V. (febrero, 2019). Contaminación y pesca de arrastre: los guardamares peruanos claman por la reserva Mar Tropical de Grau. Mongabay. Recuperado de: <https://es.mongabay.com/2019/02/oceanos-peru-reserva-mar-tropical-de-grau/>

RODRÍGUEZ-VALENCIA, J.A., & CISNEROS – MATA, M.A. (2006). Captura incidental de las flotas pesqueras ribereñas del Pacífico Mexicano. Reporte técnico del Programa Golfo de California de WWF-México a la Comisión de Cooperación Ambiental de América del Norte. Recuperado de: [http://www.wwf.org.mx/wwfmex/publicaciones.php?tipo=reps\(\)](http://www.wwf.org.mx/wwfmex/publicaciones.php?tipo=reps())

ROSE, C. S. (1995). Behavior of North Pacific groundfish encountering trawls: applications to reduce bycatch. En: Alaska Sea Grant College Program Report (Ed), Solving Bycatch: Considerations for Today, and Tomorrow. (p. 235 – 241). Alaska: University of Alaska, Sea Grant College Program.

SAILA, S. (1983). Importance and assessment of discards in commercial fisheries. FAO Fisheries Circular No. 765. 62 pp.

SALAZAR, C., CHACÓN, G., ALARCÓN, J., LUQUE, C., CORNEJO, R., CHALKING, F. (2014). Estudio tecnológico de la flota de arrastre de fondo de menor en la Región Tumbes. Instituto del Mar del Perú. Callao, Perú. 15 – 17, 20pp.

SALAZAR, C., CARLOS, M., TORRES, E., MACALAPU, J., & ALARCÓN, J. (2017). Pesca experimental del langostino café (*Penaeus californiensis*) en la región Piura. Informe Inst. Mar Perú. 17p.

SALAZAR, C. (2018). Impacto ecosistémico de las artes de pesca artesanal peruana: Propuestas de investigación tecnológicas y manejo pesquero (tesis de maestría). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.

SANTAMARÍA, J., CARBAJAL-ENZIAN, P., CLEMENTE, S., ALEMÁN, S., & ORDINOLA, E. (2018). Guía ilustrada para reconocimiento de langostinos y otros crustáceos con valor comercial en el Perú. Instituto del Mar del Perú (Imarpe). Lima, Perú. 11 - 19pp

SARMIENTO, S., & GIL-LÓPEZ, H. A. (1997). Efecto de la modificación de una red camaronera para la reducción de fauna acompañante del camarón en el Golfo de Tehuantepec. Documento anual de investigación, Centro Regional de Investigación Pesquera de Salina Cruz, Oaxaca. Instituto Nacional de la Pesca, SEMARNAP, México

SARMIENTO-NÁFATE, S., GIL-LÓPEZ, H. A., ROJAS, R. & RAMÍREZ, H. (1999). Reducción de la fauna acompañante del camarón en el golfo de Tehuantepec, utilizando una red de túnel corto. Informe de Investigación INP-CRIP.

SARMIENTO-NÁFATE, S., VILLALOBOS-TOLEDO, J., CASIQUE-SANTOS, O. & CRUZ-PÉREZ, M. O. (2006). Sustitución de redes de arrastre tradicionales por redes de arrastre construidas con paños “Dyneema”, excluidor de Tortugas de tipo rígido y excluidor de peces

ojo de pescado tipo Florida. Informe Técnico de Proyecto. Gobierno del estado de Oaxaca, Instituto Nacional de Pesca. México.

SILVA, C. N. S., DIAS, J. H., CATTANI, A. P., & SPACH, H. L. (2012). Relative efficiency of square-mesh codends in an artisanal fishery in southern Brazil. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 40(1), 124-133. Doi : <http://dx.doi.org/10.3856/vol40-issue1-fulltext-12>

SPARRE, P., & VENEMA, S. (1997). Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1. Manual. FAO Documento Técnico de Pesca. Nº. 306.1 Rev. 2: 420 pp.

SPDA (2021). Artes y métodos de pesca del Perú. Recuperado de: [https://spda.org.pe/?wpfb\\_dl=4618](https://spda.org.pe/?wpfb_dl=4618)

SRP (2011). Subsecretaría de Recursos Pesqueros. Embarcaciones de Arrastre Operativas a Diciembre del 2011.

TEGNER, M. & DAYTON, P. (1999). Ecosystem effects of fishing. *TREE*, 14:261-262.

THOMSEN, B. (1993). Selective flatfish trawling. Recuperado de: <http://www.ices.dk/sites/pub/Publication%20Reports/Marine%20Science%20Symposia/ICES%20Marine%20Science%20Symposia%20-%20Volume%20196%20-%201993%20-%20Part%2036%20of%2045.pdf>

THORSTEINSSON, G. (1992). The use of square mesh codends in the Icelandic shrimp (*Pandalus borealis*) fishery. *Fisheries Research*, 13 (3): 255–266. doi: [https://doi.org/10.1016/0165-7836\(92\)90080-D](https://doi.org/10.1016/0165-7836(92)90080-D)



VILLASEÑOR-TALAVERA, T. (2012). Pesca de camarón con sistema de arrastre y cambios tecnológicos implementados para mitigar sus efectos en el ecosistema. En: López-Martínez J.& Morales-Bojórquez, E. (Eds.). Efectos de la pesca de arrastre en el Golfo de California. (p. 281 – 313). México: Ediciones de la noche.

VERA, M., GONZALES I., ORDINOLA, E., & INGA, C. (2010). La actividad extractiva de los recursos hidrobiológicos en la región Tumbes con énfasis en las modalidades de arrastre, cerco y cortina. Informe situacional. Inst. Mar del Perú. 34 pp. Recuperado de: <https://studylib.es/doc/5107393/la-actividad-extractiva-de-los-recursos%20hidrobiol%C3%B3gicos-en>

VIEIRA, W., DOMINGOS, M., RODRIGUEZ-FILHO, J., & GENTIL DE FARIAS, E. (2017). Kite Escape Device: A New Approach to Reduce Bycatch in Shrimp Trawls. *Marine and Coastal Fisheries: Dynamics, Management, and Ecosystem Science*, 9 (1), 396–403. doi: <https://doi.org/10.1080/19425120.2017.1347114>

WALSH, S.J. & HICKEY, W.M. (1993). Behavioral reactions of demersal fish to bottom trawls at various light conditions. *ICES Mar. Sci. Symp.* 196: 68 – 76.

WARDLE, C.S. (1993). Fish behavior and fishing gear. In: Pitcher TJ (ed). *Behavior of Teleost Fishes* (pp 609 – 643). London: Chapman and Hall.

WATLING L. & NORSE, E. A. (1998). Effects of mobile fishing gear of marine benthos. *Conservation Biology*, 12 (6), 1178-1179. doi: <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1998.0120061178.x>

WINGER, P.D., EARYS, S. & GLASS, C.W. (2010). Fish Behavior near Bottom Trawls. En He. P. (Ed.), Behavior of Marine Fishes: Capture processes and conservation challenges (p. 67 – 95). USA: Blackwell Publishing

ZUÑIGA, H., ALTAMAR, J & MANJARRÉS, L. (2015). Caracterización tecnológica de la flota de arrastre camarero del mar caribe de Colombia. Recuperado de: [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/rebyc-2015/documents/CARACTERIZACION\\_TECNOLOGICA\\_FLOTA\\_DE\\_ARRASTRE\\_DE\\_CAMARON\\_CARIBE\\_2006.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/rebyc-2015/documents/CARACTERIZACION_TECNOLOGICA_FLOTA_DE_ARRASTRE_DE_CAMARON_CARIBE_2006.pdf)

## VIII. ANEXOS

### Anexo 1. Formato para el registro de características de embarcación, tiempo, captura total, coordenadas

#### DATOS GENERALES DE LA EMBARCACION

N° ID	
Fecha	
Responsable de datos	
Matricula embarcación	
Nombre de embarcación	
Patrón	
Numero de tripulantes	
Procedencia	
Lugar de anclaje	
Lugar de desembarque	
Cantidad combustible/día	
Costo combustible (\$/)	
Hora de Zarpe	
Hora de Anclaje	

COPO	Largo (m)		
	Alto (m)		
	Tamaño malla (pulgadas)		
	Nro de Hilo		
CUERPO	Largo (m)		
	Alto (m)		
	Nro de Hilo	arriba	abajo
	Tamaño malla (pulgadas)		
PUERTAS	Largo (m)		
	Alto (m)		
	Espesor base (m)		
	Peso (kg)		
RELINGA SUPERIOR	Longitud cabo (m)		
	FLOTADORES	Material	Nro (volumen)

RELINGA SUPERIOR	Cadena delgado	Longitud (m)	
		Diametro (mm)	
	Cadena Gruesa	Longitud (m)	
		Diametro (mm)	

ESLORA (m)	
MANGA (m)	
PUNTAL (m)	
ARQUEO BRUTO	
MARCA MOTOR	
MODELO MOTOR	
POTENCIA MOTOR (HP)	
CAP. BODEGA	
COMBUSTIBLE	

#### CAPTURA POR CALA

# CALA	N° ID	Hora de zarpe	Hora de fondeo	INICIO									FINAL						VELOCIDAD DE ARRASTRE		CAPTUR A + RED (Kg)	RED (Kg)	PESO ESTIMADO DEL PESCADOR (Kg)		
				PROF (m)	HORA	LATITUD SUR			LONGITUD OESTE			PROF (m)	HORA	LATITUD SUR			LONGITUD OESTE			v1				v2	
						GR°	MIN	SEG	GR°	MIN	SEG			GR°	MIN	SEG	GR°	MIN	SEG						
1																									
2																									
3																									
4																									
5																									



**Anexo 3. Formato de la captura total de las principales especies y de las especies grandes y vulnerables**

**CAPTURA DE LAS PRINCIPALES ESPECIES COMERCIALES**

ESPECIE	PESO POR CALA (Kg)				
	1	2	3	4	5
Langostino café					
Carajito					
Lenguado					

**COMPOSICION DE ESPECIES GRANDES Y VULNERABLES**

N° ID	Cala 1		Cala 2			Cala 3		
Espece	Número (und)	Peso (Kg)	Espece	Número (und)	Peso (Kg)	Espece	Número (und)	Peso (Kg)

Cala 4			Cala 5			Cala 6		
Espece	Número (und)	Peso (Kg)	Espece	Número (und)	Peso (Kg)	Espece	Número (und)	Peso (Kg)

### Anexo 4. Formato de frecuencia de tallas

(+Hembra) (- Machos)			Frecuencia de Tallas																	
N'	Longitud cefalotórax (mm)	Longitud total (cm)	Longitud total (cm)	N'	Longitud cefalotórax (mm)	Longitud total (cm)	Longitud total (cm)	N'	Longitud cefalotórax (mm)	Longitud total (cm)	Longitud total (cm)	N'	Longitud cefalotórax (mm)	Longitud total (cm)	Longitud total (cm)	N'	Longitud cefalotórax (mm)	Longitud total (cm)	Longitud total (cm)	
	langostino café	Lenguado boca chica	Carajito		langostino café	Lenguado boca chica	Carajito		langostino café	Lenguado boca chica	Carajito		langostino café	Lenguado boca chica	Carajito		langostino café	Lenguado boca chica	Carajito	
1				41				81				121				161				
2				42				82				122				162				
3				43				83				123				163				
4				44				84				124				164				
5				45				85				125				165				
6				46				86				126				166				
7				47				87				127				167				
8				48				88				128				168				
9				49				89				129				169				
10				50				90				130				170				
11				51				91				131				171				
12				52				92				132				172				
13				53				93				133				173				
14				54				94				134				174				
15				55				95				135				175				
16				56				96				136				176				
17				57				97				137				177				
18				58				98				138				178				
19				59				99				139				179				
20				60				100				140				180				
21				61				101				141				181				
22				62				102				142				182				
23				63				103				143				183				
24				64				104				144				184				
25				65				105				145				185				
26				66				106				146				186				
27				67				107				147				187				
28				68				108				148				188				
29				69				109				149				189				
30				70				110				150				190				
31				71				111				151				191				
32				72				112				152				192				
33				73				113				153				193				
34				74				114				154				194				
35				75				115				155				195				
36				76				116				156				196				
37				77				117				157				197				
38				78				118				158				198				
39				79				119				159				199				
40				80				120				160				200				

**Anexo 5. Especies más abundantes capturadas en la red tradicional (RT) y red modificada (I) en el Experimento 1**

<b>Experimento 1</b>			
<b>Red Tradicional (RT)</b>		<b>Red Modificada I (RM-I)</b>	
<b>Especie</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Especie</b>	<b>Abundancia</b>
<i>Penaeus californiensis</i>	23.4%	<i>Penaeus californiensis</i>	41.3%
<i>Caulerpa filiformis</i>	20.6%	<i>Caulerpa filiformis</i>	12.6%
<i>Diplectrum conceptione</i>	5.9%	<i>Etropus ectenes</i>	9.1%
<i>Portunus asper</i>	4.8%	<i>Diplectrum conceptione</i>	6.0%
<i>Larimus pacificus</i>	4.4%	<i>Portunus asper</i>	2.5%
<i>Etropus ectenes</i>	4.0%	<i>Hepatus sp</i>	2.1%
<i>Hexaplex brassica</i>	3.2%	<i>Hexaplex brassica</i>	2.0%
<i>Dardanus sinistripes</i>	3.0%	<i>synodus sp</i>	1.9%
<i>Hepatus sp</i>	2.8%	<i>Etropus delsmanni</i>	1.5%
<i>Diplectrum sp. 1</i>	2.5%	<i>Renilla koellikeri</i>	1.5%
<i>Squilla panamensis</i>	2.5%	<i>Squilla panamensis</i>	1.4%
<i>synodus sp</i>	2.4%	<i>Ficus ventricosa</i>	1.4%
<i>Prionotus stephanophrys</i>	1.7%	<i>Porichthys margaritatus</i>	1.3%
<i>Euphylax robustus</i>	1.6%	<i>Prionotus stephanophrys</i>	1.0%
<i>Porichthys margaritatus</i>	1.5%	<i>Diplectrum sp. 1</i>	1.0%
<i>Goniofusus spectrum</i>	1.2%	<i>Dardanus sinistripes</i>	0.9%
<i>etropus delsmanni</i>	1.2%	Filo: Bryzoa 1	0.8%
<i>Ficus ventricosa</i>	1.0%	<i>Kathetostoma averruncus</i>	0.8%
<i>Kathetostoma averruncus</i>	0.8%	<i>Euphylax robustus</i>	0.8%
<i>Renilla koellikeri</i>	0.7%	<i>Larimus pacificus</i>	0.8%
<i>Lophiodes caularis</i>	0.7%	<i>Pseudupeneus grandisquamis</i>	0.7%
<i>Solenosteira gatesi</i>	0.7%	<i>Cyclopsetta sp</i>	0.7%
<i>Urotrygon sp.</i>	0.6%	<i>Sphoeroides sechurae</i>	0.7%
<i>Antholoba sp. 2</i>	0.6%	<i>Ophidion fulvum</i>	0.5%
<i>Squilla hancocki</i>	0.5%	<i>Squilla hancocki</i>	0.5%
<i>Sinum cymba</i>	0.4%	<i>Apogon pacificus</i>	0.5%
Filo: Bryzoa 1	0.4%	<i>Urotrygon sp.</i>	0.4%
<i>Luidia sp.</i>	0.4%	<i>Strombina sp.</i>	0.3%
<i>Petrichirus californiensis</i>	0.4%	<i>Cynoscion sp</i>	0.3%
<i>Sicyonia aliaffinis</i>	0.4%	<i>Sicyonia aliaffinis</i>	0.3%

**Anexo 6. Especies más abundantes (kg/km<sup>2</sup>) capturadas en la red tradicional (RT) y red modificada II (RM-II) en el Experimento 2**

<b>Experimento 2</b>			
<b>Red Tradicional (RT)</b>		<b>Red Modificada II</b>	
<b>Especie</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Especie</b>	<b>Abundancia</b>
<i>Prionotus stephanophrys</i>	28.9%	<i>Penaeus californiensis</i>	28.1%
<i>Caulerpa filiformi</i>	23.8%	<i>Prionotus stephanophrys</i>	21.8%
<i>Penaeus californiensis</i>	21.1%	<i>Etropus ectenes</i>	15.3%
<i>Etropus ectenes</i>	7.4%	<i>Caulerpa filiformi</i>	12.0%
<i>Diplectrum conceptione</i>	2.0%	<i>Diplectrum conceptione</i>	4.5%
<i>Pseudupeneus grandisquamis</i>	1.3%	<i>synodus sp</i>	1.7%
<i>Lolliguncula sp.1</i>	1.2%	<i>Lolliguncula sp.1</i>	1.7%
<i>Hexaplex brassica</i>	1.1%	<i>Pseudupeneus grandisquamis</i>	1.5%
<i>Portunus asper</i>	1.0%	<i>Portunus asper</i>	1.5%
<i>Euphylax robustus</i>	0.9%	<i>Euphylax robustus</i>	1.0%
Filo :Bryzoa 1	0.7%	<i>Diodon holacanthus</i>	0.9%
<i>Hepatus sp</i>	0.6%	<i>Cyclopsetta sp</i>	0.7%
<i>Spoeroides sp</i>	0.6%	<i>Sporoides sp</i>	0.7%
<i>synodus sp</i>	0.6%	<i>Ficus ventricosa</i>	0.6%
<i>Dardanus sinistripes</i>	0.5%	<i>Diplectrum sp. 1</i>	0.6%
<i>Diplectrum sp. 1</i>	0.5%	Filo :Bryzoa 1	0.6%
<i>Selene peruviana</i>	0.4%	<i>etropus delsmanni</i>	0.6%
<i>Sphoeroides sp</i>	0.4%	<i>Squilla panamensis</i>	0.5%
<i>Ficus ventricosa</i>	0.4%	<i>Renilla koellikeri</i>	0.5%
<i>Squilla panamensis</i>	0.3%	<i>Hepatus sp</i>	0.3%
<i>Squilla hancocki</i>	0.3%	<i>Porichthys margaritatus</i>	0.3%
<i>Umbrina xanti</i>	0.3%	<i>Lophiodes caularis</i>	0.3%
<i>Porichthys margaritatus</i>	0.3%	Filo :Bryzoa 2	0.3%
<i>Lophiodes caularis</i>	0.3%	<i>Prionotus ruscarius</i>	0.2%
<i>etropus delsmanni</i>	0.3%	<i>Galeichthys peruvianus</i>	0.2%
<i>Ophidion fulvum</i>	0.3%	<i>Pseudobatos planiceps</i>	0.2%
<i>Cyclopsetta sp</i>	0.3%	<i>Calamus brachysomus</i>	0.2%
<i>Urotrygon chilensis</i>	0.3%	<i>Kathetostoma averruncus</i>	0.2%
<i>Balistes polylepis</i>	0.2%	<i>Ophidion fulvum</i>	0.2%
<i>Prionotus ruscarius</i>	0.2%	<i>Squilla hancocki</i>	0.2%



## Anexo 7. Presencia de especies grandes y/o peligrosas

Nombre Común	Nombre científico	Exp 1		Exp 2	
		RT	RM-I	RT	RM-II
Anguila	<i>Ophichthus remiger</i>	X	X	X	X
Anguila común	<i>Ophichthus zophochir</i>			X	X
Guitarra común	<i>Pseudobatos planiceps</i>	X	X	X	X
Guitarra con bandas	<i>Zapteryx exasperata</i>	X	X	X	X
Morena	<i>Gymnothorax equatorialis</i>	X	X	X	X
Raya águila	<i>Myliobatis sp</i>		X		X
Raya bruja	<i>Raja velezi</i>				X
Raya ecuatorial	<i>Raja equatorialis</i>	X	X	X	X
Raya eléctrica	<i>Narcine entemedor</i>		X	X	
Tortuga golfina	<i>Lepidochelys olivacea</i>		X		

**Anexo 8. Otras especies comerciales en la pesca de arrastre del *Penaeus californiensis***

<b>Nro.</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>
1	caballito de mar	<i>Hippocampus ingens</i>
2	cabrilla	<i>Paralabrax humeralis</i>
3	cachema	<i>Cynoscion sp</i>
4	calamar 1	<i>Lolliguncula sp.1</i>
5	calamar 2	<i>Lolliguncula sp.2</i>
6	calamar 3	<i>Lolliguncula panamensis</i>
7	camotillo	<i>Diplectrum pacificum</i>
8	caracol pera	<i>Ficus ventricosa</i>
9	caracol piña	<i>Hexaplex brassica</i>
10	carajito	<i>Diplectrum conceptione</i>
11	chiri aleta	<i>Peprilus medius</i>
12	chiri lomo negro	<i>Peprilus snyderi</i>
13	chula	<i>Menticirrhus elongatus</i>
14	guitarra común	<i>Pseudobatos planiceps</i>
15	jaiba morada	<i>Euphylax robustus</i>
16	langostino azul	<i>Penaeus stylirostris</i>
17	langostino rojo	<i>Farfantepenaeus brevirostris</i>
18	lenguado boca chica	<i>Etropus ectenes</i>
19	lenguado con colmillo	<i>Cyclopsetta sp</i>
20	mero rojo	<i>Hyporthodus acanthistius</i>
21	perela	<i>Paralabrax callaensis</i>
22	pez cola punta naranja	<i>Diplectrum sp. 1</i>
23	tamborín sin espinas	<i>Sphoeroides sp. 1.</i>

## Anexo 9. Frecuencia de ocurrencia de las especies capturadas en el Experimento 1 y 2

Nombre científico	Nombre común	Experimento 1		Experimento 2	
		RM-I	RT	RM-II	RT
<i>Actinia sp.</i>	anemona	0%	27%	0%	7%
<i>Antholoba sp. 1</i>	anemona 2	0%	0%	0%	4%
<i>Ophichthus remiger</i>	anguila	27%	36%	19%	15%
<i>Ophichthus zophochir</i>	anguila común	0%	9%	0%	4%
<i>Stenorhynchus debilis</i>	arañita	36%	45%	0%	15%
<i>Inachoides lambriformis</i>	arañita 2	18%	9%	0%	0%
Filo: Bryzoa 1	arbusto	9%	0%	0%	0%
<i>Oligoplites refulgens</i>	atuncillo cola amarilla	0%	9%	4%	7%
<i>Aplysia sp.</i>	babosa	0%	0%	0%	7%
<i>Galeichthys peruvianus</i>	bagre	9%	0%	11%	11%
<i>Polydactylus opercularis</i>	barbudo amarillo	0%	0%	0%	4%
<i>Polidactilus approximatus</i>	barbudo azul	0%	0%	0%	22%
<i>Solenosteira gatesi</i>	bebe piña	18%	45%	4%	22%
<i>Marsupina nana</i>	bebe repollo	9%	82%	0%	19%
<i>Larimus pacificus</i>	bereche	27%	27%	7%	7%
<i>Stellifer mancorensis</i>	bereche 2	0%	9%	4%	4%
<i>Bothus constellatus</i>	botija	9%	9%	15%	11%
<i>Bothus leopardinus</i>	botija 2	0%	0%	4%	15%
<i>Kathetostoma avertuncus</i>	bulldog	27%	45%	11%	15%
<i>Hippocampus ingens</i>	caballito de mar	55%	27%	41%	63%
<i>Paralabrax humeralis</i>	cabrilla	0%	9%	0%	0%
<i>Prionotus sp.</i>	cabrilla voladora	27%	18%	19%	30%
<i>Prionotus albirostris</i>	cabrilla voladora 2	64%	36%	19%	15%
<i>Cynoscion sp.</i>	cachema	27%	27%	11%	19%
<i>Lolliguncula sp.1</i>	calamar	45%	36%	100%	89%
<i>Lolliguncula sp.2</i>	calamar 2	9%	0%	0%	4%
<i>Lolliguncula panamensis</i>	calamar dumbo	0%	0%	0%	7%
<i>Orthopristis chalceus</i>	callana	18%	9%	0%	0%
<i>Haemulopsis sp.</i>	callana 2	27%	18%	15%	41%
<i>Squilla panamensis</i>	camarón brujo	45%	45%	59%	48%
<i>Hemisquilla ensigera</i>	camarón brujo azul	0%	9%	0%	0%
<i>Squilla hancocki</i>	camarón brujo con manchas	100%	91%	74%	85%
<i>Squilla mantoidea</i>	camarón brujo pardo	27%	9%	30%	26%
<i>Diplectrum maximun</i>	camotillo	18%	9%	15%	11%
<i>Stenocionops ovatus</i>	cangrejo araña 2	0%	9%	0%	0%
<i>Collodes tenuirostris</i>	cangrejo araña tarántula	9%	18%	0%	0%

<i>Allopetrolisthes angulosus</i>	cangrejo bebe	9%	45%	4%	22%
<i>Oediplax granulata</i>	cangrejo cuadrado	36%	27%	0%	4%
<i>Trizocarcinus dentatus</i>	cangrejo cuadrado chico	0%	0%	0%	4%
<i>Ethusa ciliatifrons</i>	cangrejo de uñas	9%	9%	0%	0%
<i>Dardanus sinistripes</i>	cangrejo ermitaño	73%	100%	15%	70%
<i>n.i.</i>	cangrejo ermitaño 2	0%	0%	0%	11%
<i>Petrichirus californiensis</i>	cangrejo ermitaño 3	0%	18%	0%	7%
<i>Acanthonyx petiverii</i>	cangrejo garrapata	0%	0%	4%	0%
<i>Calappa convexa</i>	cangrejo mole	0%	0%	0%	7%
<i>Achelous asper</i>	cangrejo nadador	100%	100%	96%	96%
<i>Arenaeus mexicanus</i>	cangrejo nadador puntos blancos	0%	0%	4%	11%
<i>Hepatus sp.</i>	cangrejo patas manchadas	100%	100%	48%	59%
<i>Heteractaea lunata</i>	cangrejo piedra	0%	9%	0%	4%
<i>Leiolambrus punctatissimus</i>	cangrejo quela larga	0%	9%	0%	0%
<i>Spinolambrus exilipes</i>	cangrejo quela larga 2	18%	0%	0%	0%
<i>Microphrys aculeatus</i>	cangrejo vampiro	0%	0%	0%	4%
<i>Monoplex keenae</i>	caracol abertura manchada	0%	9%	0%	0%
<i>Isara swainsonii</i>	caracol abultado	0%	9%	0%	0%
<i>Sinum cymba</i>	caracol babosa	9%	27%	11%	4%
<i>Malea ringens</i>	caracol bola	0%	18%	0%	0%
<i>Bulla punctulata</i>	caracol bolita 2	0%	0%	0%	4%
<i>Calliostoma rema</i>	caracol cerrito	0%	36%	0%	11%
<i>Sincola dorsata</i>	caracol colmillito	0%	0%	0%	4%
<i>Strombina sp.</i>	caracol colmillo	18%	82%	4%	19%
<i>Cancellaria decussata</i>	caracol comun	9%	9%	4%	4%
<i>Distorsio decussata</i>	caracol con puas	9%	9%	0%	11%
<i>Mazatlanian fulgurata</i>	caracol conito	0%	0%	0%	4%
<i>Goniofusus spectrum</i>	caracol fresa	27%	27%	0%	4%
<i>n.i.</i>	caracol fresa 3	0%	0%	0%	4%
<i>n.i.</i>	caracol lanza 2	0%	0%	0%	4%
<i>Pustulatirus sp.</i>	caracol lanza 3	18%	9%	0%	0%
<i>Conus fergusonii</i>	caracol liso	9%	9%	0%	11%
<i>Conasprella perplexa</i>	caracol liso blanco	0%	18%	0%	4%
<i>Conus regularis</i>	caracol liso con manchas	18%	27%	0%	7%
<i>Cancellaria sp.</i>	caracol manjar	0%	9%	0%	0%
<i>n.i.</i>	caracol mostaza	0%	0%	0%	4%
<i>Ficus ventricosa</i>	caracol pera	64%	73%	70%	44%
<i>Semicassis centiquadrata</i>	caracol pera 2	18%	27%	0%	11%
<i>Hexaplex brassica</i>	caracol piña	55%	73%	11%	48%
<i>Natica unifasciata</i>	caracol tierra	0%	18%	0%	0%

<i>Diplectrum conceptione</i>	carajito	100%	91%	70%	59%
<i>Caulerpa filiformis</i>	caulerpa	82%	73%	100%	96%
<i>Chaetodon humeralis</i>	cebrita	0%	0%	4%	15%
<i>Abudefduf concolor</i>	cebrita 3	0%	0%	4%	0%
<i>Peprilus medius</i>	chiri aleta	0%	0%	0%	4%
<i>Carangoides otrynter</i>	chiri filamentoso	0%	0%	7%	4%
<i>Peprilus snyderi</i>	chiri lomo negro	9%	9%	0%	0%
<i>n.i.</i>	choro	0%	9%	0%	0%
<i>Menticirrhus elongatus</i>	chula	0%	9%	0%	4%
<i>Balistes polylepis</i>	coche	9%	0%	22%	30%
<i>Argopecten ventricosus</i>	concha circularis	0%	0%	7%	7%
<i>Ostrea megodon</i>	concha ondulada	9%	0%	0%	0%
<i>Ophidion fulvum</i>	congrío gato	64%	55%	30%	59%
<i>Lepophidium pardale</i>	congrío leopardo	0%	9%	11%	4%
<i>Gnathophis cinctus</i>	congrío serpiente	9%	9%	7%	7%
<i>n.i.</i>	coral	0%	0%	0%	4%
<i>n.i.</i>	crujiente	64%	36%	52%	30%
<i>Scorpaena histrio</i>	diablo	18%	9%	11%	19%
<i>n.i.</i>	erizo	18%	0%	4%	0%
<i>Astropyga pulvinata</i>	erizo pardo	0%	0%	0%	4%
<i>Selene peruviana</i>	espejo	18%	45%	30%	33%
<i>Renilla koellikeri</i>	esponja morada	82%	64%	41%	44%
<i>Astropecten armatus</i>	estrella parda	36%	18%	11%	15%
<i>Luidia sp.</i>	estrella parda 2	9%	45%	4%	19%
<i>Tethyaster canaliculatus</i>	estrella patricio	0%	27%	0%	0%
<i>Etropus delsmanni</i>	etropus delsmanni	100%	91%	96%	93%
<i>Prionotus stephanophrys</i>	falso volador	73%	91%	63%	59%
<i>Bellator gymnostethus</i>	falso volador 3	18%	0%	0%	0%
Filo: Bryzoa 2	fideo	0%	0%	7%	11%
<i>Aphos porosus</i>	fraile	0%	9%	0%	0%
<i>Porichthys margaritatus</i>	fraile luminoso	91%	82%	44%	30%
<i>Pseudobatos planiceps</i>	guitarra común	9%	18%	7%	11%
<i>Zapteryx exasperata</i>	guitarra con bandas	9%	9%	7%	4%
<i>Chloroscombrus orqueta</i>	hojita	9%	0%	0%	11%
<i>n.i.</i>	hojita 2	0%	0%	4%	15%
<i>Euphylax robustus</i>	jaiba morada	55%	36%	37%	26%
<i>Libinia peruana</i>	jaiba narizona	0%	0%	7%	11%
<i>Persephona subovata</i>	jaiba puntos blancos	55%	64%	0%	7%
<i>Persephona orbicularis</i>	jaiba venosa	9%	0%	0%	0%
<i>Selene brevoortii</i>	jorobado	0%	0%	0%	7%
<i>Penaeus stylirostris</i>	langostino azul	0%	0%	7%	0%
<i>Sicyonia sp.</i>	langostino cabeza u	18%	0%	0%	0%

<i>Penaeus californiensis</i>	langostino cafe	100%	100%	100%	100%
<i>Sicyonia picta</i>	langostino capachudo	9%	0%	0%	0%
<i>Sicyonia disdorsalis</i>	langostino cola azul	27%	36%	7%	19%
<i>Sicyonia aliaffinis</i>	langostino con chapas	82%	91%	48%	56%
<i>Solenocera mutator</i>	langostino narizon	73%	55%	48%	59%
<i>Penaeus brevirostris</i>	langostino rojo	9%	0%	4%	4%
<i>Rimapenaeus pacificus</i>	langostino trachy	0%	9%	56%	63%
<i>Hippoglossina tetrophthalma</i>	lenguado 4 ocelos	27%	18%	0%	4%
<i>Etropus ectenes</i>	lenguado boca chica	73%	91%	74%	59%
<i>Engyophrys sanctilaurentii</i>	lenguado cola manchada	45%	45%	4%	4%
<i>Cyclopsetta querna</i>	lenguado con colmillo	45%	36%	63%	52%
<i>Citharichthys platophrys</i>	lenguado con colmillo 2	27%	18%	0%	0%
<i>Hippoglossina macrops</i>	lenguado de ojo grande	0%	0%	7%	0%
<i>Citharichthys gilberti</i>	lenguado frenton	0%	0%	4%	4%
<i>Syacium latifrons</i>	lenguado playero	0%	0%	0%	4%
<i>Citharichthys stigmaeus</i>	lenguado pseudoalon	18%	27%	15%	44%
<i>Etropus peruvianus</i>	lenguado zapato	9%	0%	30%	19%
<i>Symphurus sp.</i>	lengüeta	18%	18%	19%	30%
<i>Opisthonema sp.</i>	machete con hebra	0%	0%	0%	11%
<i>Calamus brachysomus</i>	marrotilla	9%	0%	41%	41%
<i>Chiropsalmus sp.</i>	medusa	18%	0%	0%	0%
<i>Stomolophus sp.</i>	medusa 2	0%	0%	4%	0%
<i>Hyporthodus niplobles</i>	mero manchado	0%	0%	4%	0%
<i>Rypticus nigripinnis</i>	mero manchas amarillas	0%	9%	0%	4%
<i>Hyporthodus acanthistius</i>	mero rojo	0%	0%	4%	0%
<i>Gymnothorax equatorialis</i>	morena	36%	55%	19%	26%
<i>Xenichthys xanti</i>	ojón con punto	0%	0%	11%	11%
<i>Antholoba sp. 2</i>	papa	0%	18%	0%	7%
<i>Plumularia sp. 1</i>	parda verde	0%	0%	4%	0%
<i>n.i.</i>	pepino de mar	0%	0%	0%	4%
<i>Paralabrax callaensis</i>	perela	9%	0%	0%	0%
<i>Hoplunnis pacifica</i>	pez alambre	0%	0%	0%	4%
<i>Bollmannia sp.</i>	pez carnada	9%	27%	7%	4%
<i>Hypsoblennius paytensis</i>	pez carnada 2	0%	0%	7%	0%
<i>Nicholsina denticulata</i>	pez carnada 3	0%	0%	0%	15%
<i>Trichiurus lepturus</i>	pez cinta	0%	0%	7%	11%
<i>Diplectrum sp. 1</i>	pez cola punta naranja	64%	36%	52%	74%
<i>Fistularia corneta</i>	pez corneta	0%	0%	7%	0%
<i>Diodon holacanthus</i>	pez globo	0%	0%	4%	0%
<i>n.i.</i>	pez lobo	0%	0%	0%	4%
<i>Alphestes multiguttatus</i>	pez lobo 2	0%	9%	4%	11%
<i>Alphestes immaculatus</i>	pez lobo 3	0%	0%	4%	11%

<i>Lophiodes caularis</i>	pez sapo	9%	27%	19%	15%
<i>Umbrina xanti</i>	polla	0%	0%	37%	37%
<i>Octopus mimus</i>	pulpo	0%	27%	7%	7%
<i>Octopus chierchiae</i>	pulpo con manchas	0%	0%	4%	7%
<i>Myliobatis sp</i>	raya águila	9%	0%	4%	0%
<i>Raja velezi</i>	raya bruja	0%	0%	4%	0%
<i>Raja equatorialis</i>	raya ecuatorial	18%	9%	7%	0%
<i>Narcine entemedor</i>	raya eléctrica	9%	0%	0%	7%
<i>Pristigenys serrula</i>	san juan	9%	0%	0%	0%
<i>Pseudupeneus grandisquamis</i>	san pedro	64%	9%	85%	78%
<i>Apogon pacificus</i>	san pedro 2	45%	36%	26%	22%
<i>Sphoeroides sechurae</i>	tamborin	27%	18%	41%	19%
<i>Sphoeroides lobatus</i>	tamborin 2	0%	0%	67%	81%
<i>Sphoeroides sp. 1</i>	tamborin sin espinas	0%	0%	19%	26%
<i>Urotrygon sp.</i>	tapadera	64%	55%	15%	22%
<i>Urotrygon chilensis</i>	tapadera con manchas	0%	9%	7%	33%
<i>Urobatis tumbesensis</i>	tapadera tigre	0%	9%	0%	0%
<i>Lepidochelys olivacea</i>	tortuga golfina	0%	0%	4%	0%
<i>Plumularia sp. 2</i>	trigo	0%	0%	4%	4%
n.i.	trigo 2	0%	0%	0%	4%
<i>Deckertichthys aureolus</i>	trompudo	9%	0%	7%	19%
<i>Eucinostomus sp.</i>	trompudo 2	0%	0%	30%	37%
<i>Crucibulum scutellatum</i>	univalvo 2.1	0%	0%	0%	4%
<i>Synodus evermanni</i>	zorra	91%	91%	48%	44%

**Anexo 10. Comparación de las tallas registradas según el sexo de las especies *Penaeus californiensis* (expresado en mm) y del *Etropus ectenes* (expresado en cm) para cada experimento**

Experimento	Especie	Sexo	Red	Promedio	SD	Comparación de medias (p valor)	Significancia
<b>EXP 1</b>	<i>Penaeus californiensis</i>	H	RM - I	30.68	2.90	0.13	n.s
			RT	30.29	3.25		
		M	RM - I	27.68	2.25	0.01	**
			RT	27.11	2.26		
	<i>Etropus ectenes</i>	H	RM - I	19.05	0.94	0.99	n.s
			RT	19.32	1.15		
M		RM - I	18.04	1.08	0.58	n.s	
		RT	18.06	1.12			
<b>EXP 2</b>	<i>Penaeus californiensis</i>	H	RM - II	29.95	2.47	0.00	**
			RT	29.06	2.42		
		M	RM - II	27.61	1.98	0.00	**
			RT	26.96	1.88		
	<i>Etropus ectenes</i>	H	RM - II	19.04	1.26	0.00	**
			RT	18.45	1.20		
M		RM - II	17.57	1.13	0.06	n.s	
		RT	17.41	1.05			

H = hembra, M= macho; n.s = no significativo, \*significativo (p<0.05), \*\*muy significativo (p<0.01)



## Anexo 11. Materiales usados en la construcción de la red modificada

Elemento de la red	Ubicación	Tamaño de malla	Diámetro	Material / Configuración
Paño	Cuchilla, alas, cielo	60 mm	1.3 mm	PE trenzado romboidal
Paño	Túnel	50 mm	1.3 mm	PE trenzado romboidal
Paño	Antecopo	36 mm	1.4 mm	PE trenzado romboidal
Paño	Copo	25.4 mm		PA multifilamento romboidal
Paño	Túnel (malla cuadrada) *	5 cm	3 mm	PA multifilamento trenzado cuadrado
Paño	Túnel (malla cuadrada) **	10 cm	2.5 mm	PE multifilamento trenzado cuadrado
Cabo	Margen de malla cuadrada		9 mm	PP torcido (Z)
Cabo	Relinga superior e inferior		12.7 mm	Polida torcido (Z)
Cadena	Relinga inferior		12.7 mm	Acero
Flotadores	Relinga superior			R6

\* Red Modificada I

\*\* Red Modificada II

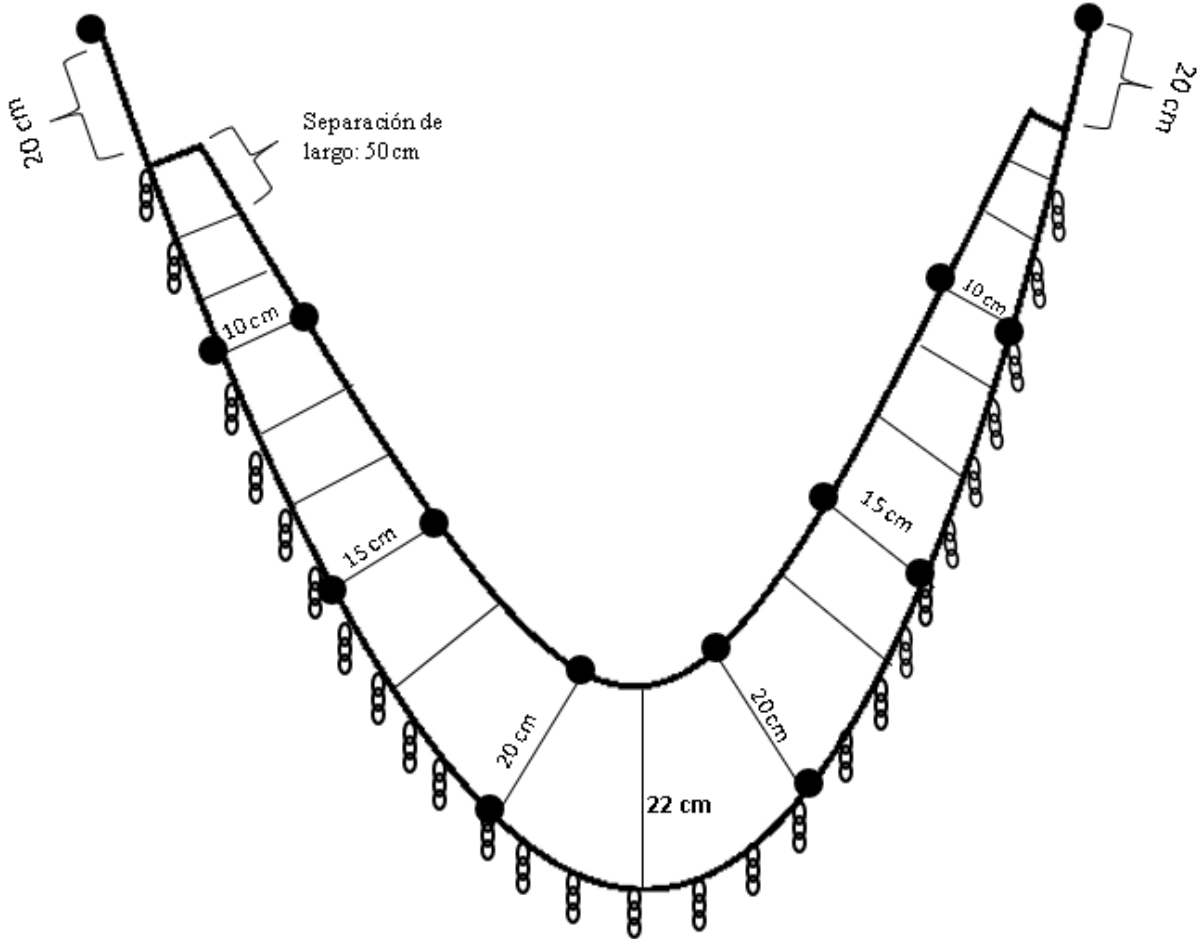
## Anexo 12. Características generales de las embarcaciones utilizadas en las comparaciones

EMBARCACIÓN	ESLORA	MANGA	PUNTAL	MARCA	HP
MILAGRO DE YAVE	8.5	3.1	1.4	NISSAN	100
CRISTO VIENE	8.5	3.4	1.3	NISSAN	80
SEÑOR DE LOS MILAGROS	8.7	3.5	1.5	NISSAN	170
JEHOVA ES MI PASTOR	9.4	3.3	1.3	NISSAN	150
LUZ MARINA	7.7	2.8	1.8	NISSAN	90

## Anexo 13. Ventana de malla cuadra de la RM-I (A) y de la RM -II (B)



Anexo 14. Esquema de la doble relinga inferior de la red modificado



**Anexo 15. Fotografía de la toma de información en campo (A) y gabinete (B)**



**Anexo 16. Fotografía de la captura con el uso de la RM - II**

