

Pesca fantasma y su impacto en los ecosistemas marinos de San Mateo, Jaramijó y Crucita

Ghost fishing and its impact on the marine ecosystems of San Mateo, Jaramijó and Crucita

Urdánigo Zambrano Juan Pablo¹ * 
Universidad Técnica Estatal de Quevedo

Baque Macías Isidro Walther² 
Montecristi, Ecuador

Vivas Urdánigo Emilio José³ 
Nueva Loja, Ecuador

Zambrano Mero Génesis Jahaira⁴ 
Quevedo, Ecuador

Fecha recepción: 15 de junio de 2020

Fecha aceptación: 16 de julio de 2020

© 2020 Universidad de Córdoba. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution License, que permite el uso ilimitado, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que el autor original y la fuente se acreditan.

¹ Magister, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, docente investigador/Grupo Biología de la Conservación/Facultad de Ciencias Ambientales, Quevedo, Ecuador jurdanigo@uteq.edu.ec, 0000-0002-8972-0279.

² Magister, Unidad Educativa fiscal Siglo XXI "Dr. Daniel Acosta Rosales", docente, Montecristi, Ecuador isidro.baque@educacion.gob.ec, 0000-0002-2599-9776

³ Magister, Universidad Técnica Estatal Amazónica, docente/Facultad Ciencias de la Vida, Nueva Loja, Ecuador ej.vivasu@uea.edu.ec, 0000-0003-3562-15045

⁴ Ingeniera, Consultora Ambiental Independiente, Quevedo, Ecuador genjazme@gmail.com, 0000-0002-1651-1046

RESUMEN

La pesca fantasma es uno de los principales problemas de contaminación por residuos; además, pueden continuar capturando especies comerciales y no comerciales incluso sin ser aprovechados por los pescadores, la investigación tuvo como objetivo evaluar el impacto de la pesca fantasma en los ecosistemas marinos de San Mateo, Jaramijó, y Crucita. Se aplicaron 150 encuestas a pescadores artesanales para describir los artes de pesca, se consultaron dos bases de datos: (1) embarcaciones activas y artes de pesca; (2) número de anzuelos de palangre y anzuelos perdidos. Con el propósito de estimar la similitud entre artes de pesca y embarcaciones de los tres sitios de estudio, se aplicaron técnicas de asociación lineal (Regresión lineal), análisis multivariados de proximidad (NMDS) y pruebas multivariadas como ANOSIM y PERMANOVA. El arte de pesca más utilizado es el palangre (58%), seguido de la red de enmalle de fondo (9%). La flota pesquera artesanal de Crucita, Jaramijó y San Mateo está compuesta principalmente por botes de fibra de vidrio (94%), madera (2%) con eslora de 8.24 m; manga 1.94 m; puntal 0.98 m. Los pescadores pueden perder hasta un máximo de 2 paños de red y entre 0 a 11 anzuelos por faena de pesca respectivamente. Las redes de enmalle pueden alcanzar una mortalidad de 5.305.560 individuos al cabo de 12 meses; mientras que el trasmallo podría alcanzar al tercer mes un total de 99.324 individuos.

PALABRAS CLAVE: Tasa de mortalidad, palangre, red de enmalle, red trasmallo, STELLA

ABSTRACT

Ghost fishing is one of the main waste pollution problems; Furthermore, they can continue to catch commercial and non-commercial species even without being taken advantage of by fishermen. The objective of the research was to evaluate the impact of ghost fishing on the marine ecosystems of San Mateo, Jaramijó, and Crucita. 150 surveys were applied to artisanal fishermen to describe the fishing gear, two databases were consulted: (1) active vessels and fishing gear; (2) number of longline hooks and hooks lost. In order to estimate the similarity between fishing gear and vessels from the three study sites, linear association techniques (Linear Regression), multivariate proximity analysis (NMDS) and multivariate tests such as ANOSIM and PERMANOVA were applied. The most used fishing gear is the longline (58%), followed by the bottom gillnet (9%). The artisanal fishing fleet of Crucita, Jaramijó and San Mateo is composed mainly of fiberglass boats (94%), wood (2%) with a length of 8.24 m; beam 1.94 m; depth 0.98 m. Fishermen can lose up to a maximum of 2 pieces of net and between 0 to 11 hooks per fishing trip respectively. Gillnets can reach a mortality of 5,305,560 individuals after 12 months; while the trammel could reach a total of 99,324 individuals by the third month.

KEYWORDS: Mortality rate, longline, gillnet, trammel net, STELLA

INTRODUCCIÓN

En América Latina la pesca artesanal marítima favorece a la seguridad alimentaria mediante el acceso de una nutrición balanceada, reducción de la pobreza, desarrollo rural; además, de ser el medio de sustento para las comunidades pesqueras. En este contexto, la pesca artesanal es realizada en el Océano Pacífico por más de 2 millones de pescadores, se estima que en América Latina y el Caribe la pesca artesanal alcanzó 18.1 millones de toneladas en el año 2006, obteniendo una producción anual de más de 2.5 millones de toneladas anuales con un valor estimado en 3000 millones de dólares (OLDEPESCA, 2011).

En Ecuador la pesca artesanal genera alrededor de 1000 millones de dólares anuales en exportaciones y provee más de 120000 puestos de trabajo, entre sus características más notorias es de pequeña escala generalmente se desarrolla dentro de las primeras 8 millas, en el país existen aproximadamente 87.278 pescadores artesanales distribuidos en 234 caletas pesqueras, siendo el puerto de San Mateo unos de los cinco más importantes a nivel nacional (MAGAP, 2010). No obstante, a pesar de la importancia de este sector de la economía, este ha sufrido problemas históricos como crecimiento en el número

de embarcaciones (pesca de libre acceso), falta de acceso a créditos, falta de acceso a tecnologías de artes de pesca (Campbell et al., 1991); en consecuencia, el sector pesquero artesanal ecuatoriano no se encuentra desarrollado en su potencialidad. Los artes de pesca perdidos o abandonados en los océanos, mares y aguas continentales del mundo se constituyen en uno de los principales problemas de contaminación por residuos; en consecuencia los artes de pesca abandonados pueden continuar capturando especies comerciales y no comerciales, incluso sin ser aprovechados por los pescadores, este fenómeno es llamado pesca fantasma (Breen, 1987). Agravando la problemática en la actualidad los artes de pesca son de origen sintético como plástico, monofilamento, vinilo (Moore, 2008); en consecuencia, los artes de pesca abandonados/perdidos pueden persistir mayor tiempo en el medio acuático generando impactos negativos en el ambiente (Lively & Good, 2018).

En relación con lo expuesto en el párrafo anterior, las causas de la pérdida o abandono de los artes de pesca pueden incluir (1) factores ambientales adversos como clima, tormentas; (2) enredo con otras artes de pesca; (3) las condiciones de las artes de pesca ya que estas pueden estar rotas, envejecidas. Como resultado de la pesca

fantasma se ha identificado que las redes abandonadas o perdidas pueden pescar entre 67 a 100 kg de pescado/día con tasas de mortalidad entre el 73 – 100% con intervalos de captura entre dos meses a 20 años (Lively & Good, 2018). En consecuencia, los artes de pesca abandonados o perdidos son fuente de basura marina los cuales pueden afectar a la vida marina al (1) enredarse y provocar problemas de ingestión en cetáceos, tortugas marinas, aves marinas, peces y crustáceos; (2) favorecer la invasión de especies exóticas; (3) alteración de la comunidad béntica; (4) daño del hábitat del coral y arrecifes (Figuerola-Pico et al., 2016). En este contexto, la investigación tiene como finalidad evaluar la incidencia ambiental de la pesca fantasma producida por la flota pesquera artesanal de las caletas pesqueras de San Mateo, Jaramijó y Crucita.

1. MATERIALES Y MÉTODOS.

1.1. Población y muestra

En la construcción del diseño de investigación se trabajó con la totalidad de las embarcaciones activas (1408) registradas en por la Subsecretaría de

Recursos Pesqueros para el año 2020. La identificación de los artes de pesca se los realizó mediante técnicas de observación directa en inspecciones a las embarcaciones y sus artes de pesca; además, se utilizó la base de datos provista por la Subsecretaría de Recursos Pesqueros filtrando la información por tipos artes de pesca y embarcaciones activas. La proporción de abandono o pérdida de las artes y aparejos de pesca artesanales fue estimada mediante: (1) entrevistas a presidentes de los gremios pesqueros artesanales y pescadores artesanales; (2) revisión bibliográfica de la base de datos de la Subsecretaría de Recursos Pesqueros de la Pérdida de anzuelos a bordo de embarcaciones artesanales con periodo del 2008 al 2011. Los daños ambientales ocasionados por mortalidad de la pesca fantasma fueron estimados mediante la ecuación propuesta por Matsuoka et al., (2005):

$$Nm = Eg \cdot m \quad (1)$$

Donde:

Eg es el número de artes de pesca fantasma en una operación de pesca

m es la tasa de mortalidad por pesca fantasma por arte de pesca durante un periodo de tiempo (Tabla 1)

Tabla 1. Tasas de mortalidad de pesca fantasma

Autores	Año	Arte de pesca	Largo red (m)	Alto red (m)	Tamaño ojo malla (mm)	Pesca Objetivo	Mortalidad estimada por arte (número) ⁱ	Duración de la mortalidad (días) [†]	País
Kaiser et al., (1996)	1996	Red de enmalle	90	3	100	Peces	226 (334)	70 (141)	UK
		Trasmallo	90	2.7	100 (interior) 600 (exterior)	Crustáceos Peces	839 (1823) 78 (321)	136 (586) 22 (328)	
Erzini et al., (1997)	1997	Red de enmalle	100	2.1 [‡]	60	Peces (incluido crustáceos)	344 (319)	120 (57)	Portugal
		Trasmallo	100	1.7 [‡]	60 (interior) 110 (exterior)	Peces (incluido crustáceos)	221 (267)	120 (148)	
Nakashima & Matsuoka, (2004)	2003	Red de enmalle	72	2.3	60 to 99	Peces	455	142	Japón
Sancho et al., (2003)	2003	Red de enmalle	50	3.6	280	Peces	4.7 (4.4) [§]	224 (180)	España
Santos et al., (2003)	2003	Red de enmalle	53	5.4	81	Peces	87.6 (84) [§]	248 (30)	Portugal
Humborstad et al., (2003)	2003	Red de enmalle	27.5	5.1	180	Peces	(815-1217 kg) ^{†,††}	365 ^{‡‡}	Noruega
						Peces	(341-523 kg) ^{†,††}	365 ^{§§}	
Nakashima & Matsuoka, (2005)	2005	Red de enmalle	16	2.3	67 to 90	Peces	191	365	Japón

Fuente: (Nakashima & Matsuoka, 2005)

1.2. Análisis estadístico

Los datos obtenidos en el estudio fueron ordenados en una hoja de cálculo en Excel; luego, la descripción de los artes de pesca artesanales y las características de las embarcaciones fueron procesadas mediante técnicas descriptivas. Para comparar la similitud de los artes de pesca entre las caletas pesqueras se empleó el análisis de Escalamiento Multidimensional No Métrico (NMDS) con distancia Bray-

Curtis; además, para identificar la homogeneidad de las artes de pesca entre caletas pesqueras se aplicó una prueba ANOSIM con distancia Bray-Curtis. Se utilizó un análisis de Correlación Lineal Simple para identificar la relación lineal entre la cantidad de anzuelos del arte de pesca y la cantidad de anzuelos perdidos; además, se aplicó un Análisis de la Varianza en el que el factor de estudio fueron los años de monitoreo y la variable

respuesta la cantidad de anzuelos perdidos. También se aplicó un análisis NMDS con distancia Euclídea para determinar si los años de monitoreo tienen similitud o no con las pérdidas de los artes de pesca. Todos los estadísticos y gráficos fueron realizados en el programa R Project (R Core Team, 2014) y R Studio (RStudio Team, 2005) con la paquetería ggplot2 (Wickham, 2016). Finalmente, el modelo de simulación del impacto ambiental de la pesca fantasma fue elaborado en el programa STELLA (Isee Systems, 2005).

2. RESULTADOS

2.1. Artes de pesca

Los puertos pesqueros artesanales de San Mateo, Jaramijó y Crucita emplean artes/y/o aparejos de pesca con base en: (1) la pesca objetivo; (2) fase lunar; (3) periodos de veda, (4) capacidad y autonomía de pesca, entre otros. Del total de embarcaciones registradas para los tres puertos pesqueros artesanales (1300), el arte de pesca más utilizado por la flota

pesquera artesanal es palangre de superficie con una frecuencia total de 58%; no obstante, los pescadores artesanales emplean en menor medida red de enmalle de fondo (9%), red de enmalle superficie / palangre o espinel superficie (Alternan el uso de los artes de pesca; 7%); red de enmalle superficie (5%); palangre o espinel de fondo (5%) (Tabla 2).

En la caleta pesquera artesanal de Crucita el arte de pesca más utilizado es la red de enmalle de fondo (50%), pudiendo variar entre Red de enmalle de fondo / trasmallo fondo (14%); red de enmalle de superficie (12%) y red de enmalle de fondo (8%). La flota pesquera artesanal de Jaramijó predomina el uso del palangre de superficie (39%), el uso alternado de red de enmalle superficie / palangre o espinel superficie palangre (17%) y el Palangre o espinel de fondo (10%). Al contrario de las anteriores caletas pesqueras, la flota pesquera artesanal con base en San Mateo emplea casi en su totalidad el palangre o espinel superficie (95%) con una mínima utilización de del arte de pesca Palangre o espinel de fondo (2%) (Tabla 2).

Tabla 2. Descripción de las Artes de pesca de las caletas San Mateo, Jaramijó y Crucita

Arte Pesca				
	Crucita	Jaramijó	San Mateo	Total general
Palangre o espinel de fondo	0%	10%	2%	5%
Palangre o espinel de fondo / palangre o espinel superficie	0%	3%	0%	1%
Palangre o espinel superficie	0%	39%	95%	58%
Palangre o espinel superficie / línea de mano con potera	0%	0%	0%	0%
Palangre o espinel superficie / palangre o espinel de fondo	0%	4%	0%	2%
Palangre o espinel superficie / red de enmalle de fondo	0%	1%	0%	0%
Palangre o espinel superficie / red de enmalle superficie	0%	8%	0%	3%
Red de cerco "rizo"	0%	1%	0%	0%
Red de enmalle de fondo	50%	3%	1%	9%
Red de enmalle de fondo / palangre o espinel superficie	7%	0%	0%	1%
Red de enmalle de fondo / red de enmalle superficie	1%	0%	0%	0%
Red de enmalle de fondo / trasmallo fondo	14%	2%	0%	3%
Red de enmalle superficie	12%	7%	1%	5%
Red de enmalle superficie / palangre o espinel superficie	1%	17%	0%	7%
Trasmallo fondo	8%	2%	1%	2%
Trasmallo fondo / palangre o espinel de fondo	0%	0%	0%	0%
Trasmallo fondo / palangre o espinel superficie	0%	1%	0%	0%
Trasmallo fondo / red de enmalle de fondo	6%	2%	0%	2%
Trasmallo fondo / red de enmalle superficie	0%	1%	0%	0%
Total general	100%	100%	100%	100%

Fuente: Subsecretaría de Recursos Pesqueros.

Adaptado: Isidro Walther Baque

2.2. Pesca objetivo

La pesca objetivo que caracteriza a las caletas pesqueras de Crucita, Jaramijó y San Mateo son los Peces Pelágicos Grandes con un 78%, seguidos en menor

proporción (18%) por los Peces Demersales por lo que los desembarques relacionados a los tres puertos pesqueros artesanales se compongan de picudo *Tetrapturus audax*, banderón *Istiophorus*

greyi, albacora *Thunnus obesus*, bonito *Sarda orientalis* y perela *Paralabrax humeralis*, corvina de roca *Brotula clarkae*, murico *Epinephelus niphobles*, colorado *Lutjanus colorado*, camotillo *Diplectrum maximun*, cabezudo *Caulolatilus affinis*, mero *Epinephelus marginatus* entre otras. La flota pesquera de la caleta pesquera de Crucita tiene como pesca objetivo los peces

demersales (61%). En contraste con la flota artesanal de Crucita, la flota de Jaramijó captura principalmente peces pelágicos grandes (71%) y peces demersales (16%). De la misma manera, flota pesquera de San Mateo emplea artes de pesca dirigidos a la pesca de pelágicos grandes (97%) y en menor proporción peces demersales (3%) (Tabla 3).

Tabla 3. Pesca Objetivo de las caletas San Mateo, Jaramijó y Crucita

Pesca Objetivo				
	Crucita	Jaramijó	San Mateo	Total general
Crustáceos	7%	1%	0%	2%
Crustáceos / Peces Bentónicos	0%	1%	0%	0%
Crustáceos / Peces Demersales	4%	1%	0%	1%
Crustáceos / Peces Demersales	0%	0%	0%	0%
Crustáceos / Peces Demersales / Peces Bentónicos	0%	0%	0%	0%
Crustáceos / Peces Demersales / Peces Pelágicos Grandes	2%	0%	0%	0%
Crustáceos / Peces Pelágicos Grandes	0%	1%	0%	0%
Crustáceos / Peces Pelágicos Grandes / Peces Demersales	0%	0%	0%	0%
Peces Bentónicos	0%	0%	0%	0%
Peces Bentónicos / Crustáceos	0%	0%	0%	0%
Peces Demersales	61%	16%	3%	18%
Peces Demersales / Camarón	13%	2%	0%	3%
Peces Demersales / Peces Pelágicos Grandes	0%	0%	0%	0%
Peces Pelágicos Grandes	13%	71%	97%	73%
Peces Pelágicos Grandes / Crustáceos	0%	0%	0%	0%
Peces Pelágicos Grandes / Peces Demersales	0%	5%	0%	2%
Peces Pelágicos Pequeños	0%	0%	0%	0%
Total general	100%	100%	100%	100%

Fuente: Subsecretaría de Recursos Pesqueros.
Adaptado: Isidro Walther Baque

2.3. Material del casco de las embarcaciones artesanales

Las caletas pesqueras de San Mateo, Jaramijó y Crucita emplean embarcaciones de diferentes materiales, no obstante, los materiales más comunes son Fibra de Vidrio, Madera y construcciones mixtas de Madera/Fibra De Vidrio. La flota pesquera artesanal de Crucita está compuesta

mayoritariamente por embarcaciones de fibra de vidrio (98%); mientras, las embarcaciones de Jaramijó son de material Fibra de Vidrio (92%) y Madera/Fibra De Vidrio (4%); de la misma manera, la flota pesquera de San Mateo está compuesta por embarcaciones de Fibra de Vidrio 95% y Madera/Fibra De Vidrio (4%) (Tabla 4).

Tabla 4 Material del casco de las flotas pesqueras de las caletas San Mateo, Jaramijó y Crucita

Material del Casco				
	Crucita	Jaramijó	San Mateo	Total general
Fibra De Vidrio	98%	92%	95%	94%
Madera	0%	3%	1%	2%
Madera/Fibra De Vidrio	2%	4%	4%	4%
Total general	100%	100%	100%	100%

Fuente: Subsecretaría de Recursos Pesqueros.
Adaptado: Isidro Walther Baque

2.4. Capacidad de almacenamiento y propulsión

Las embarcaciones de las caletas pesqueras de San Mateo, Jaramijó son las de mayor tamaño con una eslora con rangos entre 8.29 a 8.49 m de eslora; mientras, las embarcaciones de Crucita son de menor tamaño (7.54 m). Consecuentemente, la

capacidad de almacenamiento de las embarcaciones de San Mateo y Jaramijó es mayor, el tonelaje de registro neto (TRN) registra valores entre 2.38 a 2.66 Ton. respectivamente; pudiendo estas tener propulsión (motores) desde 25 a 480 HP (Tabla 5).

Tabla 5 Almacenamiento y propulsión de las flotas pesqueras artesanales de San Mateo, Jaramijó y Crucita

Caletas	Eslora	Manga	Puntal	TRN	TRB	Máx. de HP	Mín. de HP
Crucita	7.54	1.76	0.76	1.77	2.78	85	40
Jaramijó	8.49	2.02	0.95	2.66	5.59	480	25

San Mateo	8.29	1.93	1.09	2.38	4.47	480	23
Total general	8.24	1.94	0.98	2.39	4.63	480	23

Fuente: Subsecretaría de Recursos Pesqueros.

Adaptado: Isidro Walther Baque

2.5. Análisis de similitud de artes de pesca en las caletas pesqueras

El análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) realizado a los artes de pesca de las caletas pesqueras de estudio, indica la formación de tres grupos: el primero representado por la caleta pesquera Crucita, el segundo por

la caleta pesquera Jaramijó y el tercer grupo por la caleta San Mateo (Strees: 0.2001; R^2 eje 1: 0.9288 y eje 2: 0.1181), estos criterios son importantes ya que se determina que las agrupaciones no son al azar, lo que permite determinar que las existe diferencias en la utilización de los artes de pesca entre caletas (Figura 1).

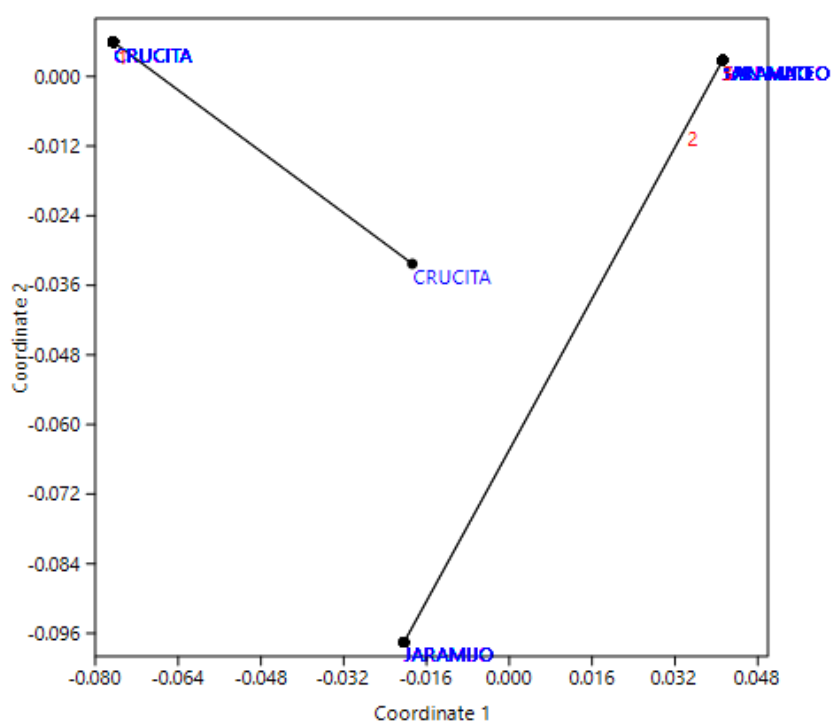


Figura 1. Mapa de coordenadas NMDS Artes de pesca y caletas pesqueras

El análisis de similitud no paramétrico ANOSIM indicó que existen diferencias

estadísticas significativas en el empleo de los artes de pesca entre las caletas

pesqueras ($p=0.0001$). El Coeficiente de Determinación del modelo es moderado ($R: 0.62$) lo cual indica que el 62% de los registros de los artes de pesca pueden explicar la varianza total; no obstante, las artes de pesca de las caletas Crucita, Jaramijó y San Mateo se encuentran fuertemente correlacionadas; mientras, los artes de pesca de San Mateo y Jaramijó tienen una correlación baja (Tabla 6).

Tabla 6. Matriz de Coeficiente de Determinación

	Crucita	Jaramijó	San Mateo
Crucita		0,8891	0,9899
Jaramijó	0,8891		0,0126
San Mateo	0,9899	0,0126	

Los armadores de embarcación encuestados (150) señalaron utilizar más

frecuentemente redes de enmalle de fondo con un 41%, seguido por las redes de trasmallo de fondo 36%; mientras, los armadores indicaron utilizar la red de enmalle de superficie 23%. En este contexto, los armadores artesanales utilizan un máximo de 20 paños de red en redes de enmalle de fondo y trasmallos de fondo respectivamente; mientras, la cantidad máxima de paños de red utilizados en el arte de pesca red de enmalle de superficie fueron 8. Como consecuencia de las operaciones de pesca, los pescadores indicaron que por faena de pesca pueden perder entre 0 y 2 paños de red (Tabla 7).

Tabla 7. Redes perdidas, olvidadas y descartadas por la flota pesquera artesanal de San Mateo, Jaramijó y Crucita

Tipos de redes	Pase de malla (mm)	Cantidad de paños por embarcación	Paños perdidos	Paños olvidados	Paños descartados
Enmalle de fondo	1862	20*	2*	0	0
Enmalle de superficie	1778	8*	1*	0	0
Trasmallo de fondo	1100	20*	2*	0	0

Elaborado: Isidro Walther Baque

Cantidad máxima de paños por embarcación, paños perdidos, paños olvidados y descartados (*)

2.6. Análisis de correlación y regresión lineal simple Redes perdidas

Existe relación lineal alta significativa (0.69; $p=0.0001$) entre la cantidad de paños del arte de pesca red y la cantidad de paños perdidos en las operaciones de pesca; en el

que, la ecuación del modelo de regresión fue $y = 0.0715x + 0.0595$ (Figura 2).

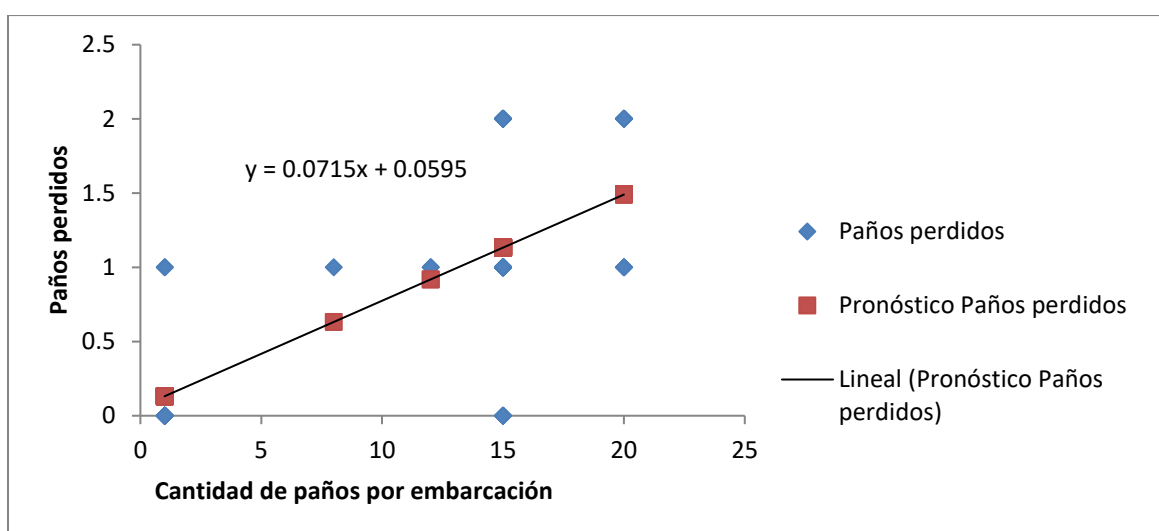


Figura 2. Curva de regresión ajustada de cantidad de paños de red y pronóstico de paños perdidos

2.7. Análisis de Similitud de Redes perdidas

Existe similitud entre los paños de las artes de pesca y los paños perdidos, el valor de la prueba Strees señala que los datos tienen una regular representación en dimensiones

reducidas (Strees=0.039); además, la prueba ANOSIM determinó que el modelo de similitud fue significativo ($p=0.0001$) (Figura 3).

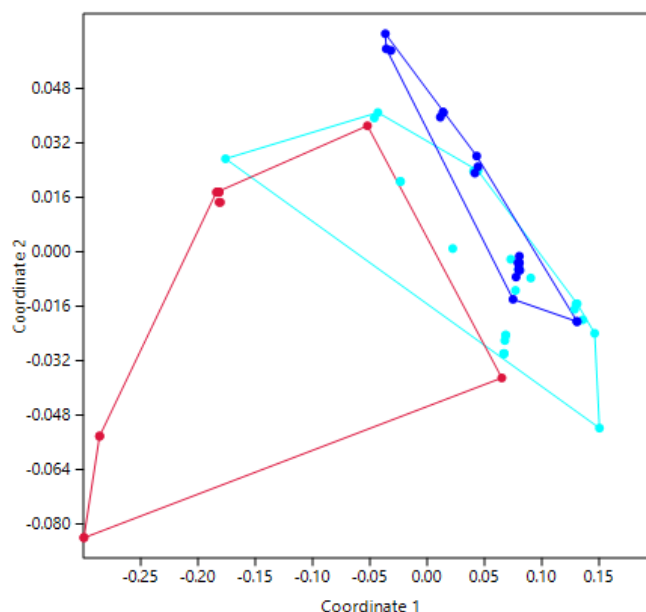


Figura 3. Análisis NMDS de pérdida de paños perdidos en redes de pesca

2.8. Análisis de la varianza PERMANOVA de Redes perdidas

Existen diferencias significativas en la pérdida de paños de red entre artes de pesca ($p=0.0001$; $F=52.4$); se identifica

dos grupos homogéneos, el primero conformado por las redes de pesca trasmallo de fondo y red de enmalle de fondo y el segundo grupo por red de enmalle de superficie (Tabla 8).

Tabla 8. Matriz de significancia de paños perdidos por tipos de redes

	Enmalle de fondo	Red de enmalle de superficie	Trasmallo de Fondo
Enmalle de fondo		0,0001	0,5969
Red de enmalle de superficie	0,0001		0,0001
Trasmallo de Fondo	0,5969	0,0001	

2.9. Anzuelos perdidos del periodo 2008 al 2011

Se analizó un total de 994 observaciones en embarcaciones con arte de pesca Palangre en donde se determinó que por cada lance

del arte de pesca se pierde 5 ± 6.05 anzuelos; esto indica que existe alta variación en la pérdida de los anzuelos (Min. 1 – Max. 22); no obstante, la mediana señala que existe la pérdida de 3

anzuelos; mientras la moda determina que el número de anzuelos que más se pierde es 1. En los años de monitoreo se pudo determinar que el año de mayor registro de anzuelos perdidos fue 2009 con una media

de 7 anzuelos y un máximo de 22 anzuelos perdidos por lance; mientras, el año de menor registro de anzuelos perdidos fue el año 2010 con un promedio de 4 y máximo 11 anzuelos perdidos por lance (Figura 4).

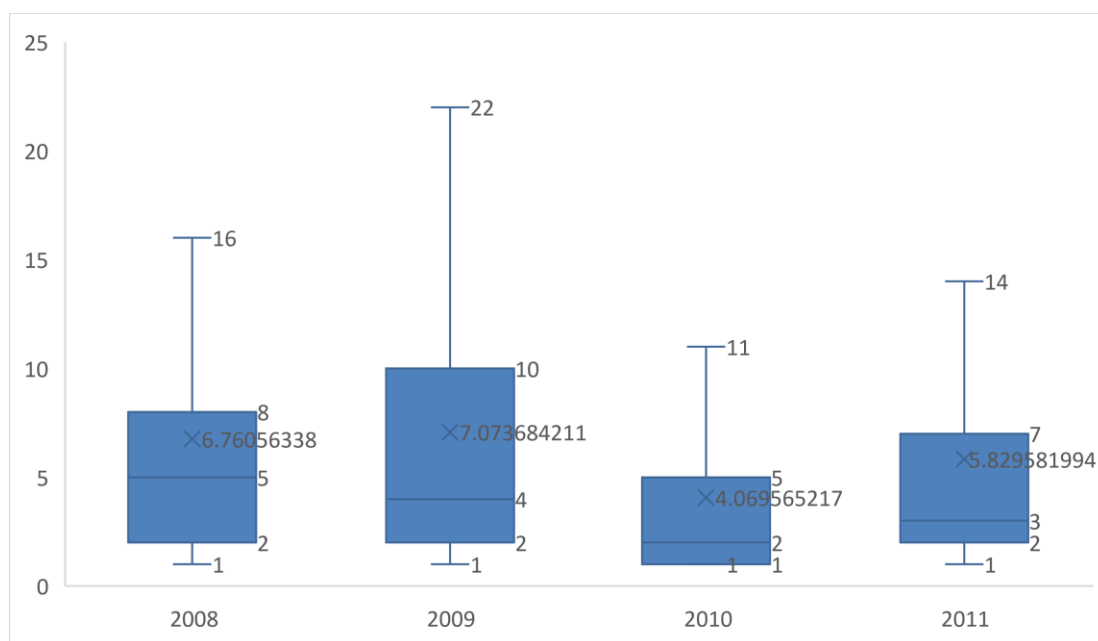


Figura 4 Estadística descriptiva de pérdida de cantidad anzuelos perdidos del periodo 2008 al 2011

2.10. Análisis de Correlación y Regresión de anzuelos perdidos del periodo 2008 al 2011

El análisis de correlación lineal simple señala que existe una relación lineal baja significativa (0.325; $p=0.0001$) entre la

cantidad de anzuelos del arte de pesca y la cantidad de anzuelos perdidos en las operaciones de pesca; en el que, la ecuación del modelo de regresión es $y = 0.005x + 2.8426$ (Figura 5).

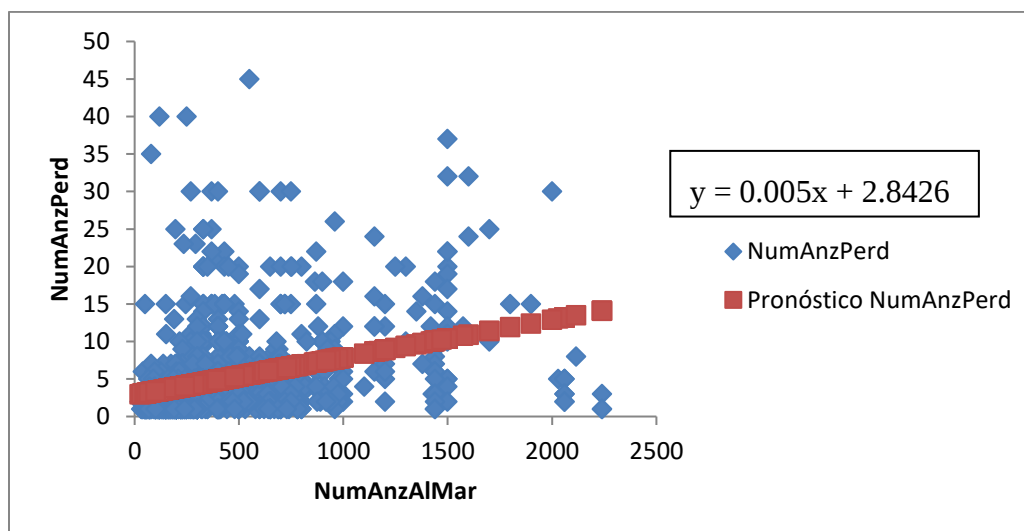


Figura 5. Curva de regresión ajustada de cantidad de anzuelos perdidos y pronóstico de anzuelos perdidos del periodo 2008 al 2011

2.11. Análisis de similitud de anzuelos perdidos del periodo 2008 al 2011

El análisis NMDS indica que existe similitud entre los años de monitoreo de las observaciones de anzuelos perdidos, el valor de la prueba Strees señala que los

datos tienen una excelente representación en dimensiones reducidas (Strees=0.0001569); además, la prueba ANOSIM determinó que el modelo de similitud fue significativo ($p=0,0001$) (Figura 6).

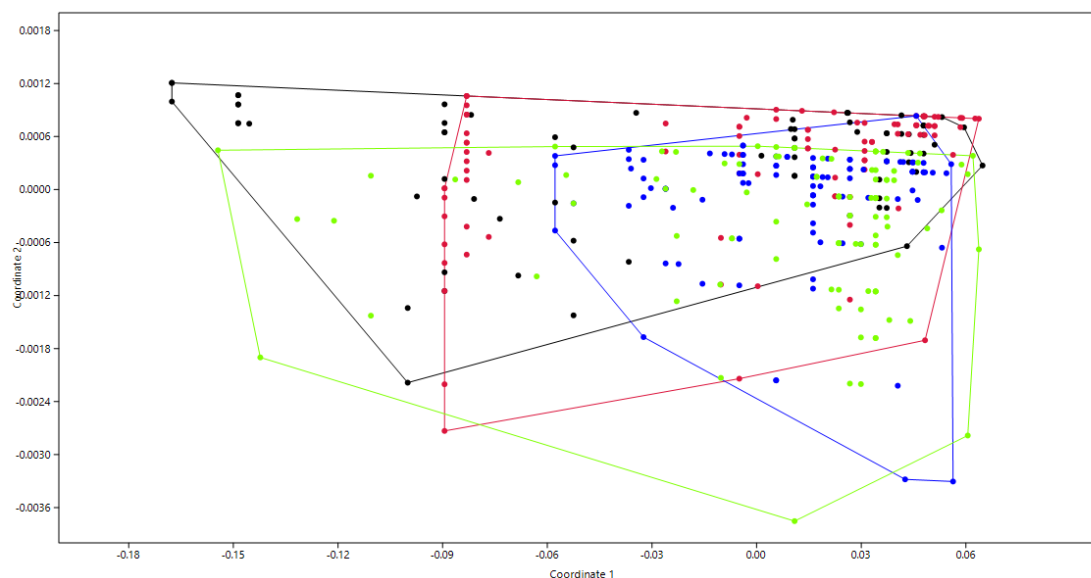


Figura 6. Análisis NMDS de cantidad de anzuelos perdidos en el periodo 2008 al 2011

2.12. Análisis de la varianza PERMANOVA de anzuelos perdidos del 2008 al 2011

El análisis PERMANOVA determinó que existen diferencias significativas en la pérdida de anzuelos en el periodo 2008 al

2009 ($p=0.0001$; $F=8.136$); se identifican dos grupos homogéneos, el primero conformado por los años 2009, 2010 y 2011 y el segundo por el año 2008 (Tabla 9).

Tabla 9 Matriz de significancia de anzuelos perdidos del periodo 2008 - 2011

	2008	2009	2010	2011
2008		0,0217	0,0001	0,0004
2009	0,0217		0,0522	0,1222
2010	0,0001	0,0522		0,8647
2011	0,0004	0,1222	0,8647	

2.13. Daños Ambientales Ocasionados Por La Pesca Fantasma

La cuantificación de los daños ambientales de la pesca fantasma con el arte de pesca Red de enmalle se determinó con el uso de las variables del arte de pesca descritas por Nakashima & Matsuoka (2005) las cuales tienen similitudes en longitud, altura, ojo de malla con las artes de pesca de las caletas pesqueras de estudio; además, se empleó la tasa de mortalidad calculada de pesca fantasma (191 individuos) en

periodo de tiempo de mortalidad por pesca de 356 días (Figura 7). El modelo matemático señala que, en el primer mes con tres salidas de faena de pesca, las artes de pesca fantasma de las 192 embarcaciones que utilizan Red de Enmalle habrán capturado 408.120 individuos y acumulado 5.305.560 individuos al cabo de 12 meses.

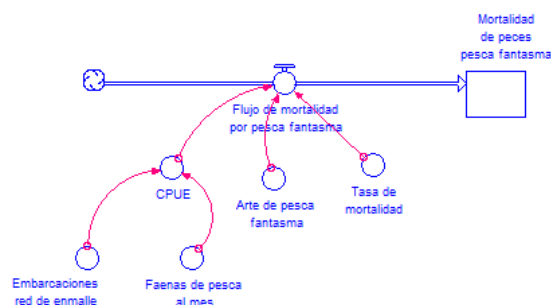


Figura 7. Modelo conceptual de cuantificación de la mortalidad de peces por pesca fantasmas con redes de Enmalle

La mortalidad por pesca fantasma de la Red Trasmallo fue estimada con las variables del arte de pesca y de tasas de mortalidad descritas por Erzini et al., (1997) debido a su similitud (largo, alto y apertura de ojo de malla) con las artes de pesca utilizadas en las caletas Crucita, Jaramijó y San Mateo. La tasa de mortalidad por pesca fantasma calculada para la red Trasmallo

fue de 267 individuos en un periodo de tiempo de 120 días (Erzini et al., 1997). El modelo aditivo indica que con 31 embarcaciones dedicadas al arte de pesca Trasmallo, en el primer mes las artes de pesca fantasma alcanzan a capturar 24.831 individuos mientras al alcanzar el tercer mes acumularían un total de 99.324 individuos (Figura 8).

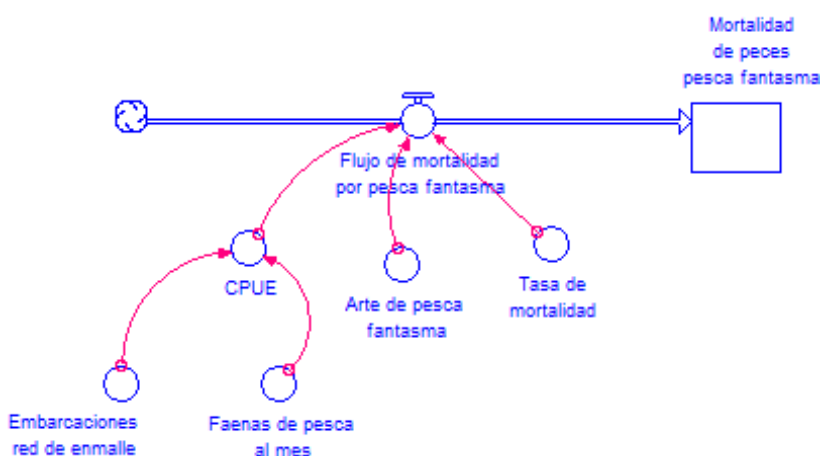


Figura 8. Modelo conceptual de cuantificación de la mortalidad de peces por pesca fantasma con redes Trasmallo

3. DISCUSIÓN

La flota pesquera de las tres caletas emplea frecuentemente el arte de pesca artesanal palangre de superficie, seguido de redes de enmalle y trasmallos; resultados similares reportaron Herrera et al., (2013) quienes identificaron que las redes de enmalle y trasmallo de superficie y de fondo son los artes de pesca más utilizados por los pescadores artesanales de la provincia de Manabí. Investigadores como Osejos et al.,

(2017) determinan que las artes de pesca más utilizados en el puerto pesquero de Puerto López provincia Manabí son el trasmallo de superficie, trasmallo de fondo y espinel de superficie y de fondo respectivamente, estos resultados guardaron similitud con la descripción de los artes de pesca de las caletas de Crucita, Jaramijó y San Mateo.

De la misma manera Abo-Tubikh et al., (2013) señalan que los artes de pesca

artesanales de la provincia de Manabí consisten principalmente de anzuelos, líneas de anzuelo y redes y dependiendo de los meses del año los artes de pesca pueden variar, existiendo dos épocas: la primera de noviembre a abril dirigido a la pesca del pez Dorado (*Coryphaena hippurus*); mientras, la segunda época de mayo a octubre dirigido al pez Bonito (*Thunnus obesus*). Además, como resultado de la investigación se pudo determinar que existe asociación estadística de los artes de pesca de las caletas de Jaramijó y San Mateo pudiendo estar relacionado a las especies objetivos y sus características espacio temporales, distribución geográfica, comportamientos, altura del arte de pesca, tiempo de caldo de las redes (Gray et al., 2005).

En lo que respecta a las características de los materiales de fabricación de los botes pesca artesanal, en el estudio se pudo determinar que la flota pesquera artesanal de Crucita, Jaramijó y San Mateo está compuesta principalmente por botes de fibra de vidrio (94%), madera (2%) con las siguientes dimensiones promedio: eslora promedio de 8.24 m; manga 1.94 m; puntal 0.98 m; estos resultados guardan similitud con lo reportado por Herrera et al., (2013b) quienes determinaron que los botes

pesqueros artesanales de las caletas pesqueras de San Mateo y Jaramijó son ligeramente más grandes en comparación a los botes de Crucita.

Existe una proporción muy alta de pescadores artesanales que utilizan redes de enmalle y trasmallos en sus actividades, se estima que el 41% y 36% de los pescadores artesanales utilizan estos artes de pesca respectivamente y que a consecuencia de las operaciones de pesca los pescadores pueden perder hasta un máximo de 2 paños de red. Agravando lo expuesto, las redes de enmalle son altamente eficaces en la captura de peces, en los fondos rocosos, estas redes pueden mantener una configuración casi horizontal con un ligero perfil vertical cuando se golpean con las rocas (Carr, 1988). No obstante, el periodo de tiempo en que la red de enmalle puede seguir pescando es limitado, investigaciones realizadas por Queirolo & Gaete (2014) estimaron que las capturas de peces descendían a partir de las 33 hasta los 156 días. En consecuencia, de la importancia de las redes de enmalle y trasmallos en la pesca fantasma, investigadores han estimado porcentajes de mortalidad ya sea en número de individuos o biomasa capturada, en este sentido Matsuoka et al.

(2005) identificaron tasas de mortalidad por artes de pesca.

El arte de pesca palangre de superficie y de fondo es el más utilizado por los pescadores artesanales, este arte de pesca en sus operaciones puede ocupar entre 300-900 anzuelos y por cada operación de pesca se puede perder entre 0 a 11 anzuelos; autores como Yıldız & Karakulak (2016) señalan que los pescadores en Turquía pierden un promedio anual de 2.7 km de palangre; la pérdida de fracciones del palangre con anzuelos se puede dar por conflictos con otros artes de pesca, por la forma del fondo del lecho marino, vandalismo y mamíferos (Ayaz et al., 2004). Aunque la pérdida de palangres o secciones de este arte de pesca es muy frecuente, los impactos de la pesca fantasma de este arte de pesca no han sido bien investigados, sin embargo los porcentajes de mortalidad por pesca fantasma son probablemente bajos en comparación a la mortalidad que presentan las redes y trampas, ya que solo ocurre en los organismos que son atrapados por los anzuelos (Lively & Good, 2018).

CONCLUSIONES

El arte de pesca mayormente utilizado en las caletas pesqueras es el palangre de superficie (58%); seguido en menor

medida por red de enmalle de fondo (9%), red de enmalle superficie / palangre o espinel superficie (7%); red de enmalle superficie y palangre o espinel de fondo ambos con el 5% respectivamente. Las embarcaciones de la caleta Crucita utilizan más frecuentemente la red de enmalle de fondo (50%); mientras, las caletas San Mateo y Jaramijó utilizan el palangre de superficie con un 95 y 39% respectivamente.

Se determinó que existen diferencias estadísticas significativas en la similitud de los artes de pesca entre las caletas pesqueras ($p=0.0001$); sin embargo, las artes de pesca que utiliza la flota pesquera artesanal de la caleta Crucita es similar a las de Jaramijó y San Mateo; no obstante, San Mateo y Jaramijó presentan una baja similitud en los artes de pesca utilizados debido que en Jaramijó los artes de pesca son más variados en comparación a las otras caletas pesqueras.

Las flotas pesqueras del área de estudio utilizan con mayor frecuencia redes de enmalle de superficie, redes de enmalle de fondo y trasmallo de fondo; presentaron pérdidas de paños de red entre 0 a 2 paños de red de 60 a 100 metros de largo y 2.5 a 6 metros de alto, con apertura de ojo de malla entre 1100 a 1862 mm. La cantidad de paños de las redes presentaron y la

pérdida de paños presenta una correlación alta y significativa (0.69; $p=0.0001$).

La pérdida de paños de red presenta similitud entre el tipo de redes, la prueba ANOSIM indicó similitudes entre la red de enmalle de superficie y la red de enmalle de fondo; mientras, la red trasmallo de fondo presentó similitudes con la red de enmalle de fondo. El análisis de la varianza PERMANOVA determinó diferencias estadísticas significativas ($p=0.0001$) entre los tipos de redes de pesca y la pérdida de paños, se identificaron dos grupos homogéneos el primero conformado por red de enmalle de fondo y trasmallo de fondo y el segundo grupo conformado por red de enmalle de superficie.

El arte de pesca Palangre presenta un promedio de pérdida de 5 anzuelos por lance, mientras más frecuentemente la pérdida de anzuelos fue de 1 anzuelo por lance. Se determinó una alta correlación entre la cantidad de anzuelos del palangre y la pérdida de los anzuelos. Además, al analizar la serie de tiempo de las observaciones de pérdidas de anzuelos se identificó dos grupos homogéneos siendo

el año 2009 el de mayor pérdida de anzuelos.

Los daños ambientales en términos de pesca fantasma en la captura de especies de peces del arte de pesca red de enmalle se estimó en la captura de 408.120 individuos en el primer mes y 5.305.560 individuos al cabo de 12 meses, resultados que guardan relación con la cantidad de embarcaciones pesqueras que utilizan este arte (192) y viajes de pesca en el mes (3). En contraste, los daños ambientales por pesca fantasma del arte de pesca trasmallo son menores en comparación a la red enmalle, se estimó que los artes de pesca fantasma en el primer mes capturan un aproximado de 24.831 individuos y al alcanzar el tercer mes acumularían un total de 99.324 individuos.

REFERENCIAS

- [1]. Abo-Tubikh, N. A. S., Project - Senescyt, P., Ciencias, F., & Mar, D. (2013). *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies* 2014; 2(2): 47-54 Status and improvement of artisanal fisheries in Manabi province, Ecuador: a case study. www.fisheriesjournal.com
- [2]. Ayaz, A., Ünal, V., & Ozekinci, U. (2004). An Investigation on the Determination of Amount of Lost Set Net Which Cause to Ghost Fishing in Izmir Bay. *Ege Journal Fisheries and*

- Aquatic Sciences*, 21, 35–38.
<https://doi.org/10.12714/egejfas.2004.21.1.5000156965>
- [3]. Breen, P. A. (1987). Mortality of Dungeness Crabs Caused by Lost Traps in the Fraser River Estuary, British Columbia. *North American Journal of Fisheries Management*, 7(3), 429–435.
[https://doi.org/10.1577/1548-8659\(1987\)7<429:MODCCB>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8659(1987)7<429:MODCCB>2.0.CO;2)
- [4]. Campbell, R. J., Fallows, I., Scott, J., Ortiz, T., Rodríguez, T., & Mora, T. (1991). Una revisión del sector pesquero artesanal en el Ecuador y los factores de consideración para su desarrollo. *Boletín Científico y Técnico*, 11(8), 89.
- [5]. Carr, H. A. (1988). Long term assessment of a derelict gillnet found in the Gulf of Maine. *OCEANS '88. "A Partnership of Marine Interests". Proceedings*, 984–986.
<https://doi.org/10.1109/OCEANS.1988.794933>
- [6]. Erzini, K., Monteiro, C. C., Ribeiro, J., Santos, M. N., Gaspar, M., Monteiro, P., & Borges, T. C. (1997). An experimental study of gill net and trammel net\ghost fishing\off the Algarve (southern Portugal). *Marine Ecology Progress Series*, 158, 257–265.
- [7]. Figueroa-Pico, J., Mero-Del Valle, D., Castillo-Ruperti, R., & Macías-Mayorga, D. (2016). Marine debris: Implications for conservation of rocky reefs in Manabi, Ecuador (Se Pacific Coast). *Marine Pollution Bulletin*, 109(1), 7–13.
- [8]. Gray, C. A., Broadhurst, M. K., Johnson, D. D., & Young, D. J. (2005). Influences of hanging ratio, fishing height, twine diameter and material of bottom-set gillnets on catches of dusky flathead *Platycephalus fuscus* and non-target species in New South Wales, Australia. *Fisheries Science*, 71(6), 1217–1228.
<https://doi.org/10.1111/j.1444-2906.2005.01086.x>
- [9]. Herrera, M., Castro, R., Coello, D., Saa, I., Elías, E., & Ferreyros, S. (2013a). Puertos, caletas y asentamientos pesqueros artesanales del Ecuador. In *Instituto Nacional de Pesca*.
https://www.researchgate.net/profile/Dialhy_Coello_Salazar/publication/310952145_Puertos_caletas_y_asentamientos_artesanales_en_la_costa_continental_del_Ecuador/links/5a1743384585155c26a78093/Puertos-caletas-y-asentamientos-artesanales-en-la-costa-contine
- [10]. Herrera, M., Castro, R., Coello, D., Saa, I., Elías, E., & Ferreyros, S. (2013b). *Puertos, caletas y asentamientos pesqueros artesanales en la costa continental del Ecuador*. Instituto Nacional de Pesca.
- [11]. Humborstad, O.-B., Løkkeborg, S., Hareide, N.-R., & Furevik, D. M. (2003). Catches of Greenland halibut (*Reinhardtius hippoglossoides*) in deepwater ghost-fishing gillnets on the Norwegian continental slope. *Fisheries Research*, 64(2–3), 163–170.
- [12]. Isee Systems. (2005). *System Thinking for education and research*.
<https://www.iseesystems.com/store/products/stella-online.aspx>
- [13]. Kaiser, M. J., Bullimore, B., Newman, P., Lock, K., & Gilbert, S. (1996). Catches in\ghost fishing\set nets. *Marine Ecology Progress Series*, 145, 11–16.
- [14]. Lively, J. A., & Good, T. P. (2018). Ghost fishing. In *World Seas: An Environmental Evaluation Volume III: Ecological Issues and Environmental Impacts* (Second Edi). Elsevier Ltd.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805052-1.00010-3>
- [15]. MAGAP. (2010). *Censo Pesquero*. Censo Pesquero Nacional.
<http://acuaculturaypesca.gob.ec/subpesca401-censo-pesquero-registra-243-comunidades-pesqueras.html>

- [16]. Matsuoka, T., Nakashima, T., & Nagasawa, N. (2005). A review of ghost fishing: scientific approaches to evaluation and solutions. *Fisheries Science*, 71(4), 691–702. <https://doi.org/10.1111/j.1444-2906.2005.01019.x>
- [17]. Moore, C. J. (2008). Synthetic polymers in the marine environment: A rapidly increasing, long-term threat. *Environmental Research*, 108(2), 131–139. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2008.07.025>
- [18]. Nakashima, T., & Matsuoka, T. (2004). Ghost-fishing ability decreasing over time for lost bottom-gillnet and estimation of total number of mortality. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries (Japan)*.
- [19]. Nakashima, T., & Matsuoka, T. (2005). Ghost-fishing mortality and fish aggregation by lost bottom-gillnet tangled around fish aggregation device. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries (Japan)*.
- [20]. OLDEPESCA. (2011). *PESQUERÍAS EN PEQUEÑA ESCALA EN LOS ESTADOS MIEMBROS DE OLDEPESCA: SERVICIOS DE EXTENSIÓN Y ENTRENAMIENTO EN COSTA RICA, ECUADOR, PERÚ Y MÉXICO* (FAO (ed.); Primera, Vol. 1). FAO. <http://www.fao.org/3/a-i0997s.pdf>
- [21]. Osejos, M., Merino, M., & Merino, M. (2017). Incidencia de la pesca artesanal en la contaminación de la Playa del Cantón Puerto López, de la Provincia de Manabí - Ecuador. *Rev. Inst. Investig. Fac. Minas Metal Cienc. Geogr.*, 20(40). <https://doi.org/https://doi.org/10.15381/iigeo.v20i40.14385>
- [22]. Queirolo, D., & Gaete, E. (2014). Estudio experimental de pesca fantasma por redes de enmalle en Laguna Verde Valparaíso, Chile. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 42(5), 1189–1193. <https://doi.org/10.3856/vol42-issue5-fulltext-22>
- [23]. R Core Team. (2014). *R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing*. <https://www.r-project.org/>
- [24]. RStudio Team. (2005). *RStudio Open source & professional software for data science teams - RStudio*. <https://rstudio.com/>
- [25]. Sancho, G., Puente, E., Bilbao, A., Gomez, E., & Arregi, L. (2003). Catch rates of monkfish (*Lophius* spp.) by lost tangle nets in the Cantabrian Sea (northern Spain). *Fisheries Research*, 64(2–3), 129–139.
- [26]. Santos, M. N., Saldanha, H. J., Gaspar, M. B., & Monteiro, C. C. (2003). Hake (*Merluccius merluccius* L., 1758) ghost fishing by gill nets off the Algarve (southern Portugal). *Fisheries Research*, 64(2–3), 119–128.
- [27]. Wickham, H. (2016). *Create Elegant Data Visualisations Using the Grammar of Graphics ggplot2*. 2016. <https://ggplot2.tidyverse.org/>
- [28]. Yıldız, T., & Karakulak, F. S. (2016). Types and extent of fishing gear losses and their causes in the artisanal fisheries of Istanbul, Turkey. *Journal of Applied Ichthyology*, 32(3), 432–438. <https://doi.org/10.1111/jai.13046>