

VARIACIÓN DE LA CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO (CPUE) DE LA PESCA ARTESANAL Y SU SUSTENTABILIDAD EN RELACIÓN CON LAS VARIABLES AMBIENTALES EN EL PACÍFICO COLOMBIANO

CATCH PER UNIT OF EFFORT (CPUE) VARIATION AND SUSTAINABILITY OF ARTISANAL FISHING IN RELATION TO ENVIRONMENTAL VARIABLES IN COLOMBIAN PACIFIC

González Camilo, Jairo Alberto; Gamboa-García, Diego Esteban; Duque, Guillermo

Jairo Alberto González Camilo

albgonzalezcam@unal.edu.co

Universidad Nacional de Colombia [Palmira, Colombia], Colombia

Diego Esteban Gamboa-García

degamboag@unal.edu.co

Facultad de Ciencias Agrarias, Grupo de Investigación Ecología y Contaminación Acuática (ECONACUA), Universidad Nacional de Colombia, [Palmira, Colombia], Colombia

Guillermo Duque

gduquen@unal.edu.co

Facultad de Ingeniería y Administración, Universidad Nacional de Colombia, [Palmira, Colombia], Colombia

Revista de Investigación Agraria y Ambiental

Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia

ISSN: 2145-6097

ISSN-e: 2145-6453

Periodicidad: Semestral

vol. 14, núm. 2, 2024

riaa@unad.edu.co

Recepción: 04 Noviembre 2022

Aprobación: 16 Marzo 2023

Publicación: 20 Junio 2023

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/130/1304312010/>

DOI: <https://doi.org/10.22490/21456453.6452>

<https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/about>

Resumen: Contextualización: la pesca artesanal en el Pacífico colombiano se posiciona como una de las principales fuentes de ingresos de las comunidades asentadas en las costas. Por eso existe una fuerte presión en los recursos pesqueros, con artes de pesca poco selectivos como el trasmallo y la línea de anzuelo de mano, ya que capturan individuos que no se han reproducido y que pertenecen a capturas incidentales y de descarte.

Vacío de investigación: en el Pacífico colombiano no se ha explorado las relaciones espaciotemporales entre las capturas de objetivo y las de descarte, en la pesca artesanal, según las variables ambientales.

Propósito del estudio: evaluar la dinámica espaciotemporal de la captura por unidad de esfuerzo [CPUE] y la sustentabilidad de la pesca artesanal asociada a las variables ambientales, en la bahía de Tumaco [Pacífico colombiano], con el fin de valorar sus impactos ambientales.

Metodología: se realizaron cuatro muestreos a lo largo del año 2020 y 2021, dos en época seca y dos en época de lluvia, con los artes de pesca trasmallo y línea de anzuelo de mano en las áreas interna y externa; asimismo se realizaron muestras de variables físico-químicas.

Resultados y conclusiones: dentro de la captura de objetivo, las familias *Ariidae* y *Sciaenidae* fueron las más representativas; *Pristigasteridae* y *Gerreidae* lo fueron en la pesca incidental; y *Engraulidae* y *Cynoglosidae*, en el descarte. Con el anzuelo, 94.60 % fue captura de objetivo, 3.90 %, incidental y 1.48 % perteneció al descarte; con trasmallo, 49.07 % fue descarte, 41.78 % fue captura objetivo y 9.15 % fue captura incidental. El trasmallo capturó individuos de menor tamaño (17.49 ± 4.26 cm), lo cual puede indicar que es un arte poco selectivo al no respetar las tallas mínimas de captura. La CPUE total fue mayor con el anzuelo de mano (8.84 ± 5.42 kg h⁻¹). Las variables de salinidad, sólidos totales disueltos y transparencia presentaron



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

CÓMO CITAR: González, J., Gamboa-García, D. y Duque, G. (2023). Variación de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de la pesca artesanal y su sustentabilidad en relación con las variables ambientales en el pacífico colombiano. Revista de Investigación Agraria y Ambiental 14(2), 189 - 215. <https://www.doi.org/10.22490/21456453.6452>

una correlación negativa con la captura por unidad de esfuerzo total en el trasmallo, mientras que con anzuelo presentaron una asociación positiva. Se recomienda regular el uso de trasmallo en el área interna de la bahía y en época de lluvias, ya que captura especies comerciales juveniles que, luego, se descartan.

Palabras clave: pesca a pequeña escala, rendimiento pesquero, artes de pesca, soberanía alimentaria, estuario tropical.

Abstract: **Contextualization:** artisanal fishing in the Colombian Pacific is positioned as one of the main sources of income for the communities settled on the coasts; therefore, there is a strong pressure on fishing resources, with non-selective fishing gears such as the trammel netting and the hand linehook, capturing individuals that have not experienced any reproductive events and that belong to incidental and discard fishery.

Knowledge gap: in the Colombian Pacific, the spatiotemporal relationships have not been explored between target and discard fishing, according to the environmental variables.

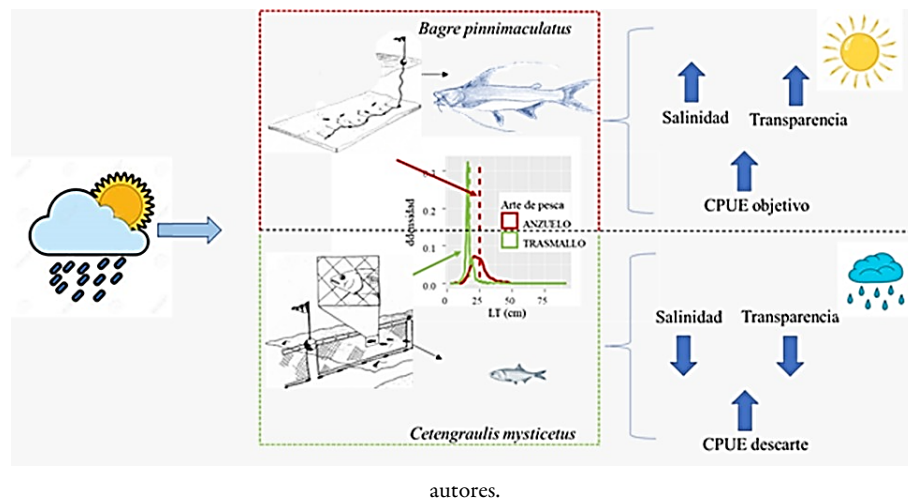
Purpose: evaluate the spatiotemporal dynamics of catch per unit of effort [CPUE] and the sustainability of artisanal fishing associated with environmental variables, in Tumaco Bay [Colombian Pacific], to value their environmental impact.

Methodology: four samplings were conducted throughout the year 2020 and 2021, two in the dry season and two in the rainy season, with the trammel and hand hook line fishing gears in the internal and external zone of the Tumaco bay. Samples of physical-chemical variables were carried out.

Results and conclusions: within the target catch, the families *Ariidae* and *Sciaenidae* were the most representative, *Pristigasteridae* and *Gerreidae* in the bycatch and *Engraulidae* and *Cynoglossidae* in the discard. With the hand hook line, 94.60% was target catch, 3.90% bycatch and 1.48% belonged to discard; while with trammel netting, 49.07 % was discarded, 41.78 % was target catch and 9.15 % was bycatch. The trammel net caught smaller individuals (17.49 ± 4.26 cm), which may indicate that it is a little selective gear as it does not respect the minimum catch sizes. The total catch per unit of effort was higher with the hand hook fishing gear (8.84 ± 5.42 kg h⁻¹). The variables of salinity, total dissolved solids and transparency presented a negative correlation with the total catch per unit of effort in the trammel net, while with the hook they presented a positive association. It is recommended to regulate the use of trammel nets in the internal area and in the rainy season due to the fishing gear captures juvenile commercial species that are discarded.

Keywords: small-scale fisheries, fishing yield, fishing gear, food sovereignty, tropical estuary.

RESUMEN GRÁFICO



autores.

1. INTRODUCCIÓN

La pesca artesanal marina y de subsistencia aportan aproximadamente el 80 % del pescado fresco que se consume en Colombia (Villanueva et al., 2016) y son el principal medio de sostenimiento de las poblaciones de pescadores asentadas en las costas del país (Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE], 2020). La producción total constituye aproximadamente 60 % de la pesca en el país y se realiza principalmente en Buenaventura, Tumaco, Guapi y Bahía Solano (Borda y Cruz, 2004). Dado a la alta dependencia socioeconómica de la pesca en estos territorios, se han desarrollado estrategias de áreas marinas protegidas para salvaguardar los servicios ecosistémicos asociados a la pesca (Duque et al., 2018). Sin embargo, existe una fuerte presión sobre los recursos pesqueros debido a las artes de pesca que no respetan tallas, la pesca incidental excesiva y la sobreexplotación de los recursos pesqueros, lo cual genera un impacto ecológico y económico afectando la sustentabilidad de la pesca (World Wide Fund for Nature [WWF], 2020).

Algunas de las especies de peces objetivo en las faenas de pesca artesanal [en el Pacífico colombiano] son el ñato (*Notarius troschelii*), el róbalo o gualajo (*Centropomus armatus*) y el barbinche (*Bagre panamensis*) (Servicio Estadístico Pesquero Colombiano [SEPEC], 2020). Estos recursos pesqueros son capturados mediante las principales artes de pesca artesanal, de las cuales 95 % corresponde a redes de enmalle (trasmallos) y el restante 5 % se compone de diferentes formas, entre ellas la pesca con anzuelo (Casanova-Rosero et al., 2015). Sin embargo, estas artes de pesca ejercen presiones negativas sobre los ecosistemas marinos puesto que son poco selectivas en el tamaño de los recursos capturados, afectando la disponibilidad en el futuro y por ende generando un impacto económico para los pescadores (Martínez-Viloria et al., 2006).

Adicionalmente, a pesar de que se consideran artes de pesca con alta efectividad por su captura de biomasa, requieren un alto esfuerzo pesquero puesto que las faenas pueden presentar una duración mayor a doce horas (Benavides y Hernández, 2014). Por esta razón, se hace necesario evaluar el rendimiento por medio de la captura por unidad de esfuerzo [CPUE], la cual se utiliza como medida de eficiencia económica y como índice de abundancia. Esta se representa generalmente en kilogramos de biomasa capturada por esfuerzo (kg/día u horas de faena) (SEPEC, 2020).

La CPUE a nivel mundial se ha usado con las unidades kg h^{-1} principalmente. No obstante, la unidad de esfuerzo puede utilizar medidas como el número de buques, días-barco, lances en redes de enmalle o de palangre, o el número de horas de anzuelo, arrastre o red de enmalle. Así mismo, la comparabilidad entre artes de pesca y sitios, mediante la CPUE, se ha discutido puesto que se debe realizar un monitoreo en el

cual se mantengan constantes las artes de pesca, los pescadores y las embarcaciones para evitar el sesgo de dicha información (Morgan & Burgess, 2005). Por otra parte, existen indicadores de desempeño pesquero como el porcentaje de pesca objetivo, incidental y de descarte, teniendo en cuenta que hay un total capturado del cual el descarte representa lo que se devuelve al mar, la pesca incidental son individuos con menor valor económico o demanda y la pesca objetivo muestra el conjunto de especies que se tiene la intención de capturar (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura Y La Alimentación [FAO], 1997).

El porcentaje de descarte puede representar una presión pesquera sobre las especies marinas y los hábitats y ecosistemas marinos. Por ejemplo, los peces juveniles que por su tamaño no son de interés comercial hacen parte de la pesca de descarte y son devueltos al mar, la mayoría de veces muertos (Crean & Symes, 1994). Esto puede tener consecuencias socioeconómicas y ecológicas al generar pérdidas en la pesca potencial para consumo humano, generando repercusiones económicas para los habitantes que dependen de la pesca como fuente principal de ingresos (WWF, 2020) y afectando la soberanía alimentaria de los pescadores. A nivel ecológico, la captura de peces juveniles implica que estos no han tenido eventos reproductivos, repercutiendo en el tamaño poblacional y en el desempeño ecológico de la población, lo cual puede tener un impacto en el ecosistema (Narváez et al., 2012). De esta forma, la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP, 2013) propone las tallas mínimas de captura para que los animales capturados estén por encima de las tallas medias de madurez, lo cual puede contribuir a que al menos el 50 % de los individuos hayan presentado eventos reproductivos.

Desde el punto de vista ecosistémico, el ambiente, la comunidad de organismos y su interacción pueden afectar los rendimientos pesqueros (Defeo, 2015). Por ejemplo, las variables fisicoquímicas y de calidad del agua [como nitritos, nitratos, sólidos disueltos totales, pH, oxígeno disuelto y temperatura] pueden afectar la biomasa e intervenir en el conjunto de peces capturados, lo que varía de acuerdo con la zona y la época climática (Duque et al., 2020, 2021), y, de manera indirecta, puede influir sobre los porcentajes de captura y sobre la biomasa de interés comercial.

Debido a las implicaciones ecológicas y socioeconómicas que causa la sobreexplotación de los recursos pesqueros y la importancia que tiene la pesca artesanal como fuente de subsistencia para los habitantes del Pacífico colombiano, el objetivo de este estudio fue evaluar la dinámica de la captura por unidad de esfuerzo [CPUE] y la sustentabilidad de la pesca artesanal asociada a las variables ambientales en la bahía de Tumaco, en el Pacífico colombiano.

Se espera que las faenas de pesca en la zona estuarina tengan un mejor desempeño en la CPUE de objetivo, incidental y descarte; pues, debido a que son zonas con mayores variaciones fisicoquímicas en el agua, poseen gran diversidad y una alta producción biológica, por lo cual el desarrollo de diversas poblaciones y la riqueza en recursos pesqueros es mayor. En cuanto a los artes de pesca, puede haber una mayor CPUE total con el uso del trasmallo, debido a que es menos selectivo, mientras que la mayor CPUE de objetivo se puede obtener mediante el anzuelo. Finalmente, se espera que debido a que el estuario se presentan fluctuaciones muy fuertes en las variables fisicoquímicas del agua, por los cambios en los regímenes de precipitación (Mondragón-Díaz et al., 2022), puede que existan algunas variables fisicoquímicas del agua que pueden afectar la distribución de las especies y repercutir en las capturas de los pescadores.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Área de estudio

La bahía de Tumaco se encuentra ubicada en el extremo sur de la costa Pacífica colombiana, en el departamento de Nariño, entre la latitud 1° 45' y 2° 00' N y la longitud 78° 30' y 78° 45' O, la cual comprende un área aproximada de 350 km². Se presenta una precipitación media anual de 3000 a 4000 mm (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM], 2010) y se divide en dos áreas claramente

diferenciadas: una de tipo oceánico al noroeste de la bahía, donde las profundidades son superiores a cuarenta metros, y una interna, de menores profundidades [0-10 m] (Rodríguez, 2011).

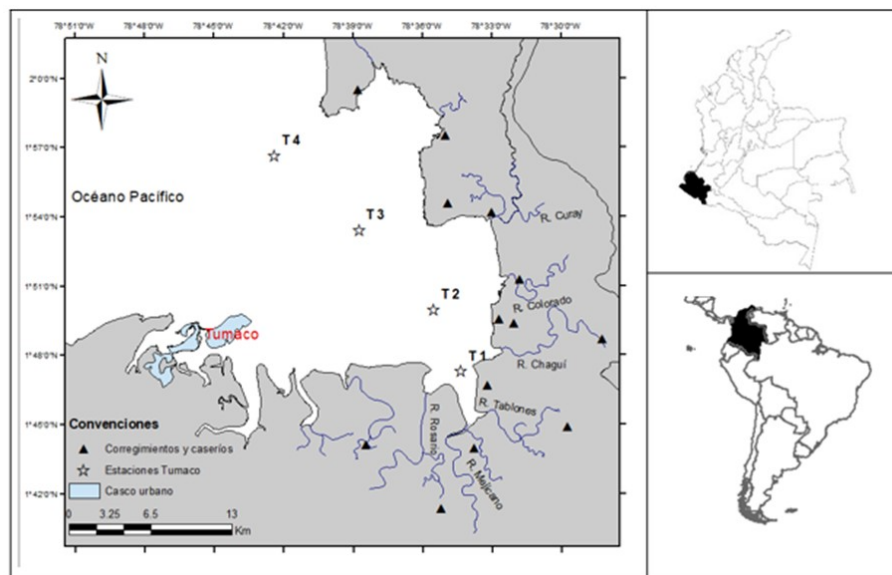


FIGURA 1.

Bahía de Tumaco: área de estudio y muestreo. La convención de estrellas representa los sitios de muestreo, T1 y T2 pertenecen al área interna y T3 y T4 al área externa de la bahía. autores.

2.2 Fase de campo

Se realizaron cuatro campañas de muestreo, durante el 2020 y 2021, para abarcar diferentes condiciones hidroclicmáticas. Se realizaron dos réplicas en época de lluvia [febrero-marzo] y dos en época seca [noviembre-diciembre] (Morales, 2003). Las muestras de los recursos pesqueros artesanales se obtuvieron mediante las artes de pesca artesanal conocidas como trasmallo y línea de anzuelo de mano en las zonas interna y externa de la bahía [Figura 1].

El trasmallo consta de redes agalleras hechas con fibras sintéticas, que se dejan sobre la columna de agua. Su principio de captura es por enmallamiento, facilitado por la construcción de paneles de redes sujetas a la misma cuerda con baja tensión, lo que le permite generar bolsas que facilitan la captura de individuos. Se utilizaron de 360 a 900 m de red, de profundidad 3 m, y con ancho de ojo de malla de 5 cm. En contraste, la línea de anzuelo de mano o palangre estuvo conformada por una línea principal de material sintético a la cual se fijan líneas secundarias separadas cada 1.5 m en cuyos extremos se colocan anzuelos (Bjoridal, 2005). Este palangre tuvo como objetivo los peces demersales, ya que los anzuelos y su carnada estuvieron suspendidos entre 1.2 y 2 m del fondo, en aguas de 7 m de profundidad. La carnada utilizada fue camarón pomadilla [*Protrachypene precipua*].

En cada sitio se registró el tiempo efectivo de pesca, mediante la hora de inicio y la hora final del lance. En cada sitio se tomaron tres réplicas, con un esfuerzo de un tercio de la cantidad total de paneles para el trasmallo, y 200 anzuelos de calibre 10. Para garantizar esfuerzos de pesca comparables, en cada sitio y época, se usaron el mismo aparejo de pesca y lancha con dos pescadores. Las capturas se estandarizaron por número de anzuelos y por tiempo de faena, obteniendo la captura por unidad de esfuerzo o CPUE (Rico-Mejía y Rueda, 2007). Adicionalmente, en las áreas de pesca se realizaron medidas in situ, por triplicado, de las variables fisicoquímicas del agua como: salinidad, transparencia, sólidos totales disueltos [TDS], temperatura, pH, OD [oxígeno disuelto] y % OD [porcentaje de saturación de oxígeno disuelto]. Los peces se almacenaron en frío y, posteriormente, se transportaron al laboratorio de peces de la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira.

2.3 Fase de laboratorio

Todos los peces fueron identificados y contados. Se determinó su longitud total, longitud estándar, peso y se identificó el estado de madurez sexual, cuando fue posible, con el objetivo de caracterizar la estructura de las poblaciones. La identificación taxonómica de los peces se realizó siguiendo las fichas de identificación certificadas. Adicionalmente, se usaron bases de datos FishBase (Froese & Pauly, 2022) y Smithsonian Tropical Research Institute (Robertson & Allen, 2015)

2.4 Tratamiento de datos

Se trabajó con las variables de rendimiento asignadas a la Captura por Unidad de Esfuerzo [CPUE] (kg h^{-1}) (Rico-Mejía y Rueda, 2007). Las capturas obtenidas por los pescadores artesanales se discriminaron así: totales, de objetivo, de descarte e incidentales. Como pesca de descarte se tomó la de los peces menores de 15 cm [longitud total] y como incidental, la de aquellos con alguna importancia económica que no acostumbran a ser capturados en la faena (Zambrano et al., 2018).

Se analizaron las tallas medias de captura [TMC] y las tallas medias de madurez [TMM] (Del Cid et al., 2015), y a través de un histograma se determinaron el porcentaje de individuos por debajo de la TMM usando el software R studio [R Core Team]. Adicionalmente, se realizó un análisis permutacional de varianza [PERMANOVA] (Molina et al., 2020), teniendo como fuente de variación la época, la zona [interna y externa de la bahía] y la interacción entre ambas. Para este análisis se utilizó el software PRIMER (Clarke & Gorley, 2015). Finalmente, se emplearon correlaciones por rango de Spearman, que permitieron verificar las asociaciones significativas entre los diferentes tipos de CPUE y el conjunto de las variables fisicoquímicas del agua (Martínez et al., 2009).

3. RESULTADOS

3.1 Caracterización de la fauna

Durante la época de muestreo se capturaron un total de 2335 individuos, con un total de 245.90 kg capturados, de los cuales 81.55 % fue captura de objetivo, 13.25 % fue descarte y 5.20 % incidental. Dentro de la captura objetivo se presentaron especies de 10 familias, de las cuales Ariidae y Sciaenidae fueron las de mayor contribución a la biomasa capturada. En la familia Ariidae, *Bagre pinnimaculatus* presentó 40.16 % del total de las capturas, con 98.76 kg, seguido por *Notarius troschelii* con 7.31 % y *Ariopsis simonsi* con 5.84 % [Tabla 1]; mientras que en la familia Sciaenidae predominó *Stellifer typicus*, con 6.94 kg [2.82 %], *Larimus argenteus* [2.23 %] y *Cynoscion squamipinnis* [2.1 %] del total de las capturas. Los individuos capturados de las familias restantes representaron 4.56 % del total capturado [Tabla 1].

Por otro lado, en la captura incidental se obtuvieron especies pertenecientes a ocho familias, siendo Pristigasteridae, Gerreidae y Haemulidae las más representativas con 1.65 %, 1.29 % y 1.27 % de la captura total, respectivamente. Del conjunto de la captura incidental, la especie *Ilishafuerthii* representó 29.32 %, *Diapterus brevirostris* 24.32 % y *Pomadasys branickii* 19.62 % (Tabla 1). Finalmente, en la pesca de descarte, las principales familias capturadas fueron *Engraulidae*, *Cynoglosidae* y *Ephippidae*, siendo *Engraulidae* la más representativa con 67.25 % de los 32.58 kg obtenidos en el descarte. De esta última familia, la especie *Cetengraulis mysticetus* fue la que presentó mayor captura, con 8.18 % del total de las capturas descarte [Tabla 1].

3.2 Distribución de las tallas de las capturas con relación a las tallas medias de madurez [TMM]

Durante 2020 y 2021 se obtuvieron 110 y 135.5 kg de peces, respectivamente, 75 % se capturó con anzuelo y 25 % con trasmallo para un total de 109 especies. Respecto a los tipos de pesca, con anzuelo 94.60 % fue de objetivo, 3.90 % fue incidental y 1.48 % perteneció al descarte; por otro lado, con el trasmallo, 49.07 % fue de descarte, 41.78 % fue de objetivo, mientras que 9.15 % fue incidental. Al realizar el análisis se pudo determinar que, en general, el arte de pesca con anzuelo captura los peces más grandes en longitud total [LT] [25.16 ± 7.59 cm], en comparación con el arte de pesca de trasmallo [17.49 ± 4.26 cm]. Esto puede indicar

que el arte de pesca de anzuelo puede tener menor impacto sobre el ecosistema al obtener individuos que hayan tenido eventos reproductivos [Figura 2A]. Adicionalmente, se observó que en el área externa de la bahía se obtuvieron individuos de mayor tamaño [23.39 ± 8.40 cm] que en el área interna [19.86 ± 5.57 cm] en las faenas con ambos artes de pesca [Figura 2B].

TABLA 1
Principales especies obtenidas según el peso [kg], el tipo de pesca y la abundancia relativa [%].

CAPTURA	FAMILIA	ESPECIES	PESO (kg)	ABUNDANCIA RELATIVA
OBJETIVO	Ariidae	<i>Bagre pinnimaculatus</i>	98.76	40.16
		<i>Notarius traschelii</i>	17.98	7.31
		<i>Ariopsis simonsi</i>	14.37	5.84
		<i>Bagre panamensis</i>	6.94	2.82
		otras especies	19.18	7.8
			157.23	63.94
	Sciaenidae	<i>Stellifer typicus</i>	6.94	2.82
		<i>Larimus argenteus</i>	5.5	2.23
		<i>Cynoscion squamipinnis</i>	5.15	2.1
		<i>Cynoscion stoltzmanni</i>	3.23	1.31
		otras especies	11.31	4.6
			32.12	13.06
	otras familias (8)		11.22	4.56
	total		200.57	81.57
INCIDENTAL	Pristigasteridae	<i>Ilisha fuerthii</i>	3.75	1.53
		<i>Opisthopterus davii</i>	0.28	0.11
		otras especies	0.02	0.01
			4.05	1.65
	Haemulidae	<i>Haemulopsis nitidus</i>	0.44	0.18
		<i>Pomadasys branickii</i>	2.51	1.02
		otras especies	0.16	0.07
			3.12	1.27
	Gerreidae	<i>Diapterus brevirostris</i>	3.11	1.26
		<i>Fucinostomus currani</i>	0.07	0.03
			3.17	1.29
	otras familias (5)		2.45	1
	total		12.79	5.2
	DESCARTE	Engraulidae	<i>Cetengraulis mysticetus</i>	20.13
<i>Anchoa spinifer</i>			0.94	0.38
<i>Anchoa macrolepidota</i>			0.49	0.2
otras especies			0.35	0.14
			21.91	8.91
Cynoglosidae		<i>Symphurus chabanaudi</i>	1.31	0.53
Ephippidae		<i>Parapsettus panamensis</i>	1.28	0.52
Paralichthyidae		<i>Syacium ovale</i>	0.19	0.08
		<i>Citharichthys gilberti</i>	0.06	0.03
			0.25	0.1
otras familias (15)		7.82	3.18	
total		32.58	13.25	
TOTAL			245.9	100

autores.

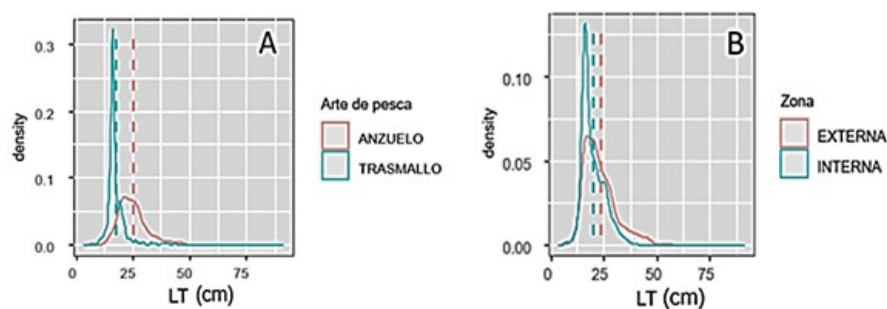


FIGURA 2

Figura 2A. Distribución de tallas [cm] de peces capturados con los artes de pesca de anzuelo y trasmallo. **Figura 2B.** Distribución de tallas [cm] de peces capturados en las áreas interna y externa de la bahía de Tumaco con ambos artes de pesca. autores.

De las especies objetivo más representativas del Pacífico colombiano, se capturaron 840 individuos de *Bagre pinnimaculatus*, de los cuales 100% estuvo por debajo de la TMM [51.2 cm] (Del Cid et al. 2015). No obstante, los individuos más grandes se obtuvieron en el área externa [25.56 ± 6.92 cm], en comparación con la zona interna [23.80 ± 4.07 cm] en ambos artes de pesca [Figura 3A]. Asimismo, se identificó que todos los individuos de *Bagre panamensis* estuvieron por debajo de la TMM [32.6 cm] (Del Cid et al., 2015). Sin embargo, se presentó la tendencia de que los individuos de mayor tamaño estuvieron en el área interna de la bahía [23.07 ± 1.53 cm] en comparación con el área externa [19.72 ± 1.66 cm] [Figura 3B]. Sin embargo, no hubo diferencias significativas entre zonas respecto al tamaño de ambas especies.

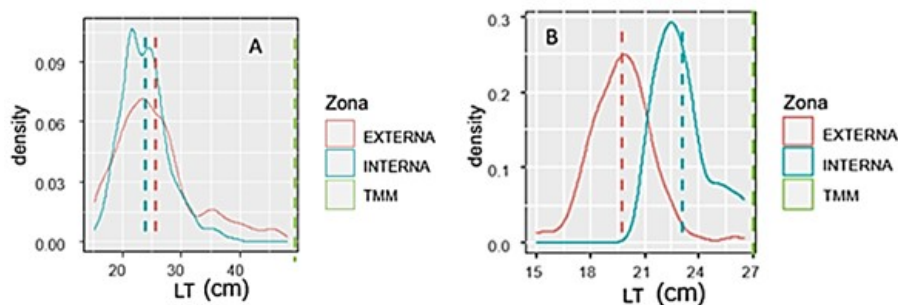


FIGURA 3

Figura 3A. Distribución de tallas (cm) de peces *Bagre pinnimaculatus* capturados por los artes de pesca anzuelo y trasmallo. **Figura 3B.** Distribución de tallas [cm] de peces *Bagre panamensis* capturados en las áreas interna y externa de la bahía de Tumaco con los artes de pesca de anzuelo y trasmallo [B]. autores.

3.3 Variación espaciotemporal de la CPUE por arte de pesca, tipo de captura y variables ambientales

La CPUE total fue mayor al utilizar el arte de pesca línea de anzuelo de mano [8.84 ± 5.42 kg h⁻¹] en comparación con el arte de pesca trasmallo [4.14 ± 6.10 kg h⁻¹]. Adicionalmente, con el arte de pesca de anzuelo se presentaron mayores rendimientos en la época de lluvia [9.57 ± 5.85 kg h⁻¹] que en la seca [8.13 ± 5.12 kg h⁻¹]. Al igual que con el trasmallo, el cual presentó una mayor CPUE total en la época de lluvia [5.08 ± 9.26 kg h⁻¹], en comparación con la época seca [3.52 ± 2.65 kg h⁻¹].

Se presentó una diferencia espacial de las capturas obtenidas por arte de pesca; puesto que, con la línea de anzuelos, en el área externa, se presentó mayor rendimiento [10.51 ± 4.31 kg h⁻¹] que en el área interna [7.9 ± 6.08 kg h⁻¹]; mientras que con el trasmallo se obtuvo una mayor CPUE total, en el área interna [$4.40 \pm$

3.27 kg h⁻¹] que en la externa [3.88 ± 8.14 kg h⁻¹]. Del mismo modo, se pudo observar que el tipo de pesca predominante con el anzuelo fue la de objetivo, [8.45 ± 5.39 kg h⁻¹], mientras que con el trasmallo fue la de descarte [2.02 ± 2.61 kg h⁻¹]. Por otro lado, los valores más bajos presentados con el anzuelo se encontraron en la pesca de descarte [0.11 ± 0.19 kg h⁻¹], mientras que con el trasmallo fue en la incidental [0.38 ± 1.02 kg h⁻¹].

Por otra parte, con el anzuelo se presentaron diferencias espaciales en la CPUE en la pesca incidental y de descarte [p(Perm) <0.05], siendo significativamente mayores en el área externa [Tabla 2]. Mientras que, con el trasmallo, la CPUE de descarte presentó diferencias entre zonas [p(Perm) <0.05] con el valor más alto en la época seca de la zona interna [3.14 ± 2.11 kg h⁻¹].

TABLA 2

Promedio y error estándar obtenido de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) en la época de lluvia y en la seca, en la zona interna y externa del estuario, y las interacciones entre ambas, mediante la pesca con anzuelo y trasmallo en las capturas de objetivo, incidental y de descarte. Las letras se leen verticalmente y representan los grupos formados estadísticamente por Permanova (p(Perm) ≤ 0.05).

		LÍNEA DE ANZUELOS			TRASMALLO		
		Objetivo	Incidental	Descarte	Objetivo	Incidental	Descarte
Época	Lluvia	9.17 ± 5.77	0.39 ± 0.58	0.11 ± 0.22	2.14 ± 4.92	0.91 ± 1.77	2.25 ± 3.43
	Seca	7.74 ± 5.14	0.38 ± 0.54	0.11 ± 0.15	1.7 ± 2.04	0.21 ± 0.28	1.86 ± 1.99
Zona	Interna	7.05 ± 6.01	0.21 ± 0.22 <i>b</i>	0.03 ± 0.05 <i>b</i>	1.27 ± 1.87	0.41 ± 0.65	2.88 ± 2.53 <i>a</i>
	Externa	9.85 ± 4.51	0.47 ± 0.64 <i>a</i>	0.18 ± 0.25 <i>a</i>	2.79 ± 4.87	0.50 ± 1.34	1.15 ± 2.48 <i>b</i>
Época x Zona	Lluvia Interna	6.56 ± 5.63	0.18 ± 0.17 <i>c</i>	0.01 0.03	0.41 ± 0.52	0.68 ± 1.06	2.50 ± 3.24 <i>ab</i>
	Lluvia Externa	11.78 ± 5.00	0.50 ± 0.70 <i>abc</i>	0.20 ± 0.30	3.87 ± 6.77	1.02 ± 2.12	2.01 ± 3.90 <i>b</i>
	Seca Interna	7.55 ± 6.87	0.24 ± 0.31 <i>bc</i>	0.05 ± 0.07	1.84 ± 2.25	0.28 ± 0.42	3.14 ± 2.11 <i>a</i>
	Seca Externa	7.93 ± 3.28	0.44 ± 0.65 <i>a</i>	0.16 ± 0.20	1.72 ± 1.89	0.16 ± 0.13	0.57 ± 0.53 <i>b</i>

autores.

TABLA 3

Promedio y error estándar de las variables ambientales en temporada seca y lluviosa, en las áreas interna y externa, y la interacción entre ambas. Las letras representan los grupos formados estadísticamente por Permanova (p(Perm) ≤ 0.05) en las que “a” es mayor que “b”.

Variables ambientales	Época		Zona		Época x Zona			
	Lluvia	Seca	Interna	Externa	Lluvia Interna	Lluvia Externa	Seca Interna	Seca Externa
Salinidad (psu)	23.78 ± 4.67	24.37 ± 3.12	21.66 ± 3.85 <i>b</i>	26.50 ± 2.03 <i>a</i>	20.11 ± 3.75 <i>b</i>	27.46 ± 1.20 <i>a</i>	23.20 ± 3.58 <i>bc</i>	25.53 ± 2.33 <i>ac</i>
Oxígeno Disuelto (%)	97.92 ± 11.07	97.70 ± 20.61	86.49 ± 6.53 <i>b</i>	109.13 ± 15.00 <i>a</i>	90.19 ± 4.79 <i>b</i>	105.65 ± 0.17 <i>a</i>	82.79 ± 6.17 <i>c</i>	112.6 ± 19.05 <i>a</i>
Oxígeno Disuelto (mg/l)	6.73 ± 0.83	6.74 ± 1.35	6.01 ± 0.51 <i>b</i>	7.46 ± 1.06 <i>a</i>	6.28 ± 0.35 <i>b</i>	7.18 ± 0.96 <i>a</i>	5.74 ± 0.52 <i>c</i>	7.75 ± 1.16 <i>a</i>
pH	7.26 ± 1.12	7.63 ± 0.56	6.83 ± 1.11	7.94 ± 0.30	6.66 ± 1.34	7.86 ± 0.35	7.18 ± 0.41	8.08 ± 0.09
Temperatura (°C)	27.86 ± 1.64	27.40 ± 0.60	27.87 ± 0.94	27.39 ± 1.47	28.20 ± 1.19	27.52 ± 2.05	27.53 ± 0.51	27.27 ± 0.71
Sólidos Totales Disueltos (mg/l)	24.41 ± 4.35	24.87 ± 2.94	22.43 ± 3.61 <i>b</i>	26.85 ± 2.00 <i>a</i>	21.00 ± 3.53 <i>c</i>	27.81 ± 1.13 <i>a</i>	23.86 ± 3.35 <i>bc</i>	25.89 ± 2.29 <i>ab</i>
Transparencia (cm)	80.92 ± 33.45 <i>a</i>	48.30 ± 38.01 <i>b</i>	36.13 ± 24.18 <i>b</i>	93.08 ± 28.11 <i>a</i>	52.00 ± 13.56 <i>c</i>	109.8 ± 6.45 <i>a</i>	20.26 ± 22.30 <i>d</i>	76.33 ± 28.19 <i>b</i>

autores.

En cuanto a variables ambientales, se observó que existen diferencias significativas en la salinidad en cuanto a la zona [p(Perm) = <0.05], siendo menor en el área estuarina [21.66 ± 3.85 psu] que en la externa [26.50 ± 2.03 psu]. La mayor salinidad se registró durante la época de lluvia en el área externa, la cual fue de 27.46 psu, mientras que la más baja fue en la época de lluvia en la zona interna (20.11 psu).

Respecto a la saturación de oxígeno disuelto, se observó que hubo diferencias entre las zonas [p(Perm) = <0.05], cuyo valor más alto se presentó en la zona externa [109.13 ± 15.00 %] en comparación con la zona estuarina de la bahía [86.49 ± 6.53 %]. Asimismo, se evidenciaron diferencias espaciales con el oxígeno disuelto [p(Perm) = <0.05], cuyo valor más alto se obtuvo en el área marina en la época seca [7.75 ± 1.16 mg l⁻¹] y fue más bajo en el área interna en época seca.

Los sólidos totales disueltos se presentaron valores entre 21.00 y 27.81 mg l⁻¹ y se presentaron diferencias significativas respecto a las zonas [p(Perm) = <0.05], la zona externa presentó un valor más alto [26.85 ±

2.00 mg l⁻¹] que la zona interna [22.43 ± 3.61 mg l⁻¹]. Finalmente, respecto a la transparencia, se presentaron diferencias entre las áreas [p[Perm] = <0.05] con valores más altos en la zona externa (93.08 ± 28.11 cm), mientras que en el área interna se obtuvo un valor menor [36.13 ± 24.18 cm]. Adicionalmente, se presentaron diferencias entre épocas [p[Perm] = <0.05], siendo la época de lluvia la de mayor transparencia [80.92 cm] [Tabla 3].

3.4. Relación entre variables fisicoquímicas y la captura por unidad de esfuerzo

La CPUE presentó asociaciones significativas, a nivel general, con la salinidad, saturación de oxígeno, temperatura, sólidos totales disueltos y transparencia. Con el trasmallo, la captura en general aumentó cuando la salinidad, sólidos totales y transparencia fueron bajas; adicionalmente, la CPUE de descarte se relacionó negativamente con la transparencia. En contraste, con el arte de línea de anzuelo, la CPUE total presentó una correlación positiva con la salinidad, los sólidos totales disueltos y el porcentaje de oxígeno; la CPUE de objetivo fue mayor cuando se presentaron altos valores de salinidad, saturación de oxígeno y sólidos totales disueltos y, además, la CPUE incidental tuvo correlación negativa con la temperatura [Tabla 4].

TABLA 4.
Correlaciones por rango de Spearman entre la captura por unidad de esfuerzo [CPUE] y las variables ambientales, usando los artes de pesca de trasmallo y anzuelo, en las capturas totales, de objetivo, incidentales y descarte.

Arte de pesca	CPUE	Salinidad	Saturación de Oxígeno (%)	Oxígeno Disuelto (mg l ⁻¹)	Temperatura (°C)	Sólidos Totales Disueltos (mg l ⁻¹)	Transparencia (cm)
Trasmallo	Total	-0.390*	-0.22	-0.24	-0.13	-0.37*	-0.49**
	Objetivo	0.02	0.13	0.1	-0.01	-0.03	-0.04
	Incidental	0.01	0.14	0.11	0.05	0	-0.06
	Descarte	-0.26	-0.21	-0.16	0.11	-0.24	-0.52**
Anzuelo	Total	0.41*	0.42*	0.38	-0.13	0.41*	0.27
	Objetivo	0.41*	0.36	0.31	-0.03	0.41*	0.18
	Incidental	-0.33	-0.16	-0.14	-0.61**	-0.36	0.17
	Descarte	-0.06	0.04	0.08	-0.15	-0.06	0.2

autores.
[P < 0.05*, P < 0.01*].

4. DISCUSIÓN

4.1. Caracterización de la fauna

En general, las especies de la familia Ariidae han tenido un alto valor comercial en el Pacífico colombiano. En este estudio, la especie *Bagre pinnimaculatus* representó el 40.16 % del total de las capturas, presentando una longitud total promedio de 24.60 cm, la cual está por debajo de la talla media de madurez [TMM] [51.2 cm] (Del Cid et al., 2015). *B. pinnimaculatus* es obtenido principalmente por redes de arrastre y líneas de anzuelos; que esta especie tenga un porcentaje tan alto de capturas se puede explicar dado a los hábitos costeros que ésta especie tiene y las preferencias a las zonas con variabilidad en la salinidad [eurihalina] (Mosquera y Tavera, 2019).

Por otro lado, de la captura total que se obtuvo en las faenas de pesca artesanal, hay algunas especies que por su tamaño o limitado valor comercial son devueltos al mar en forma de descarte o son comercializados por un menor valor y se consideran como captura incidental. Las capturas incidentales y de descarte se consideran una amenaza para la fauna marina, puesto que pueden truncar las poblaciones debido a las capturas de individuos juveniles que no han tenido eventos reproductivos (Alava et al., 2019).

De la captura total, 18,45 % correspondió a capturas incidentales y de descarte. La familia Engraulidae, con la especie *Cetengraulis mysticetus*, representó 20.13 kg de los 32.58 kg provenientes de la captura de descarte; estos recursos fueron capturados exclusivamente con el arte de pesca de trasmallo. Adicionalmente, 76.04 % fue capturado en la zona interna con una longitud total promedio de 16.11 cm; esto posiblemente se deba al tamaño del ojo de la red del arte de pesca, que es poco selectivo con los recursos capturados. Su presencia mayoritaria en la zona estuarina se puede explicar dados sus hábitos alimentarios en la etapa juvenil [<17 cm de LT]) en la que prefiere zonas con alta disponibilidad de plancton y materia orgánica (Aguilar, 1992; Duque & Acero, 2003a, 2003b; Duque y Acero, 2006).

4.2. Distribución de las tallas de las capturas con relación a TMM

La línea de mano de anzuelo fue el arte de pesca que presentó mayor captura de objetivo, lo cual coincide con las investigaciones de Anguila y Hernández (2011). Además, se evidenció que casi 60 % de la captura por medio del arte de pesca de trasmallo fue de capturas incidentales y de descarte, lo cual está relacionado con otras investigaciones en las que se demostró que las redes de enmalle capturan un mayor porcentaje de recursos no aprovechables (Díaz et al., 2016). Así mismo, los resultados están acordes con la alta presión que se está ejerciendo sobre los recursos pesqueros (Bustos et al., 2012), puesto que, de diez especies, nueve estuvieron por debajo de la talla media de madurez [TMM]. Esto también se evidenció en el presente estudio, en el cual el 100 % de los individuos capturados estuvieron por debajo de TMM en las especies altamente comerciales.

Por lo anterior, se relaciona el arte de pesca de trasmallo con un alto impacto en la biodiversidad marina, debido a su baja selectividad intra e interespecífica para los recursos capturados. Por otro lado, el arte de pesca de línea de anzuelo se ha considerado, de acuerdo con evaluaciones sobre los rangos de gravedad de los artes de pesca, como un arte amable con los recursos capturados y su tamaño (Salazar, 2018), lo cual permite que los peces alcancen la talla media de madurez y presenten eventos reproductivos antes de ser capturados. De esta forma no se compromete la sustentabilidad de esas especies.

4.3. Variación espacio- temporal de la CPUE por arte de pesca

Para cada arte de pesca, la CPUE total y objetivo no presentaron diferencias significativas por época y zona, indicando rendimientos en las faenas artesanales independientes de la época y los gradientes ambientales. Esto puede explicarse porque la pesca artesanal en el Pacífico colombiano es multiespecífica y los pescadores aprovechan la gran cantidad de especies para uso comercial o de subsistencia (Zambrano et al., 2018). Sin embargo, la composición de las capturas sí puede variar, debido a que durante la época seca y en la zona externa tienden a capturarse especies comerciales marinas; en contraste, durante la época de lluvia y zona interna predominan las especies comerciales estuarinas (Gamboa-García et al., 2018a). No obstante, en ambos artes de pesca se presentó una mayor CPUE total promedio en la época lluviosa, lo cual concuerda con otras investigaciones (Párraga et al., 2010) y puede ser explicado por el aumento de la productividad primaria que, por ende, ocasiona un pulso en la transferencia de energía y materia en las redes tróficas (Bustos et al., 2012, Molina et al., 2020).

Al comparar espacialmente, se observó que con el anzuelo se obtuvo una mayor CPUE total en la zona externa del estuario. Esto, en parte, puede atribuirse a un bajo rendimiento pesquero en la zona interna por la influencia de la contaminación proveniente de los asentamientos costeros (Arteaga et al., 2021; Duque y Cogua, 2016; Gamboa-García et al., 2018b; García, 2010; García et al., 2021; Tafurt et al., 2021; Vásquez-Molano et al., 2021; Vidal et al., 2021). Adicionalmente, se debe tener en cuenta el desplazamiento a las áreas de pesca puesto que, en la zona externa, se presentó un leve aumento en la CPUE de objetivo, pero es un área

lejana que puede implicar más gastos de combustible. Esto se conoce como el efecto del círculo de pobreza, ya que al realizar las faenas en zonas más alejadas en busca de mayores capturas se afecta el rendimiento por el consumo de combustible en el desplazamiento (Zambrano et al., 2018). En contraste, el arte de pesca con trasmallo presentó diferencias significativas por área en comparación con la CPUE descarte.

La CPUE de descarte fue significativamente mayor en la zona interna, aquí también se presentó la menor transparencia. Esto puede explicarse por el modo de acción del arte de pesca como, también, por las características ambientales del área de la bahía. Por una parte, las redes de enmalle pueden ser más efectivas para la extracción de biomasa en zonas con mayor turbidez y menor visibilidad, ya que esto afecta la detección visual de la malla por parte de los peces, lo que favorece su captura (Bjordal, 2005). Adicionalmente, en la zona interna del estuario puede haber alta variabilidad en las especies de bajas tallas porque sirve de guardería y salacuna de muchas especies que hacen parte del stock pesquero, artesanal e industrial (Barletta & Valença, 2016; Duque et al., 2006; Restrepo et al., 2004). Estos individuos son juveniles y al ser capturadas por el trasmallo pasan a ser descarte debido a que no alcanzan tallas apetecibles. De esta forma, el efecto combinado del modo de acción poco selectivo del trasmallo con la mayor turbidez del agua de la zona interna puede generar una mayor captura de estos recursos no aprovechables (Hernández et al., 2020). Por lo tanto, se recomienda una regulación del uso del trasmallo con este ojo de malla en la zona interna del estuario, debido a que puede generar mayores impactos negativos en los servicios ecosistémicos asociados a la pesca artesanal.

4.4 Relación entre variables fisicoquímicas y el tipo de CPUE

Se observó que la salinidad, saturación de oxígeno, temperatura, sólidos totales disueltos y transparencia presentaron una correlación directa con la CPUE total. Estas correlaciones entre la abundancia de recursos pesqueros con las variables fisicoquímicas del agua han sido ampliamente estudiadas (Duque et al., 2020; Egertson & Downing, 2011; Gamboa-García et al., 2018a; Molina et al., 2020). Las variables de salinidad, sólidos totales disueltos y transparencia presentaron una correlación negativa con la CPUE total en el trasmallo, lo cual concuerda parcialmente con algunos estudios en el Pacífico colombiano en donde se observó que los sólidos totales disueltos están relacionados negativamente con la abundancia y riqueza de los recursos pesqueros; sin embargo, al aumentar la salinidad también incrementó el ensamblaje de macroinvertebrados (Duque et al., 2021).

En la bahía de Tumaco, la mayor CPUE total con trasmallo se presentó en la época de lluvia y en áreas con alta turbidez del agua. Durante esta época, y en esta parte de la bahía, se puede presentar un efecto leve del fenómeno de surgencia de la corriente de Humboldt, la cual puede proveer de nutrientes el agua para el incremento en las capturas (Ramos et al., 2022). En contraste, en el área estuarina, durante la época de lluvia, las capturas con trasmallo fueron más bajas debido a que el efecto de surgencia puede que no alcance esta zona y, por lo tanto, sólo estarían especies residentes estuarinas de bajo interés comercial y menores tallas (Molina et al., 2020), lo cual disminuiría el rendimiento pesquero, pero incrementaría el descarte.

Durante la época de lluvia en el área interna, la precipitación y entrada de agua dulce de los ríos puede disminuir la transparencia y la salinidad, lo cual puede disminuir la calidad del agua (Duque et al., 2020) y en consecuencia reducir las CPUE de objetivo e incrementar las de descarte; asimismo, se observó la relación negativa entre la salinidad y la CPUE de descarte en el trasmallo. Esta correlación se puede explicar debido a que las bajas salinidades en el área estuarina están asociadas con el incremento en la presencia y abundancia de especies de la familia Engraulidae, las cuales pueden estar emigrando hacia áreas con mayor disponibilidad de alimento (Tafurt et al., 2021). Esta familia representó el 67.25% del descarte. Adicionalmente, se ha reportado que las poblaciones de carduma o *Cetengraulis mysticetus*, son fuente de alimento de peces comerciales como jureles (*Caranx* spp), atunes (Familia Scombridae) y otros (García, 2009), por lo que la captura y descarte de la carduma puede repercutir sobre los rendimientos de la pesca artesanal e industrial en otros momentos y áreas de la cuenca (Díaz, 2012). Por esta razón, según los resultados de este estudio, se sugiere que durante la época de lluvia y en el área interna se regulen los artes de pesca y el tamaño de ojo de malla para evitar capturar y descartar especies planctófagas, lo que podría generar un efecto bottom-up,

afectando las poblaciones y capturas de especies de mayor nivel trófico que dependen energéticamente de dichas especies planctófagas.

En contraste con el arte de pesca de línea de mano de anzuelo, las variables salinidad, saturación de oxígeno y sólidos totales disueltos presentaron una correlación positiva con la CPUE total, teniendo en cuenta que las mayores capturas en este arte se presentaron en el área externa y que estas variables aumentaron en dicha área. Esto puede indicar que los organismos capturados, por medio de este arte, presentaron preferencias por el área marina en la bahía. Además, 85.22 % de los recursos capturados con ese arte fueron pertenecientes a la familia Ariidae, cuyas especies están caracterizadas por tener mayor preferencia por las aguas profundas (Beltrán, 2019) y pueden dominar el área más externa del estuario por el aprovechamiento de recursos alimenticios que salen y entran del estuario (Ayala-Pérez et al., 2012). Asimismo, la CPUE objetivo aumentó directamente con la salinidad, saturación de oxígeno y sólidos totales disueltos, posiblemente por la dominancia de las especies de la familia Ariidae en las capturas. En contraste, la captura incidental en este arte aumentó cuando la temperatura fue menor [característica del área externa de la bahía], lo cual coincide con lo mencionado en otros estudios (Carruthers et al., 2011). Aunque la deposición de nutrientes en el área estuarina o interna es alta, generalmente se utiliza como área de desove; por ello es posible que estos recursos ya hayan presentado eventos reproductivos [LT > 15 cm], lo cual les permite emigrar a zonas marinas y es lo que, quizá, haya posibilitado sus capturas (Sandoval et al., 2014).

5. CONCLUSIONES

En el Pacífico colombiano, el trasmallo y el palangre [líneas de anzuelos de mano] son algunos de principales artes de pesca utilizados para la pesca artesanal, los cuales son poco selectivos en la obtención de los recursos pesqueros y generan un impacto ecológico con las capturas incidental y de descarte, siendo las especies de las familias *Engraulidae*, *Haemulidae* y *Pristigasteridae* las más afectadas en este tipo de capturas. Adicionalmente, este estudio permitió evidenciar el impacto sobre la sustentabilidad ambiental que se está generando mediante la pesca artesanal en la actualidad, con la captura de individuos que no han manifestado eventos reproductivos, lo cual podría afectar la soberanía alimentaria en las generaciones futuras.

El arte de pesca de anzuelo de línea de mano presentó mayor CPUE en comparación con el trasmallo, dado que este arte capturó individuos de mayor tamaño. Además, este arte presentó mayores capturas de individuos objetivo, principalmente pertenecientes a las familias *Ariidae* y *Sciaenidae*; también se evidenció que las CPUE de objetivo, incidentales y de descarte con anzuelo fueron mayores en el área externa. Con trasmallo, las CPUE de objetivos e incidentales fueron mayores en el área externa y el descarte fue mayor en el área estuarina; además, las capturas incidentales y descarte en el área interna de la bahía, en la época seca, fueron mayores en comparación con la CPUE objetivo, lo cual sugiere que se debe realizar un control en el uso de este aparejo, puesto que tiene altos impactos negativos sobre la fauna en el área estuarina de la bahía al capturar individuos que no cumplen con las tallas mínimas de captura.

Se observó que la salinidad, saturación de oxígeno, temperatura, sólidos totales disueltos y transparencia explicaron el tipo de CPUE y su sentido de correlación, dependió del arte de pesca. Con el arte de pesca con anzuelos, la mayor CPUE objetivo se asoció de manera significativa con mayores salinidades, lo que sugiere el uso de este arte en el área externa y durante época seca. Para el trasmallo, la mayor CPUE descarte se asoció de manera significativa con la baja transparencia del agua, lo cual sugiere la regulación de este tipo de pesca en época de lluvia y en áreas internas del estuario debido a las implicaciones sobre la sustentabilidad del ecosistema y sus afectaciones a la pesca artesanal.

AGRADECIMIENTOS

Al grupo de investigación Ecología y Contaminación Acuática y a la Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira, en donde se llevó a cabo el proyecto “Evaluación del rendimiento y riesgo de sobrexplotación de la pesca artesanal en Bocas de Iscuandé, Pacífico colombiano”, Código Hermes 52218.

LITERATURA CITADA

- Aguilar, F. (1992). Situación actual y perspectivas del recurso Chuhueco (*Cetengraulis mysticetus*) en Ecuador. <https://aquadocs.org/handle/1834/3082?locale-attribute=es>
- Alava, J., Tatar, B., Barragán, M. J., Castro, C., Rosero, P., Denkinger, J., Jiménez, P. J., Carvajal, R. & Samaniego, J. (2019). Mitigating cetacean bycatch in coastal Ecuador: Governance challenges for small-scale fisheries. *Marine Policy*, 110. <https://doi.org/10.1016/J.MARPOL.2017.05.025>
- Anguila, R. y Hernández, L. (2011). Evaluación de la captura incidental de tiburones asociada a la actividad pesquera en Bocas de Ceniza departamento del Atlántico, Caribe colombiano [Tesis de pregrado, Universidad del Atlántico]. Archivo digital. https://www.academia.edu/19563998/evaluaci%C3%93n_de_la_captura_incidental_de_tiburones_asociada_a_la_actividad_pesquera_en_Bocas_de_Ceniza_departament%C3%81ntico_caribe_colombiano
- Arteaga, L.F., Arango, A., Sanclemente, O.E., Ararát, M.C. y García, M. (2021). Relación de uso del suelo agropecuario con el proceso de eutrofización por algas y presencia de caracoles en sistema de potabilización del corregimiento El Vínculo (Bugá - Valle del Cauca). En *Relaciones Agroambientales en Sistemas Productivos Rurales* (pp. 47-70). Sello editorial Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
- Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca [AUNAP]. (2013). Tallas mínimas de captura. <http://sepec.aunap.gov.co/Home/VerPdf/17>
- Ayala-Pérez, L. A., Terán-González, G. J., Flores-Hernández, D., Ramos-Miranda, J. y Sosa-López, A. (2012). Variabilidad espacial y temporal de la abundancia y diversidad de la comunidad de peces en la costa de Campeche, México. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 40(1), 63–78.
- Barletta, M. & Valença, D. (2016). Fish assemblages. En M. J. Kennish. (Ed.). *Encyclopedia of Estuaries* (pp. 317–326). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-017-8801-4_138
- Beltrán, G. (2019). Etnoictiología de los bagres marinos (familia Ariidae) comercializados en San Clemente, Manabí [Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio digital. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/20043>
- Benavides, L. D. y Hernández, S. C. (2014). Impacto socio ambiental del uso de técnicas de pesca no sostenibles en la población de pescadores artesanales del complejo cenagoso de María la Baja-departamento de Bolívar [Tesis de maestría, Universidad Tecnológica de Bolívar]. Repositorio UTB. <https://hdl.handle.net/20.500.12585/2875>
- Bjorndal, A. (2005). Uso de medidas técnicas en la pesca responsable: regulación de artes de pesca. En K. L. Cochrane. (Ed.). *Guía del administrador pesquero: medidas de ordenación y su aplicación*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura Y La Alimentación.
- Borda, C. A. y Cruz, R. (2004). Pesca artesanal de bivalvos (*Anadara tuberculosa* y *A. similis*) y su relación con eventos ambientales. Pacífico colombiano. *Revista de Investigaciones Marinas*, 25(3). <http://cpps.dyndns.info/cpps-docs-Web/planaccion/biblioteca/pordinario/Colombia/Docs%20INCODER/Anadara%20Pesca%20artesanal%20%282004-197%29.pdf>
- Bustos, D. M., Grijalba, L. M., Novoa, A. M., Posada, C. y Santafé, A. M. (2012). La pesca artesanal marina del Departamento del Magdalena, Colombia: manejo y conservación. *Mutis*, 2(2), 1-25. [http://hdl.handle.net/20.500.12010/10173](https://hdl.handle.net/20.500.12010/10173)
- Carruthers, E. H., Neilson, J. D. & Smith, S. C. (2011). Overlooked bycatch mitigation opportunities in pelagic longline fisheries: Soak time and temperature effects on swordfish (*Xiphias gladius*) and blue shark (*Prionace glauca*) catch. *Fisheries Research*, 108(1), 112–120. <https://doi.org/10.1016/J.FISHRES.2010.12.008>

- Casanova-Rosero, R. F., Suárez-Vargas, N. P. y Zambrano-Ortiz, M. M. (2015). Valoración de algunas variables físicoquímicas indicadoras de la calidad del agua en las principales bahías de la costa pacífica colombiana-2009. *Boletín Científico CIOH*, 33, 195–214. <https://doi.org/10.26640/22159045.286>
- Clarke, K. & Gorley, R. (2015). PRIMER v7: User Manual/Tutorial. http://updates.primere.com/primer7/manuals/User_manual_v7a.pdf
- Crean, K. & Symes, D. (1994). The discards problem: towards a European solution. *Marine Policy*, 18(5), 422–434. [https://doi.org/10.1016/0308-597X\(94\)90037-X](https://doi.org/10.1016/0308-597X(94)90037-X)
- Defeo, O. (2015). Enfoque ecosistémico pesquero: Conceptos fundamentales y su aplicación en pesquerías de pequeña escala de América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura Y La Alimentación.. <https://aquadocs.org/handle/1834/7413>
- Del Cid, V., Posada, J. M., Ross, R., Morales, I., Alfaro, J., Neira, A., Rivera, A. y Diaz, J. M. (2015). Estándar de Responsabilidad Ambiental para la Comercialización de Pescado de Mar: Guía de especies. https://marviva.net/wp-content/uploads/2021/11/af_miniguia_estandar_marviva_-_colombia.pdf
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (2020). Boletín Técnico: Producto Interno Bruto (PIB). <http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas->
- Díaz, A. (2012). Distribución espacio - temporal del recurso peces en el golfo de Tribugá, Pacífico colombiano [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Javeriana]. Repositorio Institucional. <http://hdl.handle.net/10554/11878>
- Díaz, J., Neira, A., González, G., Melo, G. y Velandia, M. (2016). Diagnóstico de las pesquerías artesanales en el norte del Pacífico chocoano. <https://www.researchgate.net/publication/304900945>
- Duque, G. y Cogua, P. (2016). Mercurio en peces de la bahía de Buenaventura. *Ingenium*, 10(29), 11-17. https://www.researchgate.net/publication/341089091_Mercurio_en_peces_de_la_bahia_de_Buenaventura
- Duque, G. & Acero, A. (2003a). Food habits of *Anchovia clupeioides* (Pisces: Engraulidae) in the Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombian Caribbean. *Gulf of Mexico Science*, 21(1), 1-9. <https://doi.org/10.18785/goms.2101.01>
- Duque, G. & Acero, A. (2003b). Feeding Selectivity of *Anchovia clupeioides* (Pisces: Engraulidae) in the Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombian Caribbean. *Gulf and Caribbean Research*, 15, 21:26. <https://doi.org/10.18785/gcr.1501.04>
- Duque, G. y Acero, A. 2006. Ración diaria y consumo de alimento de la población de *Anchovia clupeioides* (Pisces: Engraulidae) en la Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 35, 207-221. <https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2006.35.0.224>
- Duque, G., Gamboa - García, D. E., Molina, A. & Cogua, P. (2021). Influence of water quality on the macroinvertebrate community in a tropical estuary (Buenaventura Bay). *Integrated Environmental Assessment and Management*, 18(3), 796-812. <https://doi.org/10.1002/ieam.4521>
- Duque, G., Gamboa-García, D. E., Molina, A. & Cogua, P. (2020). Effect of water quality variation on fish assemblages in an anthropogenically impacted tropical estuary, Colombian Pacific. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 25740-25753. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-08971-2>
- Duque, G., Garzón-Ferreira J. y Rodríguez, G. (2006). Funcionamiento y monitoreo de sistemas marinos. En M. E. Chaves y M. Santamaría . (Eds.). 2006. Informe nacional sobre el avance en el conocimiento y la información de la biodiversidad 1998-2004 (pp. 352-364). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Duque, G., Panesso-Guevara, M. y Cogua, P. (2018). Áreas Marinas Protegidas, ¿Son efectivas?, caso Bahía Málaga. En P. Lavelle, y J. G. León. (Eds.). *Ingeniería Ambiental: Manejo de ecosistemas, concepción de políticas públicas y reciclaje de materiales* (pp. 159-183). Universidad Nacional de Colombia.
- Egertson, C. J. & Downing J. A. (2011). Relationship of fish catch and composition to water quality in a suite of agriculturally eutrophic lakes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 61(9), 1784-1796. <https://doi.org/10.1139/F04-109>
- Froese, R., & Pauly, D. (2022). FishBase. <https://www.fishbase.se/search.php>

- Gamboa-García, D. E., Duque, G. & Cogua, P. (2018a). Structural and compositional dynamics of macroinvertebrates and their relation to environmental variables in Buenaventura Bay. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 47(1), 67-83. <https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2018.47.1.738>
- Gamboa-García, D. E., Duque, G., Cogua, P. & Marrugo-Negrete, J. L. (2020). Mercury dynamics in macroinvertebrates in relation to environmental factors in a highly impacted tropical estuary: Buenaventura Bay, Colombian Pacific. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 4044-4057.
- Gamboa-García, D. E., Duque, G., Cogua, P. y Freire-Tigueros, M. E. (2018b). Mercurio total en plumas de *Pelecanus occidentalis* en el Pacífico vallecaucano. En D. Restrepo-Rodríguez. y M. E. Freire-Tigueros. (Comp.). *Comunidades Epistemológicas (Tomo II): Investigando la Actualidad desde Diversas Disciplinas* (pp. 33-42). Universidad Santiago de Cali. <https://repository.usc.edu.co/bitstream/20.500.12421/3162/1/Mercurio%20total%20en%20plumas%20de%20pelecanus%20occidentalis.pdf>
- García, C. B. (2010). Conocimiento tradicional: lo que los pescadores artesanales del Caribe colombiano tienen para decirnos. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 5(1), 78-90. [https://panamjas.org/pdf_artigos/PANAMJAS_5\(1\)_78-90.pdf](https://panamjas.org/pdf_artigos/PANAMJAS_5(1)_78-90.pdf)
- García, E., Molina, A. y Duque, G. (2021). Hábitos tróficos del lenguado *Citharichthys gilberti* (Paralichthyidae) y su relación con la dinámica ambiental en la Bahía de Buenaventura, Pacífico colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 50(2), 133-155. <https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2021.50.2.1078>
- García, F. J. (2009). Cambios espaciales y estacionales en la estructura trófica y consumo del lobo marino de California, *Zalophus californianus*, en la región de las Grandes Islas, Golfo de California [Tesis de maestría, Instituto Politécnico Nacional]. Repositorio digital IPN. <http://tesis.ipn.mx:8080/xmlui/handle/123456789/3053>
- Hernández, J., Capetillo-Piñar, N., Vélez-Arellano, N., Aranceta-Garza, F., Ortiz-Aldana, J., Navas-Beteta, A. y Herrarte-Müller, I. (2020). Variación espacial en la composición y abundancia de las especies capturadas por las pesquerías de pequeña escala en el litoral del Pacífico de Guatemala. *Revista Mesoamericana de Biodiversidad y Cambio Climático*, 4(1), 19-43. <https://www.revistayum.com/variacion-espacial-en-la-composicion-y-abundancia-de-las-especies-capturadas-por-las-pesquerias-de-pequena-escala-en-el-litoral-del-pacifico-de-guatemala/>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2010). Atlas Interactivo Climatológico. <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasClimatologico.html>
- Martínez-Viloria, H., Narváez, J. C., Rivera, R. y Solano, O. D. (2006). Evaluación de la selectividad del trasmallo en la pesquería artesanal de la zona deltaica estuarina del río Sinú, Caribe colombiano. *Intropica*, 33-41. <http://revistas.unimagdalena.edu.co/index.php/intropica>
- Martínez, R. M., Tuya, L. C., Martínez, M., Pérez, A. y Cánovas, A. (2009). El coeficiente de correlación de los rangos de Spearman caracterización. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 8(2). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180414044017>
- Martínez, O. D., Molina, A. E. y Duque, G. (2019). Influencia de la materia orgánica en la abundancia de poliquetos (Annelida: Polychaeta) de la bahía de Buenaventura, pacífico colombiano. Pp. 139-164. En: N. H. Campos y A. Acero. (Eds.). *Ciencias del Mar: una mirada desde la Universidad Nacional de Colombia*. Universidad Nacional de Colombia. https://www.researchgate.net/publication/338775273_Influencia_de_la_materia_organica_en_la_abundancia_de_poliquetos_Annelida_Polychaeta_de
- Molina, A., Duque, G. & Cogua, P. (2020). Influences of environmental conditions in the fish assemblage structure of a tropical estuary. *Marine Biodiversity*, 50(1), 1-13. <https://doi.org/10.1007/s12526-019-01023-0>
- Mondragón-Díaz, L. F., Molina, A. E. & Duque, G. (2022). Influence of environmental variables on the spatiotemporal dynamics of water quality in Buenaventura Bay, Colombian Pacific. *Environmental Monitoring and Assessment*, 720(2022). <https://doi.org/10.1007/s10661-022-10388-y>
- Morales, D. (2003). Análisis de las condiciones oceanográficas y meteorológicas de la bahía de Tumaco y su relación con eventos de escala global. *Boletín Científico CCCP*, 9, 1-21. <https://ojs.dimar.mil.co/index.php/CCCP/article/view/351>

- Morgan, A. C. & y Burgess, G. H. (2005). Fishery-dependent sampling: total catch, effort and catch composition. En J. A. Musick & R. Bonfil. Management techniques for elasmobranch fisheries (pp. 182-200). Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Mosquera, C. A. y Tavera, J. (2019). Aspectos biológicos de *Bagre pinnimaculatus* y *Bagre panamensis* provenientes de los desembarcos artesanales de la bahía de Buenaventura [Tesis de pregrado, Universidad del Valle]. Biblioteca digital. <http://hdl.handle.net/10893/15577>
- Narváez, J. C., De la Hoz, J. M., Blanco, J. R., Bolívar, F., Rivera, R. M., Álvarez, T. y Riascos, C. (2012). Tallas mínimas de captura para el aprovechamiento sostenible de las principales especies de peces comerciales de Colombia. Universidad del Magdalena. https://www.researchgate.net/publication/261712663_Tallas_minimas_de_captura_para_el_aprovechamiento_sostenible_de_las_principales_especies_d
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura Y La Alimentación [FAO]. (1997). Las capturas incidentales y los descartes en la pesca. <https://www.fao.org/3/w3862s/w3862s.htm>
- Párraga, D. P., Cubillos, L. A. y Correa-Ramírez, M. A. (2010). Variaciones espacio-temporales de la captura por unidad de esfuerzo en la pesquería artesanal costera del pargo rayado *Lutjanus synagris*, en el Caribe colombiano y su relación con variables ambientales. *Revista de biología marina y oceanografía*, 45(1), 77–88. <https://doi.org/10.4067/S0718-19572010000100007>
- Ramos, J. E., Tam, J., Aramayo, V., Briceño, F. A., Bandin, R., Buitrón, B., Cuba, A., Fernández, E., Flores-Valiente, J., Gómez, E., Jara, H. J., Niquen, M., Rujel, J., Salazar, C. M., Sanjinés, M., León, R. I., Nelson, M., Gutiérrez, D. & Pecl, G. T. T. (2022). Climate vulnerability assessment of key fishery resources in the Northern Humboldt Current System. *Scientific Reports*, 12(1), 1–16. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-08818-5>
- Restrepo, J., Espinoza, R., Copete, M., Ruiz, M., Arrollo, M., Calderón, G. y Duque, G. (2004). Estado de los estuarios y manglares en Colombia. Informe del Estado de los Ambientes Marinos y Costeros en Colombia (pp. 125-146). Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras. http://www.invemar.org.co/redcostera1/invemar/docs/EAMC_2004/06Estuariosmanglares.pdf
- Rico-Mejía, F. y Rueda, M. (2007). Evaluación experimental bioeconómica de cambios en la tecnología de captura de camarón con redes de arrastre en aguas someras del Pacífico colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 36(1), 79-109.
- Robertson, D. R., & Allen, G. R. (2015). Smithsonian Tropical Research Institute. Peces Costeros Del Pacífico Oriental Tropical: Sistema de Información En Línea. <https://biogeodb.stri.si.edu/sfstep/es/pages>
- Rodríguez, D. (2011). Distribution of Enterococci as indicators of fecal contamination in waters of Tumaco Bay, Colombian Pacific Coast. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 50(2), 136–148. <http://scielo.sld.cu/136>
- 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]. Repositorio digital Imarpe. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/10469>
- Sandoval, E., Madrigal, X., Escalera, L., Medina, M. y Domínguez, M. (2014). Vista de Estructura de la comunidad de peces en cuatro estuarios del Pacífico mexicano central. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85(4). <https://doi.org/10.7550/rmb.42105>
- Servicio Estadístico Pequero Colombiano [SEPEC]. (2020). Estadísticas de desembarco y esfuerzo de las pesquerías artesanales de Colombia durante el año 2020. http://sepec.aunap.gov.co/Archivos/Boletines-2020/SEPEC_Boletin_Pesca_Artesanal_2020.pdf
- Tafurt, D., Molina, A. & Duque, G. (2021). Feeding habits of three species of sole fish (Pleuronectiformes: Achiridae) in Buenaventura Bay, Colombian Pacific. *Revista de Biología Tropical*, 69(3), 1055–1068. <https://doi.org/10.15517/RBT.V69I3.41922>
- Vásquez-Molano, D., Molina, A. y Duque, G. (2021). Distribución espacial y aumento a través del tiempo de microplásticos en sedimentos de la Bahía de Buenaventura, Pacífico colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 50(1), 27-42. <https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2021.50.1.1021>

Vidal, L., Molina, A. y Duque, G. (2021). Aumento de la contaminación por microplásticos en aguas superficiales de la Bahía de Buenaventura, Pacífico colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 50(2), 113-132. <https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2021.50.2.1032>

Villanueva, J., Benítez, G. y Nava, A. F. (2016). Contribución de la pesca artesanal a la seguridad alimentaria, el empleo rural y el ingreso familiar en países de América del Sur. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/3/b-i5768s.pdf>

World Wide Fund for Nature [WWF]. (2020). Amenazas de la pesca artesanal. https://www.wwf.org.mx/que_hacemos/programas/golfo_california/amenazas/

Zambrano, E., Loaiza, J., Barrera, A., Hernández, S., Riascos, C., y Puentes, V. (2018). Actualidad de la pesca artesanal de la Zona Centro del Pacífico colombiano. En N. Gallardo, S. Hernández, H. Mojica y V. Puentes (Eds.). *Avances de Acuicultura y Pesca (Volumen IV). Especial: Caracterización de Pesquerías en Colombia* (pp. 151–179). Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca. https://www.academia.edu/38509623/Actualidad_de_la_Pesca_Artesanal_de_la_Zona_Centro_del_Pacifico_Colombiano_Current_Status_of_Small_Scale_Fish

ENLACE ALTERNATIVO

<https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/6452> (html)

<https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/6452/6116> (pdf)