

ARTICULO ORIGINAL

# Influencia de la industria pesquera en la macrofauna bentónica en la Bahía de Coishco, Perú

Influence of the fishing industry on the benthic macrofauna in Coishco bay, Peru

Luis Fernando Torres-Cabrera<sup>1</sup>  
Manuel Jesús Aquino-Seminario<sup>1</sup>  
Sara Raquel Maguiña-Tafur<sup>1</sup>  
Víctor Manuel García-Nolazco<sup>2</sup>  
Odette González Aportela<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias, Universidad Nacional del Santa, Ave. Pacífico 508. Nuevo Chimbote, Perú

<sup>2</sup> Instituto Mar del Perú, Prolongación Francisco Bolognesi S/N, Chimbote, Perú.

<sup>3</sup> Centro de Estudios de Perfeccionamiento de la Educación Superior (CEPES), Universidad La Habana, Cuba.

\* Autor para correspondencia:  
ltorres@uns.edu.pe,

## OPEN ACCESS

Distribuido bajo:  
Creative Commons CC-BY 4.0

Editor:  
Guillermo San Martín  
Universidad Autónoma  
Metropolitana, España.

Recibido: 07.12.2020

Aceptado: 17.09.2021

## Resumen

Las comunidades bentónicas desempeñan un papel importante en los ecosistemas marinos, es por ello que se hace necesario evaluar la influencia de la industria pesquera sobre la macrofauna bentónica en época de pesca y veda en la bahía de Coishco. Para lo cual se realizaron monitoreos en temporada de pesca y veda, determinándose variables ambientales y riqueza específica, abundancia y biomasa del bentos submareal e intermareal. Se obtuvo que existen diferencias significativas de los sólidos suspendidos totales y del oxígeno disuelto en la zona submareal en época de pesca y veda, así como del pH en la zona intermareal. En ambas temporadas, las especies se agruparon en cinco phyla: Annelida, Arthropoda, Cnidaria, Echinodermata y Molusca. En época de pesca hubo menor abundancia de organismos que en época de veda; esta misma tendencia se presenta en la zona IM. Se presentan en la zona submareal las especies *Polydora socialis* y *Stromonita chocolata* en tres puntos de muestreo, donde no se encontró ningún organismo en temporada de pesca, así como *Nephtys* sp. en la zona intermareal. Se determinó que no existe diferencia significativa en la abundancia, número de especies y biomasa en la comunidad bentónica de la Bahía de Coishco, en ambas temporadas y zonas de muestreo, no obstante, se evidencian cambios favorables en algunos puntos de muestreo en temporada de veda, respecto al número de individuos y las especies encontradas, considerándose que existe influencia de la industria pesquera en la comunidad bentónica.

**Palabras clave:** abundancia, diversidad, industria pesquera, riqueza de especies, macrofauna bentónica.

## Abstract

Benthic communities play an important role in marine ecosystems, which is why it is necessary to evaluate the influence of the fishing industry on benthic macrofauna during fishing and closed seasons in Coishco Bay. Thus, monitoring was carried out in the fishing season and closed season, determining environmental variables and specific richness, abundance, and biomass of the subtidal and intertidal benthos. Here, we show that

there is a significant difference in total suspended solids and dissolved oxygen in the subtidal zone during the fishing and closed season, as well as the pH in the intertidal zone. In both seasons the species were grouped into five *phyla*: Annelida, Arthropoda, Cnidaria, Echinodermata, and Mollusca. In the fishing season, there was less abundance of organisms than in the closed season; this same trend occurs in the IM zone. The species *Polydora socialis* and *Stromonita chocolata* are present in the subtidal zone in three sampling points, were no organism was found during the fishing season, as well as *Nephtys* sp. in the intertidal zone. We determined that there is no significant difference in the abundance, number of species, and biomass in the benthic community of Coishco Bay, in both seasons and sampling areas. However, favorable changes are evidenced in some sampling points in closed season, regarding the number of individuals and the species found, suggesting that there is influence of the fishing industry in the benthic community.

**Keywords:** abundance, benthic macrofauna, diversity, fishing industry, species richness.

## Introducción

En el mantenimiento de la vida del planeta intervienen numerosos factores, entre ellos los océanos, los cuales son esenciales en la regulación del cambio climático y tienen una importancia notable al ser portadores de alimento, minerales, recursos energéticos, servicios culturales y recreativos (UNESCO, 2019). En los océanos se encuentra el fitoplancton, que es un componente del plancton y constituye la base de la cadena trófica (Baylón *et al.*, 2019), los cuales pueden vivir en la zona pelágica o en los bentos.

La comunidad bentónica que habita en el fondo de los ecosistemas acuáticos está constituida por invertebrados, tales como, moluscos, crustáceos, poliquetos, cnidarios y equinodermos (Villota, 2014). Estos organismos son importantes, directa o indirectamente, en la calidad de vida, pues aportan en la alimentación, regulación climática, ciclo de nutrientes, recreación y valores estéticos. (Onaindia, 2010.)

Sin embargo, a pesar de que la humanidad reconoce la importancia de los océanos y las comunidades bentónicas, existe un deterioro continuo de las aguas costeras, debido a la contaminación, eutrofización y acidificación de los océanos (Montalvo *et al.*, 2014; Álvarez *et al.*, 2017). Es por ello que la Organización de Naciones Unidas adoptó un Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) sobre el océano (Objetivo 14), el cual demanda la conservación y utilización de los océanos de forma sostenible, lo cual conlleva a canalizar investigaciones que contribuyan al cumplimiento de este objetivo, asunto de interés mundial por las condiciones de contaminación existentes, que son motivo de preocupación y ocupación de la humanidad.

Perú se suma a la adopción de medidas en este sentido, donde el Ministerio de Ambiente del Perú (MINAM) establece la protección de los ecosistemas marinos y la adopción de medidas para restaurarlos a fin de restablecer la salud y la productividad de los océanos (MINAM, 2016). Trabajo que debe ser sistemático y acompañado de investigaciones acerca de la calidad de los ecosistemas marinos, debido a la enorme actividad pesquera existente en Perú. La diversidad y abundancia de especies ha sido un factor determinante para la ubicación de la industria de elaboración de productos hidrobiológicos (Falcón y Yalico, 2015).

La pesca como actividad económica habitual y su explotación indiscriminada por la industria genera desechos líquidos y sólidos que son arrojados al océano, alterando su equilibrio y biodiversidad (UNESCO, 2006). En la costa peruana existen 70 plantas operativas para la producción de harina de pescado convencional, de las cuales el 46% están en Ancash (Sánchez *et al.*, 2010). En Ancash se ubican dos bahías donde se produce actividad pesquera, la bahía de Coishco y el Ferrol.

La Bahía de Coishco presenta un ecosistema de gran biodiversidad, donde los peces e invertebrados son los grupos taxonómicos más representativos (Berrú *et al.*, 2005), y es importante desde el punto de vista turístico por la presencia de la isla Santa, que es un área natural

protegida (Hooker *et al.*, 2011). En esta bahía se encuentran cuatro fábricas pesqueras industriales que se dedican al proceso de harina de pescado.

Pocas son las investigaciones realizadas en la bahía de Coishco, las cuales han sido realizadas fundamentalmente por el Instituto del Mar del Perú (IMARPE). La información científica que generan está relacionada con los aspectos físico, químicos y biológicos, específicamente del fitoplancton, no consideran dentro de los análisis a la comunidad bentónica, como elemento importante para determinar la perturbación ambiental. Las comunidades bentónicas marinas se utilizan como indicadores de los impactos ambientales por su gran sensibilidad a cambios en la composición de especies y abundancia. (Ortiz y Ortega, 2014)

Teniendo en cuenta la importancia ambiental de los océanos y bahías, la conservación y preservación de la biodiversidad, así como la relevancia de la comunidad bentónica como indicadores ambientales de contaminación marino-costera, se plantea como objetivo, evaluar la influencia de la industria pesquera en la macrofauna bentónica en época de pesca y veda, en la bahía de Coishco.

## Materiales y métodos

### Área de estudio

La Bahía de Coishco se encuentra ubicada en el distrito de Coishco, provincia de Santa, departamento de Ancash. Es una bahía abierta de aguas profundas, con un área aproximada de 11,655 km<sup>2</sup> (Tresierra *et al.*, 2007), y presenta diversidad biológica productiva con recursos marinos de importancia ecológica y socioeconómica, permitiendo el desarrollo de la pesca industrial y artesanal (García *et al.*, 2020). Se encuentra rodeada por la isla Santa, constituyéndose en una defensa natural por el lado occidental de esta bahía.

### Muestreo y procesamiento

El muestreo de campo se realizó en noviembre del 2015, en la época de pesca (PRODUCE, 2015), y en octubre del 2016, en la época de veda, antes que se

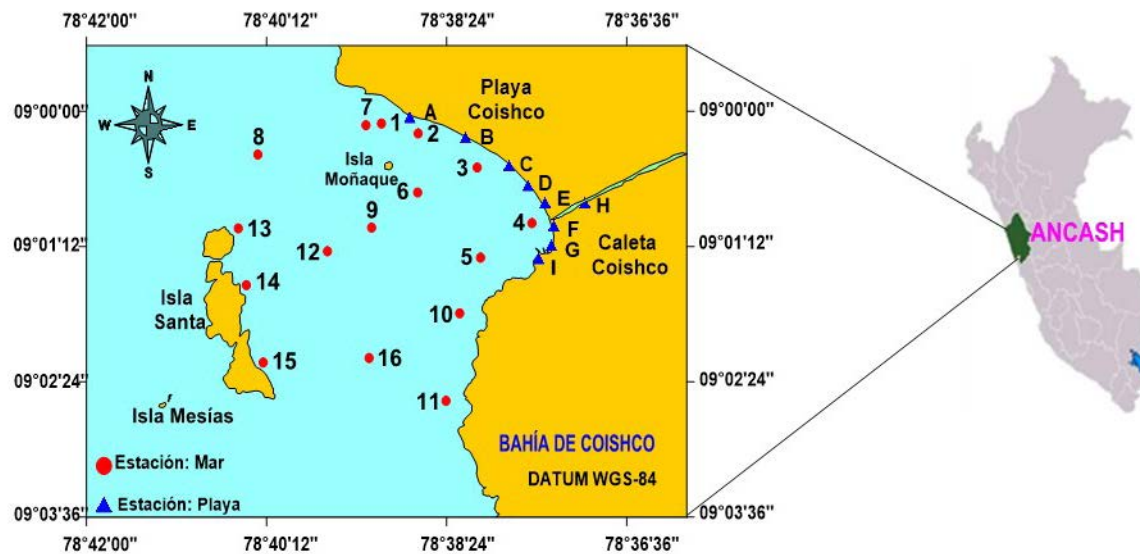
iniciara la temporada de pesca en noviembre del mismo año.

Se establecieron puntos de muestreo (PM) aleatorios en la zona submareal (16), marcados con números, y en la zona intermareal (9), señalados por letras, ubicándolos en zonas alejadas y en el centro de la bahía (Fig. 1), buscando el impacto de la actividad pesquera en las comunidades bentónicas, todos ellos georeferenciados, según el sistema de coordenadas sexagesimal (Datum WG S.84). Los muestreos de los parámetros físico, químicos y del bentos fue realizada una sola vez en época de pesca y veda, entre las 8.00 am y las 4.00 pm.

La determinación de los parámetros físico-químicos fue realizada mediante mediciones *in situ*, toma de muestras de agua utilizando una botella "Alpha" y posteriormente analizados en el Laboratorio de Impacto Ambiental de la Universidad Nacional del Santa y en IMARPE sede Chimbote. El registro de la temperatura (T) se realizó con un termómetro de canastilla de  $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$  de sensibilidad, el oxígeno disuelto (O<sub>2</sub>) con el Método Winkler, modificado por Carrit y Carpenter (1966). Para determinar el pH, se utilizó el equipo portátil pH-metro ATAGO S10 y para los sólidos suspendidos totales (SST) se utilizó el método gravimétrico de APHA, según el "Standart Methods for the examination of water and wastewater" (Clesceri *et al.*, 1999).

La recolección del bentos submareal se realizó empleando un muestreador tipo Draga Van Veen de 0,045m<sup>2</sup> de área, y para la obtención del bentos intermareal se utilizó el muestreador conocido como tubo Penchaszadeth 0,027m<sup>2</sup> de área, con tres réplicas por punto de muestreo; las muestras fueron tamizadas a 1000um y conservadas en formol al 10% para traslado al laboratorio, y con ambos muestreadores se hizo la colecta de materia orgánica. El análisis de la materia orgánica total (MOT) se realizó con el método de Dean (1974).

Las muestras del bentos fueron identificadas utilizando un estereoscopio y teniendo en cuenta las



**Fig. 1.** Ubicación de los puntos de monitoreo de la bahía de Coishco.  
**Fuente:** Elaboración propia, mayo 2016.

referencias bibliográficas de Álamo y Valdivieso (1997), Chirichigno (1970) y Myraken (1971). La abundancia de los individuos y las especies se realizó a través del conteo del número total de individuos de cada taxón para cada periodo de estudio, así mismo la biomasa de los organismos se determinó con una balanza de precisión OHAUS de 0.001g de sensibilidad.

### Manejo de datos

Los resultados de los parámetros físico-químicos se contrastaron con los estándares de calidad ambiental del agua (ECA) en la categoría 4, subcategoría E3 referidos a ecosistemas costeros y marinos, según Decreto Supremo N° 004 que establece el Ministerio de Ambiente (MINAM, 2017). Con los datos del número de especies (NE) y abundancia se procedió a calcular la diversidad de la estructura comunitaria como parámetro de evaluación cuantitativa de contaminación, a través de los índices de diversidad Shannon-Wiener ( $H'$ ) y de equitatividad de Pielou ( $J'$ ), según Magurran (1988).

La caracterización de la perturbación se llevó a cabo a través de las curvas de dominancia del tipo comparación abundancia y biomasa (ABC) según

Warwick (1986, 1988); la dominancia de las especies en el ecosistema de acuerdo al ranking, especies y abundancia (RSA) se determinó de acuerdo con Carrasco y Gallardo (1989). Para delimitar grupos de muestras biológicamente similares, se utilizó el índice de similitud de Jaccard (Moreno, 2001), y para establecer la proporcionalidad de la distancia de los PM con su similitud, el método de la escalación no métrica multidimensional (NMDS), según Carbajal *et al.*, (1995).

El análisis de normalidad de las variables NE, Abundancia y Biomasa del bentos marino se realizó mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov con corrección de Lilliefors (K-S-L), que tiene el mejor desempeño con muestras pequeñas (Pedrosa *et al.*, 2015) Así mismo, se realizó el análisis de varianza para determinar la diferencia significativa entre las variables ambientales (oxígeno, pH, MOT y SST) y entre el NE, abundancia y biomasa de las zonas SM e IM en pesca y veda, usando el software *Minitab* 18.1. Se empleó el Software PAST 2.02 para los índices de diversidad y el software PRIMER v6 (Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research) para las curvas ABC, SAB y NMDS.

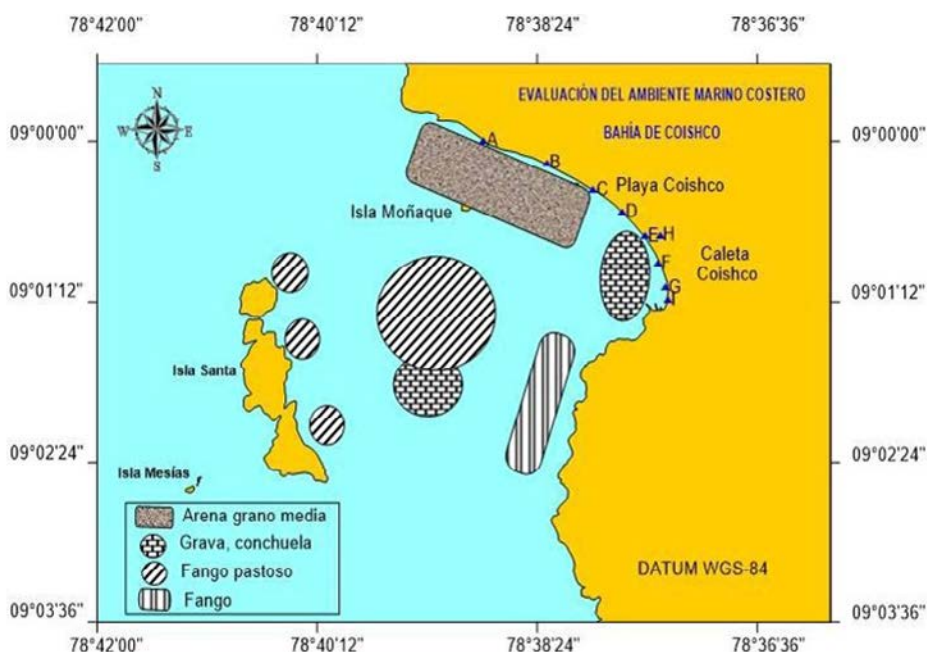


Fig. 2. Granulometría submareal en la bahía de Coishco.

**Resultados**

**Parámetros ambientales**

La temperatura en el fondo tuvo una variación de 0.5°C en la zona SM y de 1,3°C en la zona IM. El oxígeno incrementó 1,25mg/l y el pH tuvo una variación mínima, en tanto que los SST y la MOT disminuyeron en la época de veda (Tabla 1). El oxígeno y el SST tuvieron diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) en la zona SM en época de pesca y veda (Tabla 5). En la bahía, en época de pesca, se encontraron diferentes tipos de sedimentos, predominando el fango pastoso en la mayor parte del área evaluada y la más alta concentración de materia orgánica total en el centro de la bahía (Fig. 2).

**Macrofauna bentónica**

**Número de especies y abundancia**

Los datos de las diferentes variables estudiadas de NE, abundancia del bentos SM e IM, al ser sometido a la prueba de Kolmogorov-Smirnov corrobora que tuvieron una curva normal con una significancia  $p < 0.05$ . En la zona SM, en temporada de pesca se registraron 224 ind/0.045 m<sup>2</sup> y 25 especies; mientras en temporada de veda se registraron 284 ind/0.045m<sup>2</sup> y 26 especies (Tabla 2). En la temporada de pesca en los puntos 3, 4, 5, 7, 8, 10, 13 y 16 no se registraron individuos, en tanto en la época de veda sí hubo presencia de organismos en los puntos

Tabla 1. Promedio de parámetros físicos químicos en la bahía de Coishco en temporada de pesca y veda.

Temporada	Nivel	T (°C)	O <sub>2</sub> (mg/l)	pH	SST (mg/l)	MOT (%)
Pesca (SM)	Superficie	18,9	3,18*	8,44	52,1*	--
	Fondo	17,7	0,94*	8,46	54,5*	4,63
Veda (SM)	Superficie	18,4	3,51*	8,30	24,3	--
	Fondo	17,2	1,65*	8,38	29,8	3,26
Pesca (IM)	Superficie	20,6	4,41	8,71*	89,1*	5,88
Veda (IM)	Superficie	18,3	5,01	8,61*	57,6*	4,74

Leyenda: \* Significa valores por encima de los ECA establecidos (MINAM,2017)

**Tabla 2.** Distribución de Phylum y especie según densidad y biomasa del bentos SM en época de pesca y veda por punto de muestreo

PM	Phylum	Especie	PESCA		VEDA	
			Densidad (*)	Biomasa (g)	Densidad(*)	Biomasa (g)
P-1	Arthropoda	<i>Hepatus chilensis</i>	1	6.723	5	7.983
		<i>Pagurus</i> sp.	2	1.722	8	1.526
P-2	Annelida	<i>Nephtys</i> sp.	1	0.034	7	0.061
		<i>Hepatus chilensis</i>	1	6.723	4	6.952
P-6	Arthropoda	<i>Pagurus</i> sp.	-	-	4	1.965
		<i>Hepatus chilensis</i>	-	-	3	6.964
P-9	Mollusca	<i>Anachis nigricans</i>	2	0.376	2	0.452
		<i>Nassarius gayi</i>	1	0.015	5	0.054
P-11	Mollusca	<i>Alia unifasciata</i>	5	0.623	5	0.721
		<i>Diopatra rhizoicola</i>	2	5.649	2	5.649
P-12	Arthropoda	<i>Pagurus</i> sp.	4	1.429	3	1.523
		<i>Anthothoe</i> sp.	4	0.087	-	-
P-11	Echinodermata	<i>Ophiothrix</i> sp.	14	0.068	8	0.026
		<i>Ophiocoma</i> sp.	2	0.001	3	0.001
P-11	Mollusca	<i>Bursa caelata</i>	1	0.021	5	0.15
		<i>Nassarius gayi</i>	18	5.393	2	0.026
P-11	Mollusca	<i>Cancellaria</i> sp.	1	0.061	-	-
		<i>Alia unifasciata</i>	62	5.676	7	0.025
P-11	Mollusca	<i>Xanthochorus buxea</i>	5	0.998	5	0.998
		<i>Mitrella unifasciata</i>	1	0.025	4	0.025
P-11	Mollusca	<i>Chiton cumigsii</i>	1	0.005	2	0.005
		<i>Anthothoe</i> sp.	-	-	3	0.015
P-11	Annelida	<i>Diopatra rhizoicola</i>	15	85.6	7	81.601
		<i>Ophiothrix</i> sp.	1	0.002	3	0.002
P-11	Echinodermata	<i>Hepatus chilensis</i>	1	0.023	4	0.044
		<i>Eurypanopeus transversus</i>	2	0.037	3	0.026
P-12	Arthropoda	<i>Pagurus</i> sp.	2	0.961	8	2.882
		<i>Nassarius gayi</i>	5	0.487	5	0.585
P-12	Mollusca	<i>Tellina</i> sp.	3	0.035	3	0.041
		<i>Mulinia coloradoensis</i>	1	0.013	2	0.015
P-12	Mollusca	<i>Mitra orientalis</i>	1	0.037	4	0.044
		<i>Chione subrugosa</i>	1	0.054	2	0.096
P-12	Arthropoda	<i>Pagurus</i> sp.	1	0.073	5	0.088

PM	Phylum	Especie	PESCA		VEDA		
			Densidad (*)	Biomasa (g)	Densidad(*)	Biomasa (g)	
P-12	Annelida	<i>Diopatra rhizoicola</i>	2	18.239	-	-	
		<i>Nereis pelagica</i>	1	0.013	2	0.016	
P-14	Mollusca	<i>Nassarius gayi</i>	7	2.83	9	3.395	
		<i>Alia unifasciata</i>	11	0.677	13	0.968	
		<i>Chione subrugosa</i>	-	-	4	0.019	
		<i>Tellina</i> sp.	1	0.011	8	0.013	
		<i>Cardites laticostatus</i>	2	5.482	7	6.578	
		<i>Cancellaria</i> sp.	1	0.778	6	0.933	
		<i>Stramonita chocolata</i>	-	-	2	0.545	
		<i>Xanthochorus buxea</i>	2	0.08	3	0.097	
		<i>Solenostera</i> sp.	1	0.932	-	-	
		<i>Bursa ventricosa</i>	-	-	3	0.085	
		Echinodermata	<i>Ophiothrix</i> sp.	-	-	4	0.002
			<i>Eurypanopeus transversus</i>	2	0.143	2	0.171
		Arthropoda	<i>Pagurus</i> sp.	6	1.133	10	1.36
			<i>Hepatus chilensis</i>	2	6.197	3	7.436
Echinodermata	<i>Ophiothrix</i> sp.	1	0.002	-	-		
	<i>Bursa ventricosa</i>	1	5.695	-	-		
P-15	Mollusca	<i>Cardites laticostatus</i>	7	14.245	7	17.094	
		<i>Prunum curtum</i>	1	0.595	5	0.714	
		<i>Bursa ventricosa</i>	1	5.695	7	6.919	
		<i>Alia unifasciata</i>	2	0.13	2	0.156	
		<i>Nassarius gayi</i>	5	2.577	5	3.092	
		<i>Diopatra rhizoicola</i>	2	6.054	7	7.265	
P-7	Arthropoda	<i>Hepatus chilensis</i>	-	-	11	10.585	
		<i>Pagurus</i> sp.	-	-	6	2.066	
P-16	Mollusca	<i>Nassarius gayi</i>	-	-	3	0.018	
	Echinodermata	<i>Ophiocoma</i> sp.	-	-	4	0.001	
	Annelida	<i>Polydora socialis</i>	-	-	2	0.169	
P-13	Mollusca	<i>Bursa caelata</i>	-	-	5	0.15	
		<i>Nassarius gayi</i>	-	-	6	0.025	
<b>Total</b>			<b>224</b>	<b>197.155</b>	<b>284</b>	<b>200.262</b>	

Leyenda: (\*) significa N°Ind./0.045m<sup>2</sup>

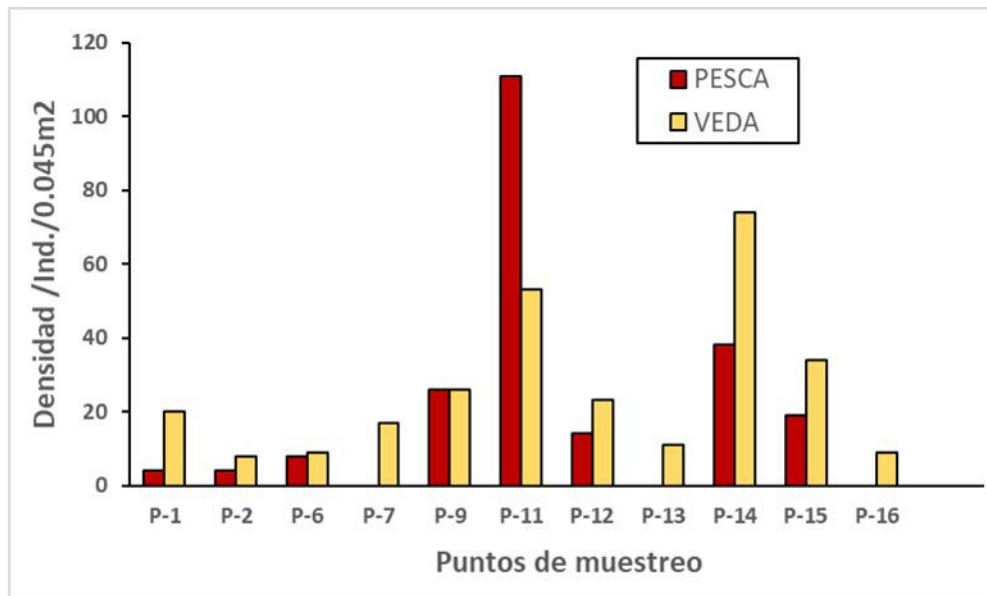


Fig. 3. Puntos de muestreo con presencia de organismos bentónicos en temporadas de pesca y veda.

7, 13 y 16 y en los puntos restantes no se registraron individuos (Fig. 3).

La composición de especies entre grupos taxonómicos fue variable, siendo el phylum Mollusca el más diverso en ambas temporadas con 16 especies (64% temporada pesca y 61.5% temporada de veda). En temporada de pesca es seguido por los phylum Annelida y Arthropoda con tres especies (12%) cada uno. El PM de mayor diversidad fue el 11 en pesca y en veda el PM 14.

En relación a la abundancia en la zona SM, *Alia unifasciata* fue la especie más abundante en temporada de pesca con 80ind/0.045m<sup>2</sup>; mientras que en temporada de veda *Pagurus* sp. fue la más abundante con 47ind/0.045m<sup>2</sup>.

En la zona IM, en época de pesca (Tabla 3) se registraron 77 ind/0.027m<sup>2</sup> del Phylum Artropoda, siendo *Emerita analoga* (75%) la especie más abundante. En época de veda (Tabla 5) se registraron 161 ind/0.027m<sup>2</sup>, el 93% corresponde al Phylum Arthropoda, siendo la especie *Ganmarus* sp, la más abundante. En ambas temporadas no se registraron individuos en los puntos E, F, G y H.

En la temporada de pesca no se encontraron organismos en los puntos 3, 4, 5, 7, 8, 10, 13 y 16 y en época de veda solo en los puntos 7, 13 y 16 se detecta presencia de organismos.

### Diversidad

El índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ) mostró diversidad de muy baja a alta en los puntos de muestreo; el máximo valor de diversidad fue de 3.06 y 3.46 en ambas temporadas para el punto 14, que está ubicado cerca de la isla Santa, seguido en la temporada de veda con 2.12 y 3.45 en el punto 11, ubicado en la parte sur de la bahía (Tabla 4).

Los valores de equitatividad de Pielou fueron altos en época de veda y estuvieron alrededor de 0.9, resultado superior al de época de pesca.

En la zona IM, el índice  $H'$  en temporada de veda fue bajo y en temporada de pesca fue muy bajo en los puntos de muestreo A y B. El índice de Pielou nos indica que tanto en pesca como en veda las especies fueron medianamente abundantes para los puntos A y B.



**Tabla 3.** Distribución de phylum y especie según densidad y biomasa del bentos en la zona IM en temporada de pesca y veda

PM	Phylum	Especie	PESCA		VEDA	
			Densidad (*)	Biomasa (g)	Densidad (*)	Biomasa (g)
P-A	Artrópoda	<i>Emerita analoga</i>	2	0.019	16	21.400
		<i>Ganmarus</i> sp.	10	1.521	56	3.970
	Anelida	<i>Lumbrineris</i> sp.	-	-	4	10.020
		<i>Nephtys</i> sp.	-	-	1	0.001
P-B	Artrópoda	<i>Emerita analoga</i>	2	1.201	8	7.201
		<i>Ganmarus</i> sp.	8	1.365	23	2.370
	Anelida	<i>Lumbrineris</i> sp.	-	-	2	0.003
		<i>Nephtys</i> sp.	-	-	3	0.516
P-C	Artrópoda	<i>Emerita analoga</i>	37	19.264	26	32.270
		<i>Ganmarus</i> sp.	1	0.001	5	0.196
	Anelida	<i>Nephtys</i> sp.	-	-	2	0.003
P-D	Artrópoda	<i>Emerita analoga</i>	7	6.793	11	9.800
P-I	Artrópoda	<i>Emerita analoga</i>	10	23.252	9	16.260
<b>Total</b>			<b>77</b>	<b>53.396</b>	<b>161</b>	<b>103.291</b>

**Leyenda:** (\*) significa N° Ind./0.045m<sup>2</sup>

### Similitud

En la zona SM los puntos 1 y 2, en ambas temporadas, tienen el más alto índice de similitud (100%). En veda, los puntos 6 y 7 tienen un 67% similitud y en pesca los puntos 11 y 14 tienen el 59% de similitud (Fig. 4).

En la zona IM, en ambas temporadas se presentan dos agrupamientos de similitud, en temporada de pesca (Fig. 5A) alcanzaron cada uno 50% de similitud y en temporada de veda se observa la mejor similitud de 78 % (Fig. 5B).

La abundancia y biomasa en época de pesca y veda en las zonas SM e IM tienen una misma tendencia, donde la abundancia se encuentra distribuida por encima de la biomasa (Fig. 6 y 7).

### Ranking, especies y abundancia

En la zona SM, en temporada de pesca (Fig. 8a), la especie más abundante fue *Alia unifasciata* (34.18 %),

mientras que en temporada de veda fue la especie *Pagurus* sp. En la temporada de pesca, diez especies tuvieron los valores más bajos, siendo *Mitrella unifasciata* la de menor abundancia (0.44 %), por otra parte, la especie *Anachis nigricans* fue la menos abundante (0.7%) en la temporada de veda (Fig. 8b).

### Escalado multidimensional no métrico (NMDS)

Se constituyeron dos agrupamientos de los PM de las comunidades bentónicas en temporada de pesca en la zona SM (Fig. 9), con una buena representación según el estrés. Estos agrupamientos en época de veda se modifican y se constituyen dos grupos con otros PM, mientras que los PM (15, 12, 9 y 16) no generan agrupamiento. Por otra parte, en la zona IM (Fig. 10), en ambas temporadas, tienen la misma configuración con un solo agrupamiento (PA y PB).

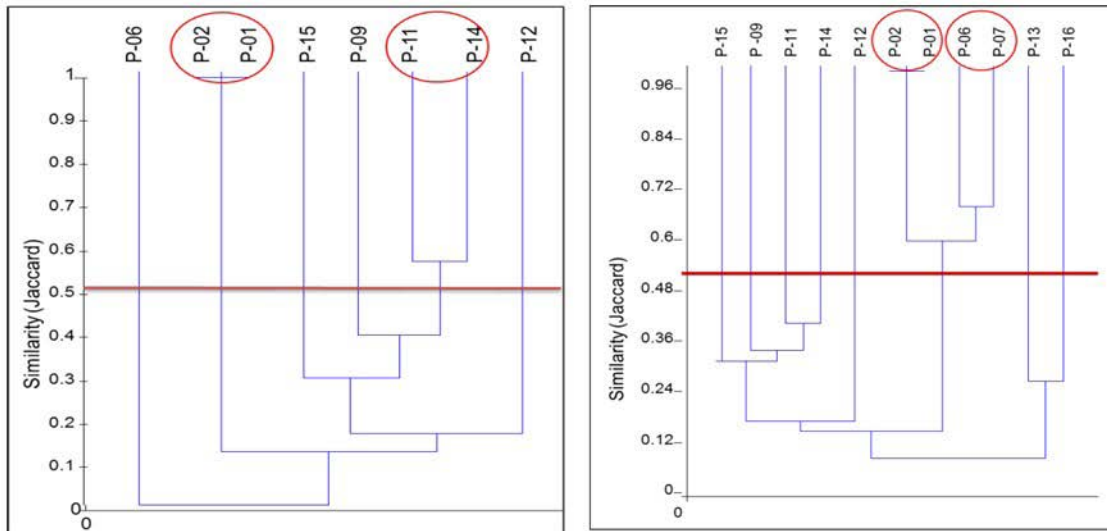


Fig. 4. Índice de similitud en la zona SM en las temporadas de pesca (a) y veda (b).

**Discusión**

Los procesos productivos de la industria pesquera generan residuos orgánicos y gran cantidad de sólidos disueltos, los cuales al ser eliminados a través de los efluentes y vertidos al mar provocan cambios en las características físicas y químicas en la columna de agua y,

fundamentalmente, en los sedimentos, afectando a las comunidades bentónicas (Verde *et al.*, 2013).

Los niveles de SST obtenidos en temporada de pesca sobrepasan lo establecido por el MINAM (2017), estos datos son similares a lo reportado por García *et al.* (2020), lo cual estaría asociado al incremento de la

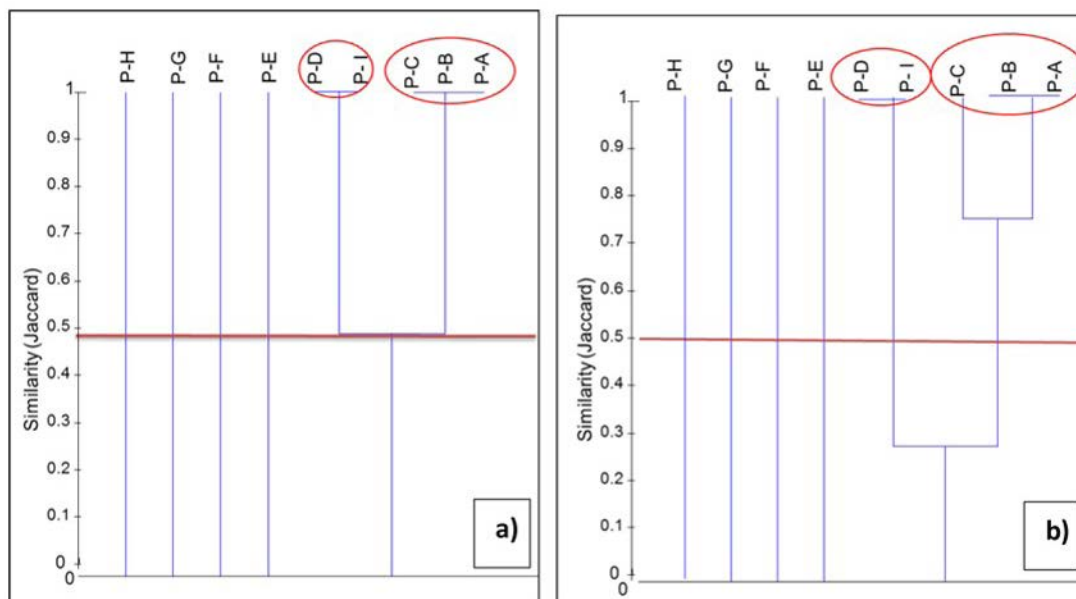
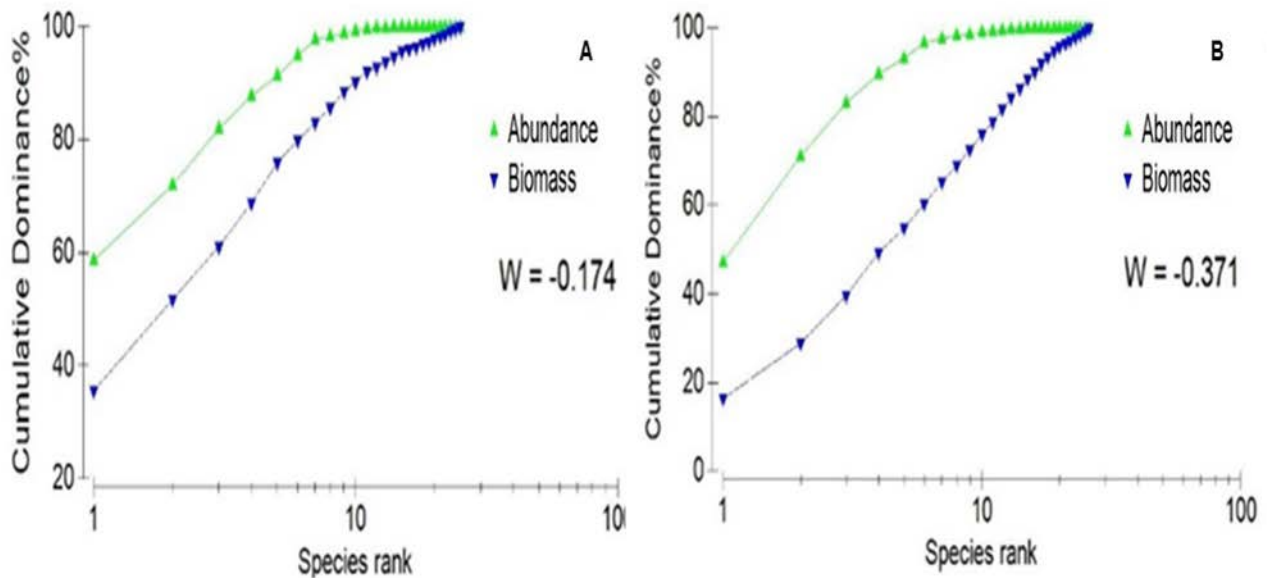


Fig. 5. Índice de similitud IM según Jaccard en las temporadas de pesca (a) y veda (b).

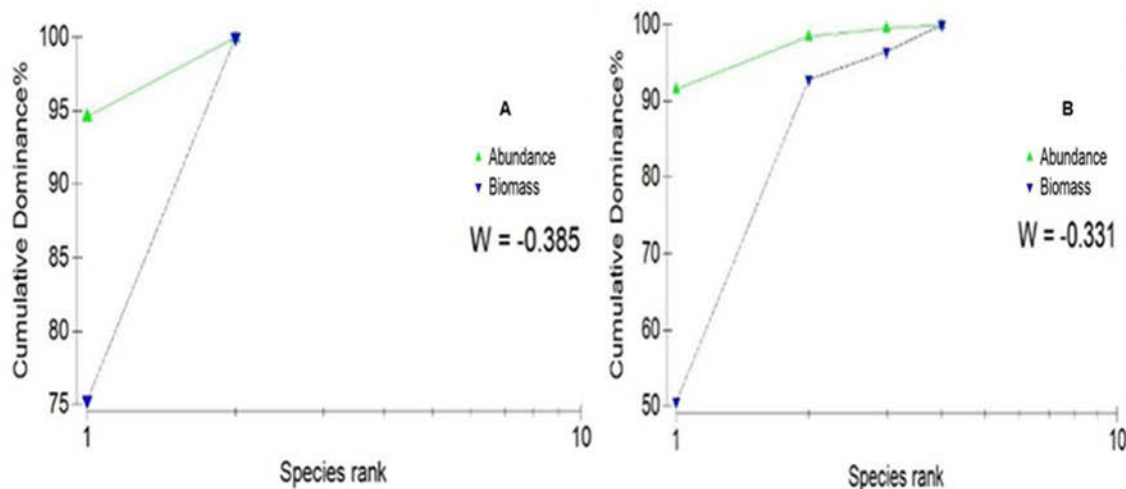


**Fig. 6.** Abundancia y biomasa del bentos SM en la bahía de Coishco en temporada de pesca (A) y veda (B).

turbidez por la materia orgánica disuelta en la columna de agua (Shi and Wang, 2010), impidiendo la penetración de la luz solar y, por consiguiente, perturbando el proceso de fotosíntesis, lo que ocasiona la asfixia de muchos organismos (Pinzón *et al.*, 2007). La temperatura en la zona IM en temporada de pesca, al ser superior a lo registrado en la zona submareal, puede estar asociada a la baja profundidad que acumula más calor y por la mezcla

del agua dulce, procedente de un canal de regadío que recoge efluentes pesqueros y lo incorpora a la bahía.

Los datos obtenidos de oxígeno disuelto en la zona SM pueden estar asociados a los efluentes pesqueros que contribuyen al incremento de los SST, los cuales al descomponerse disminuyen el oxígeno disuelto, afectando a los organismos bentónicos; lo cual se revierte en época de veda, manifestándose diferencia significativa en los



**Fig. 7.** Abundancia y biomasa del bentos IM en la bahía de Coishco en temporada de pesca (A) y veda (B).

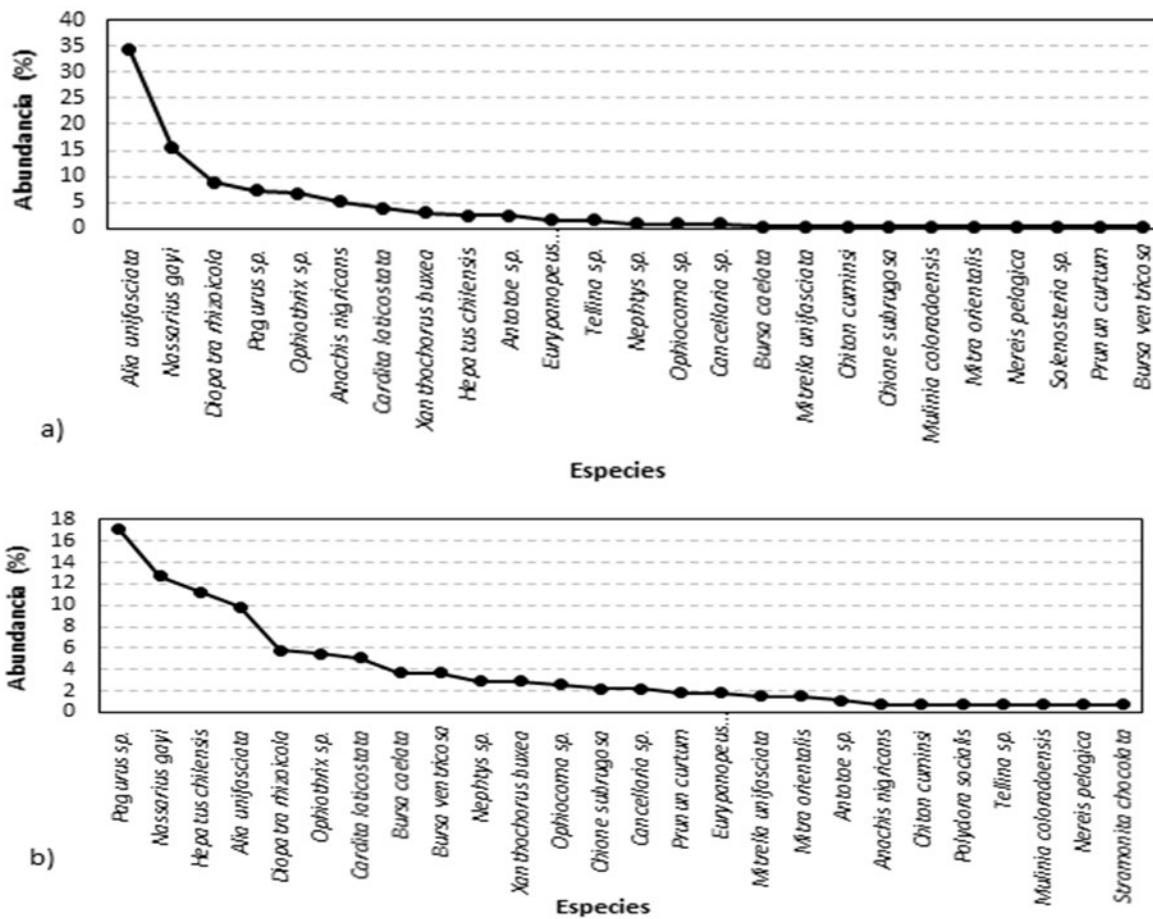


Fig. 8. Abundancia de especies para bentos submareal en temporada de pesca (a) y veda (b).

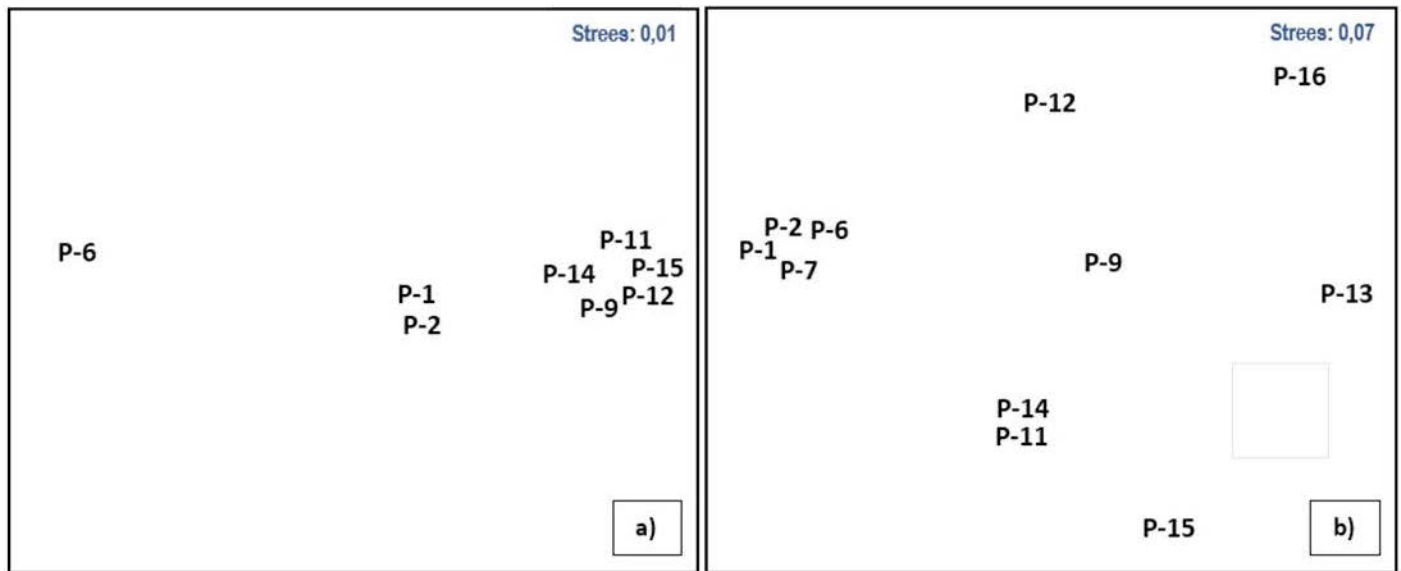
parámetros de oxígeno disuelto y SST en la zona SM en época de pesca y veda. Teniendo en cuenta estos resultados, se puede deducir que ambos parámetros tienen incidencia en la composición de la comunidad bentónica en la zona SM.

Aun cuando la actividad pesquera es una actividad semipermanente, permite el acopio de material orgánico en el tiempo, lo que constituye un pasivo ambiental, que se incrementa con material orgánico por aguas de escorrentía y aguas de uso doméstico. Si bien los registros mínimos de oxígeno disuelto no alcanzaron estados de anoxia, constituye un riesgo que la masa de agua

se vuelva anaerobia, lo cual influye directamente en la supervivencia de las especies. (Winkler, 1999, citado por Verde *et al.*, 2013)

En el caso del pH, se evidencia diferencia significativa para los valores de pesca y veda para la zona IM, esto puede deberse a que el pH del cuerpo marino receptor tiene relación con los efluentes de la industria, coincidiendo con Arias (2020), lo cual afectaría a los organismos bentónicos de la bahía.

Las altas concentraciones de MOT que se vierten a la bahía, a través de los efluentes de la industria pesquera, contaminan la bahía. Si la adición de estos



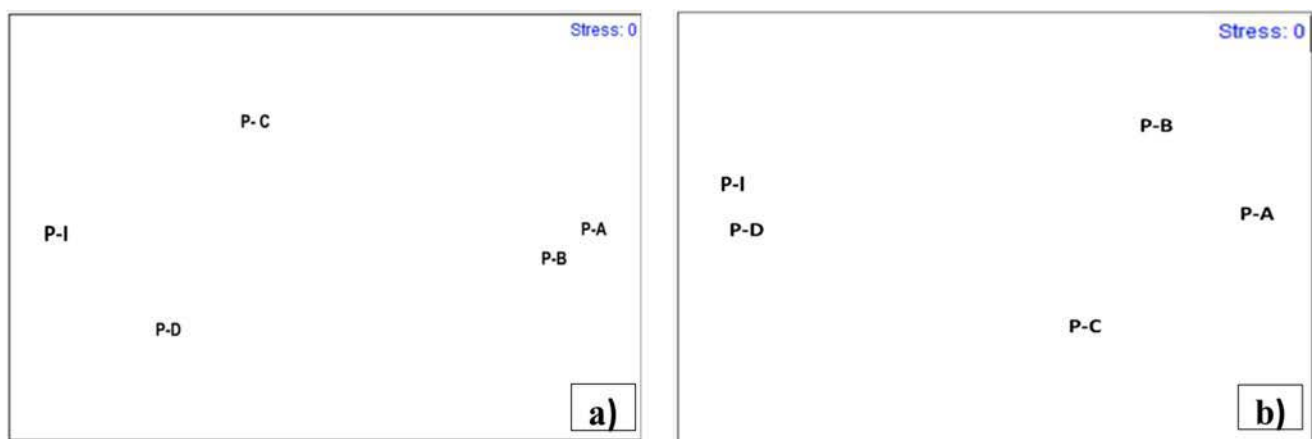
**Fig. 9.** NMDS para bentos SM en la bahía de Coishco en temporada de pesca (a) y veda (b).

vertimientos es continua y sin tratamiento, afectaría al ecosistema acuático, lo cual evitaría la oxigenación del fondo y, por consiguiente, provocaría la muerte de organismos, tal y como exponen García *et al.* (2009). Por otra parte, la disminución de MOT en todos los puntos de muestreo en temporada de veda puede deberse a que la industria pesquera se encuentra en receso, coincidiendo con García *et al.* (2009), los cuales plantean que la disminución de la concentración de materia orgánica se debe a que no

existe incorporación de residuos al cuerpo marino receptor.

La influencia de la industria pesquera en la comunidad bentónica se pudo constatar a partir de los valores obtenidos de las comunidades bentónicas, en cuanto a densidad, riqueza específica, diversidad y dominancia.

En ambas zonas, SM e IM, los resultados obtenidos del número de organismos no muestran diferencias significativas, sin embargo, los autores de la presente investigación consideran necesario destacar



**Fig. 10.** NMDS para bentos IM en la bahía de Coishco en temporada de pesca (a) y veda (b).

**Tabla 4.** Índices de Diversidad de Shannon-Wiener (H') y equitatividad de Pielou (J') en época de pesca y veda en la zona SM e IM

Zonas	PM	Temporada de pesca				Temporada de veda			
		Ind. (*)	NE	(H')	(J')	Ind. (*)	NE	H'	(J')
SM	P-01	4	3	1.5	0.50	20	3	1.56	0.98
	P-02	4	3	1.5	0.50	8	3	1.41	0.89
	P-06	2	1	0	1	9	3	1.53	0.97
	P-07	0	0	-	-	17	2	0.94	0.94
	P-09	32	7	2.35	0.44	26	6	2.44	0.94
	P-11	111	13	2.12	0.56	53	12	3.45*	0.96
	P-12	14	8	2.64	0.36	23	7	2.70	0.96
	P-13	0	0	-	-	11	2	0.99	0.99
	P-14	38	12	3.06*	0.29	74	13	3.46*	0.94
	P-15	19	7	2.39	0.37	34	7	2.61	0.93
	P-16	0	0	-	-	9	3	1.53	0.97
IM	P-A	12	2	0.65	0.65	77	4	1.11	0.55
	P-B	10	2	0.72	0.72	36	4	1.43	0.71
	P-C	38	2	0.18	0.18	33	3	0.93	0.59
	P-D	7	1	0	0	11	1	0	0
	P-I	10	1	0	0	9	1	0	0

**Leyenda:** PM: Punto de muestreo, NE: número de especies, \* representa H' alto, (\*) significa 0.045m<sup>2</sup>. Los PM no representados en la tabla se encontraron en ambas temporadas sin organismos bentónicos.

que en la zona SM se obtuvo un incremento de 60 individuos y una especie en época de veda, de igual manera en la zona IM con 84 individuos, lo cual puede responder al cese de la industria pesquera en este periodo.

En la zona IM resalta la dominancia ecológica del Phylum Artropoda en ambas temporadas, y solo se detectaron dos phylum cada uno con dos especies, lo que denota menor riqueza de especies que en la zona SM, lo cual coincide con los resultados de Luque (2016), en la zona IM en Arequipa. De igual manera este autor detectó pocos individuos de *Nephtys* sp. y mayor abundancia de *Emerita analoga*, coincidiendo con los resultados de la presente investigación.

La ausencia de individuos en los PM (E, F, G, H) probablemente se deba al material orgánico procedente de los vertimientos de los efluentes pesqueros, en un canal de regadío agrícola que descarga en la zona

intermareal, coincidiendo con lo planteado por Muñoz (2014), al plantear que la reducción de la densidad del meiobentos, posiblemente se debe a la descarga de aguas residuales de la fábrica de procesamiento de pescado en la costa de la comuna Valdivia.

Los cinco PM (3, 4, 5, 8, 10) en la SM que se mantuvieron sin individuos durante toda la investigación, puede estar relacionado con las consecuencias del impacto ambiental de la industria pesquera en la comunidad bentónica en estos sitios, dada las características de su forma de vida sedentaria, tal y como plantean Banks *et al.* (2016), "los organismos bentónicos son buenos indicadores de las condiciones locales imperantes, de los cambios físicos y biológicos, y de aquellos efectos producidos por fenómenos naturales o por perturbaciones de origen humano". En este sentido es posible explicar los efectos producidos por la industria pesquera, a través de los cambios físicos de

**Tabla 5.** Análisis de Varianza (ANVA) de las variables oxígeno, pH, MOT y SST en época de pesca y veda, en la zona SM e IM.

Variables			SC	GL	CM	F	Sig.
SM	Oxígeno	PESCA-VEDA	2.679	1	2.679	7.134	0.016 *
		Error	6.385	17	.376		
		Total	9.064	18			
	pH	PESCA-VEDA	.015	1	.015	1.630	0.219
		Error	.158	17	.009		
		Total	.174	18			
	MOT	PESCA-VEDA	8.235	1	8.235	3.914	0.064
		Error	35.771	17	2.104		
		Total	44.006	18			
	SST	PESCA-VEDA	2029.285	1	2029.285	44.220	0.000**
		Error	780.136	17	45.890		
		Total	2809.421	18			
IM	Oxígeno	PESCA-VEDA	.576	1	.576	.805	0.396
		Error	5.724	8	.716		
		Total	6.300	9			
	pH	PESCA-VEDA	.020	1	.020	5.407	0.049 *
		Error	.030	8	.004		
		Total	.050	9			
	MOT	PESCA-VEDA	.538	1	.538	.393	0.548
		Error	10.943	8	1.368		
		Total	11.481	9			
	SST	PESCA-VEDA	280.900	1	280.900	.727	0.419
		Error	3091.600	8	386.450		
		Total	3372.500	9			

**Leyenda:** \* diferencia significativa a un 5% (p <0.05), \*\* diferencia significativa a un 1% (p <0.01)

calidad de agua y cambios en la abundancia de especies en los PM.

La presencia de organismos en los PM (7, 13, 16) durante el período de veda conlleva a plantear una relación directa de estos con la ausencia de la industria pesquera, y podrían considerarse como organismos sensibles, incluso aparece una especie en el PM 16, *Polydora socialis*, que no se manifestó en ningún otro punto de muestreo.

Por otra parte, se evidencia la dominancia del Phylum Mollusca en todo el ecosistema. Los resultados obtenidos son superiores a los reportados por Ibarra (2015).

La presencia de *Nasarius gayi*, como clase Gasteropoda en un 52.4 % en época de pesca y un 20.3 % en veda, confirmaría lo expresado por Horinguchi *et al.*, (2004), los cuales plantean que la alta presencia de materia orgánica atrae a los gasterópodos por fuentes puntuales de contaminación.

La presencia de *Diopatra rhizoicola* de la clase Polychaeta, en cuatro puntos de muestreo (9, 12, 15, 11) en época de pesca y en solo tres PM (9, 11,15) en veda, sugiere disminución del estado de contaminación del ecosistema acuático; por cuanto los poliquetos son considerados como indicadores de contaminación

**Tabla 6.** Análisis de Varianza (ANVA) de las variables Número de especies, Abundancia y Biomasa para comparar la influencia en pesca y veda, en la zona SM e IM

Variables			SC	GL	CM	F	Sig.
SM	Número de especies	PESCA-VEDA	6.720	1	6.720	0.399	0.536
		Error	286.227	17	16.837		
		Total	292.947	18			
	Abundancia	PESCA-VEDA	22.048	1	22.048	0.028	0.869
		Error	13407.636	17	788.684		
		Total	13429.684	18			
	Biomasa	PESCA-VEDA	31.035	1	31.035	0.037	0.850
		Error	14390.786	17	846.517		
		Total	14421.821	18			
IM	Número de especies	PESCA-VEDA	2.500	1	2.500	1.923	0.203
		Error	10.400	8	1.300		
		Total	12.900	9			
	Abundancia	PESCA-VEDA	792.100	1	792.100	1.733	0.224
		Error	3656.000	8	457.000		
		Total	4448.100	9			
	Biomasa	PESCA-VEDA	253.351	1	253.351	2.039	0.191
		Error	994.089	8	124.261		
		Total	1247.440	9			

en condiciones deficientes en oxígeno (Surugi, 2005; Fernández y Londoño, 2015; Ampuero, 2018).

Respecto a la presencia de organismos por puntos de muestreo, es de resaltar el incremento en época de veda en un 68,75% de los PM (11 de 16) en comparación con la época de pesca, que solo se detectaron organismos en un 50% de los PM, lo cual puede estar asociado a la mejora de las condiciones ambientales, lo cual coincide con lo expuesto por Banks *et al.* (2016) al referir que:

Para los organismos bentónicos, el espacio es un recurso absoluto por el cual tienen que competir y adoptar estrategias para sobrevivir y evitar ser depredados. Su presencia o ausencia constituye un buen indicador de los procesos biológicos y abióticos imperantes, ya sean resultado de la competencia, de las interacciones con sus predadores o con sus presas, o de efectos a gran escala como patrones de circulación de corrientes, eventos de reclutamiento, temperatura, entre otros. (p. 49).

Lo planteado anteriormente se corrobora al analizar otros resultados obtenidos en la investigación, tales como los índices H' y J', donde la diversidad es relativamente más alta en algunos PM en temporada de veda (zona SM e IM), lo cual estaría asociado a mejores condiciones de calidad del agua, según Branco (1984) y Mora *et al.*, (2017)

De igual forma, el análisis de similitud entre los PM indica una tendencia a la agrupación y diferencias en la composición de especies en época de pesca y veda. Los PM 1 y 2 en época de pesca en la zona SM tienen una alta similitud, lo cual se puede explicar por la presencia de *Pagurus* sp, especie que está distribuida en la mayoría de los PM del área de estudio en época de pesca y en determinados PM, compartiendo el hábitat con *Hepatus chilensis*. Los PM 6 y 7 en época de veda mantienen una gran similitud, que estaría asociado al incremento de la densidad de *Pagurus* sp. y *Hepatus chilensis*



y por la presencia de *Anachis nigricans*, debido a la mejora de las condiciones ambientales. En el caso de la zona IM, mantienen las mismas agrupaciones en ambas épocas, pero se incorpora *Nephtys* sp. y *Lumbrineris* sp. en época de veda, probablemente porque las condiciones ambientales de sus hábitats mejoraron.

Por otra parte, en época de pesca la proporcionalidad de la distancia de los PM (NMDS), con su similitud en la zona SM e IM, tuvo una configuración de agrupamiento en ambas temporadas que coincide con el índice de similitud. El distanciamiento de los PM se acorta y constituyen agrupamientos, lo cual podría ser explicado por la dinámica o desplazamiento propio en el tiempo y en el espacio, según las condiciones ambientales favorables para los organismos en ausencia de actividad pesquera, lo cual permite una autodepuración de la bahía y el restablecimiento de tres PM con presencia de organismos.

Las modificaciones de la macrofauna bentónica pueden deberse a las modificaciones ambientales, las cuales pueden traer consigo cambios de la especie presente, su abundancia y sus características propias, tal y como plantea Rodríguez (2017, p. 4) “las perturbaciones ambientales son uno de los principales motores de cambio de poblaciones, comunidades y ecosistemas, el ser humano los ha incrementado y acelerado”. De igual manera, Banks *et al.* (2016) hacen referencia a la pesca intensiva como una perturbación ambiental.

Un entorno ecológico perturbado puede incidir en el comportamiento de los organismos, trayendo consigo que algunos organismos desarrollen capacidades para aclimatarse a un entorno diferente y compartan el mismo hábitat con otros organismos, tal es el caso de *Alia unifasciata*, que lo hace con los depredadores carnívoros *Nassarius gayii* y *Euripanapeus transversus*, sobre fondos de arena cubiertos por el poliqueto tubícola *Diopatra rizhoicola*, (Uribe *et al.*, 2013). Al compartir espacios, las modificaciones por cambios ambientales se hacen evidentes y las especies de *A. unifasciata*, *N. Gayii* y *D. rizhoicola* que son dominantes en la época de pesca disminuyen en la temporada de veda.

Por otra parte, la presencia de *Lumbrineris* sp. y *Nephtys* sp. en época de veda en la zona IM pudiese significar que estas especies pueden habitar en mejores condiciones ambientales, por lo que podrían ser consideradas como bioindicadoras de contaminación, al no presentarse en temporada de pesca, por lo que se puede asumir que poseen gran sensibilidad ante los cambios ambientales, coincidiendo con Vélez (2019), quien señala que la gran sensibilidad de los macroinvertebrados ante las condiciones ambientales, los convierte en un gran bioindicador. De igual forma, aumentó el número de individuos de *Emerita* sp. en igual época, lo que puede llevar a considerar a estas especies como indicadoras de recuperación del ecosistema, pues su presencia en época de pesca es baja.

Los resultados obtenidos de abundancia y biomasa (ABC) en las diferentes zonas de muestreo y temporadas sugieren que el ecosistema se encuentra contaminado, debido a que la abundancia sobrepasa a la biomasa según Warwick (1986) y Vélez (2019); cuando la abundancia total de organismos se encuentra por encima de la biomasa total, significa que los factores exógenos tienen un efecto negativo sobre la comunidad macrobentónica.

Se manifiesta recuperación del ecosistema en temporada de veda, por el incremento de la abundancia, biomasa y la presencia de organismos en algunos PM con respecto a la época de pesca, sin embargo, los resultados de ambas épocas en ambas zonas, respecto a estos parámetros no muestran diferencias significativas, por lo que no se puede afirmar que exista recuperación. Lo anterior se confirma con la curva ABC que indica que el ecosistema se encuentra contaminado, tanto en época de pesca como en veda. Además, el ANOVA no muestra diferencias significativas, lo que evidencia una situación similar.

La situación de la bahía revela una lenta recuperación natural biogénica; puede deberse a la existencia de abundante material orgánico en los sedimentos producto de la actividad pesquera industrial por varias décadas. La industria pesquera genera continuos

vertimientos de material orgánico, sólidos y líquidos, afectando el sustrato marino y la calidad del agua. El tiempo de descomposición del MO es lento, por lo que tiende a acumularse en el fondo de la bahía, lo que incide en la lenta recuperación del ecosistema en época de veda. Esta acción conduce a que la capacidad de asimilación y resiliencia sobresaturan, y no permita equilibrar las variables ambientales, tal y como plantean García *et al.* (2015).

El funcionamiento de un ecosistema se regula por la interacción de sus componentes físicos, químicos y biológicos. Todas las dependencias entre variables ambientales y biológicas en un medio natural sugieren cambios en las comunidades bentónicas y en la salud del ecosistema, con el subsiguiente deterioro de los beneficios que puede generar la bahía en el ámbito del turismo, necesidades alimenticias y culturales. A partir del análisis de los resultados obtenidos en la investigación, los autores consideran que sí existe una influencia negativa de la industria pesquera en la comunidad bentónica, por lo que sugieren que las vedas deberían ser más prolongadas y que exista en la bahía un emisor submarino que evacue todos los efluentes de la industria pesquera para contribuir a la estabilización del ecosistema. De igual manera, realizar monitoreos constantes, que permita obtener un mayor número de datos acerca de la influencia de la industria pesquera en la bahía de Coishco, para la determinación de posibles estrategias de mitigación del impacto ambiental; así como socializar sus resultados en la comunidad pesquera y la sociedad.

## Conclusiones

Las concentraciones de los parámetros ambientales (oxígeno, SST y MOT) sugieren que en la zona SM se genera contaminación en época de pesca y disminuye en veda. Asimismo que en la Zona IM la contaminación subyace en época de veda, por la cercanía a la fuente puntual de contaminación que recibe abundantes vertimientos de material orgánico, siendo muy lenta su autodepuración.

La recuperación de algunos PM con presencia de organismos en temporada de veda evidencia que la industria pesquera en época de pesca tiene influencia en las comunidades bentónicas.

Se identificaron especies que pueden ser consideradas bio-indicadores, dada su presencia exclusiva en temporada de veda en la zona submareal, tales como *Polydora socialis* y *Stramonita chocolata* e igualmente en la zona intermareal las especies *Nephtys* sp. y *Lumbrineris* sp.

Las especies *Nasarius gayii* y *Diopatra rhizoicola* evidencian mayor capacidad de habitar en diferentes condiciones ambientales al presentarse en la mayoría de los puntos muestreados.

Según los resultados obtenidos en la investigación, no se obtienen diferencias significativas entre época de pesca y veda en ambas zonas SM e IM, respecto al número de individuos, biomasa y diversidad de especies, lo que sugiere que no hay influencia negativa de la industria pesquera sobre la macrofauna bentónica de la Bahía de Coishco. Sin embargo, los autores consideran, que a partir de los resultados obtenidos existe un impacto negativo de la industria pesquera en la macrofauna bentónica, que requiere para su confirmación de la realización de monitoreos sistemáticos que permitan obtener mayor información del ecosistema.

## Contribución de autores

"Conceptualización, LF y O; Metodología, LF, MJ y SR; Software, MJ y SR; Validación, LF, MJ, SR y VM; Análisis formal, LF y O; Investigación, LF, MJ, SR y VM; Recursos, LF y VM; Curación de datos, MJ y SR; Escritura - Original" Preparación del borrador, LF, MJ y SR; Escritura - Revisión y edición, LF y O; Visualización, LF y O; Supervisión, O; Administración del proyecto, LF; Adquisición de fondos, MJ y SR".

## Agradecimiento

Al Instituto del Mar del Perú sede Chimbote por haber facilitado los ambientes para realizar los análisis físicos,

químicos y bentos, así también a Mirian Velásquez Guarniz por su apoyo en la diagramación de los resultados.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

## Referencias

- Álamo-Vásquez, A., Valdivieso-Milla, V. (1997). Lista sistemática de moluscos marinos del Perú. *Bol. Inst. Mar. Perú*. Impresos Multiformas S.A. Perú. Recuperado de <http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe/bitstream/123456789/1436/1/LISTA%20SISTEMATICA%20DE%20MOLUSCO.pdf>
- Álvarez-Lires, M. M., Arias-Correa, A., Lorenzo-Rial, M., Serrallé-Marzoa, F. (2017). Educación para la Sustentabilidad: Cambio Global y Acidificación Oceánica- *Formación Universitaria*, 10 (2). La Serena. Recuperado de [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-50062017000200010](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50062017000200010)
- Ampuero – León, A. (2018). *Relación del pH y oxígeno disuelto de fondo con la distribución del bentos calcificante de la plataforma Centro – Norte Peruana*. Tesis presentada en opción al Grado de Maestro en Ciencias del Mar. Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima, Perú. Recuperado de <http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe/handle/123456789/3188>
- Arias- Nuñuvero, J. (2020). *Influencia del vertimiento de los efluentes de la industria pesquera en el agua de mar de la bahía de Coishco, Ancash, en los años 2015 y 2016*. Tesis para optar el grado de Maestro en Gestión Ambiental. Universidad Nacional del Santa. Nuevo Chimbote, Perú. Recuperado de <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/3604/51135.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Banks, S., Acuña, D., Brandt, M., Calderón, R., Delgado, J., Edgar, G., Garske-García, L., Keith, I., Kuhn, A., Pépolas, R., Ruiz, D., Suárez, J., Tirado-Sánchez, N., Vera, M., Vinueza, L., Wakefield, E. (2016). *Manual de Monitoreo Submareal. Conservación Internacional Ecuador y Fundación Charles Darwin*. Quito, Ecuador. Recuperado de [https://www.conservation.org/docs/default-source/ecuador-documents/2017-01-24-manual-de-monitoreo-\(baja\).pdf](https://www.conservation.org/docs/default-source/ecuador-documents/2017-01-24-manual-de-monitoreo-(baja).pdf)
- Baylón, M., Hernández-Becerril, D., Indacochea, A., Purca, D. (2019). Variabilidad espacio-temporal del fitoplancton de la ensenada Mackellar, Bahía Almirantazgo, Isla Rey Jorge, Antártida, durante el verano austral 2012/2013. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.*, 54(2), 151-165, 2019 DOI: <https://doi.org/10.22370/rbmo.2019.54.2.1809>
- Berrú-Paz, P., Tresierra-Aguilar, A., García-Nolazco, V., Cervantes-Renjifo, C., Tenorio-Calderón. (2005). *Prospección bioceanográfica en el litoral de la Provincia del Santa: delimitación de zonas de pesca artesanal, bancos naturales de invertebrados y áreas propuestas para maricultura* (07-12 y 14-16 de junio del 2005). Informe preliminar. Laboratorio Costero de Chimbote, IMARPE. Recuperado de [http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/lista.php?id\\_seccion=I013802030000000000000000](http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/lista.php?id_seccion=I013802030000000000000000)
- Branco, S. (1984). *Limnología Sanitaria, Estudio de la contaminación de aguas continentales*. OEA. Washington, Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico.
- Carbajal-Villalta, W., Carrasco, F.D., Curo, P., Zamora, J. (1995). Cambios en la estructura comunitaria de la macroinfauna de playas arenosas, después de El fenómeno El Niño 1986-1987, en Lambayeque, Perú. *Gayana Oceanol.*, 3 (1), 29-40. Recuperado de <https://www.amazon.com/-/es/Universidad-Concepci%C3%B3n/dp/0267043023>
- Carrasco, F., Gallardo, V. (1989). La Contaminación Marina y el valor de la macrofauna bentónica en su evaluación y vigilancia: Casos de Estudio en el litoral de Concepción, Chile. *Rev. Biol. Pesq.*, 18, 15-27.
- Carrit, D., Carpenter, J. (1966). Comparison and evaluation of currently employed modifications of Winkler method for determination dissolved oxygen in sea water. *J. Mar. Res.*, 24, 286-318. Recuperado de [https://www.scirp.org/\(S\(oyulxb452alntlaej1nfow45\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=808776](https://www.scirp.org/(S(oyulxb452alntlaej1nfow45))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=808776)

- Clesceri, L. S., Greenberg, A. E. y Eaton, A. D. (1999). Standard Methods for Examination of water and wastewater. American Public Health Association, American Water Works Association. 20 th ed, Part. 2540 D. Washington. Recuperado de [http://srjstaff.santarosa.edu/~oraola/Assets/APHA\\_SM\\_20.pdf](http://srjstaff.santarosa.edu/~oraola/Assets/APHA_SM_20.pdf)
- Chirichigno F, N. (1970). Lista de Crustáceos del Perú. Informe N°35. *Inst. Mar. Perú*, 1,1-35.
- Dean, W. C. (1974). Determination of carbonate and organic matter in calcareous sediments by on ignition: comparación with other methods. *Jour. Sed. Petrology*, 44, 242-248. Recuperado de [https://www.scirp.org/\(S\(351jmbntvnsjt1aadkposzje\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=2017444](https://www.scirp.org/(S(351jmbntvnsjt1aadkposzje))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=2017444)
- Falcón-Esquivel, P. A., Yalico-Cavero, C. (2015). *Impacto ambiental de los efluentes de la industria pesquera en las aguas de mar de la bahía de Chancay*. Tesis presentada en opción al título de Ingeniero Químico - UNJFSC. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Perú. Recuperado de [http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/UNJFSC/654/RESUMEN%20TFIQM\\_82.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/UNJFSC/654/RESUMEN%20TFIQM_82.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
- Fernández- Rodríguez. V., Londoño-Mesa, M. (2015). Poliquetos (Annelida: Polychaeta) como indicadores biológicos de contaminación marina: casos en Colombia. *Rev. Gestión y Ambiente*, 18 (1), 189-204. Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/46320>
- García-Sifuentes. C.O., Pacheco-Aguilar. R., Valdez Hurtado. H., Lugo-Sánchez. M. (2009). Impacto del agua de cola de la industria pesquera: tratamientos y usos. *CyTA-Journal of Food*, 7 (1), 67-77. DOI: 10.1080/11358120902850412
- García-Nolazco, V., Rubio-Rodríguez, J., Sánchez-Rivas, G., Sánchez-Ramírez, S., Orozco-Mreyra, R., Huerto-Renjifo, M., Cervantes-Renjifo. (2015). Calidad del ambiente marino y costero en la región Áncash, 2012. *Inf. Inst. Mar Perú*, 42(4), 436-459. Recuperado de <http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe/bitstream/123456789/2992/3/Informe%2042%284%29-2.pdf>
- García-Nolazco, Víctor., Perea de la Matta. Á., Orozco-Moreyra, R., Samanez-Sarmiento, J. (2020). Calidad ambiental de las bahías de Coishco y Casma, Región Áncash, Perú. 2013-2017. *Bol Inst Mar Perú*. 35(1), 151-169. Recuperado de <http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe/handle/123456789/3444>
- Hooker-Mantilla, Y., Ubillús-Tolentino. O., Heaton-Alfaro. J. C., García-Tello. O., García-Donayre. M. (2011). Evaluación de Objetos de Conservación y Zonificación de Isla Santa, Ancash. Unidad Marino Costera, Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP-MINAN), Perú. *Rev. Áreas Mar. Prot., Perú*. 3. Recuperado de <http://old.sernanp.gob.pe/sernanp/archivos/biblioteca/revista%202.pdf>
- Ibarra-Basurto., A. (2015). *Variabilidad temporal en la estructura composición y composición de la macrofauna bentónica en playa Atenas, Pisco*. Tesis presentada para opción al Título de Ingeniero Pesquero en la Universidad Nacional Agraria la Molina. Perú. Recuperado de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1913>
- Luque-Fernández, C.R. (2016). *Macrofauna bentónica del intermareal arenoso de las playas próximas al estuario del río tambo, Islay – Arequipa* (octubre 2014 - junio 2015). Tesis presentada para opción al título profesional de Biólogo. Universidad Nacional San Agustín de Arequipa. Perú. Recuperado de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/1824>
- Magurran, A. (1988). *Ecological Diversity and its Measurement*. Princeton, Princeton University Press. Recuperado de [https://scholar.google.com.pe/scholar?q=.+Ecological+Diversity+and+its+Measurement+Princeton,+Princeton+University+Press&hl=es&as\\_sdt=0&as\\_vis=1&oi=scholar](https://scholar.google.com.pe/scholar?q=.+Ecological+Diversity+and+its+Measurement+Princeton,+Princeton+University+Press&hl=es&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholar)
- MINAM (2016). *Objetivos de Desarrollo Sostenible e Indicadores Ministerio del Ambiente*, Dirección General de Investigación e Información Ambiental-Lima: MINAM, 56 p. Consultado el 20 octubre 2014. Recuperado de <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/07/ODS-FINAL210716.pdf>

- MINAM (2017). *Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias Decreto Supremo N°004-2017-MINAM*. Normas legales. El Peruano, 17 junio 2017. Consultado el 8 octubre 2020. Recuperado de <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>
- Myrakeen, A. (1971). *Sea Shells of Tropical West América*. 2da ed. California.
- Montalvo-Estévez, M., García-Ramil, I., Almeida-Rodríguez, M., Betanzos-Vega, A., García-García, N. (2014). Modelación de la eutroficación e índice de calidad del agua en algunas bahías del archipiélago Sabana Camagüey. *Revista Tecnología Química, XXXIV* (3), 184-196. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/4455/445543783002.pdf>
- Mora-Donjuán, C., Burbano-Vargas, O., Méndez-Osorio, C., Castro-Rojas, D. (2017). Evaluación de la biodiversidad y caracterización estructural de un Bosque de Encino (*Quercus L.*) en la Sierra Madre del Sur, México. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú, 14*(35), 68-75. <https://doi.org/10.18845/rfmk.v14i35.3154>
- Moreno, C.E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad. Zaragoza*. Sociedad Entomológica Aragonesa. Recuperado de <http://entomologia.rediris.es/sea/manytos/metodos.pdf>
- Muñoz, D. (2014). *Efectos de efluentes de una fábrica procesadora de sardina sobre poblaciones meiobentónicas con énfasis en nemátoda, materia orgánica y pH ubicada en la comuna Valdivia, Santa Elena – Ecuador*. Tesis de grado para obtención del título de Biólogo Marino. Universidad Estatal Península de Santa Elena, Facultad de Ciencias del Mar. Recuperado de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/1484/1/DARWIN%20DANILO%20MU%20c3%91OZ%20REYES.pdf>
- Onandía-Olalde, M. (2010). Biodiversidad y servicios de los ecosistemas. Cátedra Unesco de Desarrollo Sostenible y Educación Ambiental de la Universidad del País Vasco. En Unesco (Ed.) *Servicios de los Ecosistemas y el Bienestar Humano. La contribución de la evaluación de los ecosistemas del milenio* (pp. 6-14). Recuperado de [http://www.unescoetxea.org/dokumentuak/Ecosistemas\\_bienestar.pdf](http://www.unescoetxea.org/dokumentuak/Ecosistemas_bienestar.pdf)
- Ortiz-Galarza, S. M., Ortega-Rubio, A. (2014). Los organismos bentónicos como bioindicadores de la salud ecológica de los océanos. En C. González Zuarth, A. Vallarino Moncada, J. Pérez Jiménez, A. Low Pfeng (Eds.). *Bioindicadores: Guardianes de nuestro futuro ambiental* (pp.171-193). ECOSUR - INECC. México. Recuperado de <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2017/11/Bioindicadores-Guardianes-de-nuestro-futuro-ambiental.pdf>
- Pedrosa, I; Juarros-Basterretxea, J; Robles-Fernández, A; Basteiro, Julia; García-Cueto, E. (2015). Pruebas de bondad de ajuste en distribuciones simétricas, ¿qué estadístico utilizar? *Univ. Psychol., 14* (1), 15-24. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/647/64739086029.pdf>
- Pinzón-Bedoya, M. L.; García Castellanos, A. K.; Casanova Rosero, R. F. (2007). Seguimiento a la Influencia de la marea, condiciones meteorológicas y factores antropogénicos sobre la variabilidad diaria de parámetros físicoquímicos en la bahía de Tumaco (Colombia) Bistua: *Rev. Fac. Cien. Bás., 5*(2), 5-16. Recuperado de [http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallIG/home\\_10/recursos/general/pag\\_contenido/publicaciones/bistua\\_revista\\_ciencias\\_basica/2007/19072010/volumen2.jsp](http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallIG/home_10/recursos/general/pag_contenido/publicaciones/bistua_revista_ciencias_basica/2007/19072010/volumen2.jsp)
- PRODUCE (2015). *Resolución Ministerial N° 369-2015-PRODUCE*. 03 noviembre 2015. Autorización de la Segunda Temporada de Pesca de los recursos anchoveta y anchoveta blanca en zona del litoral. Diario Oficial “El Peruano”, N°565648. Lima. Disponible el 28 marzo 2021 en <https://busquedas.elperuano.pe/download/url/autorizan-inicio-de-la-segunda-temporada-de-pesca-de-los-rec-resolucion-ministerial-n-369-2015-produce-1307648-1>
- Rodríguez-Caro, R.C. (2017) *Estudios sobre los efectos de perturbaciones ambientales en poblaciones animales mediante métodos analíticos y de simulación: Testudo graeca como sistema de estudio*. Tesis doctoral. Universidad

- Miguel Hernández. Elche. Recuperado de <http://dspace.umh.es/bitstream/11000/5170/1/Tesis%20RodriguezCaro%2c%20Roberto%20Carlos.pdf>
- Sánchez-Rivas. G., Blas-Luna. N., Chau-Fernández. G. (2010). *Informe nacional sobre el estado del ambiente marino del Perú*. Convenio IMARPE-CPPS. Programa CONPACSE III. Lima, Perú. Recuperado de [http://cpps.dyndns.info/cpps-docs/web/planaccion/docs2010/oct/XVII\\_AG\\_GC/18.Contaminacion.marina.Informe.final.Peru.pdf](http://cpps.dyndns.info/cpps-docs/web/planaccion/docs2010/oct/XVII_AG_GC/18.Contaminacion.marina.Informe.final.Peru.pdf)
- Shi. W., Wang. M. (2010). Characterization of global ocean turbidity from Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer ocean color observations, *J. Geophys. Res.*, *115*(C11022), 1-14. Recuperado de <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1029/2010JC006160>
- Surugiu, V. (2005). The use of polychaetes as indicators of eutrophication and organic enrichment of coastal waters: A study case – Romanian black sea coast. *Analele Științifice ale Universității "Al.I. Cuza" Iasi, s. Biologie animala.*, *51*, 55-62. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/237658658\\_The\\_use\\_of\\_polychaetes\\_as\\_indicators\\_of\\_eutrophication\\_and\\_organic\\_enrichment\\_of\\_coastal\\_waters\\_A\\_study\\_case\\_-\\_Romanian\\_Black\\_Sea\\_coast](https://www.researchgate.net/publication/237658658_The_use_of_polychaetes_as_indicators_of_eutrophication_and_organic_enrichment_of_coastal_waters_A_study_case_-_Romanian_Black_Sea_coast)
- Tresierra-Aguilar. A., García-Nolazco. V., Huerto-Renjifo. M., Berrú-Paz. P., Reyes-Andrade. D., Cervantes-Renjifo. C. (2007). Bahía de Coishco, Chimbote, Perú: una visión integral de sus recursos vivos y su ambiente 2001-2005. *Inf. Inst. Mar Perú.*, *35*, 7 -25. Recuperado de <http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe/handle/123456789/2322>
- UNESCO (2006). *Hablemos de los Océanos*. Colección de cuadernillos sobre Naciones Unidas y UNESCO Ediciones Unesco. Consultado el 14 setiembre 2020 en <http://www.unescoetxea.org/dokumentuak/Oceanos.pdf>
- UNESCO (2019). *La ciencia que necesitamos para el océano que queremos*. El Decenio de las Naciones Unidas de las Ciencias Oceánicas para el Desarrollo Sostenible (2021-2030). Recuperado de [https://www.un.org/sites/un2.un.org/files/brochure\\_spanish.pdf](https://www.un.org/sites/un2.un.org/files/brochure_spanish.pdf)
- Uribe-Alzamora. R., Rubio-Rodríguez. J., Carbajal-Enzián. P., Berrú-Paz, P. (2013). Invertebrados marinos bentónicos del litoral de la región Ancash, Perú. *Bol. Ins. Mar Perú.*, *28*, 136-293. Recuperado de <http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe/handle/123456789/2195>
- Villota-Lizarralde, D. C. (2014). *Biodiversidad y abundancia de macroinvertebrados bentónicos de la zona intermareal en la reserva de producción faunística marino costera Puntilla de Santa Elena, los meses de noviembre 2013 hasta febrero 2014*. Tesis presentada para opción al Título de Biólogo Marino en la Universidad Estatal Península de Santa Elena. Ecuador. Recuperado de <https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/handle/46000/1475>
- Vélez-Falcones, J. (2019). *Efectos de perturbaciones naturales y antropogénicas sobre las comunidades macrobentónicas en playas arenosas del cantón San Vicente, Manabí-Ecuador*. Tesis presentada para opción al Grado de Magister Scientiae, Universidad Nacional Agraria la Molina. Perú. Recuperado de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/4363>
- Verde-Luján, L., Reyes Pareja, C. A., Ponte, S., Zavaleta-Verde, D. (2013). Impacto de los efluentes de la industria pesquera en la calidad de las aguas costeras de Supe Puerto Barranca- Perú 2010. *Aporte Santiaguino*, *6*(2), pág. 120-128. <https://doi.org/10.32911/as.2013.v6.n2.511>
- Warwick, M. (1986). A new method for detecting pollution effects on marine Macrobenthic communities. *Mar. Ecol.*, *92*, 557-562. Recuperado de [https://scholar.google.com/citations?user=S\\_RqMYAAAAJ&hl=en](https://scholar.google.com/citations?user=S_RqMYAAAAJ&hl=en)
- Warwick, M. (1988). Effects on community structure of pollutants gradient-summary. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, *46*: 207-211. Recuperado de <https://www.jstor.org/stable/24827585?seq=1>