UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE BIOLOGÍA PESQUERA Y ZOOLOGIA

Variación espacio – temporal de la comunidad del macrozoobentos del submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 –febrero 2020

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADA EN BIOLOGÍA – PESQUERÍA

PRESENTADO POR:

Jiménez Castillo, Luzby María

ASESOR:

MSc. Jorge Antonio Fupuy Chung

LAMBAYEQUE, PERÚ

2024

Variación espacio – temporal de la comunidad del macrozoobentos del submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 –febrero 2020

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADA EN BIOLOGÍA - PESQUERÍA

APROBADO POR:

Dra. Angulo de Alva Elsa Violeta

PRESIDENTA

Dr. Oliva Núñez Jorge Aurelio

SECRETARIO

Dr. Galán Galán Julio Héctor
VOCAL

MSc. Fupuy Chung Jorge Antonio

ASESOR

LAMBAYEQUE, PERÚ
2024

ACTA DE SUSTENTACIÓN

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUÍZ GALLO

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



ACTA DE SUSTENTACIÓN

ACTA DE SUSTENTACIÓN N° 035-2024-FCCBB-UI

Siendo las 8:00 horas del día 11 de julio de 2024, se reunieron los Miembros del Jurado evaluador de la tesis titulada **Variación espacio - temporal de la comunidad del macrozoobentos del submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 - febrero 2020**a cargo de la Bachiller **LUZBY MARÍA JIMÉNEZ CASTILLO** y con la finalidad de evaluar y calificar la sustentación de la tesis antes mencionada, conformada por los siguientes docentes:

Dra. Elsa Violeta Angulo de Alva	Presidenta
Dr. Jorge Aurelio Oliva Núñez	Secretario
Dr. Julio Héctor Galán Galán	Vocal
MSc. Jorge Antonio Fupuy Chung	Asesor

Acto de sustentación fue autorizado por Resolución N° 221-2024-FCCBB/D, de fecha 09 de julio de 2024.

La Tesis presentada y sustentada por la Bachiller **LUZBY MARÍA JIMÉNEZ CASTILLO** tuvo una duración de ..60.. minutos. Después de la sustentación y absueltas las preguntas y observaciones de los miembros del jurados; se procedió a la calificación respectiva, otorgándole el calificativo de (MUY BUENO)(19) en la escala vigesimal.

Por lo que la Bachiller **LUZBY MARÍA JIMÉNEZ CASTILLO** queda **APTA** para obtener el título profesional de Licenciada en Biología – Pesquería de acuerdo con la Ley Universitaria 30220 y la normatividad vigente de la Facultad de Ciencias Biológicas y la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las 9:30 se dio por concluido el presente acto académico, dándose conformidad al presente acto, con la firma de los miembros del jurado.

Firman:

Dra. Elsa Violeta Angulo de Alva
Presidenta

Dr. Jorge Aurelio Oliva Núñez
Secretario

Dr. Julio Héctor Galán Galán,
Vocal

MSc. Jorge Antonio Fupuy Chung
Asesor

CONSTANCIA DE VERIFICACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, MSc. Jorge Antonio Fupuy Chung; usuario revisor del informe de tesis titulado: Variación espacio – temporal de la comunidad del macrozoobentos del submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 –febrero 2020

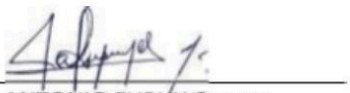
.

Cuyo autor es la Bachiller Luzby María Jiménez Castillo DNI: 76315656; declaro que la evaluación realizada por el Programa informático, ha arrojado un porcentaje de similitud de 8 %, verificable en el Resumen de Reporte automatizado de similitudes que se acompaña.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas dentro del porcentaje de similitud permitido no constituyen plagio y que el documento cumple con la integridad científica y con las normas para el uso de citas y referencias establecida en los protocolos respectivos.

Se cumple con adjuntar el Recibo Digital a efectos de la trazabilidad respectiva del proceso.

Lambayeque, 11 de junio de 2026



JORGE ANTONIO FUPUY CHUNG
DNI: 16720210
ASESOR

Se adjunta:
*Resumen del Reporte automatizado de similitudes (Informe de originalidad)
*Recibo Digital

Variación espacio – temporal de la comunidad del macrozoobentos del submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 –febrero 2020

INFORME DE ORIGINALIDAD

8%	8%	5%	2%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.imarpe.gob.pe Fuente de Internet	1%
2	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	revistas.imarpe.gob.pe Fuente de Internet	<1%
4	aquadocs.org Fuente de Internet	<1%
5	docplayer.es Fuente de Internet	<1%
6	rcc.marn.gob.sv Fuente de Internet	<1%
7	Martín Merino Ibarra, Elva Guadalupe Escobar Briones. "Tendencias de Investigación en Limnología Tropical Perspectivas Universitarias en Latinoamérica", Universidad Nacional Autonoma de Mexico, 2015 Publicación	<1%
8	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	<1%
9	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	<1%
10	kipdf.com Fuente de Internet	<1%
11	biblioimarpe.imarpe.gob.pe	

Jorge Antonio Fujuy Chung
DNI 16720210
ASESOR

	Fuente de Internet	<1 %
12	repositorio.unjbg.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
13	www.redalyc.org Fuente de Internet	<1 %
14	Submitted to Universidad de Guadalajara Trabajo del estudiante	<1 %
15	core.ac.uk Fuente de Internet	<1 %
16	boletin.invemar.org.co Fuente de Internet	<1 %
17	docslib.org Fuente de Internet	<1 %
18	doczz.es Fuente de Internet	<1 %
19	WALSH PERU S.A. INGENIEROS Y CIENTIFICOS CONSULTORES. "EIA para el Proyecto de Explotación de la Concesión Minera No Metálica Dunas 3 Segunda-IGA0007037", R.D. N°005-2016-PRODUCE/DVMYPE-I/DIGGAM, 2020 Publicación	<1 %
20	cybertesis.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
21	Submitted to Universidad Cientifica del Sur Trabajo del estudiante	<1 %
22	biblioimarpe.imarpe.gob.pe:8080 Fuente de Internet	<1 %
23	ojs.inidep.edu.ar Fuente de Internet	<1 %
24	repositorio.uladech.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

Jorge Antonio Fajoy Chang
DNI 10720210
ASESOR

25	repository.usta.edu.co Fuente de Internet	<1 %
26	www.revistas.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
27	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
28	maemanabi.files.wordpress.com Fuente de Internet	<1 %
29	repositorio.untumbes.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
30	WALSH PERU S.A. INGENIEROS Y CIENTIFICOS CONSULTORES. "EIA del Proyecto Prospección Sísmica 2D y 3D Gravimetría y Muestreo de Fondo Marino - Área del Convenio Especulativo - SPEC (Lima - Ica) Lote Z-33-IGA0007028", R.D. N° 042-2004-MEM/AAE, 2020 Publicación	<1 %
31	bibliotecadigital.exactas.uba.ar Fuente de Internet	<1 %
32	cortolima.gov.co Fuente de Internet	<1 %
33	www.teses.usp.br Fuente de Internet	<1 %
34	creativecommons.org Fuente de Internet	<1 %
35	pubs.usgs.gov Fuente de Internet	<1 %
36	www.wackerart.de Fuente de Internet	<1 %
37	Submitted to Universidad Nacional Abierta y a Distancia Trabajo del estudiante	<1 %



38	www.metropol.gov.co Fuente de Internet	<1 %
39	DOMUS CONSULTORIA AMBIENTAL S.A.C.. "MEIA Perforación Exploratoria del Área Paita - Sechura en el Lote Z-2B, en Relación a la Actualización del Estudio de Línea Base-IGA0013590", R.D. N° 075-2004-MEM/AAM, 2021 Publicación	<1 %
40	coralina.gov.co Fuente de Internet	<1 %
41	link.springer.com Fuente de Internet	<1 %
42	repositorio.una.edu.ni Fuente de Internet	<1 %
43	silo.tips Fuente de Internet	<1 %
44	www.vliz.be Fuente de Internet	<1 %
45	1library.co Fuente de Internet	<1 %
46	Brito Castro, Maria del Carmen. "Estudio de las comunidades Intersticiales del sebadal (cymodocea nodosa) en Canarias con especial referencia a los anelidos poliquetos", Universidad de La Laguna (Canary Islands, Spain), 2022 Publicación	<1 %
47	WALSH PERU S.A. INGENIEROS Y CIENTIFICOS CONSULTORES. "EIA y Social del Proyecto Prospección Sísmica 2D y 3D en el Lote Z-48-IGA0005188", R.D. N° 082-2010-MEM/AAE, 2022 Publicación	<1 %

Jorge Antonio Fuoay Chang
DNI 16720210
ASESOR

turnitin

Recibo digital

Este recibo confirma quesu trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega:	Luzby Maria Jimenez Castillo
Título del ejercicio:	Quick Submit
Título de la entrega:	Variación espacio – temporal de la comunidad del macrozoob...
Nombre del archivo:	Informe_final-Corregido03mayo-_Luzby_Jim_nez_-_copia.docx
Tamaño del archivo:	8.97M
Total páginas:	85
Total de palabras:	20,468
Total de caracteres:	106,215
Fecha de entrega:	11-jun-2026 10:39a. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega:	2981219341



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Variación espacio – temporal de la comunidad del
2019 – febrero 2020

TESIS

Jorge Antonio Fuquy Chung
DNI 16720310
ASESOR

Derechos de autor 2026 Turnitin. Todos los derechos reservados.

DEDICATORIA

A Dios por todas las oportunidades.

A mis padres: Rosa Castillo y Manuel Jiménez, por el apoyo incondicional.

A todas las personas que han sido mis amigos y fuente de aliento para seguir adelante.

AGRADECIMIENTO

Al Dr.(c) Jorge Antonio Fupuy Chung, asesor de tesis, por la motivación y consejos para poder culminar este trabajo de investigación.

Gracias al equipo del Laboratorio de Oceanografía y Acidificación Costera por brindarme la oportunidad de realizar y culminar este trabajo de investigación. En especial al Dr. Wilmer Carbajal (In memorian), por su apoyo y oportunidad.

A la Lic. Natalie del Carmen Bravo Senmache, especialista del laboratorio de Biología Pesquera de la Facultad Ciencias Biológicas de la UNPRG, por el apoyo en el trabajo de muestreo, la identificación y análisis del bentos marino.

A mis amigos Ralph Sánchez, Cecilia Atalaya y Cesar Ríos por el apoyo en los trabajos muestreo e identificación de las muestras.

A mis profesores del Departamento Académico de Pesquería y Zoología, al MSc. Jorge Chanamé Céspedes y Elsa Angulo de Alva, por el apoyo y guía.

CONTENIDO

ACTA DE SUSTENTACIÓN iii

CONSTANCIA DE VERIFICACIÓN DE ORIGINALIDAD iv

DEDICATORIA x

AGRADECIMIENTO xi

CONTENIDO xii

ÍNDICE DE TABLAS xiii

ÍNDICE DE FIGURAS xiv

RESUMEN xvi

ABSTRACT xvii

INTRODUCCIÓN 1

II. DISEÑO TEÓRICO 3

2.1. Antecedentes 3

2.2. Bases teóricas 6

III. DISEÑO METODOLÓGICO 10

3.1. Tipo y diseño de investigación 10

3.2. Población y muestra 10

3.3. Métodos, técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos 10

3.4. Procesamiento y análisis de datos 13

IV. RESULTADOS 15

4.1. Composición específica y abundancia 15

4.2. Densidad 18

4.3. Distribución espacio – temporal 19

4.4. Análisis univariado 22

4.5. Análisis multivariado 24

4.6. Parámetros físicos – químicos y Masas de agua 30

V. DISCUSIÓN 37

VI. CONCLUSIONES 45

VII. RECOMENDACIONES 46

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 47

ANEXOS 55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.Coordenadas geográficas de las estaciones de muestreo en la zona submareal frente a Pimentel, marzo 2019 – febrero 2020 11

Tabla 2.Lista de especies de la comunidad macrozoobentónica presentes en las estaciones de muestreo en el submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 – febrero 2020. 16

Tabla 3.Variación mensual de la densidad por phylum de la comunidad del macrozoobentos del submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 -febrero 2020. 18

Tabla 4. Valores del estadístico R del Test ANOSIM de doble vía, en pares de estaciones de muestreo y estaciones climáticas en el submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 – febrero 2020. 27

Tabla 5.Disimilaridad Promedio para grupos diferentes de estaciones de muestreo y estaciones climáticas en el submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 – febrero 2020. 29

Tabla 6. Combinaciones de los parámetros físicos – químicos con las matrices de similaridad de la comunidad macrozoobentónica (abundancia), empleando el Coeficiente de Spearman en la rutina BIOENV. Zona del submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 – febrero 2020. 30

Tabla 7. Temperatura superficial del agua de mar por meses y estaciones de muestreo en el submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 – febrero 2020. 31

Tabla 8. 31

Tabla 9. Salinidad por meses y estaciones de muestreo en el submareal somero frente Pimentel, marzo 2019 – febrero 2020. 33

Tabla 10. pH del agua de mar por estaciones de muestreo y meses en el submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 – febrero 2020. 34

Tabla 11. Oxígeno Disuelto (ml/L) por estaciones de muestreo y meses en el submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 – febrero 2020. 35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.Mapa de la ubicación de la zona del submareal somero frente a Pimentel, mostrando el transecto de estudio y las estaciones muestreo, marzo 2019 – febrero 2020. 11

Figura 2.Abundancia (%) de los principales phylum de la comunidad macrozoobentónica presente en el submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 – febrero 2020. 17

Figura 3. Frecuencia (%) de phylum de acuerdo a las estaciones de muestreo y estaciones del año, en el submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 – febrero 2020. 17

Figura 4.Variación mensual de la densidad (ind.m^{-2}) de la comunidad del macrozoobentos presente en el submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 –febrero 2020. 19

Figura 5.Variación espacial de la densidad (ind.m^{-2}) de la comunidad del macrozoobentos presente en el submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 – febrero 2020. 20

Figura 6.Variación mensual de la densidad (ind.m^{-2}) y por phylum de la comunidad del macrozoobentos presente en el submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 – febrero 2020. 21

Figura 7.Variación estacional de la densidad (ind.m^{-2}) de la comunidad del macrozoobentos del submareal somero frente a Pimentel, de marzo 2019 – febrero 2020. 21

Figura 8.Variación mensual de los Índices Ecológicos de la comunidad macrozoobentónica del submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 – febrero 2020. 23

Figura 9.Variación espacial de los Índices Ecológicos de la comunidad macrozoobentónica del submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 – febrero 2020. 23

Figura 10.Dendograma mostrando la Similaridad de Bray Curtis de abundancias transformadas a raíz cuarta por estaciones de muestreo en el submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 – febrero 2020. 24

Figura 11.Dendograma mostrando la Similaridad de Bray Curtis de las abundancias transformadas a raíz cuarta por estaciones de muestreo y estaciones climáticas en el submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 – febrero 2020 25

Figura 12.Ordenación de nMDS de densidades transformadas a raíz cuarta por estaciones de muestreo en el submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 – febrero 2020. 26

Figura 13.Ordenación de nMDS de abundancias transformadas a raíz cuarta entre estaciones y la variación estacional en el submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 – febrero 2020 26

Figura 14.Distribución de las simulaciones del estadístico R por estaciones de muestreo en el submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 – febrero 2020. (R observado =0,021). 28

Figura 15.Distribución de las simulaciones del estadístico R por estaciones climáticas en el submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 – febrero 2020. (R observado =0,174). 28

Figura 16.Variación estacional de la temperatura superficial y media del agua mar en el submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019-febrero 2020. 32

Figura 17.Variación estacional de la salinidad en el submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 -febrero 2020. 33

Figura 18.Variación estacional del pH de agua de mar por estaciones de muestreo del submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 – febrero 2020. 34

Figura 19.Variación estacional del Oxígeno Disuelto (ml/L) en el submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 – febrero 2020. 35

Figura 20.Diagrama T-S de las masas de agua presente en el submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 – febrero 2020. 36

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la distribución y variación espacio-temporal de la comunidad del macrozoobentos del submareal somero frente a la playa de Pimentel, la cual se desarrolló en el marco de ejecución del proyecto de investigación "Impactos de la acidificación del océano sobre el sistema de carbonatos y calcificación del cangrejo violáceo *Platyxhantus orbignyi* en la zona de afloramiento costero frente a Pimentel, Lambayeque, 2019-2020". Se analizaron los datos de la abundancia, densidad, diversidad y composición de las especies macrozoobentónicas, así como los parámetros físico-químicos del agua de mar (salinidad, temperatura, oxígeno y pH). Se tomaron las muestras con ayuda de una draga Van Veen 0,05 m^2 en un transecto de estudio de 5 mn, de 4,4 a 18 m profundidad, donde se establecieron 5 estaciones de muestreo (con 3 réplicas por estación). Se identificaron 40 especies de 8 phylum, siendo los más abundantes Annelida, Mollusca y Arthropoda. El índice de diversidad promedio fue de 1,22 bits/ind, con el valor más alto en la estación E3 y en el mes de febrero. La riqueza de especies y la densidad aumentaron con la profundidad. La variación temporal mostró un aumento de la densidad en los meses de otoño y verano. El Oxígeno Disuelto influyó en la variación espacio-temporal de la comunidad macrobentónica (R: 0,228). Las masas de agua en la zona de estudio presentaron la influencia de las ACF y la mezcla de esta con regazos de la ASS y AES.

***Palabra clave*:** submareal somero, diversidad, macrozoobentos, variación espacio – temporal.

ABSTRACT

This research aimed to determine the distribution and spatiotemporal variation of the community of macrozoobenthos from the shallow submarine off Pimentel beach, which was developed within the framework of the execution of the research project "Impacts of ocean acidification on the carbonate system and calcification of the violet crab *Platyxhantus orbignyi* in the coastal upwelling area off Pimentel, Lambayeque, 2019-2020." Data on the abundance, density, diversity, and composition of macrozoobenthic species were analyzed, as well as the physical-chemical parameters of seawater (salinity, temperature, oxygen, and pH). The samples were taken with the help of a 0.05 m^2 Van Veen dredge in a 5 nm study transect, from 4.4 to 18 m deep, where 5 sampling stations were established (with 3 replicates per station). 40 species from 8 phyla were identified, the most abundant being Annelida, Mollusca, and Arthropoda. The average diversity index was 1.22 bits/ind, with the highest value at station E3 and in February. Species richness and density increase with depth. The temporal variation showed an increase in density in the autumn and summer months. The dissolved oxygen influenced the spatio-temporal variation of the macrobenthic community (R: 0,228). The water masses in the study area showed the influence of the ACF and the mixture of this with laps of the ASS and AES.

***Keywords*:** shallow subtidal, diversity, macrozoobenthos, spatiotemporal variatio

INTRODUCCIÓN

El Sistema de Corrientes de Humboldt frente al Perú (SCHP) alberga una comunidad bentónica diversa y extensa. Esta comunidad se distribuye desde la línea de orilla hasta las grandes profundidades, teniendo como característica principal la estrecha relación con el fondo marino (Yupanqui, 2002). Entre los macrozoobentos más frecuentes están los poliquetos, seguidos de los bivalvos, anfípodos, crustáceos decápodos, equinodermos y cnidarios (Gray y Elliot, 2009).

En especial, los hábitats bentónicos más costeros y cercanos a la orilla de playa (<15 m) están influenciados por procesos físicos de alta energía, como remolinos, olas, mareas y corrientes, así como por diferentes cambios oceanográficos (Yupanqui et al., 2011; Aramayo et al., 2022). Estos factores influyen en la abundancia y distribución de los organismos marinos que los habitan, que a su vez son fuertemente vulnerables a las actividades antropogénicas, tales como el vertimiento de aguas residuales de procedencia humana o industrial, la actividad pesquera, entre otras (Enríquez et al., 1999; Riascos et al., 2016; Uribe et al., 2019; Bances y Castañeda, 2020). Así mismo, la homogeneidad topográfica del fondo marino y la baja diversidad de los recursos alimentarios también generan que la comunidad de la macrofauna tenga una pérdida significativa en diversidad (Majluf,2002).

Las comunidades bentónicas son esenciales para los ecosistemas marinos, ya que desempeñan un papel importante en los ciclos biogeoquímicos y en la cadena trófica. Por ello, es importante estudiar como estas comunidades responden a los cambios oceanográficos, ya sean estacionales, anuales o interanuales (Yupanqui, 2007), dentro de estos cambios oceanográficos se encuentra al ENSO (El Niño-Oscilación Sur) (Tarazona et al., 1985; Tarazona et al., 1999). Por lo tanto, la sensibilidad de algunos grupos taxonómicos de la comunidad bentónica a los cambios naturales y antrópicos, los convierten en una opción clave como indicadores biológicos en este tipo de ambientes marinos someros (Aramayo, 2022), dentro de estos grupos, destacan los poliquetos como los más sensibles y presentan una respuesta activa a la presencia de contaminación (Elias et al., 2021).

En el Perú, el estudio de la comunidad bentónica en áreas someras, principalmente se ha realizado en las bahías, ensenadas y en algunos submareales someros frente a playas arenosas. En todos los casos se ha observado que la clase Polychaeta es la más frecuente, abundante y dominante. Esta predominancia se atribuye principalmente al tipo de sustrato, la concentración del Oxígeno Disuelto y la disponibilidad del alimento (Tarazona et al., 1985; Yupanqui, 2002; Yupanqui et al., 2011; Carrillo, 2018; Paredes, 2018; Aramayo et al., 2022).

En el caso de la región Lambayeque, se han realizado investigaciones sobre la caracterización de los principales bancos de invertebrados marinos, teniendo como principales componentes de la comunidad bentónica en el submareal somero a los phylum Mollusca, Polychaeta y el subphylum Crustácea (De La Cruz et al., 2009). Dentro de ellos, se enfatizan en la evaluación de las principales especies de interés comercial como *Platyxanthus orbignyi* (cangrejo violáceo) (Ramírez et al., 2017a; Ramírez et al., 2017b). Sin embargo, los estudios sobre la caracterización de la comunidad del macrozoobentos en las primeras 5 mn (área destinada para la pesca artesanal) en relación a su variabilidad espacio – temporal son escasos y poco actualizados.

En este contexto, esta investigación tuvo como objetivo principal determinar la distribución y variación espacio-temporal de la comunidad del macrozoobentos marino del submareal somero frente a la playa de Pimentel, planteándose los siguientes objetivos específicos: determinar los índices de la diversidad de la comunidad del macrozoobentos, establecer la variación espacial de la comunidad del macrozoobentos, establecer la variación temporal de la comunidad del macrozoobentos, describir las masas de agua presentes en el submareal somero frente a Pimentel y relacionar la composición de la comunidad macrozoobentónica con los parámetros físico – químicos.

II. DISEÑO TEÓRICO

2.1.Antecedentes

La zona submareal frente a Pimentel pertenece a la parte central de la plataforma continental del Perú (Pinglo, 2004). Esta presenta la influencia del sistema de corrientes de Humboldt, que fluye desde el centro de Chile hasta el norte del Perú (Tarazona et al., 2003); Moron (2000) señala que en la zona de estudio 7° - 8° (Pimentel – Chicama) se encuentra una de las 5 principales zonas de afloramiento costero frente al Perú, siendo alimentada por aguas oxigenadas de la Extensión Sur de la Corriente de Cromwell (ESCC), que afloran al norte de los 6° S (Zuta y Guillen, 1970).

Por otro lado, el área 6 y 9°S (Pimentel – Chimbote) tiene la influencia del flujo de las aguas costeras frías (ACF) y de aguas subtropicales superficiales (ASS). Estas últimas tienden aproximarse más a la costa durante el verano y desaparecen en el invierno debido a que el afloramiento costero logra su máxima intensidad, en cambio, en condiciones anormales, se da la existencia de aguas tropicales superficiales (ATS) y aguas ecuatoriales superficiales (AES), que proceden de la región ecuatorial, que causan efectos catastróficos en la fauna marina (Zuta y Guillén, 1970; Guillén et al., 1969; Guillén y R. de Rondán,1974; Guillén y Calienes, 1975; Guillén, 1976, citados en Guillén et al.,1977).

En cuanto a las investigaciones sobre la comunidad bentónica, De la Cruz et al.,2009 señalan que la comunidad bentónica frente al litoral de Lambayeque se encuentra representado por los phylum Mollusca, subphylum Crustacea y la clase Polychaeta. Así mismo, el Instituto del Mar del Perú (IMARPE) caracterizó a los principales bancos naturales de invertebrados marinos comerciales, en una franja de estudio de 4 a 9 m de profundidad, las especies más características en esta área es el cangrejo violáceo *Platyxanthus orbignyi* y el cangrejo peludo *Cancer porteri*, pero también se registraron a las principales especies de la fauna asociada, como cangrejo puñete *Hepatus chiliensis*, el cangrejo lobo *Arenaeus mexicanus*, el cangrejo ermitaño *Pagurus villosus*, el cangrejo de fango *Gaudichaudia gaudichaudii* y el cangrejito *Cycloxanthops sexdecimdentatus*. Además, los niveles de temperatura, Oxígeno Disuelto y salinidad indican que las aguas costeras frías (ACF) predominan en todo el submareal somero. También se observaron procesos de afloramiento

costero, como lo demuestran las temperaturas inferiores a 18 °C (Ramírez et al., 2017b; Ramírez et al., 2017a).

Desde los 11,5 m a 97 m de profundidad, Pinglo (2004) estudió la composición y diversidad del macrozoobentos en la zona submareal frente a Pimentel. Con 68 especies registradas, la mayoría de las cuales pertenecieron a la clase Polychaeta, el subphylum Crustácea y el phylum Mollusca. Observó una alta correlación de la comunidad con la temperatura y el Oxígeno Disuelto de fondo. También indica que en esta área de afloramiento costero prevalecen 7 especies, de las cuales 5 son poliquetos (Onuphyidae, Nepthyidae, Magelonidae, Spionidae y Sabellongidae), el amphipodo *Gammarus* sp. y el bivalvo *Semele* sp.

En otras áreas someras, se han realizado estudios sobre la comunidad bentónica, como Yupanqui et al. (2007) que determinaron la composición y distribución de la comunidad del macrobentos en la Ensenada de Sechura, registraron en total 117 especies, donde el grupo Polychaeta que fue el más abundante y dominante. Con la abundancia de la especie *Polydora sociales* en profundidades de 5 a 11 m, las especies de la familia Capitellidae en profundidades de 21 a 35 m y la especie *Paraprioniospio pinnata* en 42 a 72 m. La temperatura, Oxígeno Disuelto y el porcentaje de arena disminuyó desde la zona más somera hasta la más profunda.

Paredes (2018) también realizó un estudio de la comunidad macrobentónica en los submareales someros de Junco Marino y Cerro Negro en Salaverry, identificando un total de 47 y 21 especies. En diferentes profundidades, en el primero, lo realizó de 9 a 15 m, y el segundo, en 13 a 25 m. La clase Polychaeta fue la más frecuente, diversa y dominante. La especie *Leitoscoloplos* sp. fue la especie más frecuente y dominante en ambas zonas, *Magelona* sp. y *Capitella* sp. fueron las especies más frecuentes y dominantes en Cerro Negro. La distribución de las especies estuvo relacionada con la profundidad y al tamaño de grano del sedimento.

Carrillo (2018) determinó la diversidad en la zona del submareal somero frente a las playas el Brujo y Chérrepe, identificando a 25 especies, pertenecientes a los Phylum Echinodermata, Artropoda, Annelida, Nemertea, Mollusca, Phoronida y Sipunculida, asi mismo, la clase más abundante y dominante fue la Polychaeta. *Leitoscoloplos* sp., *Magelona*

sp. y Owenia sp. fueron las especies con más densidad en el caso de la playa El Brujo, mientras tanto, en la playa Chérrepe, fueron las especies *Gammaropsis* sp. y *Grubeulepis* sp. El estado de diversidad es bajo en la playa El Brujo y Chérrepe y se relaciona con el tamaño del grano del sedimento. Así también, Loyaga (2018) evaluó los principales efectos de los agentes contaminantes en la diversidad bentónica en el litoral de la bahía de Salaverry, registrando la mayor distribución de poliquetos en el litoral y frente a las 2 mn, en especial de *Magelona* sp. y *Capitella* sp., considerados indicadores de contaminación.

En la costa sur del Perú, Aramayo et al. (2022) estudiaron el macrobentos del fondo blando somero. Para ello, establecieron 3 estratos batimétricos (somero ≤10m, intermedio 11-30 m y profundo>30), con el fin de determinar la influencia de la profundidad. Identificaron 45 taxones, 44 metazoarios y 1 bacteria gigante, con dominancia del grupo Polychaeta. Las especies *Nephtys ferruginea*, *Paraprionospio pinnata*, *Magelona phyllisae*, *Hermundura fauveli*, la familia Platychnopidae, *Felicioliva peruviana*, *Polinices uber*, E. *analoga y Diopatra chilensis* son las más características del fondo blando somero. Además, observaron una distribución batimétrica de la densidad del bentos y una estratificación de la riqueza de las especies, con dominancia significativa en las profundidades de 11 – 30 m

2.2. Bases teóricas

2.2.1. El Bentos y sus factores condicionantes

El bentos marino está constituido por los seres vivos que viven sobre (epifauna), enterrados (infauna) y fijos en el sedimento (sésiles). Mientras que otros se arrastran, caminan o nadan alrededor del fondo (Yupanqui, 2002; Castro y Huber, 2007). Por lo general, se clasifican de acuerdo al tamaño: Microfauna (<63 µm), Meiofauna (63 – 500 µm), Macrofauna (500 µm – 5 cm) y Megafauna (>5 cm) (Gray y Elliot, 2009). Por otro lado, Pech y Ardisson (2010) señalan que el bentos se puede clasificar por el tipo de hábitats, siendo *hiperbentos* aquellos organismos capaces de realizar migraciones verticales sobre el sustrato, el *epibentos* son todos los organismos que viven sobre la superficie del sustrato y el *endobentos* son aquellos que viven enterrados en el sustrato.

En la zona del submareal está conformado por el sedimento blando (arena, fango, conchuela entre otros) y el sedimento duro. En el primer tipo de sustrato, existe una carencia de la diversidad topográfica, en su gran mayoría los organismos más predominantes son los pertenecientes a la infauna. Donde la clase Polychaeta (especies constructoras de tubos y excavadoras), el subphylum Crustácea (los anfípodos, isópodos, tenaidáceos, mysidáceos y decápodos pequeños, presentes en la superficie de la arena y del fango), el phylum Echinodermata (ofiuros, estrellas de mar y holoturias o pepinos de mar) y el phylum Mollusca (variedad de especies de bivalvos excavadores y algunos gasterópodos que habitan en la superficie) son los que más predominantes en estos ambientes; el primer grupo son los más abundantes y frecuentes. En el caso de los submareales con sustrato duro, es un caso opuesto, debido a que tienen un relieve considerable, lo que determina la presencia potencial de muchos diversos hábitats (Carrasco, 2004).

El tipo de sustrato es un factor determinante en la distribución de las especies bentónicas. Las adaptaciones a los diferentes sedimentos tienen influencia en la morfología, la alimentación, los patrones de dominancia y las interacciones de estas especies. Mas aún, las adaptaciones fisiológicas a las variaciones en la temperatura del agua, la salinidad y otros factores químicos que son importantes. Con el incremento de la profundidad y la distancia de la costa, la disponibilidad de materia orgánica disminuye. En consecuencia, la biomasa del bentos también disminuye y los alimentadores de depósito tienden a predominar en las comunidades marinas (Levinton, 1982, citado en Giovanni y Romero, 2002).

Quipúzcoa et al. (2011) indican que la comunidad del bentos en la plataforma continental en el Perú está condicionada a dos factores químicos, el primero es la disponibilidad de la materia orgánica en el sedimento y el segundo es la concentración de Oxígeno Disuelto del fondo; en el primero, la zona sur de la plataforma continental peruana (10°30´S) se encuentra en abundancia de sedimentos finos ricos en materia orgánica y bajo contenido calcáreo, más al norte se encuentran distribuidos sedimentos más arenosos pero con bajo contenido orgánico (Delgado y Gomero 1988, citados en Yupanqui, 2002); en el caso del Oxígeno Disuelto del fondo, existe deferencias latitudinales en las concentraciones, aumentando de sur a norte, así mismo, en la intensidad de los afloramientos costeros (Rossemberg et al., 1985; Arntz et al.,1985, citados en Yupanqui, 2002). Por otro lado, la deficiencia de Oxígeno Disuelto del fondo debido a la alta demanda de la respiración de los organismos marinos puede ocasionar el aumento del CO_2, generando la disminución en los valores del pH en el agua de mar, produciendo un impacto negativo en las comunidades macrobentónicas, en especial aquellas que poseen una estructura calcárea (León et al., 2011).

Gutiérrez et al. (2014) refieren que el ciclo ENOS controla el régimen de oxígeno sobre la mayor parte de la plataforma continental. Además, el ciclo tiene un impacto en la sucesión y distribución espacial de las comunidades bentónicas. Los EN extremos o fuertes reducen o eliminan bacterias gigantes y fomentan la colonización de los fondos por la macrofauna aeróbica, aumentando la diversidad y biomasa de grupos poco tolerantes a la deficiencia de oxígeno, como moluscos, crustáceos, equinodermos, sipuncúlidos y grandes poliquetos; mientras las condiciones de LN permite el desarrollo de las comunidades del Zona Mínima de Oxígeno (ZMO) que son tolerantes a la anoxia, como nematodos y foraminíferos bentónicos.

Carrasco (2004) considera que los principales factores físicos son la turbulencia, la salinidad y la temperatura que generan un impacto en la comunidad bentónica en el submareal, en el caso de la turbulencia, se origina con la interacción de las olas, corrientes y los afloramientos costeros y permite que las aguas someras sean más estratificadas y se produzca el reciclamiento de los nutrientes. Por otro lado, la salinidad en la zona submareal es variable en comparación del océano abierto o el mar profundo, no obstante, en zonas donde hay gran descarga de agua dulce, tiende a presentar valores

homogéneos sin atribuir un significado ecológico en la comunidad bentónica. La temperatura en aguas más costeras es más variable y en zonas templadas la variabilidad se observa en estaciones; la variabilidad de este parámetro en los organismos marinos significa un indicador de la activación o conclusión de los ciclos vitales o reproductivos.

Por otro lado, Rebaza et al. (2013) sostienen que, en zonas marinas costeras, como por ejemplo el Puerto de Malabrigo y la Bahía de Salaverry, donde se caracterizan por la presencia de afloramientos continuos, del mismo modo, se realiza la actividad pesquera con gran intensidad, ya sea de manera artesanal e industrial, generando efluentes que son vertidos al mar. Así también, la presencia de embarcaciones de pequeño y gran calado. Sumado a esto, los procesos oceanográficos se muestran alterados ante la presencia de muelles, chatas e instalaciones que no permiten la circulación natural de las corrientes marinas.

2.2.2. Diversidad Biológica

Dentro del marco del Convenio sobre Diversidad Biológica, definen a la "diversidad biológica" como la variedad de seres vivos de cualquier ámbito, inclusive, entre otras cosas, en los ecosistemas marinos, terrestres, acuáticos y los complejos ecológicos que los conforman, manifestándose la diversidad entre las especies, en cada especie y de los ecosistemas (ONU, 1992).

Por un lado, Colwell (2009) afirma que las comunidades de especies presentan ciertos patrones cuantitativos de rareza y de frecuencia entre las especies de una muestra o de una comunidad, denominándola abundancia relativa, esta puede entenderse también como aquellos individuos que pertenecen a las comunidades comunes de una comunidad típica.

La diversidad también está sujeta a la medición, teniendo como la medida más sencilla a la riqueza de especies. Por ello, se emplean índices de diversidad, que son funciones matemáticas que mezclan la riqueza y la uniformidad en una sola medida (Colwell, 2009; Moreno, 2001). Los índices más usados son:

- El índice Shannon-Wiener (H´ log): indica la relación de las especies en diferentes periodos de muestreo y sus respectivas abundancias, que refleja el grado de incerteza de una comunidad (Magurran, 1988).

$$H' = -\sum PilogPi$$

donde:

Pi: es abundancia proporcional de la especie i.

- El índice de Riqueza de Margalef (d): es la expresión instantánea de la medida de diversidad, donde la riqueza de especies aumenta con el tamaño de la muestra (Magurran, 1988).

$$D_{mg} = \frac{S-1}{lnN}$$

donde:

S= número de especies

N: número total de individuos

- El Índice de uniformidad de Pielou (J'): indica la proporción de la diversidad observada en relación al valor máximo de la diversidad esperada. Tiene valores de 0 a 0,1, si los valores son mayores de 0,1 se considera a todas las especies que son igualmente abundantes (Magurran, 1988).

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

donde:

$H'_{max} = \ln (S)$

- El Índice de Simpson (D): muestra la probabilidad de que dos individuos tomados al azar en sean de la misma especie (Magurran, 1988).

$$\lambda = \sum Pi^2$$

donde,

pi= es el número de individuos de la especie i, dividido entre el número total de individuos de la muestra.

III. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y diseño de investigación

La presente investigación, al ser descriptiva, utilizó el diseño de contrastación de hipótesis ex–post facto (Tam et al., 2008), donde se analizaron los datos biológicos (abundancia) y los parámetros físico-químicos para así determinar la variación espacio – temporal y distribución de la comunidad macrozoobentónica.

3.2. Población y muestra

La población estuvo constituida por los organismos componentes de la comunidad del submareal somero frente a Pimentel, distribuidos en el área de muestreo. Mientras que la muestra estuvo compuesta por los diferentes grupos taxonómicos pertenecientes al macrozoobentos recolectados en las estaciones de muestreo durante los monitoreos biológicos mensuales durante marzo del 2019 a febrero del 2020 dentro del marco de ejecución del proyecto de investigación "Impactos de la acidificación del océano sobre el sistema de carbonatos y la calcificación del cangrejo violáceo *Platyxanthus orbignyi* en la zona de afloramiento costero frente a Pimentel, Lambayeque, 2019-2020".

3.3. Métodos, técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos

3.3.1. Área de estudio, estaciones de muestreo y obtención de la muestra

3.3.1.1. Ubicación del área de estudio y estaciones de muestreo

La zona de estudio frente a Pimentel se ubica dentro de la parte central de plataforma continental, con un transecto de estudio de 5 mn, de 4,4 a 18 m profundidad. Se establecieron 5 estaciones de estudio, y en cada estación se realizó la colecta de 3 réplicas de muestreo. Se registraron las coordenadas de las estaciones de muestreo mediante un GPS (Global Positioning System) GARMIN (Figura 1 y Tabla 1). Todos los monitoreos se ejecutaron a bordo de un bote alquilado.

Tabla 1.

Coordenadas geográficas de las estaciones de muestreo en la zona submareal frente a Pimentel, marzo 2019 – febrero 2020

Estación	Latitud	Longitud	Prof. del dragado (m)	Prof. del muestreo de la botella Niskin (m)
1	6°50'24.3"	79°56'33.3"	4, 4	2
2	6°50'24.5"	79°57'54.8"	9, 2	5
3	6°50'24.7"	79°59'16.2"	12, 5	6
4	6°50'24.8"	80°00'37.7"	15, 2	7
5	6°50'25.0"	80°01'59.1"	18, 0	9

Figura 1.

Mapa de la ubicación de la zona del submareal somero frente a Pimentel, mostrando el transecto de estudio y las estaciones muestreo, marzo 2019 – febrero 2020.



3.3.1.2. Obtención de los parámetros físico-químicos

La obtención de los parámetros físico-químicos se realizó de manera mensual, el cual se realizó a través de una colecta de agua mar, mediante los lanzamientos de una botella "*Niskin*" en diferentes estaciones de muestreo (de 2 a 9 m de profundidad), donde se obtuvieron alícuotas para determinar la temperatura, la salinidad y el oxígeno. En la medición de la Temperatura Superficial del Mar (TSM) se realizó con la colecta de agua del mar en un balde y se medió con el uso de termómetro ambiental.

Por otra parte, para la determinación del pH y la temperatura, se realizó con el uso de un multiparámetro (AD8000). En la obtención del oxígeno se almacenaron muestras de agua de mar en frascos de vidrio ámbar y luego se determinó por el método de Winkler modificado por Carrit y Carpenter (1966). En el caso de la salinidad, se almacenó agua de mar en frascos de plástico y se determinó con un Salinómetro Portasal. La temperatura y pH se determinaron a bordo, mientras tanto, la salinidad y el oxígeno se logró determinar en el laboratorio.

3.3.1.3. **Obtención de las muestras de macrozoobentos**.

La obtención de las muestras biológicas se realizó de manera mensual. Se establecieron 5 estaciones de muestreo con 3 réplicas, esto se realizó con el lanzamiento de la draga Van Veen de 0,05 m^2. Luego, en la misma embarcación, se procedió al lavado del sedimento con un tamiz de tamaño de abertura de 500 µm. De esta manera, se depositaron en un frasco de plástico las muestras que contengan sedimento y, por el contrario, las muestras de roca no necesitaron de un lavado, se colocaron en bolsas ziploc con alcohol de 70%.

3.3.2. Análisis de las muestras en el laboratorio

Las muestras fueron trasladadas y analizadas en el laboratorio de Biología Pesquera de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, empleando un microscopio estereoscopio, pinzas y placas petri, donde se realizó la separación, recuento y posterior identificación de los diferentes grupos taxonómicos, auxiliados por claves taxonómicas (Fauchald, 1977; De León et al., 2009; Moscoso, 2013), por guías como la de Carbajal et al. (2018) y Carbajal y Santamaría (2017), y otros materiales de apoyo, tal como Prieto (2010), Deza et al. (2012), Uribe et al. (2013), Álamo y Valdivieso (1997), Araya y Araya (2017).

Los individuos de cada especie encontrados fueron contados para determinar así la abundancia y densidad (ind.m^{-2}) de cada estación de muestreo y mes de estudio; posteriormente fueron conservadas en viales de vidrio con alcohol al 70%.

3.4. Procesamiento y análisis de datos

Los datos se procesaron desde el mes de marzo del 2019 a febrero del 2020, para ello se hizo uso de Microsoft Excel 2019 y el PRIMER v. 6.1.6. Se ordenaron los datos por réplicas y estaciones de muestreo, que después fueron promediados para determinar el valor por estación y mes de muestreo y se guardaron en matrices de abundancia. Luego, se llevaron al PRIMER v. 6.1.6., donde fueron transformados a raíz cuarta, siendo así normalizados y homogenizados, para así determinar las diferencias significativas en la diversidad, distribución y variación espacio – temporal entre las estaciones de muestreo y estaciones climáticas de estudio, por ello, se realizaron análisis univariados y multivariados.

Dentro del análisis multivariado, las matrices de abundancia fueron transformadas a raíz cuarta, para luego determinar el grado de similaridad de Bray Curtis (1957) y se realizó el Análisis de Clasificación Jerárquica (CLUSTER) (Field et al., 1982) para agrupar a las estaciones y estaciones climáticas en grupos similares, de la misma manera, se usó el análisis de Escalación No Métrica Multidimensional (nMDS) (Kruskal y Wish, 1978) para mostrar la distancia entre estaciones y estaciones climáticas en relación al grado de similaridad, es decir, más similares sean serán más próximos serán. De la misma manera, se hizo uso de la subrutina del Análisis de Similaridad (ANOSIM) de dos vías sin replicación (Clarke y Green, 1988, citados en Clark y Warwick, 2001) para establecer la existencia o no de diferencias significativas entre las estaciones de muestreo y estaciones climáticas, bajo la hipótesis nula (H0) “no hay diferencias en la composición de la comunidad del macrozoobentos entre estaciones de muestreo y estaciones climáticas”. Los porcentajes de similaridad (SIMPER) (Clark, 1993, citado en Clarke y Warwick, 2001) se aplicó para evidenciar que especies tienen mayor contribución de disimilaridad entre estaciones de muestreo y estaciones climáticas.

Para identificar las variables ambientales (salinidad, Oxígeno Disuelto, temperatura y pH) que están asociadas con los patrones biológicos (abundancia) observados en el estudio, se empleó la rutina BIO-ENV. Esta rutina utiliza correlaciones no paramétricas para

encontrar la combinación de variables que mejor expliquen los patrones biológicos. Para esto, se realizó un pre-tratamiento a la matriz de datos, donde se normalizaron las variables ambientales utilizando una matriz de disimilitud con distancias Euclidianas. Las variables biológicas (abundancia) se transformaron a raíz cuadrada utilizando una matriz de similaridad de Bray Curtis (Clarke y Warwick, 2001).

En los análisis univariados, se calculó los siguientes parámetros comunitarios: Shannon-Wiener (H´), el índice de Riqueza de Margalef (d), el de uniformidad de Pielou (J´) y el de Simpson (D) (1949) por las diferentes estaciones y meses de estudio de acuerdo a Zar (1984), Franco et al. (1989) y Krebs (1989) (citados en Chanamé, 2008).

IV. RESULTADOS

4.1. Composición específica y abundancia

Durante el periodo de estudio, la comunidad macrobentónica estuvo compuesta por 40 especies, distribuidas en 8 phylum: Annelida (17), Arthropoda (7), Brachiopoda (1), Cnidaria (1), Echinodermata (2), Hemichordata (2), Mollusca (10) y Nemertea (1) (Tabla 2). El phylum Annelida representó el 42,5% del total, siendo el más abundante y dominante, seguidos de Mollusca y Arthropoda, con 25% y 17,5% respectivamente, en cambio, los phylum Cnidaria, Brachiopoda y Nemertea son los menos frecuentes con el 2,5 % (Figura 2).

Las especies que se encontraron distribuidos en todas las estaciones de muestreo fueron: *Leitoscoloplos* sp., *Nephtys* sp., *Pherusa* sp., Nymphon sp., *Ophiactis kroeyeri*, *Mulinia* sp., *Nassarius gayi* y Nemertino sp. La estación 3 destacó por la mayor cantidad de especies (29 sp.) y en verano se lograron registrar hasta 30 especies.

La composición de la comunidad macrozoobentonica en el submareal somero, en verano e invierno, estuvo representada por todos los grupos, mientras que en primavera estuvieron presentes solo 5. El phylum Annelida, Mollusca y Arthropoda fueron frecuentes en la mayoría de las estaciones de muestreo. El phylum Annelida sobresalió en las estaciones 2, 3 y 5 con más del 60% en otoño y verano. El phylum Mollusca sobresalió en la estación 1 y 2 en primavera (con más del 70%). Otros phylum, como Cnidaria, alcanzaron sus mayores frecuencias en las estaciones más profundas; en cambio, los phylum Brachiopoda y Nemertea fueron menos abundantes (< 3%) (Figura 3).

Tabla 2.

Lista de especies de la comunidad macrozoobentónica presentes en las estaciones de muestreo en el submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 – febrero 2020.

Phylum	Clase	Familia	Genero	Especie	E1	E2	E3	E4	E5
Annelida	Polychaeta	Arenicolidae	Arenicola	*Arenicola* sp. (Lamarck, 1801)		X	X	X	X
	Polychaeta	Capitellidae	Capitella	*Capitella* sp. (Blainville, 1828)			X		X
	Polychaeta	Chaetopteridae	Chaetopterus	*Chaetopterus* sp. (Cuvier, 1830)		X			
	Polychaeta	Cossuridae	Cossura	*Cossura chilensis* (Hartmann-Schröder, 1965)		X	X	X	X
	Polychaeta	Onuphidae	Diopatra	*Diopatra* sp. (Audouin & Milne Edwards, 1833)		X	X	X	X
	Polychaeta	Glyceridae	Glycera	*Glycera* sp. (Lamarck, 1818)			X	X	
	Polychaeta	Eulepethidae	Grubeulepis	*Grubeulepis* sp. (Pettibone, 1969)			X	X	
	Polychaeta	Orbiniidae	Leitoscoloplos	*Leitoscoloplos* sp. (Day, 1977)	X	X	X	X	X
	Polychaeta	Polynoidae	Halosydna	*Halosydna* sp. (Kinberg, 1856)	X		X		
	Polychaeta	Lumbrineridae	Lumbrineris	*Lumbrineris* sp. (Blainville, 1828)		X	X	X	X
	Polychaeta	Magelonidae	Magelona	*Magelona* sp. (F. Müller, 1858)		X	X	X	X
	Polychaeta	Nephtyidae	Nephtys	*Nephtys* sp. (Cuvier, 1817)	X	X	X	X	X
	Polychaeta	Oweniidae	Owenia	*Owenia* sp. (Delle Chiaje, 1844)		X	X	X	X
	Polychaeta	Flabelligeridae	Pherusa	*Pherusa* sp. (Oken, 1807)	X	X	X	X	X
	Polychaeta	Spionidae	Scolelepsis	*Scolelepsis* sp. (Blainville, 1828)	X		X	X	X
	Polychaeta	Pilargidae	Sigambra	*Sigambra* sp. (Müller, 1858)			X		
	Polychaeta	Syllidae	Syllis	*Syllis* sp. (Lamarck, 1818)		X			
Arthropoda	Malacostraca	Pinnotheridae	Austinixa	*Austinixa transversalis* (H. Milne Edwards & Lucas, 1842)		X	X	X	X
	Malacostraca	Idoteidae	Edotia	*Edotia* sp. (Guérin-Méneville, 1843)		X	X		
	Malacostraca	Gammaridae	Gammarus	*Gammarus* sp. (Fabricius, 1775)	X	X	X	X	X
	Malacostraca	Aethridae	Hepatus	*Hepatus* sp. (Bosc, 1801)					X
	Pycnogonida	Nymphonidae	Nymphon	*Nymphon* sp. (Fabricius, 1794)	X	X	X	X	X
	Malacostraca	Paguridae	Pagurus	*Pagurus* sp. (Fabricius, 1775)	X				
	Malacostraca	Panopeidae	NI	NI				X	
Brachiopoda	Lingulata	Discinidae	Discinisca	*Discinisca lamellosa* (Broderip, 1833)		X		X	X
Cnidaria	Anthozoa	Actiniidae	Actinia	*Actinia* sp. (Linnaeus, 1767)		X	X	X	X
Echinodermata	Holothuroidea	Holothuroidea	NI	NI			X	X	
	Ophiuroidea	Ophiactidae	Ophiactis	*Ophiactis kroeyeri* (Lütken, 1856)	X	X	X	X	X
Hemichordata	Enteropneusta	Ptychoderidae	Glossobalanus	*Glossobalanus* sp. (Spengel, 1901)	X		X		
Mollusca	Gastropoda	Columbellidae	Alia	*Alia unifasciata* (G. B. Sowerby I, 1832)	X		X	X	X
	Polyplacophora	Chaetopleuridae	Chaetopleura	*Chaetopleura hennahi* (Gray, 1828)			X	X	X
	Gastropoda	Columbellidae	NI	NI	X				
	Gastropoda	Mitridae	NI	NI	X				
	Bivalvia	Mactridae	Mulinia	*Mulinia* sp. (Gray, 1837)	X	X	X	X	X
	Gastropoda	Nassariidae	Nassarius	*Nassarius gayi* (Kiener, 1834)	X	X	X	X	X
	Bivalvia	Mytilidae	Semimytilus	*Semimytilus patagonicus* (Hanley, 1843)	X		X		
	Gastropoda	Naticidae	Natica	*Natica unifasciata* (Lamark, 1822)		X		X	X
	Gastropoda	Pisaniidae	Solenosteira	*Solenosteira fusiformis* (Blainville, 1832)	X			X	X
	Gastropoda	Tegulidae	Tegula	*Tegula atra* (Lesson, 1831)	X			X	
Nemertea	NI	NI	NI	NI	X	X	X	X	X

Figura 2.
Abundancia (%) de los principales phylum de la comunidad macrozoobentónica presente en el submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 – febrero 2020.

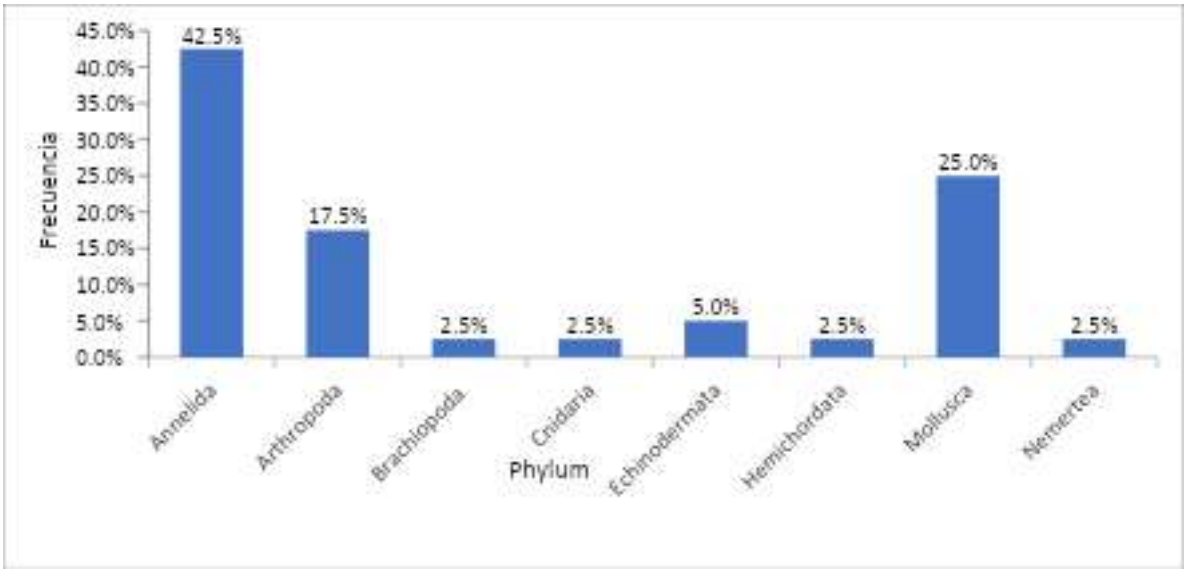
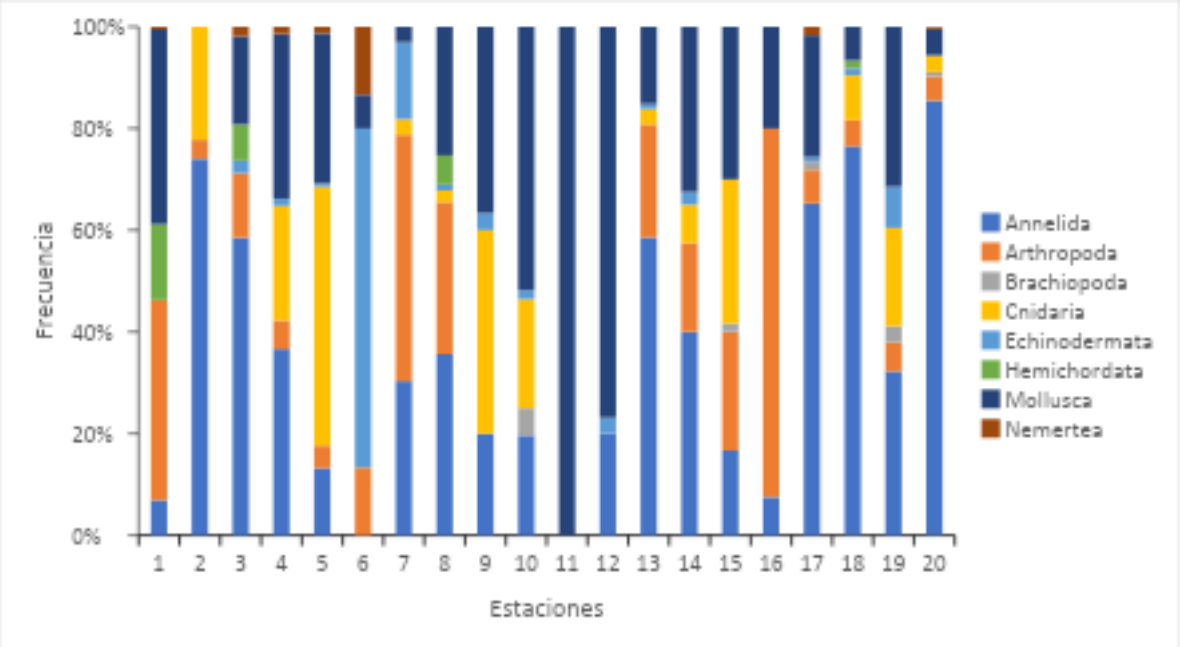


Figura 3.
Frecuencia (%) de phylum de acuerdo a las estaciones de muestreo y estaciones del año, en el submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 – febrero 2020.



4.2. Densidad

En la tabla 3 se evidenció el mayor incremento de densidad en el mes diciembre que correspondió al phylum Annelida (3293 ind.m^{-2}), seguido del mes de marzo (1107 ind.m^{-2}), así mismo, el phylum Mollusca alcanzó su máxima densidad en septiembre (800 ind.m^{-2}). El phylum Cnidaria se mostró variable, alcanzando su máxima densidad en abril (413 ind.m^{-2}). Las densidades más bajas se encontraron en los phylum Brachiopoda y Nemertea (<70 ind.m^{-2}). Del mismo modo, en la densidad relativa se observó la mayor densidad en el phylum Annelida (48 %) y la menor para el phylum Brachiopoda y Nemertea (1%).

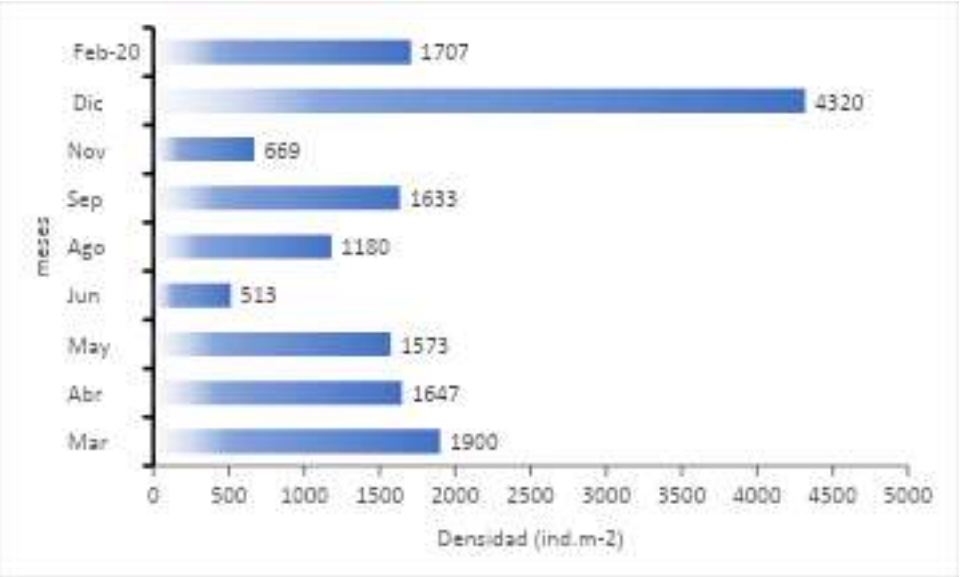
En la figura 4 se observa que los meses de diciembre y marzo, con 4320 y 1900 ind.m^{-2}, mostraron las mayores densidades totales, y las menores se muestran en el mes de junio y noviembre con (<700 ind.m^{-2}).

Las principales especies con mayor densidad total sobresalieron los poliquetos *Owenia* sp. (3040 ind. m^{-2}), *Nephtys* sp. (1482 ind. m^{-2}) y *Magelona* sp. (427 ind. m^{-2}), la anemona *Actinia* sp. (1367 ind.m^{-2}), el amphipoda *Gammarus* sp. (880 ind.m^{-2}), los bivalvos *Mullinia sp.* (1413 ind.m^{-2}), *Semimytilus patagonicus* (480 ind.m^{-2}) y el poliplacóforo *Chaetopleura hennahi* (633 ind.m^{-2}) (anexo 3).

Tabla 3.
Variación mensual de la densidad por phylum de la comunidad del macrozoobentos del submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 -febrero 2020.

Phylum	Meses										
	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Ago.	Sep.	Nov.	Dic.	Feb-20	Total	%
Annelida	1107	327	360	100	353	347	389	3293	967	7242	48
Arthropoda	267	107	473	47	353	287	0	420	73	2027	13
Brachiopoda	0	0	0	20	0	7	0	27	40	93	1
Cnidaria	207	413	67	100	87	153	0	200	140	1367	9
Echinodermata	0	60	7	13	140	40	0	47	47	353	2
Hemichordata	47	280	13	0	33	0	0	0	13	387	3
Mollusca	207	460	653	220	213	800	280	313	420	3567	24
Nemertea	67	0	0	13	0	0	0	20	7	107	1
Prom.	237	206	197	64	147	204	84	540	213	1893	100

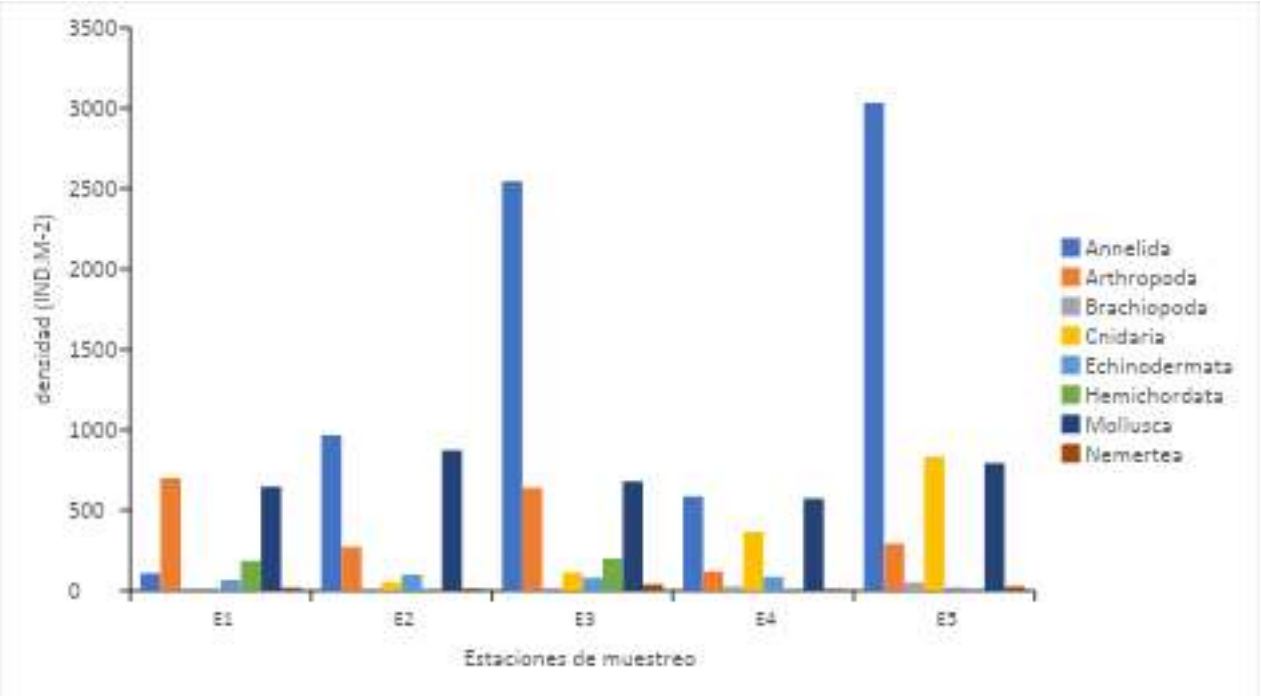
Figura 4.
Variación mensual de la densidad (ind.m^{-2}) de la comunidad del macrozoobentos presente en el submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 –febrero 2020.



4.3. Distribución espacio – temporal

La distribución espacial de la comunidad bentónica en el submareal somero se mostró variable. Las estaciones 3 y 5, exhibieron la mayor densidad total, con el phylum Annelida sobresaliendo, particularmente la especie *Owenia* sp. (2453 ind.m^{-2}) dominó en una profundidad de 18 m. En los 12,5 m, las especies *Nepthys* sp. y *Magelona* sp. fueron dominantes. Otras especies de poliquetos aumentaron su densidad de acuerdo al incremento de la profundidad (9,2, a 18 m), como *Diopatra* sp. En cambio, en el phylum Mollusca la mayor densidad la alcanzó en la estación 2, con la dominancia del bivalvo *Mullinia* sp, y en la E5, con el polyplacóphoro *Chaetopleura hennahi*, y el gasterópodo *Alia unifasciata*, mientras tanto, el bivalvo *Semimytilus patagonicus* registró su máxima densidad en la estación 1. El phylum Arthropoda alcanzó su máxima densidad en las estaciones 1 y 3, con la dominancia de *Gammarus* sp., *Nymphon* sp. y *Austinixa transversalis.* Por su parte, el phylum Cnidaria aumentó las densidades de acuerdo al incremento de la profundidad, alcanzando su máxima densidad a una profundidad de 18 m. Por otro lado, los phylum Brachiopoda, Echinodermata, Hemichordata y Nemertea registraron menores densidades (<200) (Figura 5, anexo 1).

Figura 5.
Variación espacial de la densidad (ind.m^{-2}) de la comunidad del macrozoobentos presente en el submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 – febrero 2020.



En el caso de la distribución por meses, la comunidad bentónica se mostró variable. El phylum Annelida en el mes de diciembre destacó con su mayor densidad, con el poliqueto *Owenia* sp. dominando; en cambio, en junio registró la menor densidad. El poliqueto *Nepthys* sp. se encontró presente en todo el periodo de estudio, con su mayor pico en marzo (540 ind.m^{-2}). El phylum Mollusca presentó su mayor densidad en septiembre y la menor en noviembre. El bivalvo *Mulinia* sp. presentó una gran variabilidad, con su pico más alto en septiembre (600 ind.m^{-2}). El phylum Arthropoda presentó una gran variabilidad, con su punto máximo en diciembre y el punto más bajo en noviembre. Por otro lado, los phylum Nemertea y Brachiopoda registraron las densidades más bajas durante el tiempo de estudio (Figura 6, Anexo 2). En relación a la variación estacional, la comunidad bentónica presentó los máximos valores en otoño y verano, a diferencia de invierno y primavera, destacando al phylum Annelida en verano (4260 ind.m^{-2}), en cambio, los phylum Mollusca y Arthropoda mostraron sus máximas densidades en otoño. (Figura 7, anexo 3).

Figura 6.
Variación mensual de la densidad (ind.m^{-2}) y por phylum de la comunidad del macrozoobentos presente en el submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 – febrero 2020.

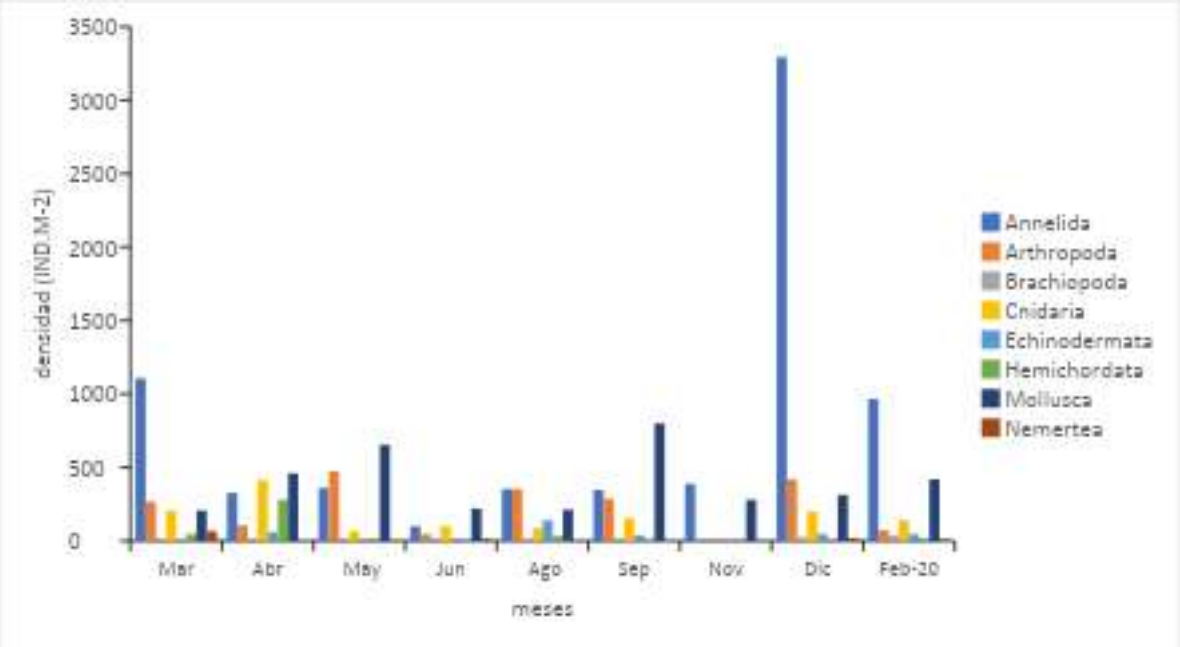
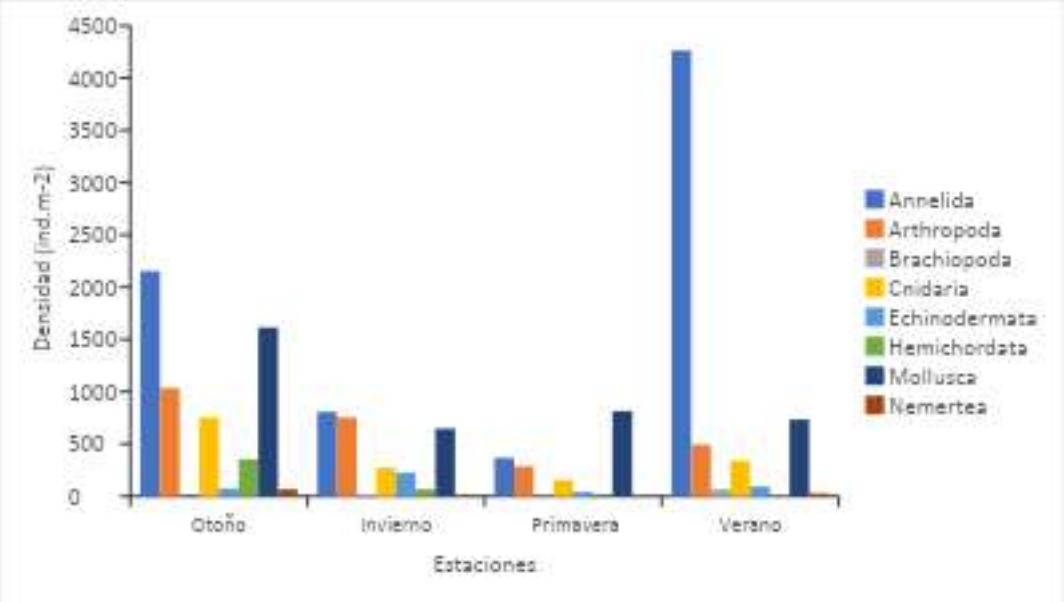


Figura 7.
Variación estacional de la densidad (ind.m^{-2}) de la comunidad del macrozoobentos del submareal somero frente a Pimentel, de marzo 2019 – febrero 2020.



4.4. Análisis univariado

4.4.1. Índice de Shannon – Wiener

Los índices de diversidad oscilaron entre 0,00 a 2,35 bits. ind^{-1}, donde la estación 4 en el mes de febrero alcanzó el máximo valor (Anexo 5). En la variación temporal, el máximo valor se encontró en el mes febrero (1,47 $bits.ind^{-1}$) y el mínimo en el mes de noviembre (0, 42 $bits.ind^{-1}$) (Figura 8). De manera espacial, la estación 3 presentó el mayor promedio con 1,63 $bits.ind^{-1}$ y el menor en la estación 2 (0,80 $bits.ind^{-1}$) (Figura 9).

4.4.2. Índice de Margalef (d)

La variación del índice de riqueza fluctuó entre 0,00 a 4,699, con el máximo valor en la estación E3 en septiembre (Anexo 5). En la variación temporal, el mes de septiembre presentó el máximo valor con d=3,24 y mínimo en el mes de noviembre (d=0,42) (Figura 8). En la variación espacial, el máximo promedio se observó en la E3 y el mínimo en la E2 (Figura 9).

4.4.3. Índice de Pielou (J´)

Los valores del índice de uniformidad (J´) oscilaron entre 0,24 a 0,95, donde la E4 alcanzó el máximo valor en el mes de mayo (Anexo 5). En la variación temporal, los meses de invierno y mayo presentaron el mayor promedio con J´= 0,84 y el menor en noviembre con J´=0,54 (Figura 8). En la variación espacial, en las E1 y E4 alcanzaron el máximo valor con J´=0,80 y el mínimo en la estación E2 (J´=0,71) (Figura 9).

4.4.4. Índice de Simpson (D)

La variación del índice de dominancia (D), fluctuó entre 0, 11 a 1 (Anexo 5). En la variación temporal, el mes de septiembre presentó valor promedio menor con D=0,32 y en noviembre se alcanzó el máximo valor con D=0,77 (Figura 8). En el caso de las estaciones de muestreo, la estación E3 presentó mínimo valor y la estación E2 el mayor (D=0,61) (Figura 9).

Figura 8.
Variación mensual de los Índices Ecológicos de la comunidad macrozoobentónica del submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 – febrero 2020.

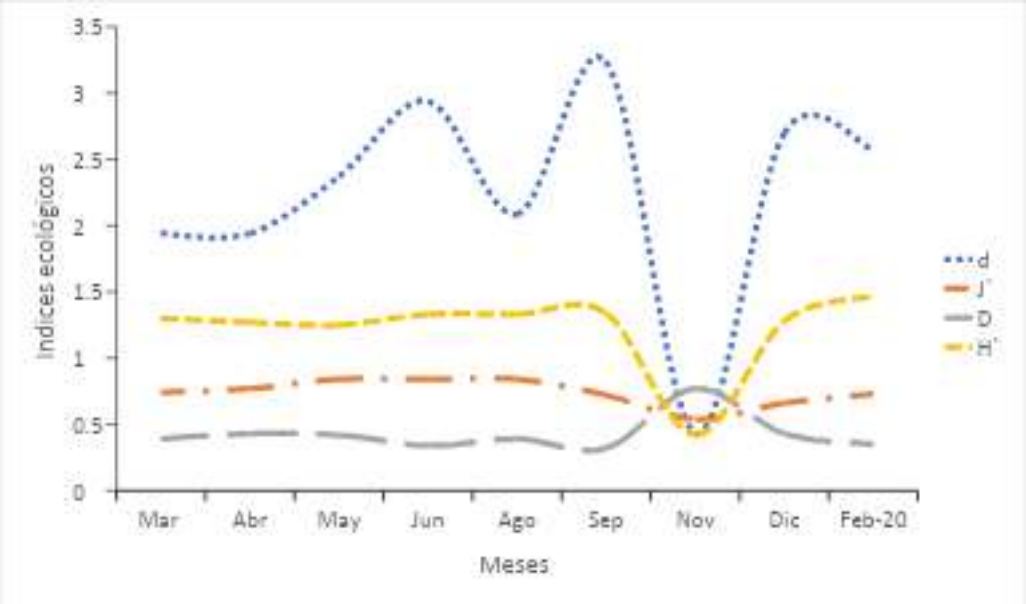
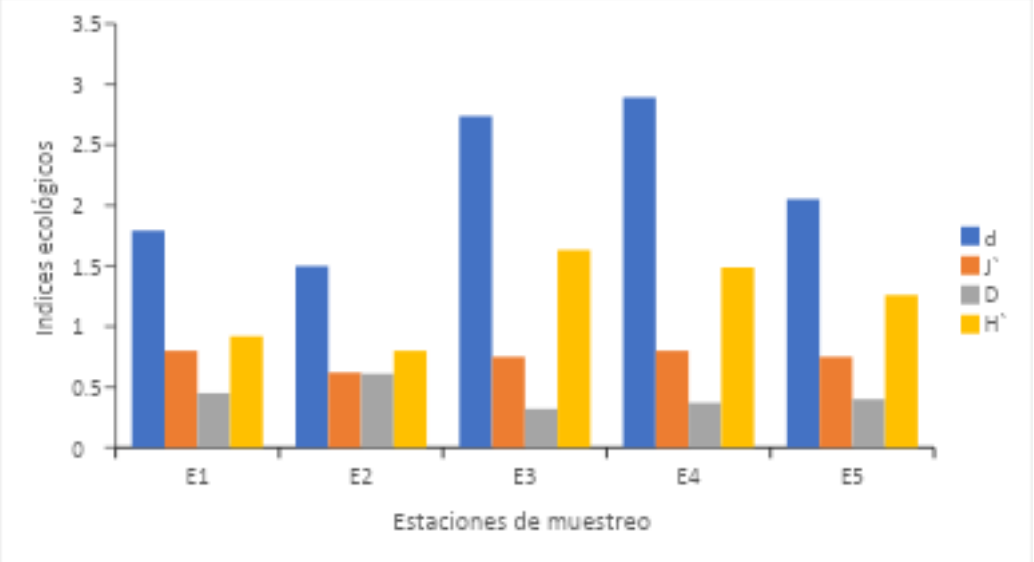


Figura 9.
Variación espacial de los Índices Ecológicos de la comunidad macrozoobentónica del submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 – febrero 2020.



4.5. Análisis multivariado

4.5.1. Análisis de clasificación jerárquica (CLUSTER)

Al realizar el análisis de clasificación jerárquica por estaciones de muestreo, a un nivel de similitud de 60% a partir del coeficiente Bray Curtis, se evidenció que las E2, E3, E4 y E5 mostraron la mayor similitud a diferencia de la E1 (Figura 10). Así mismo, al realizar el análisis de clasificación jerárquica por estaciones de muestreo y estaciones climáticas, a un nivel de similitud de 40%, se observó la formación de dos grupos, con la E1 en las diferentes estaciones climáticas, la E2 en primavera y la E4 en otoño se mostraron excluidas (Figura 11).

Figura 10.

Dendograma mostrando la Similaridad de Bray Curtis de abundancias transformadas a raíz cuarta por estaciones de muestreo en el submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 – febrero 2020.

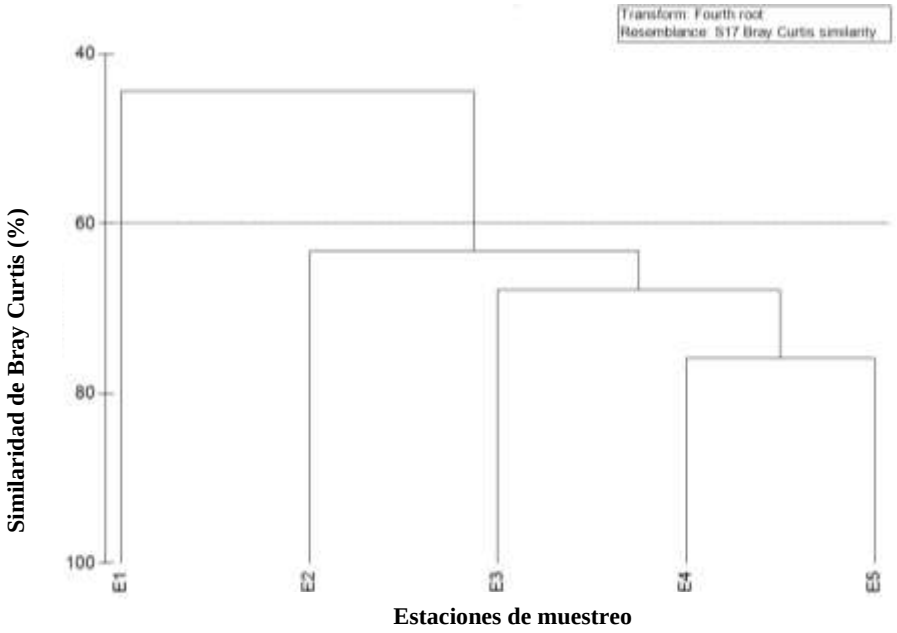
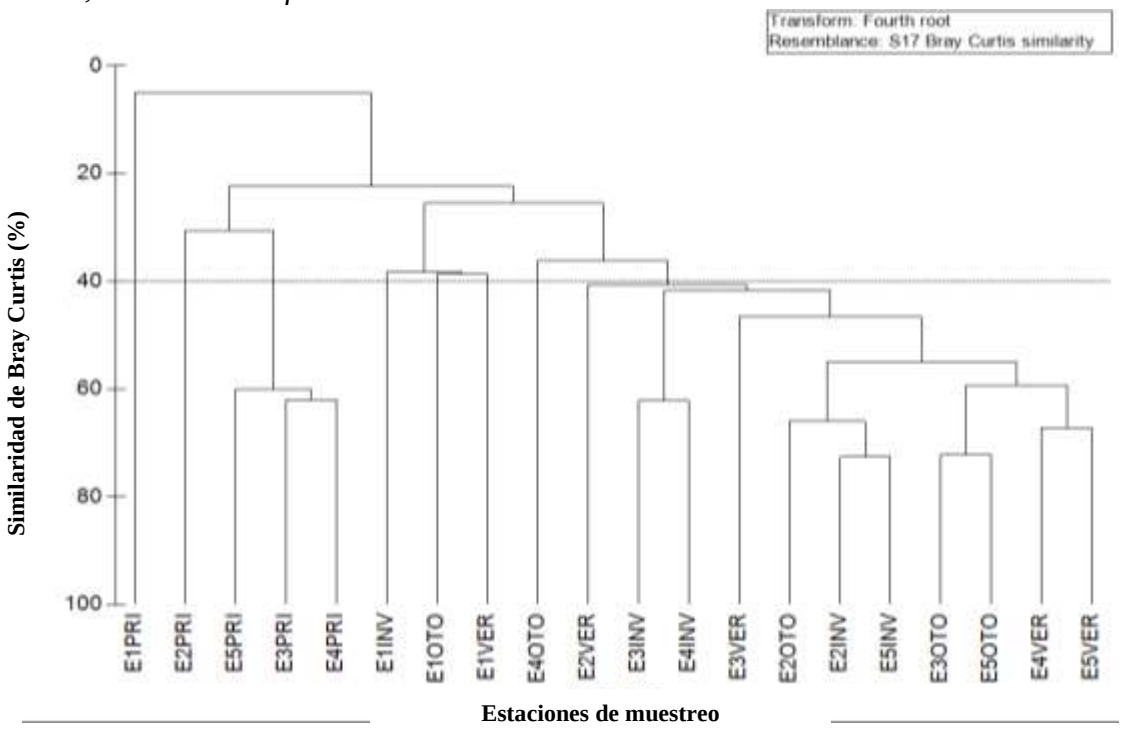


Figura 11.

Dendograma mostrando la Similaridad de Bray Curtis de las abundancias transformadas a raíz cuarta por estaciones de muestreo y estaciones climáticas en el submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 – febrero 2020



4.5.2. Escalamiento Multidimensional no Métrico (nMDS)

De acuerdo al método de nMDS, a un nivel de similaridad de un 60% entre las estaciones de muestreo, se observó una similitud entre las E2, E3, E4 y E5 a diferencia de la E1. El coeficiente de estrés es menor a 0,05; lo que indica una buena representación (Figura 12). En cambio, entre estaciones de muestreo y estaciones climáticas, se observó que a una similaridad del 40%, se formaron dos grupos; así mismo, se evidenció la disimilitud de la estación 1 en relación a las demás estaciones de muestreo. El coeficiente de estrés fue de 0,1 indicando una representación aceptable (Figura 13).

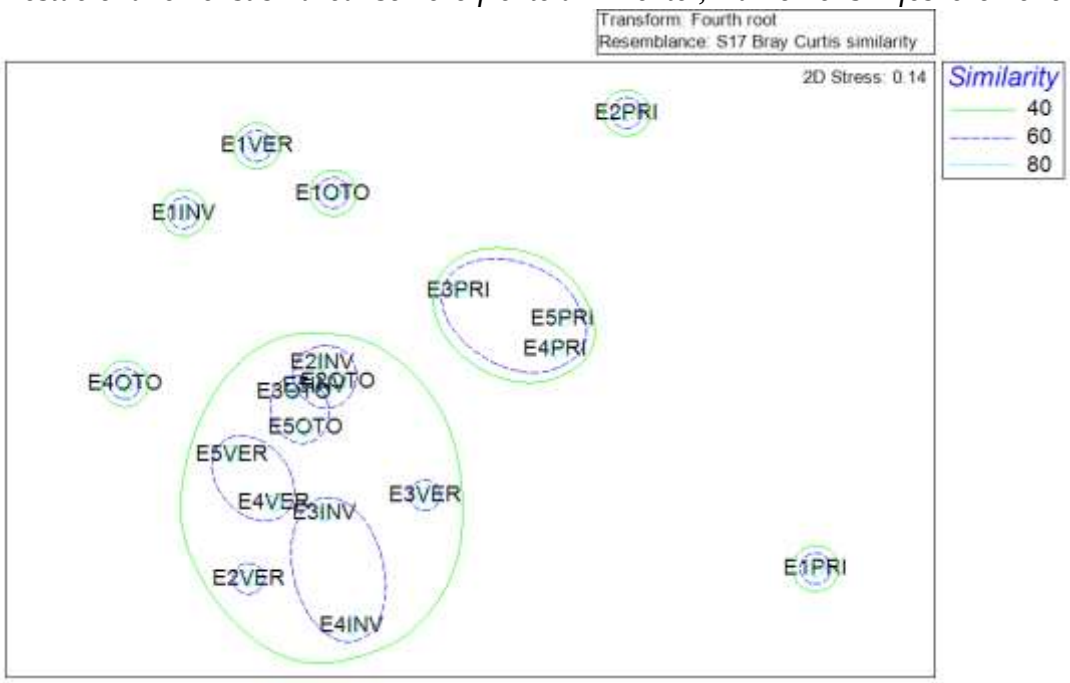
Figura 12.

Ordenación de nMDS de densidades transformadas a raíz cuarta por estaciones de muestreo en el submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 – febrero 2020.



Figura 13.

Ordenación de nMDS de abundancias transformadas a raíz cuarta entre estaciones y la variación estacional en el submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 – febrero 2020



4.5.3. Análisis de Similaridad (ANOSIM)

Mediante el Análisis de Similaridad de Bray Curtis de dos vías, en el submareal somero frente a Pimentel, para ambos factores *Estaciones de muestreo* (Figura 14) y *Estaciones climáticas* (Figura 15) no presentaron diferencias significativas (p>0,05) en la composición de la comunidad macrozoobentonica, con el R global de 0,021 para los pares de estaciones de muestreo y un R global de 0,174 para los pares de estaciones climáticas (Tabla 4).

Tabla 4.
Valores del estadístico R del Test ANOSIM de doble vía, en pares de estaciones de muestreo y estaciones climáticas en el submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 – febrero 2020.

Factor	Grupos	R	%Sig.	Factor	Grupos	R	%Sig.
Estaciones de muestreo	E1-E2	0,141	17,1				
	E1-E3	0,385	5,7				
	E1-E4	0,229	14,3	Estaciones climáticas	Otoño -Invierno	0,092	26
	E1-E5	0,24	8,6		Otoño-Primavera	0,325	2,8
	E2-E3	-0,104	82,9		Otoño-Verano	0,225	5
	E2-E4	-0,13	88,6		Invierno - Primavera	0,1	30,9
	E2-E5	-0,115	82,9		Invierno-Verano	0,4	3,7
	E3-E4	-0,156	77,1		Primavera -Verano	0,05	38,3
	E3-E5	-0,167	85,7				
	E4-E5	-0,198	91,4				

Figura 14.
Distribución de las simulaciones del estadístico R por estaciones de muestreo en el submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 – febrero 2020. (R observado =0,021).

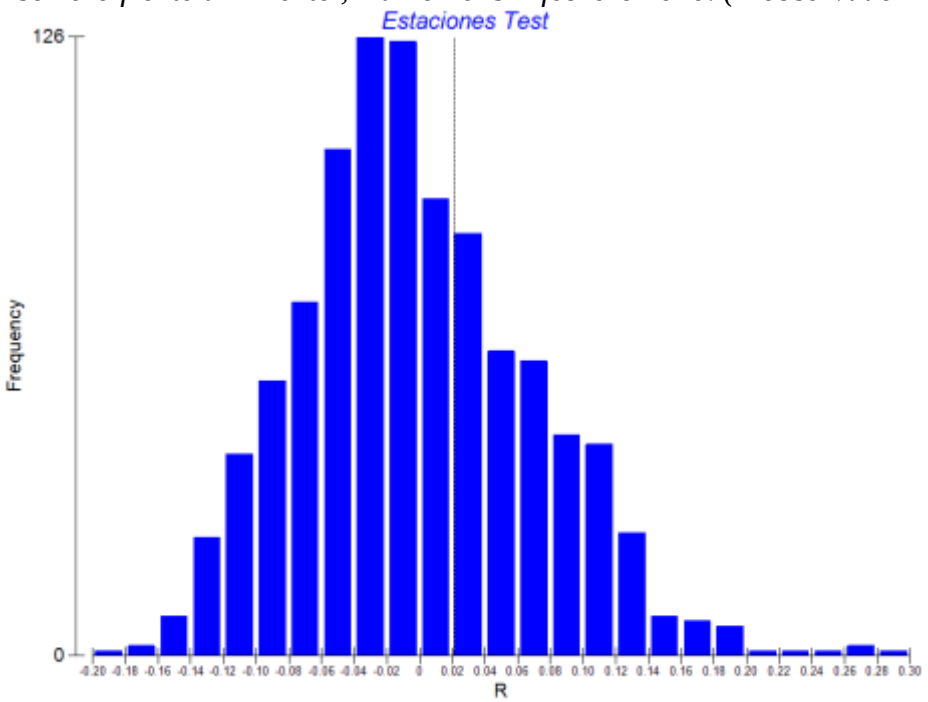
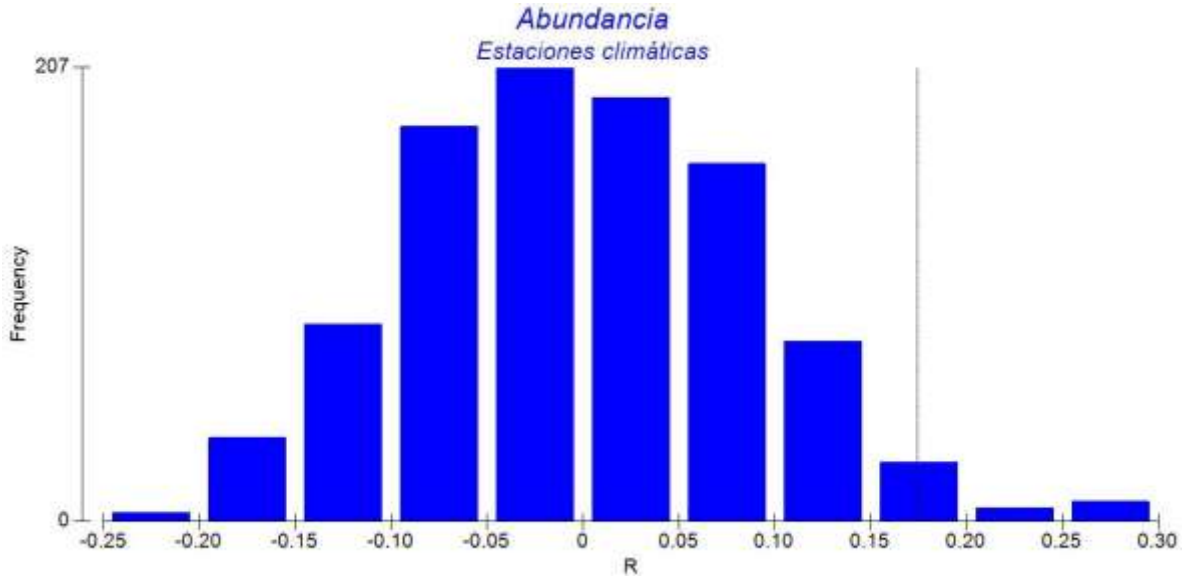


Figura 15.
Distribución de las simulaciones del estadístico R por estaciones climáticas en el submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 – febrero 2020. (R observado =0,174).



4.5.4. Análisis de Porcentaje de Similaridad (SIMPER)

Los resultados obtenidos al aplicar el análisis SIMPER para determinar la contribución de las especies a la disimilaridad entre grupos de *estaciones de muestreo*, indicaron que la mayor disimilaridad promedio ocurrió entre las estaciones E1 y E4 con 84,27%, seguido por las estaciones E1 y E2 con 81,10%, en cambio, las estaciones E3 y E5 presentaron la menor disimilaridad con 53,93% (Tabla 5). Las diferencias entre las estaciones de muestreo se evidenciaron con las siguientes especies: *Natica unifasciata*, *Pherusa* sp., *Nemertino NI*, *Austinixa transversalis*, *Lumbrineris* sp., *Hepatus* sp., *Semimytilus patagonicus* y *Scolelepsis* sp. que representaron más del 90% de los porcentajes de acumulación (%Cum) (Anexo 4).

Por otro lado, entre los grupos de *estaciones climáticas*, la mayor disimilaridad se observó en invierno y primavera (87,44%) seguido de primavera y verano (86,95%). Las diferencias de más del 90% (%Cum) entre los grupos estuvo conformado por especies como *Lumbrineris* sp., *Scolelepsis* sp., *Grubeulepis* sp., *Solenosteira fusiformis*, *Hepatus* sp., *Leitoscoloplos sp.* (Anexo 5).

Tabla 5.

Disimilaridad Promedio para grupos diferentes de estaciones de muestreo y estaciones climáticas en el submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 – febrero 2020.

Factor	Grupos	Disimilaridad Promedio
Estaciones	E1 - E2	81,10
	E1 - E3	77,39
	E2 - E3	62,27
	E1 – E4	84.27
	E2 – E4	70,89
	E3 – E4	61,38
	E1 – E5	76,98
	E2 – E5	60,99
	E3 – E5	53,93
	E5 - E4	62,70
Estaciones climáticas	Otoño-Invierno	83,43
	Otoño-Primavera	87,44
	Invierno-Primavera	84,58
	Otoño-Verano	85,11
	Invierno -Verano	83,06
	Primavera -Verano	86,95

4.5.5. Relación de la comunidad macrozoobentónica con los parámetros físicos – químicos

Para analizar la relación de la abundancia y composición de la comunidad macrozoobentónica en el submareal somero frente a Pimentel con los parámetros físicos – químicos, se aplicó la rutina BIOENV, según este análisis el Oxígeno Disuelto presentó una asociación positiva débil (R global de 0,228; $p=0,02 < p=0,05$) con la estructura comunitaria, y, por lo tanto, influyó de manera débil en la distribución espacio-temporal de la comunidad bentónica (Tabla 6).

Tabla 6.
Combinaciones de los parámetros físicos – químicos con las matrices de similaridad de la comunidad macrozoobentónica (abundancia), empleando el Coeficiente de Spearman en la rutina BIOENV. Zona del submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 – febrero 2020.

Correlación	Factores físico-químicos			
rp	pH	Salinidad	T°	Oxígeno
0,228				X
0,203	X			X
0,190			X	X
0,168		X		X
0,145			X	X
0,139	X	X		X
0,128	X	X		
0,102	X	X	X	X
-0,001	X			
-0,009				X

4.6. Parámetros físicos – químicos y Masas de agua

4.6.1. Parámetros físicos – químicos

4.6.1.1.Temperatura

La temperatura superficial del mar (TSM) promedio registrado en el submareal somero frente a Pimentel presentó una variación entre de 16,0 a 21,1 °C. Los mayores valores se registraron en los meses de noviembre (21,1 °C), diciembre (19,1 °C) y febrero (19,1°C), mientras que, el valor mínimo se observó en abril, en específico en la estación E3 con 12,30 °C. La temperatura promedio más baja se presentó en agosto (16,0) (Tabla 7).

Tabla 7.
Temperatura superficial del agua de mar por meses y estaciones de muestreo en el submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 – febrero 2020.

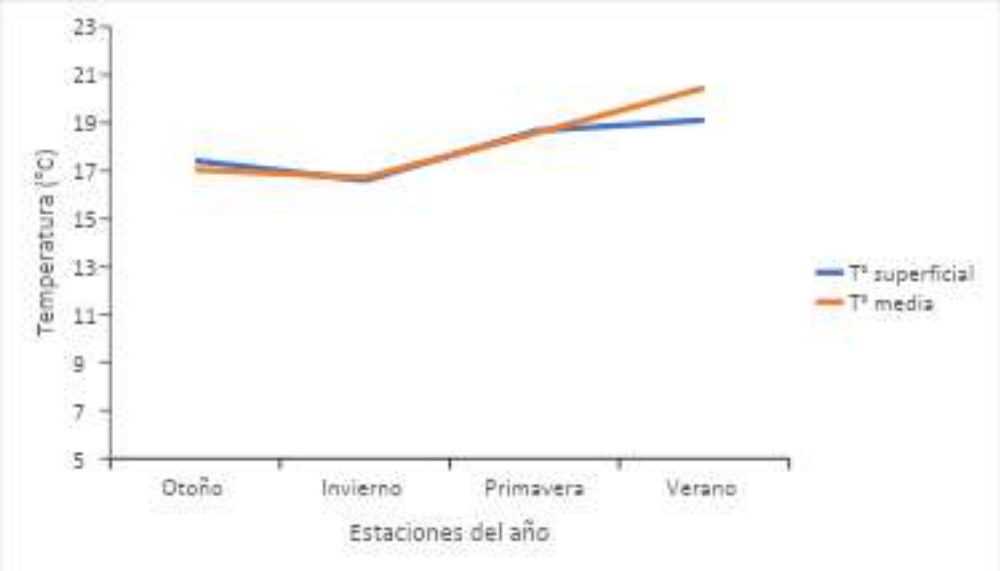
Estaciones de muestreo	**Meses**									
	Mar.	**Abr.**	**May.**	**Jun.**	**Ago.**	**Sep.**	**Nov.**	**Dic.**	**Feb-20**	**Prom.**
E1	17,9	15,8	18,6	18,0	16,8	17,1	21,1	19,1	19,9	18,3
E2	18,4	18,9	18,4	17,4	16,1	16,6	21,0	18,8	18,7	18,3
E3	18,7	12,3	16,3	16,9	15,8	16,0	21,1	20,0	18,6	17,3
E4	18,7	15,0	17,6	17,1	15,6	16,0	21,0	19,2	18,6	17,6
E5	18,7	18,1	17,6	16,6	15,6	15,4	21,1	19,1	19,2	18,3
Prom.	18,5	16,0	17,7	17,2	16,0	16,2	21,1	19,2	19,0	18,0

La temperatura de media columna de agua presentó una variación moderada tanto de manera espacial y temporal. A nivel temporal, se evidenció una disminución progresiva desde marzo (18,5°C) hasta alcanzar el valor mínimo en el mes de abril (15,7°C). Posteriormente, la temperatura aumentó durante noviembre y diciembre con 20,9°C, para luego evidenciarse una ligera reducción en febrero (20°C). De manera espacial, los valores variaron de 12,1° C (E3 en abril) y 21,2 °C (E1 en diciembre). Los promedios de temperatura por estación, oscilaron de 17,5 (E3) a 18,4°C (E5), evidenciando una variabilidad espacial reducida a diferencia de la temporal (Tabla 8). La variación estacional de la temperatura en la media columna de agua presentó un comportamiento similar al registrado en la superficie. Los picos más bajos se observaron en el invierno, mientras que en primavera se evidenció un incremento progresivo en la temperatura, alcanzando los máximos valores en el verano (Figura 16).

Tabla 8.
Temperatura de media columna de agua por estaciones de muestreo y meses en el submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 – febrero 2020.

Estaciones de muestreo	Meses									
	Mar.	**Abr.**	**May.**	**Jun.**	**Ago.**	**Sep.**	**Nov.**	**Dic.**	**Feb-20**	**Prom.**
E1	17,4	15,2	18,1	18	17,1	17,1	21,2	21,2	20,6	18,4
E2	18	18,3	18,1	17,4	16,4	16,4	20	20	20,2	18,3
E3	18,3	12,1	16,1	16,9	16,1	16,1	21,1	21,1	19,5	17,5
E4	18,3	15	17,3	17,1	15,6	15,6	21	21.1	19,5	17,8
E5	18,3	18	17,1	16,6	15,8	15,8	21,1	21	20	18,2
Prom.	18,1	15,7	17,3	17,2	16,2	16,2	20.9	20,9	20,0	18,0

Figura 16.
Variación estacional de la temperatura superficial y mitad de columna del agua mar en el submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019-febrero 2020.



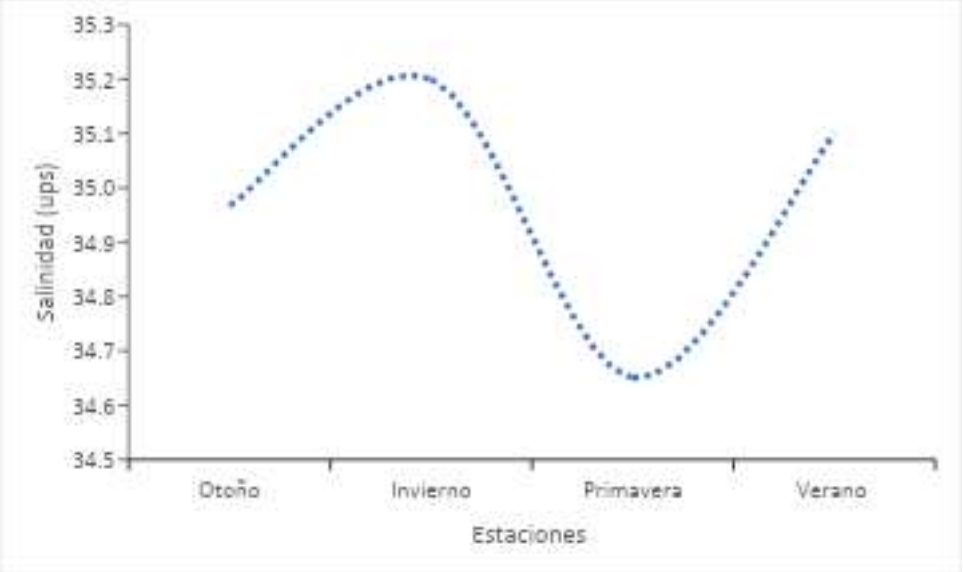
4.6.1.2.Salinidad

El valor máximo de la salinidad se registró en la estación E4 (35,5 ups) en el mes de agosto y el menor en todas las estaciones del mes de noviembre (34,2 ups). En los meses de mayo (35,2 ups), noviembre (34,2 ups), diciembre (35,1 ups) y febrero (35,1 ups), los valores de la salinidad se mostraron homogéneos con respecto al aumento de la profundidad. El mayor promedio de salinidad se observó en mes de mayo (35,2 ups) y el menor promedio se observó en noviembre (34,2 ups) (Tabla 9). En el caso de la variabilidad estacional, este parámetro se observó variable, donde primavera presentó los menores valores y en invierno los más altos (Figura 17).

Tabla 9.
Salinidad por meses y estaciones de muestreo en el submareal somero frente Pimentel, marzo 2019 – febrero 2020.

Estaciones de muestreo	Meses									
	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Ago.	Sep.	Nov.	Dic.	Feb-20	Prom.
E1	35,0	34,9	35,2	35,1	35,1	35,1	34,2	35,1	35,1	35,0
E2	34,6	35,1	35,2	35,1	35,1	35,0	34,2	35,1	35,1	35,0
E3	34,5	35,1	35,2	35,2	35,1	35,0	34,2	35,1	35,1	34,9
E4	34,5	35,1	35,2	35,2	35,5	35,3	34,2	35,1	35,1	35,0
E5	34,5	35,1	35,2	35,2	35,1	35,1	34,2	35,1	35,1	35,0
Prom.	34,6	35,1	35,2	35,2	35,2	35,1	34,2	35,1	35,1	35,0

Figura 17.
Variación estacional de la salinidad en el submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 -febrero 2020.



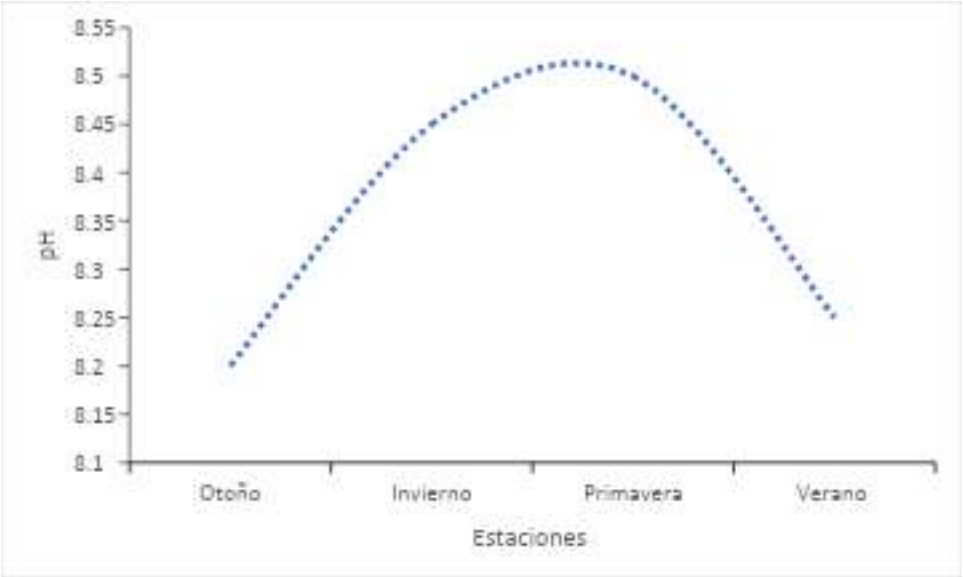
4.6.1.3. Potencial de Hidrógeno (pH)

El mayor promedio del pH en el agua de mar se presentó en el mes de noviembre (8,7) y el menor valor se presentó en febrero (7,8). En el mes de abril, los valores de pH incrementaron en relación al aumento de la profundidad. En relación a valores promedios del pH en las estaciones de muestreo, se evidenció desde la E1 hasta la E4 los valores de pH se mostraron constantes, a diferencia de la estación E5. Estacionalmente, los valores de pH se incrementaron de otoño a primavera, en cambio, en verano disminuyeron (Tabla 10 y Figura 18).

Tabla 10.
pH del agua de mar por estaciones de muestreo y meses en el submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 – febrero 2020.

Estaciones de muestreo	Meses									
	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Ago.	Sep.	Nov.	Dic.	Feb-20	Prom.
E1	8,0	8,1	8,3	8,3	8,1	8,4	8,6	8,4	7,9	8,3
E2	8,0	8,2	8,3	8,5	8,3	8,2	8,7	8,6	7,8	8,3
E3	7,8	8,3	8,2	8,9	8,3	8,3	8,7	8,7	8,0	8,3
E4	8,1	8,3	8,3	8,4	8,5	8,4	8,8	8,5	8,0	8,3
E5	8,3	8,3	8,3	8,5	8,4	8,3	8,6	8,9	7,9	8,4
Prom.	8,0	8,3	8,3	8,6	8,3	8,3	8,7	8,6	7,9	8,3

Figura 18.
Variación estacional del pH de agua de mar por estaciones de muestreo del submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 – febrero 2020.



4.6.1.4.Oxígeno Disuelto

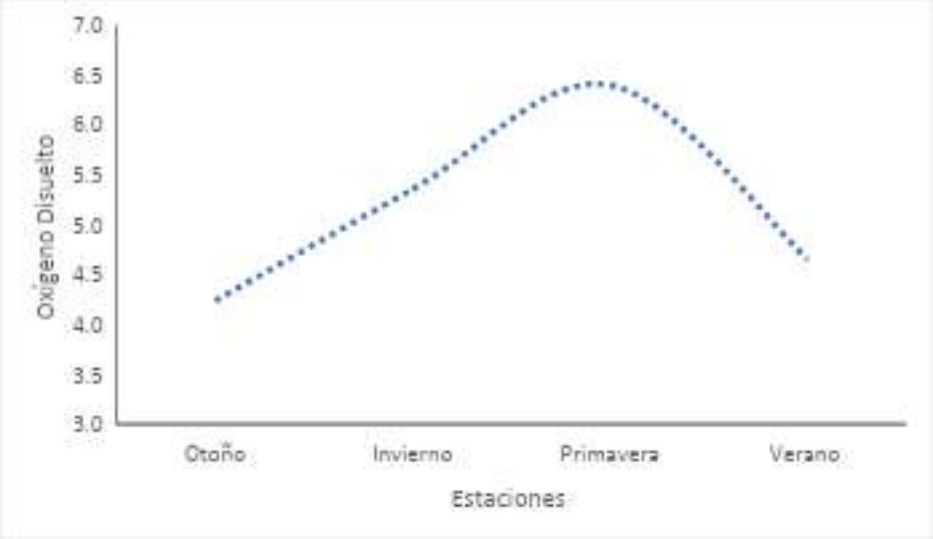
El promedio del nivel del Oxígeno Disuelto (OD) a media columna de agua osciló entre 3 y 6,7 ml/L. El máximo nivel de Oxígeno Disuelto se logró obtener en la estación E1 del mes de junio (9,1 ml/L) y el mínimo en la estación E3 del mes de abril (3 ml/L) (Tabla 11). En los meses de primavera se registraron las mayores concentraciones de oxígeno (6,7 ml/L) y las menores en los meses de abril y febrero (3,0 ml/L y 3,2 ml/L). De

acuerdo con la variabilidad por época del año, de otoño a primavera, los niveles de OD incrementaron y en verano tuvieron la tendencia a disminuir (Figura 19).

Tabla 11.
Oxígeno Disuelto (ml/L) por estaciones de muestreo y meses en el submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 – febrero 2020.

Estaciones de muestreo	Meses									Prom.
	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Ago.	Sep.	Nov.	Dic.	Feb-20	
E1	4,3	3,0	6,2	9,7	5,8	7,8	7,8	7,2	3,6	6,1
E2	4,4	2,8	5,7	5,6	4,6	7,1	7,1	5,1	3,4	5,1
E3	5,2	2,7	4,8	5,8	4,1	6,9	6,9	6,1	3,1	5,1
E4	4,2	3,1	4,3	4,6	5,5	7,2	7,2	5,6	3,1	5,0
E5	5,0	3,6	4,5	3,1	4,3	4,6	4,6	6,6	3,0	4,4
Prom.	4,6	3,0	5,1	5,8	4,9	6,7	6,7	6,1	3,2	5,1

Figura 19.
Variación estacional del Oxígeno Disuelto (ml/L) en el submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 – febrero 2020.

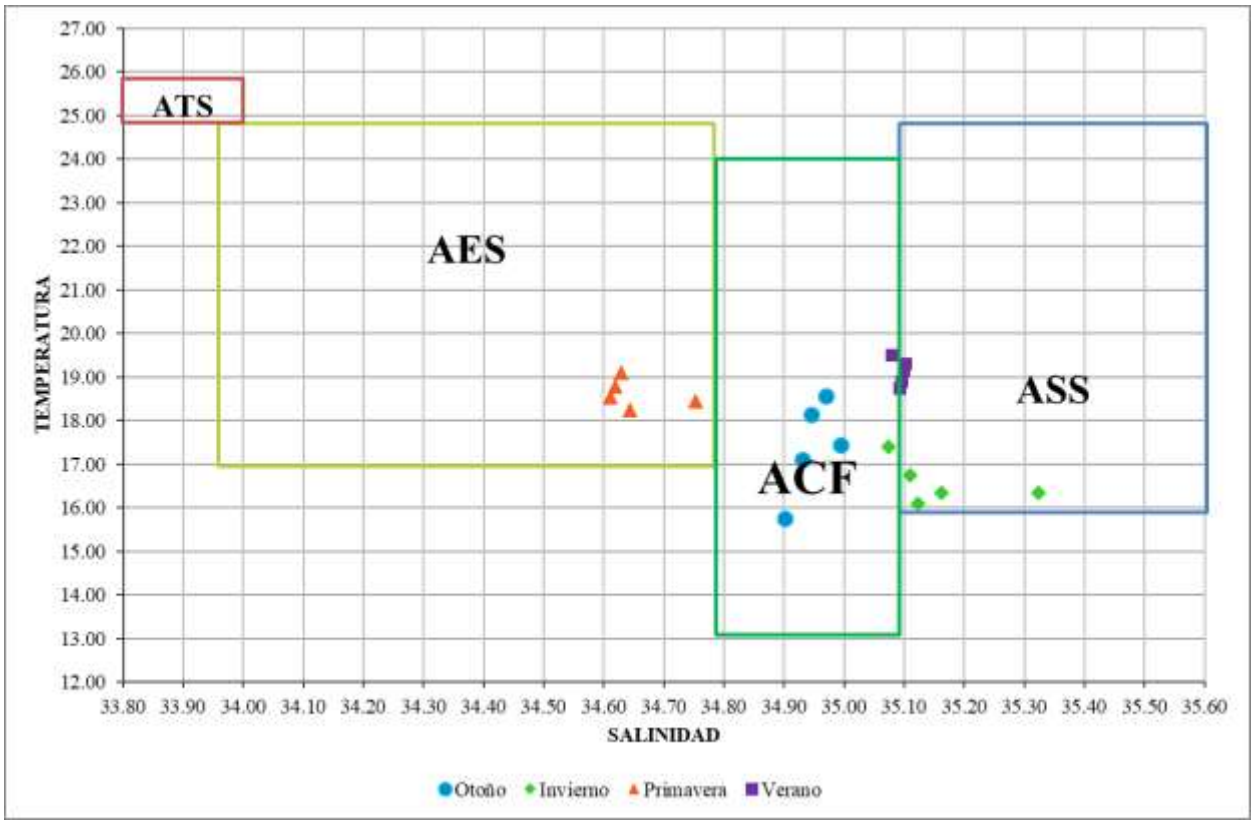


4.6.2. Masas de Agua

Durante todo el periodo de estudio, la temperatura superficial del mar (TSM) y la salinidad (ups) en el submareal somero frente a Pimentel, oscilaron entre 12,30 °C a 21,1° C y con rangos de salinidad de 34,2 a 35,5 ups. En los meses de otoño predominaron

la presencia de las ACF, mientras que en invierno y verano se observó la mezcla de estas masas de agua con rezagos de aguas ASS. En primavera se observó la presencia de rezagos de aguas ecuatoriales superficiales (AES) las cuales se mezclaron con ACF (Figura 20).

Figura 20.
Diagrama T-S de las masas de agua presente en el submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 – febrero 2020.



V. DISCUSIÓN

En el hábitat bentónico del área de estudio predominaron sustratos arenosos y pequeñas áreas rocosas (desde los 9,2 m hasta los 18 m de profundidad). Estos se encontraron entremezclados con conchuela y tubos de poliquetos, coincidiendo con Pinglo (2004). Donde las estaciones 4 y 5, se observó la mayor presencia de rocas de mayor tamaño con ciertas zonas areno-fangosas con la mezcla de conchuela y tubos de poliquetos. En las estaciones 2 y 3 predominó pequeñas rocas, donde se evidenció una mezcla de estas con sustratos de arena fina con fango y conchuela, a diferencia de la estación 1 (4,4 m), que predominó la arena fina con la mezcla de conchuela y ciertas zonas areno-fangosas, aunque en esta zona contó con la mayor abundancia de *Semimytilus patagonicus*. Es importante señalar la presencia de cantos rodados en el área, que permitió el incremento de la abundancia y asentamiento de especies como *Actinia* sp, *Chaetopleura hennahi*, *Semimytilus patagonicus* y *Discinisca lamellosa*. Aramayo et al. (2022), refieren que en áreas cercanas a la línea de orilla es muy común encontrar mayor porcentaje de arena debido a la mayor energía hidrodinámica presente en este tipo de hábitats.

La comunidad macrozoobentónica en el submareal somero frente a Pimentel se mostró abundante y estuvo compuesta por 40 especies, que se distribuyeron en 8 phylum. La clase Polychaeta fue la más representativa y abundante, con un total de 17 especies, seguido de los phylum Mollusca y Arthropoda. Siendo un patrón común en los submareales de la costa peruana (De La Cruz et al., 2009; Carrillo, 2018; Paredes, 2018). Según Dean (2008), los poliquetos son el taxón más abundante en las muestras biológicas, tanto en términos de número de especies como en abundancia numérica, lo que los convierte en un indicador eficaz para evaluar la salud de las comunidades bentónicas.

En este sentido, las especies que presentaron mayor abundancia en el estudio son *Nephtys* sp., *Owenia* sp., *Magelona* sp., *Actinia* sp., *Gammurus* sp., *Mulinia* sp., *Semimytilus patagonicus* y *Chaetopleura hennahi*, con algunas similitudes con las especies registradas por Pinglo (2004) que evalúo a la comunidad bentónica en profundidades de 11,5 m a 97 m.

En la densidad por phylum, el Annelida presentó un 48% del total, presentando las mayores densidades en el verano, siendo el más dominante, seguido por el phylum Mollusca (23%) y Arthropoda (13%). Entre las especies que destacaron fueron los poliquetos *Owenia*

sp., *Nephtys* sp., *Magelona* sp., el amphipodo *Gammarus* sp., el bivalvo *Mullinia* sp. y el Cnidario *Actinia* sp. Estos hallazgos fueron similares a los reportados por De La Cruz et al. (2009) que encontraron en el submareal somero frente a la playa Las Rocas a la clase Polychaeta como la más abundante y con la densidad de hasta el 54,1%; en cambio, las especies que destacaron en densidad fueron *Magelona phyllisae* y el cnidario actinaria sp.

Comparando estos resultados obtenidos en relación a la densidad en los diferentes submareales someros más al sur de la región Lambayeque, se encontró la coincidencia con Rebaza et al. (2013) que encontraron la dominancia del bivalvo *Mulinia* sp. en el Puerto de Malabrigo, Salaverry, Huanchaco y Pacasmayo, en cambio, en Chérrepe el poliqueto *Magelona sp.* presentó la mayor densidad. Carrillo (2018) y Paredes (2018) reportaron a las especies *Leitoscoloplos* sp. y *Magelona* sp. como las especies de mayor densidad en el Brujo, Junco Marino, Cerro Negro y Chérrepe. Así también, Carbajal et al. (2009) encontraron el mayor porcentaje en densidad de la clase Polychaeta en Pacasmayo (con 83,12%), con la dominancia de especies como *Owenia fusiformis*, *Magelona phyllisae* y *Leitoscoloplos chilensis.*

En cuanto a la distribución espacial, las estaciones más alejadas al muelle de Pimentel (3,4 y 5) presentaron la mayor cantidad de especies con hasta 29 sp. (E3). En el caso de la densidad, fluctuó de 1729 a 5053 ind. m^{-2}, donde las profundidades de 12,5 m y 18 m, registraron las mayores densidades. El phylum Annelida logró destacar con hasta 3033 ind.m^{-2}, con la dominancia de las especies *Owenia* sp., *Nepthys* sp. y *Magelona* sp. en densidad. Coincidiendo con Aramayo et al. (2022), que encontró la mayor distribución en densidad de los poliquetos en las profundidades de 11 a 30 m. Según Vera (2012), la variación de los poliquetos está muy relacionada con las características del ambiente, al tipo de alimentación y al ciclo biológico.

En profundidades de 0 a 19,90 m, Vera (2012) registró la alta proliferación y abundancia de la familia Oweniidae en el Golfo de México. Esto se debió principalmente a la composición del sustrato arenoso, la descarga de los principales ríos en las aguas costeras del golfo de México y la variación espacio-temporal estaría vinculada al ciclo reproductivo, indicando el mayor número de individuos en el verano, época donde esta familia tiende a incrementar sus individuos. Estos hallazgos coincidieron con la alta abundancia de la especie

Owenia sp. en el verano, logrando alcanzar una densidad de 2893 ind.m^{-2}. Es más, se le ha reportado en puertos, áreas costeras con alta actividad pesquera y en estuarios, donde se genera un alto flujo de material orgánico suspendido o depositado en el fondo (Arntz et al., 1985; Tresierra et al., 2007; Sánchez et al., 2010).

También se pudo observar que algunas especies de poliquetos muestran una preferencia por sedimentos muy heterogéneos, como *Diopatra* sp., que se encontró distribuido desde los 9,2 a 18 m. Coincidiendo con Tarazona (1984) que menciona que *D. chiliensis* es una especie que ha sido encontrada habitando fondos de composición biogénica, heterogéneos y tamaño de grano grande. Esta característica es más común en la mayoría de los onúfidos, y se ha estudiado ampliamente en zonas marinas. Se ha demostrado una correlación entre el tamaño de grano del sustrato y una mayor concentración de individuos en estos hábitats bentónicos (Kim,1992, citado en Aramayo et al., 2022). En este sentido, se logró encontrar mayor densidad en las estaciones de muestreo más profundas (207 ind.m^{-2}) en este estudio.

La presencia de especies como *Magelona* sp., *Nephtys* sp., *Capitella* sp., *Lumbrineris* sp., *Diopatra* sp., *Halosydna* sp., *Cossura chilensis*, *Glycera* sp. y *Syllis* sp. en el submareal somero frente a Pimentel coincide con la descripción de Diaz-Díaz y Rozbaczylo (2021) de las principales familias encontradas en hábitats contaminados de Chile. Según Báez & Ardila (2003), los poliquetos son una de las taxas con mayor diversidad y abundancia, distribuidos desde sedimentos de la zona intermareal hasta las más grandes profundidades. Lo cual los hace indispensables para la estructura, producción, dinámica y salud del ambiente marino. Elias et al. (2021) señala que estos organismos presentan un cuerpo blando, con respiración cutánea y hábitos infaunales o epifaunales. Asu vez, tienen una estrecha relación con el medio donde viven, en especial con el sustrato, aunque también se encuentran en agua sobrenadante, siendo más sensibles y presentan una respuesta activa a la presencia de contaminación.

Por otro lado, el phylum Mollusca presentó una distribución variable, con un total de 10 especies, presentando sus mayores densidades en las profundidades de 9,2, 12,5 y 18 m con 873, 793 y 680 ind.m^{-2} respectivamente; destacando las especies *Mullinia sp*, *Chaetopleura hennahi*, *Alia unifasciata* y *Semimytilus patagonicus.* Se pudo observar que ciertas especies presentan un patrón batimétrico, como es el caso de la especie *Chaetopleura*

hennahi que incrementó su densidad de acuerdo al incremento de la profundidad (12,5 a 18 m). Siendo un nuevo registro para la región Lambayeque, Flores (2014) registró esta especie en la zona del mesolitoral del Puerto de Malabrigo. Ibañez et al. (2019) sostienen que a lo largo del sistema de corrientes de Humboldt es característico encontrar tramos heterogéneos de playas combinadas con sustrato arenoso y rocoso, lo que permite la diversidad y composición de especies de quitones. Además, la composición de las especies responde a una variabilidad a menor escala de la temperatura y salinidad.

En el caso del Phylum Arthropoda, se registró a 7 especies, con las mayores densidades en las profundidades de 4,4 m y 12,5 m, con 700 y 640 ind.m^{-2}, respectivamente. Coincidiendo con Aramayo et al. (2022) que muestran la adaptación de especies de crustáceos en fondos blandos someros, principalmente de pequeños amphipodos, como es el caso de *Gammurus sp.* (520 ind. m^{-2}). Los cangrejos *Austinixa transversalis* también registraron una amplia distribución, estando presente desde los 9,2 m hasta los 18 m. Baeza (1999) menciona que los cangrejos Pinnotheridae son característico de aguas tropicales y templadas, descritos como organismos comensales, parásitos de vida sésil, libre y vágil; así mismo, refiere que A. *transversalis* ha sido descrito como comensales de especies de poliquetos tubícolas, con preferencia por el poliqueto *Chaetopterus* sp., que fue registrado en este estudio en los 9,2 m.

Por otro lado, la araña de mar *Nymphon* sp. se encontró presente en todas las estaciones de muestreo, fue registrada por primera vez en Pimentel por De la Cruz et al. (2009) en el submareal somero frente a la playa Las Rocas. Los picnogónidos presentan una distribución mundial, desde zonas intermareales hasta profundidades abisales. Habitan de forma libre o en asociación con algas o invertebrados marinos (como colonias de pólipos de hidroideos, anemonas, briozoos, bivalvos y esponjas). Dentro de estas asociaciones se puede encontrar como depredadores o parásitos, en especial endoparásitos y ectoparásitos de moluscos y actinias (Cano - Sánchez y López - Gonzales, 2015; Dietz et al., 2018).

La comunidad del macrozoobentos evidenció una notable variación temporal, con las mayores densidades en los meses de otoño y verano, particularmente en diciembre, con el dominio de la clase Polychaeta. Yupanqui et al. (2011) observaron un aumento similar en las densidades de poliquetos durante la primavera en la bahía de Paita, esto se atribuiría al

incremento de la producción primaria. Este fenómeno se explica por el descenso de la materia orgánica fotoplantónica al fondo marino en primavera y verano (Graco et al., 2007).

Las menores densidades se observaron en primavera e invierno, especialmente en los meses de junio y noviembre. La disminución en junio se asocia a los fuertes vientos y corrientes marinas características de la estación de invierno (Ibarra, 2015; Paredes, 2018). Ellien et al. (2004) sostienen que la fuerte energía hidrodinámica local tiene enorme capacidad para modular la estructura comunitaria del macrobentos en general, en especial en las especies que viven en la delgada capa superficial del sedimento.

En noviembre, la alta productividad primaria elevada (con un OD de 6,7 ml/L) (Ramírez, et al., 2017a), la actividad antropogénica (e.g. actividad pesquera, aguas residuales) y la variabilidad de la temperatura (De La Cruz et al., 2009) llevaron a un incremento de la materia orgánica. Esta acumulación resultó en la descomposición de la materia orgánica en el sedimento, con un olor a H_2S. Loyaga (2018) observó una condición similar en el Puerto de Salaverry, donde la presencia de fango con olor a sulfuro y un alto contenido de materia se asoció con los niveles de Oxígeno Disuelto cercanos a cero en el fondo marino. Esta situación afectó negativamente a la diversidad (0,42 $bits.ind^{-1}$), abundancia y riqueza de especies, evidenciando la gran sensibilidad de grupos taxonómicos aeróbicos a este tipo de sustratos y a los posibles bajos niveles de Oxígeno Disuelto de fondo en el submareal somero, como *Chaetopleura hennahi*. Los quitones, en particular, son sensibles a la acumulación de sedimentos que se encuentran en ambientes de baja energía (playas de arena), debido a que pueden congestionar sus branquias e interferir con su alimentación (Hyman, 1967; García-Ríos y Álvarez-Ruiz, 2007, citados en Ibañez et al., 2016).

A pesar de las condiciones desfavorables, se observaron especies tolerantes a sustratos reducidos, como *Nephtys* sp., *Magelona* sp. y *Mulinia* sp., con densidades significativas en los 12,5 m de profundidad. Aramayo et al. (2022) indican que recién desde las profundidades de 10 a 30 m se evidencian las respuestas iniciales relacionadas con la hipoxia. Así mismo, menciona a M. *phyllisae* y N. *ferruginea* como especies bien adaptadas a sustratos reducidos y en anoxia/hipoxia. Sin embargo, Elias et al. (2021) mencionan que, además de la presión natural, también existe una presión originada por las actividades

antropogénicas como la pesquería, ya sea industrial y artesanal, extracción de recursos de interés comercial, descargas residuales, entre otros, que generan impactos en el ecosistema marino.

Los valores de diversidad de Shannon–Wiener oscilaron entre 0,00 y 2,35 bits.ind^{-1} coincidiendo con los resultados similares que encontraron De la Cruz et al. (2009) en el submareal frente a la playa Las Rocas. De la misma manera, Carbajal et al. (2009) registraron en Pacasmayo valores bajos entre 0,37 y 2,75 bits. ind^{-1} y en Guañape fluctuaron los valores entre 0,81 y 2,75 bits. ind^{-1}. Paredes (2018) registró en el submareal de Cerro Negro valores bajos entre 0,73 a 2,7 bits. ind^{-1}. Carrillo (2018) registró valores de diversidad entre 0 a 1,44 bits. ind^{-1} en el submareal de El Brujo. Aramayo et al. (2022) registraron valores de diversidad de 1,51 a 2,78 bits. ind^{-1} en el submareal somero de la costa sur del Perú.

La diversidad, de manera espacial, evidenció los mayores valores en las estaciones más profundas, alcanzando un máximo de 1,63 bits.ind^{-1} a una profundidad de 12,5 m. Estos resultados coinciden con los de Corgos et al. (2014), quienes encontraron una mayor diversidad promedio (1,81 bits.ind^{-1}) en una estación intermedia de muestreo en la bahía de Navidad en Jalisco (México), esto debería al aporte moderado pero continuo de la materia orgánica, factor que, según Nickell et al. (2003), puede incrementar la diversidad. En estaciones poco profundas se observaron menores valores con 0,80 (9,2 m) y 0,92 (4,4 m). Estas diferencias se deberían a que la diversidad decrece cuando aumenta el contenido de materia orgánica hasta que la fauna desaparece cuando la contaminación es muy severa (Pearson y Rosenberg, 1978, citados en Corgos et al., 2014).

En el caso de la diversidad mensual, en febrero se presentó el mayor valor con 1,47 bits.ind^{-1} y el menor en noviembre con 0,42 bits.ind^{-1}, en cambio, Carrillo (2018) registró en el mes de julio una diversidad moderada, y en el mes de agosto registró valores bajos. En promedio la diversidad tuvo un valor de 1,22 bits.ind^{-1}, que según PRODUCE (2018), los valores de 1 a 2 bits. ind^{-1}, es característico de una diversidad bentónica severa, coincidiendo con Loyaga (2018) que registró valores severos, entre 1,75 y 2,08 bits. ind^{-1} en el submareal somero del puerto de Salaverry; de igual forma, Tresierra et al. (2007) registraron una diversidad promedio en 1,22 bits.ind^{-1} en la bahía El Ferrol, con la dominancia y abundancia de especies como *Owenia collaris* y *Diopatra rhizoicola*.

La riqueza de las especies de la comunidad macrobentónica mostró una variedad en las estaciones más alejadas del muelle de Pimentel (E3, E4 y E5). De igual modo, la variedad de especies se observó en los meses de otoño, invierno y verano, concordando con Paredes (2018), que presentó similares resultados, a su vez, menciona que la comunidad presenta una asociación positiva con la profundidad, con un aumento en las estaciones de otoño y primavera. Aramayo et al. (2022) señalan que, en las profundidades de 11 a 30 m, se da la mayor distribución en densidad del macrobentos y se forma una estratificación de la riqueza de especies, en especial de la clase Polychaeta.

El valor máximo del índice de Pielou (J´) fue de 0,84 en los meses de mayo, junio y agosto y el menor se encontró en noviembre con 0,54. En cambio, Carrillo (2018) encontró en diciembre y noviembre valores de 0,78 y 0,75 en el submareal somero frente a Chérrepe, en el caso del submareal frente a El Brujo, se encontró el máximo valor en el mes de junio 0,50 y el mínimo en el mes de agosto con 0,16. Así mismo, Paredes (2018) registró los máximos valores en los meses de mayo y junio (0,60) y mínimo valor en el mes de octubre (0,51). De manera espacial, las estaciones E1 y E4 registraron los máximos valores con 0,80 y el mínimo en la E2 con 0,62. En el caso del índice de Simpson, el máximo valor se registró en la estación 2 (0,61) y el mínimo en la estación 3 (0,32). En relación con la variación mensual, en noviembre obtuvo el máximo valor de 0,77 y el mínimo en el mes de septiembre (0,32).

Los resultados del ANOSIM indican que la comunidad bentónica presentó una cierta similitud en la composición de especies ($p>0,05$) de manera espacial y temporal, mientras que los Clusters evidenció que, a una similitud del 60%, de manera espacial, la abundancia de la comunidad macrobentónica tiende a agrupar a las estaciones más alejadas del muelle de Pimentel (E2, E3, E4 y E5), en relación a la estación 1, esto fue corroborado por lo observado en el SIMPER, nMDS. Esta diferenciación se atribuye principalmente a factores como la variedad de especies, al tipo de sustrato, diversidad, entre otros.

En relación con la variación espacio – temporal, se observó que, en una similitud de un 40 %, se observó la formación de dos grupos, con la E1 en las diferentes estaciones climáticas, la E2 en primavera y la E4 en otoño se mostraron excluidas. Además, con el

análisis del BIOENV, se pudo evidenciar que esta comunidad tiene una correlación positiva baja con los factores físico-químicos, en especial con el Oxígeno Disuelto (R: 0,228).

Los valores de la temperatura superficial y salinidad se mostraron variable de manera estacional, donde en otoño predominaron las ACF. En los meses de invierno y verano se observó la mezcla de ACF con rezagos de ASS, coincidiendo con Rebaza y Alfaro (2019), y Rebaza et al. (2019) que registraron esta misma condición en junio del 2016 en los submareales someros de Pacasmayo, Malabrigo y Huanchaco – Salaverry. Asimismo, Paredes (2018) encontró esta mezcla de aguas en el mes de julio del 2017 en Junco Marino. En primavera, la presencia de rezagos de AES con las masas de ACF en el submareal somero de Pimentel (IMARPE, 2019). En el caso de la temperatura a mitad de columna de agua, se registraron temperaturas promedio de 15,7 a 20,9° C. A nivel temporal, se evidenció una marcada variación estacional, caracterizado por temperaturas mínimas durante el invierno y máximas durante la primavera y verano. Evidenciándose un comportamiento similar al registrado en la temperatura superficial.

Los valores de la concentración del Oxígeno Disuelto en la mitad de la columna de agua durante el periodo de estudio fluctuaron entre 2,7 a 9,1 ml/L, característicos de aguas costeras frías (ACF), presentando los valores más bajos en los meses de abril y febrero con valores menores de 4 ml/L, evidenciando procesos de afloramiento costero recientes en estos meses, coincidiendo con Rebaza et al. (2013). En cambio, los valores promedio más altos se encontró en los meses de primavera (6,7 mg/L).

En cuanto a los valores de potencial de hidrógeno (pH) fueron ligeramente alcalinos, oscilaron entre 7,8 a 8,9 unidades, siendo consecuente con los valores de concentración del Oxígeno Disuelto, estos resultados, son similares a los reportados por Rebaza et al. (2013) en los submareales someros de Huanchaco, Salaverry y Pacasmayo.

VI. CONCLUSIONES

- En el submareal somero, frente a Pimentel, la comunidad del macrozoobentos estuvo compuesto por un total de 40 especies. Los principales grupos representativos fueron los poliquetos, los moluscos y los artrópodos. Los menos abundantes: los braquiópodos y los nemertinos.

- La variación espacio-temporal de la abundancia de la comunidad del macrozoobentos está relacionada con la profundidad y los parámetros físico-químicos (en especial con la concentración de los niveles de oxígeno). Con los mayores valores de densidad en los meses de otoño y verano.

- La estructura de la comunidad del macrozoobentos presentó variaciones en los valores del índice de diversidad, con los mayores picos en los meses de invierno y verano. Con una mayor riqueza y diversidad de especies en las estaciones de muestreo más alejadas de la costa de Pimentel.

- De acuerdo a los valores de temperatura, Oxígeno Disuelto y salinidad, existió un mayor predominio de las ACF, con mezcla de algunos rezagos de aguas ASS (invierno y verano) y AES (primavera) en toda el área de estudio. Además, estos valores evidenciaron procesos de afloramiento costero.

VII. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios sobre la influencia del contenido de materia orgánica en la diversidad, abundancia y distribución de las especies de la comunidad del macrozoobentos.

- Realizar estudios a mayor escala espacial y temporal para obtener una comprensión más completa de la distribución de las especies y su potencial uso como indicadores de calidad ambiental.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alamo, V., y Valdivieso, V. (1997). *Lista sistemática de moluscos marinos del Perú*. Inst. Mar Perú. https://hdl.handle.net/20.500.12958/1436.

Alfaro, S., Rebaza, V., De Lucio, L., Vásquez, C. & Campos, M. (2017). Caracterización de bancos naturales de invertebrados marinos comerciales y áreas de pesca artesanal. Región La Libertad, Perú. Junio 2014. Inf. Inst. Mar Perú. 44(1): 105 - 148. Repositorio institucional: https://hdl.handle.net/20.500.12958/3160

Aramayo, V., Velazco, F., y Solís, J. (2022). Macrobentos de fondo blando somero en la costa sur de Perú (18 ° 10' -18 ° 20' S): características del hábitat, análisis comunitario y distribución espacial de pequeña escala. Bol. Inst. Mar Perú. https://hdl.handle.net/20.500.12958/4922

Araya, J. F., & Araya, M. E. (2017). On the presence of Chaetopleura hennahi (Gray, 1828) (Polyplacophora: Chaetopleuridae) in Chile. *Turkish Journal of Zoology, 41*(3), 554–557. https://doi.org/10.3906/zoo-1603-8.

Arntz, W. E., Flores, L. A., Maldonado, M., y Carbajal, G. (1983). Cambios de los factores ambientales, Macrobentos y bacterias filamentosas en la Zona de Mínimo de Oxígeno frente al Perú durante "El Niño" 1982 - 1983. *En Arntz, W. E., Landa, A. y Tarazona, J. (Eds.). El Niño y su impacto en la fauna marina*. Bol. Extra. Inst. Mar Perú. https://hdl.handle.net/20.500.12958/1167.

Baéz, D. & Ardilla, N. (2003). Poliquetos (Annelida: Polychaeta) del mar caribecolombiano. Biota Colombiana. 4 (1): 89 -109. https://www.redalyc.org/pdf/491/49140106.pdf

Baeza, J. (1999). Indicadores de monogamia en el cangrejo comensal Pinixa transversalis (Milne Ewards & Lucas) (Decapoda:Brachura:Pinnotehridae): distribución poblacional, asociación macho-hembra y dimorfismo sexual. *Revista de biología marina y oceanografía*, *34*(2):303-313. https://decapoda.nhm.org/pdfs/27728/27728.pdf

Bances, S. y Castañeda, J. (2021). *Evaluación ambiental en la zona marino costera de Lambayeque (junio, 2017).* Bol. Inst. Mar Perú. 35 (2), 335 - 351. https://hdl.handle.net/20.500.12958/3492.

Bray, J., R. & Curtis, J.T. (1957). An ordination of the upland forest communities of Southem Wisconsin. Ecol. Monogr. 27, 325 – 349.

Cano-Sánchez, E. y López-Gonzáles, P. J. (2015). Clase Pycnogonida. IDE@. 22: 1-13. http://sea-entomologia.org/IDE@/revista_22.pdf

Corgos, A., Godinez-Dominguez, E., Flores-Ortega, J.R. y Rojo-Vazquez, J.A. (2014). Comunidades de fondos blandos submareales de la bahía de Navidad (Jalisco, México): patrones espaciales y temporales. *Rev. Mex. Biodiv.48*(4):1171-1183. https://doi.org/10.7550/rmb.41419.

Carbajal, P., Santamaría, J., y Baldarrago, D. (2018). *Guía ilustrada para el reconocimiento de especies de poliplacóforos, gasterópodos y cefalópodos con valor comercial en el Perú*. Inst. Mar Perú. https://hdl.handle.net/20.500.12958/3314.

Carbajal, P. y Santamaría, J. (2017). *Guía ilustrada para reconocimiento de crustáceos braquiuros y anomuros con valor comercial del Perú*. Inst. Mar Perú. https://hdl.handle.net/20.500.12958/3202.

Carbajal, W., Tresierra, A, Cruz, J., Castro, J., Rámirez, P., Galán, J., Bances, S., Castañeda, J. y Torres, D. (2009). *Delimitación y caracterización de bancos naturales de invertebrados bentónicos comerciales y áreas de pesca artesanal en el litoral de la Región La Libertad*. Inf. Int. Mar Perú.

Carrasco, F. (2004). Organismos del bentos marino del sublitoral: algunos aspectos sobre abundancia y distribución. *En: Biología Marina - Oceanografía: conceptos y procesos. Werlinger, C. (Ed.)*; Vol (1).

Carrillo, D. (2018). *Diversidad bentónica en la Playa El Brujo y Cherrepe, La Libertad de Julio a diciembre del 2017* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio institucional UNT. http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/10846.

Carrit, D. & Carpenter, J. (1966) *Comparision and evaluation of currently employed modification of the Winkler method for determining dissolved oxygen in sea water*. J. Mar. Res., 24:186 – 318.

Castro, P. y Huber, M. (2007). Biología Marina (Sexta edic).

Chanamé, J. L. (2008). *El ciclo "El Niño" y su influencia sobre la comunidad del macrozoobentos intermareal arenoso de San José, Lambayeque, 1995 - 2005* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Repositorio institucional UNPRG: https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/UNPRG/1399.

Clarke, K. R. & Warwick, R. M. (2001). Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. (2nd Ed). PRIMER - E: Plymouth.

Colwell, R. K. (2009). Biodiversity: Concepts, Patterns, and Measurement. Biodiversity: Concepts, Patterns, and Measurement. In: *the Princeton Guide to Ecology* (257- 263). Princeton Univ. Press.

De la Cruz, J., Ramírez, P., Castro, J., Bances, S., Galán, J., Torres, D. Castañeda, J. y Llanos, J. (2009). *Delimitación y caracterización de bancos naturales de invertebrados bentónicos comerciales y zonas de pesca artesanal en el litoral de la región Lambayeque*. Inst. Mar. Perú. https://rnia.produce.gob.pe/wp-content/uploads/2019/09/InformeImarpe-Lambayeque.pdf

De León, A., Bastida - Zavala, R., Carrera - Parra, L.F., García, M., Peña - Rivera, A., Salazar - Vallejo, S., y Solís - Wiess, V (eds.) (2009). *Poliquetos (Annelida: Polychaeta) de México y America Tropical*. Universidad Autónoma de Nuevo León.

Dean, H.K. (2008). The use of polychaetes (Annelida) as indicator species of marine pollution: a review. Rev.Biol.Trop (int. J. Trop. Biol.). 56(4): 11-38. https://doi.org/10.15517/rbt.v56i4.27162

Deza, R. J., Tume, R. J., Alarcón, D. J., Ibaceta, C. A., Abad, P. J., Cortez, O. M., Santisteban, A. J. y Viza, P. J. (2012). *Sechura, Mar y Desierto*. Universidad Alas Peruanas. 1- 65 (Primera edición).

Díaz - Díaz, O. & Rozbaczylo, N. (Eds.) (2021). Poliquetos Bentónicos en Chile asociados a habitats vulnerables. FAUNAMAR Ltda.

Dietz, L., Dome, J.S., Leese, F., Lehman, T. & Metzar, R.R. (2018). Feedin ecology in sea spiders (Arthropoda:Pycnogonida): What do we know. Front. Zool., 15(7): 1-16. https://doi.org/10.1186/s12983-018-0250-4

Elias, R., Méndez, N., Muniz, P., Cabanillas, R., Gutierrez - Rojas, C., Rozbaczylo, N., Londoño - Mesa, M.H., Garete Contreras, P. J., Cárdenes - Calle, M., Villamar, F., Laverde - Castillo, J.J.A., Brauko, K., Araki Braga, M., Cunha Lana, P. D. y Díaz - Díaz, O. (2021). Los poliquetos como indicadores biológicos en Latinoamérica y el Caribe. Marine and Fhisery Ciences. 34(1):37-107. https://doi.org/10.47193/mafis.3412021010301

Ellien, C., Thièbaut, E., Dumas, F., Salomon, J. C., Nival, P. (2004). A modelling study of the respective role of hydrodynamic processes and larval mortality on larval dispersal and recruitment of benthic invertebrates: Example of Pectinaria koreni (Annelida: Polychaeta) in the Bay of Seine (English Channel). Journal of Plankton Research, 26, 117–132. C

ENFEN (2019). Comunicado oficial ENFEN N°06-2019. https://cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/2019/03/06-2019.pdf

Enríquez, E., Orozco, R., Castillo, S., Fernandez, E., y Moron, O. (1999). *Contaminación marina en las bahías de Paita y Talara en setiembre 1996*. Inst. Mar Perú. https://hdl.handle.net/20.500.12958/1047.

Fauchald, K. (1977). *The Polychaeta Works, Definitions and Key, to the orders, families and genera.*Natural History Museum of the Angeles Country,Sciencies series, 28:1-188

Field, J., G., Clarke, K., R. & Warwick, R.M. (1982). A practical strategy for analyzing multispecies distribution patterns. *Mar. Ecol. Prog. Ser. 8*: 37-52.

Flores, D. (2014). Diversidad de macrozoobentos en Puerto Malabrigo, La Libertad, abril a setiembre 2014 [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio Institucional UNT: http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/12345

Giovani, C. y Romero, M. (2002). Distribución de poliquetos (Annelida: Polychaeta) en la zona costera de El Salvador. Resultado del crucero de Investigación R/V Urracá del instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales [Tesis de pregrado, Universidad del Salvador]. Repositorio institucional UE: https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/8605/1/19200543.pdf

Graco, M., Ledesma, J., Flores, G. y Giron, M. (2007). Nutrientes, Oxígeno y Procesos biogeoquímicos en el sistema de surgencias de la Corriente de Humboldt frente a Perú. Rev.Per. Biol. 14(1): 117-28. https://doi.org./10.15381/rpb.v114i1.2165

Gray, J., y Elliot, M. (2009). *Ecology of Marine Sediments.* BioTechnology: An Indian Journal. doi: 10.1093/oso/9780198569015.001.0001.

Guillen, O., Calienes, R. y Izaguirre, R. (1977) *Medio ambiente y producción primaria al área de Pimentel – Chimbote.* Bol. Inst. Mar. Peru. 3(4): 107 – 159. https://hdl.handle.net/20.500.12958/976

Gutiérrez, D., Grados, C., Graco, M., Vásquez, L., Velazco, F., Sánchez, S., Ayón, P., Tam, J., Morón, O., Flores, R., Quispe, C., y Pizarro, L. (2014). El mar peruano y su dinámica. En *50 años de mar y ciencia* (34 - 59). Inst. Mar Perú. https://hdl.handle.net/20.500.12958/2301

Ibañez, C.M., Sellanes, J. & Pardo - Gandarillas, C.M. (2016). Diversidad de polyplacóphoros tropicales del sur de la provincia panameña. Lat. Am.J.Aquat. Res., 44(4): 807 - 814. http://dx.doi.org/10.3856/vol44-issue4-fulltext-16.

Ibañez, C.M., Waldisperg, M., Torres, F.I., Carrasco, S. A., Sellanes, J., Pardo - Gandarillas, C.M. & Sigwart, J.D. (2019). Environmental and ecological factors mediate taxonomic composition and body size of polyplacophoran assemblages along the Peruvian Province. Sci. Rep, 9, 15934. https://doi.org/10.1038/s41598-019-52395-z.

Ibarra, A. (2015). Variación temporal en la estructura y composición de la macrofauna bentónica en Playa Atenas, Pisco [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Institucional UNALM: https://hdl.handle.net/20.500.12996/1913

IMARPE (2019). Informe de las condiciones oceanográficas y biologico - pesqueras noviembre 2019. Inst. Mar Peru.

https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1493744/imarpe_gti_mens_noviembre2019.pdf?v=1609165526

Kruskal, J., B. & Wish, M. (1978). *Multidimensional Scaling*. Quantitative Applications in the Social Sciences. SAGE Publications, Inc, https://doi.org/10.4135/9781412985130.

León, V., Paulmer, A., Ledesma, J., Croot, P., Graco, M., Flores, G., Moron, O. y Tenorio, J. (2011). *pH como un trazador de la variabilidad biogeoquímica en el sistema Humboldt.* Bol. Inst. Mar Perú, 26 (1-2): 19-24. https://hdl.handle.net/20.500.12958/2156

Loyaga, H. (2018). Efectos de los agentes contaminantes en la biodiversidad del litoral Salaverry, La Libertad - Perú [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Repositorio Institucional UNT: https://repositorio.imarpe.gob.pe/bitstream/20.500.12958/3234/1/Loyaga%20Haro.pdf

Magurran, A. (1988). *Ecological Diversity and Its Measurement*. Princenton University Press. https://doi.org/10.1109/T-AIEE.1932.5056113.

Majluf, P. (2002). *Los ecosistemas marinos y costeros en: proyecto estrategia regional de biodiversidad para los países del trópico andino*. http://www.bio-nica.info/biblioteca/majluf2002.pdf

Ministerio de la Producción (2008). Guía: elaboración de estudios de impacto ambiental para la actividad de consumo humano indirecto de harina y aceite de pescado. https://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/3/jer/-1/Gu%EF%BF%BDa%20EIAsd%20Harina%20y%20Aceite%20de%20Pescado.pdf

Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad.* M&T – Manuales y Tesis SEA. http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf

Moscoso, V. (2013*). Clave para identificación de crustáceos decápodos y estomatópodos del Perú*. Inst. Mar Perú, 28(1–2),8135. https://hdl.handle.net/20.500.12958/2194

Nickell, L. A., Black, K. D., Hughes, D. J., Overnell, J., Brand, T., Nickell, T. D., Breuer, E. y Harvey, S. M. (2003). *Bioturbation, sediment fluxes and benthic community structure around a salmon cage farm in Loch Crera*n, Scotland. Journal of the Experimental Marine Biology and Ecology 285-286: 221-233.

ONU. (1992). *Convenio sobre la diversidad biológica de naciones unidas 1992*.Organización de las Naciones Unidas. https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf

Paredes, K. (2018). Biodiversidad de macrobentos en las zonas de Cerro Negro y junco Marino, La Libertad - 2017. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio institucional UNT. http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/10852.

Pech, D. & Ardisson, P. L. (2010). Diversidad en el bentos marino-costero. *En: Duran, R. & Mendes, M. (2010). Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán.*

Pinglo, L. (2004). *Estructura comunitaria y variabilidad espacio - temporal del macrozoobentos en la zona de afloramiento costero frente a Pimentel, Lambayeque, febrero 2003 - febrero 2004.* [Tesis pregrado, no publicada] Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Prieto, E. (2010*). Taxonomía de Holothuroidea (Echinodermata) del mar del Perú* [Tesis pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio de tesis digitales CYBERTESIS. https://hdl.handle.net/20.500.12672/868

Quipúzcoa, L., Gutiérrez, D., Enríquez, E., Marquina, R., y Yupanqui, W. (2011). *Macrobentos y condiciones ambientales en el verano 2004: Crucero BIC Olaya 0401-02*. Inst. Mar Perú, 38(3), 347–355. https://hdl.handle.net/20.500.12958/2168

Ramírez, P., Castañeda, J., De la Cruz, J., Galán, J. y Bances, S. (2017b). Bancos naturales de invertebrados marinos comerciales en el litoral de la región Lambayeque, Perú. Setiembre, 2014. Inst. Mar. Perú, 44(1): 83-92. https://hdl.handle.net/20.500.12958/3158.

Ramírez, P., De la Cruz, J., Galán, J. y Castro, J. (2017a). Caracterización de bancos naturales de invertebrados marinos comerciales y áreas de pesca artesanal. Región Lambayeque, Perú. Diciembre, 2014. Inst. Mar. Perú, 44(1): 63-82. https://hdl.handle.net/20.500.12958/3157.

Rebaza, V. & Alfaro, S. (2019). Ambiente marino costero de la Libertad, June 2016. *Inf. Inst. Mar Perú*. 46 (4): 517 - 556. Repositorio institucional: https://hdl.handle.net/20.500.12958/3383

Rebaza, V., Escudero, L., Alfaro, S., Orozco, R., Campos, M., Vasquez, C. & Llanos, J. (2019). Calidad del ambiente marino costero de la Libertad, Perú. Junio 2016. *Inf. Inst. Mar Perú. 46*(2): 194 - 235. Repositorio institucional: https://hdl.handle.net/20.500.12958/3341

Rebaza, V., Tresierra, A., Alfaro, S. & Vásquez, C. (2013). El ambiente marino costero de la región La Libertad. *Inst. Mar. Perú, 40*(3-4). Repositorio institucional: https://hdl.handle.net/20.500.12958/2241

Riascos, J. M., Uribe, R. A., Donayre, S., Flores, D., Galindo, O., Quispe, C., y Gonzalez, J. (2016). Human footprints on benthic communities in marine reserves: A study case in the most productive upwelling system worldwide. *Marine Ecology Progress Series*, *557*(September), 65–75. https://doi.org/10.3354/meps11857

Sánchez, G., Blas, N., Chau, G. (2010). Informe nacional sobre el estado del medio Ambiente. Instituto de Mar del Perú. https://www.minam.gob.pe/comuma/wp-content/uploads/sites/106/2019/04/Calidad-Marina-IMARPE.pdf

Tam, J., Vera, G., y Oliveros, R. (2008). *Tipos, métodos y estrategias de investigación*. Pensamiento y Acción, 5, 145–154.

Tarazona, J. (1984). *Modificaciones de la infauna bentónica de una bahía con deficiencia de oxígeno durante El Niño 1982-83*. Revista de la comisión permanente del pacifico sur, 15, 223 -228.

Tarazona, J., Arntz, W., Canahuire, E., Ayala, Z. y Robles, A. (1985) Modificaciones Producidas durante "El Niño" en la infauna bentónica de áreas someras del ecosistema de afloramiento peruano. En Arntz, W., Landa, A. y Tarazona, J. (eds.). *Fenómeno del "El Niño" y su impacto en la fauna marina.* Bol. Extra. Inst. Mar del Perù. 55 – 63. Repositorio institucional: https://hdl.handle.net/20.500.12958/1166

Tarazona, J., Gutiérrez, D., Paredes, C., & Indacochea, A. (2003). *Overview and challenges of Marine Biodiversity Research in Peru.* Gayana (Concepción), 67(2), 206–231. https://doi.org/10.4067/s0717-65382003000200009

Tarazona, J., Indacochea, A., Valle, S., Córdova, C., Ochoa, N., Serrano, W., Peña, T. (1999) Impacto de El Niño 1997-98 sobre el ecosistema marino somero de la costa central del Perú. En Tarazona, J. y Castillo, E. (eds). *El Niño 1997-98 y su impacto sobre los ecosistemas marinos y terrestre (pp. 18- 31)*. Rev. peru. biol. https://doi.org/10.15381/rpb.v6i3.8427

Tresierra, A., García, V., Huerto, M., Berrú, P., Reyes, D, Cervantes, C. (2007). Bahía Ferrol, Chimbote, Perú: una visión integral de sus recursos vivos y su ambiente. 2001 - 2005. Inf Inst Mar Perú 34 (1): 25 - 68. Repositorio institucional: https://hdl.handle.net/20.500.12958/2322

Uribe, R. A., Perea, A., Garcìa, V. y Huerto, R. (2019) *Biodiversidad marina en el norcentro de la costa de Peru.* Inst. Mar. Perú. 34(2): 332 – 550. https://hdl.handle.net/20.500.12958/3401

Uribe, R. A., Rubio, J., Carbajal, P., y Berrú, P. (2013). *Invertebrados marinos bentónicos del litoral de la región Áncash, Perú.* Instituto Del Mar Del Perú, 28, 1–159. https://hdl.handle.net/20.500.12958/2195

Vera, A. (2012). Distribución de familias de poliquetos frente a la descarga de los ríos La Antigua, Jamapa, Papaloapan en el Suroeste del Golfo de México [Tesis de postgrado, Universidad Veracruzana]. Repositorio institucional UV: http://cdigital.uv.mx/handle/123456789/41438

Yupanqui, W. (2002). Estudio del Macrozoobentos en la Ensenada de Sechura, Piura. [Tesis de grado, Universidad Nacional Federico Villareal]. Repositorio Imarpe. https://hdl.handle.net/20.500.12958/2182

Yupanqui, W., Enríquez, E., Quipúzcoa, L., Marquina, R., Velazco, F., Paredes, C., y Gutiérrez, D. (2011). *Composición funcional del grupo Polychaeta en la bahía de Paita y la plataforma adyacente (5°S), Perú. Febrero 2003 a octubre 2008*. Inst Mar Perú, 26(1–2), 65–73. https://hdl.handle.net/20.500.12958/2161

Yupanqui, W., Quipúzcoa, L., Marquina, R., Velazco, F., Enríquez, E., Gutiérrez, D. (2007). Composición y distribución del macrobentos en la Ensenada de Sechura, Piura, Perú. *Rev. Peru. Biol.* 14(1): 075 – 085. DOI:10.15381/rpb. v14i1.1763

ANEXOS

Anexo 1.

Variación espacial de la comunidad macrozoobentonica en el submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 – febrero 2020.

Phylum	**E1**	**E2**	**E3**	**E4**	**E5**
Annelida	109	967	2547	587	3033
Arenicola sp.	0	213	60	13	13
Capitella sp.	0	0	347	0	47
Chaetopterus sp.	0	7	0	0	0
Cossura chilensis	0	13	127	107	7
Diopatra sp.	0	7	20	53	207
Glycera sp.	0	0	13	40	0
Grubeulepis sp.	0	0	167	40	0
Leitoscoloplos sp.	20	7	7	27	33
Halosydna sp.	7	0	7	0	0
Lumbrineris sp.	0	100	40	7	7
Magelona sp.	0	127	200	60	40
Nephtys sp.	49	67	953	213	200
Owenia sp.	0	100	473	13	2453
Pherusa sp.	27	320	20	7	20
Scolelepsis sp.	7	0	60	7	7
Sigambra sp.	0	0	53	0	0
Syllis sp.	0	7	0	0	0
Arthropoda	700	273	640	120	293
Austinixa transversalis	0	53	307	87	113
Edotia sp.	13	7	20	0	0
Gammarus sp.	520	187	140	7	27
Hepatus sp.	0	0	0	0	67
Nymphon sp.	120	27	173	7	87
Pagurus sp.	47	0	0	0	0
Panopeidae	0	0	0	20	0
Brachiopoda	0	13	0	27	53
Discinisca lamellosa	0	13	0	27	53
Cnidaria	0	53	113	367	833
Actinia sp.	0	53	113	367	833
Echinodermata	67	100	80	87	20
Holothuroidea	0	0	20	33	0
Ophiactis kroeyeri	67	100	60	53	20
Hemichordata	187	0	200	0	0
Glossobalanus sp.	187	0	200	0	0
Mollusca	647	873	680	573	793
Alia unifasciata	73	0	100	67	180
Chaetopleura hennahi	0	0	27	193	413
Columbellidae	20	0	0	0	0
Mitridae	20	0	0	0	0
Mulinia sp.	20	840	387	73	93
Nassarius gayi	40	20	113	113	93
Semimytilus patagonicus	427	0	53	0	0
Natica unifasciata	0	13	0	60	7
Solenosteira fusiformis	40	0	0	7	7
Tegula atra	7	0	0	60	0
Nemertea	20	13	40	7	27
Nemertino sp.	20	13	40	7	27
Total	1729	2293	4300	1767	5053

Anexo 2.

Variación mensual de la comunidad macrozoobentonica en el submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 – febrero 2020

Phylum	**Mar**	**Abr**	**May**	**Jun**	**Ago**	**Sep**	**Nov**	**Dic**	**Feb-20**
Annelida	1107	327	360	100	353	347	389	3293	967
Arenicola sp.	60	0	13	33	27	87	0	80	0
Capitella sp.	67	0	100	0	0	0	0	27	200
Chaetopterus sp.	0	0	0	0	0	0	7	0	0
Cossura chilensis	0	0	27	0	27	7	0	27	167
Diopatra sp.	0	0	20	0	73	0	0	120	73
Glycera sp.	0	0	47	0	0	7	0	0	0
Grubeulepis sp.	173	7	7	0	13	7	0	0	0
Leitoscoloplos sp.	20	20	0	0	0	0	7	20	27
Halosydna sp.	0	0	0	0	0	7	0	0	7
Lumbrineris sp.	13	0	27	0	0	0	100	13	0
Magelona sp.	47	100	0	7	53	140	20	60	0
Nephtys sp.	540	200	113	60	127	40	255	120	27
Owenia sp.	100	0	7	0	0	40	0	2453	440
Pherusa sp.	47	0	0	0	0	0	0	347	0
Scolelepsis sp.	40	0	0	0	7	0	0	20	13
Sigambra sp.	0	0	0	0	27	13	0	0	13
Syllis sp.	0	0	0	0	0	0	0	7	0
Arthropoda	267	107	473	47	353	287	0	420	73
Austinixa transversalis	20	40	87	13	93	53	0	200	53
Edotia sp.	0	0	0	13	7	20	0	0	0
Gammarus sp.	180	13	320	0	220	7	0	120	20
Hepatus sp.	0	0	40	0	0	0	0	27	0
Nymphon sp.	67	13	0	20	33	207	0	73	0
Pagurus sp.	0	40	7	0	0	0	0	0	0
Panopeidae	0	0	20	0	0	0	0	0	0
Brachiopoda	0	0	0	20	0	7	0	27	40
Discinisca lamellosa	0	0	0	20	0	7	0	27	40
Cnidaria	207	413	67	100	87	153	0	200	140
Actinia sp.	207	413	67	100	87	153	0	200	140
Echinodermata	0	60	7	13	140	40	0	47	47
Holothuroidea	0	0	0	7	0	0	0	0	47
Ophiactis kroeyeri	0	60	7	7	140	40	0	47	0
Hemichordata	47	280	13	0	33	0	0	0	13
Glossobalanus sp.	47	280	13	0	33	0	0	0	13
Mollusca	207	460	653	220	213	800	280	313	420
Alia unifasciata	20	100	53	47	13	93	73	0	20
Chaetopleura hennahi	113	147	40	53	73	27	0	127	53
Columbellidae	0	20	0	0	0	0	0	0	0
Mitridae	0	20	0	0	0	0	0	0	0
Mulinia sp.	33	27	133	67	127	600	173	60	193
Nassarius gayi	20	93	47	33	0	80	13	93	0
Semimytilus patagonicus	20	27	360	7	0	0	0	0	67
Natica unifasciata	0	0	20	0	0	0	0	33	27
Solenosteira fusiformis	0	20	0	13	0	0	20	0	0
Tegula atra	0	7	0	0	0	0	0	0	60
Nemertea	67	0	0	13	0	0	0	20	7
Nemertino sp.	67	0	0	13	0	0	0	20	7
Total	1900	1647	1573	513	1180	1633	669	4320	1707

Anexo 3.

Variación estacional de la comunidad macrozoobentonica en el submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 – febrero 2020

Phylum	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Total
Annelida	2153	807	366	4260	7242
Arenicola sp.	87	87	87	80	300
Capitella sp.	267	0	0	227	393
Chaetopterus sp.	0	0	0	0	7
Cossura chilensis	53	53	7	193	253
Diopatra sp.	40	147	0	193	287
Glycera sp.	93	0	7	0	53
Grubeulepis sp.	193	27	7	0	207
Leitoscoloplos sp.	40	0	0	47	93
Halosydna sp.	0	0	7	7	13
Lumbrineris sp.	67	0	5	13	153
Magelona sp.	147	113	141	60	427
Nephtys sp.	967	313	53	147	1482
Owenia sp.	113	0	40	2893	3040
Pherusa sp.	47	0	0	347	393
Scolelepsis sp.	40	13	0	33	80
Sigambra sp.	0	53	13	13	53
Syllis sp.	0	0	0	7	7
Arthropoda	1033	753	287	493	2027
Austinixa transversalis	233	200	53	253	560
Edotia sp.	0	27	20	0	40
Gammarus sp.	553	440	7	140	880
Hepatus sp.	80	0	0	27	67
Nymphon sp.	80	87	207	73	413
Pagurus sp.	47	0	0	0	47
Panopeidae	40	0	0	0	20
Brachiopoda	0	20	7	67	93
Discinisca lamellosa	0	20	7	67	93
Cnidaria	753	273	153	340	1367
Actinia sp.	753	273	153	340	1367
Echinodermata	73	227	40	93	353
Holothuroidea	0	7	0	47	53
Ophiactis kroeyeri	73	220	40	47	300
Hemichordata	353	67	0	13	387
Glossobalanus sp.	353	67	0	13	387
Mollusca	1613	647	814	733	3567
Alia unifasciata	227	73	97	20	420
Chaetopleura hennahi	340	200	27	180	633
Columbellidae	20	0	0	0	20
Mitridae	20	0	0	0	20
Mulinia sp.	327	320	609	253	1413
Nassarius gayi	207	33	81	93	380
Semimytilus patagonicus	407	7	0	67	480
Natica unifasciata	40	0	0	60	80
Solenosteira fusiformis	20	13	1	0	53
Tegula atra	7	0	0	60	67
Nemertea	67	13	0	27	107
Nemertino sp.	67	13	0	27	107
Total	6047	2807	1667	6027	15142

Anexo 4.

Análisis de contribución de especies (SIMPER en el submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 – febrero 2020.

Especie	Prom. E1	Prom. E2	Prom. Dis.	% Contrib.	% Cum.
Pagurus sp.	0.63	1.19	4.56	5.63	5.63
Mulinia sp.	0.53	2.41	4.47	5.51	11.14
Gammarus sp.	2.58	1.23	4.46	5.5	16.64
Austinixa transversalis	0	2.22	4.41	5.44	22.07
Glossobalanus sp.	0.92	1.65	4.22	5.21	27.28
Nephtys sp.	1.51	1.7	3.73	4.6	31.88
Arenicola sp.	0.96	2.01	3.44	4.24	36.12
Nymphon sp.	1.39	1.33	3.26	4.02	40.14
Semimytilus patagonicus	1.57	0	3.18	3.93	44.06
Nassarius gayi	0.57	1.53	2.88	3.56	47.62
Pherusa sp.	0.57	1.06	2.75	3.4	51.01
Cossura chilensis	0	1.36	2.71	3.34	54.35
Magelona sp.	0.63	1.22	2.65	3.27	57.62
Owenia sp.	0	1.19	2.44	3.01	60.63
Capitella sp.	0.35	0.79	2.21	2.73	63.36
Chaetopterus sp.	0	0.6	2.13	2.62	65.98
Actinia sp.	0	1.11	2.1	2.59	68.57
Ophiactis kroeyeri	0.71	0.4	2.02	2.49	71.06
Alia unifasciata	0	1.01	1.92	2.37	73.43
Nemertino NI	0.88	0.48	1.92	2.37	75.8
Solenosteira fusiformis	0.78	0	1.69	2.09	77.89
Diopatra sp.	0	0.8	1.68	2.07	79.96
Edotia sp.	0.53	0.19	1.54	1.89	81.85
Scolelepsis sp.	0.4	0.4	1.34	1.66	83.51
Hepatus sp.	0	0.37	1.32	1.63	85.14
Sigambra sp.	0	0.57	1.14	1.41	86.55
Lumbrineris sp.	0	0.57	1.03	1.27	87.82
Discinisca lamellosa	0	0.48	1.03	1.27	89.1
Natica unifasciata	0	0.48	1.03	1.27	90.37

Especie	Prom. E1	Prom. E3	Prom. Dis.	% Contrib.	% Cum.
Cossura chilensis	0	2.16	4.2	5.43	5.43
Owenia sp.	0	2.26	3.9	5.04	10.47
Actinia sp.	0	1.99	3.89	5.03	15.5

Gammarus sp.	2.58	1.1	3.83	4.95	20.44
Austinixa transversalis	0	1.83	3.36	4.34	24.79
Capitella sp.	0.35	2.07	3.36	4.34	29.12
Ophiactis kroeyeri	0.71	1.91	3.24	4.19	33.31
Chaetopleura hennahi	0	1.65	3.24	4.18	37.49
Holothuroidea	0	1.46	3.13	4.04	41.53
Glossobalanus sp.	0.92	1.74	3.03	3.91	45.44
Mulinia sp.	0.53	1.49	2.88	3.72	49.16
Nymphon sp.	1.39	1.36	2.76	3.57	52.73
Diopatra sp.	0	1.41	2.61	3.38	56.11
Nephtys sp.	1.51	2.6	2.43	3.14	59.25
Grubeulepis sp.	0	1.38	2.31	2.98	62.23
Scolelepsis sp.	0.4	1.51	2.25	2.9	65.14
Nassarius gayi	0.57	1.16	2.16	2.8	67.93
Alia unifasciata	0	1.35	2.11	2.73	70.66
Semimytilus patagonicus	1.57	1.61	2.06	2.67	73.32
Arenicola sp.	0.96	0.93	2.01	2.59	75.92
Pagurus sp.	0.63	0.73	1.89	2.44	78.35
Nemertino NI	0.88	0.63	1.71	2.21	80.57
Magelona sp.	0.63	0.76	1.7	2.2	82.76
Panopeidae	0.23	0.93	1.57	2.03	84.79
Solenosteira fusiformis	0.78	0	1.38	1.79	86.58
Chaetopterus sp.	0	0.63	1.26	1.63	88.2
Leitoscoloplos sp.	0.53	0.4	1.25	1.61	89.82
Pherusa sp.	0.57	0.53	1.17	1.51	91.33

Especie	Prom. E2	Prom. E3	Prom. Dis.	% Contrib.	% Cum.
Nephtys sp.	1.7	2.6	3.07	4.93	4.93
Capitella sp.	0.79	2.07	2.83	4.55	9.48
Owenia sp.	1.19	2.26	2.83	4.55	14.03
Pagurus sp.	1.19	0.73	2.78	4.47	18.5
Mulinia sp.	2.41	1.49	2.72	4.37	22.87
Chaetopleura hennahi	0	1.65	2.57	4.13	27
Ophiactis kroeyeri	0.4	1.91	2.53	4.07	31.07
Actinia sp.	1.11	1.99	2.41	3.87	34.94
Semimytilus patagonicus	0	1.61	2.29	3.68	38.62
Arenicola sp.	2.01	0.93	2.27	3.64	42.26
Holothuroidea	0.19	1.46	2.21	3.54	45.81
Nymphon sp.	1.33	1.36	2.19	3.52	49.33
Austinixa transversalis	2.22	1.83	2.13	3.42	52.75

Alia unifasciata	1.01	1.35	1.92	3.09	55.84
Glossobalanus sp.	1.65	1.74	1.9	3.05	58.88
Grubeulepis sp.	0.19	1.38	1.89	3.04	61.92
Gammarus sp.	1.23	1.1	1.89	3.03	64.96
Nassarius gayi	1.53	1.16	1.87	3.01	67.96
Magelona sp.	1.22	0.76	1.87	3.01	70.97
Scolelepsis sp.	0.4	1.51	1.86	2.98	73.95
Pherusa sp.	1.06	0.53	1.85	2.97	76.93
Chaetopterus sp.	0.6	0.63	1.59	2.55	79.47
Cossura chilensis	1.36	2.16	1.57	2.52	81.99
Diopatra sp.	0.8	1.41	1.54	2.48	84.47
Sigambra sp.	0.57	0.48	1.22	1.96	86.43
Panopeidae	0	0.93	1.21	1.94	88.37
Nemertino NI	0.48	0.63	1.13	1.81	90.18

Especie	Prom. E1	Prom. E4	Prom. Dis.	% Contrib.	% Cum.
Actinia sp.	0	2.48	6.26	7.43	7.43
Gammarus sp.	2.58	0.4	5.34	6.34	13.77
Chaetopleura hennahi	0	2.14	5.33	6.33	20.1
Cossura chilensis	0	1.76	4.16	4.94	25.03
Nephtys sp.	1.51	1.48	3.64	4.32	29.35
Semimytilus patagonicus	1.57	0	3.4	4.04	33.39
Mulinia sp.	0.53	1.28	3.25	3.86	37.25
Diopatra sp.	0	1.26	3.24	3.85	41.1
Nymphon sp.	1.39	0.53	3.18	3.77	44.87
Ophiactis kroeyeri	0.71	1	2.74	3.26	48.13
Arenicola sp.	0.96	0.93	2.67	3.17	51.29
Alia unifasciata	0	0.97	2.6	3.09	54.38
Nassarius gayi	0.57	1.03	2.58	3.06	57.45
Holothuroidea	0	1.14	2.38	2.83	60.27
Panopeidae	0.23	0.71	2.28	2.71	62.98
Glossobalanus sp.	0.92	0.4	2.24	2.66	65.64
Solenosteira fusiformis	0.78	0.4	2.11	2.51	68.15
Nemertino NI	0.88	0.4	2.04	2.42	70.57
Capitella sp.	0.35	0.53	2.03	2.41	72.98
Magelona sp.	0.63	0.63	2	2.38	75.35
Hepatus sp.	0	0.63	1.73	2.05	77.4
Tegula atra	0.4	0.7	1.55	1.85	79.25
Halosydna sp.	0.4	0.4	1.54	1.83	81.08
Leitoscoplos sp.	0.53	0.57	1.48	1.76	82.83

Pherusa sp.	0.57	0.4	1.35	1.61	84.44
Scolelepsis sp.	0.4	0.4	1.34	1.59	86.03
Grubeulepis sp.	0	0.48	1.31	1.56	87.59
Edotia sp.	0.53	0	1.24	1.47	89.05
Austinixa transversalis	0	0.65	1.06	1.26	90.32

Especie	Prom. E2	Prom. E4	Prom. Dis.	% Contrib.	% Cum.
Chaetopleura hennahi	0	2.14	1.5	5.63	5.63
Actinia sp.	1.11	2.48	1.21	5.35	10.99
Austinixa transversalis	2.22	0.65	1.31	4.79	15.78
Mulinia sp.	2.41	1.28	1.15	4.68	20.46
Nephtys sp.	1.7	1.48	1.03	4.41	24.87
Pagurus sp.	1.19	0	0.54	4.38	29.25
Glossobalanus sp.	1.65	0.4	1.26	4.01	33.26
Arenicola sp.	2.01	0.93	1.42	3.96	37.21
Diopatra sp.	0.8	1.26	1.03	3.46	40.67
Nymphon sp.	1.33	0.53	1.4	3.32	43.99
Nassarius gayi	1.53	1.03	1.11	3.25	47.24
Cossura chilensis	1.36	1.76	1.11	3.15	50.39
Pherusa sp.	1.06	0.4	0.67	3.09	53.47
Magelona sp.	1.22	0.63	1	3.02	56.49
Gammarus sp.	1.23	0.4	1.09	3.01	59.5
Owenia sp.	1.19	0.4	0.89	2.96	62.46
Alia unifasciata	1.01	0.97	1.01	2.89	65.35
Holothuroidea	0.19	1.14	1.2	2.77	68.12
Capitella sp.	0.79	0.53	0.79	2.61	70.72
Chaetopterus sp.	0.6	0.4	0.71	2.58	73.3
Hepatus sp.	0.37	0.63	0.82	2.45	75.75
Ophiactis kroeyeri	0.4	1	1	2.39	78.14
Sigambra sp.	0.57	0.4	0.78	1.98	80.12
Natica unifasciata	0.48	0.63	0.78	1.98	82.1
Panopeidae	0	0.71	0.54	1.97	84.07
Discinisca lamellosa	0.48	0.57	0.76	1.86	85.94
Nemertino NI	0.48	0.4	0.75	1.83	87.77
Grubeulepis sp.	0.19	0.48	0.8	1.7	89.47
Lumbrineris sp.	0.57	0.4	0.75	1.69	91.16

Especie	Prom. E3	Prom. E4	Prom. Dis.	% Contrib.	% Cum.
Owenia sp	2.26	0.4	3.16	5.15	5.15

Nephtys sp.	2.6	1.48	3	4.89	10.04
Capitella sp.	2.07	0.53	2.83	4.62	14.66
Austinixa transversalis	1.83	0.65	2.59	4.22	18.89
Mulinia sp.	1.49	1.28	2.46	4	22.89
Ophiactis kroeyeri	1.91	1	2.44	3.97	26.86
Semimytilus patagonicus	1.61	0	2.41	3.92	30.78
Actinia sp.	1.99	2.48	2.37	3.87	34.65
Glossobalanus sp.	1.74	0.4	2.18	3.56	38.21
Diopatra sp.	1.41	1.26	2.11	3.44	41.65
Nymphon sp.	1.36	0.53	2.09	3.41	45.06
Alia unifasciata	1.35	0.97	2.08	3.39	48.45
Chaetopleura hennahi	1.65	2.14	2.07	3.37	51.83
Grubeulepis sp.	1.38	0.48	2.01	3.27	55.09
Holothuroidea	1.46	1.14	1.99	3.24	58.33
Scolelepsis sp.	1.51	0.4	1.98	3.23	61.56
Nassarius gayi	1.16	1.03	1.94	3.16	64.72
Panopeidae	0.93	0.71	1.81	2.95	67.67
Cossura chilensis	2.16	1.76	1.78	2.9	70.56
Arenicola sp.	0.93	0.93	1.6	2.6	73.16
Gammarus sp.	1.1	0.4	1.55	2.52	75.69
Chaetopterus sp.	0.63	0.4	1.39	2.26	77.95
Magelona sp.	0.76	0.63	1.32	2.15	80.09
Pagurus sp.	0.73	0	1.24	2.02	82.11
Nemertino NI	0.63	0.4	1.15	1.88	84
Sigambra sp.	0.48	0.4	1.13	1.84	85.84
Leitoscoloplos sp.	0.4	0.57	1.12	1.82	87.66
Natica unifasciata	0.53	0.63	1.1	1.8	89.46
Hepatus sp.	0	0.63	1.09	1.77	91.23

Especie	Prom. E1	Prom. E5	Prom. Dis.	% Contrib.	% Cum.
Actinia sp.	0	2.84	3.79	4.92	4.92
Ophiactis kroeyeri	0.71	2.51	3.61	4.7	9.62
Chaetopleura hennahi	0	2.48	3.32	4.31	13.93
Austinixa transversalis	0	2.34	3.19	4.15	18.08
Capitella sp.	0.35	2.09	3.17	4.12	22.19
Gammarus sp.	2.58	2.55	3.08	4	26.19
Owenia sp.	0	2.16	3.02	3.92	30.12
Diopatra sp.	0	2.13	2.94	3.82	33.94
Arenicola sp.	0.96	1.89	2.82	3.66	37.6
Mulinia sp.	0.53	2.22	2.78	3.61	41.21
Semimytilus patagonicus	1.57	1.09	2.77	3.6	44.81
Nephtys sp.	1.51	2.49	2.77	3.59	48.4
Alia unifasciata	0	2.02	2.71	3.52	51.92

Cossura chilensis	0	1.54	2.54	3.3	55.22
Magelona sp.	0.63	1.61	2.5	3.24	58.46
Nymphon sp.	1.39	1.13	2.37	3.08	61.54
Glycera sp.	0	1.22	2.26	2.93	64.47
Pagurus sp.	0.63	0.97	2.05	2.67	67.14
Glossobalanus sp.	0.92	1.08	2.01	2.61	69.75
Nassarius gayi	0.57	1.42	1.99	2.58	72.33
Discinisca lamellosa	0	1.1	1.59	2.06	74.39
Panopeidae	0.23	0.93	1.58	2.06	76.45
Hepatus sp.	0	1.2	1.57	2.04	78.48
Nemertino NI	0.88	0.96	1.48	1.92	80.4
Leitoscoloplos sp.	0.53	1.01	1.45	1.88	82.28
Solenosteira fusiformis	0.78	0.4	1.33	1.73	84.01
Lumbrineris sp.	0	0.97	1.26	1.63	85.64
Scolelepsis sp.	0.4	0.8	1.25	1.62	87.26
Natica unifasciata	0	0.93	1.21	1.57	88.83
Pherusa sp.	0.57	0.53	1.17	1.52	90.35
Lumbrineris sp.	0	0.97	1.26	1.63	85.64
Scolelepsis sp.	0.4	0.8	1.25	1.62	87.26
Natica unifasciata	0	0.93	1.21	1.57	88.83
Pherusa sp.	0.57	0.53	1.17	1.52	90.35

Especie	Prom. E2	Prom. E5	Prom. Dis.	% Contrib.	% Cum.
Ophiactis kroeyeri	0.4	2.51	3.03	4.97	4.97
Owenia sp.	1.19	2.16	3.01	4.94	9.91
Chaetopleura hennahi	0	2.48	2.86	4.69	14.6
Actinia sp.	1.11	2.84	2.84	4.66	19.26
Capitella sp.	0.79	2.09	2.62	4.3	23.56
Pagurus sp.	1.19	0.97	2.57	4.21	27.77
Gammarus sp.	1.23	2.55	2.57	4.21	31.98
Nephtys sp.	1.7	2.49	2.44	4	35.98
Diopatra sp.	0.8	2.13	2.21	3.63	39.61
Mulinia sp.	2.41	2.22	2.19	3.59	43.2
Alia unifasciata	1.01	2.02	1.95	3.19	46.39
Nassarius gayi	1.53	1.42	1.91	3.13	49.51
Arenicola sp.	2.01	1.89	1.9	3.11	52.62
Austinixa transversalis	2.22	2.34	1.9	3.11	55.73
Magelona sp.	1.22	1.61	1.82	2.99	58.72
Glycera sp.	0.4	1.22	1.76	2.88	61.6
Glossobalanus sp.	1.65	1.08	1.75	2.87	64.47
Pherusa sp.	1.06	0.53	1.72	2.83	67.3
Nymphon sp.	1.33	1.13	1.66	2.73	70.03

Hepatus sp.	0.37	1.2	1.49	2.44	72.47
Discinisca lamellosa	0.48	1.1	1.41	2.31	74.77
Panopeidae	0	0.93	1.34	2.19	76.97
Cossura chilensis	1.36	1.54	1.29	2.12	79.09
Chaetopterus sp.	0.6	0.4	1.29	2.11	81.19
Lumbrineris sp.	0.57	0.97	1.27	2.08	83.28
Natica unifasciata	0.48	0.93	1.19	1.95	85.23
Nemertino NI	0.48	0.96	1.18	1.94	87.17
Leitoscoloplos sp.	0	1.01	1.14	1.87	89.04
Semimytilus patagonicus	0	1.09	1.13	1.86	90.89

Especie	Prom. E3	Prom. E4	Prom. Dis.	% Contrib.	% Cum.
Owenia sp.	2.26	2.16	3.16	5.85	5.85
Gammarus sp.	1.1	2.55	2.35	4.36	10.21
Actinia sp.	1.99	2.84	2.21	4.1	14.31
Semimytilus patagonicus	1.61	1.09	2.13	3.95	18.25
Nephtys sp.	2.6	2.49	2.12	3.93	22.18
Mulinia sp.	1.49	2.22	2.02	3.75	25.93
Chaetopleura hennahi	1.65	2.48	1.97	3.66	29.58
Magelona sp.	0.76	1.61	1.95	3.62	33.2
Arenicola sp.	0.93	1.89	1.83	3.39	36.6
Capitella sp.	2.07	2.09	1.83	3.39	39.98
Austinixa transversalis	1.83	2.34	1.81	3.35	43.33
Alia unifasciata	1.35	2.02	1.79	3.31	46.65
Diopatra sp.	1.41	2.13	1.76	3.26	49.91
Nymphon sp.	1.36	1.13	1.71	3.16	53.07
Nassarius gayi	1.16	1.42	1.66	3.08	56.15
Glossobalanus sp.	1.74	1.08	1.62	3	59.15
Glycera sp.	0.63	1.22	1.57	2.92	62.07
Ophiactis kroeyeri	1.91	2.51	1.57	2.92	64.99
Holothuroidea	1.46	0.3	1.57	2.91	67.9
Pagurus sp.	0.73	0.97	1.56	2.89	70.79
Grubeulepis sp.	1.38	0.88	1.53	2.83	73.63
Scolelepsis sp.	1.51	0.8	1.29	2.39	76.02
Hepatus sp.	0	1.2	1.23	2.28	78.3
Discinisca lamellosa	0	1.1	1.22	2.25	80.55
Panopeidae	0.93	0.93	1.18	2.18	82.73
Nemertino NI	0.63	0.96	1.16	2.16	84.89
Cossura chilensis	2.16	1.54	1.14	2.11	87
Chaetopterus sp.	0.63	0.4	1.11	2.06	89.06
Leitoscoloplos sp.	0.4	1.01	1.11	2.05	91.12

Especie	Prom. E4	Prom. E5	Prom. Dis.	% Contrib.	% Cum.
Gammarus sp.	0.4	2.55	2.9	4.62	4.62
Owenia sp.	0.4	2.16	2.75	4.38	9
Ophiactis kroeyeri	1	2.51	2.65	4.23	13.24
Capitella sp.	0.53	2.09	2.65	4.22	17.46
Austinixa transversalis	0.65	2.34	2.61	4.16	21.62
Actinia sp.	2.48	2.84	2.54	4.06	25.68
Nephtys sp.	1.48	2.49	2.49	3.96	29.64
Mulinia sp.	1.28	2.22	2.33	3.71	33.35
Chaetopleura hennahi	2.14	2.48	2.29	3.65	37
Diopatra sp.	1.26	2.13	2.26	3.61	40.61
Arenicola sp.	0.93	1.89	2.22	3.53	44.14
Magelona sp.	0.63	1.61	2.19	3.5	47.64
Alia unifasciata	0.97	2.02	2.06	3.29	50.93
Nassarius gayi	1.03	1.42	1.92	3.06	53.99
Glycera sp.	0	1.22	1.89	3.02	57.01
Nymphon sp.	0.53	1.13	1.74	2.78	59.78
Panopeidae	0.71	0.93	1.74	2.77	62.55
Pagurus sp.	0	0.97	1.62	2.59	65.14
Hepatus sp.	0.63	1.2	1.62	2.58	67.72
Cossura chilensis	1.76	1.54	1.58	2.52	70.24
Holothuroidea	1.14	0.3	1.54	2.45	72.69
Discinisca lamellosa	0.57	1.1	1.47	2.35	75.04
Glossobalanus sp.	0.4	1.08	1.39	2.22	77.26
Natica unifasciata	0.63	0.93	1.33	2.13	79.38
Leitoscoloplos sp.	0.57	1.01	1.33	2.12	81.5
Nemertino NI	0.4	0.96	1.24	1.97	83.47
Grubeulepis sp.	0.48	0.88	1.22	1.95	85.42
Lumbrineris sp.	0.4	0.97	1.18	1.89	87.31
Semimytilus patagonicus	0	1.09	1.17	1.87	89.18
Scolelepsis sp.	0.4	0.8	1.06	1.69	90.87

Anexo 5.

Análisis de contribución de especies (SIMPER) en el submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 – febrero 2020.

Especies	Prom. Otoño	Prom. Invierno	Prom. Dis.	Contrib. %	Cum. %
Actinia sp.	3.86	3.26	8	9.59	9.59
Nephtys sp.	4.5	2.48	7.08	8.49	18.07
Gammarus sp.	3.13	1.94	5.79	6.94	25.01
Chaetopleura hennahi	2.39	1.94	5.35	6.41	31.42
Ophiactis kroeyeri	0.83	2.15	4.75	5.69	37.11
Mulinia sp.	1.5	2.76	4.7	5.63	42.74
Arenicola sp.	0.76	1.87	4.05	4.85	47.59
Magelona sp.	1.39	1.26	3.68	4.41	52
Alia unifasciata	2.25	1.05	3.63	4.35	56.35
Semimytilus patagonicus	2.03	0.26	3.49	4.19	60.54
Glossobalanus sp.	2.28	0.58	3.17	3.81	64.34
Nassarius gayi	1.99	0.81	3.14	3.76	68.1
Austinixa transversalis	1.34	1.33	2.53	3.03	71.14
Nymphon sp.	1.14	1.02	2.5	2.99	74.13
Diopatra sp.	0.3	1.29	2.21	2.65	76.79
Nemertino sp.	1.01	0.37	2.07	2.48	79.27
Grubeulepis sp.	1.38	0.37	2.05	2.46	81.73
Cossura chilensis	0.49	0.88	1.62	1.94	83.67
Capitella sp.	1.42	0	1.44	1.72	85.39
Edotia sp.	0	0.62	1.38	1.65	87.04
Solenosteira fusiformis	0.3	0.52	1.37	1.64	88.68
Hepatus sp.	0.42	0	0.96	1.16	89.84
Leitoscoloplos sp.	0.6	0	0.87	1.04	90.88

Especies	Prom. Otoño	Prom. Primavera	Prom. Dis.	Contrib. %	Cum. %
Nephtys sp.	4.5	3.85	10.95	12.52	12.52
Actinia sp.	3.86	1.96	8.09	9.25	21.77
Mulinia sp.	1.5	5.16	7.85	8.97	30.75
Magelona sp.	1.39	2.34	5.28	6.04	36.79
Arenicola sp.	0.76	1.73	5.04	5.76	42.55
Gammarus sp.	3.13	0.26	4.65	5.31	47.86
Chaetopleura hennahi	2.39	0.52	4.54	5.19	53.06
Alia unifasciata	2.25	1.59	3.97	4.54	57.6
Nymphon sp.	1.14	2.25	3.58	4.09	61.69
Nassarius gayi	1.99	1.33	3.45	3.94	65.63
Semimytilus patagonicus	2.03	0	3.28	3.75	69.38
Glossobalanus sp.	2.28	0	3.01	3.45	72.83
Austinixa transversalis	1.34	1.15	2.33	2.67	75.49
Ophiactis kroeyeri	0.83	1.03	2.1	2.4	77.89
Grubeulepis sp.	1.38	0.26	2.04	2.34	80.23
Lumbrineris sp.	0.59	1	1.93	2.21	82.44
Nemertino sp.	1.01	0	1.61	1.84	84.28
Capitella sp.	1.42	0	1.5	1.72	86

Owenia sp.	0.84	0.84	1.4	1.6	87.6
Leitoscoloplos sp.	0.6	0.26	1.23	1.41	89.01
Hepatus sp.	0.42	0	1.15	1.32	90.32

Especies	Prom. Invierno	Prom. Primavera	Prom. Dis.	Contrib.%	Cum.%
Mulinia sp.	2.76	5.16	10.4	12.3	12.3
Nephtys sp.	2.48	3.85	10.3	12.17	24.47
Actinia sp.	3.26	1.96	8.44	9.98	34.45
Ophiactis kroeyeri	2.15	1.03	7.01	8.29	42.74
Arenicola sp.	1.87	1.73	4.63	5.47	48.21
Chaetopleura hennahi	1.94	0.52	4.23	5	53.2
Magelona sp.	1.26	2.34	4.07	4.82	58.02
Nymphon sp.	1.02	2.25	3.79	4.48	62.5
Alia unifasciata	1.05	1.59	3.2	3.78	66.28
Gammarus sp.	1.94	0.26	3.19	3.77	70.06
Nassarius gayi	0.81	1.33	3.08	3.64	73.7
Austinixa transversalis	1.33	1.15	2.91	3.44	77.13
Diopatra sp.	1.29	0	2.41	2.85	79.99
Edotia sp.	0.62	0.45	2.37	2.8	82.79
Cossura chilensis	0.88	0.26	1.75	2.07	84.85
Lumbrineris sp.	0	1	1.68	1.98	86.84
Nemertino sp.	0.37	0	1.62	1.91	88.75
Solenosteira fusiformis	0.52	0	1.55	1.83	90.58

Especies	Prom. Otoño	Prom. Verano	Prom. Dis.	Contrib. %	Cum. %
Owenia sp.	0.84	8.94	7.09	8.33	8.33
Actinia sp.	3.86	3.62	6.91	8.12	16.45
Mulinia sp.	1.5	3.47	5.46	6.41	22.86
Nephtys sp.	4.5	2.64	5.42	6.37	29.23
Gammarus sp.	3.13	1.89	5.18	6.08	35.31
Chaetopleura hennahi	2.39	2.51	4.56	5.36	40.67
Semimytilus patagonicus	2.03	1.15	3.61	4.24	44.92
Austinixa transversalis	1.34	3.34	3.16	3.71	48.63
Diopatra sp.	0.3	2.99	2.76	3.24	51.87
Pherusa sp.	0.64	2.49	2.59	3.04	54.91
Cossura chilensis	0.49	2.54	2.57	3.02	57.93
Alia unifasciata	2.25	0.45	2.57	3.02	60.95
Nymphon sp.	1.14	0.86	2.53	2.97	63.92
Glossobalanus sp.	2.28	0.37	2.48	2.92	66.84
Nassarius gayi	1.99	1.41	2.47	2.9	69.74
Capitella sp.	1.42	1.93	2.46	2.9	72.63
Magelona sp.	1.39	1.08	2.4	2.82	75.45
Arenicola sp.	0.76	0.89	2.26	2.66	78.11
Natica unifasciata	0.3	1.67	1.95	2.29	80.41

Leitoscoloplos sp.	0.6	1.5	1.75	2.06	82.47
Discinisca lamellosa	0	1.78	1.75	2.06	84.53
Nemertino sp.	1.01	0.88	1.66	1.95	86.47
Ophiactis kroeyeri	0.83	1.09	1.49	1.75	88.23
Scolelepsis sp.	0.42	1.14	1.37	1.61	89.83
Grubeulepis sp.	1.38	0	1.33	1.57	91.4

Especie	Prom. Invierno	Prom. Verano	Prom. Dis.	Contrib.%	Cum.%
Owenia sp.	0	8.94	7.51	9.04	9.04
Actinia sp.	3.26	3.62	6.71	8.07	17.11
Mulinia sp.	2.76	3.47	6.49	7.81	24.92
Gammarus sp.	1.94	1.89	4.91	5.91	30.83
Chaetopleura hennahi	1.94	2.51	4.62	5.56	36.39
Nephtys sp.	2.48	2.64	4.08	4.91	41.3
Ophiactis kroeyeri	2.15	1.09	3.93	4.73	46.03
Austinixa transversalis	1.33	3.34	3.6	4.34	50.37
Diopatra sp.	1.29	2.99	3.55	4.27	54.64
Arenicola sp.	1.87	0.89	3.18	3.82	58.47
Cossura chilensis	0.88	2.54	3.07	3.7	62.17
Nymphon sp.	1.02	0.86	2.7	3.25	65.42
Pherusa sp.	0	2.49	2.37	2.85	68.27
Semimytilus patagonicus	0.26	1.15	2.3	2.77	71.04
Discinisca lamellosa	0.45	1.78	2.18	2.62	73.66
Magelona sp.	1.26	1.08	2.07	2.49	76.15
Natica unifasciata	0	1.67	2	2.41	78.57
Nassarius gayi	0.81	1.41	1.98	2.39	80.95
Alia unifasciata	1.05	0.45	1.71	2.05	83.01
Capitella sp.	0	1.93	1.68	2.02	85.02
Nemertino sp.	0.37	0.88	1.62	1.96	86.98
Leitoscoloplos sp.	0	1.5	1.54	1.85	88.83
Scolelepsis sp.	0.26	1.14	1.38	1.66	90.49

Especies	Prom. Primavera	Prom. Verano	Prom. Dis.	Contrib.%	Cum.%
Mulinia sp.	5.16	3.47	9.78	11.24	11.24
Owenia sp.	0.84	8.94	7.98	9.17	20.42
Actinia sp.	1.96	3.62	7.01	8.06	28.48
Nephtys sp.	3.85	2.64	6.82	7.85	36.32
Chaetopleura hennahi	0.52	2.51	4.32	4.96	41.29
Gammarus sp.	0.26	1.89	4.18	4.81	46.1
Nymphon sp.	2.25	0.86	3.75	4.32	50.42
Austinixa transversalis	1.15	3.34	3.45	3.97	54.39
Diopatra sp.	0	2.99	3.03	3.49	57.87
Cossura chilensis	0.26	2.54	2.82	3.24	61.12
Magelona sp.	2.34	1.08	2.77	3.19	64.31
Arenicola sp.	1.73	0.89	2.52	2.9	67.21

Pherusa sp.	0	2.49	2.46	2.82	70.03
Semimytilus patagonicus	0	1.15	2.33	2.68	72.71
Natica unifasciata	0	1.67	2.2	2.53	75.25
Nassarius gayi	1.33	1.41	2.1	2.42	77.67
Discinisca lamellosa	0.26	1.78	2.08	2.39	80.06
Alia unifasciata	1.59	0.45	2.02	2.32	82.38
Ophiactis kroeyeri	1.03	1.09	1.82	2.1	84.48
Capitella sp.	0	1.93	1.73	1.99	86.46
Leitoscoloplos sp.	0.26	1.5	1.71	1.96	88.43
Lumbrineris sp.	1	0.52	1.65	1.9	90.33

Anexo 6.

Variaciones de los índices ecológicos en el submareal somero frente a Pimentel, marzo 2019 – febrero 2020.

a) Índice de diversidad

Meses/Estaciones	E1	E2	E3	E4	E5	Prom.
Mar.	1,62	0,86	2,17	0,51	1,32	1,30
Abr.	1,87	0,00	1,90	1,48	1,12	1,27
May.	0,74	0,00	2,12	2,18	1,24	1,25
Jun.	1,06	1,59	1,59	0,74	1,66	1,33
Ago.	0,00	1,24	2,18	1,75	1,48	1,33
Sep.	0,00	0,41	2,28	2,15	1,85	1,34
Nov	0,83	1,13	0,16	0,00	0,00	0,42
Dic.	0,94	1,66	0,56	2,30	0,92	1,28
Feb-2020	1,27	0,33	1,70	2,35	1,73	1,47
Prom.	0,92	0,80	1,63	1,49	1,26	1,22

b) Índice Pielou

Meses/ Estaciones	E1	E2	E3	E4	E5	Prom
Mar.	0,83	0,79	0,80	0,46	0,82	0,74
Abr.	0,81		0,86	0,82	0,58	0,77
May.	0,67		0,85	0,95	0,90	0,84
Jun.	0,96	0,89	0,82	0,67	0,85	0,84
Ago.		0,69	0,85	0,90	0,92	0,84
Sep.		0,38	0,82	0,86	0,80	0,72
Nov	0,76	0,63	0,24			0,54
Dic.	0,68	0,65	0,81	0,83	0,32	0,66
Feb-2020	0,91	0,30	0,68	0,92	0,83	0,73
Prom.	0,80	0,62	0,75	0,80	0,75	0,74

c) Índice de Margalef

Meses/ Estaciones	E1	E2	E3	E4	E5	Prom
Mar.	2,29	1,20	3,57	1,30	1,32	1,94
Abr.	3,20	0,00	2,44	2,24	1,83	1,94
May.	0,58		3,22	3,97	1,73	2,37
Jun.	3,92	2,88	3,08	2,04	2,78	2,94
Ago.	0,00	1,79	3,88	3,01	1,74	2,08
Sep.		0,60	4,70	4,53	3,11	3,24
Nov	0,83	1,13	0,16	0,00	0,00	0,42
Dic.	1,34	3,46	0,60	4,66	3,42	2,70
Feb-2020	2,16	0,94	2,98	4,30	2,49	2,57
Prom.	1,79	1,50	2,74	2,89	2,05	2,24

d) Índice de Simpson

Meses/ Estaciones	E1	E2	E3	E4	E5	Prom
Mar.	0,26	0,46	0,18	0,74	0,30	0,39
Abr.	0,22	1,00	0,19	0,28	0,45	0,43
May.	0,50	1,00	0,15	0,12	0,31	0,42
Jun.	0,36	0,25	0,28	0,59	0,22	0,34
Ago.	1,00	0,39	0,15	0,20	0,24	0,39
Sep.		0,80	0,14	0,15	0,20	0,32
Nov	0,52	0,41	0,93	1,00	1,00	0,77
Dic.	0,44	0,30	0,63	0,13	0,67	0,43
Feb-2020	0,31	0,85	0,26	0,11	0,22	0,35
Prom.	0,45	0,61	0,32	0,37	0,40	0,43

Anexo 7.

Fotografías del muestreo en submareal somero y análisis en el laboratorio.

Muestreo en el submareal somero frente a Pimentel





Análisis de las muestras en el laboratorio





Nassarius gayi



Mulinia sp.



Chaetopterus sp.



Magelona sp.



Solenosteira fusiformis

Actinia sp. (Adherido a una roca)





Pherusa sp.



Alia unifasciata





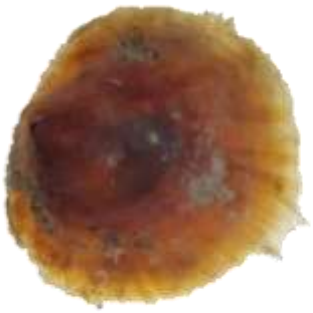
Chaetopleura hennahi



Clase Holothuroidea



Ophiactis kroeyeri



Discinisca lamellosa



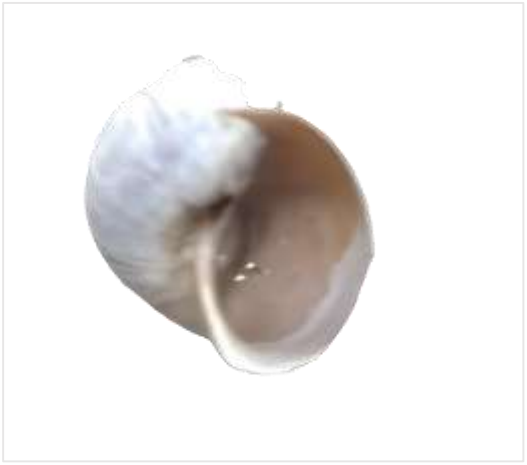
Grubeulepis sp.



Diopatra sp.



Nymphon sp.



Natica unifasciata



Gammarus sp.



Nephtys sp.



Familia Panopeidae



Austinixa



Lumbrineris sp.



Glossobalanus sp.