

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGIA EN ACUICULTURA



Variabilidad de la estructura comunitaria de macroinvertebrados
asociados a los rizoides de *Eisenia cokeri* M. A. Howe
(Laminariales:Phaeophyceae) en la región Áncash, Perú.

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL
DE BIÓLOGO ACUICULTOR**

AUTOR:

Bach. Morales Araujo, Robinson Natier

ASESOR:

Dr. Loayza Aguilar, Rómulo
ORCID: 0000-0002-1247-8277

Nuevo Chimbote – Perú
2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE CIENCIAS.

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGIA EN ACUICULTURA



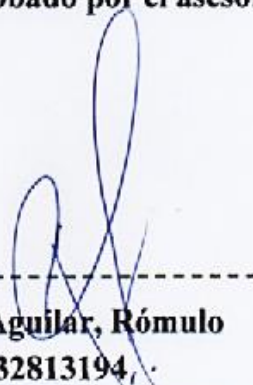
UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

Variabilidad de la estructura comunitaria de macroinvertebrados
asociados a los rizoides de *Eisenia cokeri* M. A. Howe
(Laminariales: Phaeophyceae) en la región Áncash, Perú.

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
BIOLOGO ACUICULTOR**

Bach. Morales Araujo, Robinson Natier

Revisado y aprobado por el asesor



Dr. Loayza Aguilar, Rómulo

DNI. 32813194,

ORCID: 0000-0002-1247-8277

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGIA EN ACUICULTURA




UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

Variabilidad de la estructura comunitaria de macroinvertebrados
asociados a los rizoides de *Eisenia cokeri* M. A. Howe.
(Laminariales: Phaeophyceae) en la región Áncash, Perú.

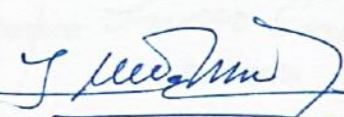
Sustentado por:

Bach. Morales Araujo, Robinson Natier

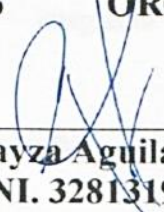
Jurado evaluador



Dr. Campoverde Vigo, Luis
DNI. 33264012
ORCID:0009-0001-4461-4456
Presidente



Mg. Encomendero Yopez, Lucio
DNI. 32969710
ORCID: 0000-0002-2525-2349
Secretario



Dr. Loayza Aguilar, Rómulo
DNI. 32813194
ORCID: 0000-0002-1247-8277
Integrante

ACTA DE CALIFICACIÓN DE LA SUTENTACIÓN DE LA TESIS

En el Distrito de Nuevo Chimbote, en la Universidad Nacional de Santa, en el laboratorio de Biología Acuática, siendo las 12:00 horas del día 1 de junio del 2023, dando cumplimiento a la Resolución N° 109-2023-UNS-FC, se reunió el Jurado Evaluador presidido por Luis Campoverde Vique, teniendo como miembros a Luis Encarnación Jorquera (secretario) (a), y Normando Loryza A. (integrante), para la sustentación de tesis a fin de optar el título de BIÓLOGO ACUICULTOR realizado por el, (la), (los) tesista (as) ROBINSON NATION MORALET ARAUJO

quien (as) sustentó (aron) la tesis intitulada: Variedad de la estructura comunitaria de macroinvertebrados asociados a los rios de Eisan's conon M.A. Huelé (Luminorali: Phaeophylloae) en la región Arequipa, Per.

Terminada la sustentación, el (la), (los) tesista (as) respondió (ieron) a las preguntas formuladas por los miembros del jurado.

El Jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo y con las sugerencias pertinentes, declara la sustentación como APROBADA asignándole un calificativo de 19.5 puntos, según artículo 111° del Reglamento General de Grados y Títulos vigente (Resolución N° 580-2022-CU-R-UNS)

Siendo las 13:30 horas del mismo día se dio por terminado el acto de sustentación firmando los miembros del Jurado en señal de conformidad

Nombre: Luis Campoverde V.
Presidente

Nombre: Luis Encarnación Jorquera
Secretario

Nombre: Normando Loryza A.
Integrante

Distribución: Integrantes J.E (), tesistas () y archivo (02).



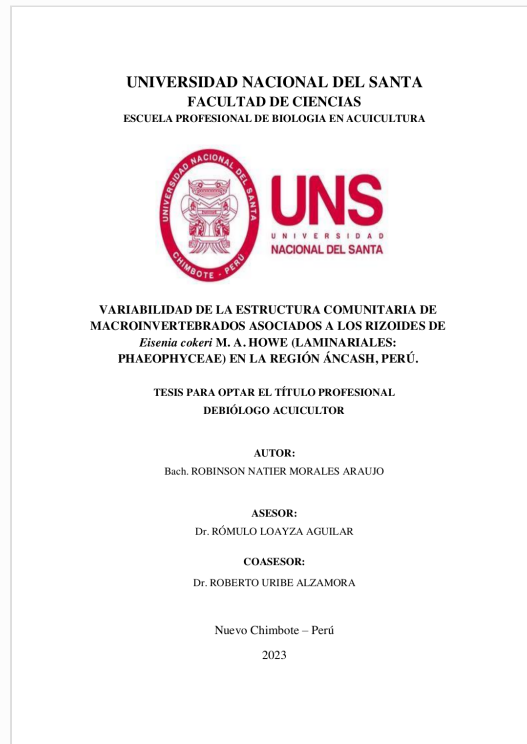


Recibo digital

Este recibo confirma que su 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: Robinson Natier Morales Araujo
Título del ejercicio: TESIS
Título de la entrega: VARIABILIDAD DE LA ESTRUCTURA COMUNITARIA DE MACRO...
Nombre del archivo: Tesis_MORALES_ARAUJO.pdf
Tamaño del archivo: 3.74M
Total páginas: 77
Total de palabras: 16,234
Total de caracteres: 95,774
Fecha de entrega: 14-jun.-2023 04:07p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega... 2116179129



DEDICATORIA

A Dios, por guiar mi vida profesional y por permitirme culminar con éxito mi trabajo de investigación.

A Julia, Carmen y María, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación.

A mi padre, Tino, por enseñarme a afrontar las dificultades.

A mis hijos Mathias y Naela, por ser mi motivación para superarme cada día.

A mi amada esposa Brenda Pazos, por todo su amor y paciencia que me brindo en la redacción de este trabajo.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, en primer lugar, por darme la vida y la oportunidad de formar una gran familia.

A la Universidad Nacional del Santa, por darme la oportunidad de formarme profesionalmente.

Al Dr. Roberto Uribe Alzamora, por brindarme su apoyo incondicional, por ser un ejemplo a seguir en mi formación académica y en mi vida diaria.

Al Blgo. Angel Perea de la Matta, coordinador del laboratorio costero del IMARPE- Chimbote por brindarme su apoyo incondicional para realizar la tesis en sus instalaciones.

A mi asesor Dr. Rómulo Loayza Aguilar. por sus excelentes recomendaciones y motivar a seguir creciendo profesionalmente.

Al Mg. Luis Quipuzcoa Olgún y a todos los integrantes del laboratorio de bentos marinos del instituto del mar del Perú, por sus consejos y enseñanzas y por su apoyo en la identificación de especies involucradas en la realización de mi tesis.

Al Mg. Dennis Atoche por el apoyo en la construcción de gráficas en R y al Blgo. Pesq Alexander Aleman por su apoyo en los trabajos de buceo, a ambos por el apoyo en el trabajo de campo.

A los Blg. Jhonatan Rios y Susan Salyrosas, quienes me brindaron su amistad en esta etapa.

A todos, Gracias infinitas

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN.....	19
1.1.	Planteamiento del problema	22
1.2.	Objetivo general	22
1.3.	Objetivos específicos	22
II.	MARCO TEÓRICO	24
2.2	Descripción morfológica	25
2.3	Distribución geográfica y hábitat.....	25
III.	MATERIALES Y METODOS	27
3.1	Área de estudio	27
3.2	Procedimiento de muestreo	28
3.3	Estimación de los parámetros poblacionales de <i>E. cokeri</i>	29
3.4	Colecta de rizoides y diversidad macrobentónicos asociados.....	30
3.5	Procesamiento de las muestras en el laboratorio	31
3.7	Análisis estadísticos	32
3.7.1	Análisis univariado.....	32
3.7.2	Análisis multivariado	32
IV.	RESULTADOS.....	34
4.1	Parámetros ambientales.....	34
4.2	Abundancia y diversidad de organismos en los rizoides y cuadratas ...	35
4.3	Biomasa (g)	36
4.4	Riqueza de especies	38
4.5	Grupos taxonómicos	40
4.8	Estructura comunitaria	43
4.9	Relación entre parámetros ambientales y la comunidad.....	45
4.9.1	Macrobentos dentro del rizoide	46
4.9.2	Macrobentos fuera del rizoide (cuadrata)	48
V.	DISCUSIÓN	52
VI.	CONCLUSIONES	56
VII.	RECOMENDACIONES	57

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
IX. ANEXOS	64

ÍNDICE PARA TABLAS

Página

Tabla 1.- Descripción de los estados de desarrollo de <i>Eisenia cokeri</i> observados durante los años 2018 -2019 en la región Áncash, Perú (modificado de Atoche-Suclupe et al., 2021).....	26
Tabla 2. Valores promedio de los parámetros ambientales (físicos y biológicos) correspondiente al factor sitio	34
Tabla 3. Valores promedio de los parámetros ambientales (físicos y biológicos) correspondiente al factor tiempo.	34
Tabla 4. Análisis de varianza (PERMANOVA) en el número de individuos que habita dentro y fuera de los rizoides a través de 4 sitios y 5 tiempos.	36
Tabla 5. Análisis de varianza (PERMANOVA) en el peso individuos que habita dentro y fuera de los rizoides a través de 4 sitios y 5 tiempos.	37
Tabla 6. Análisis de varianza (PERMANOVA) en riqueza de especies que habita dentro y fuera de los rizoides a través de 4 sitios y 5 tiempos.	39
Tabla 7. Presencia de los organismos sésiles coloniales y macroalgas asociadas al rizoide. se asignó una categorización semi-cualitativa de 0 a 3 en función de la cobertura relativa del organismo en el rizoide, donde: 0=ausente; 1=presente pero raro; 2=presente pero bastante frecuente y 3=presente pero muy abundante. Los recuadros en blanco mostraron ausencia total.	42
Tabla 8. Análisis de varianza de la estructura comunitaria del macrobentos que habita dentro del rizoide.	44
Tabla 9. PERMANOVA basado en el número de especies.....	45
Tabla 10. Resultados de la prueba secuencial DISTLM para cada variable predictora ambiental seleccionada para el modelo más parsimonioso para la comunidad de organismos que habitan dentro de los rizoides. Se muestra la mejor solución basada en la selección paso a paso y los criterios AICc. SS = suma de cuadrados (traza), Prop. = proporción de variación explicada.	47
Tabla 11. Resultados de la prueba secuencial DISTLM para cada variable predictora ambiental seleccionada para el modelo más parsimonioso para la	

comunidad de organismos que habitan en la cuadrata (fuera de los rizoides). Se muestra la mejor solución basada en la selección paso a paso y los criterios AICc. SS = suma de cuadrados (traza), Prop. = proporción de variación explicada.49

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Paisaje dentro de un bosque de <i>Eisenia cokeri</i> en el sitio Rio Seco, Huarney, Áncash (Foto: R. Uribe).....	24
Figura 2. Esquema de las etapas de desarrollo de <i>Eisenia cokeri</i> . D = disco o rizoide, F = frondas, E = estípite, ES = estípite secundario, tomado de Atoche-Suclupe, et al. (2021).	25
Figura 3. Mapa de la costa sur de la región Áncash donde se muestra los sitios (círculos azules) y los tiempos (barras verdes) que fueron utilizados para realizar la presente tesis. Adicionalmente, se muestra de forma referencial la tendencia temporal de la temperatura superficial del agua de mar colectada diariamente en el muelle de Culebras (Uribe et al., 2020).....	27
Figura 4. Esquema de un parche de <i>E. cokeri</i> (verde) y la distribución de colecta de las muestras. Las líneas punteadas indican el recorrido que realizaron los buzos y los círculos rojos indican los puntos de muestreo dentro de cada parche en cada sitio y tiempo.	28
Figura 5. Buzo científico realizando el muestreo de la densidad de <i>E. cokeri</i> (foto superior) y biólogos realizando el registro de la morfología de <i>E. cokeri</i> en el bote (foto inferior). (Fotos: R. Uribe).....	29
Figura 6. Rizoide de <i>E. cokeri</i> colectado en bolsas rotuladas (foto superior). Colecta de la diversidad de organismos fuera del rizoide (foto inferior izquierda) y preservación de las muestras en el bote (foto inferior derecha). (Fotos: R. Uribe)	30
Figura 7. Promedio y desviación estándar (\pm DE) del número de individuos que habitan dentro del rizoide y fuera (cuadrata).....	35
Figura 8. Promedio y desviación estándar (\pm DE) del peso de individuos (g) que habita dentro del rizoide y fuera (cuadrata).....	37
Figura 9. Promedio y desviación estándar (\pm DE) de la riqueza de especies que habita dentro del rizoide y fuera (cuadrata).....	39

Figura 10. Abundancia relativa de grupos taxonómicos de organismos macrobentónicos que habitan dentro del rizoide y fuera (cuadrado).....	40
Figura 11. Abundancia relativa de grupos tróficos de organismos macrobentónicos que habitan dentro del rizoide y fuera (cuadrado).....	41
Figura 12. Distribución de la estructura comunitaria del rizoide (triángulo invertido azul) y cuadrado (triángulo verde) basados en el número de individuos (izquierda) y biomasa (derecha).	43
Figura 13. Distribución espacio temporal de la estructura comunitaria del macrobentos que habita dentro del rizoide.....	44
Figura 14. Distribución espacio temporal de la estructura comunitaria del macrobentos que habita fuera del rizoide (cuadrata).	45
Figura 15. <i>Draftman plot</i> mostrando las correlaciones entre variables ambientales.	46
Figura 16. Análisis de redundancia basado en distancia para el macrobentos que habita dentro del rizoide y las variables ambientales a través del factor espacio.....	48
Figura 17. Análisis de redundancia basado en distancia para el macrobentos que habita dentro del rizoide y las variables ambientales a través del factor tiempo. 48	
Figura 18. Análisis de redundancia basado en distancia para el macrobentos que habita fuera del rizoide (cuadrata) y las variables ambientales a través del factor espacio.....	50
Figura 19. Análisis de redundancia basado en distancia para el macrobentos que habita fuera del rizoide (cuadrata) y las variables ambientales a través del factor tiempo.....	51
Figura 20. Relación entre el número de individuos, biomasa y riqueza de especies con el volumen del rizoide de <i>Eisenia cokeri</i>	51

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
Anexo 1. Procesamiento de las muestras en el laboratorio: Lavado de las muestras (a), Muestras de discos de <i>Eisenia cokeri</i> e espacios interplantas (b), Muestra de discos de <i>Eisenia cokeri</i> (C), Muestra de espacio interplantas de <i>Eisenia cokeri</i>	64
Anexo 2. Procesamiento de las muestras en el laboratorio: Muestra de especies asociadas a discos de <i>Eisenia cokeri</i> (e), Metodo de desplazamiento de <i>Eisenia cokeri</i> (Anderson et al., 2005) (f), Pesaje del disco de <i>Eisenia cokeri</i>	65
Anexo 3. Principales especies asociadas a los discos de <i>Eisenia cokeri</i> : Filo Artrópodos, orden Decápoda.....	66
Anexo 4. Especies asociadas a los discos de <i>Eisenia cokeri</i> : Filo Artrópodos, orden Anfípoda	67
Anexo 5. Especies asociadas a los discos de <i>Eisenia cokeri</i> : Filo Annelida, clase Poliquetos	68
Anexo 6. Especies asociadas a los discos de <i>Eisenia cokeri</i> : Filo Annelida, clase Poliquetos	69
Anexo 7. Especies asociadas a los discos de <i>Eisenia cokeri</i> : Filo Mollusca, clase Gasterópodos	70
Anexo 8. Especies asociadas a los discos de <i>Eisenia cokeri</i> : Filo Mollusca	71
Anexo 9. Especies asociadas a los discos de <i>Eisenia cokeri</i> : especies de diferentes filos	71
Anexo 10. Matriz taxonómica (fuente: https://www.marinespecies.org).....	72

RESUMEN

Las macroalgas pardas del orden Laminariales son especies ecológicamente importantes debido a que forman ecosistemas con alta complejidad de hábitat y productividad, además, son conocidos por albergar alta biodiversidad. En el Perú, la especie *Eisenia cokeri* forma densos bosques submarinos en la región Áncash, sin embargo, poco se conoce acerca de la dinámica del rol ecológico de esta especie como albergo biogénico. La presente tesis tiene como objetivo conocer la variabilidad espacial (mesoescala) y temporal de la diversidad (i.e. número de individuos, biomasa y riqueza de especies) y estructura comunitaria del macrobentos asociado a los rizoides de esta macroalga parda. El muestreo se llevó a cabo entre las provincias de Casma y Huarney, región Áncash con cuatro sitios (El Huaro, La Gramita, Rio Seco, Tuquillo) a lo largo de 60 km de costa y durante seis periodos de tiempo considerando noviembre 2016, marzo 2018, agosto 2018, febrero 2019, julio 2019 y febrero 2020. Las muestras fueron colectadas con el apoyo de buzos científicos y luego llevadas al laboratorio para la identificación de los organismos macrobentónicos y posterior análisis uni-multivariado de los datos. Los principales resultados determinaron que el número de individuos y la estructura comunitaria de organismos macrobentónicos que habitan dentro de los rizoides y en la cuadrata mostraron diferencias espaciales a nivel de mesoescala, y a través de seis años de estudio. La biomasa solo mostró diferencias para caso de los organismos que habitan en la cuadrata. Contrariamente, la riqueza de especies no mostró diferencias entre factores para ambos tipos de hábitat. Respecto a los organismos sésiles coloniales, las Esponjas fueron las más abundantes a través del tiempo y del espacio, seguido por el grupo de los Bryozos. El análisis multivariado indicó diferencias significativas de la estructura comunitaria a través del espacio y tiempo. Estas diferencias estuvieron parcialmente (bajo nivel explicativo) condicionados a las variaciones de la visibilidad, mareas y temperatura superficial del mar, como variables físicas, y al volumen del rizoide y a la longitud total de *E. cokeri* como variables explicativas biológicas. *E. cokeri* es la única especie del grupo de las Laminariales que habita en la costa centro-norte y norte del Perú, en ese sentido es importante que continúen los monitoreos en la región Áncash y que se expandan a otras localidades donde habita *E. cokeri* como Bahía Independencia en la región

Ica, Isla Lobos de Tierra y Bahía Sechura en la región Piura. Las conclusiones muestran que la variabilidad de la comunidad del macrobentos asociados a los rizoides de *E. cokeri* son dependientes del contexto espacio y tiempo, condicionados por una mezcla de variables físicas y biológicas. Además, se resalta la importancia temporal de los rizoides de *E. cokeri* como microecosistemas, los cuáles deberían recibir mayor atención. Finalmente, debido a la condición vulnerable de los bosques de macroalgas, futuros estudios serán necesarios para actualizar los indicadores mostrados en la presente tesis y usarlos para la propuesta de protección y conservación de estos ecosistemas, y además puedan servir como una estrategia de detección temprana frente a posibles amenazas de tipo humano y/o ambiental.

Palabras claves: macroalga, *Eisenia cokeri*, biodiversidad, estructura comunitaria

ABSTRACT

The brown macroalgae (Order Laminariales) are ecologically important species because they form ecosystems with high productivity and are characterized by providing habitat complexity and hosting high biodiversity. In Peru, the species *Eisenia cokeri* forms dense underwater forests in the Ancash region, however, little is known about the ecological role of this species as a biogenic shelter. The objective of this thesis is to know the spatial (mesoscale) and temporal variability of diversity (i.e. number of individuals, biomass and species richness) and community structure of the macrobenthos associated with the holdfast of *E. cokeri*. The sampling was carried in four sites (El Huaró, La Gramita, Río Seco, Tuquillo) along 60 km of coastline and during six periods of time considering November 2016, March 2018, August 2018, February 2019, July 2019 and February 2020. The samples were collected with the support of scientific divers and then taken to the laboratory for the identification of macrobenthic organisms and subsequent univariate and multivariate analysis of the data. The main results determined that the number of individuals and the community structure of macrobenthic organisms that inhabit within the holdfast and the quadrat (surrounding holdfast) showed spatial differences at the mesoscale level, and through six years of study. The biomass only showed differences for the case of the organisms that inhabit the quadrat. On the contrary, the richness of species did not show differences between factors for both types of habitat. Regarding colonial sessile organisms, sponges were the most abundant through time and space, followed by the bryozoa group. Multivariate analysis indicated significant differences in community structure across space and time. These differences were partially (low explanatory level) conditioned to variations in visibility, tides, and sea surface temperature, as physical variables, and to the volume of the holdfast and the total length of *E. cokeri* as biological explanatory variables. *E. cokeri* is the only species of the Laminariales group that inhabits the northern coast of Peru, in this sense it is important that monitoring continues in the Ancash region and that they expand to other locations where *E. cokeri* inhabits. such as Bahía Independencia in the Ica region, Isla Lobos de Tierra and Bahía Sechura in the Piura region. The conclusions show that the variability of the macrobenthos community associated with *E. cokeri* holdfast is dependent on the space and time

context, conditioned by a mixture of physical and biological variables. In addition, the temporal importance of *E. cokeri* rhizoids as microecosystems is highlighted, which should receive more attention. Finally, due to the vulnerable condition of the macroalgae forests, future studies will be necessary to update the indicators shown in this thesis and use them as an early detection strategy against possible human and/or environmental threats.

Keywords: macroalgae, *Eisenia cokeri*, biodiversity, community structure

I. INTRODUCCIÓN

En el ambiente marino existen ecosistemas formados por comunidades de macroalgas las cuales ejercen una significativa influencia ya sea directa o indirectamente sobre las comunidades que habitan dentro de ellas (Schmidt y Scheibling, 2006; Smale et al., 2020), modificando numerosos parámetros ambientales e incluso reducen la magnitud de estrés del medio ambiente (Hunter et al., 1988). Parámetros como el flujo del oleaje o la intensidad de luz (Jackson y Winant, 1983), influyen sobre las tasas de natalidad, mortalidad, inmigración y emigración de especies, esto debido a que se alteran los procesos de sedimentación, erosión y reclutamiento de especies (Gaylord et al., 2012). Asimismo, proveen nutrientes en forma de carbono orgánico disuelto o particulado a los diferentes niveles de la red trófica costera (Duggins et al., 1989), por estas múltiples características son consideradas ingenieros ecosistémicos (Jones et al., 1994).

Debido a la formación de grupos de algas pardas, éstas son consideradas especies fundadoras, formadoras e incluso estructuradoras de hábitat (Dayton 1972, Jones et al., 1994), ocupando áreas templadas con sustratos duros que permitan su asentamiento (Santelices, 2007; Bolton, 2010). Estas se caracterizan por su gran biomasa y elevada productividad, las cuales gestan interacciones tróficas, entre peces e invertebrados que aprovechan estos sistemas como fuente de refugio contra depredadores, corrientes de fondo y el embate de las olas (Subsecretaría de Pesca de Chile, 2010). Además, pueden ser área de desove de especies de interés comercial (Dayton, 1985).

Por lo general los bosques de algas pardas colonizan sustratos rocosos y someros (<30 m), distribuidas de forma desigual (en parches) (Parnell et al., 2006), las cuales se ven afectadas por estresores ambientales tales como fuerzas hidrodinámicas (e.g., fuerte oleaje), aguas cálidas bajas en nutrientes, cambios en la calidad de agua, elevación de la tasa de sedimentación y pastoreo de herbívoros (Ebeling et al. 1985; Tegner y Dayton, 1987, 2000; Ladah et al., 1999; Edwards 2004; Foster y Schiel, 2010). Por ende, la abundancia y distribución de estos bosques pueden cambiar a diferentes escalas espaciales y temporales. (Edwards, 2004). Diversos investigadores han proporcionado información sobre las comunidades de los bosques de macroalgas en el mundo (Dayton 1985; Foster y Schiel 1985; Foster y Vanblaricom, 2001), la cual ha sido relevante para el planteamiento de áreas marinas protegidas (AMPs).

Las algas pardas están organizadas morfológicamente en cuatro niveles: el rizoides o disco de fijación, el estípites, las frondas de media agua o de posición vertical, y las frondas de disposición horizontal o canopias superficiales (Foster y Schiel, 1985; Nibbaken, 1988).

Los rizoides se caracterizan, biológicamente, por contener comunidades de macroinvertebrados y otras macroalgas (Santelices, 2007; Carbajal et al., 2022; Akita et al., 2018) debido a sus características estructurales (complejidad de hábitat). En ese sentido, son consideradas unidades muestrales (unidades discretas) de fácil replicabilidad, siendo así excelentes indicadores para el monitoreo de efectos perturbadores naturales y antropogénicos de escala local y regional (Vásquez y Vega., 2004). Usualmente, estos rizoides alojan una extraordinaria diversidad de organismos, por ello estudiar estas comunidades macrobentónicas nos permitirá averiguar qué tan diversas, abundantes e importantes ecológicamente son y si pueden dar las herramientas científicas para definir medidas de conservación y protección (Carbajal et al., 2022). También podrían ser consideradas como focos de estudios frente a eventos oceanográficos como El Niño, ya que muchas de las especies que habitan dentro de estos rizoides, difieren en sus rangos térmicos de distribución y pueden ser usadas como bioindicadoras.

Adami y Gordillo (1999) sostienen que la distribución de organismos en un bosque de algas pardas, está dado por su grupo funcional que la habitan, donde detritívoros y carnívoros se encontrarían en los rizoides, mientras que las especies filtradoras tales como: el bivalvo *Gaimardia trapesina* y los navegadores como el anfípodo *Paramphitoe femorata* son encontrados en las frondas, las cuales a su vez constituyen hábitat de numerosas especies de peces e invertebrados móviles y sésiles (Moreno y Jara, 1984; Foster y Schiel, 1985). Es así que las macroalgas estructuralmente difieren en su distribución de organismos y ofrecen complejidad de hábitat. Sin embargo, son los rizoides los que, comparativamente al resto de las estructuras morfológicas de las macroalgas, alojan una alta diversidad de organismos bentónicos (Vásquez y Vega, 2004).

Los ecosistemas de bosques de macroalgas pardas son muy importantes económicamente, ya que sostienen diferentes actividades como la acuicultura, turismo e importantes pesquerías (Graham, 2004). Las algas pardas poseen un alto contenido de alginatos, el cual es utilizado para espesar soluciones, estabilizar suspensiones y gelificar un amplio rango de mezclas, que ha generado gran interés tanto para la industria

alimenticia, así como la farmacéutica (McHugh, 1987). En la actualidad, el estado peruano regula la extracción y recolección de las algas *Macrocystis pyrifera* y *Lessonia* spp. (PRODUCE, 2009) debido a su alta demanda en la industria internacional, sin embargo, es necesario incrementar los conocimientos sobre los impactos que generan las actividades de extracción y variabilidad ambiental sobre estos y otras especies con potencial comercial como *E. cokeri*.

En el Perú, los estudios sobre bosques de algas pardas están orientados principalmente sobre su estado y dinámica poblacional de especies de importancia comercial, teniendo como propósito instaurar criterios de manejo para su uso sostenible en el tiempo (IMARPE, 2008a; IMARPE, 2008b). En este contexto el Instituto del Mar del Perú, en el marco del Programa de investigaciones de las algas pardas del sur del Perú 2011-2015 (PI-ALGASUR), realizó un conjunto de investigaciones en la costa sur del Perú (Tacna, Ica, Arequipa y Moquegua), estudiando sus aspectos bioecológicos y reproductivos de las poblaciones naturales con la finalidad que proveer antecedentes en una futura regulación pesquera (IMARPE, 2015).

A pesar de los múltiples esfuerzos, los estudios han sido insuficientes y en este sentido son escasas las investigaciones que abordan la importancia de las algas pardas como hábitat de diversos organismos que la habitan. En el Perú hay pocos antecedentes, como el de Romero et al. (1988), en la cual describen la estructura de la macrofauna asociada a los rizoides de *Lessonia* sp. en la costa oriental de la isla Independencia (Ica), determinando 143 taxa de invertebrados asociados a los rizoides de *Lessonia* sp. a una profundidad entre 3 y 10 metros en el año 1988, asimismo el autor demostró una relación significativa entre los parámetros de abundancia, biomasa y número de especies con el tamaño del rizoides de *Lessonia* sp. Por otro lado, Carbajal et al. (2022) estudia la composición y estructura de la comunidad de invertebrados macrobentónicos en fondos duros de las macroalgas pardas *Eisenia cokeri*, *Lessonia trabeculata* y *Macrocystis pyrifera* frente a la costa del Perú, registrando 108, 113 y 102 taxas de organismos asociados a los rizoides entre el 2009 – 2010; donde demuestra la relevancia ecológica de estos ecosistemas como un medio de refugio para diversas especies de macroinvertebrados bentónicos. Finalmente, una tesis realizada por Vera (2014) muestra que los rizoides de *Lessonia trabeculata* en el sur de Perú agrupan entre 13 a 37 especies mientras que fuera de los rizoides la riqueza de especies varió entre 8 a 24.

En el litoral peruano son escasos los estudios que abordan sobre la influencia que ejercen los bosques de macroalgas, sobre las especies que las habitan y sobre todo existe un vacío de información sobre la variabilidad espacial y temporal de estas comunidades bentónicas. En este contexto el Instituto del Mar del Perú a través del Laboratorio Costero de Chimbote lleva a cabo el proyecto propio “Diversidad biológica y comunidades bentónicas en la región Áncash”, donde se realizan monitoreos bianuales de ecosistemas submareales, dentro de ellos los formados por la *Eisenia cokeri*.

Por lo tanto, es necesario realizar estudios específicos sobre estos ecosistemas para determinar la variabilidad espacial y temporal de la diversidad y estructura comunitaria de los macroinvertebrados que habitan asociados a los rizoides de la macroalga parda *Eisenia cokeri* M. A. Howe en la costa nor-centro del Perú. Cabe señalar que los datos analizados en la presente tesis forman parte del proyecto antes mencionado llevado a cabo por el Laboratorio Costero de Chimbote del IMARPE.

1.1. Planteamiento del problema

¿Existe variabilidad espacial y temporal de la estructura comunitaria de los macroinvertebrados asociados a rizoides de *Eisenia cokeri* M. A. Howe (Laminariales: Phaeophyceae) en la región Áncash, costa nor-centro de Perú?

1.2. Objetivo general

Conocer la variabilidad espacio temporal de la diversidad y estructura comunitaria de los macroinvertebrados asociados los rizoides de la macroalga parda *Eisenia cokeri* M. A. Howe en la región Áncash, costa nor-centro del Perú durante el periodo 2016 - 2020.

1.3. Objetivos específicos

Determinar la variabilidad espacio temporal de diversidad, expresada como número de individuos, biomasa y riqueza de especies, de los macroinvertebrados que habitan dentro (parte interior) y fuera (espacios interplantas) de los rizoides de *E. cokeri* en el litoral de la región Áncash durante el periodo 2016 - 2020.

Determinar la variabilidad espacio temporal de la estructura comunitaria de macroinvertebrados que habitan dentro y fuera de los rizoides de *E. cokeri* en el litoral de la región Áncash durante el periodo 2016 - 2020.

Determinar las variables externas (ambientales o biológicas) que están más relacionadas a la variabilidad espacial y temporal de la estructura comunitaria de los macroinvertebrados asociados a los rizoides de *E. cokeri* en el litoral de la región Áncash durante el periodo 2016 - 2020.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Aspectos taxonómicos y generales de la especie

Según Guiry, M. & Guiry, G. (2022) (<https://www.marinespecies.org>) se tiene lo siguiente:

Phylum: Ochrophyta

Subphylum: Phaeista

Clase: Phaeophyceae

Sub Clase: Fucophycidae

Orden: Laminariales

Familia: Lessoniaceae

Género: *Eisenia*

Especie: *Eisenia cokeri* M.Howe, 1914



Figura 1. Paisaje dentro de un bosque de *Eisenia cokeri* en el sitio Rio Seco, Huarney, Áncash (Foto: R. Uribe).

2.2 Descripción morfológica

Especie gregaria, de mediana altura, su longitud total puede pasar los 300 cm (R. Uribe, conv. pers.) en su etapa de madurez. Estructuralmente está compuesta por un talo provisto de un rizoides fuertemente compacto de forma hapteroide discoidal de 1-42 cm de diámetro; estípite hasta de 192 cm de longitud en la etapa de madurez, sólido compreso-cilíndrico de 1.3-2,5 cm de diámetro en la base, considerablemente aplanado en la parte distal, sólido; generalmente las plantas jóvenes muestran laminas oblongas o ampliamente lineares, de 20- 30 cm de longitud, en la parte inferior es lisa y en la parte superior rugosa, con bordes de 6 u 8 pinnas. (Acleto, 1986; Atoche-Suclupe, et al. 2021).

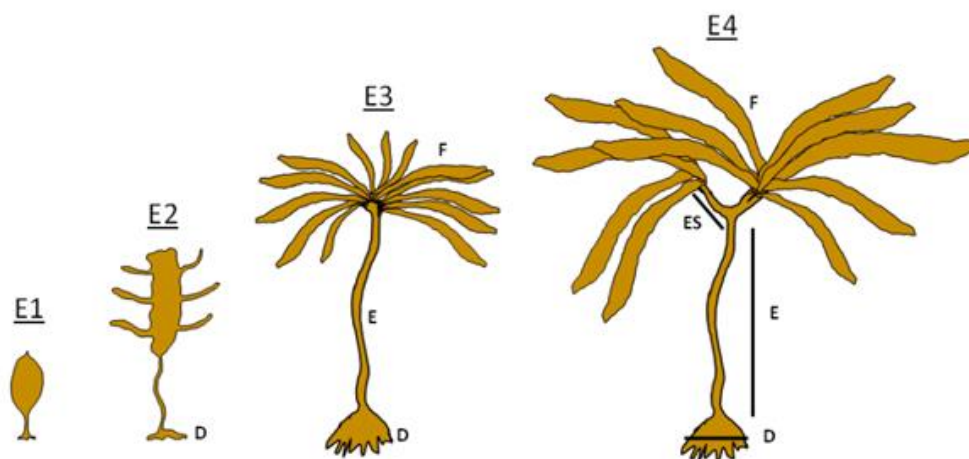


Figura 2. Esquema de las etapas de desarrollo de *Eisenia cokeri*. D = disco o rizoide, F = frondas, E = estípite, ES = estípite secundario, tomado de Atoche-Suclupe, et al. (2021).

2.3 Distribución geográfica y hábitat

La macroalga parda *Eisenia cokeri*, posiblemente una especie endémica de Perú y Chile, se distribuye a lo largo del litoral peruano, y ha sido registrada desde Bahía Independencia, Ica (14°S), hasta la región Piura (4°S). Se ha registrado en las siguientes localidades. Ica: Laguna Grande; Lima: Callao, Isla Asia (B. Moreno, conv. pers.); Ancash: Casma (El Huaro, La Gramita, La Mellizas, Las Ruinas, El Hotel), Huarmey (Rio Seco, Pan de Azúcar, Canaco, Patillos, Pan de Queso, Los Cuervos, Tuquillo, Playuelas) (Atoche et al., 2021); Piura: Isla Lobos de Tierra (Ramírez et al., 2019), Punta Illescas, Bahía Sehura (Acleto, 1986). Esta macroalga tiene una amplia distribución en la Corriente de Humbolt, con mayor incidencia en la zona Centro y Norte del Perú (Alvitez, 2007). Friedlander et al. (2016) mencionaron la presencia de *E. cokeri*, cubriendo más del

50% del lado expuesto de las islas oceánicas Desventuradas, frente a la costa norte de Chile. Sin embargo, futuros estudios serán necesarios para comprobar el estatus taxonómico de estos ejemplares en éstas islas oceánicas. La presencia o ausencia de esta especie en los diferentes sustratos es variable, tal es así que en los sustratos duros (rocosos) y ásperos es más numeroso mientras que en los sustratos blandos (arenosos) sólo es favorable cuando la arena forma una zona estable o compacta. Por lo tanto, en un ambiente duro se produce mayor agrupación de individuos (Uribe et al., 2015). Generalmente las zonas costeras libres de contaminación muestran mayor abundancia y diversidad de macroalgas, lo que es regularmente aceptado como un factor fundamental en su distribución. El conjunto de factores fisicoquímicos ligados a la abundancia, presencia y ausencia de las macroalgas permiten conformar las regiones denominadas biogeográficas (Li-Alfaro, 2009).

Tabla 1.- Descripción de los estados de desarrollo de *Eisenia cokeri* observados durante los años 2018 -2019 en la región Áncash, Perú (tomado de Atoche-Suclupe et al., 2021 con fines de una mejor ilustración y mayor difusión).

Estados de desarrollo	Categoría	Características
1	Recluta	Rizoide pequeño no definido, presenta una sola fronda delgada color pardo claro en forma ovalada. Se puede diferenciar la longitud total y longitud del estipe.
2	Juvenil	Rizoide definida con algunos hapterios, presenta una fronda alargada con proyecciones a los lados. Se puede diferenciar la longitud total, longitud del estipe y diámetro del rizoide.
3	Adulto inicial	Rizoide con hapterios divididos y frondas definidas con borde liso. Presenta soros en las frondas. El estipe es largo y robusto. Se puede diferenciar la longitud total, longitud del estipe, características del rizoide (e.g. diámetro, perímetro, altura, número de hapterios), número de frondas y condición reproductiva.
4	Adulto avanzado	Rizoide desarrollado con hapterios alargados, estipe rígido con bifurcación, presencia de estipes secundarios, frondas alargadas, rugosas con bordes aserrados y presencia de estructuras reproductivas. Se puede diferenciar la longitud total, longitud del estipe, características del rizoide (e.g. diámetro, perímetro, altura, número de hapterios), condición reproductiva, longitud de los estipes secundarios y número de frondas.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Área de estudio

El área de estudio de los bosques de *E. cokeri*, estuvo comprendida entre Islotes Huaro, Casma ($9^{\circ}35'59.8''S$) y Playa Tuquillo, Huarmey ($10^{\circ}1'5.1''S$) en la zona nor-centro del Perú. (Fig. 1). La distribución de *E. cokeri* para el presente estudio fue considerada dentro de los 60 km a lo largo de la región Ancash. Esta zona se caracteriza por presentar acantilados, pequeñas ensenadas, playas de arena y numerosos bajeríos cercanos a la costa distribuidos a lo largo de lugares semi-expuestos y protegidos al oleaje. El tipo de fondo duro es bastante irregular, con presencia de rocas tipo guijarro, canto rodado, bolones, piedras grandes, bloques y plataformas de tipo volcánicas, interrumpidos por parches de arena y acumulación de conchuela molida (Atoche-Suclupe, et al. 2021).

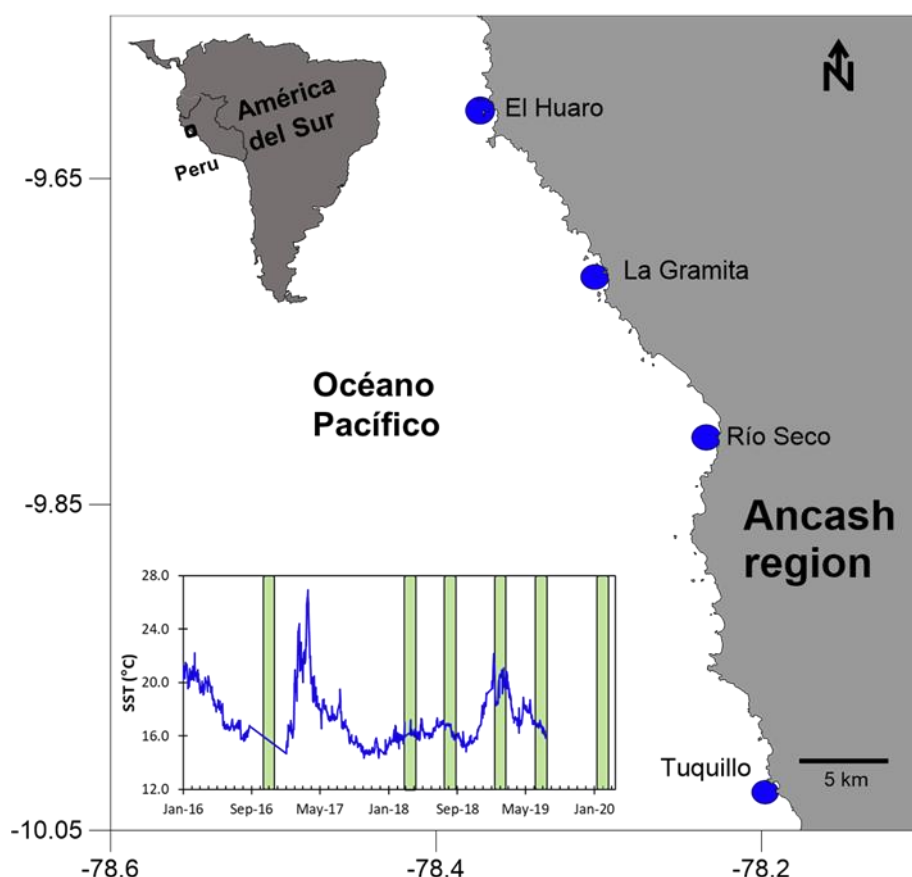


Figura 3. Mapa de la costa sur de la región Ancash donde se muestra los sitios (círculos azules) y los tiempos (barras verdes) que fueron utilizados para realizar la presente tesis. Adicionalmente, se muestra de forma referencial la tendencia temporal de la temperatura superficial del agua de mar colectada diariamente en el muelle de Culebras (Uribe et al., 2020).

3.2 Procedimiento de muestreo

Desde noviembre del 2016 hasta febrero del 2020, bianualmente (verano e invierno) se colectaron los rizoides de *E. cokeri* y la diversidad biológica que habita alrededor de estos entre los 3 y 12 metros de profundidad. Los muestreos fueron llevados a cabo en seis campañas de evaluación la cual tuvieron un tiempo de ocho días aproximadamente cada una: noviembre 2016, marzo/abril 2018, agosto 2018, febrero 2019, julio 2019 y febrero 2020. La colecta de la biodiversidad dentro y fuera de los rizoides fue realizada en cuatro localidades (Fig. 3). El muestreo fue realizado con el apoyo de una embarcación artesanal, un buzo artesanal y dos buzos científicos (HOOKA). Una vez ubicado cada sitio de estudio y los lugares donde se realizarían los muestreos, se hizo la georreferenciación y se anotaron los parámetros correspondientes a cada tiempo y espacio en una bitácora de campo. Luego se procedió a realizar tres buceos equidistantes dentro de cada sitio tomando en cuenta un recorrido de 20 metros aproximadamente cada buceo y perpendicular a la línea de orilla (Fig. 4). La ubicación de los parches de *E. cokeri* se realizó con el conocimiento previo de los pescadores artesanales y la densidad visible del bosque entre los 5 y 10 metros de profundidad.

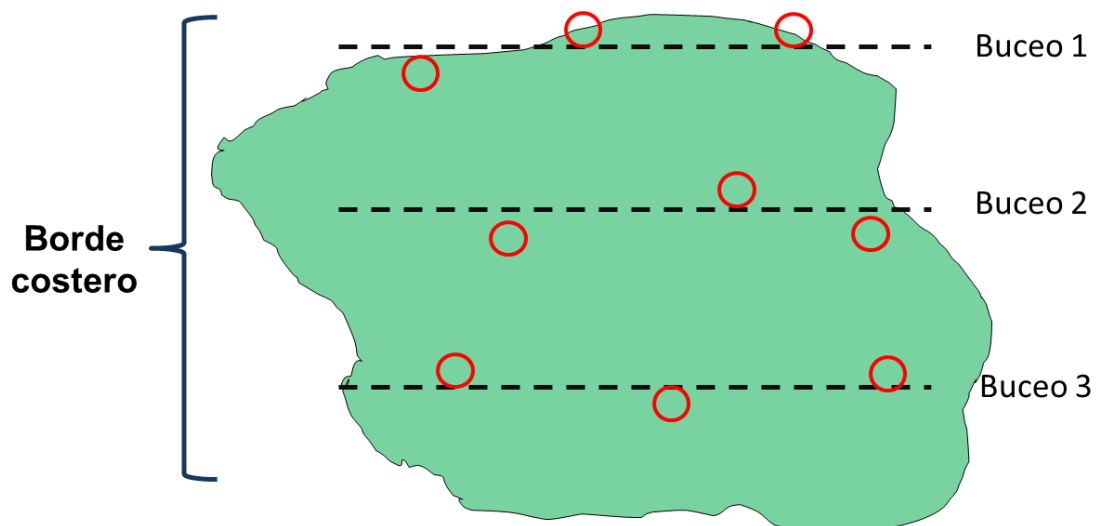


Figura 4. Esquema de un parche de *E. cokeri* (verde) y la distribución de colecta de las muestras. Las líneas punteadas indican el recorrido que realizaron los buzos y los círculos rojos indican los puntos de muestreo dentro de cada parche en cada sitio y tiempo.

3.3 Estimación de los parámetros poblacionales de *E. cokeri*

Para estimar la densidad, biomasa y morfología de *E. cokeri* se empleó como unidad de observación un círculo de PVC de 1.95 m de diámetro equivalente a 3 m². Los resultados fueron posteriormente expresados en metros cuadrados. La unidad de observación se lanzó tres veces al azar en cada recorrido de buceo. En total se tomó en cuenta nueve lances por sitio. El primer realizó el conteo de plantas considerando los estados de desarrollo (Tabla 1) en cada unidad de observación. Respecto a la morfología, en cada sitio se extrajo 60 plantas al azar. Luego, las plantas fueron llevadas a la embarcación donde se registró el estado de desarrollo (según Atoche-Suclupe et al., 2021), peso individual (g), longitud total (cm), diámetro del rizoides (cm) y longitud del estipe (cm).

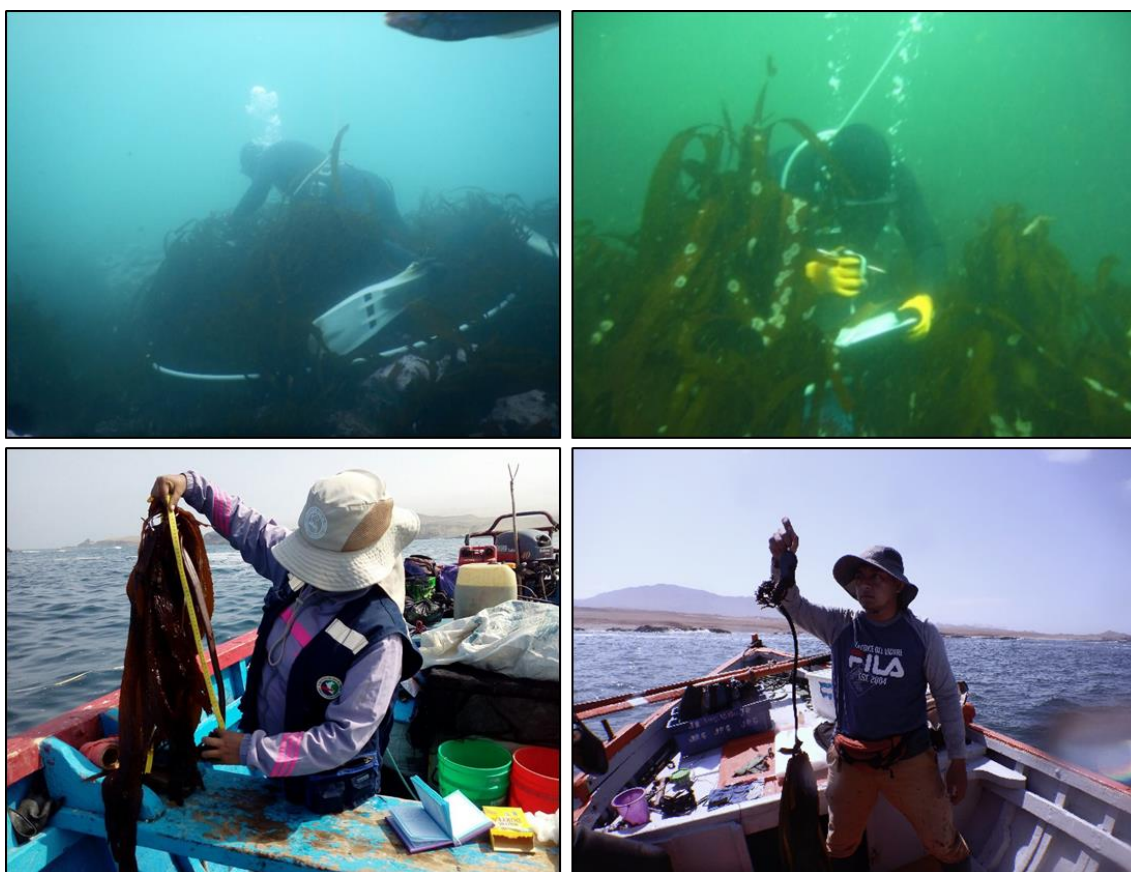


Figura 5. Buzo científico realizando el muestreo de la densidad de *E. cokeri* (foto superior) y biólogos realizando el registro de la morfología de *E. cokeri* en el bote (foto inferior). (Fotos: R. Uribe).

3.4 Colecta de rizoides y diversidad macrobentónicos asociados

Nueve plantas adultas fueron seleccionadas al azar para la colecta de los rizoides en cada sitio. Una vez seleccionada la planta, se realizó el registro de la longitud total, diámetro del rizoide y longitud del estipe. Luego, con la ayuda de una tijera de podar, se procedió a cortar el estipe hasta su base y desprender el rizoide del sustrato con el apoyo de un cincel/martillo y colocarlos en bolsas plásticas debidamente rotuladas. Esto se realizó con cuidado para evitar la fuga de animales con alta movilidad. Adicionalmente, junto a cada rizoide se colocó al azar una cuadrata de 20 x 20 cm (0.0625 m²) para la colecta de los organismos macrobentónicos fuera de los rizoides. Similar, las muestras fueron colocadas en bolsas debidamente rotuladas con la ayuda de una espátula. Además, se realizó el registro de cobertura de organismos sésiles una cuadrata de 50 x 50 cm (0.25m²). En el bote, las muestras biológicas fueron colocadas por separado en baldes de 20 L debidamente rotulados y fijadas con alcohol absoluto según protocolos.



Figura 6. Rizoide de *E. cokeri* colectado en bolsas rotuladas (foto superior). Colecta de la diversidad de organismos fuera del rizoide (foto inferior izquierda) y preservación de las muestras en el bote (foto inferior derecha). (Fotos: R. Uribe)

3.5 Procesamiento de las muestras en el laboratorio

Las muestras fueron procesadas en el Laboratorio Costero de Chimbote del IMARPE. Cada bolsa con los discos adentro vaciada sobre un tamiz de 0,5 mm y enjuagadas con agua dulce corriente. Los organismos fueron retenidos y removidos cuidadosamente de cada rizoide y colocados en una placa de Petri. Posteriormente se realizó la disección de cada rizoide, es decir se cortaron sus estructuras (hapterios), con la finalidad de poder extraer de las cavidades del rizoide la totalidad de organismos. El mismo procedimiento fue realizado para los organismos fueron de los rizoides. Los organismos móviles o sésiles no coloniales fueron removidos, identificados hasta el mínimo nivel taxonómico posible y agrupado con la ayuda de un estereoscopio binocular con cámara integrada (LEICA S9i) y un microscopio (LEICA DM750). Para la identificación de las taxas se empleó el expertiz propio y bibliografía especializada (e.g., Fauchald, 1973; Keen, 1971, Marincovich, 1973, Guzmán et al., 1998, Espoz et al., 2004, Aldea & Valdovinos, 2005; Paredes & Cardoso, 2007; Méndez & Aguilar, 1977; Méndez, 1981, 1982). Se consideró ejemplares entre los 0.05 y 2 cm de tamaño. Luego, se realizó el conteo (número de individuos) y peso húmedo de cada grupo taxonómico con el apoyo de una balanza analítica (± 0.0001 g). Para la estimación de la cobertura de organismos incrustantes sésiles coloniales (i.e. esponjas, ascidias, briozoos, macroalgas), se asignó una categorización semicuantitativa de 0 a 3 en función de la cobertura relativa del organismo en el rizoide, donde: 0=ausente; 1=presente pero raro; 2=presente pero bastante frecuente y 3=presente pero muy abundante (Anderson et al., 2005). Cada rizoide fue pesado (0.0001 g) y además se estimó el volumen a través del método del desplazamiento, utilizando una probeta graduada (100 ml) y agua (Anderson et al., 2005). Finalmente, todos los datos fueron anotados en una bitácora de laboratorio y posteriormente en una base de datos (Excel) para su posterior análisis (Anexo 1).

3.6 Parámetros ambientales

En cada sitio se estimó la temperatura superficial y fondo del mar con la ayuda de un termómetro de mercurio. Como un *proxy* de turbidez se utilizó la visibilidad submareal promedio de cada buzo, tomando en cuenta el expertiz de cada uno y la constancia de los mismos buzos durante los monitoreos temporales. La profundidad fue determinada a través de los computadores de buceo. La marea fue obtenida a través de la página web www.windfinder.com.

3.7 Análisis estadísticos

Los gráficos y análisis fueron realizados en la plataforma R (R Core Team 2020), el paquete *ggplot2* (Wickham 2016), ambos de libre acceso y el programa estadístico PRIMER v7 con PERMANOVA+ (Clarke y Gorley 2015), Licencia adquirida por el Laboratorio Costero de Huanchaco del Instituto del Mar del Perú, a través del Proyecto Convenio/contrato N°028-2019-FONDECYT.

3.7.1 Análisis univariado

Para la descripción de la diversidad biológica que habita dentro y fuera de los rizoides se utilizó como variable respuesta el número de individuos (N), biomasa (g) y riqueza de especies (S). Los valores fueron graficados y se realizó un análisis de varianzas basado en permutaciones (2 factores fijos, tipo cruzado, PERMANOVA) con distancia Euclidiana para determinar las diferencias entre tiempo y sitio del macrobentos. PERMANOVA es robusto si los datos no se distribuyen normalmente porque esta prueba es semiparamétrica y se puede utilizar para realizar un análisis univariado cuando se aplica a una matriz de distancia Euclidiana. Las Sumas de Cuadrados y la relación F son exactamente iguales a las del estadístico F univariado de Fisher en ANOVA, pero los valores de probabilidad se calculan mediante permutaciones (Anderson et. al., 2008). Respecto a los grupos taxonómicos, grupos tróficos y especies sésiles coloniales solo se realizó un análisis descriptivo basado en la abundancia relativa (número de individuos). Las comparaciones no se realizaron de manera inferencial ya que esto debería ser observado con mucho más detalle en trabajos futuros, sin embargo, este estudio muestra resultados generales.

3.7.2 Análisis multivariado

Respecto al análisis multivariado, se realizó una exploración de la distribución espacial y temporal de la comunidad de organismos que habitan dentro y fuera de los rizoides a través de un Análisis de Escalamiento Multidimensional no paramétrico (nMDS). Para esto se realizó la transformación de los valores ($\log + 1$) y se realizó la similaridad de Bray-Curtis para crear la matriz de semejanza. Las diferencias entre las comunidades que habitan el rizoide y la cuadrata fueron analizadas mediante un modelo desbalanceado de permutaciones sin restricciones de datos no procesados (factor fijo hábitat, 2 niveles = rizoide y cuadrata, PERMANOVA). Posteriormente se realizó un

análisis de varianza multivariado (factor cruzado = 2, PERMANOVA) basado en permutaciones de residuales bajo un modelo reducido, para determinar si existen diferencias entre los factores sitio (4 niveles) y tiempo (6 niveles) en la estructura de la comunidad dentro de cada hábitat, y las pruebas por pares (*pairwise*). Para evaluar la relación de las variables externas (biológicas y ambientales) a la variabilidad espacial y temporal se llevó a cabo un análisis de regresión múltiple multivariada basada en distancia (DISTLM). En esta rutina, una matriz de semejanza de datos multivariados de abundancia de especies se compara con un conjunto de variables explicativas (ambientales) (Anderson et al., 2008). Las variables ambientales se analizaron de forma individual y secuencial para obtener el modelo más parsimonioso usando un procedimiento de selección paso a paso y el criterio de selección AICc (Teagle et al., 2018). Los resultados del modelo se visualizaron a través de una rutina de análisis de redundancia basada en la distancia (dbRDA). Previamente las variables predictoras fueron normalizaron para eliminar sus unidades físicas (Legendre y Birks, 2012) y a través de un *Draftsman plot* se visualizó las variables que presentaron alta correlación y fueron posteriormente eliminadas.

IV. RESULTADOS

4.1 Parámetros ambientales

Las tablas 2 y 3 muestran los valores promedios de los predictores en relación al factor sitio y tiempo respectivamente utilizados en la presente tesis los cuáles fueron colectados durante las campañas de campo en cuatro sitios y entre noviembre del 2016 y febrero del 2020. La alta densidad de *E. cokeri* en Nov16 fue debido a la alta abundancia de de ejemplares juveniles en estado de desarrollo 1 (ver Tabla 1 y Figura 2).

Tabla 2. Valores promedio de los parámetros ambientales (físicos y biológicos) correspondiente al factor sitio.

Parámetros	El Huaro	La Gramita	Rio Seco	Tuquillo
Físicos				
Visibilidad (m)	6	4	4	4
Marea (m)	1.9	1.9	1.8	2.0
Temperatura superficial del mar (°C)	17.0	16.9	17.6	16.2
Profundidad (m)	8.0	6.8	6.7	7.5
Biológicos				
Peso de rizoide (g)	180.2	150.7	159.5	165.5
Volumen de desplazamiento del rizoide (ml)	156.3	129.5	134.0	136.2
Longitud total de <i>E. cokeri</i> (cm)	170.4	151.7	185.9	185.3
Diámetro del rizoide (cm)	21.9	18.1	21.8	21.2
Longitud del estípite (cm)	59.0	46.6	67.7	69.1
Densidad de <i>E. cokeri</i> (ind/m ²)	15	15	24	25
Biomasa de <i>E. cokeri</i> (g/m ²)	995.6	621.5	1269.2	855.3

Tabla 3. Valores promedio de los parámetros ambientales (físicos y biológicos) correspondiente al factor tiempo.

Parámetros	Nov-16	Abr-18	Ago-18	Feb-19	Jul-19	Feb-20
Físicos						
Visibilidad (m)	4	5	5	5	4	2
Marea (m)	1.5	1.7	1.9	1.7	2.6	1.9
Temperatura superficial del mar (°C)	16.3	15.8	15.9	19.7	15.7	19.3
Profundidad (m)	6.6	7.0	7.7	7.6	7.1	7.4
Biológicos						
Peso de rizoide (g)	115.1	163.5	171.7	175.8	192.6	145.9
Volumen de desplazamiento del rizoide (ml)	102.4	141.2	140.3	150.8	160.9	121.8
Longitud total de <i>E. cokeri</i> (cm)	176.9	191.9	161.6	167.0	163.3	197.2
Diámetro del rizoide (cm)	19.2	23.6	21.1	20.2	20.4	19.7
Longitud del estípite (cm)	47.6	61.3	61.0	56.9	69.9	72.8
Densidad de <i>E. cokeri</i> (ind/m ²)	50	13	17	13	12	15
Biomasa de <i>E. cokeri</i> (g/m ²)	820.3	1172.7	932.8	962.3	917.7	856.8

4.2 Abundancia y diversidad de organismos en los rizoides y cuadratas Número de individuos

Durante el período de estudio se contaron 44046 individuos en los rizoides y 10935 en las cuadratas (Figura 11, Anexo 2). PERMANOVA mostró diferencias significativas en la interacción sitio y tiempo dentro de las comunidades que habitan en el rizoide (Pseudo- $F_{(12,185)} = 4.7513$, $p=0.0001$) y la cuadrata (Pseudo- $F_{(12,183)} = 3.3596$, $p=0.001$) (Tabla 4). La prueba *pairwise* mostró que el número de individuos que habita en el rizoide presentó mayor variabilidad temporal en El Huaro y La Gramita. Respecto a los otros sitios, solo se observó diferencias significativas entre las comunidades de Feb19 - Mar18 en Río Seco, y Jul19 con Mar18 y Ago18 en Tuquillo. Por otro lado, la prueba *pairwise* no presentó diferencias significativas entre sitios durante Nov2016 y Feb2020. Las diferencias significativas se dieron en el 2018 y 2019, sin embargo, la mayor variabilidad se observó durante Jul2019 y Feb2019.

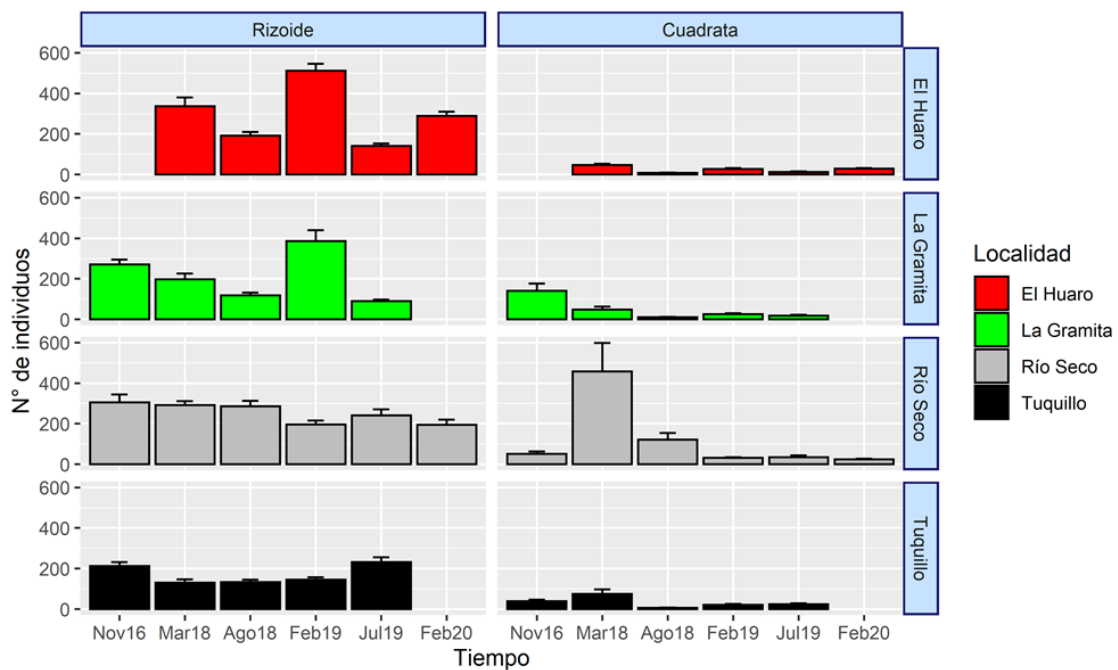


Figura 7. Promedio y desviación estándar (\pm DE) del número de individuos que habitan dentro del rizoide y fuera (cuadrata).

En relación al número de individuos que habita fuera del rizoide (cuadrata), *pairwise* mostró baja variabilidad entre tiempos a través de los sitios. En Río Seco fueron marcadas las diferencias entre Mar18 y los demás tiempos debido a un incremento en la población del molusco bivalvo *Semimytilus algosus* el cual formó extensas matrices en el fondo rocoso de las provincias de Casma y Huarney. Otros sitios con alta abundancia de

esta especie fueron El Huaro y Tuquillo. En La Gramita el poliqueto *Hydroides* sp. 1 presentó las mayores abundancias. Similar al número de individuos que habita dentro de los rizoides, *pairwise* mostró baja variabilidad espacial dentro de cada tiempo. Solo se evidenció diferencias significativas entre Rio Seco – El Huaro en Mar18, y entre Rio Seco y los demás sitios en Ago18.

Tabla 4. Análisis de varianza (PERMANOVA) en el número de individuos que habita dentro y fuera de los rizoides a través de 4 sitios y 5 tiempos.

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Pseudo - F	p	Permutaciones
Rizoide						
Sito	3	4.4654E+05	1.4885E+05	9.0379	0.0002	9964
Tiempo	5	5.2942E+05	1.0588E+05	6.4292	0.0002	9943
Sito x Tiempo	12	9.39E+05	78250	4.7513	0.0001	9933
Residual	165	2.7174E+06	16469			
Total	185	4.5577E+06				
Cuadrata						
Sito	3	2.9674E+05	98915	4.7131	0.0023	9952
Tiempo	5	4.3536E+05	87071	4.1488	0.0008	9944
Sito x Tiempo	12	8.461E+05	70509	3.3596	0.001	9929
Residual	163	3.4209E+06	20987			
Total	183	4.9905E+06				

4.3 Biomasa (g)

El peso de individuos (g) no mostró diferencias significativas en la interacción sitio y tiempo dentro de las comunidades que habitan en el rizoide (Pseudo- $F_{(12,185)} = 1.4803$, $p=0.1331$), pero si mostró diferencias en peso de individuos que habitan dentro de la cuadrata (Pseudo- $F_{(12,185)} = 3.0029$, $p=0.0009$) (Figura 12 y Tabla 5). El peso de individuos que habita en el rizoide presentó baja variabilidad dentro de cada factor. Se evidenció diferencias significativas en Rio Seco Feb20 y en Tuquillo Jul19. La Gramita solo mostró diferencias entre Mar18 y Nov16, mientras que en El Huaro no hubo diferencias. Por otro lado, la prueba *pairwise* presentó diferencias significativas entre sitios durante Mar18 y Jul2019. A excepción de Ago18 donde solo se evidenció diferencia entre Rio Seco y Tuquillo, dentro de los tiempos Nov16, Feb19 y Feb20 (correspondientes a la estación de primavera/verano) los sitios no presentaron diferencias significativas.

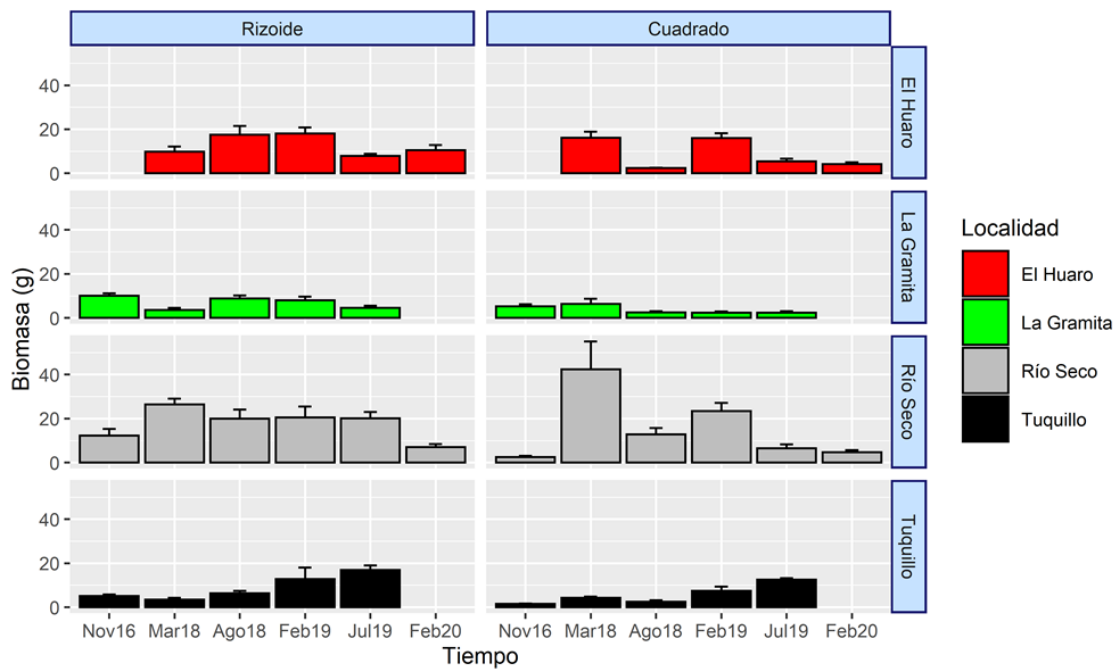


Figura 8. Promedio y desviación estándar (\pm DE) del peso de individuos (g) que habita dentro del rizoide y fuera (cuadrata).

Tabla 5. Análisis de varianza (PERMANOVA) en el peso individuos que habita dentro y fuera de los rizoides a través de 4 sitios y 5 tiempos.

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Pseudo - F	p	Permutaciones
Rizoide						
Sito	3	3852.6	1284.2	7.7216	0.0002	9956
Tiempo	5	1426.7	285.35	1.7157	0.1264	9947
Sitio x Tiempo	12	2954.2	246.19	1.4803	0.1331	9927
Residual	165	27442	166.31			
Total	185	34965				
Cuadrata						
Sito	3	4520.7	1506.9	8.0217	0.0001	9952
Tiempo	5	5253.4	1050.7	5.5931	0.0001	9938
Sitio x Tiempo	12	6769.3	564.11	3.0029	0.0009	9920
Residual	165	30996	187.85			
Total	185	46622				

Respecto al peso de individuos de la cuadrata, *pairwise* mostró alta variabilidad temporal en El Huaro y Tuquillo, baja variabilidad en Río Seco y no variabilidad fue observada en La Gramita. Por otro lado, la variabilidad espacial no fue tan marcada, sin embargo, Feb19 y Ago18 presentaron mayores diferencias significativas entre sitios. Nov16 y Feb20 no presentaron diferencias significativas. Las mayores biomásas sobre

los 25 g dentro del rizoide fueron aportadas por la abundancia del equinoideo *Tetrapyrgus niger* (Tuquillo, Feb19), los gasterópodos *Fissurella latimarginata* (El Huario, Ago18), *Stramonita biserialis* (Rio Seco, Feb19), el bivalvo *Semimytilus algosus* (Rio Seco, Ago18), la acumulación del balánido *Austromegabalanus psittacus* (Rio Seco, Nov16) y el decápodo porcelánido *Pachycheles crinimanus* (El Huario, Feb20). En la cuadrata, los mayores pesos fueron aportados por las matrices *S. algosus* las cuales llegaron a acumular hasta 157 g por cuadrata en Rio Seco durante Mar18. Además, se observó altas abundancias en peso de *S. biserialis* en Rio Seco (Feb19) y El Huario (Mar18), y el gasterópodo *Tegula tridentata* (Tuquillo, Feb19).

4.4 Riqueza de especies

Se registró un total de 173 especies/taxas dentro de los rizoides y 138 especies/taxas en las cuadratas (Figura 13, Anexo 3) durante todo el tiempo y espacio considerado dentro del presente estudio. PERMANOVA no mostró diferencias significativas en la interacción sitio y tiempo dentro de las comunidades que habitan en el rizoide (Pseudo- $F_{(12,185)} = 1.5777$, $p=0.0977$) y la cuadrata (Pseudo- $F_{(12,183)} = 1.6278$, $p=0.0884$), Sin embargo algunas diferencias significativas fueron evidenciadas dentro de cada factor (Tabla 6). Dentro del rizoide la distribución temporal mostró baja variabilidad, aunque la figura 13 muestra diferentes valores promedios de riqueza de especies en La Gramita, la prueba *pairwise* solo mostró diferencias temporales entre Ago18 y Feb19.

Contrariamente, la variabilidad en la cuadrata fue mayor dependiendo el nivel, por ejemplo, hubo alta variabilidad temporal en todos los sitios, pero en Rio Seco *pairwise* solo mostró diferencias entre Mar18 y Ago18. Respecto a la variación espacial, solo en Mar18 se observó alta variabilidad entre sitios, donde Tuquillo fue el sitio que mostró diferencias significativas. En Feb19 y Jul19 solo La Gramita con Tuquillo, y El Huario con Rio Seco mostraron diferencias significativas respectivamente. Finalmente, durante Nov16, Ago18 y Feb 20 *pairwise* no evidenció diferencias significativas. Dentro y fuera de los rizoides los meses más cálidos mostraron el mayor número de especies en el tiempo y espacio.

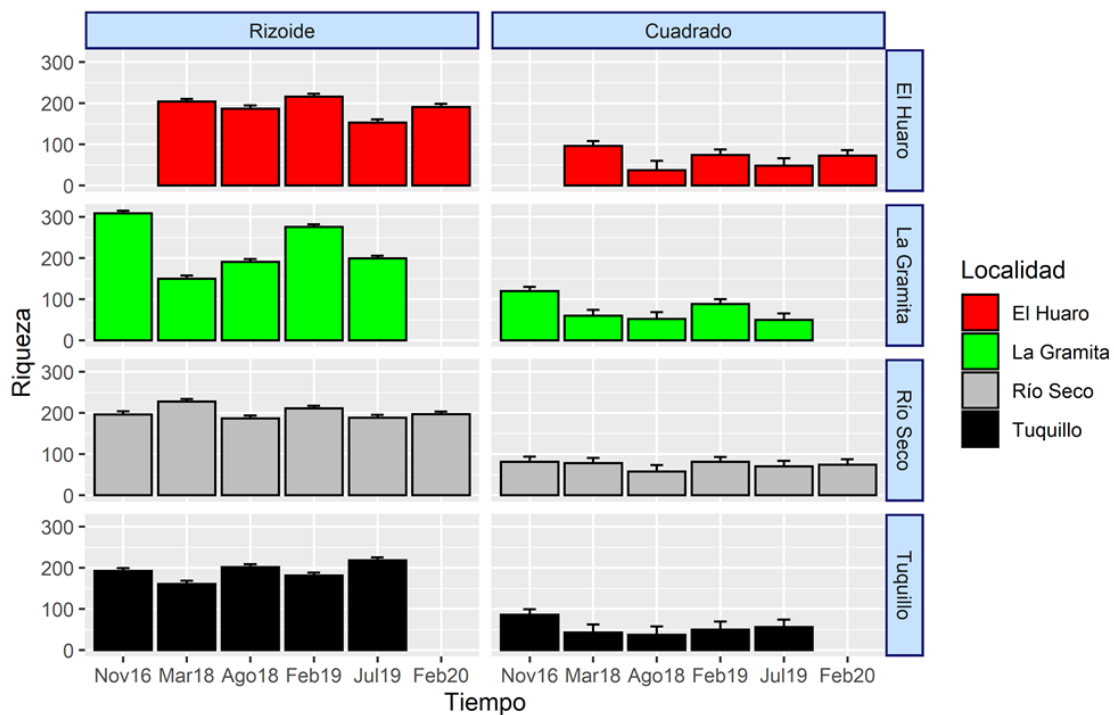


Figura 9. Promedio y desviación estándar (\pm DE) de la riqueza de especies que habita dentro del rizoide y fuera (cuadrata).

Tabla 6. Análisis de varianza (PERMANOVA) en riqueza de especies que habita dentro y fuera de los rizoides a través de 4 sitios y 5 tiempos.

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Pseudo - F	p	Permutaciones
Rizoide						
Sito	3	406.08	135.36	3.083	0.0256	9954
Tiempo	5	279.49	55.898	1.2731	0.2764	9953
Sito x Tiempo	12	831.25	69.271	1.5777	0.0977	9928
Residual	165	7244.4	43.906			
Total	185	8797.1				
Cuadrata						
Sito	3	194.74	64.913	5.3314	0.0017	9945
Tiempo	5	505.17	101.03	8.2982	0.0001	9948
Sito x Tiempo	12	237.83	19.819	1.6278	0.0884	9937
Residual	163	1984.6	12.176			
Total	183	2890.4				

4.5 Grupos taxonómicos

Se registró nueve Phylum en ambos, rizoide y cuadrata. El grupo Chordata solo fue registrado en la cuadrata y en baja abundancia (Figura 14). Dentro del rizoide los grupos Arthropoda y Annelida fueron los de mayor abundancia. El primero fue representado, en orden de abundancia, por los subgrupos amphipoda y decapoda. El grupo Annelida tuvo un único subgrupo representativo que fue polychaeta. Otro de los grupos abundantes dentro de los rizoides fueron los Echinodermata, representado en mayor abundancia por el subgrupo ophiuroidea específicamente por la especie *Ophiactis kroeyeri* y el grupo Mollusca representado por los subgrupos bivalvia y gasteropoda.

En las cuadratas, el grupo taxonómico que tuvo alta abundancia fue Mollusca, con mayor representatividad del subgrupo bivalvia. Por otro lado, los grupos Annelida y Arthropoda también fueron abundantes, pero con mayor variabilidad temporal y espacial. El grupo Chordata, representado por la única especie *Branchiostoma elongatum*, solo estuvo presente en la cuadrata y en algunos sitios como La Gramita y Rio Seco habitando los intersticios de arena acumulados sobre la plataforma rocosa y entre las piedras dentro del bosque de *Eisenia cokeri*. Otros grupos reconocidos fueron Cnidaria, Brachiopoda, Platyhelminthes representados por una especie/taxa, y Nemertea representado por tres especies/taxas.

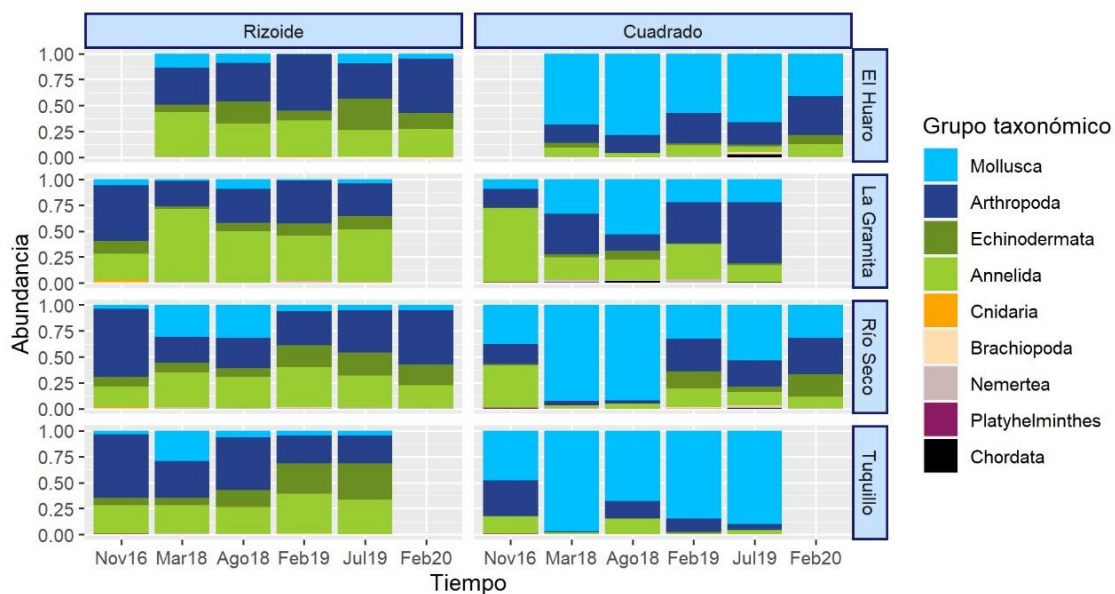


Figura 10. Abundancia relativa de grupos taxonómicos de organismos macrobentónicos que habitan dentro del rizoide y fuera (cuadrado).

4.6 Estrategias de alimentación

Se registraron grupos funcionales asociados a 10 estrategias de alimentación. Dentro del rizoide la estrategia que tuvo mayor abundancia en todos los sitios fueron los Omnívoros, principalmente en Nov16, Feb19 y Feb20. Otros grupos abundantes fueron los Detritívoros, Depositívoros y carnívoros. El grupo de los suspensívoros se registró con mayor abundancia relativa en La Gramita y Tuquillo, mientras que los Filtradores se registraron con mayor abundancia en Rio Seco (Mar18 y Ago18), La Gramita (Feb19), Tuquillo (Mar18) y El Huaró (Mar18).

Por otro lado, dentro del cuadrado hubo mayor heterogeneidad en la asociación de estrategias de alimentación formando las comunidades de macroinvertebrados. La estrategia de alimentación que predominó fueron los herbívoros. En Nov16 tuvieron mayor abundancia los carnívoros y en Mar18, Ago18 y Jul19 fueron más abundantes los filtradores, específicamente en Rio Seco. Los Suspensívoros presentaron las mayores abundancias entre Nov16 y Ago18 principalmente en El Huaró y Tuquillo, y los Omnívoros fueron incrementando gradualmente entre Feb19 y Feb20 en Tuquillo.

Otros grupos como los Depositívoros subsuperficial y Depositívoros superficiales tuvieron mayores abundancias dentro de los rizoides.

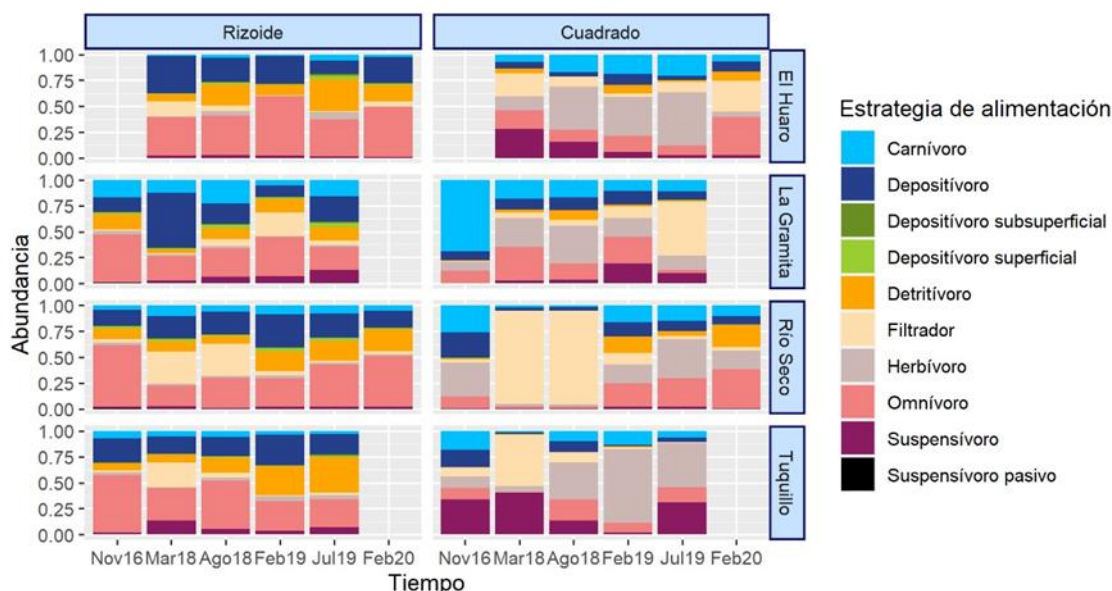


Figura 11. Abundancia relativa de grupos tróficos de organismos macrobentónicos que habitan dentro del rizoide y fuera (cuadrado).

4.7 Organismos sésiles coloniales y macroalgas asociadas al rizoide

Cuatro estructuras taxonómicas sésiles formando grandes colonias fueron reconocidas asociadas a los rizoides. En el grupo de las esponjas la de color amarillo fue la más abundante, sin embargo, también predominaron otras de color anaranjado y en menor presencia varios tipos de color blanco, por lo general estas últimas en la parte interna del rizoide. Junto a los Bryozoa, las Esponjas fueron las que presentaron las mayores cobertura promedio, luego las Algas coralinas crustosas y finalmente las Ascideas (Tabla 7). Hubo varios sitios y tiempos con ausencia total de organismos.

Las Algas coralinas crustosas presentaron las mayores coberturas entre noviembre 2016 y agosto 2018 en los sitios de La Gramita y Rio Seco. Respecto a la Ascidea el sitio Tuquillo y El Huaró presentaron bajas coberturas con muchos tiempos en la categoría de Ausente y no presente. Bryozoa fueron de mayor cobertura en abril 2018 y febrero 2019, con mayor presencia en Rio Seco y La Gramita respectivamente. En El Huaró se registró la esponja amarilla con la categoría 3 durante febrero 2019. Durante los tiempos de abril 2018, febrero 2019 y julio 2019 se registraron las mayores coberturas con categoría 2 cubriendo los rizoides.

Tabla 7. Presencia de los organismos sésiles coloniales y macroalgas asociadas al rizoide. Se asignó una categorización semi-cualitativa de 0 a 3 en función de la cobertura relativa del organismo en el rizoide, donde: 0=ausente; 1=presente pero raro; 2=presente pero bastante frecuente y 3=presente pero muy abundante. Los recuadros en blanco mostraron ausencia total.

Specie/taxa	Sitio/time	Nov16	Abr-18	Ago18	Feb19	Jul19	Feb20
Alga coralina Crustosa	El Huaró		0	1	0	0	0
	La Gramita	1	0	1	0	0	
	Rio Seco	0	1		0	0	0
	Tuquillo		0		0	0	
Ascidea	El Huaró		0	0	0	0	0
	La Gramita	0	0	0	0	0	
	Rio Seco	0	0		0	0	0
	Tuquillo		0		0	0	
Bryozoa	El Huaró		1	2	1	0	1
	La Gramita	1	1	1	2	0	
	Rio Seco	1	2		1	0	0
	Tuquillo		1		1	1	
Esponja	El Huaró		2	2	3	2	1
	La Gramita	1	2	2	1	2	
	Rio Seco	0	2		2	2	2
	Tuquillo		2		2	2	

4.8 Estructura comunitaria

La comunidad de macrobentos que habita dentro del rizoide presentó menor disimilaridad que la comunidad de la cuadrata. Esta distribución fue más consistente en el análisis realizado con el número de individuos (Fig. 16). El análisis de escalamiento multidimensional mostró que ambas comunidades habitando dentro y fuera del rizoide mostraron alta disimilaridad. PERMANOVA mostró diferencias significativas entre ambas comunidades basadas en número de especies ($F_{1,373}=70.4$, $P=0.0001$) y biomasa ($F_{1,369}=41.06$, $P=0.0001$).

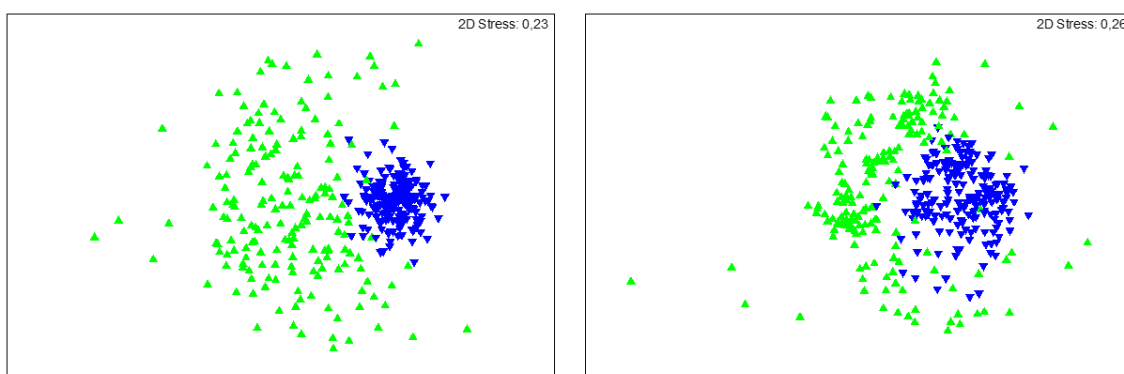


Figura 12. Distribución de la estructura comunitaria del rizoide (triángulo invertido azul) y cuadrado (triángulo verde) basados en el número de individuos (izquierda) y biomasa (derecha).

El análisis multidimensional mostró mayor disimilaridad dentro de la comunidad que habita en las localidades de La Gramita y El Huaro. Entre sitios, las mayores disimilaridades se visualizaron entre Tuquillo y La Gramita ($p<0.05$). Respecto al factor tiempo, la menor disimilaridad se observa dentro de la comunidad de julio 2019 (Fig. 17). Entre tiempos, las mayores disimilaridades se observan entre las comunidades de noviembre 2016 y febrero 2020 ($p<0.05$). Por otro lado, la interacción sitio y tiempo mostró diferencias significativas (Tabla 8). A pesar de estos resultados, la prueba *pair wise* evidenció diferencias no significativas entre todos los sitios durante el 2016 y 2020 ($p>0.05$), mientras que, para los otros tiempos hubo algunas diferencias no significativas como La Gramita - El Huaro y Tuquillo (abril 2018), Río Seco - El Huaro (agosto 2018) y Río Seco – El Huaro.

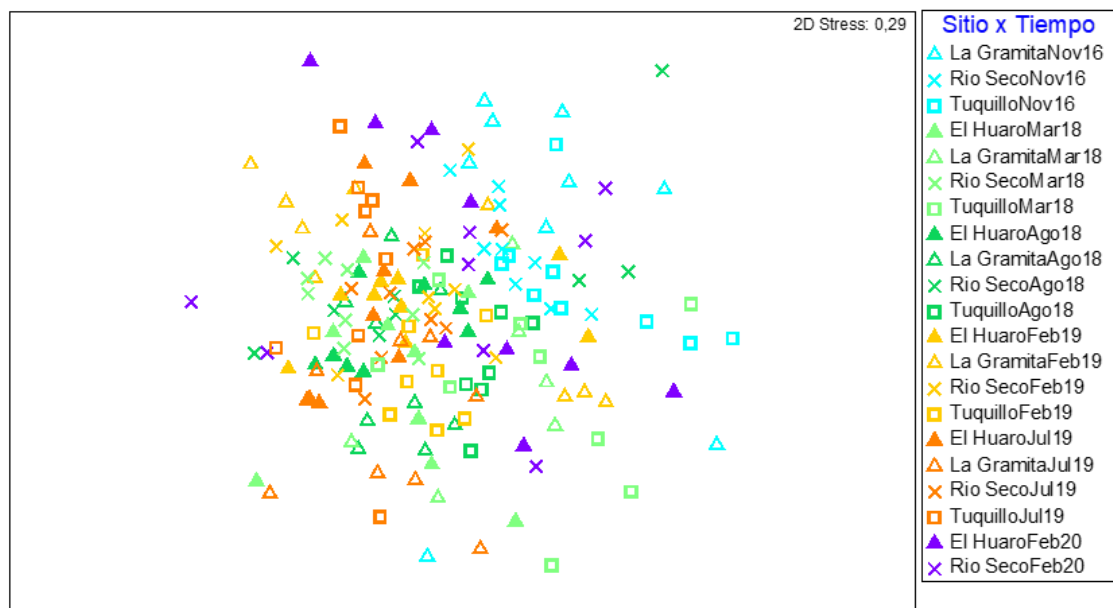


Figura 13. Distribución espacio temporal de la estructura comunitaria del macrobentos que habita dentro del rizoide.

Tabla 8. Análisis de varianza de la estructura comunitaria del macrobentos que habita dentro del rizoide.

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Pseudo - F	p	Permutaciones
Sito	3	34113	11371	5.4655	0.0001	9863
Tiempo	5	51542	10308	4.9548	0.0001	9850
Sitio x Tiempo	12	54082	4506.8	2.1662	0.0001	9744
Residual	165	3.4328E+05	2080.5			
Total	185	4.8387E+05				

Valores similares fueron mostrados por la distribución del macrobentos que habita fuera del rizoide. El análisis multidimensional también mostró mayor disimilaridad dentro de la comunidad que habita en las localidades de La Gramita y El Huaró (Fig. 18). Entre sitios no se visualizó una clara disimilaridad, sin embargo, PERMANOVA detectó diferencias significativas ($p < 0.05$). Respecto al factor tiempo, la menor disimilaridad también se observó dentro de la comunidad de julio 2019. Entre tiempos, las mayores disimilaridades se observan entre las comunidades de noviembre 2016 y febrero 2020 (Fig. 18). PERMANOVA mostró diferencias significativas ($p < 0.05$). Por otro lado, la interacción sitio y tiempo mostró diferencias significativas (Tabla 9). A pesar de estos resultados, contrario a la distribución del macrobentos dentro de los rizoides, la prueba

pair wise evidenció diferencias no significativas entre la mayoría sitios durante el 2018, 2019 y 2020 ($p>0.05$), solo para el tiempo noviembre 2016 se evidencio diferencias significativas entre todos los sitios.

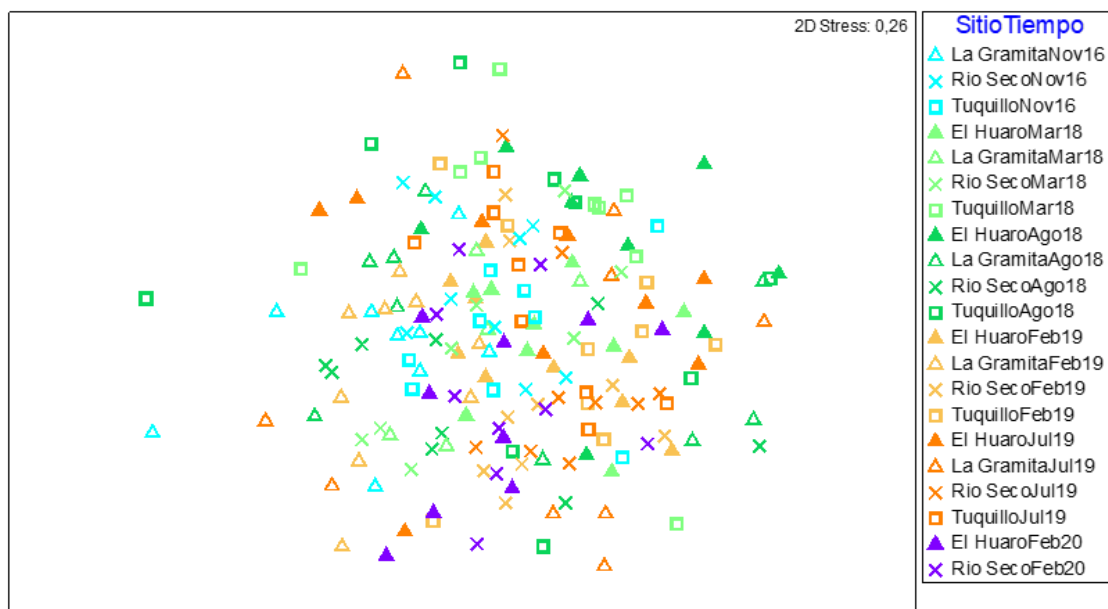


Figura 14. Distribución espacio temporal de la estructura comunitaria del macrobentos que habita fuera del rizoide (cuadrata).

Tabla 9. PERMANOVA basado en el número de especies.

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Pseudo - F	p	Permutaciones
Sito	3	29137	9712.5	2.6396	0.0001	9794
Tiempo	5	53083	10617	2.8854	0.0001	9757
Sitio x Tiempo	12	74849	6237.4	1.6952	0.0001	9668
Residual	163	5.9975E+05	3679.5			
Total	183	7.6112E+05				

4.9 Relación entre parámetros ambientales y la comunidad

El *Draftman plot* muestra alta correlación entre las variables Peso del rizoide y Volumen del rizoide, la cual tuvieron una correlación de 0.972. Por otro lado, también se observó alta correlación entre la Longitud de *Eisenia*, y la Biomasa de *Eisenia* y la Longitud de estípite, la cual presentaron valores de 0.781 y 0.645 respectivamente. Las variables longitud del estípite de *E. cokeri*, Peso de *E. cokeri* y peso de rizoide fueron eliminadas debido a su alto nivel de correlación con otras variables (Fig. 19).

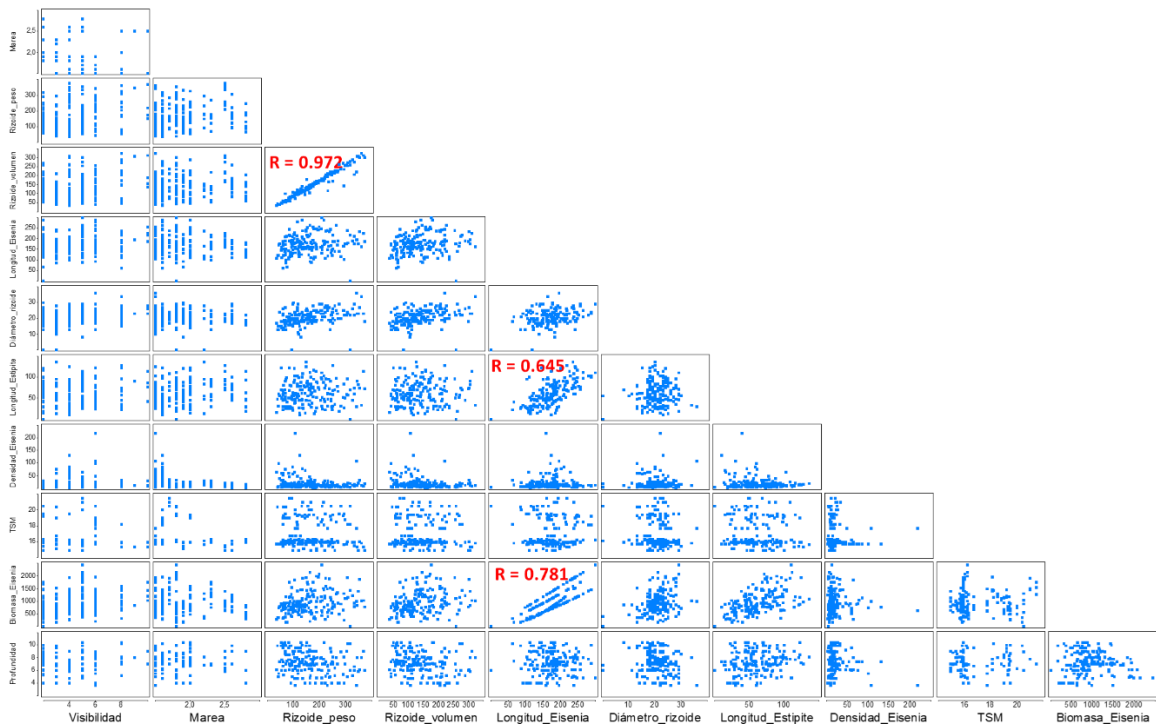


Figura 15. Draftman plot mostrando las correlaciones entre variables ambientales.

4.9.1 Macrofitos dentro del rizoide

La rutina DISTLM mostró que la variación total explicada por los ocho predictores es 46% y 37% para los factores sitios y tiempo respectivamente. En relación al factor sitio y con base en pruebas secuenciales, la visibilidad, la marea y el volumen del rizoide fueron los predictores más importantes en la variabilidad de la estructura de la comunidad que habita dentro del rizoide (Tabla 10). En relación al factor tiempo, la Marea y la visibilidad fueron los predictores más importantes (Tabla 10).

Tabla 10. Resultados de la prueba secuencial DISTLM para cada variable predictora ambiental seleccionada para el modelo más parsimonioso para la comunidad de organismos que habitan dentro de los rizoides. Se muestra la mejor solución basada en la selección paso a paso y los criterios AICc. SS = suma de cuadrados (traza), Prop. = proporción de variación explicada.

Factor	Variable	AICc	SS(trace)	Pseudo-F	P	Prop.	Cumul.	
Sitio	Visibilidad	238.62	2264	3.1922	0.0001	0.08583	0.08583	
	Marea	237.72	2103.3	3.1535	0.0001	0.07974	0.16557	
	Rizoide_volumen	237.33	1718.4	2.7098	0.0003	5	0.23071	
	Longitud_ <i>Eisenia</i>	237.3	1488.4	2.4539	0.0007	8	0.28714	
	Diámetro_rizoide	237.95	1136.1	1.9292	0.0041	1	0.33021	
	Densidad_ <i>Eisenia</i>	239.19	893.5	1.5448	0.0324	3	0.36409	
	<i>a</i>	239.56	1322.1	2.3958	0.0002	2	0.41421	
	TSM	240.21	1211.8	2.2977	0.0004	0.04594	0.46015	
	Profundidad	Mejor resultado: todas las variables ($R^2 = 0.46$; AICc = 240.21)						0.08814
	Tiempo	Visibilidad	374.47	4957.8	5.263	0.0001	0.88141	1
Marea		370.69	5418.2	6.239	0.0001	0.96326	0.18447	
Rizoide_volumen		370.11	2410.4	2.773	0.0002	0.42853	0.22732	
Longitud_ <i>Eisenia</i>		371.48	852.8	0.9807	0.0511	0.15161	0.24248	
Diámetro_rizoide		372.54	1148.6	1.3298	0.0125	0.20421	0.2629	
Densidad_ <i>Eisenia</i>		370.89	3171.1	3.8925	0.0001	0.56377	0.31928	
<i>a</i>		370.68	2052.8	2.6059	0.0001	0.36496	0.35577	
TSM		371.77	1185.2	1.5216	0.0054	0.2107	0.37685	
Profundidad	Mejor resultado: todas las variables ($R^2 = 0.37$; AICc = 371.77)							

Para el factor sitio, el análisis de redundancia basado en distancia mostró que el mayor porcentaje de variación explicada fue de 13.16% (dbRDA 1), basada en relaciones entre ejes de coordenada (dbRDA) y las variables ortonormales. La variable TSM ($\rho = 0.761$) mostró el mayor valor positivo en el dbRDA 1 relacionada con los sitios Río Seco y La Gramita, mientras que la variable profundidad ($\rho = 0.601$) mostró el mayor valor negativo en el dbRDA 2 relacionada con el sitio El Huaro (Fig. 20). Para el factor tiempo, el análisis de redundancia basado en distancia mostró que el mayor porcentaje de variación explicada fue de 15.77% (dbRDA 1). La variable densidad_*Eisenia* ($\rho = -0.506$) mostró el mayor valor negativo en el dbRDA 1 relacionada con el tiempo noviembre 2016, mientras que la variable TSM ($\rho = 0.717$) mostró el mayor valor positivo en el dbRDA 2 relacionada con febrero 2020 (Fig. 21).

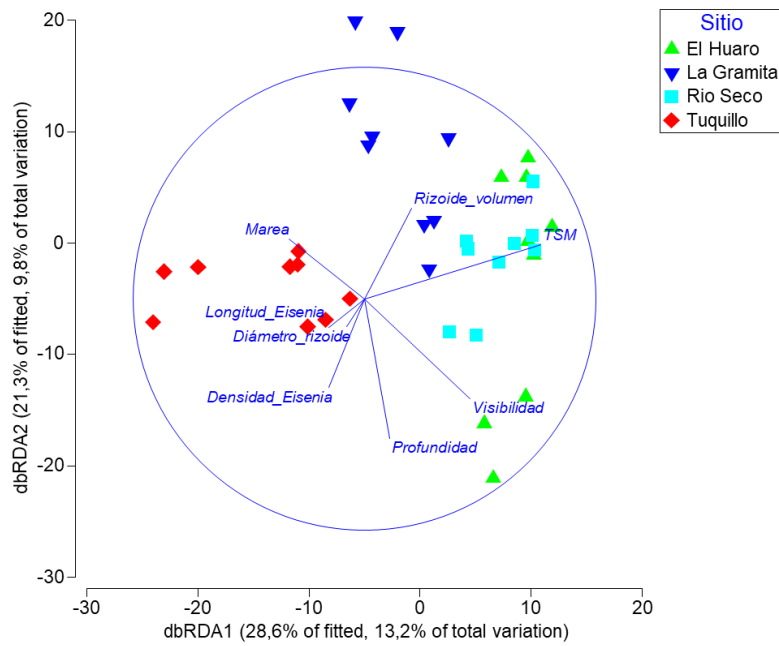


Figura 16. Análisis de redundancia basado en distancia para el macrobentos que habita dentro del rizoide y las variables ambientales a través del factor espacio.

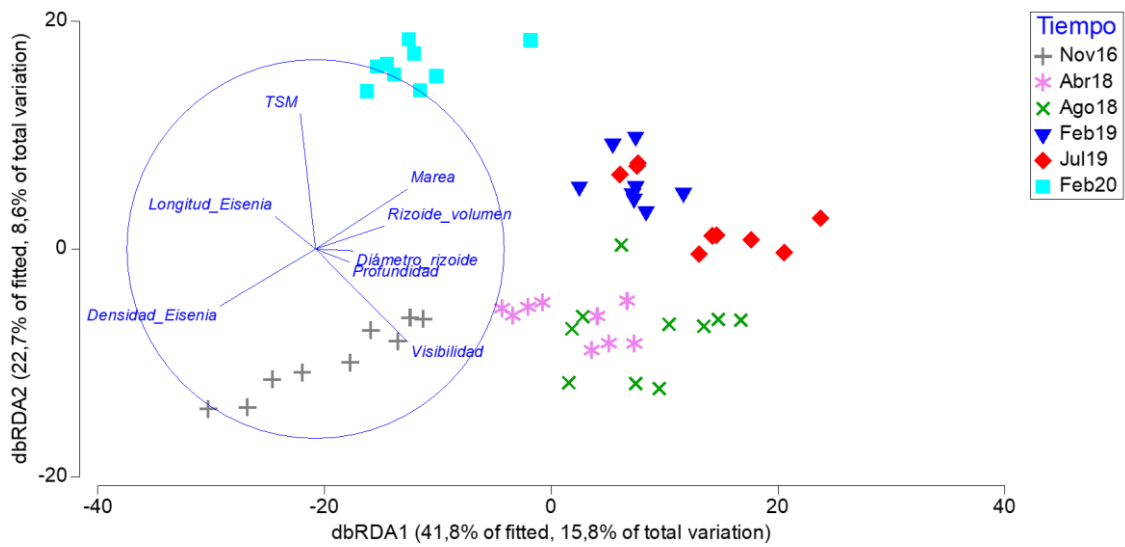


Figura 17. Análisis de redundancia basado en distancia para el macrobentos que habita dentro del rizoide y las variables ambientales a través del factor tiempo.

4.9.2 Macrobentos fuera del rizoide (cuadrata)

La rutina DISTLM mostró que, en relación al factor sitio y con base en las pruebas secuenciales, la marea y la visibilidad fueron los predictores más importantes de la estructura de la comunidad que habita fuera del rizoide (Tabla 11). En relación al factor tiempo, la visibilidad, la marea y la TSM fueron los predictores más importantes (Tabla

11). El procedimiento de selección paso a paso indicó que la solución más parsimoniosa incluyendo todas las variables predictoras explica el 44% y 29% de la variabilidad total observada, respectivamente.

Tabla 11. Resultados de la prueba secuencial DISTLM para cada variable predictora ambiental seleccionada para el modelo más parsimonioso para la comunidad de organismos que habitan en la cuadrata (fuera de los rizoides). Se muestra la mejor solución basada en la selección paso a paso y los criterios AICc. SS = suma de cuadrados (traza), Prop. = proporción de variación explicada.

Factor	Variable	AICc	SS(trace)	Pseudo-F	P	Prop.	Cumul.
Sitio	Visibilidad	274.8	5566.6	2.8728	0.0004	0.07791 1	0.07791 1
	Marea	273.38	6608.4	3.6792	0.0002	0.09249 2	0.1704
	Rizoide_volumen	274.64	2070.4	1.1582	0.281	0.02897 8	0.19938
	Longitud_Eisenia	274.8	3906.5	2.2723	0.0025	0.05467 7	0.25406
	Diámetro_rizoide	275.16	3626	2.1901	0.0038	0.05075 1	0.30481
	Densidad_Eisenia	275.76	3345	2.094	0.0066	0.04681 7	0.35163
	TSM	276.48	3237.4	2.1038	0.0034	0.04531 2	0.39694
	Profundidad	277.15	3363.9	2.2865	0.0016	0.04708 2	0.44402
Mejor resultado: todas las variables ($R^2 = 0.44$; AICc = 277.15)							
Tiempo	Visibilidad	422.51	7778.7	3.2398	0.0001	0.05865 0.05190	0.05865
	Marea	421.7	6883.7	2.976	0.0001	1 0.02533	0.11055
	Rizoide_volumen	422.47	3360.6	1.4661	0.0634	8 0.02598	0.13589
	Longitud_Eisenia	423.26	3447	1.5194	0.0517	9 0.02030	0.16188
	Diámetro_rizoide	424.47	2693	1.1917	0.2311	5 0.03061	0.18218
	Densidad_Eisenia	425.06	4060.3	1.8278	0.0118	4 0.05089	0.2128
	TSM	424.21	6749.8	3.1794	0.0001	1 0.03362	0.26369
	Profundidad	424.58	4459.6	2.1533	0.0015	5	0.29731
Mejor resultado: todas las variables ($R^2 = 0.29$; AICc = 424.58)							

Para el factor sitio, el análisis de redundancia basado en distancia mostró que el mayor porcentaje de variación explicada fue de 13.59% (dbRDA 1), basada en relaciones entre ejes de coordenada (dbRDA) y las variables ortonormales. La variable TSM ($\rho = 0.690$) mostró el mayor valor positivo en el dbRDA 1 relacionada con el sitio Río Seco, mientras que la variable profundidad ($\rho = 0.557$) mostró el mayor valor positivo en el dbRDA 2 relacionada con el sitio El Huaro (Fig. 22). Para el factor tiempo, el análisis de redundancia basado en distancia mostró que el mayor porcentaje de variación explicada fue de 10.14% (dbRDA 1). La variable TSM ($\rho = 0.834$) mostró el mayor valor positivo en el dbRDA 1 relacionada con febrero 2020, febrero 2019 y parte de julio 2019, mientras que la variable TSM ($\rho = 0.565$) mostró el mayor valor positivo en el dbRDA 2 relacionada con parte de julio 2019 (Fig. 23).

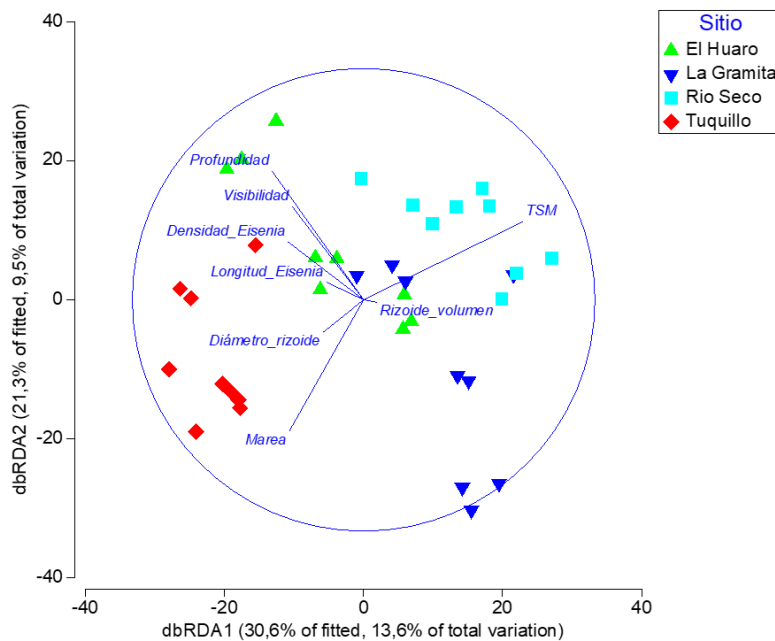


Figura 18. Análisis de redundancia basado en distancia para el macrobentos que habita fuera del rizoide (cuadrata) y las variables ambientales a través del factor espacio.

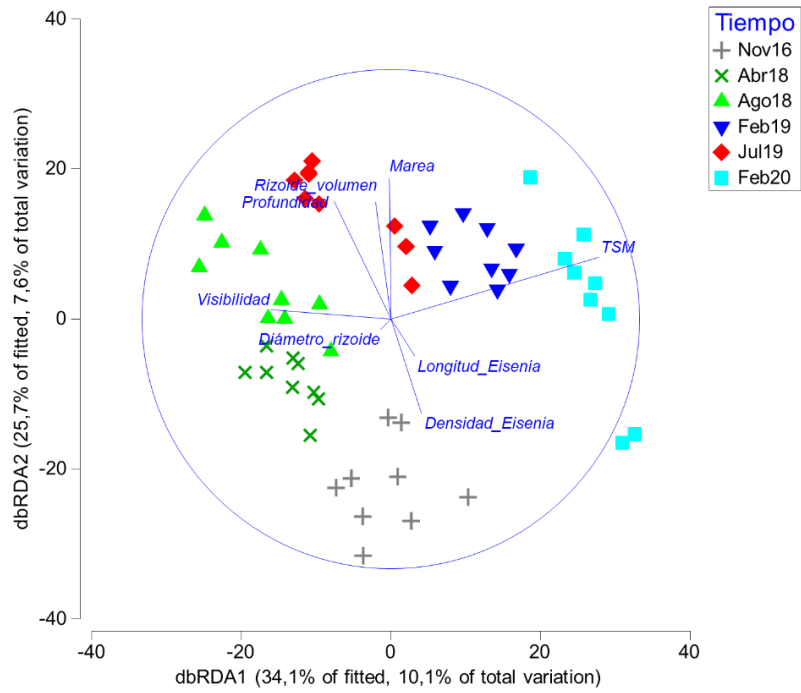


Figura 19. Análisis de redundancia basado en distancia para el macrobentos que habita fuera del rizoide (cuadrata) y las variables ambientales a través del factor tiempo.

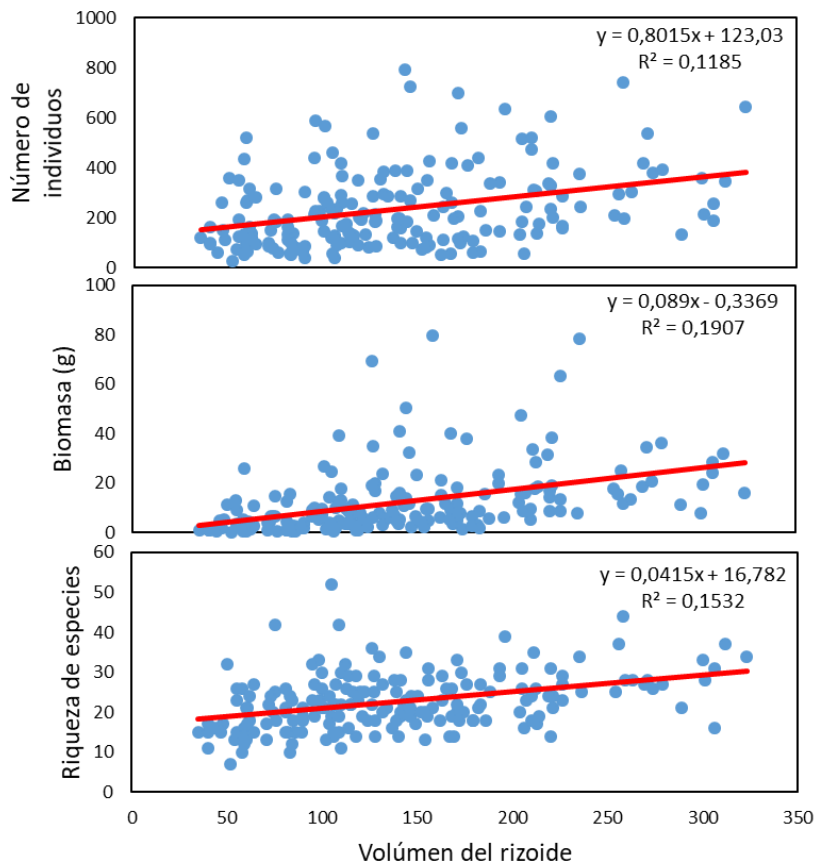


Figura 20. Relación entre el número de individuos, biomasa y riqueza de especies con el volumen del rizoide de *Eisenia cokeri*.

V. DISCUSIÓN

En el presente estudio se muestra la importancia de la macroalga parda *Eisenia cokeri* como un albergue biogénico de la biodiversidad macrobentónica del sustrato rocoso y arenoso cubierto de piedras en la región Áncash a través del tiempo y a lo largo de 60 km. Comparado a otras especies de Laminariales en el Perú, las poblaciones de *E. cokeri* mostraron mayor abundancia y riqueza de especies de macroinvertebrados que habitan dentro de los rizoides (Romero et al. 1988, Vera 2014, Carbajal et al., 2022). En general, los resultados evidencian que existe variabilidad temporal y espacial de la diversidad y estructura comunitaria de organismos macrobentónicos asociados a los bosques de *E. cokeri* en la región Áncash, sin embargo, estos resultados fueron dependientes del contexto tiempo y espacio. Esto quiere decir que los organismos que habitan dentro y fuera del rizoide tuvieron alta variabilidad en número de especies y estructura comunitaria, pero baja variabilidad en biomasa y riqueza de especies.

Respecto al número de individuos dentro del rizoide, solo se observó un patrón temporal de disminución gradual en Rio seco y La Gramita. A excepción de febrero 2019 en La Gramita donde se observaron altas abundancias de los Arthropoda (Amphipoda) *Aora typica* y Corophiidae 1, el Annelida (Polychaeta) *Polydora* sp y el Echinodermata (Ophiuroidea) *Ophiactis kroeyeri*. En términos generales el grupo de los Annelida, representados por la Clase Polychaeta y los Arthropoda representado por el Orden Amphipoda fueron dominantes dentro del rizoide. Similares resultados fueron reportados en otros lugares del mundo donde se muestra la importancia en abundancia y diversidad de estos grupos taxonómicos habitando rizoides de macroalgas Laminariales (Moore 1981; Thiel y Vásquez 2000; Teagle et al., 2018). Estos ecosistemas por lo general presentan altos niveles de turbidez, en este estudio categorizado como visibilidad de los buzos (ver Tablas 2 y 3). Estos escenarios de baja visibilidad se deben posiblemente a la alta productividad de los bosques, lo que posteriormente se traduce como material orgánico depositado sobre el fondo marino y es aprovechado por diferentes grupos filtradores, detritívoros, etc. Además, la alta abundancia de individuos filtradores en este estudio como los moluscos que habitan en la cuadrata (e.g. *S. algosus*, Mytilidae 1) se debió debido a los incrementos de este material orgánico particulado en suspensión (Teagle et al., 2018).

Las biomásas en la cuadrata mostraron altos valores debido posiblemente a ejemplares que pertenecen al megabentos como las lapas (*Fissurrella* sp) y otros moluscos. Durante el muestreo realizado en marzo/abril 2018, se encontró el fondo rocoso cubierto de extensas matrices. Esto fue observado en varios sitios a lo largo de la región. Dentro de los sitios seleccionados en el presente estudio, El Huaro y Rio Seco presentaron elevados valores de peso acumulado debido a este proceso natural. Pacheco y Andrade (2020) mencionan que estas matrices de choritos albergan alta riqueza taxonómica y diversidad. En ese sentido este proceso natural homogenización esporádica de organismos formadores de hábitat favorece el mantenimiento de la diversidad macrobentónica dentro de los bosques al realizar migraciones desde y hacia el rizoide en presencia de estas matrices. Esto podría ayudar al restablecimiento del ecosistema, tomando en cuenta el macrobentos como un compartimento del ecosistema de bosque de *E. cokeri* (Uribe et al., 2022), después de una fuerte perturbación, como se dio a finales del primer trimestre del 2017 debido a El Niño Costero. Esta hipótesis debería ser comprobada con futuros experimentos.

En la presente tesis solo se mostró de manera referencial la variación espacio temporal de grupos tróficos y grupos según su estrategia de alimentación, ya que no fue un objetivo específico, sin embargo, estos resultados preliminares deberían ser el inicio para un análisis con más detalle, lo cual corresponde a un estudio de mayor atención. Se muestra por primera vez una aproximación de la variación de estos grupos en el contexto espacio y tiempo basados en su abundancia relativa. Estudios previos como Anderson et al. (2005) muestra que el efecto de la locación fue menos claro a menor resolución taxonómica, sin embargo, existe alta variabilidad entre sitios, a escalas espaciales pequeñas y grandes a nivel de especie representado principalmente por briozoos y moluscos. En el presente estudio se demostró que esta variabilidad también se da en el grupo de los moluscos, pero esta variación fue más clara en los organismos que habitan fuera del rizoide. Por otro lado, Schaal et al. (2012) a través de un estudio donde identificaron relaciones tróficas y fuente de alimento manteniendo redes alimenticias (*food webs*) dentro de comunidades de invertebrados asociados a los rizoides de *Laminaria digitata* con del uso de isótopos estables, determinaron una baja diversidad de fuentes de alimentos en la base de la red alimenticia. Los principales resultados de los isótopos estables muestran que la mayoría de los filtradores y los depositívoros superficiales dependen de la materia orgánica particulada sedimentada dentro de los

rizoides. Finalmente proponen que los rizoides de macroalgas pueden ser considerados ecosistemas a micro escala desde una perspectiva funcional. Futuros estudios en los bosques formados por *E. cokeri* en Áncash y en el Perú deberían incluir el ciclo del detritus como base de la cadena alimentaria y fuente de energía.

Shepperd (1980) mostró que claridad del agua de mar tuvo efecto sobre el incremento del número de especies y diversidad de la fauna que habita en los rizoides de *Lamiraria hyperboria*. Similares resultados fueron determinados en el presente estudio, donde una de las variables que mostró mayor porcentaje de variación explicada fue la visibilidad del agua de mar, la cual puede ser utilizada como proxy de material articulado en suspensión y/o concentración de productividad primaria. Otras variables locales de importancia en la región Áncash deberían ser consideradas en futuros análisis como la exposición al oleaje y la intensidad de la corriente. Norderhaug et al. (2012) muestra que la diversidad faunal, asociada a *L. hyperboria* incrementa con la exposición al oleaje principalmente debido al incremento de la relajación del oleaje y la diversidad de hábitat. Al incrementar el tamaño y rigidez (diversidad estructural del hábitat) de las plantas en zonas expuestas al oleaje, es posible que también varíen los indicadores comunitarios del macrobentos que habita dentro de los rizoides. Futuros estudios serán necesarios para determinar si estas variables ambientales incrementan el porcentaje explicado de la variabilidad total observada.

A pesar que las principales variables predictoras que explican la variabilidad de la estructura comunitaria de los macroinvertebrados que habitan dentro y fuera del rizoide fueron variables físicas como la visibilidad y la marea, el análisis de regresión múltiple multivariado también registró variables de origen biológico las cuáles son importantes para el mantenimiento estructura comunitaria. En este sentido, el volumen de desplazamiento del rizoide también se presenta como un buen predictor biológico, el cual tiene relación positiva con el número de especies, biomasa y riqueza de especies de los macroinvertebrados que habitan dentro del rizoide (Fig. 24). Estudios similares alrededor del mundo también muestran una relación positiva entre la diversidad de especies y el volumen del rizoide como *Laminaria hyperborea* en Nueva Zelanda (Anderson et al., 2005) y en el Reino Unido (Sheppard et al., 1980), *Macrocystis pyrifera* en Chile (Ojeda y Santelices 1984), *Ecklonia radiata* en Australia (Smith et al., 1996).

E. cokeri es la única especie del grupo de las Laminariales que habita en la costa centro y norte del Perú, en ese sentido es importante que continúen los monitoreos en la región Áncash y que se expandan a las localidades donde *E. cokeri* forma parches como Bahía Independencia en la región Ica e Isla Lobos de Tierra y Bahía Sechura en la región Piura. Futuros estudios serían necesarios para determinar si esta especie está restringida a esta zona por competencia con las otras laminariales (e.g. *Lessonia* y *Macrocystis*), se ha adaptado a las condiciones específicas del centro norte de Perú, como la exposición a altas temperaturas y variabilidad de la calidad de nutrientes como consecuencia de la extensa plataforma oceánica, una mezcla de ambos escenarios, o es una extensión geográfica de otra especie, o simplemente podría ser la nueva gran dominante en futuros escenarios cálidos. En cualquiera de estos casos, los ecosistemas formados por la especie *E. cokeri* en el Perú deberían ser protegidos y entrar en un programa de conservación. En ese sentido, estos resultados deberían ser tomados en cuenta en futuras propuestas de conservación, antes que *E. cokeri* sea considerada una especie recurso y forme parte de exhaustivos escenarios de sobreexplotación en el Perú.

VI. CONCLUSIONES

- Durante el período de estudio se contaron 44046 individuos dentro de los rizoides y 10935 en las cuadratas distribuidos en cuatro sitios y seis años de estudio.
- La variabilidad del macrobentos asociados a los rizoides de *E. cokeri* son dependientes del contexto espacio y tiempo, condicionados parcialmente por una mezcla de variables físicas y biológicas.
- El número de individuos que habita dentro y fuera de los rizoides mostraron diferencias significativas en la interacción de los factores sitio y tiempo.
- La biomasa que habita dentro de los rizoides mostró diferencias significativas solo en el factor sitio, sin embargo, la biomasa que habita en la cuadrata mostró diferencias significativas en la interacción de ambos factores.
- Se registró un total de 173 especies/taxas dentro de los rizoides y 138 especies/taxas en las cuadratas. La riqueza de especies que habita dentro y fuera de los rizoides no mostraron diferencias significativas en la interacción de los factores sitio y tiempo.
- Se registró un total de nueve grupos taxonómicos (Phylum) y grupos funcionales asociados a 10 estrategias de alimentación. Ambos fueron comunes entre los organismos que habitan dentro y fuera del rizoide.
- Las esponjas fueron los organismos sésiles coloniales más abundantes a través del tiempo y del espacio, seguido por el grupo de los bryozoos.
- La comunidad de macrobentos que habita dentro del rizoide presentó menor disimilaridad que la comunidad de la cuadrata. Esta distribución fue más consistente en el análisis realizado con el número de individuos. Diferencias significativas fueron detectadas para ambos casos a través del tiempo y el espacio.
- La variación total explicada por ocho predictores (cuatro de tipo físico y cuatro de tipo biológico) fue de 46% y 37% para los factores sitios y tiempo respectivamente. La visibilidad, la marea y el volumen del disco fueron los que más aportaron.

VII. RECOMENDACIONES

- Continuar con el monitoreo espacial y temporal de los organismos asociados a los rizoides de la macroalga *Eisenia cokeri* en la región Áncash, Perú. Además, se recomienda que esto sea extensivo a otras localidades donde habita *E. cokeri*. Esto permitirá actualizar los indicadores mostrados en el presente estudio y usarlos como una estrategia de detección temprana frente a posibles amenazas de tipo humano y/o ambiental.
- Se recomienda incrementar el registro de las variables ambientales (físicas y químicas) para un mejor análisis y relación con los cambios biológicos. Se sugiere adicionar los análisis de la clorofila, corrientes y principales nutrientes del agua de mar.
- Experimentos *in situ* deberían estar enfocados en conocer la dinámica poblacional de las principales especies asociadas al rizoide y efecto de los peces carnívoros (principalmente) sobre las comunidades bentónicas.
- Conocer el efecto de la resolución taxonómica a través de las diferentes escalas de observación, Además, agregar nuevos métodos como los isótopos estables dentro del estudio para determinar los niveles de asimilación del detritus y diversidad de fuentes alimentarias a través de la red trófica formada en los rizoides.
- Realizar charlas informativas a sindicatos de pescadores artesanales en Casma y Huarney, dando a conocer la importancia económica, social y ambiental de los bosques de *E. cokeri* y sobre todo de los organismos que habitan en ellas, con el fin de mantener el equilibrio ecosistémico y se pueda realizar una actividad que sea sustentable en el tiempo.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adami, M. & Gordillo, S. (1999). Estructura y dinámica de la biota asociada a *Macrocystis pyrifera* (Phaeophyta) del Canal Beagle, Tierra del Fuego. *Scientia Marina*, 63 (S1), 183-191.
- Acleto, C. (1986). *Algas marinas del Perú de importancia económica. 2da Ed. Publicada. Museo de Historia Natural. Serv. Divul. No 5-1-140.*
- Akita, S., Yamada, H., Ito, M., & Fujita, D. (2019). Seasonal changes in taxon richness and abundance of mobile invertebrates inhabiting holdfast of annual kelp *Ecklonia radicata* (Phaeophyceae, Lessoniaceae) at the central Pacific coast of Japan. *Phycological Research*, 67(1), 51-58.
- Alfaro, G. L., & Trelles, A. Z. (2012). Composición, abundancia y diversidad de macroalgas en el litoral de puerto Malabrigo, La Libertad-Perú 2009. *SCIÉENDO*, 15(1).
- Anderson, M. J., Diebel, C. E., Blom, W. M., & Landers, T. J. (2005). Consistency and variation in kelp holdfast assemblages: spatial patterns of biodiversity for the major phyla at different taxonomic resolutions. *Journal of experimental marine biology and ecology*, 320(1), 35-56.
- Anderson, M.J., Gorley, R.N., & Clarke, K.R. (2008). PERMANOVA+ for PRIMER: guide to software and statistical methods. *PRIMER-E: Plymouth, UK.*
- Atoche Suclupe, D., Alemán Mejía, S., Perea de la Matta, Á., & Uribe, R. A. (2021). Variabilidad espacio temporal de la estructura poblacional, morfología y morfometría de *Eisenia cokeri* MA Howe, 1914 (Phaeophyceae: Laminariales) en el nor-centro de Perú. *Informe Instituto del Mar del Perú*, 4(3), 414-429.
- Carbajal, P., Gamarra, A., Moore, P. J., & Pérez-Matus, A. (2022). Different kelp species support unique macroinvertebrate assemblages, suggesting the potential community-wide impacts of kelp harvesting along the Humboldt current system. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 32(1), 14-27.

- Clarke, K. R., & Gorley, R. N. (2015). Getting started with PRIMER v7. *PRIMER-E: Plymouth, Plymouth Marine Laboratory*, 20(1).
- Dayton, P. K. (1972). Toward an understanding of community resilience and the potential effects of enrichments to the benthos at McMurdo Sound, Antarctica. In *Proceedings of the colloquium on conservation problems in Antarctica* (pp. 81-96).
- Duggins, D. O., Simenstad, C. A., & Estes, J. A. (1989). Magnification of secondary production by kelp detritus in coastal marine ecosystems. *Science*, 245(4914), 170-173.
- Ebeling, A. W., Laur, D. R., & Rowley, R. J. (1985). Severe storm disturbances and reversal of community structure in a southern California kelp forest. *Marine biology*, 84(3), 287-294.
- Edwards, M. S. (2004). Estimating scale-dependency in disturbance impacts: El Niños and giant kelp forests in the northeast Pacific. *Oecologia*, 138(3), 436-447.
- Foster, M. S., & Schiel, D. R. (1985). *The ecology of giant kelp forests in California: a community profile* (Vol. 85). US Fish and Wildlife Service.
- Friedlander, A. M., Ballesteros, E., Caselle, J. E., Gaymer, C. F., Palma, A. T., Petit, I., & Sala, E. (2016). Marine biodiversity in Juan Fernández and Desventuradas Islands, Chile: global endemism hotspots. *PLoS One*, 11(1), e0145059.
- Gaylord, B., Nickols, K. J., & Jurgens, L. (2012). Roles of transport and mixing processes in kelp forest ecology. *Journal of Experimental Biology*, 215(6), 997-1007.
- Guiry, MD, Guiry, GM, Morrison, L., Rindi, F., Miranda, SV, Mathieson, AC, ... & Garbary, DJ (2014). AlgaeBase: un recurso en línea para las algas. *Cryptogamie, Algologie* , 35 (2), 105-115.
- Graham, M. H. (2004). Effects of local deforestation on the diversity and structure of southern California giant kelp forest food webs. *Ecosystems*, 7(4), 341-357.
- Hunter, A. F., & Aarssen, L. W. (1988). Plants helping plants. *Bioscience*, 38(1), 34-40.

- IMARPE 2015 (en línea). Área funcional de sensoramiento remoto, portal web [http://satelite.imarpe.gob.pe/uprsig/sst_prov.html]
- IMARPE. 2008a. Evaluación de las praderas de macroalgas en la zona marino costera de Quilca a Matarani, Región Arequipa, 14-21 de junio de 2008.
- IMARPE. 2008b. Situación actual de las praderas de las macroalgas marinas en el litoral costero de la región Sur del Perú, octubre-noviembre del 2008.
- Jackson, G. A., & Winant, C. D. (1983). Effect of a kelp forest on coastal currents. *Continental Shelf Research*, 2(1), 75-80.
- Jones C, Lawton J., & Shachak M. (1994). Organisms as ecosystem engineers. *Ecosystem management: selected readings*, 130-147.
- Ladah, L. B., Zertuche-González, J. A., & Hernández-Carmona, G. (1999). Giant kelp (*Macrocystis pyrifera*, Phaeophyceae) recruitment near its southern limit in Baja California after mass disappearance during ENSO 1997–1998. *Journal of Phycology*, 35(6), 1106-1112.
- Legendre, P., & Birks, H. J. B. (2012). From classical to canonical ordination. In Tracking environmental change using lake sediments (pp. 201-248). Springer, Dordrecht.
- McHugh, D. J. (1987). Production, properties and uses of alginates. *Production and Utilization of Products from Commercial Seaweeds. FAO. Fish. Tech. Pap*, 288, 58-115.
- Moore, P.G., (1981). The life histories of the amphipods *Lembos websteri* Bate and *Corophium bonnellii* Milne Edwards in kelp holdfasts. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 49(1), pp.1-50.
- Moreno, C. A., Duarte, W E., & Zamorano, J. H (1979) Variación latitudinal del número de especies de peces sublitoral rocoso: una explicación ecológica. *Arch Biol Med Exp* 12, 169–178
- Nybakken, J. W. (1988). Marine biology: an ecological approach.

- Norderhaug, K. M., Christie, H., Andersen, G. S., & Bekkby, T. (2012). Does the diversity of kelp forest macrofauna increase with wave exposure. *Journal of Sea Research*, 69, 36-42.
- Pacheco, A. S., & Andrade, D. G. (2020). Decline of a non-native ecosystem engineer and its replacement with a native on rocky shores: effects on the diversity and structure of benthic communities. *Marine Biodiversity*, 50(1), 1-11.
- Parada, G. M. (2005). Dinámica y variación morfológica de una población intermareal de *Eisenia arborea* (Laminariales) en Punta Eugenia, BCS, México (Doctoral dissertation, Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas).
- Parnell, P. E., Dayton, P. K., Lennert-Cody, C. E., Rasmussen, L. L., & Leichter, J. J. (2006). Marine reserve design: optimal size, habitats, species affinities, diversity, and ocean microclimate. *Ecological Applications*, 16(3), 945-962.
- Romero L., Paredes, C., & Chávez, R. (1988). Estructura de la macrofauna asociada a los rizoides de *Lessonia* sp. (Laminareales, Phaeophyta). Boletín del Instituto del Mar del Perú- Callao. Vol. Extraordinario: 133-139.
- Santelices, B., & Ojeda, F. P. (2007). Effects of canopy removal on the understory algal community structure of coastal forests of *Macrocystis pyrifera* from southern South America. *Marine ecology progress series. Oldendorf*, 14(2), 165-173.
- Subsecretaria de Pesca de Chile, 2010. Informe Técnico DZP N° 12/2010. *Congreso de Ciencias del Mar XXXV*. Coquimbo Chile
- Schaal, G., Riera, P., & Leroux, C. (2012). Food web structure within kelp holdfasts (Laminaria): a stable isotope study. *Marine Ecology*, 33(3), 370-376.
- Schmidt A. & R. Scheibling. (2006). A comparison of epifauna and epiphytes on native kelps (*Laminaria* species) and an invasive alga (*Codium fragile* ssp tomentosoides) in Nova Scotia, Canada. *Botanica Marina* 49(4): 315-330.
- Sheppard, C. R. C., Bellamy, D. J., & Sheppard, A. L. S. (1980). Study of the fauna inhabiting the holdfasts of *Laminaria hyperborea* (Gunn.) Fosl. along some

environmental and geographical gradients. *Marine Environmental Research*, 4(1), 25-51.

Smale, D. A., Epstein, G., Hughes, E., Mogg, A. O., & Moore, P. J. (2020). Patterns and drivers of understory macroalgal assemblage structure within subtidal kelp forests. *Biodiversity and Conservation*, 29(14), 4173-4192.

Smith, S. D., Simpson, R. D., & Cairns, S. C. (1996). The macrofaunal community of *Ecklonia radiata* holdfasts: description of the faunal assemblage and variation associated with differences in holdfast volume. *Australian Journal of Ecology*, 21(1), 81-95.

Steneck, R. S., Graham, M. H., Bourque, B. J., Corbett, D., Erlandson, J. M., Estes, J. A., & Tegner, M. J. (2002). Kelp forest ecosystems: biodiversity, stability, resilience and future. *Environmental conservation*, 29(4), 436-459.

Teagle, H., Moore, P. J., Jenkins, H., & Smale, D. A. (2018). Spatial variability in the diversity and structure of faunal assemblages associated with kelp holdfasts (*Laminaria hyperborea*) in the northeast Atlantic. *PLoS one*, 13(7), e0200411.

Thiel, M., & Vásquez, J. A. (2000). Are kelp holdfasts islands on the ocean floor?—Indication for temporarily closed aggregations of peracarid crustaceans. In *Island, ocean and deep-sea biology* (pp. 45-54). Springer, Dordrecht.

Tegner, M. J., & Dayton, P. K. (1987). El Niño effects on southern California kelp forest communities. In *Advances in ecological research* (Vol. 17, pp. 243-279). Academic Press.

Torres-Moye, G., Edwards, M. S., & Montaña-Moctezuma, C. G. (2013). Estructura de la comunidad bentónica en los bosques de macroalgas de la cuenca del Sur de California. *Ciencias marinas*, 39(3), 239-252.

Uribe, R. A., Ortiz, M., Macaya, E. C., & Pacheco, A. S. (2015). Successional patterns of hard-bottom macrobenthic communities at kelp bed (*Lessonia trabeculata*) and barren ground sublittoral systems. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 472, 180-188.

- Uribe, R. A., Perea, Á., & Ortiz, M. (2022). Determining ecosystem properties and short-term dynamical simulations in *Eisenia cokeri* kelp forest (north-center of Peru): Implications for conservation and monitoring. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 269, 107813.
- Vásquez, J. A. & Vega, M. A. (2004). Macroinvertebrados asociados a discos de algas pardas: Biodiversidad de *comunidades discretas como indicadora de perturbaciones locales y de gran escala*. Departamento de Biología Marina, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Católica del Norte. Chile.
- Vega, J. M. (2016). Fauna asociada a discos de adhesión del complejo *Lessonia nigrescens*: ¿ Es un indicador de integridad ecológica en praderas explotadas de huiro negro, en el norte de Chile?. *Latin american journal of aquatic research*, 44(3), 623-637.
- Vera, D. F. (2014). Efecto de la extracción del alga *Lessonia trabeculata*, Villouta & Santelices (1986), sobre el macrobentos en Marcona, Perú.
- Wickham, H., Chang, W., & Wickham, M. H. (2016). Package ‘ggplot2’. Create elegant data visualisations using the grammar of graphics. *Version*, 2(1), 1-189.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Procesamiento de las muestras en el laboratorio: Lavado de las muestras (a), Muestras de discos de *Eisenia cokeri* e espacios interplantas (b), Muestra de discos de *Eisenia cokeri* (C), Muestra de espacio interplantas de *Eisenia cokeri*.



Anexo 2. Procesamiento de las muestras en el laboratorio: Muestra de especies asociadas a rizoides de *Eisenia cokeri* (e), Metodo de desplazamiento de *Eisenia cokeri* (Anderson et al., 2005) (f), Pesaje del rizoide de *Eisenia cokeri*.



Anexo 3. Galería fotográfica de los grupos y especies/taxas más abundantes asociadas a los rizoides de *Eisenia cokeri*.

Filo: Arthropoda

Orden: Decapoda



Anexo 4. Galería fotográfica de las especies más comunes asociadas a los rizoides de *Eisenia cokeri* en la región Áncash:

Filo: Arthropoda

Orden: Anfípoda



Anexo 5. Galería fotográfica de las especies más comunes asociadas a los rizoides de *Eisenia cokeri* en la región Áncash:

Filo: Annelida,
Clase: Polychaeta



Anexo 6. Galería fotográfica de las especies más comunes asociadas a los rizoides de *Eisenia cokeri* en la región Áncash:

Filo: Annelida,
Clase: Polychaeta



Anexo 7. Galería fotográfica de las especies más comunes asociadas a los rizoides de *Eisenia cokeri* en la región Áncash:

Filo Mollusca

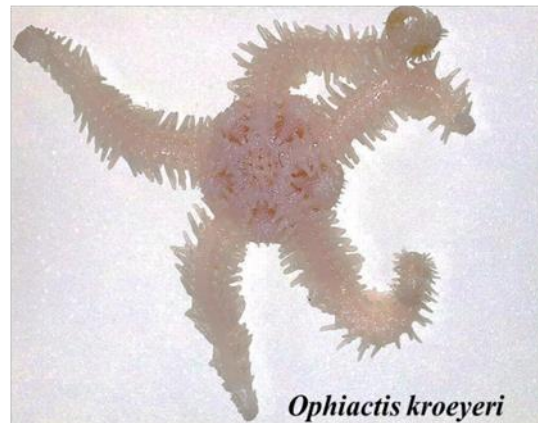
Clase Gasteropoda

Clase Bivalvia (última fila)



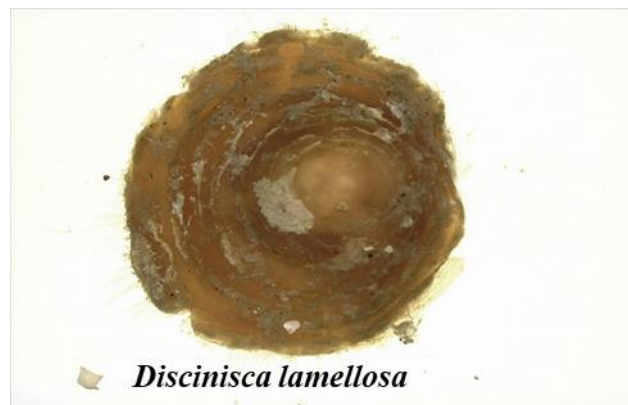
Anexo 8. Especies asociadas mas comunes a los rizoides de *Eisenia cokeri*:

Filo Echinodermata.



Anexo 9. Especies asociadas mas comunes a los rizoides de *Eisenia cokeri*:

Filo Brachiopoda.



ANEXO 10. Listado de especies y matriz taxonómica en el presente estudio (fuente: <https://www.marinespecies.org>)

Especie/Taxa	Genero	Familia	Orden	Clase	Filo
<i>Acanthonyx petiverii</i>	Acanthonyx	Epialtidae	Decapoda	Malacostraca	Arthropoda
Actiniidae 1	Actiniidae	Actiniidae	Actiniaria	Anthozoa	Cnidaria
<i>Alia unifasciata</i>	Alia	Columbellidae	Neogastropoda	Gastropoda	Mollusca
<i>Allopetrolisthes punctatus</i>	Allopetrolisthes	Porcellanidae	Decapoda	Malacostraca	Arthropoda
<i>Alpheus inca</i>	Alpheus	Alpheidae	Decapoda	Malacostraca	Arthropoda
<i>Ampelisca</i> sp	Ampelisca	Ampeliscidae	Amphipoda	Malacostraca	Arthropoda
<i>Anachis nigricans</i>	Anachis	Columbellidae	Neogastropoda	Gastropoda	Mollusca
<i>Anthothoe chilensis</i>	Anthothoe	Sagartiidae	Actiniaria	Anthozoa	Cnidaria
<i>Aora typica</i>	Aora	Aoridae	Amphipoda	Malacostraca	Arthropoda
<i>Austromegabalanus psittacus</i>	Austromegabalanu	Balanidae	Sessilia	Hexanauplia	Arthropoda
<i>Balanus laevis</i>	Balanus	Balanidae	Sessilia	Hexanauplia	Arthropoda
<i>Baptodoris peruviana</i>	Baptodoris	Discodorididae	Nudibranchia	Gastropoda	Mollusca
Bivalvia	Bivalvia	Bivalvia	Bivalvia	Bivalvia	Mollusca
<i>Brachidontes granulatus</i>	Brachidontes	Mytilidae	Mytilida	Bivalvia	Mollusca
Brachyura 1	Decapoda	Decapoda	Decapoda	Malacostraca	Arthropoda
<i>Branchiostoma elongatum</i>	Branchiostoma	Branchiostomatidae	Leptocardii	Leptocardii	Chordata
Buccinidae 1	Buccinidae	Buccinidae	Neogastropoda	Gastropoda	Mollusca
<i>Caecum chilense</i>	Caecum	Caecidae	Littorinimorpha	Gastropoda	Mollusca
<i>Capitella capitata</i>	Capitella	Capitellidae	Capitellida	Polychaeta	Annelida
Capitellidae 1	Capitellidae	Capitellidae	Capitellida	Polychaeta	Annelida
<i>Caprella equilibra</i>	Caprella	Caprellidae	Amphipoda	Malacostraca	Arthropoda
<i>Caprella scaura</i>	Caprella	Caprellidae	Amphipoda	Malacostraca	Arthropoda

Taxa	Genero	Familia	Orden	Clase	Filo
Carditidae 1	Carditidae	Carditidae	Carditida	Bivalvia	Mollusca
Chaetopteridae	Chaetopteridae	Chaetopteridae	Polychaeta	Polychaeta	Annelida
<i>Chaetozone</i> sp	Chaetozone	Cirratulidae	Terebellida	Polychaeta	Annelida
<i>Chama pellucida</i>	Chama	Chamidae	Venerida	Bivalvia	Mollusca
<i>Chiton cumingsii</i>	Chiton	Chitonidae	Chitonida	Gastropoda	Mollusca
<i>Chiton</i> sp	Chiton	Chitonidae	Chitonida	Gastropoda	Mollusca
<i>Chone</i> sp	Chone	Sabellidae	Sabellida	Polychaeta	Annelida
Cirratulidae 1	Cirratulidae	Cirratulidae	Terebellida	Polychaeta	Annelida
<i>Cirriformia</i> sp	Cirriformia	Cirratulidae	Terebellida	Polychaeta	Annelida
<i>Columbella paytensis</i>	Columbella	Columbellidae	Neogastropoda	Gastropoda	Mollusca
Columbellidae 1	Columbellidae	Columbellidae	Neogastropoda	Gastropoda	Mollusca
Corophiidae 1	Corophiidae	Corophiidae	Amphipoda	Malacostraca	Arthropoda
Corophiidae 2	Corophiidae	Corophiidae	Amphipoda	Malacostraca	Arthropoda
<i>Crassilabrum crassilabrum</i>	Crassilabrum	Muricidae	Neogastropoda	Gastropoda	Mollusca
<i>Crepidula dilatata</i>	Crepidula	Calyptraeidae	Littorinimorpha	Gastropoda	Mollusca
<i>Crossata ventricosa</i>	Crossata	Bursidae	Littorinimorpha	Gastropoda	Mollusca
<i>Crucibulum spinosum</i>	Crucibulum	Calyptraeidae	Littorinimorpha	Gastropoda	Mollusca
<i>Cryptomya californica</i>	Cryptomya	Myidae	Myida	Bivalvia	Mollusca
<i>Cucumaria dubiosa</i>	Cucumaria	Cucumariidae	Dendrochirotida	Holothuroidea	Echinodermata
<i>Cycloxanthops sexdecimdentatus</i>	Cycloxanthops	Xanthidae	Decapoda	Malacostraca	Arthropoda
<i>Dardanus sinistripes</i>	Dardanus	Diogenidae	Decapoda	Malacostraca	Arthropoda
Dexaminidae sp1	Dexaminidae	Dexaminidae	Amphipoda	Malacostraca	Arthropoda
<i>Diastylis</i> sp	Diastylis	Diastylidae	Cumacea	Malacostraca	Arthropoda

<i>Discinisca lamellosa</i>	Discinisca	Discinidae	Lingulida	Lingulata	Brachiopoda
Taxa	Genero	Familia	Orden	Clase	Filo
<i>Dodecaceria</i> sp2	Dodecaceria	Cirratulidae	Terebellida	Polychaeta	Annelida
<i>Ehlersia</i> sp	Ehlersia	Syllidae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida
<i>Elasmopus</i> sp	Elasmopus	Maeridae	Amphipoda	Malacostraca	Arthropoda
<i>Enoplochiton niger</i>	Enoplochiton	Chitonidae	Chitonida	Gastropoda	Mollusca
<i>Erichthonius punctatus</i>	Erichthonius	Ischyroceridae	Amphipoda	Malacostraca	Arthropoda
<i>Eteone</i> sp	Eteone	Phyllodocidae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida
Eunicidae 1	Eunicidae	Eunicidae	Eunicida	Polychaeta	Annelida
<i>Eurypanopeus transversus</i>	Eurypanopeus	Panopeidae	Decapoda	Malacostraca	Arthropoda
<i>Fissurella crassa</i>	Fissurella	Fissurellidae	Lepetellida	Gastropoda	Mollusca
<i>Fissurella cumingi</i>	Fissurella	Fissurellidae	Lepetellida	Gastropoda	Mollusca
<i>Fissurella latimarginata</i>	Fissurella	Fissurellidae	Lepetellida	Gastropoda	Mollusca
<i>Fissurella maxima</i>	Fissurella	Fissurellidae	Lepetellida	Gastropoda	Mollusca
Fissurella sp	Fissurella	Fissurellidae	Lepetellida	Gastropoda	Mollusca
<i>Gaudichaudia gaudichaudii</i>	Gaudichaudia	Xanthidae	Decapoda	Malacostraca	Arthropoda
<i>Halosydna brevisetosa</i>	Halosydna	Polynoidae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida
<i>Harmothoe</i> sp	Harmothoe	Polynoidae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida
<i>Hemipodia pectinans</i>	Hemipodia	Glyceridae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida
<i>Hiatella solida</i>	Hiatella	Hiatellidae	Adapedonta	Bivalvia	Mollusca
<i>Hydroides</i> sp1	Hydroides	Serpulidae	Sabellida	Polychaeta	Annelida
<i>Hydroides</i> sp2	Hydroides	Serpulidae	Sabellida	Polychaeta	Annelida
<i>Ianiropsis</i> sp	Ianiropsis	Janiridae	Isopoda	Malacostraca	Arthropoda
<i>Idanthysus</i> sp	Idanthysus	Sabellariidae	Terebellida	Polychaeta	Annelida
<i>Kellia</i> sp	Kellia	Lasaeidae	Galeommatida	Bivalvia	Mollusca

<i>Latreutes antiborealis</i>	Latreutes	Hippolytidae	Decapoda	Malacostraca	Arthropoda
Taxa	Genero	Familia	Orden	Clase	Filo
<i>Leitoscoloplos</i> sp	Leitoscoloplos	Orbiniidae	Orbiniida	Polychaeta	Annelida
<i>Lepidonotus</i> sp	Lepidonotus	Polynoidae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida
<i>Leucothoe</i> sp	Leucothoe	Leucothoidae	Amphipoda	Malacostraca	Arthropoda
<i>Liopetrolisthes mitra</i>	Liopetrolisthes	Porcellanidae	Decapoda	Malacostraca	Arthropoda
<i>Lithophaga</i> sp	Lithophaga	Mytilidae	Mytilida	Bivalvia	Mollusca
<i>Lumbrinereis</i> sp	Lumbrinereis	Lumbrineridae	Eunicida	Polychaeta	Annelida
Lumbrineridae 1	Lumbrineridae	Lumbrineridae	Eunicida	Polychaeta	Annelida
Lumbrineridae 2	Lumbrineridae	Lumbrineridae	Eunicida	Polychaeta	Annelida
Lumbrineridae 3	Lumbrineridae	Lumbrineridae	Eunicida	Polychaeta	Annelida
<i>Lumbrineris annulata</i>	Lumbrinereis	Lumbrineridae	Eunicida	Polychaeta	Annelida
<i>Maera</i> sp	Maera	Maeridae	Amphipoda	Malacostraca	Arthropoda
<i>Maldanidae</i> 1	Maldanidae	Maldanidae	Polychaeta	Polychaeta	Annelida
<i>Marphysa</i> sp	Marphysa	Eunicidae	Eunicida	Polychaeta	Annelida
<i>Mediomastus</i> sp	Mediomastus	Capitellidae	Capitellida	Polychaeta	Annelida
<i>Megalobrachium peruvianum</i>	Megalobrachium	Porcellanidae	Decapoda	Malacostraca	Arthropoda
<i>Megamphopus</i> sp	Megamphopus	Photidae	Amphipoda	Malacostraca	Arthropoda
<i>Microphrys aculeatus</i>	Microphrys	Mithracidae	Decapoda	Malacostraca	Arthropoda
<i>Mitra orientalis</i>	Mitra	Mitridae	Neogastropoda	Gastropoda	Mollusca
<i>Mitrella buccinoides</i>	Mitrella	Columbellidae	Neogastropoda	Gastropoda	Mollusca
<i>Monoplex keenae</i>	Monoplex	Cymatiidae	Littorinimorpha	Gastropoda	Mollusca
Mytilidae 1	Mytilidae	Mytilidae	Mytilida	Bivalvia	Mollusca
<i>Nassarius dentifer</i>	Nassarius	Nassariidae	Neogastropoda	Gastropoda	Mollusca
<i>Nassarius gayii</i>	Nassarius	Nassariidae	Neogastropoda	Gastropoda	Mollusca

<i>Natica unifasciata</i>	Natica	Naticidae	Littorinimorpha	Gastropoda	Mollusca
Taxa	Genero	Familia	Orden	Clase	Filo
Nemertea 2	Nemertea	Nemertea	Nemertea	Nemertea	Nemertea
Nemertea 3	Nemertea	Nemertea	Nemertea	Nemertea	Nemertea
Nephtyidae 1	Nephtyidae	Nephtyidae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida
Nereididae 1	Nereididae	Nereididae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida
Nereididae 2	Nereididae	Nereididae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida
Nereididae 3	Nereididae	Nereididae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida
<i>Nereis callaona</i>	Nereis	Nereididae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida
<i>Nereis</i> sp	Nereis	Nereididae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida
<i>Odontosyllis</i> sp	Odontosyllis	Syllidae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida
Oligochaeta 1	Oligochaeta	Oligochaeta	Oligochaeta	Clitellata	Annelida
Onuphidae 1	Onuphidae	Onuphidae	Eunicida	Polychaeta	Annelida
<i>Ophiactis kroeyeri</i>	Ophiactis	Ophiactidae	Amphilepidida	Ophiuroidea	Echinodermata
<i>Ophiothrix magnifica</i>	Ophiothrix	Ophiotrichidae	Amphilepidida	Ophiuroidea	Echinodermata
Orbiniidae 1	Orbiniidae	Orbiniidae	Orbiniida	Polychaeta	Annelida
Orbiniidae 2	Orbiniidae	Orbiniidae	Orbiniida	Polychaeta	Annelida
Ostracoda 1	Ostracoda	Ostracoda	Ostracoda	Ostracoda	Arthropoda
<i>Oulactis concinnata</i>	Oulactis	Actiniidae	Actiniaria	Anthozoa	Cnidaria
<i>Owenia</i> sp	Owenia	Oweniidae	Polychaeta	Polychaeta	Annelida
Oxydromus sp	Oxydromus	Hesionidae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida
<i>Pachycheles crinimanus</i>	Pachycheles	Porcellanidae	Decapoda	Malacostraca	Arthropoda
<i>Pachycheles grossimanus</i>	Pachycheles	Porcellanidae	Decapoda	Malacostraca	Arthropoda
<i>Paguristes weddellii</i>	Paguristes	Diogenidae	Decapoda	Malacostraca	Arthropoda
<i>Pagurus edwarsii</i>	Pagurus	Paguridae	Decapoda	Malacostraca	Arthropoda

<i>Pagurus perlatus</i>	Pagurus	Paguridae	Decapoda	Malacostraca	Arthropoda
Taxa	Genero	Familia	Orden	Clase	Filo
<i>Patiria chilensis</i>	Patiria	Asterinidae	Valvatida	Asteroidea	Echinodermata
<i>Perumytilus purpuratus</i>	Perumytilus	Mytilidae	Mytilida	Bivalvia	Mollusca
<i>Petricola</i> sp	Veneridae	Veneridae	Venerida	Bivalvia	Mollusca
<i>Petrolisthes laevigatus</i>	Petrolisthes	Porcellanidae	Decapoda	Malacostraca	Arthropoda
<i>Pherusa</i> sp	Pherusa	Flabelligeridae	Terebellida	Polychaeta	Annelida
<i>Phidiana lottini</i>	Phidiana	Facelinidae	Nudibranchia	Gastropoda	Mollusca
<i>Phragmatopoma</i> sp	Phragmatopoma	Sabellariidae	Terebellida	Polychaeta	Annelida
Phyllodocidae 1	Phyllodocidae	Phyllodocidae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida
Phyllodocidae 2	Phyllodocidae	Phyllodocidae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida
<i>Phymactis papillosa</i>	Phymactis	Actiniidae	Actiniaria	Anthozoa	Cnidaria
<i>Phymantea pluvia</i>	Phymantea	Actiniidae	Actiniaria	Anthozoa	Cnidaria
<i>Pilumnoides perlatus</i>	Pilumnoides	Pilumnoididae	Decapoda	Malacostraca	Arthropoda
<i>Pinnixa transversalis</i>	Pinnixa	Pinnotheridae	Decapoda	Malacostraca	Arthropoda
<i>Pista</i> sp	Pista	Terebellidae	Terebellida	Polychaeta	Annelida
Platyhelminthes 1	Platyhelminthes	Platyhelminthes	Platyhelminthes	Platyhelminthes	Platyhelminthes
Platyhelminthes 2	Platyhelminthes	Platyhelminthes	Platyhelminthes	Platyhelminthes	Platyhelminthes
<i>Platynereis bicanaliculata</i>	Platynereis	Nereididae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida
Polychaeta 1	Polychaeta	Polychaeta	Polychaeta	Polychaeta	Annelida
Polycirrus sp	Polycirrus	Terebellidae	Terebellida	Polychaeta	Annelida
Polycladida 1	Platyhelminthes	Platyhelminthes	Platyhelminthes	Platyhelminthes	Platyhelminthes
<i>Polydora</i> sp	Spionidae	Spionidae	Spionida	Polychaeta	Annelida
Polynoidae 1	Polynoidae	Polynoidae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida
<i>Potamilla</i> sp	Potamilla	Sabellidae	Sabellida	Polychaeta	Annelida

<i>Priene</i> sp	Priene	Ranellidae	Littorinimorpha	Gastropoda	Mollusca
Taxa	Genero	Familia	Orden	Clase	Filo
<i>Pseudocorystes sicarius</i>	Pseudocorystes	Atelecyclidae	Decapoda	Malacostraca	Arthropoda
<i>Pseudonereis gallapagensis</i>	Pseudonereis	Nereididae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida
Sabellidae 1	Sabellidae	Sabellidae	Sabellida	Polychaeta	Annelida
Sabellidae 2	Sabellidae	Sabellidae	Sabellida	Polychaeta	Annelida
Sabellidae 3	Sabellidae	Sabellidae	Sabellida	Polychaeta	Annelida
<i>Salitra radwini</i>	Salitra	Columbellidae	Neogastropoda	Gastropoda	Mollusca
<i>Scolelepis</i> sp	Scolelepis	Spionidae	Spionida	Polychaeta	Annelida
<i>Scoletoma tetraura</i>	Lumbrinereis	Lumbrineridae	Eunicida	Polychaeta	Annelida
<i>Semele solida</i>	Semele	Semelidae	Cardiida	Bivalvia	Mollusca
<i>Semimytilus algosus</i>	Semimytilus	Mytilidae	Mytilida	Bivalvia	Mollusca
Sigalionidae 1	Sigalionidae	Sigalionidae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida
Spionidae 1	Spionidae	Spionidae	Spionida	Polychaeta	Annelida
Spionidae 2	Spionidae	Spionidae	Spionida	Polychaeta	Annelida
<i>Steggoa</i> sp	Steggoa	Phyllodocidae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida
<i>Stramonita biserialis</i>	Stramonita	Muricidae	Neogastropoda	Gastropoda	Mollusca
<i>Stramonita delessertiana</i>	Stramonita	Muricidae	Neogastropoda	Gastropoda	Mollusca
Syllidae 1	Syllidae	Syllidae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida
Syllidae 2	Syllidae	Syllidae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida
Syllidae 3	Syllidae	Syllidae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida
Syllidae 4	Syllidae	Syllidae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida
<i>Synalpheus spinifrons</i>	Synalpheus	Alpheidae	Decapoda	Malacostraca	Arthropoda
Tanaidacea 1	Tanaidacea	Tanaidacea	Tanaidacea	Malacostraca	Arthropoda
Tanaidacea 2	Tanaidacea	Tanaidacea	Tanaidacea	Malacostraca	Arthropoda

<i>Tegula atra</i>	Tegula	Tegulidae	Trochida	Gastropoda	Mollusca
Taxa	Genero	Familia	Orden	Clase	Filo
<i>Tegula luctuosa</i>	Tegula	Tegulidae	Trochida	Gastropoda	Mollusca
<i>Tegula tridentata</i>	Tegula	Tegulidae	Trochida	Gastropoda	Mollusca
<i>Tetrapygyus niger</i>	Tetrapygyus	Arbaciidae	Carinacea	Echinoidea	Echinodermata
<i>Tharyx</i> sp	Tharyx	Cirratulidae	Terebellida	Polychaeta	Annelida
<i>Tonicia calbucensis</i>	Tonicia	Chitonidae	Chitonida	Gastropoda	Mollusca
<i>Tonicia elegans</i>	Tonicia	Chitonidae	Chitonida	Gastropoda	Mollusca
<i>Travisia</i> sp	Travisia	Travisiidae	Polychaeta	Polychaeta	Annelida
Trochidae 1	Trochidae	Trochidae	Trochida	Gastropoda	Mollusca
<i>Typosyllis</i> sp	Typosyllis	Syllidae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida
<i>Xanthochorus buxeus</i>	Xanthochorus	Muricidae	Neogastropoda	Gastropoda	Mollusca

VARIABILIDAD DE LA ESTRUCTURA COMUNITARIA DE MACROINVERTEBRADOS ASOCIADOS A LOS RIZOIDES DE *Eisenia cokeri* M. A. HOWE (LAMINARIALES: PHAEOPHYCEAE) EN LA REGIÓN ÁNCASH, PERÚ

INFORME DE ORIGINALIDAD

8%

INDICE DE SIMILITUD

8%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	cybertesis.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
2	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	nanopdf.com Fuente de Internet	1%
4	creativecommons.org Fuente de Internet	1%
5	www.researchgate.net Fuente de Internet	1%
6	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.unjfsc.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	www.imarpe.pe Fuente de Internet	<1%

9

Saavedra Fuentes Nadia Elizabeth. "Cambios de la presión intraocular en los pacientes con enfermedad renal crónica en tratamiento sustitutivo con hemodiafiltración con dos concentraciones distintas de sodio en el dializante", TESIUNAM, 2016

Publicación

<1 %

10

Submitted to University of Wales, Bangor

Trabajo del estudiante

<1 %

11

investigacion.izt.uam.mx

Fuente de Internet

<1 %

12

repositorio.lamolina.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

13

repositorio.utn.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

14

www.swrcb.ca.gov

Fuente de Internet

<1 %

15

Rodriguez Beas Josefina, Bermudez Lozano Patricia. "Comparacion de la latencia y calidad de la respuesta de nombramiento ante cinco clases de estímulos visuales entre niños de primer grado de primaria de diferentes condiciones educativas", TESIUNAM, 1985

Publicación

<1 %

16

docplayer.es

Fuente de Internet

<1 %

- | | | |
|----|--|------|
| 17 | Submitted to Ondokuz Mayıs Universitesi
Trabajo del estudiante | <1 % |
| 18 | Salcedo Oropeza Diana Leticia. "Variación temporal y espacial de los anélidos poliquetos del clado aciculata del Golfo de California, México", TESIUNAM, 2013
Publicación | <1 % |
| 19 | vdocumento.com
Fuente de Internet | <1 % |
| 20 | Naranjo García María Julia. "Patrones de sedimentación y calidad del agua relacionados con indicadores de degradación arrecifal en Akumal, Q. Roo", TESIUNAM, 2016
Publicación | <1 % |
| 21 | repositoriodigital.ipn.mx
Fuente de Internet | <1 % |
| 22 | Cabrera Mancilla Esteban, Torres Díaz Esther. "Evaluación de la producción y engorda de híbridos de tilapia (<i>Oreochromis urolepis hornorum</i> [hombre] X <i>Oreochromis mossambicus</i> [mujer]) como especie comercial en el estado de Morelos, México", TESIUNAM, 1996
Publicación | <1 % |
| 23 | Montes Merelles Lucia Carolina. "Crecimiento y supervivencia de plántulas de <i>Bursera</i> | <1 % |

glabrifolia en respuesta a diferentes
condiciones ambientales", TESIUNAM, 2006

Publicación

24

[archive.org](https://www.archive.org)

Fuente de Internet

<1 %

25

Ruiz Guerra Betsabe. "Efectos del tamaño del fragmento sobre la interacción planta-herbívoro-enemigos naturales, en la Selva de Los Tuxtlas, Ver.", TESIUNAM, 2009

Publicación

<1 %

26

dspace.ucacue.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

27

sedici.unlp.edu.ar

Fuente de Internet

<1 %

28

Martínez Segundo Thalía Maleni. "Descripción de la estructura comunitaria del meiobentos en la planicie abisal del Golfo de México: 2010", TESIUNAM, 2019

Publicación

<1 %

29

Montaño Barron José Agustin. "Proyecto integral San Juan de Ulua", TESIUNAM, 2004

Publicación

<1 %

30

Submitted to University of Otago

Trabajo del estudiante

<1 %

31

repositorio.unal.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

32 revistas.ug.edu.ec
Fuente de Internet

<1 %

33 cicese.repositorioinstitucional.mx
Fuente de Internet

<1 %

34 www.clubensayos.com
Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas Activo

Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 15 words