

**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**



ESCUELA DE POSGRADO

TESIS

**INFLUENCIA DE LAS PRADERAS DE
MACROALGAS PARDAS EN LA
COMPOSICIÓN DE LA BIODIVERSIDAD
MARINA MEGABENTÓNICA EN SAN JUAN
DE MARCONA**

PRESENTADO POR:

SUSAN JULIANA DONAYRE SALAZAR

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN ECOLOGÍA Y
GESTIÓN AMBIENTAL**

ASESOR:

DR. JOSE VICENTE NUNJA GARCIA


HUACHO - 2021

**INFLUENCIA DE LAS PRADERAS DE MACROALGAS PARDAS EN
LA COMPOSICIÓN DE LA BIODIVERSIDAD MARINA
MEGABENTÓNICA EN SAN JUAN DE MARCONA**

SUSAN JULIANA DONAYRE SALAZAR

TESIS DE MAESTRÍA

ASESOR: DR. JOSE VICENTE NUNJA GARCIA

The logo of the Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrion is a large, light blue circular emblem with a yellow border. Inside the circle, there is a stylized yellow figure that appears to be a traditional Peruvian deity or symbol. The text "UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN" is written in a light blue font around the inner edge of the circle. Below the logo, the text "UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN" is repeated in a bold black font, followed by "ESCUELA DE POSGRADO", "MAESTRO EN ECOLOGÍA Y GESTIÓN AMBIENTAL", "HUACHO", and "2021".

**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRO EN ECOLOGÍA Y GESTIÓN AMBIENTAL
HUACHO
2021**



DEDICATORIA

Con mucho cariño para mis seres amados Luisa y Máximo, mediante su ejemplo de honestidad, esfuerzo, perseverancia y apoyo incondicional me motivaron constantemente para lograr mis objetivos.

Susan Juliana Donayre Salazar

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme dado el libre albedrío para decidir que éste es el camino que quiero seguir en mi vida, por sostenerme cada vez que me siento desfallecer y por abrirme paso ante cada obstáculo presentado.

Al Instituto del Mar del Perú - IMARPE por brindarme la oportunidad en realizar la investigación. Además, a mis queridos Biólogos Daniel Flores, Alex Tejada por su apoyo, asesoría y sugerencias al plan de tesis. A Karla Calderón por sus apreciables sugerencias en la parte estadística de los datos.

A la Sra. Graciela Molina por su apoyo constante desde el inicio de la maestría y mis compañeros que me acompañaron a lo largo de este camino llamado postgrado por todas las experiencias vividas y compartidas, así como por los conocimientos transmitidos. Fue un placer haberme cruzado en sus vidas...

Por las noches de desvelo, por la paciencia, por la armonía, por el respeto, por la ayuda. Por el tiempo lejos, por el tiempo cerca. Por las ausencias y las compañías, por las alegrías, por las noticias y por las críticas. Por las historias escritas y por escribir. Por la vida...Gracias.

Como hermanos son insuperables, en las buenas y las no tan buenas. Danny, Jorge y Carmen gracias por elegir ser mis hermanos. Mil gracias por su apoyo, por creer en mí y estar siempre conmigo.

Finalmente, a mi más grande ejemplo a seguir: mi MADRE, por su compañía, consejos y todo el invaluable apoyo brindado durante la realización de esta meta, pero sobre todo, por el constante ejemplo de lucha y superación que me ha regalado a lo largo de toda mi vida. ¡USTED hizo la diferencia!

Susan Juliana Donayre Salazar

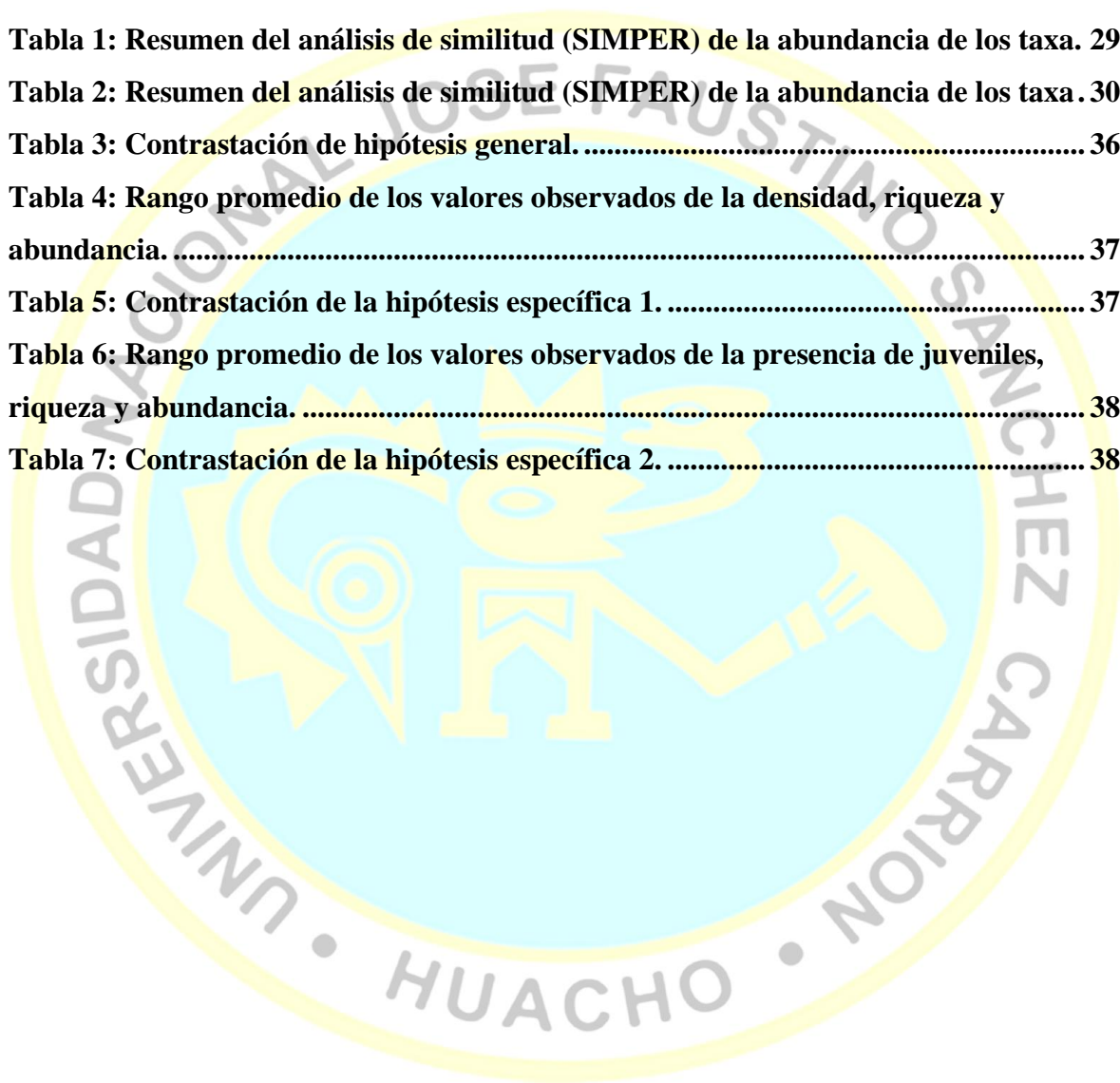
ÍNDICE

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
CAPÍTULO I	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Descripción de la realidad problemática	1
1.2 Formulación del problema	2
1.2.1 Problema general	2
1.2.2 Problemas específicos	2
1.3 Objetivos de la investigación	2
1.3.1 Objetivo general	2
1.3.2 Objetivos específicos	3
1.4 Justificación de la investigación	3
1.5 Delimitaciones del estudio	3
1.6 Viabilidad del estudio	4
CAPÍTULO II	5
MARCO TEÓRICO	5
2.1 Antecedentes de la investigación	5
2.1.1 Investigaciones internacionales	5
2.1.2 Investigaciones nacionales	6
2.2 Bases teóricas	9
2.2.1 Clasificación Taxonómica	9
2.2.2 Morfología Externa.	9
2.3 Definición de términos básicos	16
2.4 Hipótesis de investigación	18
2.4.1 Hipótesis general	18
2.4.2 Hipótesis específicas	19
2.5 Operacionalización de las variables	19
CAPÍTULO III	21
METODOLOGÍA	21
3.1 Diseño metodológico	21
3.2 Población y muestra	21

3.2.1	Población	21
3.2.2	Muestra	21
3.3	Técnicas de recolección de datos	21
3.4	Técnicas para el procesamiento de la información	23
CAPÍTULO IV		25
RESULTADOS		25
4.1	Análisis de resultados	25
4.2	Contrastación de hipótesis	36
CAPÍTULO V		39
DISCUSIÓN		39
5.1	Discusión de resultados	39
CAPÍTULO VI		41
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		41
6.1	Conclusiones	41
6.2	Recomendaciones	41
REFERENCIAS		43
7.1	Fuentes documentales	43
7.2	Fuentes bibliográficas	45
7.3	Fuentes hemerográficas	46
7.4	Fuentes electrónicas	48
ANEXOS		49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Resumen del análisis de similitud (SIMPER) de la abundancia de los taxa.	29
Tabla 2: Resumen del análisis de similitud (SIMPER) de la abundancia de los taxa.	30
Tabla 3: Contrastación de hipótesis general.	36
Tabla 4: Rango promedio de los valores observados de la densidad, riqueza y abundancia.	37
Tabla 5: Contrastación de la hipótesis específica 1.	37
Tabla 6: Rango promedio de los valores observados de la presencia de juveniles, riqueza y abundancia.	38
Tabla 7: Contrastación de la hipótesis específica 2.	38



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Estructura básica de las Macroalgas pardas en el sur del Perú a) Lessonia spp b) Macrocyctis spp.	11
Figura 2: Distribución de Macroalgas pardas comerciales en el sur del Perú	11
Figura 3:- Distribución Vertical de Macroalgas pardas en el litoral sur del Perú.	13
Figura 4: Área de estudio y estaciones de muestreo en San Juan de Marcona.	22
Figura 5: Número de taxa por phylum de las comunidades megabentónicas asociadas a las praderas de macroalgas pardas.	25
Figura 6: Variación de la riqueza de especies por zonas de muestreo en San Juan de Marcona.	26
Figura 7: Abundancia relativa por phylum de las comunidades megabentónicas asociadas a las praderas de macroalgas pardas.	27
Figura 8: Variación de la abundancia de especies por zonas de muestreo en San Juan de Marcona.	28
Figura 9: variación de la riqueza y abundancia de especies de acuerdo a la densidad de macroalgas juveniles por años en san juan de marcona.	31
Figura 10: Variación de la riqueza (a) y abundancia de especies (b) de acuerdo a la densidad de macroalgas juveniles por zonas de muestreo en San Juan de Marcona.	32
Figura 11: Variación de la riqueza (a) y abundancia de especies (b) de acuerdo a la densidad de plantas adultas por zonas de muestreo en San Juan de Marcona.	33
Figura 12: Variación de la riqueza (a) y abundancia de especies (b) de acuerdo a la densidad de plantas adultas por años en San Juan de Marcona.	33
Figura 13: Variación de la riqueza (a) y abundancia de especies (b) de acuerdo a la presencia de macroalgas pardas juveniles por años en San Juan de Marcona.	34
Figura 14: Variación de la riqueza (a) y abundancia de especies (b) de acuerdo a la presencia de macroalgas juveniles por zona de muestreo en San Juan de Marcona. .	35

RESUMEN

Objetivo. Demostrar la influencia de las praderas de macroalgas pardas en la composición de la biodiversidad marina megabentónica en San Juan de Marcona. **Método.** El estudio es enfoque cuantitativo tipo básica, nivel explicativo, diseño no experimental, retrospectivo y de corte longitudinal, la población en estudio fue cerrada y correspondió a la pradera de macroalgas pardas ubicada en la zona submareal somera del Distrito de Marcona, en profundidades desde 5 a 15 metros. Se aplicaron muestreos en dos zonas seleccionadas: Punta San Juan y San Juanito durante los años 2014 y 2015, mediante un diseño sistemático con tres transectos y 3 réplicas, ejecutándose mediante buceo científico a través de anotaciones *in situ*. **Material.** Los instrumentos empleados durante la obtención de datos fueron: Sistema de Posicionamiento Global (GPS), bitácora de campo, equipo semiautónomo de buceo, cuadrantes metálicos de 1m x 1m, cuadrantes de 50 x 50 cm, cintas métricas, libretas subacuáticas, cámara subacuática, instrumentos de laboratorio. **Resultados.** La riqueza de especies asociado a las praderas de macroalgas pardas para el año 2014 estuvo constituida por 65 taxa, en tanto para el año 2015 la riqueza de especies fue menor con 48 taxa. Los phyla dominantes en abundancia para los años 2014 y 2015 fueron Mollusca, seguido por los Arthropoda, Echinodermata y Annelida. La densidad de macroalgas juveniles para el año 2014 mostró que cuando ésta es baja la riqueza de especies es relativamente mayor, y para el 2015 la riqueza de especies fue mayor cuando la densidad fue media. En cuanto a la abundancia de especies mostró que durante el año 2014 fueron mayores que para el 2015. Ante la presencia de plantas juveniles, se observó que la riqueza de especies mostro valores similares cuando están presentes y en ausencia de juveniles en ambos años de estudio. En tanto, la abundancia de especies para el año 2014 fue mayor en ausencia de juveniles y en el año 2015 la abundancia se mantuvo casi constante en ambas situaciones. **Conclusión.** La prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis permitió inferir que las praderas de macroalgas influyen en la composición de la biodiversidad marina megabentónica en San Juan de Marcona.

Palabras clave: Macroalga parda, comunidad megabentónica, hábitat, diversidad, abundancia.

ABSTRACT

Objective. To demonstrate the influence of brown macroalgae meadows on the composition of megabenthic marine biodiversity in San Juan de Marcona. **Method.** The study is a basic quantitative approach, explanatory level, non-experimental design, retrospective and longitudinal cut, the study population was closed and corresponded to the brown macroalgae meadow located in the shallow subtidal zone of Marcona District, in depths from 5 at 15 meters. Samples were applied in two selected areas: Punta San Juan and San Juanito during the years 2014 and 2015, through a systematic design with three transects and 3 replicas, executed by scientific diving through annotations in situ. **Material.** The instruments used during the data collection were: Global Positioning System (GPS), field log, semiautonomous diving equipment, metal quadrants of 1m x 1m, 50 x 50cm quadrants, metric tapes, underwater notebooks, underwater camera, laboratory instruments. **Results.** The species richness associated with brown macroalgae grasslands for 2014 was constituted by 65 taxa, while for 2015 the species richness was lower with 48 taxa. The dominant phyla in abundance for the years 2014 and 2015 were Mollusca, followed by the Arthropoda, Echinodermata and Annelida. The density of juvenile macroalgae for 2014 showed that when it is low the species richness is relatively greater, and for 2015 the species richness was higher when the density was medium. Regarding the abundance of species showed that during 2014 were higher than for 2015. In the presence of juvenile plants, it was observed that the richness of species showed similar values when they are present and in the absence of juveniles in both years of study. Meanwhile, the abundance of species for 2014 was higher in the absence of juveniles and in 2015 abundance remained almost constant in both situations. **Conclusion.** The non-parametric Kruskal-Wallis test allowed us to infer that macroalgae grasslands influence the composition of megabenthic marine biodiversity in San Juan de Marcona.

Keywords: Brown macroalga, megabenthic community, habitat, diversity, abundance.

INTRODUCCIÓN

Las macroalgas marinas son organismos dominantes; tanto en cobertura, como en biomasa (Mann, 1982) (Vásquez J. , 1991). Los ambientes submareales someros de fondos rocosos, en aguas costeras templadas y frías están dominados por asociaciones de algas pardas formando praderas o bosques submareales (Dayton, 1985). (Vásquez J. , 1992) (Vásquez, Veliz, & Pardo, 2001).

En el litoral costero de la región Ica habitan tres especies de macroalgas pardas de importancia comercial (*Lessonia trabeculata*, *Lessonia berteriana* (*L. nigrescens*) “aracantos” y *Macrocystis pyrifera* “sargazo”) (González, y otros, 2012) (Macaya & Zuccarello, 2010) (Flores, Donayre, & Sarmiento, 2013).

Las macroalgas pardas son consideradas ingenieros ecosistémicos estructuradores de hábitats (Jones, Lawton, & Shachak, 1994), debido a que dentro de sus funciones ecológicas proporcionan sustrato para el asentamiento larval, reclutamiento de juveniles, refugio contra predadores (Ojeda & Santelices, 1984) (Vásquez & Santelices, 1984) y hábitat de especies de invertebrados y peces (Villouta & Santelices, 1984) (Vásquez & Santelices, 1984) (Vásquez, Veliz, & Pardo, 2001). Éstas se encuentran unidas al sustrato rocoso mediante un disco macizo, de forma irregular (Hoffmann & Santelices, 1997).

Lessonia trabeculata, vive en ambientes submareales, formando extensas praderas en las zonas marino costeras de la región sur de nuestro litoral (Flores, Donayre, & Sarmiento, 2009) (Zavala, Zeballos, & Flores, 2007) (Zavala, y otros, 2012). *L. trabeculata* es el alga de mayor biomasa en ambientes submareales dominados por *Macrocystis* en la zona Austral de Sudamérica (Santelices & Ojeda, 1984).

Macrocystis pyrifera registrada en el ambiente intermareal y submareal somero del litoral centro sur del país (Acleto C. , 1986), conformando densas poblaciones que están sujetas a una progresiva explotación (Vásquez, Castillo, Zavala, Tejada, & Mamani, 2012), a pesar de ello, en nuestro país no se han realizado estudios que

ayuden a determinar la relevancia de esta especie como reservorio de diversidad dentro de los ecosistemas marinos someros, así como tampoco se evalúe los posibles efectos de su extracción en el funcionamiento de la comunidad asociada (Carbajal, 2013).

La importancia económica de las macroalgas pardas se encuentra relacionada con el contenido de ácido algínico, que se utilizan como materia prima en la industria de alginatos, carragenanos y agar (IMARPE, 2012), cuyas aplicaciones principalmente son en la industria textil, alimentos, papel, farmacéutica y dental; así como en la fabricación de electrodos de soldadura y otras misceláneas (Rees, 1986).

En los últimos años, debido a la presión creciente del mercado internacional por la materia prima en la extracción de ácido algínico, se ha aumentado de manera relevante la extracción y colecta pasiva en el sur del Perú (IMARPE, 2012)

El presente trabajo de investigación abarcó el ámbito marino costero de San Juan de Marcona, analizando la información obtenida en el Monitoreo de la biodiversidad marina realizado por el Laboratorio costero de Pisco - IMARPE, correspondiente al periodo 2014 - 2015.

El propósito fundamental de la investigación consistió en demostrar la relación existente entre la presencia de macroalgas pardas y la abundancia de la biodiversidad megabentónica en San Juan de Marcona, en el periodo señalado.

Esta investigación presenta VI capítulos de acuerdo a los lineamientos de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión:

- El Capítulo I: Se va a dar a conocer la problemática a investigar, como la descripción de la realidad problemática, formulación del problema, los objetivos, el motivo que se realiza la investigación, delimitaciones y viabilidad del estudio.

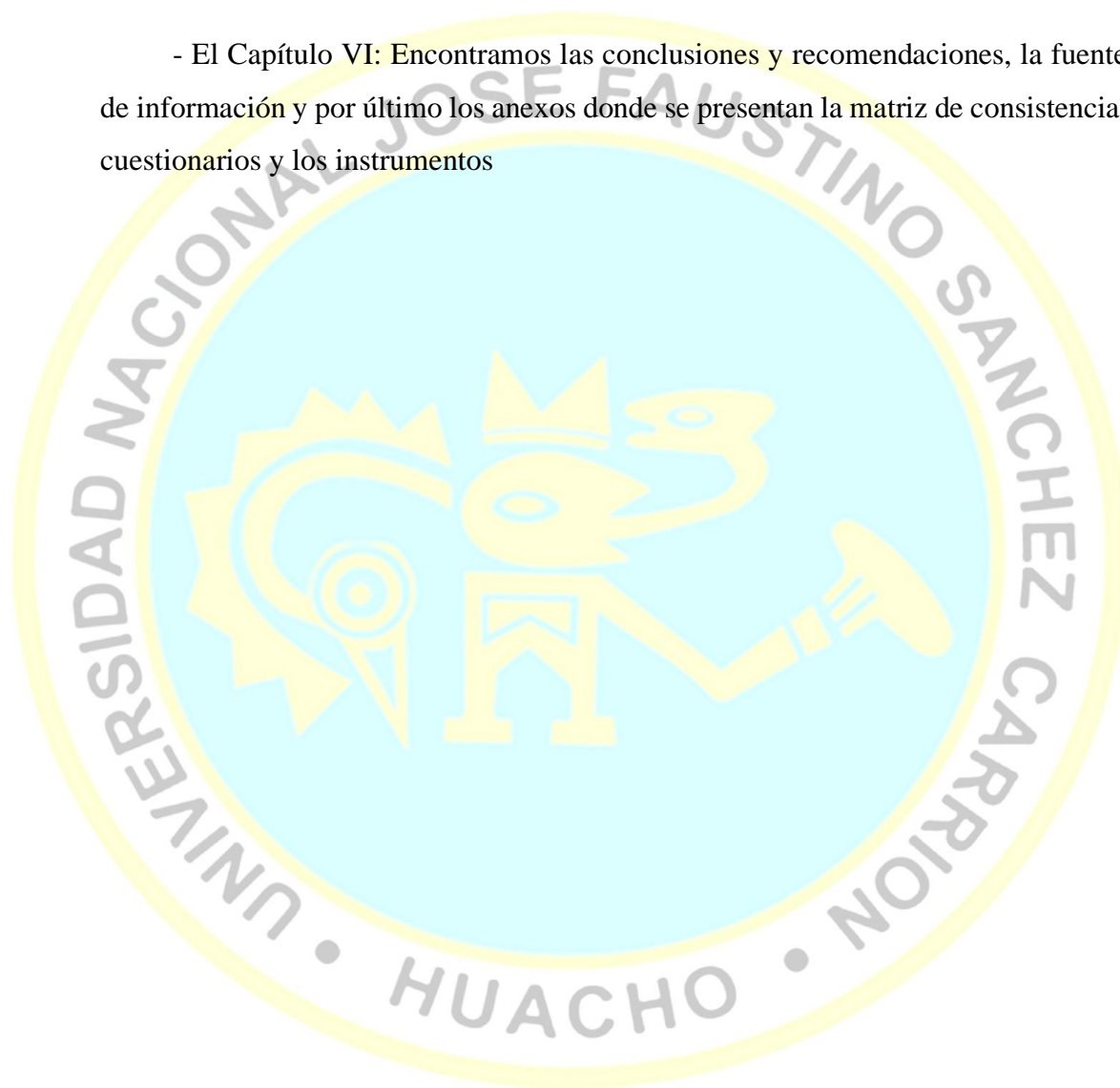
- El Capítulo II: Consiste en la recopilación de investigaciones y bases teóricas relacionadas con las variables de estudio, definición de términos básicos, formulación de hipótesis y operacionalización de las variables;

- El Capítulo III: Se observa los tipos de estudio y diseño, se señala la población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos y métodos de análisis de datos

- El Capítulo IV: Se encuentran los resultados de la investigación, y contrastación de hipótesis

- El Capítulo V, Esta la discusión de la investigación según los resultados

- El Capítulo VI: Encontramos las conclusiones y recomendaciones, la fuente de información y por último los anexos donde se presentan la matriz de consistencia, cuestionarios y los instrumentos



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

Los seres autótrofos como lo son las algas marinas bentónicas tienen una forma simple, con poca o nada de diferencia entre células y tejidos múltiples, con formas sencilla y reproductivas. Además, tienen la singularidad de desarrollarse unidos al sustrato, constituyendo comunidades marinas en un ambiente poco hondo de la zona litoral y submareal. (Ramírez, 2008)

Las algas marinas bentónicas por su naturaleza realizan un papel ecológico importante en los ecosistemas como productores primarios y componen el cimiento de las cadenas tróficas. Resulta interesante presenciar las funciones ecológicas en las praderas de “huirales” (Vásquez J. , 1990) comprendiéndose a la agrupación de enormes algas pardas manifestadas por los géneros *Lessonia*, *Macrocystis* y *Durvillaea* que conforman las comunidades marinas costeras de la zona baja intermareal y poco hondo del litoral rocoso.

En el litoral sur peruano habitan algas pardas que son extraídas periódicamente, como: *Macrocystis pyrifera* “sargazos”, *Lessonia trabeculata* “aracanto”, “palo” y *Lessonia berteroa* (*Lessonia nigrescens*) “aracanto”, “negra” que conforman bosques y cinturones densos de enorme amplitud, en ambientes inter y submareales (Flores, Donayre, & Sarmiento, 2013)

Adicionalmente, la naturaleza discreta espacial de los discos de fijación y la riqueza de los ensambles de especies que alberga, permite considerar a estas estructuras biológicas como excelentes indicadores para el monitoreo de efectos perturbadores naturales y antropogénicos de escala local y regional (Carbajal, 2013).

En los ecosistemas marinos costeros como Perú y otras partes de la tierra, la investigación de la forma y organización es principalmente un reto científico por la amplitud y el limitado acceso hacia zonas litorales.

Esta dificultad es más notorio en zonas submareales, donde los problemas logísticos y estudio limitan la investigación. En tal sentido, otras investigaciones se han enfocado en la realización de inventarios de especies, sin ningún estudio de los factores y procesos que impactan en el ecosistema.

El análisis de la información disponible obtenidas en praderas de macroalgas pardas del litoral costero de San Juan de Marcona, en el periodo 2014 y 2015, permitirá obtener nuevos conocimientos para ser tomados en cuenta al establecer recomendaciones y medidas de manejo específicos del recurso.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿De qué manera influyen las praderas de macroalgas pardas en la composición de la biodiversidad marina megabentónica en San Juan de Marcona?

1.2.2 Problemas específicos

¿Cómo influye la densidad de macroalgas pardas en la composición de la biodiversidad marina megabentónica en San Juan de Marcona?

¿Cómo influye la presencia de juveniles de macroalgas pardas en la composición de la biodiversidad marina megabentónica en San Juan de Marcona?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Demostrar la influencia de las praderas de macroalgas pardas en la composición de la biodiversidad marina megabentónica en San Juan de Marcona.

1.3.2 Objetivos específicos

Determinar la influencia de la densidad de macroalgas pardas en la composición de la biodiversidad marina megabentónica en San Juan de Marcona.

Establecer la influencia de la presencia de juveniles en las praderas de macroalgas pardas en la composición de la biodiversidad marina megabentónica.

1.4 Justificación de la investigación

Un aspecto importante en el recurso de las macroalgas pardas es que las praderas formadas por estas especies cambian su forma y funcionalidad de la biodiversidad de los sistemas costeros superficiales donde se desenvuelven, estimados como ingenieros ecosistémicos organizadores de hábitats que abastecen sustrato para el asentamiento larval, reclutamiento de juveniles, refugio y hábitat para las diversas clases de invertebrados y peces (Villouta & Santelices, 1984).

Por lo señalado en el presente numeral, considero que se justificó desarrollar el trabajo de investigación: “Influencia de las praderas de macroalgas pardas en la composición de la biodiversidad marina megabentónica en San Juan de Marcona”.

1.5 Delimitaciones del estudio

En el presente estudio se consideran 2 variables: praderas de macroalgas pardas y la composición de la biodiversidad marina megabentónica, mediante una relación: correlacional.

La investigación tuvo la población de estudio cerrada y corresponde a la pradera de macroalgas pardas ubicada en la zona submareal somera del Distrito de Marcona, en profundidades desde 5 a 15 metros. Se realizó muestreos trimestrales en cada estación seleccionada durante los años 2014 y 2015.

1.6 Viabilidad del estudio

Para el presente estudio se contó con el sustento económico por parte del responsable de la investigación.

Apoyo: se contó con un asesor metodológico y otro de la especialidad.

El estudio requirió de instrumentos y materiales especializados los cuales se preveeron para su disposición en el momento oportuno.



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Investigaciones internacionales

Torres-Moye, Edwards, & Montaña-Moctezuma, (2013). “*Estructura de la comunidad bentónica en los bosques de macroalgas de la cuenca del Sur de California*”. Plantearon como objetivo caracterizar la variabilidad espacial y temporal de las comunidades bentónicas marinas en un grupo de bosques de macroalgas en la región fronteriza de la Cuenca del Sur de California que comparten México y Estados Unidos, así como determinar la relación entre un índice de heterogeneidad de hábitat y la diversidad biológica de estos hábitats. Determinaron que, a pesar de compartir algunas especies marinas bentónicas, presentan diferencias importantes en la estructura de la comunidad y el grado de diferencia no se relacionó entre los hábitats estudiados. Además, mostraron la relación significativa entre la riqueza de especies y la rugosidad del sustrato local, lo que plantean usar como un indicador de la diversidad biológica bentónica. Asimismo, determinaron que los cambios temporales no fueron igualmente regulares para todos los bosques e inversamente a las observaciones realizadas durante eventos previos a El Niño en la CSC, las comunidades bentónicas no mostraron cambios significativos después de El Niño 2009–2010.

Baldrich & Busschmann, (2013). “Variabilidad espacial de la macrofauna asociada a discos de *Macrocytis pyrifera* en el mar interior de Chiloé”. El objetivo planteado en este estudio fue evaluar la variabilidad espacial de la macrofauna asociada a los discos de *Macrocytis pyrifera*, en aspectos como abundancia, composición, uniformidad y diversidad en tres diferentes zonas del mar interior de Chiloé. Mostrando como resultados las asociaciones establecidas entre el peso seco

de los discos y la abundancia y número de especies. Se determinaron 470 ind.g⁻¹ pertenecientes a 69 especies de macrofauna en 30 discos (n = 10/zona); asimismo, establecieron abundancias por zona, calcularon la diversidad biológica en parámetros y se realizó un análisis multidimensional para identificar variaciones espaciales. Así mismo evidencia la abundancia de diferentes invertebrados entre las zonas y los análisis multidimensionales que apartan al centro de las localidades situadas al norte y sur

Rivas,(2010). “Diversidad y distribución de especies bentónicas por tipos de hábitats presentes en el ecosistema del área marina costera protegida de múltiples usos Laf Ken Mapu Lahual, en la comuna de río negro, región de Los Lagos”. Plantearon como objetivo principal determinar la riqueza, abundancia relativa y distribución de las especies bentónicas en los diferentes hábitats en el AMCP-MU, Lafken Mapu Lahual en la Región de los Lagos. Determinaron que mediante el análisis de cluster jerarquizado mostró 3 unidades biológicas definidas. Las macroalgas *Lessonia trabeculata*, *Callophyllis* sp, *Rhodymenia* sp. y *Messophyllum* sp. mostraron las mayores coberturas en todos los cluster, lo que implicaría que estas especies son claves para la definición de hábitat. Asimismo, concluyeron que el área presenta una diversidad baja de especies de macroinvertebrados, lo que implica un dominio de especies algales del tipo rojas y pardas. En este sentido se distingue la presencia de *Lessonia trabeculata* a lo largo de todo el gradiente latitudinal (sobre los 10 m de profundidad). Sin embargo, a pesar de los grandes bosques de *Lessonia* a lo largo de toda el área, no se observó la presencia de forma abundante de consumidores herbívoros, como es el caso del erizo comercial (*Loxechinus albus*). En general, se muestra que la mayor diversidad se encontró en los estratos superficiales, el cual resulta ser una distribución batimétrica de la riqueza de las especies.

2.1.2 Investigaciones nacionales

Pastor, y otros, (2013). “Importancia de *Lessonia trabeculata* (Phaeophyceae) en la diversidad de las comunidades de invertebrados marinos en Puerto Ingle (Moquegua, Perú)”. Presentó como objetivo obtener información referida a algunos patrones de distribución y diversidad de las comunidades asociadas a las macroalgas. Los resultados de la investigación muestran una alta diversidad biológica en la

comunidad interdisco lo cual se expresa en el índice de Shannon (patrón de valores de riqueza); sin embargo, en la comunidad intradisco hubo una mayor abundancia de especies. Asimismo, indicaron que las condiciones de perturbación o estrés fueron bajas (siendo susceptibles a las extracciones), debido a un buen manejo de los diversos servicios de ecosistemas, por lo que se considera que es más importante la forma en que se cosecha que la cantidad cosechada.

Carbajal,(2013). “Estructura y composición de la comunidad de invertebrados Macrobentónicos asociados a praderas de algas pardas Laminariales frente a la costa del Perú”. Este estudio tuvo como objetivo analizar la estructura y composición de la comunidad de invertebrados macrobentónicos asociados a praderas de macroalgas pardas *Eisenia cokeri*, *Lessonia trabeculata* y *Macrocystis pyrifera*, frente a la costa del Perú. Los muestreos fueron realizados en las localidades de Casma, Ilo e Isla San Lorenzo (Callao), entre los años 2009 y 2010. Se colectaron muestras de dos hábitats: discos de fijación de macroalgas adultas y espacios interdiscos. Se muestra un registro de 108 especies en la pradera de *E. cokeri*, 113 en la pradera de *L. trabeculata*, y 102 en la pradera de *M. pyrifera*. Nos indican diferencias múltiples en las comunidades de las tres praderas que se estudiaron asociados a los discos de fijación y espacios interdiscos, excepto en la pradera de *L. trabeculata*. Concluyen que los discos de fijación de macroalgas adultas presentan en su hábitat una mayor riqueza y abundancia de taxa que el de los espacios interdiscos. Esto se debe a una compleja estructuración del hábitat de los ecosistemas bentónicos

Vera, (2012). “*Efecto de la extracción del alga Lessonia trabeculata, Villouta & Santelices (1986), sobre el macrobentos en Marcona, Perú*”. Plantea como objetivo general determinar el efecto de la extracción del alga *L. trabeculata* sobre la riqueza y abundancia del macrobentos asociado al alga en la zona costera de San Juan de Marcona. Llegando a la conclusión que permite apoyar los criterios vertidos por otros investigadores acerca de la importancia ecológica fundamental que cumplen estos ecosistemas para las comunidades con las que se relacionan fuertemente. La diversidad intradisco determinada con el índice de Shannon no mostró diferencias significativas entre las subestaciones y se puede manifestar que existe una buena diversidad en las muestras analizadas debido a que el 89% de éstas presentan valores

superiores a los 2 bits/ind, mientras que interdisco la diversidad se establece entre 1,29 bits/ind a 1,87 bits/ind.

Gamarra, Carbajal, & Prieto, (2010). “*Biodiversidad del Megabentos del Submareal Somero de Isla San Lorenzo e Islote Cabinzas, Callao - Perú*”. Se plantea la problemática considerando la carencia de inventarios en biodiversidad marina a lo largo del litoral y la necesidad de información para comprender la funcionalidad del ecosistema y proponer medidas para su conservación y uso sostenible, este trabajo tiene como objetivo caracterizar la biodiversidad del megabentos del submareal somero en Isla San Lorenzo (ISL) e Islote Cabinzas (IC), en relación al tipo de hábitat y gradiente batimétrico a fin de identificar objetos de conservación en base a especies y/o ecosistemas que puedan ser empleados para la determinación de áreas prioritarias de conservación. En los resultados dan a conocer la diversidad que albergan las macroalgas durante las prospecciones realizadas, registrando la especie *Macrocystis pyrifera* al suroeste de Isla San Lorenzo, distribuida entre los 3 y 8 m de profundidad, sobre sustrato rocoso mixto (bloques, guijarro y canto rodado). Además, mencionan que esta población sería importante debido a que representaría el límite norte de la distribución de esta especie en el Pacífico Suroriental. Asimismo, estudios realizados por el IMARPE, demostraron que *M. pyrifera* alberga en sus rizoides ~100 taxa.

Romero, Paredes, & Chavez, (1988). “*Estructura de la macrofauna asociada a los rizoides de Lessonia sp. (Laminariales, Phaeophyta)*”. En el trabajo plantean la problemática sobre la escasez de estudios realizados en fondos duros, por ello determinaron como objetivo principal realizar un estudio sobre la estructura y caracterización de la macrofauna asociada a los rizoides de *Lessonia* sp. En Bahía Independencia. Posteriormente, determinaron que los parámetros de abundancia, biomasa y número de especies por rizoide estuvieron relacionados significativamente con el tamaño del rizoide, además, que la alta diversidad no estuvo relacionado significativamente con el tamaño del rizoide. Las especies de mayor dominancia numérica fueron *Crepipatella dilatata* y *Ophiactis kröyeri*. El grupo de sedentarias eran dominantes, demostrando afinidad de la macrofauna con el sustrato duro.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Clasificación Taxonómica

Lessonia trabeculata Villouta & Santelices 1986

Phylum Ochrophyta

Clase Phaeophyceae

Orden Laminariales

Familia Lessoniaceae

Genero *Lessonia*

Especie *Lessonia trabeculata*

Macrocystis pyrifera (Linnaeus) C. Agardh 1820

Phylum Ochrophyta

Clase Phaeophyceae

Orden Laminariales

Familia Lessoniaceae

Genero *Macrocystis*

Especie *Macrocystis pyrifera*

2.2.2 Morfología Externa.

Lessonia trabeculata (Villouta & Santelices, 1986)

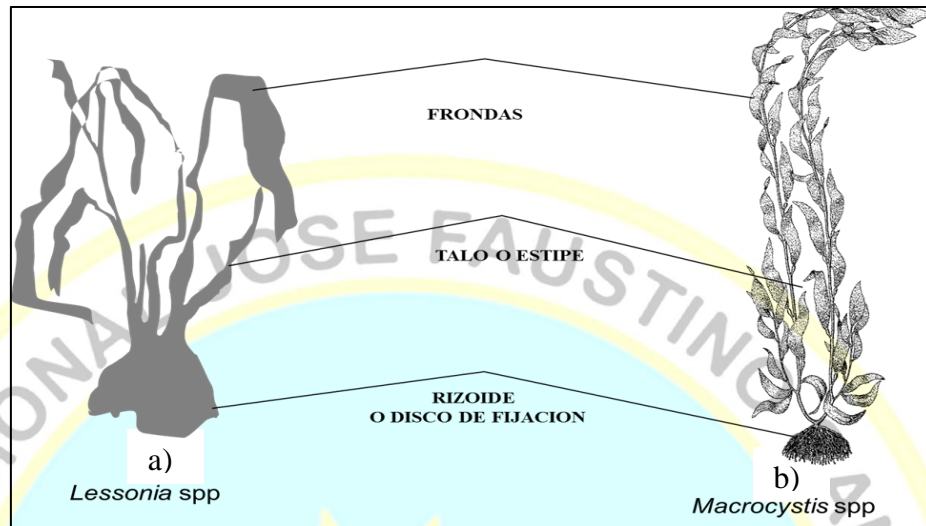
Las plantas son grandes, verticales, con forma de arbusto o de árbol, de inclusive 3 m de altura, unidas al sustrato por un disco masivo formado por hapterios adjuntos y que alcanza incluso 20 cm de alto. Desde el disco se origina un número variable de estipes, generalmente 2-30; y aún más raramente de hasta 50. Los estipes son rígidos, fuertes, ligeramente aplanados, divididos subdicotómicamente en las porciones medias. Estos se dividen repetidamente y se aplanan, originando las láminas en las porciones más apicales (Santelices B. , 1989) (Figura 01a).

Las hojas son lanceoladas y horizontales, presentando márgenes dentados o enteros. Las hojas en división pueden alcanzar hasta unos 13 cm de ancho. Esta especie muestra bastante variabilidad morfológica. Las plantas jóvenes (de menos de 50 cm) generalmente presentan los hapterios no acoplados, los estipes pequeños y aplanados, muchas frondas anchas y con márgenes claramente dentados. A medida que la planta envejece se produce una disminución en el número de hapterios de los discos y en el número de estipes y ramas; la apariencia del disco cambia debido a la fusión de hapterios y a su pérdida por pastoreo. Simultáneamente, los estipes y las frondas se alargan, pero el pastoreo también reduce el número y la longitud de estipes y hojas. Así, las plantas adultas generalmente muestran sólo unos pocos estipes largos y estos tienen divisiones tan solo en el extremo apical (Santelices B. , 1989)

Macrocystis pyrifera (Linnaeus C. Agardh 1820)

Presenta una coloración amarillo pálido a café y puede llegar a medir hasta 30 m de longitud. Su estructura morfológica se compone de un disco de fijación o rizoide masivo, que alcanza hasta 40 cm de diámetro y 35 cm de altura (Plana, Mansilla, Palacios, & Navarro, 2007); estípites largos, cilíndricos, flexibles y de ramificación dicotómica; y frondas o láminas que surgen de los estípites. Las láminas son lanceoladas y rugosas con márgenes dentados y aquellas cercanas a la base no presentan neumatóforos, estructuras globosas llenas de aire que proporcionan flotabilidad a la plana. (Acleto C. , 1986). Las últimas láminas de cada ramificación son anchas y poseen el meristemo apical que por escisión da origen a una nueva lámina (Figura 01b).

“Tienen un ciclo de vida con alternancia de generaciones heteromórficas, siendo el esporofito la planta macroscópica y los gametofitos masculino y femenino microscópicos” (Acleto & Zuñiga, 1998).



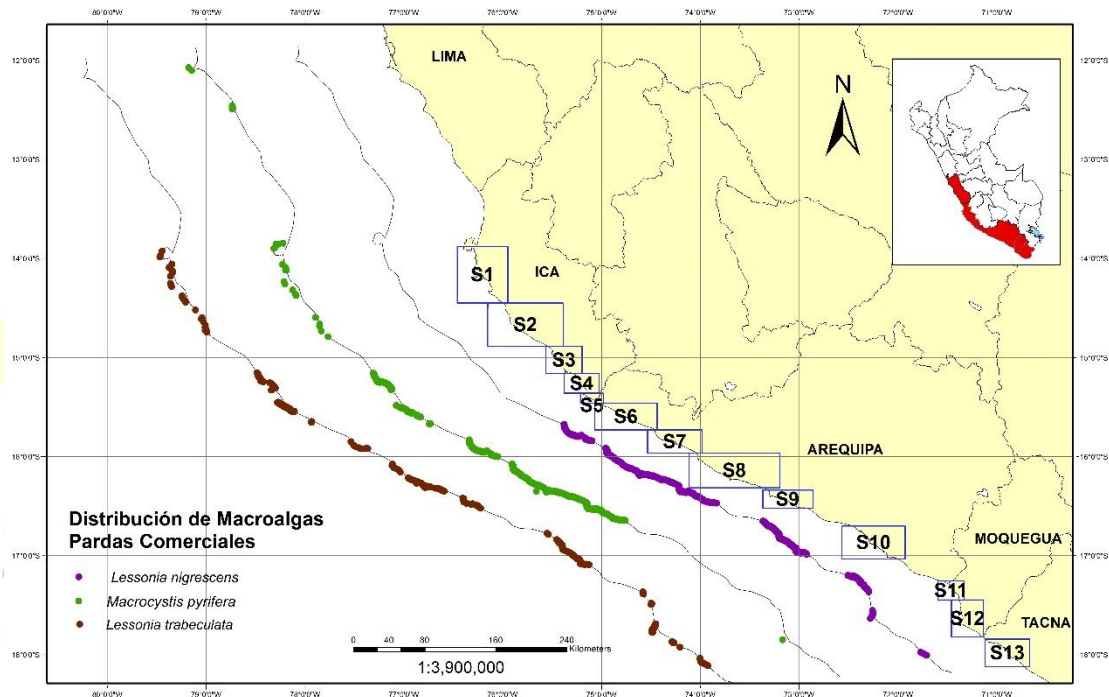
Fuente: IMARPE

Figura 1: Estructura básica de las Macroalgas pardas en el sur del Perú a) *Lessonia* spp b) *Macrocystis* spp.

2.2.3 Distribución Geográfica

Lessonia trabeculata en Chile ha sido encontrada desde Puerto Montt hasta el norte de Iquique (Hoffmann & Santelices, 1997). Las macroalgas en el Perú se encuentra con mayor frecuencia en las regiones de Tacna, Ica, Arequipa y Moquegua (Vásquez J. , 2009) (Figura 02).

Macrocystis pyrifera presenta una distribución bipolar. Habita las costas del Pacífico de América del Norte (México, norte de Baja California y Alaska) y del Sur (desde Lima hasta Cabo de Hornos) (Acleto C. , 1986) (Alveal, 1995); Sur de África, Australia, Nueva Zelanda, Noruega, Escocia, Japón y Corea. En el Perú, los mayores registros se encuentran en la zona centro y sur de nuestro litoral (Acleto C. , 1986) (Figura 02).



Fuente: IMARPE

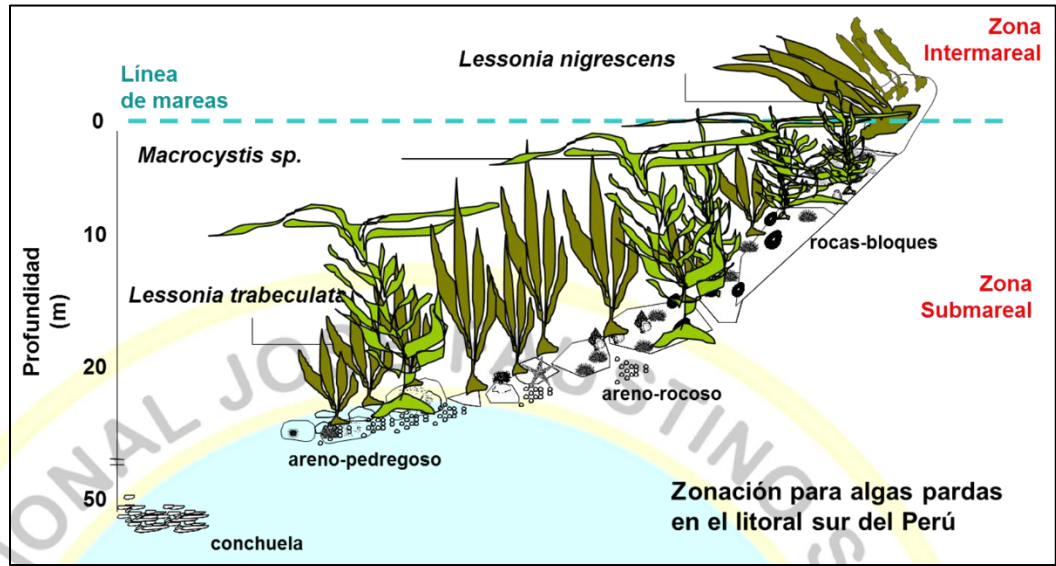
Figura 2: Distribución de Macroalgas pardas comerciales en el sur del Perú

2.2.4 Distribución Batimétrica.

Lessonia trabeculata se distribuye en ambientes submareales rocosos expuestos y semiexpuestos hasta los 30 m de profundidad, formando cinturones continuos interrumpidos sólo por la presencia de fondos blandos (Vásquez & Vega, 2004) (Figura 03).

Macrocystis pyrifera habitan generalmente en aguas calmadas y frías con temperaturas igual o menores a 15°C; y estas viven fijadas a fondos rocosos que va a estar entre 6 a 20 m de profundidad, llegando a colonizar grandes extensiones de

sustrato formando densos bosques submareales (Zertuche-González, Pacheco-Ruíz, & González-González, 1995) (Figura 03).



Fuente: Instituto del Mar del Perú (IMARPE, 2012)

Figura 3.- Distribución Vertical de Macroalgas pardas en el litoral sur del Perú.

2.2.5 Aspectos Ecológicos.

Las macroalgas pardas poseen reconocida importancia en los ecosistemas bentónicos, estos son conocidos por su labor estructuradora de entornos de comunidades, sirven como refugio y alimento para otras especies. También es un hábitat exclusivo de algunas especies de invertebrados, igual que para áreas de desove, medios para el desarrollo de establecimientos larvas de diversas especies, zona para sectores jóvenes de crianza y por último como zona de refugio contra los predadores, corrientes de fondo y las fuertes olas. (Plana, Mansilla, Palacios, & Navarro, 2007). Asimismo, presentan un rol importante como productores primarios, estos también ayudan al aumento de las tasas de sedimentación, el cual favorecen a que grandes cantidades de carbono se han fijados en el ecosistema

Estas comunidades asociadas a los discos de algas pardas son parecidas a las explicadas para otros hábitats de las regiones templadas, presentando algunas diferencias en la organización comunitaria. Este disco al aumentar de tamaño se va a ir colonizando con numerosas especies de invertebrados y peces (Hoffmann & Santelices, 1997)

Por otra parte, cabe mencionar que las praderas del recurso *Macrocystis* sp., son altamente sensibles a los cambios de temperatura superficial del mar, constituyendo especies que muestran altas mortalidades durante el fenómeno El Niño (SubPesca, 2010).

2.2.6 Importancia Económica

Las algas en la vida del hombre son fundamentales, tal es así como es el caso de la comida, fármacos, ropa o pintura. Entre ellos tenemos los ficoloides o hidrocoloides polisacáridos como los alginatos, el agar, laminarina, fucoidina, galactanos, y la carragenina.

Las algas pardas donde se obtienen los polisacáridos, tienen un rol importante en la salud, se usan en emulsionar de los fármacos y complementos vitamínicos. Además de ello por su composición son empleados en la industria alimenticia. (Zertuche-González, Pacheco-Ruíz, & González-González, 1995).

2.2.7 La pesca de algas pardas en Perú

La pesca de algas pardas donde tienen praderas intermareales y submareales densas de gran tamaño de longitud en el Perú se compone de 3 especies: *Macrocystis pyrifera* “Sargazo”, *Lessonia trabeculata* y *Lessonia berteroana* (*L. nigrescens*) “Aracantos”. Se conocen 2 maneras de recaudación: la primera pasiva, donde se extrae de la zona intermareal el alga varada por movimiento de las olas y corrientes marinas costeras (principalmente *Macrocystis integrifolia*), la segunda activa (cosecha) donde se usa espátulas para sacar plantas de comunidad intermareales de *Lessonia nigrescens*, y barcos artesanales con equipos para desempeñar buceo semiautónomo para la recolecta de *Lessonia trabeculata* (Vásquez J. , 2009).

2.2.8 Bentos marino

El bentos marino lo conforman seres del mar que están juntos y al fondo del al sustrato, ya sea enterrados o sobre él. (Carrasco, 2004). Los que se encuentran por lo

general están en arena, forma parte de la infauna y los otros que se encuentran sobre el sustrato conforman la epifauna (Carrasco, 2004).

De acuerdo al hábitat los organismos pueden clasificarse en hiperbentos, epibentos y endobentos. Asimismo, también pueden ser clasificados en relación al tamaño: macrobentos ($> 500 \mu\text{m} = 0,5 \text{ mm}$), meiobentos ($< 500 \mu\text{m}$ y $> 63 \mu\text{m}$) y microbentos ($< 63 \mu\text{m} = < 0,063 \text{ mm}$) (Pech & Ardisson, 2010).

2.2.9 Biodiversidad marina

La biodiversidad abarca toda la variedad de formas de vida existentes sobre la biosfera, como ecosistemas terrestres, ecosistemas acuáticos, y complejos ecológicos. (CDB, 1992).

La Corriente de Humboldt es el principal sistema de floramiento de la tierra, con moderada a extrema productividad primaria y pesquerías altamente productivas. Este sistema se caracteriza por las frías aguas que fluyen hacia el ecuador, con el transporte y afloramiento costero del subsuelo frío y agua rica en nutrientes (Miloslavich, y otros, 2011).

La biodiversidad marina en la Corriente de Humboldt entre Chile y Perú indica tres zonas de alta de la riqueza a) la costa norte del Perú entre 5° y 8°S , con 501 especies, 270 géneros y 193 familias en el punto de máxima diversidad; b) la zona norte de la Costa Chilena entre 22° y 24°S , con 431 especies, 273 géneros, y 159 familias en el punto de máxima diversidad; y c) la costa sur de Chile entre 52° y 56°S , con 522 especies, 324 géneros y 188 familias en el punto de máxima diversidad (Miloslavich, y otros, 2011).

2.2.10 Praderas de macroalgas pardas

Las macroalgas pardas, se distribuyen en ambientes intermareales y submareales, en toda extensión del sur y centro del Perú (Santelices, 1980; Acleto, 1980; (Ramirez & Santelices, 1991); Fernández et al, 1999). Las praderas de *Lessonia trabeculata* se establecen sobre sustrato rocoso, en ambientes submareales,

que van desde semiprotegidos a expuestos (Villouta & Santelices, 1984) Vega et al, 2005).

La estructura de sus praderas es simples y están representados por una sola especie (Vásquez J. , 1992) Vega et al, 2005), los individuos pueden estar densamente agrupados o dispersos (Villouta & Santelices, 1984). La extensión de sus praderas (que recorren la línea de costa), puede ser de varios kilómetros, cuando hay sustrato apropiado (Villouta & Santelices, 1984);(Zavala, y otros, 2012).

Una mayor disponibilidad de sustrato rocoso en la región Ica, la misma que conforma un entramado de callejones y roqueríos, estaría incrementando la superficie de adhesión para *Lessonia trabeculata*, permitiendo una mayor densidad poblacional, individuos de menor talla y menor biomasa media.

2.2.11 Bases legales

DECRETO SUPREMO N° 019-2009-PRODUCE; reglamento pesquero de las macroalgas marinas.

2.3 Definición de términos básicos

Algas pardas: Algas marinas que habitan la zona intermareal y submareal somera. Tienen como pigmento dominante la xantofila. Es una fuente de alginatos.

Ambiente: es el conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados.

Área Marina Protegida: Se refiere a un área definida dentro o adyacente al ambiente marino, junto con sus aguas que lo cubren, su flora, su fauna y sus características culturales, las cuales han sido designadas como reservas por ley u otro medio efectivo

Bentos marino: Los organismos marinos que viven asociados al sustrato de fondo, ya sea enterrados, sobre él, o que se desplazan o habitan en sus inmediaciones, se dice que conforman el bentos marino.

Biodiversidad: La diversidad biológica o biodiversidad es la variabilidad de organismos vivos de todas las clases, incluida la diversidad dentro de las especies, entre las especies y de los ecosistemas.

Captura: La extracción de ejemplares vivos de fauna silvestre del hábitat en que se encuentran.

Colecta: La extracción de ejemplares, partes o derivados de vida silvestre del hábitat en que se encuentran.

Conservación: La protección, cuidado, manejo y mantenimiento de los ecosistemas, los hábitats, las especies y las poblaciones de la vida silvestre, dentro o fuera de sus entornos naturales, de manera que se salvaguarden las condiciones naturales para su permanencia a largo plazo.

Ecosistema: Conjunto formado por los seres vivos (biocenosis o comunidad), el ámbito territorial en el que viven (biotopo) y las relaciones que se establecen tanto bióticas (influenciada en la misma especie o diferentes) y abióticas (como la luminosidad, la temperatura, la humedad).

Especie: El conjunto de especies o comunidades donde se reproducen y crean descendencia, pero no pueden reproducirse con especies de comunidades pertenecientes a otras.

Hábitat: Es el espacio que reúne las condiciones y características físicas, biológicas de una especie para su supervivencia y reproducción.

Macroalga: Alga multicelular que se encuentra en las paraderas o bosques, que se adhiere al sustrato, realizando fotosíntesis.

Muestreo: El levantamiento sistemático de datos indicadores de las características generales, la magnitud, la estructura y las tendencias de una población o de su hábitat, con el fin de diagnosticar su estado actual y proyectar los escenarios que podría enfrentar en el futuro.

Población: El conjunto de especies silvestre que ocupan el mismo hábitat.

Praderas y bosques de macroalgas: Zonas de amplias cubiertas de macroalgas que forman un hábitat de peces e invertebrados, que tienen una función principal en el ecosistema.

Riqueza de especies: Cantidad de seres diferentes que habitan en una colectividad particular.

Taxón: Comunidad de especies emparentados, que se agrupan, asignándole una clase de nombre en latín. Cada descripción formal de un taxón es asociada al nombre del autor o autores que la realizan, los cuales se hacen figurar detrás del nombre. En latín el plural de taxón es taxa, y es como suele usarse en inglés, pero en español el plural adecuado es «taxones». La disciplina que define a los taxones se llama taxonomía.

Zona intermareal: Zona del litoral sometida a la acción de las olas y de las mareas y limitadas por las líneas de pleamar y bajamar máximas.

Zona submareal: Es la más alejada de la costa y siempre está cubierta por el mar, su límite coincide con el nivel de la marea baja.

2.4 Hipótesis de investigación

2.4.1 Hipótesis general

Las praderas de macroalgas influyen en la composición de la biodiversidad marina megabentónica en San Juan de Marcona.

2.4.2 Hipótesis específicas

La densidad de las praderas de macroalgas pardas influyen en la composición de la biodiversidad marina megabentónica en San Juan de Marcona.

La presencia de juveniles en las praderas de macroalgas pardas influyen en la composición de la biodiversidad marina megabentónica.

2.5 Operacionalización de las variables



VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	SUBINDICADORES	INSTRUMENTOS
<p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>Las praderas de macroalgas pardas</p>	<p>Áreas de extensa cobertura de macroalgas que constituyen hábitat para juveniles y adultos de organismos.</p>	<p>Tamaño de la Población</p> <p>Situación de la Población</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Densidad ▪ Presencia de juveniles 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Baja ▪ Media ▪ Alta ▪ Juvenil ▪ Adulto 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Toma de datos en campo mediante buceo y cuadratas. ▪ Registro de datos en campo mediante buceo y cuadratas.
<p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>Biodiversidad marina megabentónica</p>	<p>Es la variedad de especies que se presenta en una dimensión espacio-temporal definida.</p>	<p>Número de Especies</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Riqueza de especies ▪ Abundancia ▪ Composición específica 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Número de especies ▪ Individuos por m² ▪ Presencia/ Ausencia 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Análisis de muestras en laboratorio y procesamiento estadístico de datos

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

El estudio fue de enfoque cuantitativo y se utilizó datos disponibles que sirvieron de análisis para probar la hipótesis planteada.

Por otro lado, el tipo de investigación fue básica, de diseño no experimental, retrospectivo y de corte longitudinal ya que se examinaron datos existentes en el litoral de San Juan de Marcona del año 2014 al 2015.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

La población de la investigación fue cerrada y correspondió a la pradera de macroalgas pardas ubicada en la zona submareal somera del Distrito de Marcona, en profundidades desde 5 a 15 metros.

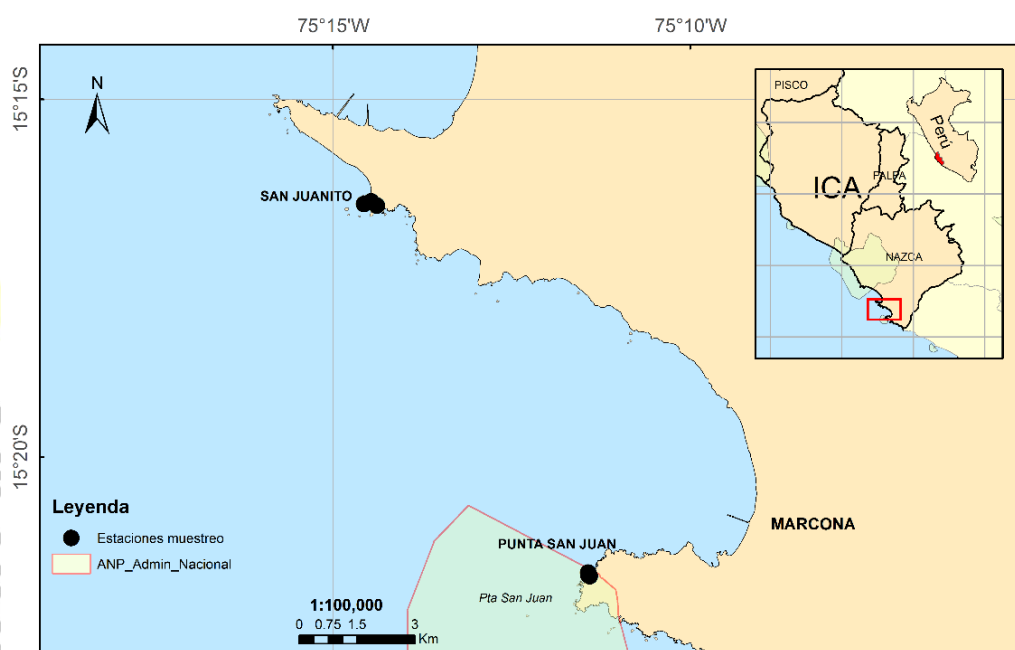
3.2.2 Muestra

Se realizó muestreos trimestrales en cada estación seleccionada durante los años 2014 y 2015.

3.3 Técnicas de recolección de datos

Los datos se realizaron mediante buceo semiautónomo en las zonas de muestreo seleccionadas, determinando la densidad de las praderas de macroalgas y la presencia de plantas juveniles y adultas.

Para el proyecto se estableció realizar un muestreo estratificado sistemático, comprendiendo 02 zonas: Punta San Juan que es una zona reservada protegida en la cual no se realizan actividades de pesca y San Juanito, una zona de pesca importante para la extracción de mariscos, en cada una de ellas, localizan 03 zonas con 03 estaciones (réplicas), divididos en espacios de profundidad de: 0-5 m, 5-10 m / 10-15 m., realizando muestreos no destructivos (Figura 4).



Fuente: Elaboración propia

Figura 4: Área de estudio y estaciones de muestreo en San Juan de Marcona.

La comunidad de macroinvertebrados de las praderas Macroalgas pardas, ejecutó mediante buceo científico realizando descripciones in situ. Determinar las especies en terreno se tomaron muestras de algunos ejemplares, siguiendo los protocolos de colecta y fijación para ser llevados al laboratorio.

Se utilizó una bibliografía (Alamo & Valdivieso, 1997), (Barnard, 1954) Barnes (1982), Chirichigno (1970), (Fauchald, 1977), y (Hobson & Banse, 1981) para el análisis taxonómico. Una vez registrados los resultados se realizó una evaluación crítica y detallada consistente en verificar la validez y confiabilidad de los datos, procediendo a la depuración para identificar errores y omisiones para tener óptimos resultados.

3.3.1 Descripción de los instrumentos

Los instrumentos empleados durante, obtención de datos fueron: Sistema de Posicionamiento Global (GPS), bitácora de campo, equipo semiautónomo de buceo, cuadrantes metálicos de 1m x 1m, cuadrantes de 50 x 50 cm, cintas métricas, libretas subacuáticas, cámara subacuática, instrumentos de laboratorio.

3.4 Técnicas para el procesamiento de la información

Estandarizar el proceso de la información, los datos de biodiversidad correspondientes al periodo 2014 – 2015, se digitalizaron y ordenaron en hojas de cálculo de Microsoft EXCEL 2013, teniendo una matriz con una base de datos que contiene las coordenadas geográficas en el Sistema WGS'84 (Longitud, Latitud), nombre del lugar, estación y profundidad de cada una de las zonas que fueron muestreadas; asimismo las especies encontradas, densidades y la riqueza de especies por estación y muestreo.

Para el análisis de los datos se consideró:

Riqueza específica (S): Representado como el total de especies en las muestras (Clarke & Warwick, 2001).

Abundancia especies (N): Representado como el número total de individuos por especies en las muestras.

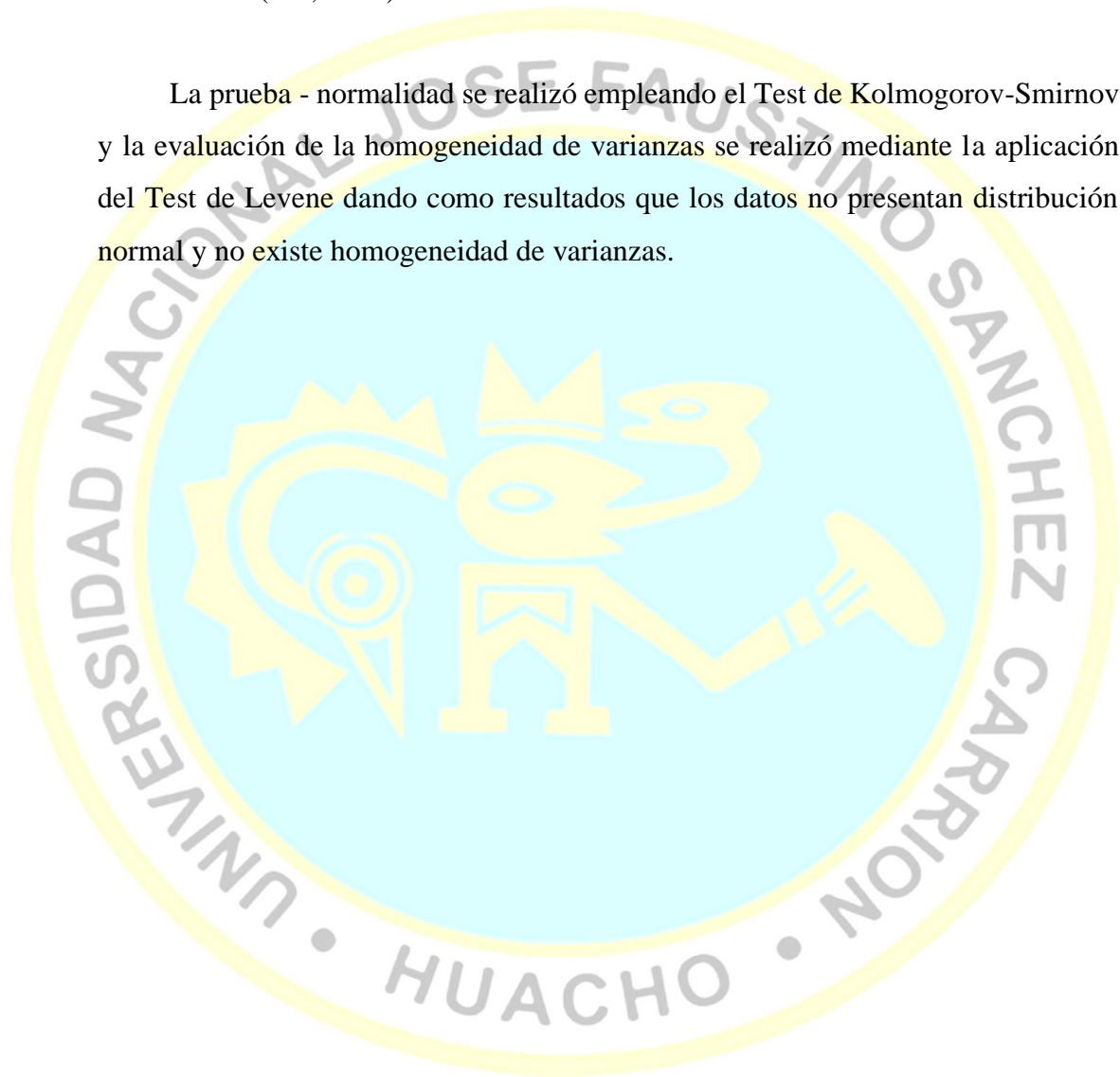
La determinación de los taxa que presentaron mayor contribución a la similaridad en las zonas de muestreos se realizaron con procedimiento de Similaridad de Porcentajes (SIMPER) usando las abundancias de las taxa previamente modificadas a la raíz cuadrada.

Los análisis univariados se efectuaron en el software SPSS 24, los análisis multivariados SIMPER con el software Primer 6 +PERMANOVA.

3.4.1 Prueba de hipótesis

Para contrastar la hipótesis nula de que las praderas de macroalgas pardas no influyen en la composición de la biodiversidad marina megabentónica en San Juan de Marcona se realizaron análisis estadísticos bajo la prueba estadística no paramétrica de Kruskal-Wallis, donde compara 2 muestras, con diferente distribución. (Zar, 1984).

La prueba - normalidad se realizó empleando el Test de Kolmogorov-Smirnov y la evaluación de la homogeneidad de varianzas se realizó mediante la aplicación del Test de Levene dando como resultados que los datos no presentan distribución normal y no existe homogeneidad de varianzas.



CAPÍTULO IV

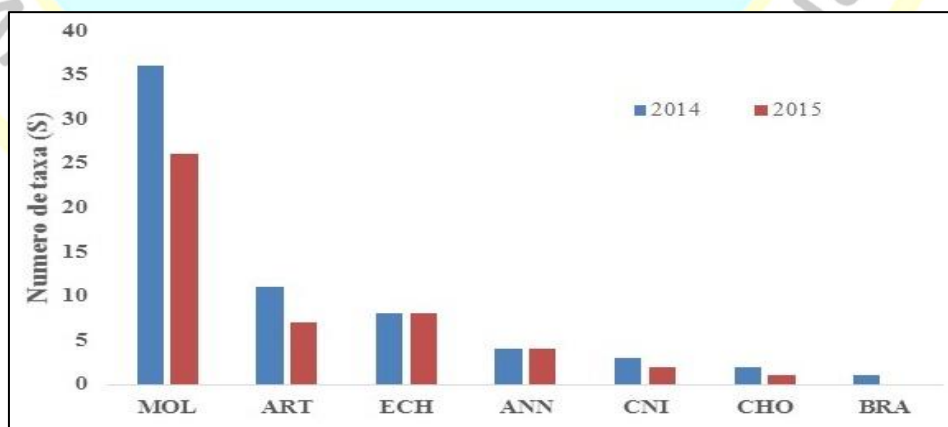
RESULTADOS

4.1 Análisis de resultados

Los resultados del estudio, sobre la base de los objetivos y las variables de estudio. Luego de haber recolectado los datos, estos fueron procesados y presentados en tablas estadísticas y gráficos, con el objetivo de dar coherencia a la interpretación de los mismos.

4.1.1 Comunidad megabentónica asociada a las praderas de macroalgas pardas

La riqueza de especies asociado a las praderas de macroalgas pardas para el año 2014 conformada en 65 taxa que pertenecen a 07 phyla: Mollusca (36), Arthropoda (11), Echinodermata (08), Annelida (04), Cnidaria (03), Chordata (02) y Brachiopoda (01). En tanto para el año 2015 la riqueza de especies conformada 48 taxa constituidas en 06 phyla: Mollusca (26), Echinodermata (08), Arthropoda (07), Annelida (04), Cnidaria (02) y Chordata (01) (Figura 5).



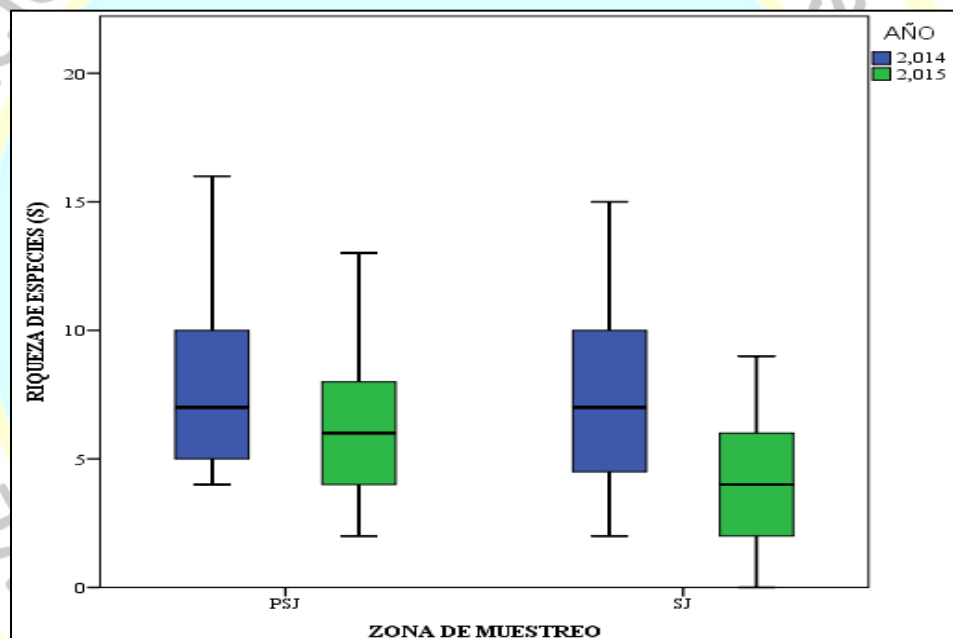
Fuente: Elaboración propia

Figura 5: Número de taxa por phylum de las comunidades megabentónicas asociadas a las praderas de macroalgas pardas.

Representan los phyla: MOL = Mollusca, ART= Arthropoda, ECH = Echinodermata, ANN = Annelida, CNI = Cnidaria, CHO = Chordata, BRA = Brachiopoda.

Los taxa coloniales del phylum Porífera y del phylum Chordata se incluyen en los análisis de composición por taxa. Estos phylum debido a su condición de organismos coloniales no fueron considerados en los análisis de abundancia.

Mediante el análisis por zona de muestreo se puede visualizar que la riqueza de especies en Punta San Juan (PSJ) en el año 2014 fue ligeramente mayor que en el 2015, al igual que para San Juanito (SJ) donde se observó un comportamiento similar mayor número de especies en el 2014 y disminución en el 2015 (Figura 6).

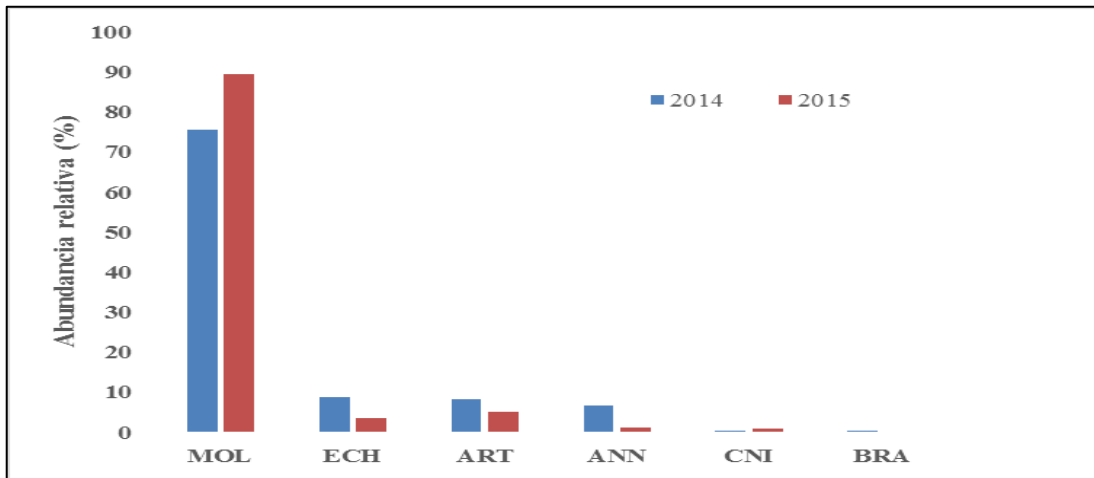


Fuente: Elaboración propia

Figura 6: Variación de la riqueza de especies por zonas de muestreo en San Juan de Marcona.

Los phyla dominantes abundan en los años 2014 y 2015 fueron Mollusca, seguido por los Arthropoda, Echinodermata y Annelida; los phyla Cnidaria y Brachiopoda representaron en conjunto abundancias relativas menores al 1 %. Se evidencio un aumento en la contribución y abundancia del phylum Mollusca que fue mayor en 2015. Los phylum Echinodermata, Arthropoda, Annelida y Cnidaria

aportaron el aumento casi paralela en el tiempo del muestreo, donde se obtiene un aumento en el primer año de estudio (Figura 7).



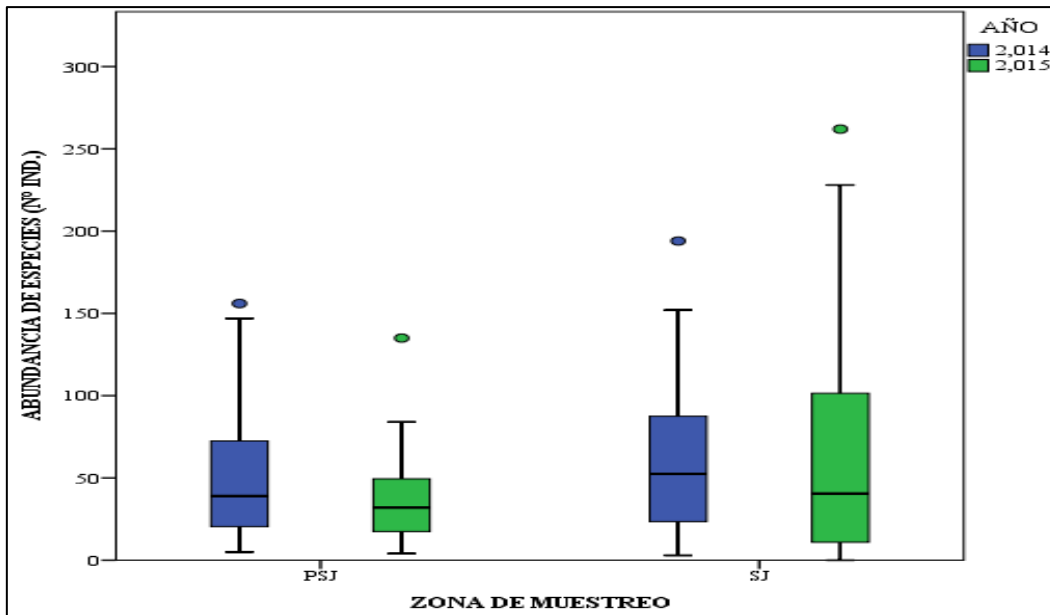
Fuente: Elaboración propia

Figura 7: Abundancia relativa por phylum de las comunidades megabentónicas asociadas a las praderas de macroalgas pardas

Las letras representan los phyla: MOL = Mollusca, ART= Arthropoda, ECH = Echinodermata, ANN = Annelida, CNI = Cnidaria, BRA = Brachiopoda.

Como se puede observar el mayor aporte a la abundancia para el año 2014, estuvieron conformados por especies del phylum Mollusca *Tegula luctuosa*, *Crassilabrum crassilabrum* y *Alia unifasciata* cuyo rango de contribución en conjunto fue de 50.46 %. De manera similar para el 2015 el mayor aporte a la abundancia estuvo conformado por los gasterópodos *Tegula luctuosa* y *Tegula tridentata* contribuyendo en conjunto con el 66.55%.

En la figura 8 se muestra las variaciones de la abundancia de especies por zonas de muestreo determinándose en Punta San Juan (PSJ) una disminución para el 2015 en relación al año 2014, mientras que en San Juanito (SJ) ocurrió lo contrario visualizándose para el 2015 un incremento de la abundancia de especies en relación al año 2014.



Fuente: Elaboración propia

Figura 8: Variación de la abundancia de especies por zonas de muestreo en San Juan de Marcona.

4.1.2. Análisis de Similitud de porcentajes (SIMPER)

En las praderas de macroalgas pardas los taxa con mayores contribuciones a la similitud entre las comunidades megabentónicas a lo largo de todo el periodo de estudio en Punta San Juan (PSJ) fueron *Tegula luctuosa*, *Tegula tridentata*, *Crassilabrum crassilabrum*, *Patiria chilensis*, *Nassarius gayi*, *Paguridae* y *Priene rude* quienes en conjunto contribuyeron al 40.85 % de la similitud (Tabla 1).

En tanto para San Juanito durante el periodo estudiado, el análisis SIMPER reveló que los taxa *Tegula luctuosa*, *Rhynchocinetes typus*, *Chiton cumingsii*, *Tegula tridentata*, *Crassilabrum crassilabrum*, *Patiria chilensis* y *Nassarius gayi* explicaron el 40.95 % de la similitud (Tabla 2).

Tabla 1: Resumen del análisis de similitud (SIMPER) de la abundancia de los taxa.

Taxa	A.M.	C (%)	Ac. (%)
<i>Tegula luctuosa</i>	4.56	8	8
<i>Tegula tridentata</i>	4.06	7.23	15.23
<i>Crassilabrum crassilabrum</i>	3.34	6.15	21.38
<i>Patiria chilensis</i>	2.76	5.09	26.46
<i>Nassarius gayi</i>	2.82	4.87	31.34
Paguridae	2.33	4.76	36.09
<i>Priene rude</i>	2.68	4.76	40.85
<i>Priene scabrum</i>	2.81	4.63	45.48
Sabellidae	3.02	4.58	50.06
<i>Leukoma thaca</i>	2.22	4.39	54.45
<i>Stichaster striatus</i>	2.03	4.03	58.48
<i>Pyura chilensis</i>	1.79	3.45	61.93
<i>Anthothoe chilensis</i>	1.88	3.06	64.99
<i>Alia unifasciata</i>	1.97	2.7	67.69
<i>Semele corrugata</i>	1.37	2.7	70.38
<i>Tegula euryomphala</i>	1.95	2.7	73.08
Annelidae	1.69	2.44	75.52
<i>Petrolisthes desmarestii</i>	1.61	2.44	77.96
<i>Rhynchocinetes typus</i>	1.48	2.44	80.39
<i>Romaleon polyodon</i>	1.3	2.44	82.83
<i>Tetrapyrgus niger</i>	1.19	2.44	85.27
<i>Fissurella sp</i>	1.25	2.44	87.7
<i>Actinia sp</i>	1	2.05	89.75
<i>Chiton cumingsii</i>	1.09	2.05	91.8
<i>Hiatella solida</i>	1.21	2.05	93.85
<i>Tegula atra</i>	1.76	2.05	95.9

Fuente: Elaboración propia

Muestran las especies con mayores similitudes en la comunidad megabentónica asociada a las praderas de macroalgas pardas en Punta San Juan. Se muestran los resultados hasta el 95% de similitud promedio. A.M. = abundancia media, C (%) = porcentaje de contribución a la similitud promedio, y Ac. (%) = porcentaje acumulado de las contribuciones a la similitud de los taxa.

Tabla 2: Resumen del análisis de similitud (SIMPER) de la abundancia de los taxa

Taxa	A.M.	C (%)	Ac. (%)
<i>Tegula luctuosa</i>	5.54	9.99	9.99
<i>Rhynchocinetes typus</i>	3.53	6.41	16.39
<i>Chiton cumingsii</i>	2.77	5.21	21.6
<i>Tegula tridentata</i>	3.6	5.13	26.73
<i>Crassilabrum crassilabrum</i>	3.26	5.05	31.78
<i>Patiria chilensis</i>	2.58	4.97	36.75
<i>Nassarius gayi</i>	2.7	4.2	40.95
<i>Tegula atra</i>	2.46	4.1	45.05
<i>Gari solida</i>	2.34	3.82	48.87
<i>Chiton sp</i>	1.92	3.68	52.55
<i>Semele corrugata</i>	1.86	3.61	56.16
<i>Heliaster helianthus</i>	1.85	3.36	59.52
<i>Leukoma thaca</i>	1.84	3.26	62.78
<i>Petrolisthes desmarestii</i>	1.68	3.15	65.93
<i>Thaisella chocolata</i>	1.69	3.04	68.97
Paguridae	2.01	2.9	71.87
Ophiurida	2.08	2.9	74.77
Annelidae	1.83	2.55	77.32
<i>Phragmatopoma virgini</i>	1.5	2.55	79.87
<i>Nassarius dentifer</i>	1.41	2.31	82.18
<i>Priene scabrum</i>	1.62	2.31	84.49
<i>Romaleon polyodon</i>	1.28	1.94	86.42
<i>Pyura chilensis</i>	1.09	1.94	88.36
<i>Actinia sp</i>	1.28	1.94	90.3
<i>Caenocentrotus gibbosus</i>	1	1.94	92.24
<i>Luidia magellanica</i>	1	1.94	94.18
<i>Stichaster striatus</i>	1.62	1.94	96.12

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar a las especies con mayor similitud en la comunidad megabentónica asociada a las praderas de macroalgas pardas en San Juanito. Se muestran los resultados hasta el 95% de similaridad promedio. A.M. = abundancia media, C (%) = porcentaje de contribución a la similaridad promedio, y Ac. (%) = porcentaje acumulado de las contribuciones a la similaridad de los taxa.

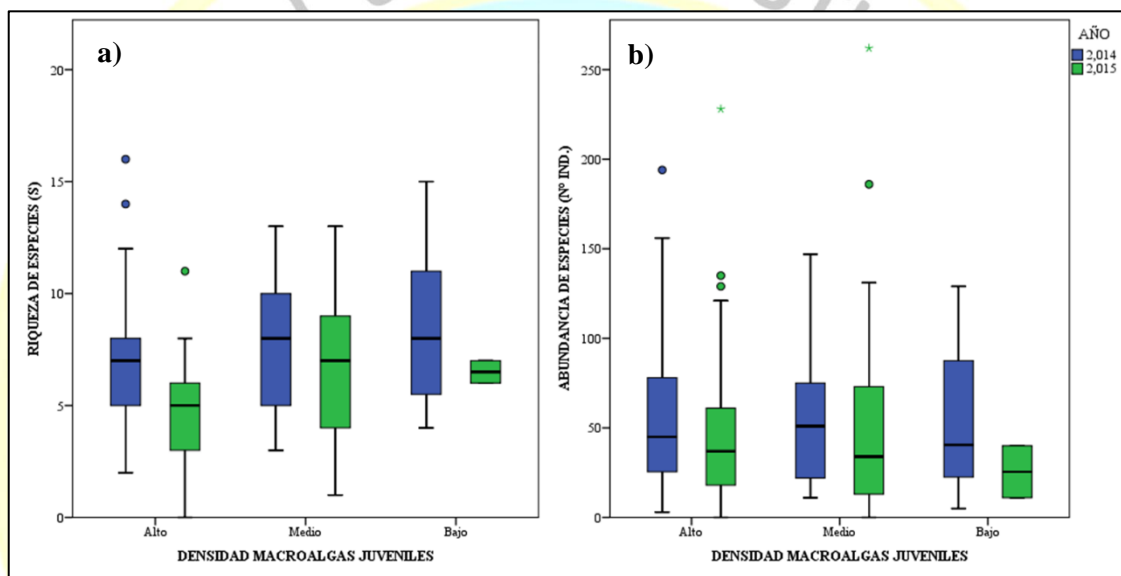
4.1.3. Densidad de Macroalgas pardas juveniles

Se determinó la densidad de macroalgas juveniles de acuerdo a los indicadores bajo, medio y alto cuando se encontraban de 0 a 3; 4 a 6 y más de 7 plantas respectivamente.

La figura 9 muestra que en el año 2014 cuando la densidad de macroalgas juveniles es baja la riqueza de especies es relativamente mayor que cuando la densidad es media y alta. En cambio, en el 2015 la riqueza de especies fue mayor

cuando la densidad de macroalgas juveniles fue media, es decir hubo presencia de 4 a 6 plantas por unidad de muestreo.

La abundancia de especies de acuerdo a la densidad de macroalgas juveniles durante el año 2014 fueron mayores que para el 2015. En el año 2014 las abundancias no mostraron variaciones significativas cuando la densidad de los juveniles fue alta, media o baja, mientras que para el 2015 mostró una tendencia diferente cuando las densidades de plantas juveniles fue baja la abundancia de especies también disminuyó mostrando una relación directamente proporcional (Figura 9).

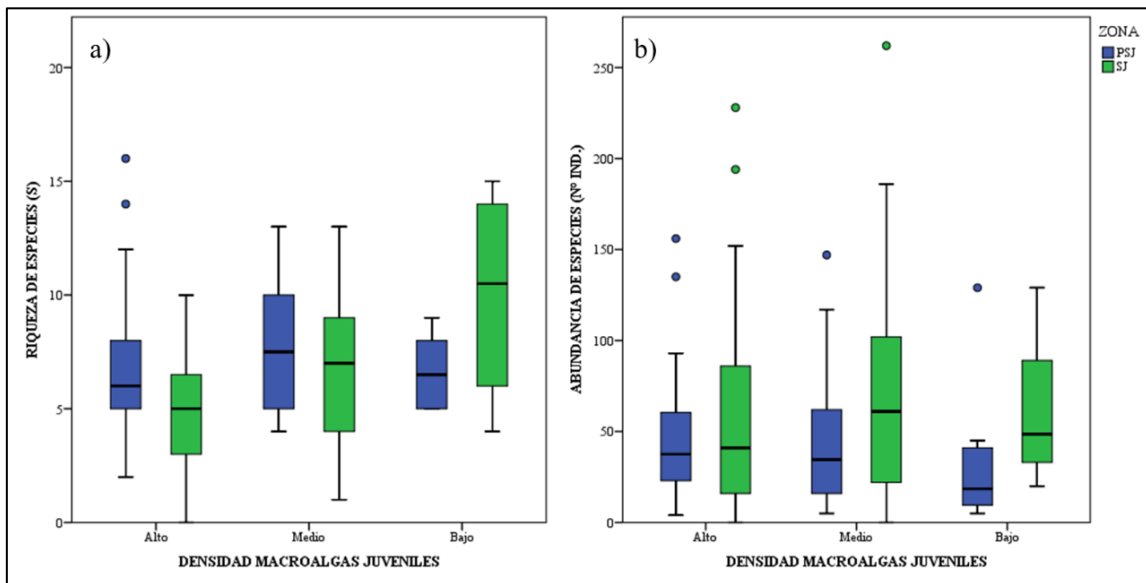


Fuente: Elaboración propia

Figura 9: Variación de la riqueza y abundancia de especies de acuerdo a la densidad de macroalgas juveniles por años en San Juan de Marcona.

Mediante el análisis por zonas de muestreo se determinó que en Punta San Juan (PSJ) la riqueza de especies fue mayor cuando la densidad de macroalgas juveniles tuvo una escala de medio, es decir la presencia de juveniles varió de 4 a 6 plantas y en San Juanito la riqueza de especies fue mayor cuando la densidad de juveniles indicaba un nivel de bajo, menor a 3 plantas (Figura 10).

En cuanto a la abundancia de especies por zonas de muestreo, en ambos lugares Punta San Juan (PSJ) y San Juanito (SJ) los valores fueron mayores cuando la densidad de macroalgas juveniles indicaban medio y los valores más bajos se registraron cuando la densidad era baja mostrando una relación directamente proporcional (Figura 10).



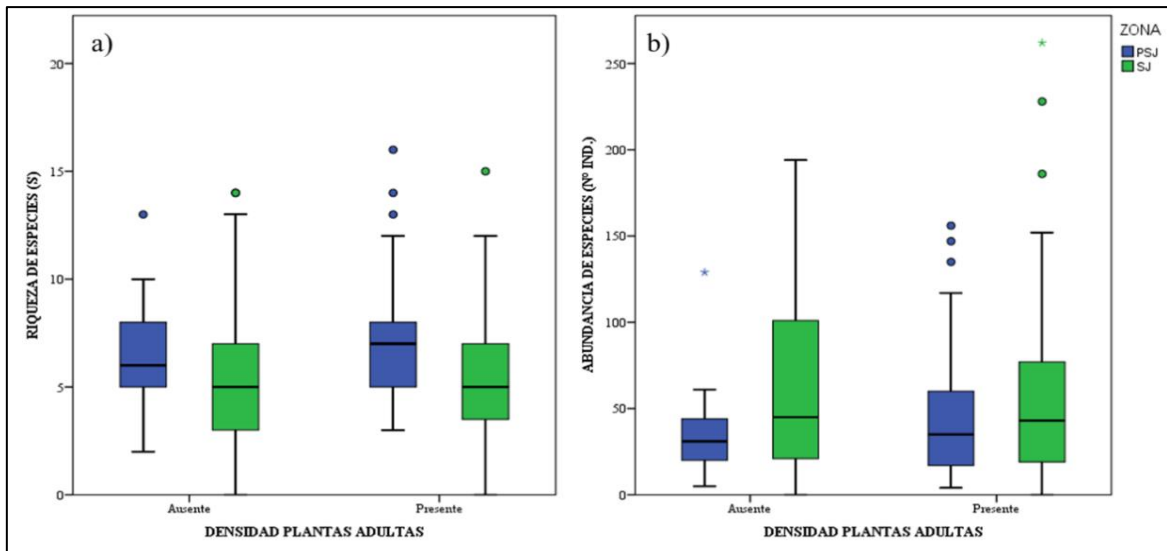
Fuente: Elaboración propia

Figura 10: Variación de la riqueza (a) y abundancia de especies (b) de acuerdo a la densidad de macroalgas juveniles por zonas de muestreo en San Juan de Marcona.

4.1.4. Presencia de Macroalgas adultas

Al realizar un análisis de la presencia de macroalgas adultas por zonas de muestreo se observó que la riqueza de especies en Punta San Juan (PSJ) no mostró variación considerable ante la presencia y ausencia; en cambio la abundancia de especies mostro mayor número de individuos ante la presencia de plantas adultas (Figura 11).

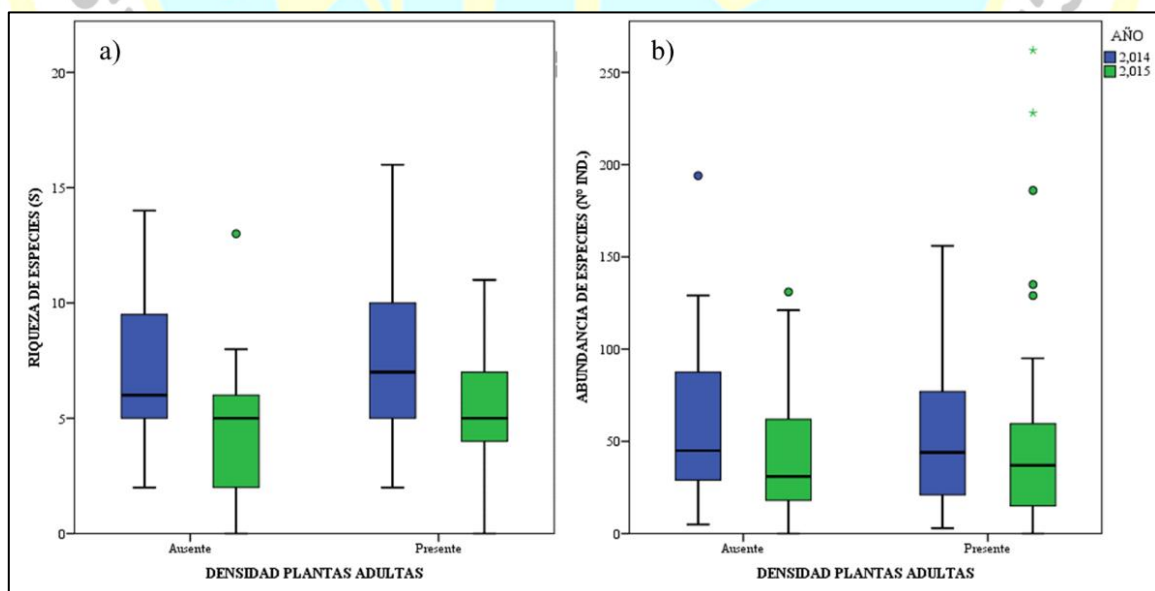
En tanto, en San Juanito (SJ) la riqueza de especies se mantuvo invariable ante la presencia y ausencia de macroalgas pardas adultas, lo mismo se observó cuando se analizaron los datos de abundancia de especies lo cual solo mostro una ligera variación ante la ausencia de macroalgas adultas (Figura 11).



Fuente: Elaboración propia

Figura 11: Variación de la riqueza (a) y abundancia de especies (b) de acuerdo a la densidad de plantas adultas por zonas de muestreo en San Juan de Marcona.

En la figura 12 se observa que la riqueza de especies en el año 2014 mostró valores casi homogéneos al igual que para el 2015 ante la presencia y ausencia de macroalgas adultas. Asimismo, la abundancia de especies en el 2014 los valores fueron mayores cuando estaban presentes las macroalgas adultas y en el 2015 los valores se mantuvieron constantes ante la presencia y ausencia.



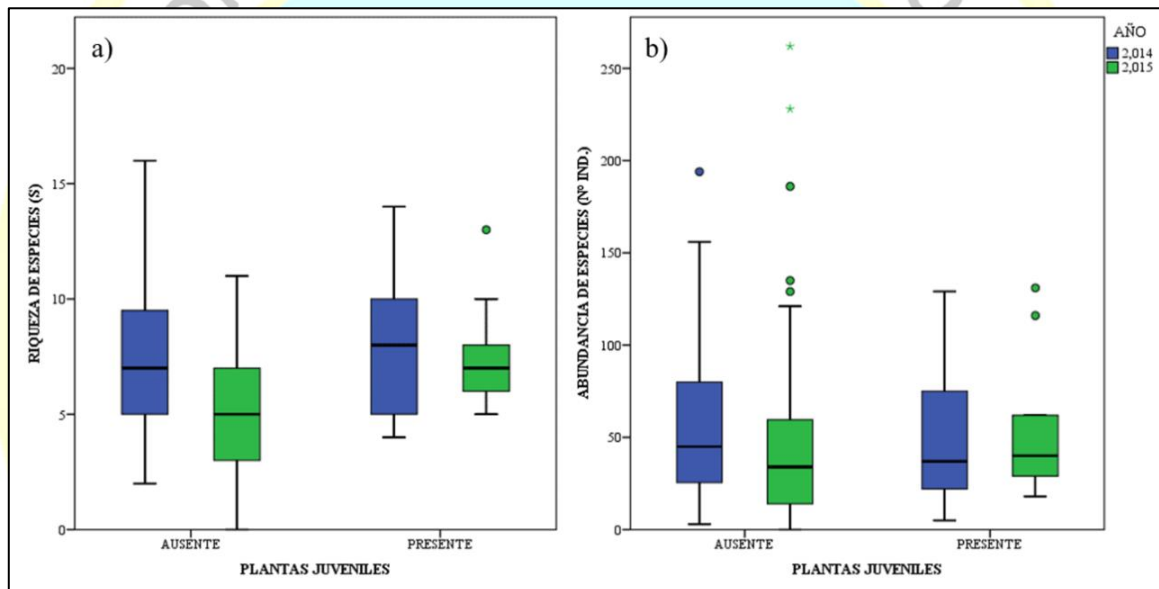
Fuente: Elaboración propia.

Figura 12: Variación de la riqueza (a) y abundancia de especies (b) de acuerdo a la densidad de plantas adultas por años en San Juan de Marcona.

4.1.5. Presencia de Macroalgas Juveniles

Al realizar un análisis de la presencia de plantas juveniles de macroalgas pardas, se observó que la riqueza de especies mostro valores similares cuando están presentes y en ausencia de juveniles en ambos años de estudio.

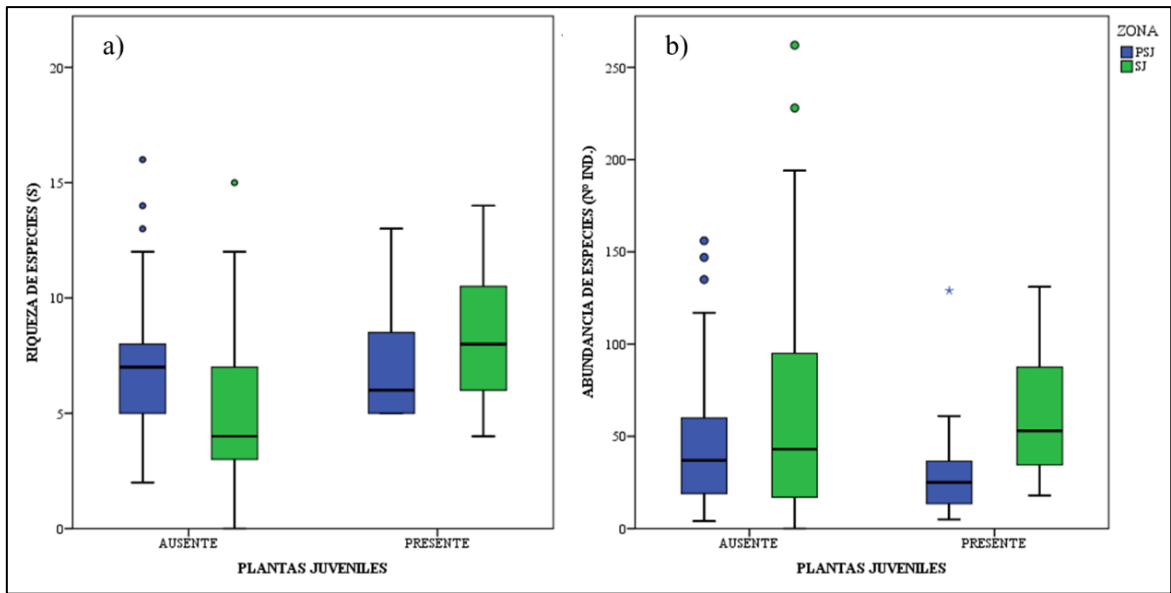
En tanto, la abundancia de especies en el año 2014 fue mayor cuando se notó ausencia de macroalgas juveniles y en el 2015 la abundancia se mantuvo casi constante en ambas situaciones con presencia y ausencia de juveniles de macroalgas pardas; lo que determinaría que la presencia de juveniles no es un factor definitivo para la intervenir en la mayor abundancia de especies (Figura 13).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 13: Variación de la riqueza (a) y abundancia de especies (b) de acuerdo a la presencia de macroalgas pardas juveniles por años en San Juan de Marcona.

En un análisis por zonas de muestreo en la figura 14 se observa que en Punta San Juan (PSJ) la riqueza de especies no presentó variaciones de año a año manteniéndose constante en presencia y ausencia de macroalgas juveniles, en cambio San Juanito (SJ) cuando los juveniles estuvieron presentes la riqueza de especies fue mayor. Asimismo, al analizar los datos de abundancia de especies en Punta San Juan (PSJ) y San Juanito (SJ) ambos mostraron una relación inversamente proporcional, es decir la abundancia de especies fue mayor en ausencia de plantas juveniles.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 14: Variación de la riqueza (a) y abundancia de especies (b) de acuerdo a la presencia de macroalgas juveniles por zona de muestreo en San Juan de Marcona.



4.2 Contrastación de hipótesis

La influencia de las praderas de macroalgas pardas en la composición de la Biodiversidad marina megabentónica en San Juan de Marcona se pueden apreciar con los gráficos y análisis presentados en el apartado anterior; sin embargo, se utilizó la prueba estadística no paramétrica de Kruskal-Wallis para la demostración de la hipótesis de investigación, como se muestra a continuación:

Hipótesis general

H₀: Las praderas de macroalgas no influyen en la composición de la biodiversidad marina megabentónica en San Juan de Marcona.

H₁: Las praderas de macroalgas influyen en la composición de la biodiversidad marina megabentónica en San Juan de Marcona.

Tabla 3: Contrastación de hipótesis general.

Praderas de macroalgas pardas	Estadísticos de contraste	Composición de la biodiversidad marina megabentónica	
		Riqueza	Abundancia
Densidad	Chi-cuadrado	14,106	0,422
	Grados de libertad	2	2
	Significancia asintótica	0,001	0,810
Presencia de Juveniles	Chi-cuadrado	9,596	0,363
	Grados de libertad	1	1
	Significancia asintótica	0,002	0,547

Fuente: Elaboración propia.

Al realizar la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis, se comprueba que la variable composición de la biodiversidad marina megabentónica con la dimensión riqueza, muestra que existe influencia significativa con la variable praderas de macroalgas pardas en las dimensiones de densidad y la de presencia de juveniles; por lo que se concluye que las praderas de macroalgas influyen en la composición de la biodiversidad marina megabentónica en San Juan de Marcona.

Hipótesis específica 1:

H₀: La densidad de las praderas de macroalgas pardas no influyen en la composición de la biodiversidad marina megabentónica en San Juan de Marcona.

H₁: La densidad de las praderas de macroalgas pardas influyen en la composición de la biodiversidad marina megabentónica en San Juan de Marcona.

Tabla 4: Rango promedio de los valores observados de la densidad, riqueza y abundancia.

Composición de la biodiversidad marina megabentónica	Densidad	N	Rango promedio
Riqueza	Alto	92	63,11
	Medio	34	84,85
	Bajo	18	97,17
	Total	144	
Abundancia	Alto	92	71,01
	Medio	34	76,44
	Bajo	18	72,69
	Total	144	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5: Contrastación de la hipótesis específica 1.

Estadístico de contraste	Riqueza	Abundancia
Chi-cuadrado	14,106	0,422
Grados de libertad	2	2
Significancia asintótica	0,001	0,810

Fuente: Elaboración propia.

La prueba no paramétrica Kruskal-Wallis, muestra que no existe influencia significativa entre la abundancia y la densidad de macroalgas pardas (la significancia asintótica es mayor que el nivel de significancia es decir: $0,810 > 0,050$).

Por otro lado la riqueza y la densidad de macroalgas pardas si son estadísticamente significativas ($0,001 < 0,050$), por lo que se concluye que la densidad de las praderas de macroalgas pardas influyen en la composición de la biodiversidad marina megabentónica en San Juan de Marcona.

Hipótesis específica 2:

H₀: La presencia de juveniles en las praderas de macroalgas pardas no influyen en la composición de la biodiversidad marina megabentónica.

H₁: La presencia de juveniles en las praderas de macroalgas pardas influyen en la composición de la biodiversidad marina megabentónica.

Tabla 6: Rango promedio de los valores observados de la presencia de juveniles, riqueza y abundancia.

Composición de la biodiversidad marina megabentónica	Juveniles	N	Rango promedio
Riqueza	Ausente	114	67,01
	Presente	30	93,37
	Total	144	
Abundancia	Ausente	114	71,43
	Presente	30	76,58
	Total	144	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7: Contrastación de la hipótesis específica 2.

Estadístico de contraste	Riqueza	Abundancia
Chi-cuadrado	9,596	0,363
Grados de libertad	1	1
Significancia asintótica	0,002	0,547

Fuente: Elaboración propia.

La prueba no paramétrica Kruskal-Wallis, muestra que no existe influencia significativa entre la abundancia y la presencia de juveniles en las praderas de macroalgas pardas (la significancia asintótica es mayor que el nivel de significancia es decir: $0,547 > 0,050$).

Por otro lado la riqueza y la presencia de juveniles en las praderas de macroalgas pardas si son estadísticamente significativas ($0,002 < 0,050$), por lo que se concluye que la presencia de juveniles en las praderas de macroalgas pardas influyen en la composición de la biodiversidad marina megabentónica.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.1 Discusión de resultados

En los resultados de la investigación se llegó a establecer la influencia de las praderas de macroalgas en la composición de la biodiversidad marina megabentónica en San Juan de Marcona. Así mismo se comprobó la hipótesis de la investigación teniendo como resultado que las praderas de macroalgas influyen en la composición de la biodiversidad marina megabentónica en San Juan de Marcona.

Según los investigadores (Torres-Moye, Edwards, & Montaña-Moctezuma, 2013), en la cuenca del sur de California en los bosques de macroalgas se estudió la estructura de la comunidad bentónica, llegando a determinar que las comunidades marinas bentónicas compartieron especies, además mostraron la relación significativa entre la riqueza de especies y la rugosidad de sustrato.

Otros autores (Pastor, y otros, 2013) indicaron que la diversidad en la comunidad interdisco de *Lessonia* presentó una alta diversidad y riqueza de especies. La variación del número de taxa que fue poco perceptible en las estaciones, se puede deber a las variaciones estacionales que se presentan en la comunidad bentónicas, así mismo asociadas al cambio de ambiente y del ciclo de vida de la población de invertebrados que conforman la comunidad (Hynes, 1970).

(Romero, Paredes, & Chavez, 1988) estudiando la macrofauna asociada a rizoides de *Lessonia sp.*, determinaron que las especies de mayor dominancia numérica fueron el molusco *Crepidatella dilatata* y el ofiuro *Ophiactis kröyeri*,

coincidiendo con este estudio en que los del phyla mollusca fueron los que brindaron mayor aporte a la abundancia de especies.

El gasterópodo *Tegula luctuosa* se evidencio un elevado y aumento en el estudio, se debe a su capacidad de movimiento que le permite movilizarse a las praderas, asimismo son considerados pastoreadores distintivos de los bosques de algas pardas *Macrocystis* y *Lessonia* que consumen tanto algas vivas como a la deriva (Carbajal, 2013).

La estructura de las praderas de macroalgas pardas son simples y están representados por una sola especie (Vega, Vasquez, & Buschmann, 2005), los individuos pueden estar densamente agrupadoso pueden estar dispersos (Villouta & Santelices, 1984). En las praderas de macroalgas pardas *Lessonia trabeculata* y *Macrocystis pyrifera*, no se encontraron otro tipo de macroalgas, sólo se les encontró asociadas a una diversidad de moluscos, equinodermos y crustáceos, de manera similar a lo reportado por diversos autores (Fernandez, Cordova, & Tarazona, 1999), (Zavala, y otros, 2012) (Vega, Vasquez, & Buschmann, 2005).

Una mayor disponibilidad de sustrato rocoso en la región Ica, la misma que conforma un entramado de callejones y roqueríos, estaría incrementando la superficie de adhesión para las macroalgas pardas *M. pyrifera* y *L. trabeculata*, permitiendo una mayor riqueza de especies, evidenciado con lo encontrado en este estudio.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Las especies asociado a las praderas de macroalgas pardas para el año 2014 estuvo constituida por 65 taxa, en tanto para el año 2015 la riqueza de especies fue menor con 48 taxa.

Los phyla dominantes en abundancia para los años 2014 y 2015 fueron los Mollusca, seguido por los Arthropoda, Echinodermata y Annelida.

La densidad de macroalgas juveniles para el año 2014 mostro que cuando ésta es baja la riqueza de especies es relativamente mayor, y para el 2015 la riqueza de especies fue mayor cuando la densidad fue media. En cuanto a la abundancia de especies mostró que durante el año 2014 fueron mayores que para el 2015.

Ante la presencia de plantas juveniles, se observó que la riqueza de especies mostro valores similares cuando están presentes y en ausencia de juveniles en ambos años de estudio. En tanto, la abundancia de especies para el año 2014 fue mayor en ausencia de juveniles y en el año 2015 la abundancia se mantuvo casi constante en ambas situaciones.

6.2 Recomendaciones

Analizar la influencia temporal en las praderas de macroalgas pardas en otras zonas del litoral.

Desarrollar estudios destinados a conocer los grupos tróficos a nivel de macrobentos y meiobentos en las comunidades que habitan en las zonas de praderas de macroalgas pardas.

Promover el estudio básico en las praderas de diferentes especies de macroalgas que habitan en el litoral peruano.



REFERENCIAS

7.1 Fuentes documentales

- Flores, D., Donayre, S., & Sarmiento, H. (2013). *Evaluación poblacional de Lessonia trabeculata Villouta & Santelices, 1986, en San Juan de Marcona*. IMARPE. Pisco: Instituto del Mar del Perú.
- Gamarra, A., Carbajal, P., & Prieto, E. (2010). *Biodiversidad del megabentos del submareal somero de Isla San Lorenzo e Islote Cabinzas, Callao, Perú*. Lima.
- González, A., Beltrán, J., Hiriart-Bertrand, L., Flores, V., de Reviers, B., Correa, J. A., & Santelices, B. (2012). Identification of cryptic species in the *Lessonia nigrescens* complex (Phaeophyceae, Laminariales)*. *Journal of Phycology*, 48(5), 1153-1165. doi:doi.org/10.1111/j.1529-8817.2012.01200.x
- Romero, L., Paredes, C., & Chavez, R. (1988). Estructura de la macrofauna asociada a los rizoides de *Lessonia* sp. (Laminariales, Phaeophyta). En H. Salzwedel, & A. Landa, *Recursos y dinamica del ecosistema del afloramiento peruano* (págs. 133-139). Lima: Instituto del Mar del Peru.
- Santelices, B. (1989). *Algas marinas de Chile*. Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Santelices, B., & Ojeda, F. (1984). Effects of canopy removal on the understory algal community structure of coastal forests of *Macrocystis pyrifera* from southern South America. *Marine Ecology Progress Series*, 14, 165–173.
- SubPesca. (2010). *Suspensión transitoria de la inscripción en el Registro Pesquero Artesanal de los recursos huiro, huiro negro y huiro palo en las regiones de Valparaíso, O'higgins, Maule, Bío-Bío, Araucanía y Magallanes*. Informe Técnico (R. PESQ.) No. 135/2010, Chile.
- Torres-Moye, G., Edwards, M., & Montañó-Moctezuma, C. (2013). Estructura de la comunidad bentónica en los bosques de macroalgas de la cuenca del Sur de California. *Ciencias Marinas*, 39(3), 239–252. doi:10.7773/cm.v39i3.2250

- Vásquez, J. (1990). Comunidades submareales dominadas por macroalgas. *Revista Chilena de Historia Natural*, 129-130.
- Vásquez, J. (1991). Variables morfométricas y relaciones morfológicas de *Lessonia trabeculata* Villouta & Santelices, 1986, en una población submareal del norte de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 64, 271-279.
- Vásquez, J. (1992). *Lessonia trabeculata*, a subtidal bottom kelp in northern Chile: a case of study for a structural and geographical comparison. En *In Coastal Plant Communities of Latin America* (págs. 77-89). San Diego: Seeliger (Ed) Academic Press Inc.
- Vásquez, J. (2009). *Estudio de investigación de poblaciones y de las condiciones de viabilidad ecológica de las actividades extractivas de algas pardas e invertebrados en la zona costera sur, en apoyo de la investigación y desarrollo del Instituto del Mar del Perú (IMARPE)*. Informe Final, Proyecto UE-Perú/PENX. Ala 2004/016-913, Lima.
- Vásquez, J. (2009). *Estudio de investigación de poblaciones y de las condiciones de viabilidad ecológica de las actividades extractivas de algas pardas e invertebrados en la zona costera sur, en apoyo de la investigación y desarrollo del Instituto del Mar del Perú IMARPE*. Lima: Proyecto UE-Perú/PENX. Ala 2004/016-913.
- Vásquez, J., Castillo, R., Zavala, J., Tejada, A., & Mamani, J. (2012). Programa de Investigación de las algas pardas en el sur del Perú. 2011-2015. En IMARPE, *Estudios sobre Macroalgas pardas en el sur del Perú. 2011-2015* (págs. 5-57). Lima: IMARPE.
- Vásquez, J., Veliz, D., & Pardo, L. (2001). Biodiversidad de macroinvertebrados bajo las grandes algas. En K. Alveal, & T. Antezana, *Sustentabilidad de la Biodiversidad. Un problema actual, Bases Científico Técnicas, Teorizaciones y Perspectivas* (págs. 293-308). Chile: Ediciones Universidad de Concepción.
- Vera, D. (2012). *Efecto de la extracción del alga Lessonia trabeculata, Villouta & Santelices (1986), sobre el macrobentos en Marcona, Perú*. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Villouta, E., & Santelices, B. (1984). Estructura de la comunidad submareal de *Lessonia* (Phaeophyta, Laminariales) en Chile norte y central. *Revista Chilena de Historia Natural*(57), 111-122.

Villouta, E., & Santelices, B. (1984). Estructura de la comunidad Submareal de Lessonia (Phaeophyta, Laminariales) en Chile norte y central. *Revista Chilena de Historia Natural*, 57, 111-122.

Villouta, E., & Santelices, B. (March de 1986). Lessonia trabeculata sp. nov. (Laminariales, Phaeophyta), a new kelp from Chile. *Phycologia*, Vol. 25(Nº 1), 81 - 86. doi://doi.org/10.2216/i0031-8884-25-1-81.1

Zavala, J., Carbajal, P., Flores, D., Donayre, S., Hostia, P., Tejada, A., & Pastor, R. (2012). *Evaluación de la disponibilidad de algas pardas en el litoral de Arequipa*. Instituto del Mar del Perú, Lima. Callao: IMARPE.

Zertuche-González, J., Pacheco-Ruíz, I., & González-González, J. (1995). Macroalgas. En *Guía FAO para la Identificación de las Especies para los Fines de la Pesca. Pacífico centro-oriental* (págs. 9-82). Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

7.2 Fuentes bibliográficas

Acleto, C. (1986). *Algas Marinas del Perú de Importancia Económica* (Vol. Serv. Divul. No 5). Lima: Ed. Pub. Museo Historia Natural.

Acleto, C., & Zuñiga, R. (1998). *Introducción a las algas* (Primera ed.). Lima: Editorial Escuela Nueva S.A.

Alamo, V., & Valdivieso, V. (1997). *Lista sistemática de moluscos marinos en el Perú*. Lima: INSTITUTO DEL MAR DEL PERU.

Alveal, K. (1995). Manejo de algas marinas. En K. Alveal, M. Ferrario, E. Oliveira, & E. Sar, *Manual de métodos ficológicos* (págs. 825-863). Chile: Editora Anibal Pinto S.A.

Barnard, J. L. (1954). Amphipoda of the family Ampeliscidae collected in the Eastern Pacific Ocean by the Velero III and Velero IV. *Allan Hancock Pacific Expeditions*, 18(1), 1-137.

Carbajal, P. (2013). *Estructura y composición de la comunidad de invertebrados macrobentónicos asociados a praderas de algas pardas laminariales frente a la costa del Perú*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

- Carrasco, F. (2004). Organismos del Bentos marino sublitoral: Algunos aspectos sobre abundancia y distribución. En C. Werlinger, *Biología Marina y Oceanografía: Conceptos y Procesos* (págs. 315-346). Consejo Nacional del Libro y la Lectura.
- Hobson, K. D., & Banse, K. (1981). Sedentary and archiannelid polychaetes of British Columbia and Washington. *Canadian Bulletin of Fisheries and Aquatic Sciences*, 209.
- Hoffmann, A., & Santelices, B. (1997). *Flora marina de Chile central*. Santiago de Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Hynes, H. (1970). *The Ecology of Running Waters*. Toronto: Toronto University Press.
- IMARPE. (2012). *Estudio sobre Macroalgas Pardas en el Sur del Perú 2011-2015*. Callao: Instituto del Mar del Perú.
- Jones, C., Lawton, J., & Shachak, M. (1994). Organisms as ecosystem engineers. *Oikos*, vol. 69(3), 373–386.
- Macaya, E., & Zuccarello, G. (2010). Genetic structure of the giant kelp *Macrocystis pyrifera* along the southeastern Pacific. *Marine Ecology Progress Series*, 420, 103-112.
- Mann, K. H. (1982). *Ecology of coastal waters: A systems approach*. California: Univ of California Press.
- Miloslavich, P., Klein, E., Díaz, J. M., Hernández, C. E., Bigatti, G., Campos, L., . . . Martín, A. (2011). Marine Biodiversity in the Atlantic and Pacific Coasts of South America: Knowledge and Gaps. *PLoS ONE*, 6(1), 43.
- Ojeda, F., & Santelices, B. (1984). Invertebrate communities in holdfasts of the kelp *Macrocystis pyrifera* from southern Chile. *Marine Ecology Progress Series*, 16, 65-73.
- Zar, J. (1984). *Biostatistical Analysis* (Vol. 2nd ed.). (E. Cliffs, Ed.) New Jersey: Prentice-Hall.

7.3 Fuentes hemerográficas

- Baldrich, A., & Busschmann, A. (2013). Variabilidad espacial de la macrofauna asociada a discos de *Macrocystis pyrifera* en el mar interior de Chiloé. *XXXIII Congreso de Ciencias del Mar* (págs. 92-92). Chile: Universidad de Antofagasta.

- CDB. (1992). Convenio sobre Diversidad Biológica. *Conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio ambiente y el desarrollo (Rio +10)* (pág. 32). Organización de las Naciones Unidas.
- Clarke, K., & Warwick, R. (2001). *Change in marine communities: an approach to statistical analyses and interpretation*. (Vols. 2nd edition: Primer-e). UK.: Plymouth.
- Dayton, P. (1985). The structure and regulation of some South American kelp communities. *Ecological Monograph*, 55, 447-468.
- Fauchald, K. (1977). The polychaete worms. Definitions and keys to the orders, families and genera. *Science Series*, 28, 1-188.
- Field, A. (2013). *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics*. Lo: Sage Publications Ltd.
- Flores, D., Donayre, S., & Sarmiento, H. (2009). *Cuantificación de la biomasa de algas pardas en praderas seleccionadas y varaderos históricos*. Instituto del Mar del Perú. Callao: IMARPE.
- Pastor, R., Tejada, A., Gamarra, A., Rodriguez, E., Aragón, B., Castillo, R., & Sanz, Y. (2013). Importancia de *Lessonia trabeculata* (Phaeophyceae) en la diversidad de las comunidades de invertebrados marinos en Puerto Inglés (Moquegua, Perú). *Revista Científica*, 147-157.
- Pech, D., & Ardisson, P. (2010). Diversidad en el bentos marino-costero. En R. Durán, & M. Méndez, *Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán*. (págs. 144-146). Mexico: SEDUMA.
- Ramirez, M., & Santelices, B. (1991). Catálogo de algas marinas bentónicas de la costa temperada del Pacífico de Sudamérica. *Monografías Biológicas*(5).
- Rees, W. (1986). Alginata marketing in the 1980's. *Monografías Biológicas Chile*, 4, 13-28.
- Rivas, R. (2010). *Diversidad y distribución de especies bentónicas por tipos de habitats presentes en el ecosistema del área marina costera protegida de múltiples usos Lafken Mapu Lahual, en la Comuna de Río Negro, Región de los Lagos*. Universidad Austral de Chile, Escuela de Acuicultura y Pesquerías. PUERTO MONTT - CHILE: Universidad Austral de Chile.
- Vásquez, J., & Santelices, B. (1984). Comunidades de macroinvertebrados en discos adhesivos de *Lessonia nigrescens* Bory (Phaeophyta) en Chile central. *Revista Chilena de Historia Natural*, 57, 131-154.
- Vásquez, J., & Vega, A. (2004). Macroinvertebrados asociados a discos de adhesión de algas pardas: biodiversidad de comunidades discretas como indicadora de perturbaciones

locales y de gran escala. En E. Figueroa, *Biodiversidad Marina: Valoración, uso y perspectivas. ¿Hacia dónde va Chile?* (págs. 429-450). Chile: Editorial Universitaria S.A.

Zavala, J., Zeballos, J., & Flores, D. (2007). Características morfométricas y su importancia en el manejo de la macroalga *Lessonia trabeculata*, en el litoral sur del Perú. *I Congreso de Ciencias del Mar*. Lambayeque.

7.4 Fuentes electrónicas

Philippi, T., Dixon, P., & Taylor, B. (1998). Detecting trends in species composition. *Ecological applications*, 8(2), 300-308. doi:doi.org/10.1890/1051-0761(1998)008[0300:DTISC]2.0.CO;2

Plana, J., Mansilla, A., Palacios, M., & Navarro, N. (2007). Estudio poblacional de *Macrocystis pyrifera* (L.) C. Agardh (Laminariales: Phaeophyta) en ambientes protegido y expuesto al oleaje en Tierra del Fuego. *Gayana*, 71(1), 66-75.

Ramírez, M. E. (2008). Algas marinas bentónicas. *Biodiversidad de Chile, Patrimonio y desafíos*, 346-355.



ANEXOS

Formulario para la colecta de organismos en un marco cuadrado de 1 m x 1 m.

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ					
LABORATORIO COSTERO DE PISCO					
PROYECTO:					
FICHA DE MUESTREO : COLECTA DE ORGANISMOS EN UN MARCO CUADRADO DE 1m x 1m					
Area		Coordenadas		Temperatura (°C)	
Zona		Fecha			
Estación		Hora			
Transecto		Hábitat			
Pto. de muestreo				Registrado por	
Especie	N°	Especie	N°	Especie	N°



ANEXO Nº 2

Lista de taxa de invertebrados registrados en las zonas de muestreo en San Juan de Marcona, indicando la presencia o ausencia de cada taxa por año de estudio.

Taxones	2014		2015	
	Punta San Juan	San Juanito	Punta San Juan	San Juanito
Annelidae				
1 Annelidae	X	X	X	X
2 <i>Diopatra</i> sp		X		
3 <i>Phragmatopoma virgini</i>	X	X		X
4 Polynoidae			X	X
5 Sabellidae	X		X	
Arthropoda				
6 <i>Balanus laevis</i>	X	X	X	
7 <i>Cancer porteri</i>	X	X		
8 <i>Homalaspis plana</i>		X		
9 <i>Pachycheles grossimanus</i>	X			
10 Paguridae	X	X	X	X
11 <i>Paraxanthus barbiger</i>			X	
12 <i>Petrolisthes desmarestii</i>	X	X	X	X
13 <i>Platyxanthus orbigny</i>	X			X
14 <i>Rhynchocinetes typus</i>	X	X	X	X
15 <i>Romaleon setosum</i>	X	X	X	X
16 <i>Synalpheus spinifrons</i>	X	X		
17 <i>Taliepus</i> sp	X			
Brachiopoda				
18 <i>Discinisca lamellosa</i>	X	X		
Chordata				
19 Ascidea	X			
20 <i>Pyura chilensis</i>	X	X	X	X
Cnidaria				
21 <i>Actinia</i> sp	X	X	X	X
22 <i>Anthothoe chilensis</i>	X		X	
23 <i>Phymanthea pluvia</i>	X	X		
Echinodermata				
24 <i>Caenocentrotus gibbosus</i>		X		X
25 <i>Heliaster helianthus</i>	X	X		X
26 <i>Loxechinus albus</i>		X		
27 <i>Luidia magellanica</i>	X	X		X
28 <i>Ophiactis kroeyeri</i>			X	
29 Ophiurida	X	X		X
30 <i>Patiria chilensis</i>	X	X	X	X
31 <i>Stichaster striatus</i>	X	X	X	X
32 <i>Tetrapygus niger</i>	X	X	X	X

Mollusca					
33	<i>Alia unifasciata</i>	X	X	X	
34	<i>Aulacomya atra</i>		X	X	
35	<i>Brachidontes granulatus</i>		X		
36	<i>Chiton cumingsii</i>	X	X	X	X
37	Chitonidae	X	X		X
38	<i>Concholepas concholepas</i>		X	X	
39	<i>Crassilabrum crassilabrum</i>	X	X	X	X
40	<i>Crepidatella dilatata</i>	X	X		
41	<i>Crucibulum</i> sp		X		
42	<i>Diaulula variolata</i>	X			
43	<i>Doris fontainei</i>			X	
44	<i>Fissurella latimarginata</i>				X
45	<i>Fissurella peruviana</i>	X	X		
46	<i>Fissurella</i> sp	X	X	X	X
47	<i>Gari solida</i>	X	X		X
48	<i>Hiatella solida</i>	X		X	
49	<i>Homalacantha multicrospata</i>	X			
50	<i>Leukoma thaca</i>	X	X	X	X
51	<i>Nassarius dentifer</i>		X		X
52	<i>Nassarius gayi</i>	X	X	X	X
53	Nudibranchia	X	X		
54	<i>Octopus mimus</i>			X	
55	<i>Phidiana lottini</i>	X			
56	<i>Priene rude</i>	X	X	X	
57	<i>Priene scabrum</i>	X	X	X	X
58	<i>Prisogaster niger</i>	X			
59	<i>Semele corrugata</i>	X	X	X	X
60	<i>Semele solida</i>		X		
61	<i>Stramonita biserialis</i>		X	X	
62	<i>Tegula atra</i>	X	X	X	X
63	<i>Tegula euryomphala</i>	X		X	
64	<i>Tegula luctuosa</i>	X	X	X	X
65	<i>Tegula quadricostata</i>	X		X	
66	<i>Tegula tridentata</i>	X	X	X	X
67	<i>Thaisella chocolata</i>	X	X	X	X
68	<i>Tonicia chilensis</i>		X		
69	<i>Tonicia elegans</i>	X	X		
70	<i>Trochita trochiformis</i>	X	X	X	
72	<i>Xanthochorus buxea</i>	X	X		
Porifera					
73	Porifera	X		X	X

*: Especies de importancia comercial

ANEXO Nº 3

Fotografías de especies registradas durante los muestreos, en San Juan de Marcona.



Dr. JOSE VICENTE NUNJA GARCIA
ASESOR

M(o). PEDRO JAMES VASQUEZ MEDINA
PRESIDENTE

Dra. ELVIA MERCEDES AGURTO TAVARA
SECRETARIO

Dra. SOLEDAD DIONISIA LLAÑEZ BUSTAMANTE
VOCAL

