

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

ESCUELA DE POSTGRADO

MAESTRÍA EN ECOLOGÍA APLICADA



**“EFECTO DE LA EXTRACCIÓN DEL ALGA *Lessonia trabeculata*,
VILLOUTA & SANTELICES, SOBRE EL MACROBENTOS EN
MARCONA, PERÚ”**

Presentado por:

DOUGLAS FRANKLIN VERA IZURIETA

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
MAGÍSTER SCIENTIAE EN ECOLOGÍA APLICADA**

Lima – Perú

2014

Dedico el presente trabajo a mis padres, Carlos Vera Roca y Guadalupe Izurieta Olaya, y a mis hermanas, Soraya, Nancy y Lissette, por toda su paciencia, fortaleza y el apoyo incondicional que día a día me brindan para alcanzar mis principales objetivos.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco sobre todo a Dios por darme la vida y ser quién me ha permitido continuar en este duro camino, dándome la fortaleza necesaria para sobrellevar los momentos difíciles en esta etapa que concluye.

A mi familia, por demostrarme que la distancia no es un obstáculo para seguir unidos en comunicación todo el tiempo. A mis padres Carlos y Lupe, a mis hermanas Soraya, Nancy y Lisette por el apoyo incondicional que me brindan día a día y que sin duda alguna son el pilar fundamental en la cristalización de mis objetivos personales y profesionales.

A la Secretaria Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT) en representación del Estado Ecuatoriano por darme la oportunidad de postular y adjudicarme la beca que me ha permitido realizar la presente maestría.

A las autoridades de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, al Señor Rector Ing. Jimmy Candell Soto, al Ing. Héctor Chiriboga Albán, Director del Departamento de Relaciones Externas y al personal administrativo del Departamento de Talento Humano por las oportunidades y facilidades brindadas.

A los docentes de la Maestría, quienes compartieron sus conocimientos y experiencias tanto en las aulas como fuera de ellas, en especial a la Mg. Sc. Zulema Quinteros Carlos, patrocinadora de la tesis y a las docentes Mg. Sc. Martha Williams León, Dr. Edgar Sánchez y Dra. Mercedes Flores Pimentel, miembros del Comité Consejero, por su aporte en la elaboración y ejecución de este proyecto.

Al Instituto del Mar del Perú (IMARPE) y en especial al: Blgo. Jorge Zeballos, Blgo. Daniel Flores, Blga. Susan Donayre, Blga. Gilda Barrios, Blgo. Samuel Huamaní, Blgo.

José Zavala, Blgo. Ruslan Pastor, Blgo José Santamaria y Blga. Fabiola Zavalaga, de la sede central en Lima y de los laboratorios de Pisco e Ilo, por la apertura que me brindaron en casi todas las etapas del proyecto así como por sus valiosas sugerencias y acertados aportes durante el desarrollo de éste trabajo, especialmente en la identificación de organismos.

Al Dr. Leonardo Romero y al Blgo. Carlos Gutiérrez del Departamento de Ecología Marina de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), por su apoyo en la identificación de organismos.

A todas aquellas personas y ahora mis grandes amigos en el Perú, Sra. Bertha Ávila y familia, Isabel Bulnes y familia, Don Percy, José Palacios, Hilver Charca, Mónica Aguirre, Laura Cáceres, Jimmy Requena, Inés Torres, Massiel Corrales, Giuliana Quezada, Alan Chamorro, Pilar Díaz, Carolina Valverde, Carolina Alencar, Jossy Ibarra, Melina Caballero, Carlos Bardales, Lyzz Jota, Gleymang Jaramillo y Manuel Pereyra con quienes compartí gratos momentos durante mi estadía en este maravilloso país.

A mis amigos ecuatorianos de toda la vida, Jéssica Vera, Mexy Pincay, Paola Suárez, Erika Salavarría, María Caza, Dadzania Villao, Dennis Tomalá, Tayron Vera, Claudio Tomalá, Roberto Oyola, Gabriel Villavicencio, Leonardo Castro, Marcos Schuldt, José Xavier Tomalá, Carlos Yagual y Johnny Chavarría, por su lealtad y comprensión brindada cada día.

A todos, mi mayor reconocimiento y gratitud.

ÍNDICE GENERAL

Pág.

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE CUADROS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE ANEXOS

RESUMEN

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1	DESCRIPCIÓN DE <i>Lessonia trabeculata</i> (Villouta y Santelices 1986)	4
2.1.1	Morfología Externa	4
2.1.2	Distribución Geográfica	6
2.1.3	Distribución Batimétrica	8
2.1.4	Aspectos Ecológicos	9
2.1.5	Importancia Económica	10
2.2	BENTOS MARINO	11
2.2.1	El bentos marino y su entorno ambiental	13
2.2.2	Importancia Ecológica	15
2.3	PESQUERÍAS DE ALGAS PARDAS EN EL PERÚ	16
2.3.1	Algas pardas en Pisco, Región Ica	18
2.3.2	Algas pardas en San Juan de Marcona, Región Ica	19
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	23
3.1	ÁREA DE ESTUDIO	23

3.2	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	25
3.2.1	Identificación y Caracterización de la diversidad y abundancia de macroinvertebrados asociados intra e interdisco con <i>L. trabeculata</i>	26
3.2.1.1	Análisis de datos	27
3.2.2	Evaluación de la Extracción de <i>Lessonia trabeculata</i>	28
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1	Resultados	29
4.1.1	Identificación de la diversidad del macrobentos	29
4.1.2	Caracterización de la diversidad del macrobentos	34
4.1.3	Diámetro mayor del rizoide	37
4.2	Discusión	38
V.	CONCLUSIONES	41
VI.	RECOMENDACIONES	43
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
VIII.	ANEXOS	52

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Servicios y funciones asociadas al recurso “huiró”.	10
Cuadro 2.	Puntos geográficos de las estaciones muestrales en San Juan de Marcona.	23
Cuadro 3.	Listado de Especies registradas en las áreas muestreadas, Lobo Fino y Basural, en San Juan de Marcona.	30
Cuadro 4.	Principales parámetros de diversidad, uniformidad y dominancia obtenidos con el programa estadístico PRIMER-6.	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Morfología externa de <i>Lessonia sp.</i>	4
Figura 2.	Ciclo de vida de un alga parda del orden Laminariales.	6
Figura 3.	Principales especies de macroalgas de importancia comercial en el Perú.	7
Figura 4.	Distribución geográfica de géneros de macroalgas aprovechados comercialmente a nivel mundial.	7
Figura 5.	Distribución batimétrica de las macroalgas.	8
Figura 6.	Ilustración del hábitat de las algas pardas.	8
Figura 7.	Productos que contienen elementos extraídos de macroalgas.	11
Figura 8.	Organismos representativos del bentos marino.	12
Figura 9.	Zonas de división en los ecosistemas acuáticos.	14
Figura 10.	Principales macroalgas de importancia comercial en el Perú.	16
Figura 11.	Restricciones para extracción de <i>Lessonia spp.</i> y <i>Macrocystis spp.</i> en Perú.	17
Figura 12.	Bahía de San Juan de Marcona, evaluación de algas pardas temporada 2008.	19
Figura 13.	Variaciones mensuales de los volúmenes de desembarques y CPUE de <i>L. trabeculata</i> en San Juan de Marcona 2008.	20
Figura 14.	Distribución de los desembarques por zonas de pesca de <i>Lessonia trabeculata</i> en San Juan de Marcona, Ica, indicando el desplazamiento de la flota artesanal.	21
Figura 15.	Principales praderas de <i>L. trabeculata</i> en San Juan de Marcona, y la normativa asociada a su aprovechamiento entre el 2009 y 2010.	22
Figura 16.	Ubicación de los puntos geográficos de las estaciones muestrales en San Juan de Marcona.	24
Figura 17.	Tipos de sustratos marinos en las costas de San Juan de Marcona.	25

Figura 18.	Diseño de Investigación.	25
Figura 19.	Número de organismos registrados por cada grupo taxonómico.	29
Figura 20.	Número de especies registradas por cada grupo taxonómico.	31
Figura 21.	Especies y número de organismos registrados en el Phylum Anélida.	32
Figura 22.	Especies y número de organismos registrados en el Phylum Mollusca.	32
Figura 23.	Especies y número de organismos registrados en el Phylum Crustácea.	33
Figura 24.	Especies y número de organismos registrados en el Phylum Echinodermata.	33
Figura 25.	Análisis de Clúster realizado con las subestaciones frente a la Estación de El Basural.	36
Figura 26.	Análisis de Clúster realizado con las subestaciones frente a la Estación de Lobo Fino.	36
Figura 27.	Análisis de Clúster realizado con todas las muestras de ambas estaciones estudiadas.	37
Figura 28.	Diagrama base de actores sociales relacionados al recurso <i>Lessonia trabeculata</i> .	40

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Medición y pesado del disco de fijación luego de la extracción.	50
Anexo 2.	Muestras embaladas y preservadas con formalina diluida al 7% en agua de mar.	51
Anexo 3.	Proceso de disección y separación de organismos en el laboratorio.	52
Anexo 4.	Separación de los organismos por grupos generales para su posterior identificación.	53
Anexo 5.	Principales organismos registrados por cada Phylum.	54

“EFECTO DE LA EXTRACCIÓN DEL ALGA *Lessonia trabeculata*, VILLOUTA & SANTELICES, SOBRE EL MACROBENTOS EN MARCONA, PERÚ”

Douglas Vera Izurieta¹, Zulema Quinteros Carlos²

RESUMEN

Las macroalgas son organismos dominantes en cobertura y biomasa en mares fríos y templados de las costas rocosas de todo el mundo. La sobreexplotación del recurso pone en riesgo dos aspectos muy importantes: 1) se está permitiendo que no haya una renovación apropiada de las praderas naturales y 2) se estaría afectando a las comunidades del macrobentos. En este sentido el presente trabajo determinó el efecto de la extracción de *Lessonia trabeculata* sobre la riqueza y abundancia del macrobentos asociado a esta alga en Marcona. Se realizó un muestreo en 02 sectores (Lobo Fino y Basural), en cada uno de los cuales se ubicaron 03 transectos con 03 estaciones (replicas), distribuidos en intervalos de profundidad de: 5-10 m, 10-15 m y 15-20 m, obteniendo en total 18 discos de adhesión y 9 interdisco. Se registraron un total de 5399 organismos agrupados en 71 especies distintas, identificándose 5369, correspondiendo 31 especies al Phylum Annelida, 17 a Mollusca, 15 a Crustácea, 4 a Equinodermata, 1 a Tunicata, 1 a Nemertea, 1 a Pycnogonida y 1 a la Ictofauna del sector. La Riqueza de especies (S) en las muestras intradisco varió entre 13 y 37 siendo las subestaciones P.3.2 y P.3.3 en Lobo Fino con valores más altos, mientras en las muestras interdisco la S evidenciada varía de 8 a 24, con el mayor registro en la estación I.4 del Basural. El análisis de clúster realizado con el PRIMER 6.0 nos da como resultado que entre las subestaciones de El Basural existe una similaridad del 61% siendo la subestación B.4.3 la que se diferencia en un solo grupo por la mayor S de poliquetos y entre las subestaciones de Lobo Fino a un 62% las subestaciones L.1.1 y L.1.2 forman grupos separados por las diferencias existentes en la diversidad de moluscos y crustáceos.

Palabras Clave: Macroalgas, macrobentos, discos de adhesión.

¹ Universidad Estatal Península de Santa Elena, Universidad Nacional Agraria La Molina.

² Profesor Principal. Universidad Nacional Agraria La Molina.

**EFFECT OF THE EXTRACTION OF SEAWEED *Lessonia trabeculata*, VILLOUTA
& SANTELICES ON MACROBENTHOS IN MARCONA, PERU.**

Douglas Vera Izurieta¹, Zulema Quinteros Carlos²

ABSTRACT

Macroalgae are dominant organisms in cover and biomass in cold and temperate seas of the rocky shores worldwide. The overexploitation of the resource endangers two important aspects: 1) it is allowing no proper renewal of natural pastures and 2) be affecting macrobenthic communities. The aim of this work was determined the effect of the removal *Lessonia trabeculata* on the richness and abundance of macrobenthos associated to algae in Marcona. Sampling in 02 sectors (Lobo Fino and Basural), in each 03 transects with 03 stations distributed in depth intervals were located was performed: 5-10 m, 10-15 m and 15-20 m, obtaining a total of 18 holdfasts as samples and 9 between disk. A total of 5399 organisms grouped in 71 different species were recorded, identifying 5369, corresponding to 31 species of Phylum Annelida, 17 to Mollusca, 15 to Crustacea, 4 to Equinodermata, 1 to Tunicata, 1 to Nemertea, 1 to the Pycnogonida and 1 to the ichthyofauna of the sector. The species richness (S) on the discs varied between 13 and 37 being the P.3.2 and P.3.3 substations of Lobo Fino with higher values, while among the S evidenced between disks varies from 8 to 24, with higher registration of I.4 station of Basural. The cluster analysis performed with PRIMER 6.0 gives us the result that between the substations of Basural exists a similarity of 61% being B.4.3 substation which differs in one group the highest species richness of polychaetes and between substations of Lobo Fino to 62% L.1.1 and L.1.2 substations are separated by differences in diversity of molluscs and crustaceans.

Keywords: Macroalgae, macrobenthos, holdfasts.

¹ Universidad Estatal Península de Santa Elena, Universidad Nacional Agraria La Molina.

² Profesor Principal. Universidad Nacional Agraria La Molina.

I. INTRODUCCIÓN.

Las algas marinas son organismos dominantes en cobertura y biomasa en mares fríos y templados de las costas rocosas de todo el mundo. Las principales funciones ecológicas tienen que ver con la oferta de hábitat, refugio contra depredadores y perturbaciones abióticas, y como zona de asentamiento larval de invertebrados y peces (Villouta y Santelices 1984; Santelices 1989; Vásquez 1991; Vásquez y Vega 2004). La zona sublitoral de la mayoría de las costas rocosas templadas están dominadas por grandes algas pardas del Orden Laminariales, conocidas genéricamente con el nombre de huirales (Vásquez 1989, Vásquez y Vega 2004).

La fragilidad de las poblaciones de macroalgas, con relación a eventos de perturbación, y sus atributos morfo-funcionales (distribución de estructuras reproductivas y meristemas de crecimiento donde el corte a cualquier nivel interrumpe eventos de reproducción sexual y de regeneración), sugieren un grave impacto en las poblaciones de algas pardas, produciendo un efecto descendente sobre la estructura y organización de las comunidades marinas intermareales y submareales (Vásquez 1989, 1995, 1999, Vásquez y Santelices 1990). Esto, a corto plazo debiera impactar fuertemente las actividades económicas asociadas a las algas pardas ya establecidas (Industria de Alginatos, Cultivo de Abalones) y de otras proyecciones de gran importancia social y económica, tales como la producción de hormonas de crecimiento para plantas terrestres, usos múltiples en biomedicina y desarrollo de nanotecnologías (Vásquez 2009).

Durante los últimos años, respondiendo a las presiones crecientes de los mercados internacionales por materia prima para la extracción de ácido algínico, se ha incrementado significativamente la cosecha y colección de *Lessonia spp.* (“Aracanto”) en el sur del Perú. La sobre explotación del recurso pone en riesgo dos aspectos muy importantes, el primero es que se está permitiendo que no haya una renovación apropiada

de las praderas naturales y en segundo lugar se estaría afectando a las comunidades del macrobentos biológicamente delimitadas que se encuentran en los discos de fijación de estas algas.

En la actualidad la extracción del alga *Lessonia trabeculata* (Villouta y Santelices 1986) por parte de las pesquerías artesanales es una de las principales actividades económicas en el Distrito de Marcona, registrándose desembarques de 714 toneladas en el mes de junio 2008 y en octubre del mismo año la cifra alcanzó 1.200 toneladas (IMARPE). Es por este motivo que se planteó como objetivo general para este estudio 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, siendo ésta una información muy importante en la decisión de los niveles máximos permisibles de extracción, así las algas remanentes puedan repoblar naturalmente el área de cosecha, haciendo la actividad comercial ecológicamente sustentable.

Se determinaron como objetivos específicos: Identificar la diversidad del macrobentos asociado a los discos de adhesión del alga *L. trabeculata*; Caracterizar el macrobentos mediante indicadores de abundancia, diversidad y uniformidad de las principales especies; Evaluar la extracción de *L. trabeculata* en Marcona mediante los datos de desembarques y por último Determinar la relación entre la diversidad del macrobentos con la extracción del recurso.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

La transformación de los ecosistemas naturales y con ello, el deterioro de los servicios ecológicos que nos ofrecen, se ha identificado como la causa raíz de la severa crisis ambiental que vive el planeta. Cada vez es más claro que la cantidad y la calidad de los recursos que el hombre se apropia de la naturaleza, depende de una gran diversidad de procesos ecológicos íntimamente relacionados que ocurren en el ecosistema. De igual forma, estos procesos del ecosistema, que operan a diferentes escalas espaciales y temporales, se ven afectados por los procesos de apropiación de los recursos (Maass 2003).

En el litoral centro-sur peruano, los bancos naturales de recursos bentónicos de fondos duros presentan una amplia biodiversidad, que incluye un importante número de especies de invertebrados y macroalgas de interés comercial. Estos son extraídos y recolectados por las comunidades de pescadores artesanales localizados en toda la costa de las regiones de Ica, Arequipa, Moquegua y Tacna (Vásquez 2009). En este contexto, y como lo menciona el Consorcio Costero para el Desarrollo Sostenible (2003), el Perú constituye una nación pesquera ubicada en una de las áreas de pesca más productivas del mundo, debido al sistema de corrientes y contracorrientes (movimientos horizontales) y afloramientos (movimientos verticales) de aguas profundas ricas en nutrientes que constituyen un extenso primer eslabón de la cadena alimentaria marina.

La pesquería de recursos bentónicos se caracteriza por ser una actividad extractiva, y de recolección en el caso de la varazón de algas pardas, con régimen de libre acceso. Esta actividad artesanal ha sufrido variantes en la modalidad de pesca, y las características de la flota, motivados principalmente por un fuerte incremento de la demanda de la industria exportadora por presiones internacionales de materia prima. En el sur del Perú, los

mayores desembarques de recursos bentónicos se registraron durante la década de los 80' y parte de los 90', convirtiéndose así en una de las pesquerías artesanales más importantes en el desarrollo económico y social de los puertos del sur. Esta demanda provocó un incremento desproporcionado de la flota marisquera, un aumento significativo de la presión de pesca sobre bancos naturales del litoral sur peruano, y una situación final de sobreexplotación y empobrecimiento del sector pesquero involucrado (Vásquez 2009).

2.1 DESCRIPCIÓN DE *Lessonia trabeculata* (Villouta y Santelices 1986).

2.1.1 Morfología Externa.

Las plantas son grandes, erectas, con forma de arbusto o de árbol, de hasta 3 m de altura, adheridas al sustrato por un disco masivo formado por hapterios unidos y que alcanza hasta 20 cm de alto (Figura 1). Desde el disco se origina un número variable de estipes, generalmente 2-30; más raramente hasta 50. Los estipes son rígidos, fuertes, débilmente aplanados, divididos subdicotómicamente en las porciones medias. En las porciones más apicales ellos se dividen repetidamente y se aplanan, originando las láminas (Santelices 1989).

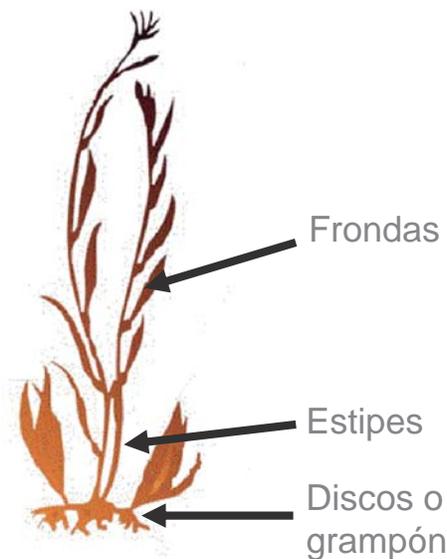


Figura 1. Morfología externa de *Lessonia* sp. (FUENTE: Vásquez 2013).

Las hojas son alargadas y lanceoladas, con márgenes enteros o dentados. Pueden alcanzar hasta 13 cm de ancho en hojas en división. Un corte transversal por las hojas muestra un meristoderma formado por 2-3 corridas de células pigmentadas dispuestas en empalizadas, seguidas por 7 a 15 corridas de células corticales, poligonales, que aumentan gradualmente de tamaño hacia el interior de la célula, y una médula de hasta 50 μm de grosor, con hifas incoloras. La corteza del estipe y de las hojas muestra cavidades de distintas formas y tamaño, que son atravesadas por filamentos alargados, multicelulares, fusionados o ramificados (Santelices 1989).

Esta especie muestra bastante variabilidad morfológica. Las plantas juveniles (de menos de 50 cm) generalmente tienen los hapterios no fusionados, los estipes cortos y aplanados y muchas frondas anchas y con márgenes claramente dentados. A medida que la planta envejece se produce una reducción en el número de hapterios de los discos y en el número de estipes y ramas. La forma 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 ramificaciones sólo en el extremo apical (Santelices 1989).

En los huiros el esporofito (2N) corresponde a la planta, y el gametofito (N) está reducido a filamentos microscópicos (Figura 2). Las esporas son producidas en los soros, una sección más engrosada de las frondas. Las zoosporas son el resultado de divisiones meioticas, por lo tanto son células haploides. Las zoosporas son liberadas a la columna de agua, y eventualmente se asientan en el sustrato rocoso donde germinan y crecen a través de numerosas divisiones mitóticas, generando un gametofito microscópico. Algunos huirales producen separadamente gametofitos machos y hembras, otros, en un mismo individuo se desarrollan gametofitos machos y hembras. La fertilización de un gametofito femenino produce un cigoto diploide (2N). El cigoto se desarrolla vía mitótica produciendo un esporofito diploide y completando el ciclo de vida, Ciclo Haplo-diplóntico heteromórfico (Vásquez 2013).

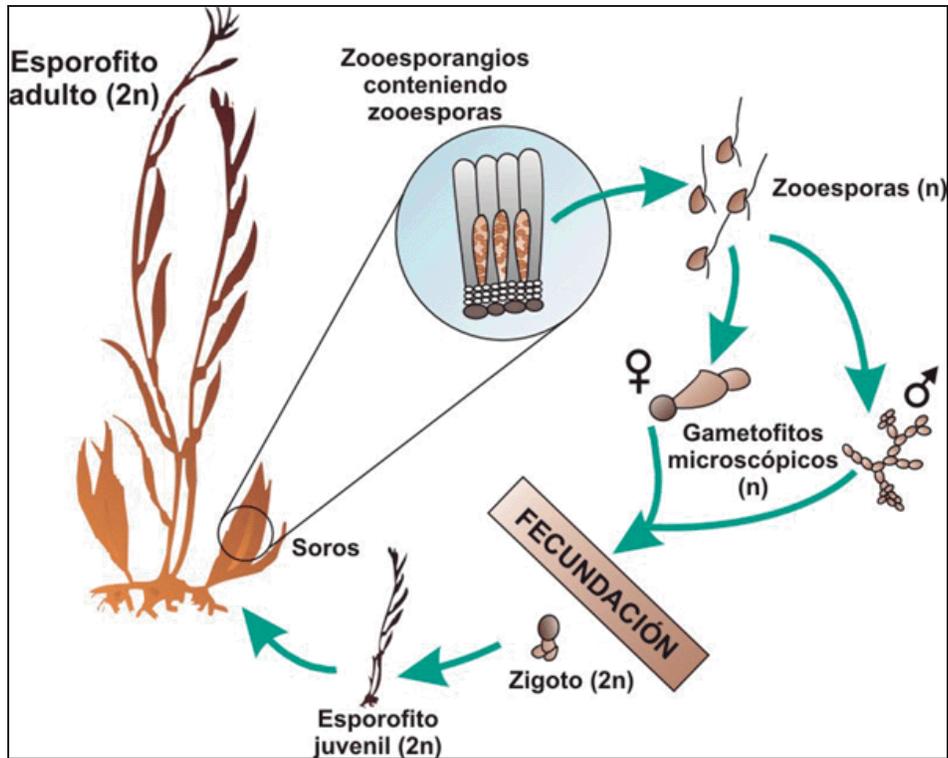


Figura 2. Ciclo de vida de un alga parda del orden Laminariales
(FUENTE: www.algaspardas.cl)

2.1.2 Distribución Geográfica.

Murúa 2010 cita que *L. trabeculata* se extiende desde Perú Central (12°S) hasta Puerto Montt, Chile (40°LS), siendo reconocida además en Chiloé (Westermeier 1981), Magallanes y la costa Atlántica (Westermeier, datos no publicados), datos que concuerdan con los publicados por Hoffman y Santelices 1997. En el Perú esta macroalga ha sido identificada con mayor frecuencia en las Regiones de Ica, Arequipa, Moquegua y Tacna (Vásquez 2009), como se observa en la Figura 3.

En la Figura 4 se puede apreciar la distribución geográfica mundial de algunos géneros de macroalgas que son aprovechables comercialmente, entre los que se observa al género *Lessonia*.

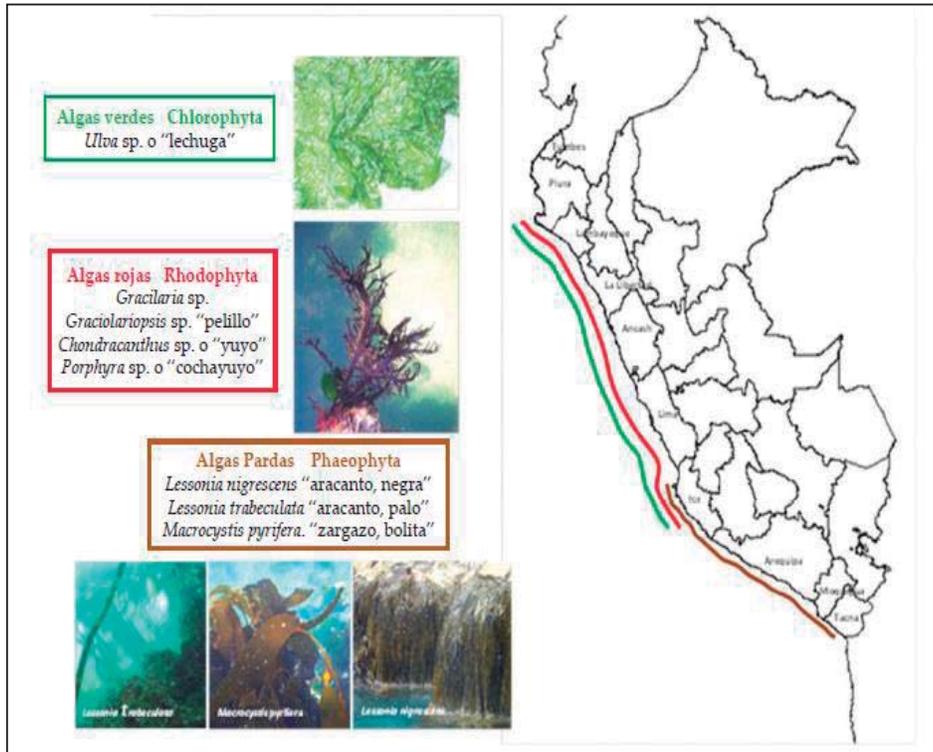


Figura 3. Principales especies de macroalgas de importancia comercial en el Perú, original de J. Zabala. (FUENTE: IMARPE 2012).

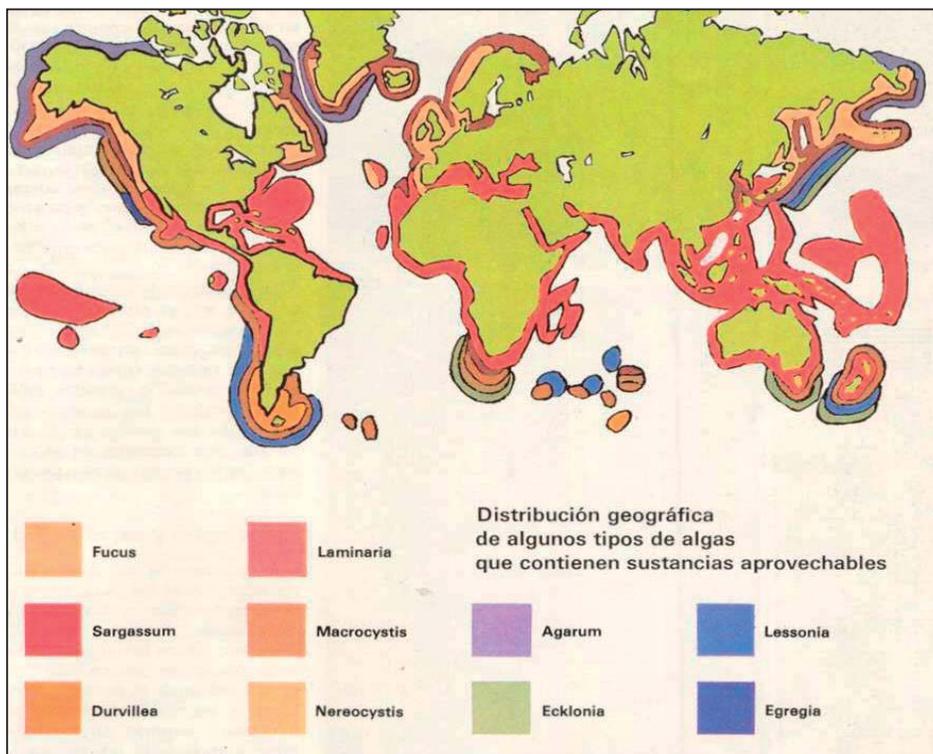


Figura 4. Distribución geográfica de géneros de macroalgas aprovechados comercialmente a nivel mundial (FUENTE: <http://biogeografialgas.blogspot.com>).

2.1.3 Distribución Batimétrica.

L. trabeculata se distribuye en ambientes submareales rocosos expuestos y semiexpuestos, desde los 5 hasta los 30 m de profundidad (Figura 5), formando cinturones continuos interrumpidos sólo por la presencia de fondos blandos (Vásquez 2004).

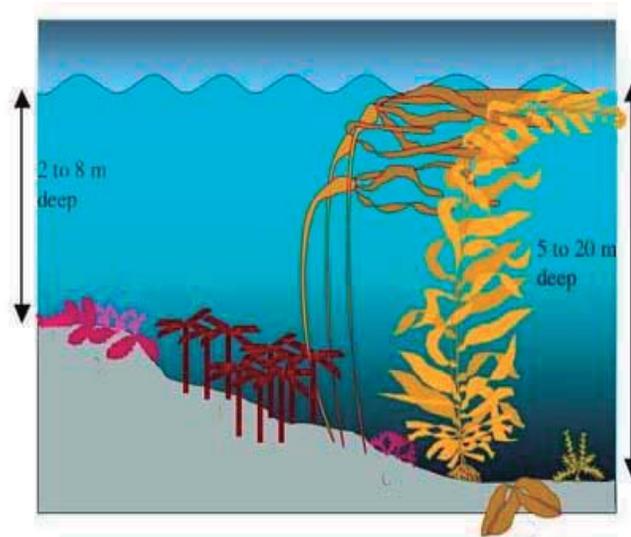


Figura 5. Distribución batimétrica de las macroalgas (FUENTE: Patterson y Karr 2005).

En la Figura 6 se puede apreciar la distribución de *L. trabeculata* respecto a otras macroalgas y su relación con los organismos macrobentónicos.

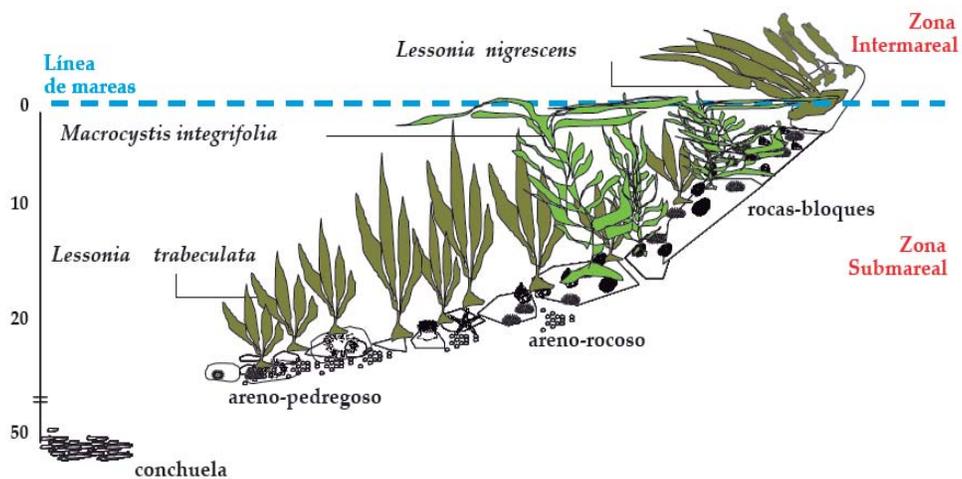


Figura 6. Ilustración del hábitat de las algas pardas, original de A. Gamarra (FUENTE: IMARPE 2012).

2.1.4 Aspectos Ecológicos.

En general, los huirales son reconocidos por su función estructuradora de hábitat de comunidades bentónicas, hábitat exclusivo de algunas especies de invertebrados, áreas de desove, sustrato de asentamiento de larvas de numerosas especies, sectores de crianza de juveniles y zonas de refugio contra la predación, corrientes de fondo y el embate de las olas (Subsecretaría de Pesca de Chile 2010).

En cuanto a las comunidades de organismos asociados a los discos de *L. trabeculata*, estos son similares a las “kelp communities” descritas para otros hábitats submareales de regiones templadas, con algunas diferencias en la organización comunitaria, por ejemplo, no se encuentran especies codominantes. El disco a medida que aumenta de tamaño es colonizado por numerosas especies de invertebrados y peces (Hoffmann y Santelices 1997).

En general y como lo manifestó la Subsecretaría de Pesca de Chile (2010), es posible asignar valor a estos recursos, el que puede ser determinado considerando sus funciones que se asocian al tipo de hábitat que estructuran, las propiedades y procesos que cumplen en el sistema biológico y los servicios que generan y que se refieren a los bienes que representan y son objeto de beneficio a las poblaciones humanas que utilizan estos recursos. El Cuadro 1 describe las funciones y servicios asociados a las praderas de algas pardas.

Por otra parte, cabe considerar que estas macroalgas, en especial el 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.

Cuadro 1. Servicios y funciones asociadas al recurso “huiro”.

SERVICIOS	FUNCIONES
<p>Extractivo</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Pesca ➤ Industria química producción de alginatos ➤ Alimento natural en cultivos de abalones 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Estructurador de hábitat como praderas (refugio para asentamiento y reclutamiento de mariscos de explotación comercial). ➤ Soporte global de vida. ➤ Rol importante en la regulación de la dinámica física, costera y en el efecto erosivo de las olas en la costa.
<p>No extractivo</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Investigación ➤ Educación 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Refugio contra la predación. corrientes de fondo y oleaje. ➤ Áreas de desove. ➤ Áreas de asentamiento larval. ➤ Áreas de crianza de juveniles.

2.1.5 Importancia Económica

Las algas y sus productos forman parte de la vida humana cotidiana, en alimentos, fármacos y hasta en pintura o en la ropa (Figura 7). Las algas son fuente de muchos productos útiles. Tal es el caso de los ficoloides o hidrocoloides polisacáridos, que son unas moléculas complejas obtenidas de las algas Pardas y Rojas, que forman sustancias coloidales cuando son dispersados en agua. Los polisacáridos recuperados de algas, más importantes son: los alginatos, el agar, la laminarina, fucoidina, galactanos, y la carragenina.

Estos importantes polisacáridos extraídos de algas pardas, tienen numerosas aplicaciones en el campo de la medicina: por ejemplo, son usados para hacer impresiones dentales, y como excipientes de medicinas que deben ser lentamente absorbidas por el cuerpo. Son usados para emulsionar fármacos y complementos vitamínicos, también las cápsulas con medicinas y vitaminas, están hechas de alginatos. Pero no sólo con fines médicos son utilizados los alginatos, por sus propiedades coloidales y no tóxicas, también han sido ampliamente utilizados en la industria alimenticia.

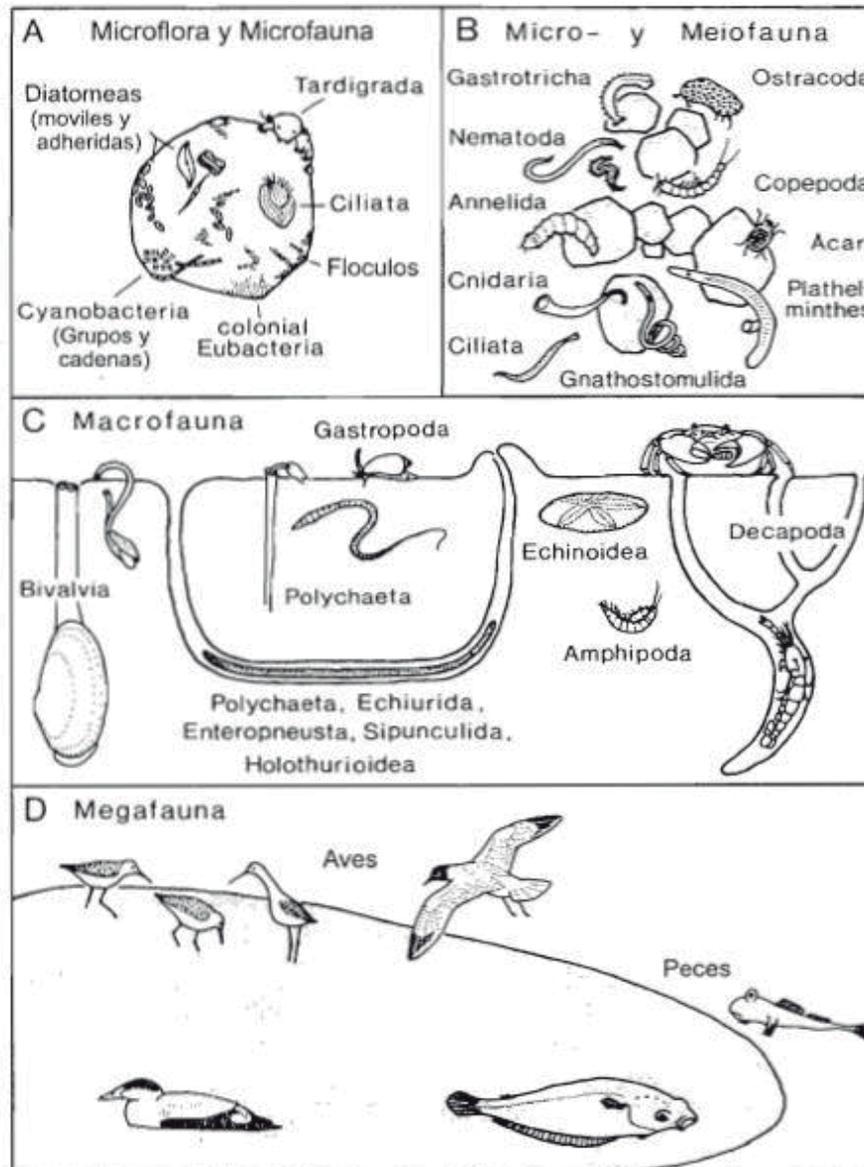


Figura 8. Organismos representativos del bentos marino. A. Formas asociadas a los granos de sedimento (microfauna). B. Organismos que viven entre los granos del sedimento (meiofauna). C. Formas vivas que sobre e inmersos en el sedimento (macrofauna). D. Organismos de talla mayor asociados al sedimento del fondo marino (megafauna) (modificado de Reise, 1985) (FUENTE: Carrasco 2004).

Aquellos que habitan dentro o enterrados en el sedimento, generalmente arena y/o fango, se les conoce como miembros de la infauna y por otro lado, los que prosperan sobre el sustrato se dice que integran la epifauna (Carrasco 2004). Por su parte Pech & Ardisson (2010) manifiestan que de acuerdo con su hábitat específico, tales organismos pueden clasificarse en hiperbentos (organismos con buena capacidad de nado que realizan migraciones verticales sobre el sustrato), epibentos (organismos que habitan sobre la

superficie del sustrato) y endobentos (organismos que viven enterrados en el sustrato). Además ellos establecen que los organismos del bentos también pueden ser clasificados en función de su talla, en macrobentos ($> 500 \mu\text{m} = 0,5 \text{ mm}$), meiobentos ($< 500 \mu\text{m}$ y $> 63 \mu\text{m} = < 0,5 \text{ mm}$ y $> 0,063 \text{ mm}$) y microbentos ($< 63 \mu\text{m} = < 0,063 \text{ mm}$). Para Carrasco (2004) las definiciones exactas de macro, meio y microfauna han suscitado controversia durante muchos años ya que algunos investigadores usan un cedazo de 1 mm para separar la macrofauna del sedimento y otros han optado por usar un tamiz de 0,5 mm.

El bentos esta constituido por una gran diversidad de especies pertenecientes a diversos phyla o grandes grupos, entre los cuales se encuentran: Porifera (esponjas), Annelida (gusanos poliquetos), Arthropoda (Crustacea, que comprende a organismos marinos como los cangrejos), Cnidaria (actinias, anémonas), Echinodermata (estrellas y pepinos de mar) y Mollusca (Pech & Ardisson 2010).

2.2.1 El bentos marino y su entorno ambiental.

Se sabe que la plataforma continental, exhibe una mayor variabilidad en sus condiciones medioambientales que la zona epipelágica del océano abierto o del mar profundo. Quizás el factor físico más importante que impacta a las comunidades que viven asociadas al fondo del mar, es la turbulencia o acción de las olas. En estas aguas someras, la interacción de olas, corrientes y los afloramientos de aguas costeras actúan induciendo turbulencia y esta turbulencia evita que las aguas costeras estén térmicamente estratificadas, excepto por breves periodos en las zonas templadas. Como resultado, los nutrientes raramente están limitados o confinados al fondo, por lo que la productividad es generalmente más alta en aguas costeras someras, en parte también debido a la abundancia de nutrientes proveniente del escurrimiento del continente a través de los ríos y del reciclamiento de nutrientes. Esta alta productividad es en consecuencia, la encargada de mantener densas poblaciones de zooplancton y de organismos bentónicos (Carrasco 2004).

La acción de las olas es un factor importante en la plataforma continental o zona nerítica (Figura 9). Olas de periodo largo y provocadas por tormentas tienen un efecto que puede extenderse hasta el fondo en estas aguas someras. En los fondos blandos, el paso de estas olas puede causar grandes movimientos de agua en el fondo afectando la estabilidad

del substrato. Las partículas del substrato pueden moverse y resuspenderse, lo que tiene un profundo efecto en los animales de la infauna que habitan el sedimento (Carrasco 2004).

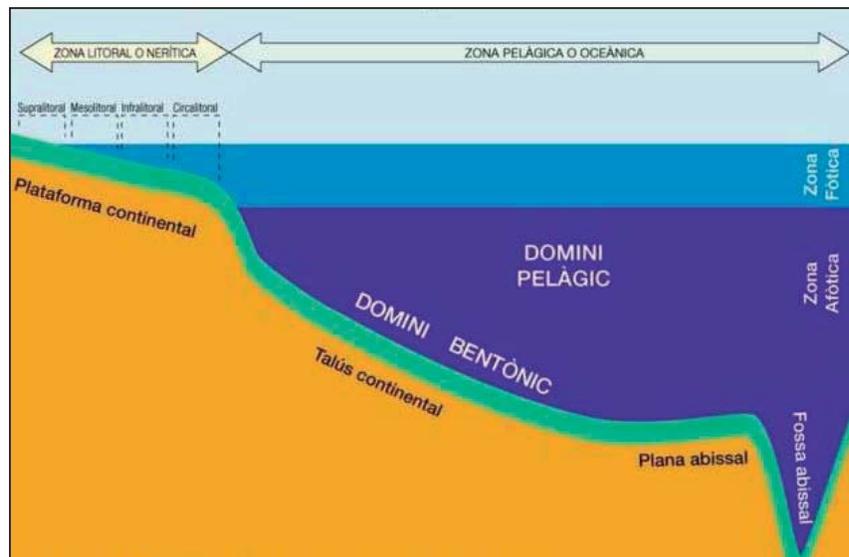


Figura 9. Zonas de división en los ecosistemas acuáticos (FUENTE: <http://marenostrum.org>).

También la acción de las olas determina el tipo de partículas presentes, así la acción de olas grandes removerá las partículas finas, las que quedan en suspensión, dejando en el fondo principalmente la arena; por consiguiente, los sedimentos fangosos se presentan solamente en áreas donde la actividad de las olas es baja o donde el sedimento está a suficiente profundidad para que sea afectado por la acción de estas ondas (Carrasco 2004).

La salinidad en esta región es más variable que en el océano abierto o en el mar profundo, sin embargo y con la excepción de regiones donde desembocan grandes ríos que descargan grandes cantidades de agua dulce, la salinidad no cambia lo suficiente como para que tenga un significado ecológico claro. La temperatura también es más variable en aguas costeras y presenta cambios estacionales en la zona templada. Estos cambios de temperatura pueden ser utilizados por los organismos como señales para activar o concluir actividades de su ciclo vital, como la reproducción. Respecto de la penetración de la luz, en estas turbulentas aguas esta es menor que en las áreas del océano abierto; la combinación de grandes cantidades de restos, provenientes tanto del continente como de la descomposición de las algas marinas, más las altas densidades de plancton debido a

nutrientes abundantes, reduce la penetración de la luz desde 10 a 20 m en aguas más oceánicas, a solo unos pocos metros en esta región (Carrasco 2004).

El suministro de alimento es abundante en esta zona más costera, en parte debido a la alta productividad planctónica, pero también debido a la producción de algas y pastos marinos y además, aunque en menor grado, al escurrimiento de alimento desde la tierra. Resulta interesante destacar que ésta es una de las pocas áreas del mar donde las plantas macroscópicas tienen alguna importancia en la producción. Sin embargo, el mayor uso de algas y pastos marinos como alimento solo va a ocurrir después de que estas hayan sido descompuestas, ya sea mediante procesos de descomposición mecánicos o biológicos, a partículas de detrito (Carrasco 2004).

2.2.2 Importancia Ecológica.

Los organismos del macrobentos tienen una elevada importancia ecológica ya que forman parte de la base de las cadenas tróficas en los ecosistemas acuáticos. Así, la importancia de ciertos taxones en la alimentación de diferentes especies de peces, es evidente (Hesthagen *et al.* 2004; Oscoz *et al.* 2005; Sánchez-Hernández 2009). Por otro lado, dado que la duración de la fase acuática de los macroinvertebrados es relativamente duradera (González & Cobo 2006), y que la composición faunística de la comunidad del macrobentos cambia en respuesta a los cambios ambientales, ya sean naturales (temperatura, altitud, etc) o antrópicos (contaminación, estrés hídrico, etc), debido a los requerimientos específicos de cada una de las especies, estos se utilizan con frecuencia como indicadores de la calidad ecológica de los medios acuáticos (véase Camargo 1993, Usseglio-Polaterra *et al.* 2000, Gayraud *et al.* 2003, Alonso & Camargo 2005). Por todo ello, no es extraño que los macroinvertebrados sean considerados como una herramienta fundamental para la tipificación y el análisis del estado ecológico de los cursos de agua (Sánchez-Hernández 2011).

2.3 PESQUERÍAS DE ALGAS PARDAS EN PERÚ.

En el Perú la pesquería de algas pardas está compuesta por cuatro especies: *Macrocystis pyrifera*, *Macrocystis integrifolia* “Sargazos” *Lessonia trabeculata* y *Lessonia nigrescens* “Aracantos” (Figura 10), las que forman praderas intermareales y huirales submareales densos de regular extensión.

El acopio de materia prima considera dos modalidades de colecta: una forma pasiva, dirigida a recolectar de la zona intermareal el material biológico varado por acción de las olas y corrientes marinas costeras (principalmente *M. integrifolia*), y una forma activa (cosecha) que utiliza barretas, espátulas o cuchillas para cosechar plantas de poblaciones intermareales de *L. nigrescens*, y embarcaciones artesanales con equipamiento para realizar buceo semiautónomo para la cosecha de *L. trabeculata* (Vásquez 2009).



Figura 10. Principales macroalgas de importancia comercial en el Perú: A. *Macrocystis pyrifera* B. *Macrocystis integrifolia* C. *Lessonia nigrescens* D. *Lessonia trabeculata* (FUENTE: www.algaspardas.cl).

Durante 2008, aparecen restricciones para el uso de estos recursos, como reacción a los volúmenes de extracción y a la falta de medidas regulatorias a nivel nacional. Esto genera la necesidad de mayor conocimiento biológico y ecológico de los recursos algas pardas, y validan la necesidad de contar con información de terreno. Lamentablemente los estudios no permiten generar series de tiempo que permitan interpretaciones más ajustadas sobre patrones de distribución y abundancia, y de los principales factores que los determinan. En la actualidad, algunos indicadores poblacionales como densidad y cobertura, tamaño promedio y factores reproductivos permiten inferir efectos importantes generados por las cosechas, sin embargo, de no ser mantenidos en el tiempo tendrán poca efectividad en la toma de decisiones sobre sustentabilidad y manejo (Vásquez 2009).

Considerando la experiencia chilena en el manejo de poblaciones de algas pardas, mediante RM N° 068-2005-PRODUCE se autoriza provisionalmente la extracción de *Lessonia spp.* y *M. integrifolia* en el litoral de la Región Arequipa, con las siguientes restricciones: para *Lessonia spp.*: 1) Retirar la planta completa incluyendo rizoide; 2) El diámetro del rizoide de la planta debe ser mayor a 20 cm; 3) La entresaca de algas debe realizarse dejando entre las plantas espacios menores a 4 m; para *Macrocystis* corte del dosel de plantas de más de 6 m de longitud, por encima de los 30 cm del rizoide (Vásquez 2009), como se puede apreciar en la Figura 11.

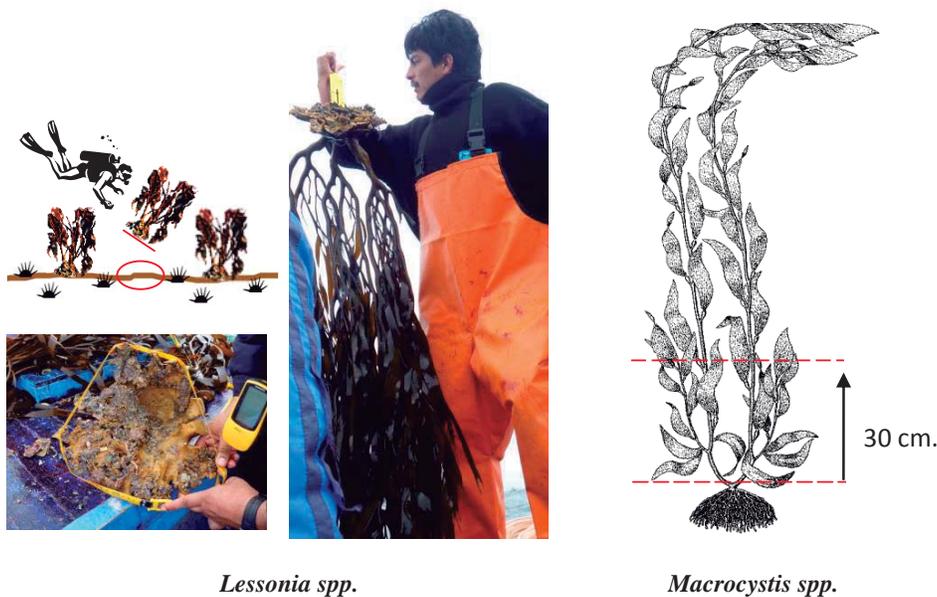


Figura 11. Restricciones para extracción de *Lessonia spp.* y *Macrocystis spp.* en Perú (FUENTE: Modificado de Zeballos 2009).

Estudios sobre el esfuerzo de pesca sobre el recurso algas pardas, de la Dirección Regional de la Producción de Arequipa (Dirección de Pesquería) reportan un total de 282 extractores de algas marinas con permiso de pesca vigente al año 2000. Un análisis sectorial distribuye este esfuerzo de extracción en: Caravelí (Chala, Santa Rosa, Agua Salada y Atico) 244 recolectores y pescadores artesanales; Camaná (Quilca) 22; Islay (Matarani) 16 segadores, estudios posteriores asocian este esfuerzo de pesca con la productividad por pescador/día/localidad (IMARPE 2007, 2008).

2.3.1 Algas Pardas en Pisco, Región de Ica.

Según IMARPE, 2008, en su prospección biológica ambiental de las principales praderas de macroalgas en Bahía Independencia – Península de Paracas, se registraron praderas de *L. trabeculata* en las zonas del Camal, Santa Rosa y Punta Callao, las condiciones de estas praderas fueron favorables, registrándose un alto porcentaje de plantas con poco pastoreo de especies principalmente del género *Tegula spp*, y las longitudes totales en su gran mayoría estuvieron por encima de los 100 cm, no sobrepasando los 300 cm, lo que indica la presencia de praderas jóvenes.

Al norte de Bahía Independencia, se registraron praderas con plantas adultas, de mayor peso, sobre todo en las zonas conocidas como Sacasemita y Gallinazo, sin embargo los pesos muestran una mayor variación en las zonas de Playa Mendieta y Zarate, se registraron densidades importantes de ejemplares juveniles, en las zonas de los Mártires y Los Viejos en la península de Paracas. Las principales praderas de algas pardas correspondieron a las especies de *L. trabeculata* y *Macrocystis spp*, *M. integrifolia* y *M. pyrifer*, la primera de ellas se halló en áreas intermareales, principalmente al norte de Bahía Independencia, en zonas como Sacasemita, Gallinazo, Mendieta y Zárate; en estas localidades se observó un patrón de zonación conformado por un cinturón intermareal de *M. integrifolia*, luego se encontró praderas densas de *Rhodymenia flabelifolia*, entre los 3 y 6 m de profundidad, a partir de la zona donde se registra la incidencia de plantas de *L. trabeculata* (IMARPE 2008).

2.3.2 Algas Pardas en San Juan de Marcona, Región de Ica.

Las principales especies de macroalgas que se extraen comercialmente en San Juan de Marcona son *M. integrifolia* (“Sargazo”) y *L. trabeculata* “(Aracanto)”, las que se distribuyen en zonas inter y submareales someras de la zona marino costera. Si bien las principales zonas de distribución de estas macroalgas se encuentran al sur de Pta. San Juan, se han registrado importantes praderas en Pta. San Nicolás; así como, en zonas más distantes como San Fernando y Carro Caído al norte de San Juan de Marcona, como se aprecia en la Figura 12 (Vásquez 2009).

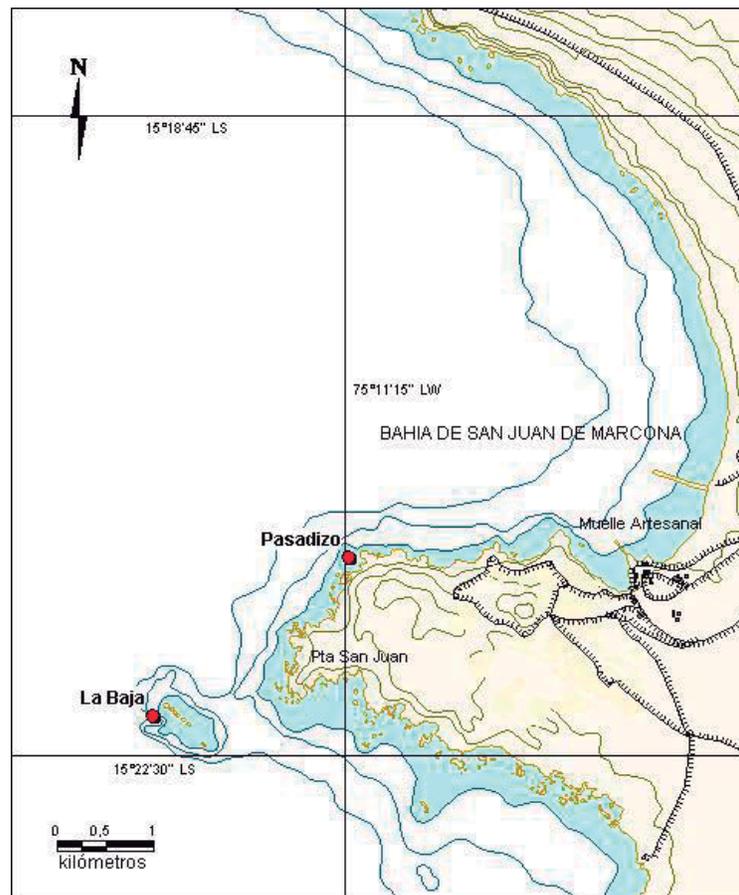


Figura 12. Bahía de San Juan de Marcona, evaluación de algas pardas temporada 2008
(FUENTE: Vásquez 2009).

Las principales zonas de colecta de macroalgas pardas, producto de varazones, están entre Punta San Juan y Playa Yanyarina, abarcando más de 37 km de litoral, entre playas, roqueríos y acantilados. Los desembarques indican biomásas equivalentes a 400 ton en el mes de mayo del 2008. Dado que esto representa la recolección de la mortalidad natural, estas recolecciones no impactan el crecimiento y reclutamiento de poblaciones naturales. En el sector, un importante número de colectores de algas de ribera se benefician económicamente con esta actividad (Vásquez 2009).

En contraste, el empleo de buceo semiautónomo artesanal para la siega y cosecha de *L. trabeculata*, generó desembarques de 714 ton en el mes de junio 2008. Individualmente por embarcación se reporta un esfuerzo de pesca equivalente a 3 ton por embarcación en junio, con un incremento significativo en el mes de octubre de 3,8 ton/embarcación (Figura 13). Este tipo de indicadores fueron utilizados para generar restricciones en la cosecha, decretándose veda del recurso en noviembre 2008 (Vásquez 2009).

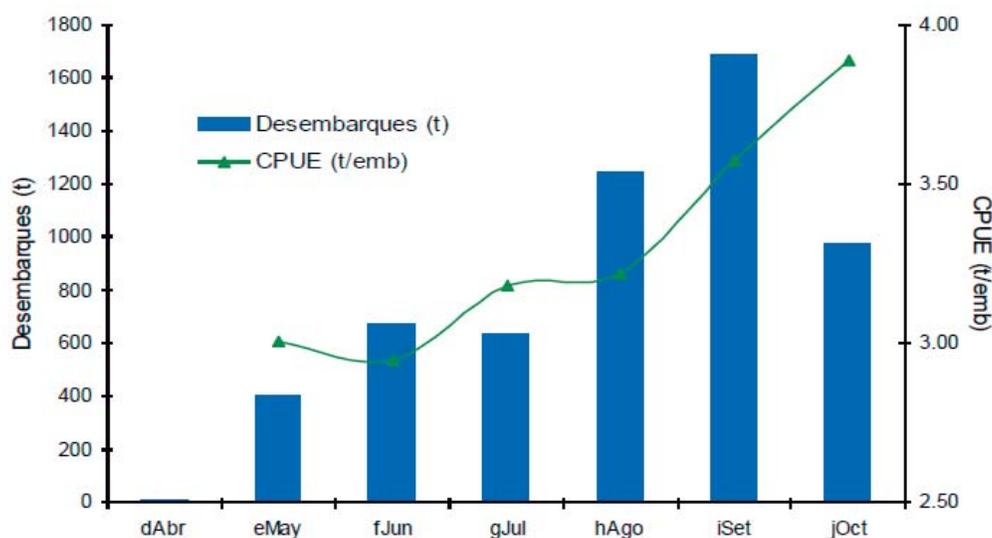


Figura 13. Variaciones mensuales de los volúmenes de desembarques y CPUE de *L. trabeculata* en San Juan de Marcona 2008 (FUENTE: Vásquez 2009).

Vásquez 2009 manifiesta que el agotamiento de recursos locales y las medidas de administración ha generado un desplazamiento de la flota artesanal desde la zona de Playa Hermosa hacia la zona conocida como La Baja, aumentando la extracción en las poblaciones al sur. En los meses de abril y mayo 2008, la flota se concentró principalmente en las zonas de Playa Hermosa y Pasadizo, mientras que en el mes de junio, además del incremento de las embarcaciones artesanales, un desplazamiento hacia Punta San Juan, La Guanera y Pasadizo. En julio, agosto y setiembre en la zona de La Baja, se observan los mayores desembarques durante 2008, y en los últimos meses del 2008 el esfuerzo de pesca se concentra en la bahía de San Nicolás (Figura 14).

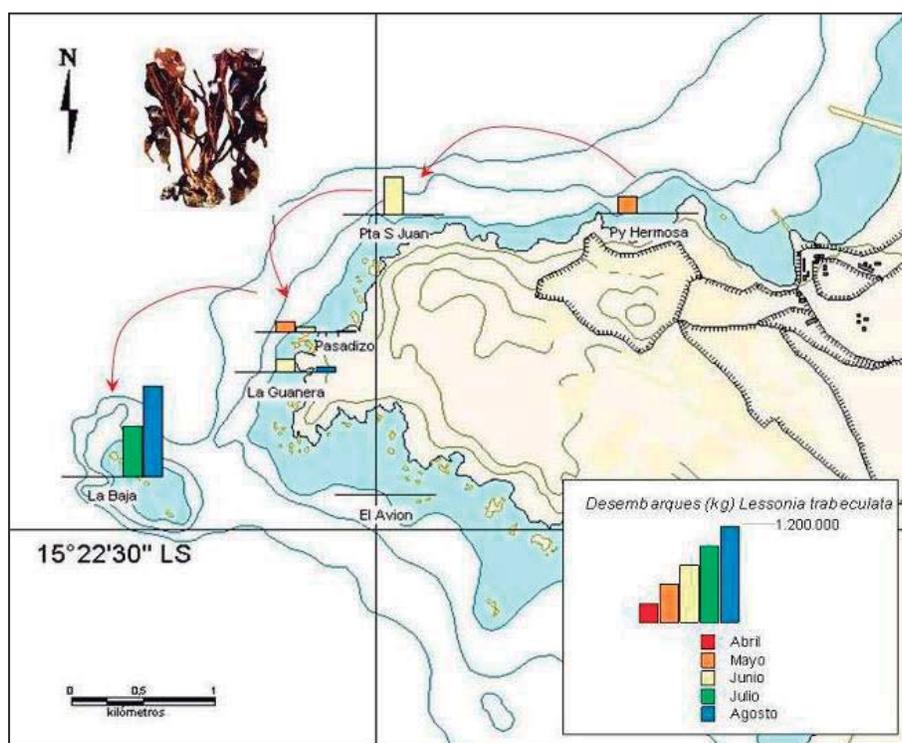


Figura 14. Distribución de los desembarques por zonas de pesca de *Lessonia trabeculata* en San Juan de Marcona, Ica, indicando el desplazamiento de la flota artesanal (FUENTE: Vásquez 2009).

En agosto 2009 el IMARPE estimó una cuota de captura permisible de 3000 t entre las zonas de Campamento y Pingüinera de San Juan de Marcona, por lo cual PRODUCE autorizó su extracción mediante R.M. N°. 501-2009-PRODUCE (IMARPE 2012).

En marzo 2010 el IMARPE realizó una nueva evaluación de este recurso en la misma zona, estimando una captura permisible de 4166 t, las que podrían extraerse hasta diciembre del 2010, excluyendo los meses de otoño por ser periodo reproductivo de la especie. Sin embargo, dicha cuota no se autorizó (IMARPE 2012).

En junio 2010, el IMARPE realizó la evaluación poblacional de *L. trabeculata* al sur de San Juan de Marcona (entre Basural y Yanyarina), estimando una captura permisible de 2301 t, en base a la cual PRODUCE emitió la normativa que autorizó la extracción de esta especie en el área comprendida entre Lobo Fino y Yanyarina (RM N° 205-2010-PRODUCE) la que se dio por finalizada en octubre 2010 con RM N° 267-2010-PRODUCE (IMARPE 2012), como se aprecia en la Figura 15.

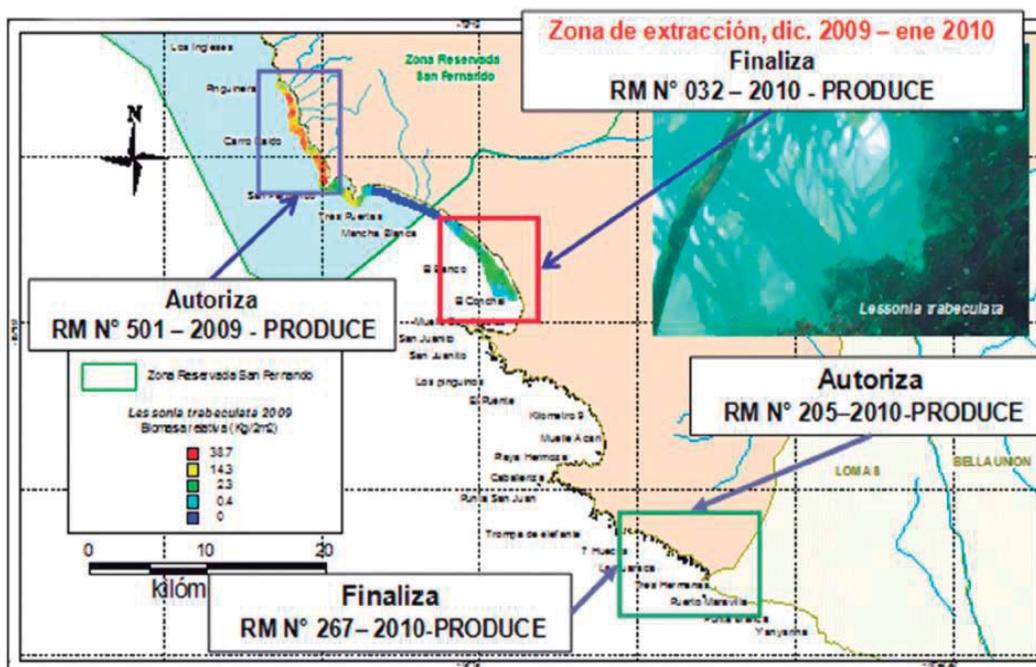


Figura 15. Principales praderas de *L. trabeculata* en San Juan de Marcona, y la normativa asociada a su aprovechamiento entre el 2009 y 2010. (FUENTE: IMARPE 2012).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio establecido para el proyecto fue el Distrito de Marcona perteneciente a la Provincia de Nazca, Departamento de Ica, ubicada en la Región Ica. Limita por el norte con el Distrito de Nazca, por el sur con la Provincia de Caravelí (Arequipa), por el este con la Provincia de Lucanas (Ayacucho) y por el oeste con el Océano Pacífico. Esta zona está influenciada por la Corriente Peruana o de Humboldt, de aguas frías provenientes del sur, que abarca desde los 4° latitud sur, hasta Chile, siendo Marcona uno de los principales lugares de afloramiento en el mundo (IMARPE 2010).

El estudio estuvo dirigido exclusivamente a la zona submareal del área comprendida entre Punta San Juan, (15° 22' 10,9" LS; 75° 11' 33,9" LW), y Lobo Fino (15° 24' 44,7" LS; 75° 08' 18,7" LW), como se aprecia en la Cuadro 2 y Figura 16. La colecta se realizó los días 26 y 28 de marzo del año 2012.

Cuadro 2. Puntos geográficos de las estaciones muestrales en San Juan de Marcona.

Zona	Fecha	Estación	Profundidad (mts.)	Latitud	Longitud	Sustrato	Temp. Superficial del mar (°C)
Lobo Fino	26/03/2012	L.1	18	15° 24' 44,7" S	75° 08' 23,1" O	Bloques y piedras	15,8
		L.2	12	15° 24' 39,0" S	75° 08' 21,8" O	Bloques	16,1
		L.3	7	15° 24' 15,1" S	75° 08' 37,0" O	Bloques	15,0
Basural	28/03/2012	B.1	16	15° 22' 54,9" S	75° 10' 41,0" O	Piedras, Bloques y Ripial	14,7
		B.2	11	15° 22' 44,7" S	75° 10' 44,6" O	Bloques con Ripial	14,9
		B.3	7	15° 22' 38,5" S	75° 10' 36,3" O	Bloques	14,8

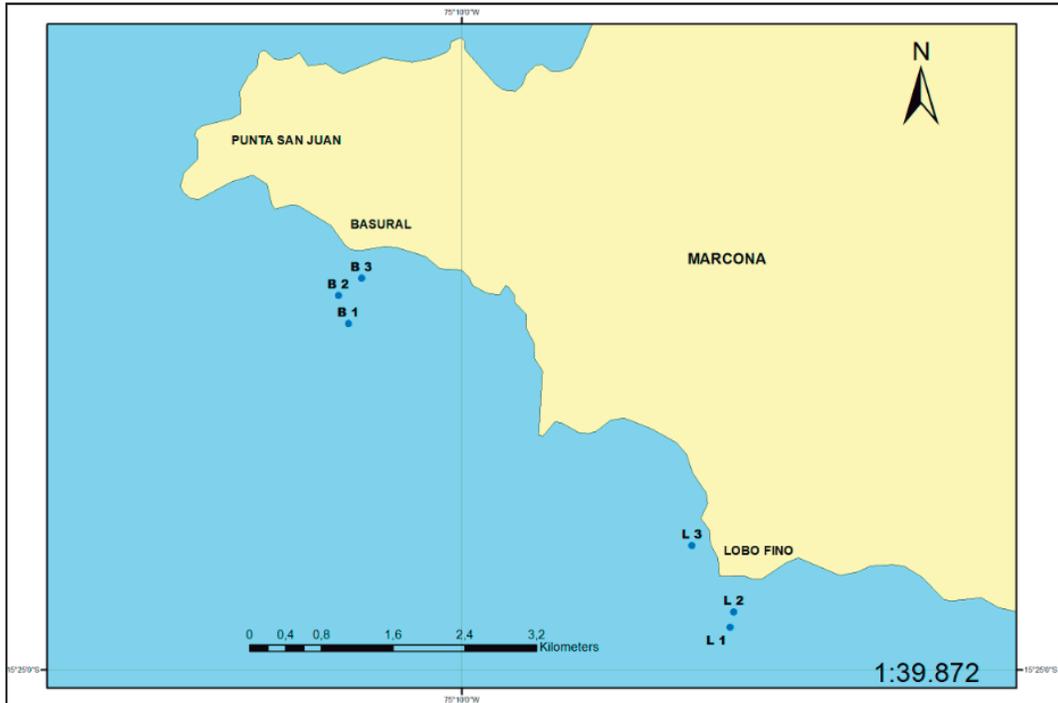


Figura 16. Ubicación de los puntos geográficos de las estaciones muestrales en San Juan de Marcona (FUENTE: Mapa elaborado en IMARPE).

La mayor parte de la línea costera está conformada por arrecifes, acantilados y escarpas que le dan un perfil variado y único a dicha zona. Desde Punta San Juan hasta Lobo Fino, el borde costero está rodeado de pequeños arrecifes y playas con sustratos arenosos y rocosos, seguido hacia el sur por extensos acantilados y una gran cantidad de ambientes de sustrato duro (IMARPE 2010).

Desde Punta San Juan hasta Yanyarina, el sustrato duro es el predominante, se encuentra ampliamente distribuido y se le encuentra mezclado con pequeñas porciones de arena media y conchuela. En la Figura 17 se puede apreciar la distribución del sustrato en la zona de estudio está representada principalmente por bloques (58,1%) y arena (32,9%), seguido de canto rodado (3,9%), ripial (2,4%) y piedras (1,8%). La conchuela representó el 0,9% y no se encontró fango en la zona evaluada hasta las 10 brazas de profundidad (IMARPE 2010).

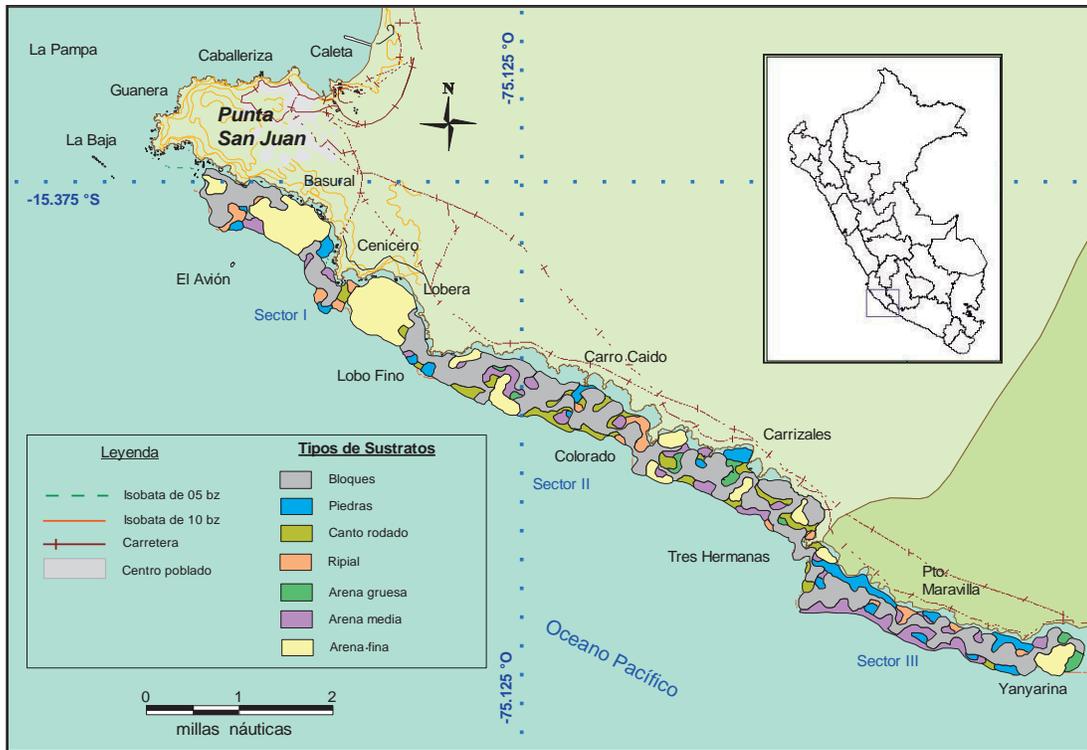


Figura 17. Tipos de sustratos marinos en las costas de San Juan de Marcona (FUENTE: IMARPE 2010).

3.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Se realizó un muestreo estratificado sistemático, comprendiendo 02 sectores (Cuadro 2), en cada uno de los cuales se ubicaron 03 transectos con 03 estaciones (replicas), distribuidos en intervalos de profundidad de: 5-10 m, 10-15 m y 15-20 m. (Fig. 18).

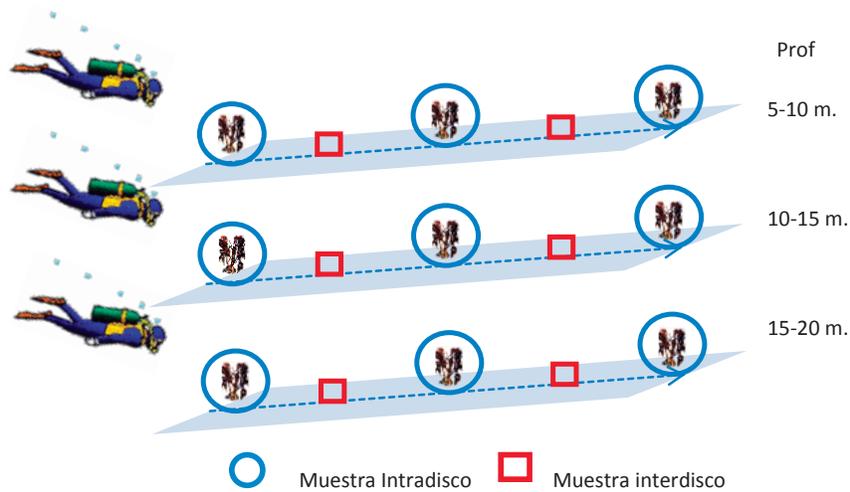


Figura 18. Diseño de Investigación (FUENTE: Elaboración propia).

3.2.1 Identificación y Caracterización de la diversidad y abundancia de macroinvertebrados asociados intra e interdisco con *L. trabeculata*.

Un punto de referencia, que refleja las modificaciones de las interacciones comunitarias dentro del ecosistema por explotación de alguno de sus componentes, es la riqueza de especies (Caddy y Mahon 1995). En este contexto, las algas pardas han sido descritas como importantes organismos ingenieros de ecosistemas o estructuradores de comunidades para un gran número de especies de invertebrados (Vásquez y Santelices 1984, Jones *et al.* 1994). Con estas razones se sugiere realizar evaluaciones estacionales, por sitio de estudio, tanto de la diversidad de las comunidades bentónicas asociadas a las praderas (comunidad inter-disco adhesivo) así como de las comunidades asociadas a los discos de fijación de algas pardas (comunidad intra-disco) (Vásquez *et al.* 2008).

La caracterización de la comunidad de macroinvertebrados asociados a los discos de adhesión (**intra-disco**) se realizó colectando plantas de *L. trabeculata* en las localidades seleccionadas aplicando algunas modificaciones a la metodología establecida por Vásquez *et al.* 2008.

Los discos de adhesión se colectaron mediante buceo semiautónomo desde los ambientes rocosos submareales con intervalos de profundidad de 5-10 m, 10-15 m y de 15 a 20 m (Figura 14). En cada sitio de muestreo se extendió un transecto de 10 metros lineales paralelos a la línea de costa. En cada transecto se colocaron 3 circunferencias de 2 m² de área separadas uniformemente. De cada unidad muestral se extrajo una planta al azar con diámetro basal entre 15 y 40 cm.

Cada uno de los discos de adhesión (n = 3 por estación) se despegaron del sustrato con barretas de fierro, previo corte de estipes y frondas por sobre la estructura del disco de adhesión. Luego, cada disco fue recubierto con una malla (5 mm de apertura) para evitar el escape de los invertebrados móviles. Los discos de adhesión y la fauna asociada se depositaron en bolsas plásticas rotuladas y preservadas en formalina diluida al 7% en agua de mar, con la previa medición y pesado de los discos (Anexos 1 y 2). En el laboratorio, los organismos presentes en las cavidades interiores de los discos de adhesión

de algas pardas fueron removidos por disección (Anexos 3 y 4), de acuerdo a la metodología utilizada por Vásquez y Santelices (1984). Los individuos recolectados (> 5 mm) fueron identificados hasta el nivel taxonómico más bajo posible (Vásquez *et al.* 2008).

La caracterización **inter-disco** se realizó sobre los mismos transectos utilizados anteriormente. Como unidades de muestreo se utilizaron cuadrantes de 50 cm por 50 cm, abarcando un área de 0,25 m. Se colectó la totalidad de organismos, dentro del cuadrante, los mismos que fueron preservados en formalina diluida al 7% en agua de mar e identificados en el laboratorio.

Se empleó bibliografía especializada de Álamo y Valdivieso (1987), Barnard (1954 y 1960), Chirichigno (1970), Fauchald (1977), Hobson y Banse (1981), Marincovich (1973), Paredes y Cardoso (2007) y Lancelloti y Vásquez (2000), además utilizando la literatura considerada en Vásquez *et al.* (2001) para el análisis taxonómico.

3.2.1.1 Análisis de Datos

Para monitorear el efecto de los cambios en el ambiente es necesario contar con información de la diversidad biológica en comunidades naturales y modificadas (diversidad alfa) y también de la tasa de cambio en la biodiversidad entre distintas comunidades (diversidad beta), para conocer su contribución al nivel regional (diversidad gamma) y poder diseñar estrategias de conservación y llevar a cabo acciones concretas a escala local (Vásquez A. 2008). En tal sentido se utilizó la abundancia de las especies por estación de muestreo para calcular el índice de diversidad de Shannon y Wiener (H') y el índice de equidad o uniformidad (J') de Pielou e índice de dominancia de Simpson (IMARPE 2010).

Riqueza de especies (S): S= Número total de especies en la muestra

Índice de diversidad (H') de Shannon-Wiener (Pielou, 1966):

$$H' = \sum p_i (\log^2 p_i)$$

Donde: $p_i = n_i/N$

n_i = Número de individuos de la especie i -ésima.

N = Número total de individuos

Medida de Uniformidad (J') (Pielou, 1966):

$$J' = H' / H' \text{ max}$$

Donde: H' = Índice de diversidad de Shannon-Wiener

$H' \text{ max} = \log^2 S$, Diversidad máxima teórica

Índice de Dominancia (D) de Simpson (Pielou, 1966):

$$D = \frac{\sum n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

Donde: n_i = Número de individuos de la especie i -ésima

N = Número total de individuos.

Para determinar el grado de similitud entre estaciones y especies se realizó un análisis multivariado de clasificación numérica, usando el método de clasificación jerárquica aglomerativa con media ponderada (grupo par no ponderado con promedio aritmético **UPGMA**) (Sneath y Sokal 1973) con el índice de Bray-Curtis.

Los datos obtenidos fueron tabulados y procesados en hojas de cálculo Excel V.2010 (Microsoft, Inc.) y PRIMER V.6,0 (Primer-E, Inc.).

3.2.2 Evaluación de la Extracción de *Lessonia trabeculata*.

Para realizar la evaluación de la extracción de éste recurso se tomaron en cuenta todas las Resoluciones Ministeriales emitidas por el Ministerio de la Producción vinculadas a las autorizaciones y prohibiciones emitidas por la entidad mencionada. Además se ha tomado como referencia el Anuario Estadístico de la Producción 2010 de PRODUCE.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS

4.1.1 Identificación de la diversidad del macrobentos.

En el área muestreada se registraron un total de 5399 organismos agrupados en 71 especies distintas, tomando en cuenta las estaciones de Lobo Fino y Basural (Cuadro 3), de los cuales se logró identificar 5369 organismos y 30 no identificados (Figura 19), correspondiendo 31 especies al Phylum Annelida, 17 a Mollusca, 15 a Crustácea, 4 a Equinodermata, 1 a Tunicata, 1 a Nemertea, 1 a Pycnogonida y 1 a la Ictofauna del sector (Figura 20).



Figura 19. Número de organismos registrados por cada grupo taxonómico.

Cuadro 3. Listado de Especies registradas en las áreas muestreadas, Lobo Fino y Basural, en San Juan de Marcona.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE BINOMIAL																				
Nemertea				Nemertinos																				
				<i>Halosydna sp.</i>																				
				<i>Halosydna johnsoni</i> (Darboux 1899)																				
				<i>Halosydna fuscomarmorata</i> (Grube, 1876)																				
				<i>Halosydna parva</i> (Kinberg, 1856)																				
				<i>Lepidonotus sp.</i>																				
				<i>Harmothoe sp.</i>																				
				Polynoidae n.d.																				
				<i>Steggoa magalaensis</i> (Kinberg, 1866)																				
				<i>Eteone sp.</i>																				
				Phyllodocidae n.d.																				
				<i>Nereis grubei</i> (Kinberg, 1866)																				
				<i>Nereis callaona</i> (Grube, 1857)																				
				<i>Platynereis australis</i> (Schmarda, 1861)																				
				<i>Syllis sp.</i>																				
				<i>Syllis proluxa</i> (Ehlers, 1901)																				
				<i>Syllis gracilis</i> (Grube, 1840)																				
				<i>Myrianida sp.</i>																				
				<i>Marphysa aenea</i> (Blanchard in Gay, 1849)																				
				<i>Lysidice sp.</i>																				
				<i>Scoletoma tetraura</i> (Schmarda, 1861)																				
				<i>Diopatra chilensis</i>																				
				<i>Boccardia polybranchia</i> (Haswell, 1885)																				
				<i>Dipolydora socialis</i> (Schmarda, 1861)																				
				<i>Carraziella sp.</i>																				
				<i>Phragmatopoma moerchi</i> (Kinberg 1867)																				
				Sabellariidae n.d.																				
				Orbinidae n.d.																				
<i>Naineris brevicephala</i> (Hartmann-Schröder 1960)																								
<i>Chaetozone sp.</i>																								
Capitellidae n.d.																								
Terebellida n.d.																								
Annelida	Polychaeta	Phyllodocida (Aciculata)	Polynoidae	<i>Brachidontes granulata</i> (Hanley 1843)																				
				<i>Aulacomya ater</i> (Molina 1782)																				
				<i>Carditella tegulata</i> (Reeve, 1843)																				
				<i>Semele solida</i> (Gray, 1828)																				
				<i>Hiatella solida</i> (Sowerby 1834)																				
				<i>Xanthochorus cassidiformis</i> (Blainville, 1832)																				
				<i>Concholepas concholepas</i> (Bruguère 1789)																				
				<i>Crassilabrum crassilabrum</i> (Sowerby 1834)																				
				<i>Mitrella unifasciata</i> (Sowerby 1832)																				
				<i>Tegula tridentata</i> (Potiez & Michaud 1838)																				
				<i>Fissurella sp.</i>																				
				<i>Prisogaster niger</i> (Wood 1828)																				
				<i>Calyptrea trochiformis</i> (Born, 1778)																				
				<i>Crepipatella dilatata</i> (Lamarck, 1822)																				
				<i>Priene scabrura</i> (King, 1832)																				
				<i>Chiton cumingsi</i> (Frembly 1827)																				
				<i>Chiton sp.</i>																				
				Mollusca	Bivalvia	Mytiloidea	Mytilidae	<i>Caenocentrotus gibbosus</i> (L. Agassiz & Desor, 1846)																
								<i>Tetrapygyus niger</i> (Molina, 1782)																
								<i>Ophiactis kroyeri</i> (Lütken, 1856)																
								<i>Asterina chilensis</i> (Lutken, 1859)																
								Gastropoda	Veneroidea	Condylocardiidae	Semelidae	Pienogónidos												
												<i>Taliepus marginatus</i> (Bell, 1835)												
												<i>Pisoides edwardsii</i> (Bell, 1835)												
												<i>Pilumnoides perlatus</i> (Poeppig, 1836)												
												<i>Pachycheles grossimanus</i> (Guerín, 1835)												
												<i>Pachycheles crinimanus</i> (Haig, 1960)												
												<i>Allopetrolisthes spinifrons</i> (H. Milne-Edwards, 1837)												
<i>Liopetrolisthes mitra</i> (Dana, 1852)																								
<i>Petrolisthes tuberculatus</i> (Guérin, 1835)																								
<i>Petrolisthes sp.</i>																								
<i>Pinnotheres politus</i> (Smith, 1869)																								
<i>Pilumnus limosus</i> (Smith, 1869)																								
<i>Synalpheus spinifrons</i> (H. Milne Edwards, 1837)																								
<i>Pagurus sp.</i>																								
Amphipoda n.d.																								
<i>Balanus laevis</i> (Darwin, 1854)																								
<i>Pyura chilensis</i> (Molina, 1782)																								
<i>Sicyases sanguineus</i>																								
Echinodermata	Echinoidea	Camarodonta	Echinometridae									<i>Pyura chilensis</i> (Molina, 1782)												
												<i>Sicyases sanguineus</i>												
												Asteroidea	Valvatida	Asterinidae	Asterinidae	<i>Pyura chilensis</i> (Molina, 1782)								
																<i>Sicyases sanguineus</i>								
																Arthropoda (Subphylum Crustacea)	Malacostraca	Decapoda	Porcellanidae	<i>Pyura chilensis</i> (Molina, 1782)				
																				<i>Sicyases sanguineus</i>				
				Pycnogonida	Pantopoda	Pantopoda	Pantopoda													<i>Pyura chilensis</i> (Molina, 1782)				
																				<i>Sicyases sanguineus</i>				
																				Chordata	Ascidiacea	Stolidobranchia	Pyuridae	<i>Pyura chilensis</i> (Molina, 1782)
																								<i>Sicyases sanguineus</i>
								Actinopterygii	Gobiesociformes	Gobiesocidae	Gobiesocidae													<i>Pyura chilensis</i> (Molina, 1782)
																								<i>Sicyases sanguineus</i>



Figura 20. Número de especies registradas por cada grupo taxonómico.

De las especies encontradas las más abundantes con una distribución a lo largo de ambas áreas investigadas fueron: *Phragmatopoma moerchi*, *Syllis sp.* y *Scoletoma tetraura* del Phylum Annelida (Figura 21), *Brachidontes granulata*, *Crepidatella dilatata* y *Calyptrea (Trochita) trochiformis* del Phylum Mollusca (Figura 22); *Balanus laevis*, *Pachycheles crinimanus* y Anfípodos del Phylum Crustácea (Figura 23) y *Ophiactis kroyeri* y *Tetrapigus niger* del Phylum Echinodermata (Figura 24). Además, se observó escasa presencia de invertebrados de importancia comercial como *Concholepas concholepas* (loco) y *Fissurella sp.* (lapa), mientras que el erizo *Loxechinus albus* no se registró en ninguna de las muestras (Anexo 5).

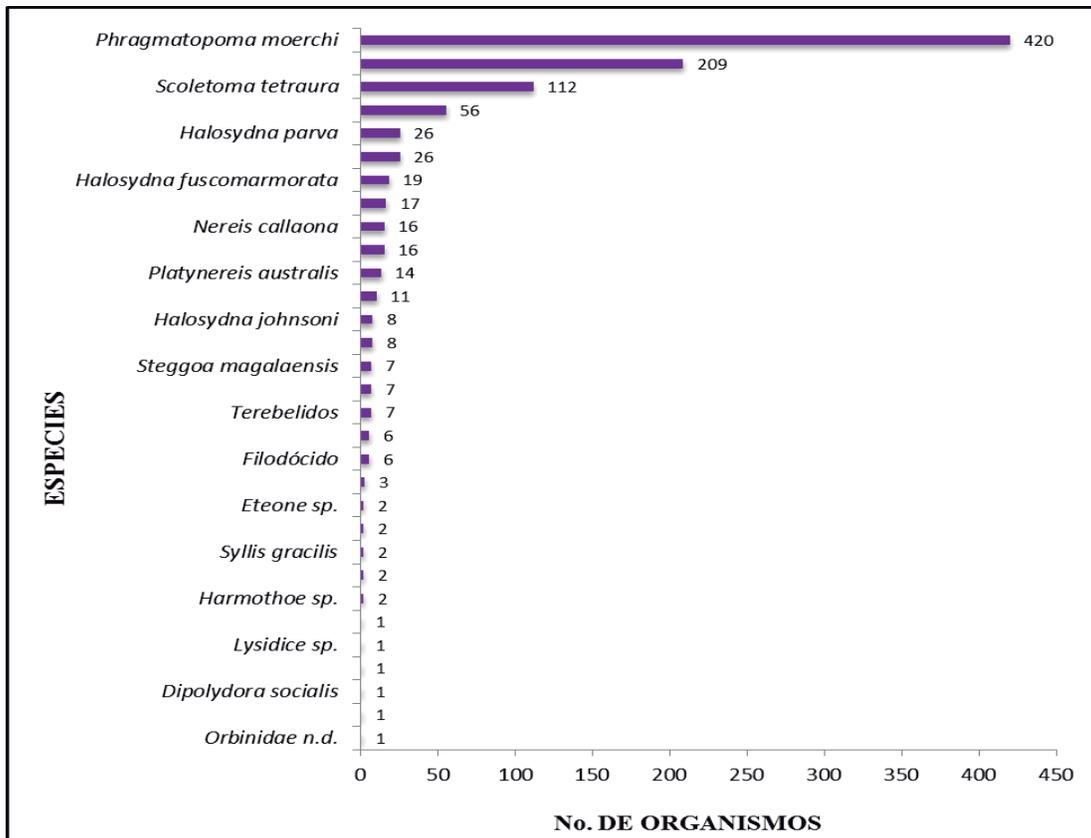


Figura 21. Especies y número de organismos registrados en el Phylum Annelida.

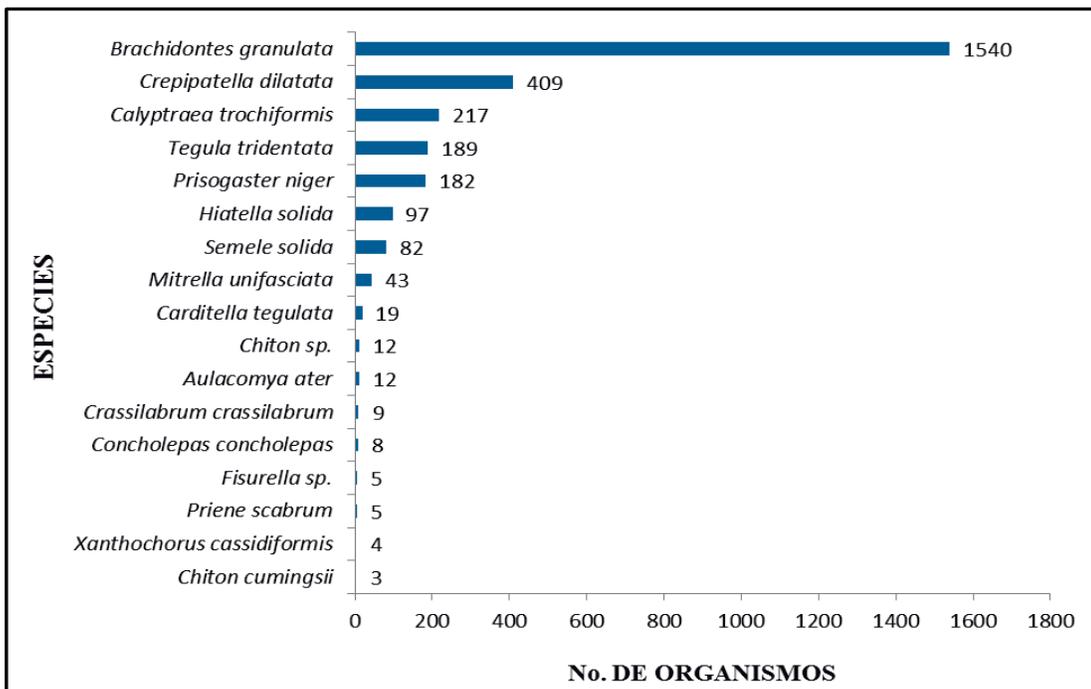


Figura 22. Especies y número de organismos registrados en el Phylum Mollusca.

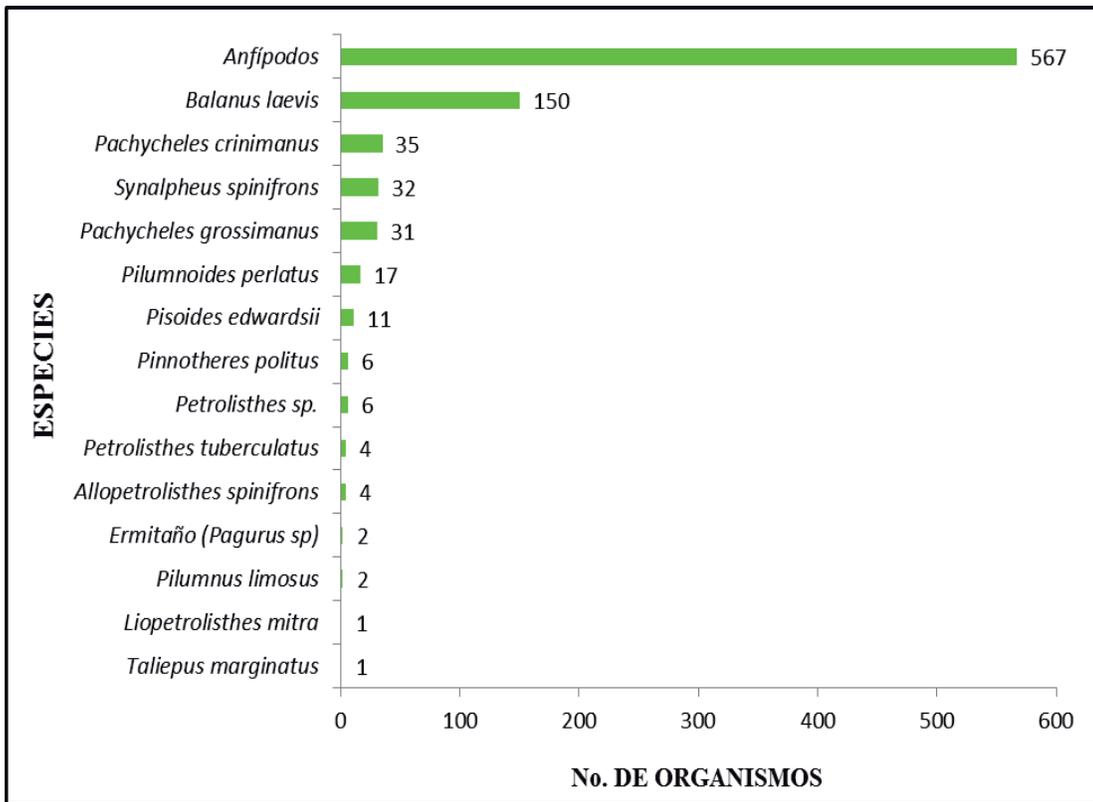


Figura 23. Especies y número de organismos registrados en el Phylum Crustácea.

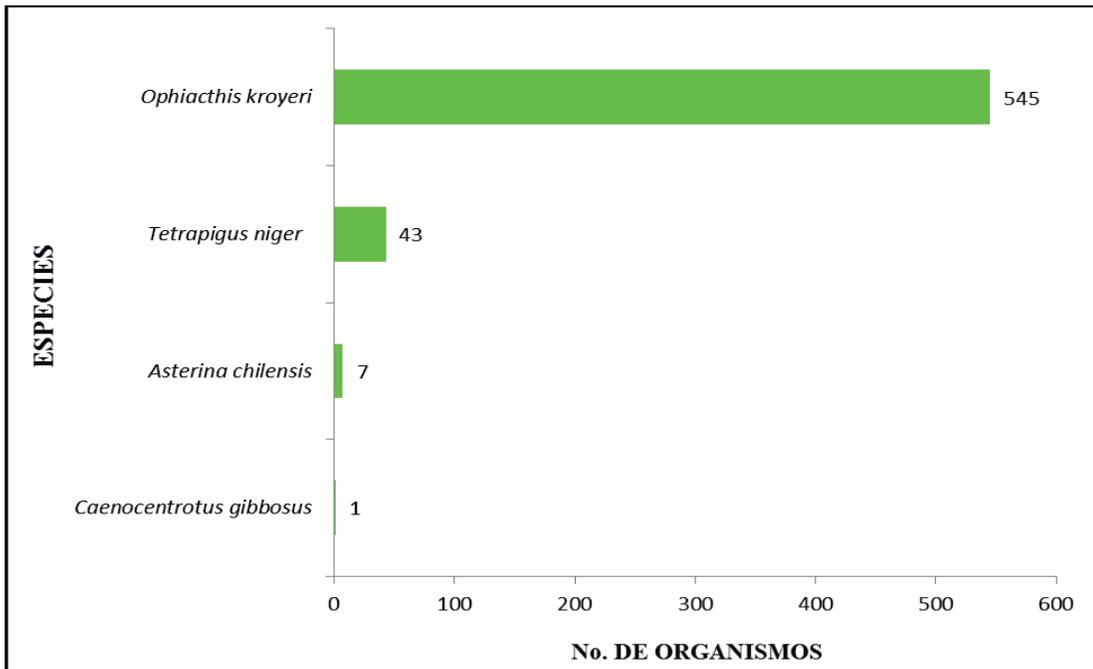


Figura 24. Especies y número de organismos registrados en el Phylum Echinodermata.

4.1.2 Caracterización de la diversidad del macrobentos.

En el Cuadro 4 se puede apreciar que el Número de especies (S) varió entre 13 y 37 considerando las muestras intradisco, siendo las subestaciones P.3.2 y P.3.3 en Lobo Fino las de mayor número con 36 y 37 especies respectivamente, mientras que para las muestras interdisco el Número de especies evidenciado vario de 8 a 24, registrando la mayor cantidad en la estación I.4 en la zona del Basural.

Cuadro 4. Principales parámetros de diversidad, uniformidad y dominancia obtenidos con el programa estadístico PRIMER-6.

	Número de Especies	Número de Organismos	Dominancia (Simpson)	Diversidad (Shannon-Wiener)	Riqueza (Margalef)	Equidad (Pielou)
Sub Estaciones	S	N	D	H'(loge)	Div.	J'
P.1.1	13	149	0,6357	1,528	2,398	0,5957
P.1.2	13	44	0,8436	2,086	3,171	0,8135
P.1.3	19	240	0,8286	2,068	3,284	0,7025
P.2.1	22	115	0,8729	2,44	4,426	0,7894
P.2.2	20	183	0,7949	2,074	3,647	0,6922
P.2.3	22	232	0,7908	2,182	3,856	0,706
P.3.1	26	174	0,8596	2,433	4,846	0,7468
P.3.2	36	245	0,8672	2,681	6,362	0,7481
P.3.3	37	272	0,8733	2,69	6,422	0,7449
P.4.1	23	296	0,781	1,985	3,866	0,6332
P.4.2	26	464	0,772	2,104	4,072	0,6457
P.4.3	30	317	0,8958	2,589	5,036	0,7613
P.5.1	31	483	0,8674	2,46	4,854	0,7163
P.5.2	35	834	0,7679	2,198	5,055	0,6183
P.5.3	30	172	0,8547	2,425	5,634	0,713
P.6.1	27	185	0,891	2,559	4,981	0,7763
P.6.2	21	137	0,8732	2,417	4,065	0,7938
P.6.3	26	203	0,8886	2,558	4,705	0,785
I.1	9	45	0,8202	1,863	2,102	0,8479
I.2	10	33	0,8163	1,87	2,574	0,8122
I.3	8	118	0,6423	1,285	1,467	0,618
I.4	24	274	0,6107	1,654	4,098	0,5203
I.5	11	101	0,7616	1,645	2,167	0,6859
I.6	10	53	0,5827	1,407	2,267	0,6111

Respecto a la diversidad de especies aplicando el índice de Margalef (d) se apreció una variación entre 2,398 y 6,422, siendo la subestación P.1.1 la de menor diversidad y la P.3.3 la de mayor, con un promedio de 4,482. De las 18 subestaciones con muestras intradiscos sólo 5 presentaron un índice igual o mayor a 5. En cuanto a las muestras interdiscos la estación I.4 presentó el mayor índice con 4,098.

El índice de Shannon Wiener (H'), que expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra, reflejo como valor mínimo 1,528 correspondiente a la subestación P.1.1 y un mayor valor para la subestación P.3.3 con 2,69.

En cuanto a la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada, que lo expresa el índice de Equidad de Pielou (J'), se evidenció que la subestación P.1.1 tiene el valor más bajo con 0,5957 y P.6.2 el mayor valor con 0,7938, valores para las muestras intradiscos.

La dominancia de Simpson, que manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie, varió entre 0,6357 y 0,8958 con un promedio de 0,8310 para las muestras intradisco.

El análisis de clúster realizado mediante el programa estadístico PRIMER 6.0 nos da como resultado que entre las subestaciones frente a la Estación de El Basural existe una similaridad del 61% lográndose identificar tres grupos bien definidos en dendrograma respectivo (Figura 25), siendo la subestación B.4.3 la que se diferencia en un solo grupo por la mayor riqueza de especies de poliquetos.

En la Figura 26 se puede observar que entre las subestaciones frente a la Estación de Lobo Fino a un 62% de similaridad se identifican cuatro grupos definidos. Las subestaciones L.1.1 y L.1.2 forman grupos separados por las diferencias existentes en la diversidad de moluscos y crustáceos, mientras que sobre los otros grupos que se forman la diferencia se da por la menor diversidad de especies de poliquetos.

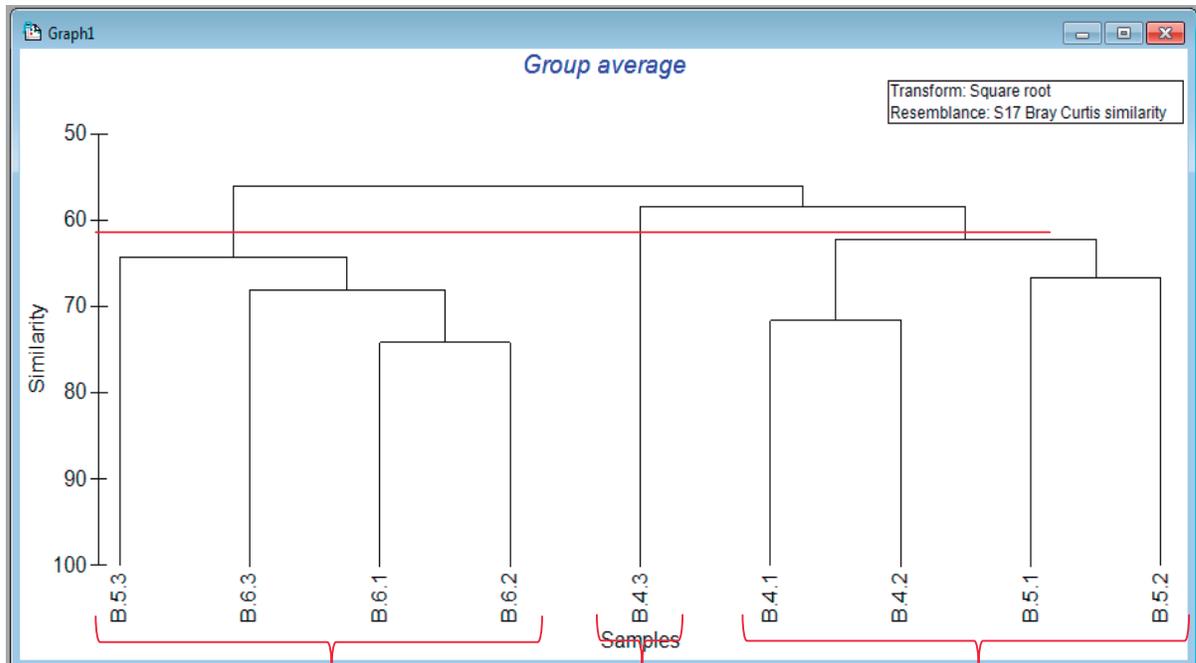


Figura 25. Análisis de Clúster realizado con las subestaciones frente a la Estación de El Basural.

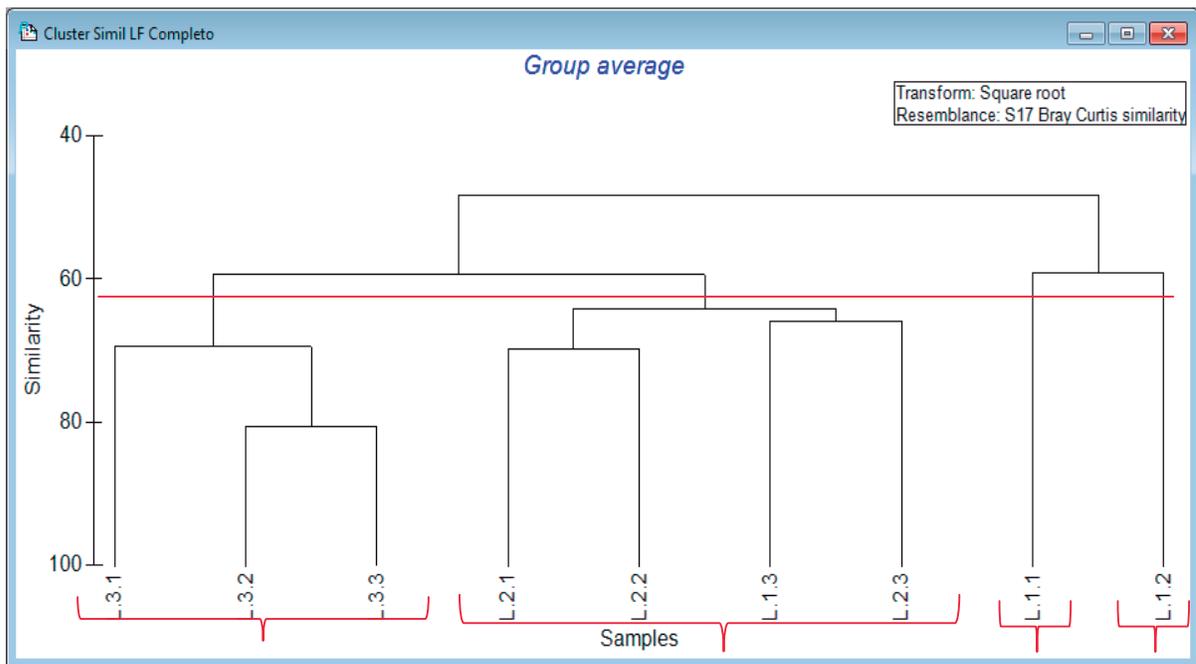


Figura 26. Análisis de Clúster realizado con las subestaciones frente a la Estación de Lobo Fino.

Al realizar el análisis de similitud entre todas las subestaciones, tanto de las muestras intradiscos e interdiscos, de las Estaciones de El Basural y Lobo Fino se pueden observar tres grupos al 30% de similitud (Figura 27). Revisando la base de datos se puede detectar que existe una menor riqueza de especies en las muestras interdiscos.

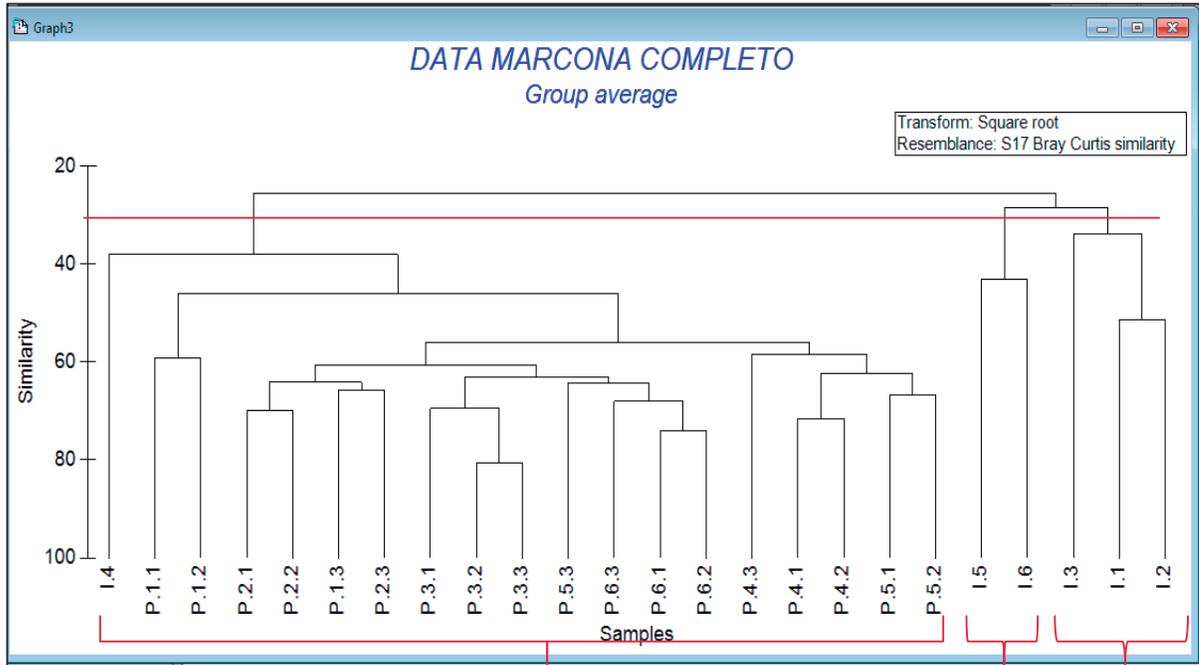


Figura 27. Análisis de Clúster realizado con todas las muestras de ambas estaciones estudiadas.

4.1.3 Diámetro mayor del rizoide.

De las 09 muestras obtenidas en la zona de Lobo Fino se registraron 04 rizoides que tuvieron una medida por debajo de los 20 cm. que establece la normativa para permitir su extracción correspondiendo al 44,4%, mientras que en la zona del Basural, de las 09 muestras, sólo se registró un rizoide, el mismo que tuvo una medida de 15 cm. y que corresponde al 11,1%.

4.2 DISCUSIÓN

En muchos lugares del mundo, el borde costero es afectado por perturbaciones locales y de gran escala. Estos pueden tener origen antrópico o natural. Independiente del origen, estas perturbaciones afectan la estructura y la organización de las comunidades marino costeras, modificando significativamente la biodiversidad de los ambientes litorales. En este contexto, la composición de especies de un determinado lugar refleja una combinación de eventos históricos y ambientales, en consecuencia, su evaluación provee una medida sensitiva de eventos ecológicos relevantes (Philippi et al. 1998).

El seguimiento de la composición de especies en tiempo y espacio deriva de al menos tres aproximaciones ecológicas: (1) la composición de especies provee una fuerte señal del factor ambiental de interés, (2) tiene un significado ecológico directo, y (3) es una de las pocas variables ecológicas fácilmente medible (Vásquez 2004).

En el EIA de la Perforación Exploratoria en el Lote Z-35, la empresa Walsh menciona que la biodiversidad de praderas de algas gigantes (especialmente de *Macrocystis* y *Lessonia*) ha sido muy poco investigada en el Perú. Indican además que en un estudio de Playa Mendieta, en el litoral Centro del Perú, se encontró que en una pequeña pradera de macroalgas (*Macrocystis*) vivían 62 especies de moluscos, equinodermos y decápodos siendo el hábitat más diverso de todos los hábitats encontrados en el área. Además se encuentra una fauna muy especial entre los rizoides de las algas como por ejemplo de *Ophiactys kroyeri* y varios crustáceos como *Pachychelis crinimanus* y *Megalobrachioum peruvianum* entre muchos otros. En este sentido hemos comprobado que efectivamente el hábitat que proporcionan los rizoides y en general las praderas de *L. trabeculata* es muy importante debido a que en este trabajo se identificaron 71 especies, aunque Vásquez 2004 llegó a identificar 153 especies en este tipo de ecosistemas previo a una recolección de muestras por algunos años y en varias temporadas.

Siendo entonces los rizoides y más aún el diámetro mayor del mismo uno de los parámetros que se considera de mucha importancia en la normativa vigente como punto clave para la extracción o no de un alga, se determinó que en la zona de El Basural se encuentran mayor cantidad de algas con talla de recolección debido a que esta zona es

respetada por los colectores artesanales por su cercanía a un área reservada, mientras que la zona de Lobo Fino puede ser considerada como una zona en recuperación puesto que desde el año 2010 en que se permitió extracción en esta zona no se lo ha hecho hasta la actualidad.

Dada la alta variabilidad que muestran los ambientes marinos y costeros de la región, un buen programa de monitoreo y evaluación es básico para poder ir modificando las acciones según se vea necesario. El monitoreo y evaluación se deberá llevar a cabo a dos niveles diferentes: biológico-ambiental, para seguir los cambios en los ecosistemas e ir adaptando las estrategias a estos cambios; y programático, para ir evaluando como se van desarrollando los diferentes planes de manejo y su grado de efectividad, y modificarlos según sea necesario. El monitoreo y evaluación también deberá estar a cargo del equipo técnico regional y los institutos nacionales (Majluf 2002), por ende es necesario realizar el análisis de los actores siguiendo las dos siguientes categorías planteadas: (i) relaciones predominantes y (ii) niveles de poder. Con ello se busca realizar un análisis cualitativo de los diferentes actores de cara a los procesos participativos (IMARPE 2012), siendo éste uno de los objetivos planteados por el “Programa de Investigación de las Algas Pardas en el Sur del Perú 2011-2015” y para aquello se puede tomar como base el diagrama expresado en la Figura 28.

Es también importante el establecimiento de mecanismos de control y de sanciones para aquellos que sean detectados infringiendo las regulaciones impuestas. Dada la larga historia de libre acceso a los océanos y sus recursos, es común que se infrinjan las reglas pues por lo general no existen grandes penalidades. A nivel mundial, los pocos casos exitosos de manejo de recursos marinos y costeros se han dado porque se crearon mecanismos de control efectivos, acompañados de sanciones significativas. Un buen ejemplo es el del ecoturismo en Galápagos, donde existen métodos de monitoreo y control eficientes y que resultan en el retiro de las licencias de operación para todo aquel que se le encuentre ignorando los reglamentos (Majluf 2002).

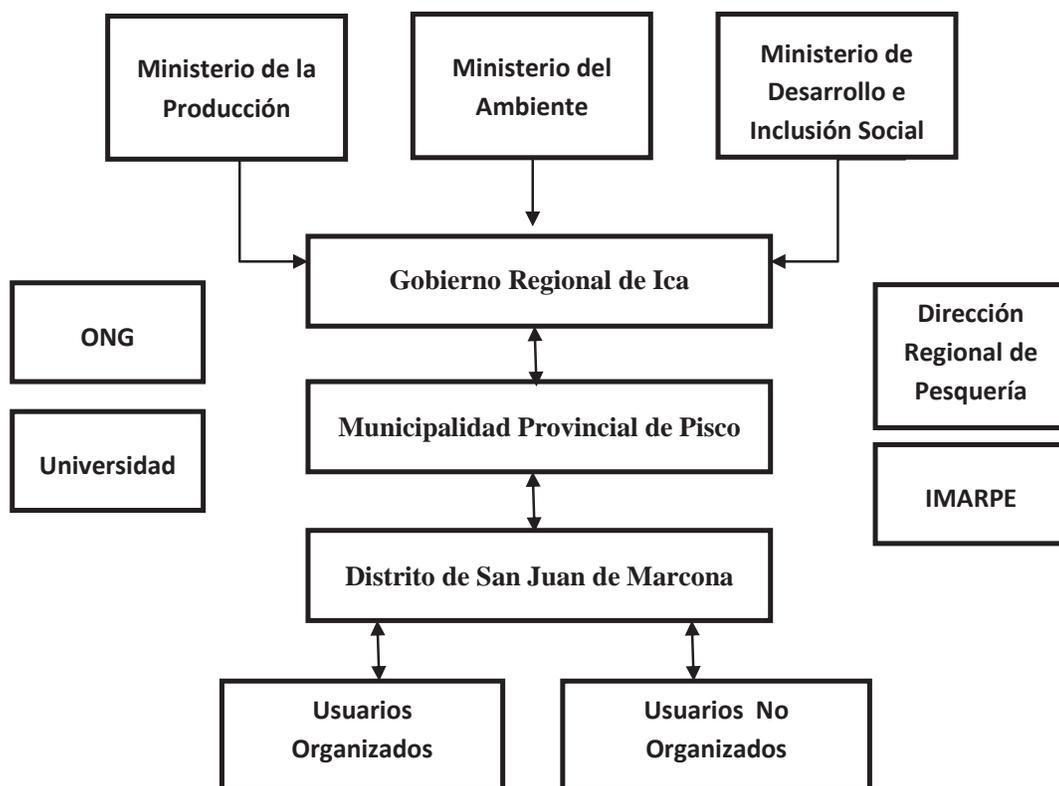


Figura 28. Diagrama base de actores sociales relacionados al recurso *L. trabeculata*.

V. CONCLUSIONES

Se logró identificar el 99,4% de la diversidad del macrobentos asociado a los discos de adhesión del alga *L. trabeculata*, registrándose en total 71 especies, de las cuales 31 pertenecen al Phylum Annelida, 17 a Mollusca, 15 a Crustácea, 4 a Equinodermata, 1 a Tunicata, 1 a Nemertea, 1 a Pycnogonida y 1 a la Ictofauna, lo 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 aplicación de los índices de abundancia, diversidad y uniformidad nos permitieron caracterizar las comunidades de macrobentos intradisco e interdisco. La diversidad intradisco determinada con el índice de Shannon no muestra 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.

La respectiva evaluación de la extracción de *L. trabeculata* registrada en el área de estudio nos permite determinar que en los últimos años si se han venido respetando las cuotas de extracción e incluso gracias a la iniciativa de los propios colectores no se han extraído las macroalgas, desde el año 2010, en la zona de Lobo Fino hasta Yaryarina con la finalidad de que exista la repoblación natural del recurso.

Se puede determinar, en base al tamaño de los discos de adhesión de los rizoides, que si existe una relación directa entre la extracción y el recurso *L. trabeculata* debido a que en la zona de Lobo Fino se evidencio una población más joven y en recuperación mientras que en El Basural ya existe una población madura con el 88,9% de las muestras registrando diámetros mayores a los 20 cm. Ésto podría afectar a la diversidad intradisco, en la medida que no exista este medio de protección para las especies pero los resultados de este estudio nos demuestran que en la zona que fue afectada presenta en la actualidad una menor abundancia de organismos aunque la riqueza de especies no varía significativamente.

VI. RECOMENDACIONES

La recomendación principal que se hace es que se deben realizar registros del macrobentos al menos estacionalmente y se debe tratar de mantener el muestreo en el mediano y largo plazo para ir determinando si hay otros factores que estén afectando a las comunidades macrobentónicas.

Continuar aplicando estrategias que incentiven a los pobladores locales a cuidar de sus recursos como hasta ahora lo hacen, siendo esto algo fundamental e importantísimo para que las presiones externas no ocasionen un rompimiento del estado en el que se encuentran ahora los ecosistemas y que hasta el momento hay indicios claros de que se está logrando mantenerlos.

Aumentar los respectivos controles en las áreas claves para no permitir que otras personas ajenas al sitio saquen el recurso, lo que implica un monitoreo constante por parte de todos los actores sociales involucrados con el recurso *L. trabeculada* en las costas de San Juan de Marcona.

Cumplir con todo lo establecido en el Programa de Investigación de las Algas Pardas del Sur del Perú 2011-2015 presentado por el IMARPE con la finalidad de contar con todos los insumos suficientes que permitan, a los tomadores de decisión, realizar las mejores acciones para el uso responsable del recurso.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ACOREMA (Áreas Costeras y Recursos Marinos). 2009. Paracas, Nuestra Reserva: Información básica sobre la Reserva Nacional de Paracas. 2 ed. Perú.
2. Alamo, V.V.; Valdivieso, V. 1987. Lista sistemática de moluscos marinos del Perú. Boletín extraordinario Instituto del Mar del Perú. 205 p.
3. Alonso, A; Camargo, JA. 2005. Estado actual y perspectivas en el empleo de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos como indicadora del estado ecológico de los ecosistemas fluviales españoles. Ecosistemas, 14: 87-89.
4. Andrews, H. L. 1945. The kelp beds of the Monterey region. Ecology 26: 24-37.
5. 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.
6. Barnard, J.L. 1960. The amphipod family Phoxocephalidae in the Eastern Pacific Ocean with analyses of other species and notes for revision of the family. Allan Hancock Pacific Expeditions 18 (3): 1-105.
7. Camargo, JA. 1993. Macrobenthic surveys as a valuable tool for assessing freshwater quality in the Iberian Peninsula. Environmental Monitoring and Assessment, 24: 71-90.

8. Camus, PA. 2001. Biogeografía marina de Chile continental. *Revista Chilena de Historia Natural*. 74 (3):587-617.
9. Cancino, JM; Santelices, B. 1984. Importancia ecológica de los discos adhesivos de *Lessonia nigrescens* Bory (Phaeophyta) en Chile central. *Revista Chilena de Historia Natural*. 56: 23-33.
10. Carrasco, FD. 2004. Organismos del Bentos Marino Sublitoral: Algunos aspectos sobre abundancia y distribución. En: *Biología Marina – Oceanografía: Conceptos y Procesos*. Werlinger, C. (Editor). pp. 313-346. Editorial Trama.
11. Cerda, M; Castilla, JC. 2001. Diversidad y biomasa de macro-invertebrados en matrices intermareales del tunicado *Pyura praeputialis* (Heller, 1878) en la Bahía de Antofagasta, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*. 74(4):841-853.
12. Chirichigno, N. 1970. Lista de Crustáceos del Perú (Decapoda y Stomatopoda). Instituto del Mar del Perú. Informe No. 35.
13. Connell, JH; Slatyer, RO. 1977. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. *American Naturalist* 111: 1119-1144.
14. Dayton, PK. 1985. The structure and regulation of some South American kelp communities. *Ecological Monograph* 55: 447-468.
15. Fauchald, K. 1977 The polychaete worms. Definitions and keys to the orders, families and genera. *Natural History Museum of Los Angeles Country, Science Series* 28: 1-188.
16. Gayraud, S; Statzner, B; Bady, P; Haybach, A; Scholl, F; Usseglio-Polaterra, P; Bacchi, M. 2003. Invertebrate traits for the biomonitoring of European large rivers: an initial assessment of alternative metrics. *Freshwater Biology*, 48: 2045-2064.

17. González, MA; Cobo, F. 2006. Macroinvertebrados de las aguas dulces de Galicia. Hércules de Ediciones, A Coruña, 173 pp.
18. Hethagen, T; Saksgard, R; Hegge, O; Dervo, BK; Skurdal, J. 2004. Niche overlap between young brown trout (*Salmo trutta*) and Siberian sculpin (*Cottus poecilopus*) in a subalpine Norwegian river. *Hydrobiologia*, 521: 117-125.
19. Hobson, K.D.; Banse, K. 1981. Sedentariate and archiannelid polychaetes of British Columbia and Washington. *Canadian Bulletin of Fisheries and Aquatic Sciences* 209.
20. Hoffmann, A; Santelices, B. 1997. Flora Marina de Chile Central. Ediciones Universidad Católica de Chile. 155 p.
21. IMARPE (Instituto del Mar del Perú). Estudio de Poblaciones de Macroalgas. Unidad de Investigaciones en Biodiversidad. Dirección de Investigaciones en Recursos Demersales y Litorales.
22. IMARPE (Instituto del Mar del Perú). 2008. Informe de las actividades desarrolladas durante el año 2007. Laboratorio costero de Pisco.
23. IMARPE (Instituto del Mar del Perú). 2010. Informe: Evaluación poblacional de *Lessonia trabeculata* Villouta & Santelices, 1986, entre El basural y Yanyarina, San Juan de Marcona. Unidad de Investigaciones en Biodiversidad. Laboratorio Costero de Pisco. 11 p.
24. IMARPE (Instituto del Mar del Perú). 2010. Informe Técnico: Extracción Exploratoria Macroalgas III en las zonas de Punta Calahuani y Catarindo, Provincia de Islay, Región Arequipa. Unidad de Investigaciones en Biodiversidad. Laboratorio Costero de Ilo. 22 p.
25. IMARPE (Instituto del Mar del Perú). 2010. Informe Técnico: Extracción Exploratoria Macroalgas IV en las zonas de Punta Lobos y Calaveritas, Provincia de Caravelí,

- Región Arequipa. Unidad de Investigaciones en Biodiversidad. Laboratorio Costero de Ilo. 25 p.
26. IMARPE (Instituto del Mar del Perú). 2012. Informe: Estudios sobre Macroalgas Pardas en el Sur del Perú 2011-2015. Volumen extraordinario. 200 p.
 27. Informe Técnico (R. PESQ.) No. 135/2010. 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. Subsecretaria de Pesca del Gobierno de Chile.
 28. Jones, DJ. 1971. Ecological studies on macro-invertebrate population associated with polluted kelp forest in the North Sea. *Helgoland Wiss Meeresunters* 22: 417-441.
 29. Jones, D.J. 1972. Changes in the ecological balance of invertebrate communities in kelpholdfast habitat of some polluted North Sea waters. *Helgoland Wiss. Meeresunters* 23: 248-266.
 30. Lancelloti, DA; Vásquez, JA. 2000. Zoogeografía de macroinvertebrados bentónicos de la costa de Chile: contribución para la conservación marina. *Revista Chilena de Historia Natural*. 73 (1):99-129.
 31. Majluf, P. 2002. Los Ecosistemas marinos y costeros. Proyecto Estrategia Regional de Biodiversidad para los Países del Trópico Andino. Convenio de Cooperación Técnica no Reembolsable. ATN/JF-5887/RG CAN-BID. Lima, Perú. 121 p.
 32. Marincovich L. 1973. Intertidal mollusk of Iquique, Chile. *Natural History Museum Los Angeles County Science Bulletin* 16: 1-49.
 33. Maass, J.M. 2003. Principios generales sobre manejo de ecosistemas. En *Conservación de ecosistemas templados de montaña en México*. O. Sánchez, E. Vega, E. Peters y O. Monroy (Eds). Instituto Nacional de Ecología, México. 1:117-135.

34. Marinovich, L. 1973. Intertidal mollusks of Iquique, Chile. Natural History Museum Los Angeles Country Science Bulletin 16: 1-49
35. Moore, PJ. 1971. The nematode fauna associated with holdfast of kelp (*Laminaria hyperborea*) in North East Britain. Journal of Marine Biology Association U.K. 51:589-604.
36. Moore, PJ. 1973. The kelp fauna of Northeast Britain II. Multivariate classification: turbidity as an ecological factor. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 13:127-163.
37. Moore, PJ. 1974. The kelp fauna of Northeast Britain. III. Qualitative and quantitative ordinations, and the utility of a multivariate approach. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 16: 257-300.
38. Ñique A., M. s.f. Biodiversidad: Clasificación y Cuantificación. Departamento de Ciencias Ambientales de la Facultad de Recursos Naturales Renovables. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Huánuco, Perú. 16 p.
39. Oscoz, J; Leunda, PM; Campos, F; Escala, MC; Miranda, R. 2005. Diet of 0+ brown trout (*Salmo trutta* L., 1758) from the river Erro (Navarra, North of Spain). Limnetica. 24: 319-326.
40. Paredes C., Cardozo F. 2007. La Familia Calyptraeidae en el Perú (Gastropoda: Caenogastropoda). Rev. peru. biol. 13(3): 177 – 184. ISSN 1727-9933.
41. Philippi, TE; Dixon, PM; Taylor, BE. 1998. Detecting trends in species composition. Ecological Applications 8:300-308.
42. Reise, K. 1985. Tidal Flat Ecology. Springer-Verlag, Berlin. 191 pp

43. Sánchez-Hernandez, J. 2009. Biología de la alimentación de la trucha común (*Salmo trutta* Linné, 1758) en los ríos de Galicia. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela.
44. Sánchez-Hernández, J. 2011. Características biológicas y ecológicas de los macroinvertebrados en un sector del hiporitrón en el río Tormes (España Central). Revista Zoología Baetica. Departamento de Biología Animal y Ecología de la Universidad de Granada, España. 22: 51-67.
45. Santelices. B., 1989. Algas marinas de Chile. Universidad Católica de Chile. 399 pp.
46. Smith, SDA. 1994. Impact of domestic effluent versus natural background variability: an example from Jervis Bay, south coast New South Wales. Australian Journal of Marine and Freshwater Research 45:1045-1064.
47. Smith, SDA. 1996. The macrofaunal community of *Ecklonia radiata* holdfasts: variation associated with sediment regime, sponge cover and depth. Australian Journal of Ecology 21: 144-153.
48. Smith, SDA; Simpson, RD. 1992. Monitoring the shallow sublittoral using the fauna of kelp (*Ecklonia radiata*) holdfast. Marine Pollution Bulletin 24: 46-52.
49. Smith, SDA; Simpson, RD. 1993. The effects of pollution on the holdfast macrofauna of the kelp *Ecklonia radiata*: discrimination at different taxonomic levels. Marine Ecology Progress Series 96: 199-208.
50. Usseglio-Polaterra, P; Bournaud, M; Richoux, P; Tachet, H. 2000. Biomonitoring through biological traits of benthic macroinvertebrates: how to use species trait data bases? Hydrobiologia, 422/423: 173-181
51. Vásquez, A. 2008. Métodos de medición a nivel de especies. Biodiversidad alfa. Labayeque, Perú.

52. Vásquez, J.A; 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.
53. Vásquez, JA. 1992. *Lessonia trabeculata*, a subtidal bottom kelp in northern Chile: a case of study for a structural and geographical comparison. Pages 77-89, in U. Seeliger editor. Coastal Plant Communities of Latin America. Academic Press, Inc. San Diego.
54. Vásquez, JA. 1993. Effects on the animal community of dislodgement of holdfasts of *Macrocystis pyrifera*. Pacific Science 47: 180-184.
55. Vásquez, JA; Camus, P; Ojeda, F. 1998. Diversidad, estructura y funcionamiento de ecosistemas costeros rocosos de norte de Chile. Revista Chilena de Historia Natural 71:479-499.
56. Vásquez, JA. 2004. Informe Final Pesca de Investigación Evaluación de la biomasa de algas pardas (“Huiros”) en la costa de la III y IV Región, Norte de Chile.
57. Vásquez, JA; Vega, MA. 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. 28 p.
58. Vásquez, JA. 2009. Informe Final del 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 a la investigación y desarrollo del IMARPE. Proyecto UE-Perú/PENX. Lima, Perú. 90 p.
59. Villouta, E.; Santelices, B. 1984. Estructura de la comunidad submareal de *Lessonia* (Phaeophyta, Laminariales) en Chile norte y central. Rev. Chil. Hist. Nat. 57:111-122.

60. Villouta, E.; Santelices, B. 1986. *Lessonia trabeculata* sp. nov. (Laminariales, Phaeophyta), a new kelp from Chile. *Phycologia* 25:81-86.
61. Walsh Perú S.A. 2011. Estudio de Impacto Ambiental para la perforación exploratoria en el lote Z-35.
62. Zeballos F., J. 2009. Manejo Pesquero de Macroalgas en la Región ICA (diapositivas). Universidad Nacional “San Luis Gonzaga”, Perú. 28 diapositivas.

ANEXO 1



Medición del disco de fijación luego de la extracción.



Pesado del disco de fijación luego de la extracción.

ANEXO 2



Muestra embalada en funda plástica para su posterior preservación.



Muestras preservadas con formalina diluida al 7% en agua de mar.

ANEXO 3



Disco preparado para realizar la disección en el laboratorio.



Proceso de disección y separación de organismos en el laboratorio.

ANEXO 4



Separación de los organismos por grupos generales para su posterior identificación.



Organismos separados para identificación en laboratorio.

ANEXO 5



Principales organismos registrados por cada Phylum: A) *Phragmatopoma moerchi* del Phylum Annelida, B) *Brachidontes granulata* del Phylum Mollusca, C) *Pachycheles crinimanus* del Phylum Crustácea, D) *Ophiactis kroyeri* del Phylum Echinodermata, E) *Sicyases sanguineus* del Phylum Chordata y F) Pignogónidos.

