



**PROYECTO FIP N° 2005-22**

**INFORME FINAL**

**BASES ECOLÓGICAS Y EVALUACIÓN DE USOS  
ALTERNATIVOS PARA EL MANEJO DE PRADERAS  
DE ALGAS PARDAS DE LA III Y IV REGIONES**

**ENERO, 2008**

## **REQUIRENTE**

---

**CONSEJO DE INVESTIGACION PESQUERA, CIP**

**FONDO DE INVESTIGACION PESQUERA, FIP**

**Presidente del Consejo: Jorge Chocair Santibáñez, Subsecretario de Pesca**

## **EJECUTOR**

---

**UNIVERSIDAD CATOLICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR**

**DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA MARINA**

## **JEFE DE PROYECTO**

---

**Dr. Julio Vásquez**

## **AUTORES**

---

**Julio Vásquez**

**Fadia Tala**

**Alonso Vega**

**Sergio Zuñiga**

**Mario Edding**

**Nicole Piaget**

## **COLABORADORES**

---

**Andres Bodini**

**Roberto Varela**

**Horacio Bastias**

**Francisco Díaz**

**Rossana Rojas**

**Elio Hernández**

**Jorge Barrios**

**David Yañez**

## RESUMEN EJECUTIVO

En Chile, cerca del 80 % de los desembarques anuales de algas pardas provienen de la III y IV Región, los cuales son destinados principalmente a la industria nacional e internacional de extracción de ácido alginico. En general, la pesquería de algas pardas escapa a los patrones tradicionales de otras pesquerías bentónicas dado que ha estado históricamente sustentada en la recolección de la mortalidad natural. Sin embargo, actualmente se realizan extracciones (cosechas) intensivas de estos recursos sin ninguna regulación pesquera. En un contexto general, regular las cosechas en función de parámetros bio-ecológicos y reproductivos, y generar un manejo adecuado de las poblaciones naturales, deberían asegurar la sustentabilidad de las algas pardas en la costa del norte de Chile, particularmente en la III y IV Región.

Las algas pardas tienen un importante rol social debido a que la actividad de recolección y cosecha es realizada preferentemente por personas que conforman un grupo social de extrema pobreza y marginalidad, que dependen total o parcialmente de estos recursos. Desde un punto de vista económico, la reciente y creciente implementación de centros de cultivo de abalones en la III y IV Región se ha sumado a la demanda histórica de materia prima para la industria de alginatos, aumentando la presión de cosecha sobre las poblaciones de algas pardas ubicadas en estas regiones. Esto es especialmente importante y preocupante para *Macrocystis integrifolia* por dada su distribución y disponibilidad restringida. Por otra parte, las algas pardas también son ecológicamente importantes, porque son la base de cadenas tróficas bentónicas, actuando además como especies ingenieras ecosistémicas que generan hábitats para otras especies marinas de importancia económica.

La fragilidad de las algas pardas a eventos oceanográficos de gran escala (e.g. El Niño Oscilación del Sur), y de sus atributos morfo-funcionales (e.g. distribución de estructuras reproductivas y meristemas de crecimiento donde el corte a cualquier nivel interrumpe eventos de reproducción y de regeneración), sugieren que el impacto de las cosechas deberían tener efectos poblacionales que se propagan hacia la estructura y organización de sus comunidades asociadas. Esto, a corto plazo, debiera tener consecuencias en las actividades económicas que dependen de las algas pardas (e.g. industria de Alginatos, cultivo de Abalones), y de otras con importantes proyecciones (e.g. turismo). El estudio integrado de la biología, ecología y productividad de las algas pardas y de los factores exógenos, tales como los económicos y sociales que regulan su explotación (e.g. presiones de mercado, desempleo, abundancia y disponibilidad de otros recursos bentónicos), son claves para la implementación de medidas de administración pesquera de las poblaciones naturales de estos recursos en el norte de Chile. Es en este contexto que el presente estudio tuvo como objetivo general **“determinar los antecedentes biológicos y ecológicos básicos de las praderas de algas pardas, valorar los servicios ambientales que generan, y recopilar información sobre su disponibilidad y capacidad para sustentar las actividades económicas basadas en su explotación”**. Así, este informe da cuenta de los resultados de cada uno de los objetivos específicos planteados para cumplir con este objetivo general.

1. La recopilación y sistematización de la información disponible sobre la biología, distribución y ecología de las praderas de algas pardas de la III y IV Región sugieren un incremento en el número de publicaciones sobre algas pardas en los últimos dos años, particularmente en revistas de impacto mundial. Debido al fácil acceso, la información es mayor para la especie intermareal *Lessonia nigrescens*. El análisis global de las publicaciones a nivel mundial indica que Chile se encuentra en la vanguardia en publicaciones de *Lessonia nigrescens* y *Lessonia trabeculata*, mientras ocupa el tercer lugar para las especies de *Macrocystis*. Por otra parte, especial énfasis fue puesto en la definición del estatus taxonómico de *Macrocystis*. Los comentarios de expertos taxónomos norteamericanos nos sugieren observar con cuidado los antecedentes moleculares de las especies estudiadas dado que son sólo un factor de los muchos que se deben considerar para establecer un taxón. Para el caso de *Macrocystis*, la diferencia entre *M. integrifolia* y *M. pyrifera* es tan clara, que no es prudente modificar el “pool” genético de poblaciones de *M. integrifolia* introduciendo junto a sus poblaciones a *M. pyrifera* de la zona sur. De igual modo, la introducción de “híbridos” de *M. pyrifera* y *M. integrifolia* en las costas de Atacama puede alterar y variar el patrimonio genético de las poblaciones naturales. Esta es una actividad que debería ser seriamente controlada, debido a que hay antecedentes no-oficiales de introducción de ejemplares de *M. pyrifera* en las cercanías de Caldera (III Región), y en algunos casos junto a poblaciones de *M. integrifolia*.

2. La determinación y caracterización espacial de los principales focos de extracción de algas pardas y de la cadena productiva asociada es complementada con la información generada por los Proyectos a) Pesca de Investigación de Algas Pardas 2004 y b) Caracterización de las Pesquerías de Algas Pardas en las Regiones I a IV, 2005-2007. Ambos proyectos (ejecutados por el mismo equipo consultor), han cruzado la información generada para aumentar la precisión de los datos obtenidos en los distintos niveles de la cadena productiva (usuarios, intermediarios y empresas) produciendo una sinergia que aumenta la exactitud para determinar los principales focos de extracción de algas pardas en la III y IV Región. Se detecta una baja correspondencia entre el número de pescadores-recolectores en terreno y los inscritos en los registros (RPA) del SERNAPESCA para algas pardas. En la III Región, la accesibilidad es expedita en casi toda la costa debido a la implementación de la ruta costera (Huasco-Caldera), la presencia de huellas fiscales perfectamente mantenidas (Huasco-Los Choros) y la Ruta 5 (Carretera Panamericana) que recorre tramos por la costa (Chañaral-Caldera). En la IV Región, la accesibilidad a la costa varía de acuerdo a los sectores, aunque en general es muy dificultosa. Por ejemplo, la carretera Panamericana se encuentra muy distante de la línea de costa y no existen huellas fiscales bien mantenidas. Además, en algunos sectores (varios fundos de la provincia del Limarí y Choapa) que presentan accesos hacia la costa (e.g. Huentelauquén), se han negado permanentemente la autorización de acceso para que el equipo consultor realice las encuestas a los usuarios (pescadores y recolectores). El número de pescadores artesanales encuestados, que participan de la cosecha y recolección de algas pardas, hacen un total de 840 personas. En la Región de Atacama, el 28% de los recolectores y

cosechadores de algas pardas no está inscrito en el Registro de Pescadores Artesanales (RPA) para el recurso algas pardas. Además, un porcentaje importante de usuarios directos de las algas pardas en esta Región no están asociados a una organización gremial o sindicato. Los recolectores registrados en la costa de la IV Región son 471 personas, quienes en su mayoría (83%) se registran como recolectores en los RPA del SERNAPESCA. Aún cuando la mayoría de los pescadores artesanales con RPA pertenecen a alguna asociación gremial o sindicato de la IV Región, un porcentaje no menor (27%) son trabajadores independientes no asociados. Existe información georeferenciada de zonas de trabajo y esfuerzo.

3. Las localidades seleccionadas para determinar el grado de intervención de los principales bosques de *L. nigrescens*, *L. trabeculata* y *M. integrifolia* (y su comunidad asociada), muestran distintos escenarios de explotación:

Escenario 1: áreas con algas pardas sin explotación excluidas por accesibilidad, particularmente islas costeras (e.g. Isla grande de Atacama, Isla Choros e Isla Damas) y que están siendo protegidas por la administración pesquera (AMCP-MU).

Escenario 2: áreas con AMERB que incluyen a las algas pardas en los planes de manejo y explotación.

Escenario 3: áreas de libre acceso que son cosechadas cada seis meses por los usuarios residentes del sector, generando un programa de cosecha y de manejo informal.

Escenario 4: áreas de libre acceso que son cosechadas mensualmente por los usuarios, pero que excluyen las zona de baja accesibilidad al recurso (e.g. islotes y farellones muy expuestos al oleaje).

Estos escenarios impiden definir claramente poblaciones intervenidas y no intervenidas a distintas escalas geográficas (sitio de estudio, localidad de estudio, Región geopolítica). Esto es más notorio para el recurso *Lessonia nigrescens*.

Actualmente, la dinámica de poblaciones de *Lessonia trabeculata* evidencia la ausencia de una alta presión de cosecha. No obstante, en algunas áreas, las poblaciones de *L. trabeculata* todavía son cosechadas para abastecer plantas picadoras, mientras que otras poblaciones son cosechadas exclusivamente para alimento de abalones. Los resultados también indican que solo algunas poblaciones de *Macrocystis integrifolia* son cosechadas (e.g. Cta. Chasco, III Región). Aunque la cosecha no afecta notoriamente la densidad de plantas de *M. integrifolia*, parece ser que modifica la productividad de las praderas (Biomasa). Además, son las praderas más grandes (en extensión) de *M. integrifolia* las que sustentan gran parte de los desembarques para alimentar los abalones de cultivo (e.g. Chascos y Talquilla).

En ambas Regiones, los patrones temporales de la densidad, biomasa y estructura de talla de *Lessonia nigrescens* y *Lessonia trabeculata* dependen de la localidad, de las medidas administrativas o del interés de los usuarios en conservar el recurso. Los patrones espacio-temporales de la densidad y biomasa de *Macrocystis integrifolia* varían entre localidades. En la III y IV Regiones, las poblaciones de *Macrocystis*

*integrifolia* forman parches de distintos tamaños en extensión, con una distribución batimétrica que va desde el intermareal hasta los 5-8 m de profundidad. Tanto en la III como en la IV Región, la estructura de tallas de las poblaciones de *Macrocystis integrifolia* en explotación presentan una fracción mayor de individuos juveniles y con plantas adultas caracterizadas por marcas de clase menores en comparación con poblaciones no explotadas.

La dinámica temporal del arribo de algas a la deriva en los varaderos ubicados a lo largo de la costa de la III y IV Región varía entre localidades. Además, se detecta una relación directa entre los tamaños de las plantas que varan en la costa y el grado de intervención de las praderas cercanas al varadero.

4. Para determinar la dinámica temporal del reclutamiento y de los parámetros poblacionales básicos (supervivencia y crecimiento de las plantas) y la tasa de renovación de las praderas, se realizaron marcajes para recaptura en plantas de las distintas especies de algas pardas. Además, se desarrollaron experimentos de cosecha en las distintas localidades seleccionadas. En la III Región, la supervivencia y el crecimiento de las plantas marcadas de *Lessonia nigrescens* varía dependiendo edad de las plantas, de la localidad y de la intensidad de cosecha. La supervivencia de las plantas de *Lessonia trabeculata* varía entre localidades y con la edad, mientras que el crecimiento y supervivencia de *Macrocystis integrifolia* varía con la edad, entre localidades y de la intensidad de cosecha.

Durante el ciclo anual, independiente de la intensidad de cosecha experimental, el reclutamiento de *Lessonia nigrescens* ocurre principalmente en invierno, con reclutamientos secundarios en primavera. Las menores supervivencias ocurren en reclutas y juveniles de *Lessonia nigrescens*. Cuando las plantas pasan esta etapa crítica, alcanzan tallas adultas y reproductivas en aproximadamente 12-15 meses. Sin embargo, a medida que crecen las plantas ocurre la fusión de discos adhesivos entre individuos vecinos y próximos entre sí. De esta manera las plantas conforman un nuevo individuo, adelantando el tiempo necesario para alcanzar la talla mínima de cosecha. Aunque este individuo de *Lessonia nigrescens* es más grande y tiene más estipes, presenta un crecimiento (expresado en longitud total) y estado reproductivo semejante al observado en las plantas que se mantienen individualizadas

Para *L. trabeculata*, se observaron reclutamientos masivos en otoño e invierno 2007, tanto en las áreas sometidas a distintas intensidades de cosechas así como en el área control. En general, la supervivencia disminuye con la edad y el tamaño de las plantas, con máximas mortalidades en individuos reclutas. El crecimiento de las plantas de *Lessonia trabeculata*, en cambio, es máxima en plantas reclutas y juveniles. En plantas adultas los valores de crecimiento pueden llegar a ser negativos debido a que el crecimiento en longitud de la planta disminuye a tal punto que cobra más importancia la tasa de regeneración y desintegración de las frondas.

La regeneración estacional de la biomasa de *Macrocystis integrifolia* en los cuadrantes experimentales varía con respecto a la estrategia de cosecha, la localidad y de la ubicación de la pradera en el gradiente de la costa (Intermareal vs submareal). El crecimiento de las frondas es marcadamente estacional con máximos en primavera y verano. Además, las frondas de *Macrocystis integrifolia* crecen más rápido en áreas sin cosecha que en las áreas explotadas. Finalmente, se detectó fragmentación de los discos adhesivos y posterior sobrecrecimiento conformando nuevos individuos de *Macrocystis integrifolia* por propagación vegetativa.

5. En general, la ecología reproductiva mostró una respuesta más bien local de las diferentes poblaciones seleccionadas. Aunque es posible encontrar ejemplares reproductivos, tanto de las especies de *Lessonia* como de *Macrosystis*, durante todo el año, se detecta una tendencia a mejores capacidades reproductivas hacia otoño. Las especies de *Lessonia* muestran una caída de su potencial reproductivo, en términos de área reproductiva y esfuerzo reproductivo en invierno, período en que incrementa su crecimiento. Para *Macrocystis* el patrón es poco claro y con un fuerte efecto local. En general, la tasa de renovación de las praderas de *Lessonia nigrescens* y *Lessonia trabeculata* puede ser anual o bianual dependiendo de la intensidad de cosecha. En cambio, la renovación de la pradera en función de la cosecha de frondas de *Macrocystis integrifolia* es estacional, con máximos en primavera-verano.

6. En la III y IV Región, la dinámica poblacional y reproductiva de las tres especies de algas pardas muestra en general patrones estacionales dependientes de:

- 1) Localidad, por ejemplo: factores ambientales (e.g. tipo de sustrato, temperatura del agua de mar, salinidad) y biológicos extrínsecos (e.g. herbivoría, competencia) o intrínsecos (e.g. reproducción, crecimiento) que producen el control local de las poblaciones.
- 2) Clima oceanográfico que genera variabilidad interanual (e.g. eventos El Niño se asocian a años con aguas cálidas y eventos La Niña se asocian a años con aguas frías), y
- 3) Régimen o actividad de cosecha que están relacionados a los distintos escenarios de explotación.

La combinación de estos factores, que actúan a distintas escalas espaciales, produce un mosaico de dinámicas poblacionales de las algas pardas a lo largo del litoral estudiado.

7. La **Valoración Económica** es una herramienta de investigación que proporciona información valiosa para los que toman decisiones acerca de la importancia que tienen los recursos que se están evaluando. La **Valoración Económica** es una herramienta de investigación que proporciona información valiosa para los tomadores de decisión acerca de la importancia que tienen los recursos que se están evaluando. En este caso, Los BAM presentan principalmente un valor por la Pesquería Directa de Algas, una Valor por las especies dependientes de los Huirales, con pesquería, un Valor como Información Científica, un Valor como depurador climático (Captura de CO<sub>2</sub> y emisión de oxígeno), y dimensiones que deben ser valoradas de un modo indirecto: Especies sin Pesquería, Herencia Cultural, Bancos Genéticos y

Biodiversidad. A excepción de la dimensión turística, todas las dimensiones anteriores reportaron valores significativos, y las 4 dimensiones complejas reportaron resultados muy similares entre sí.

La siguiente Tabla muestra un resumen de los resultados obtenidos por este estudio, del que se desprende la importancia que tiene la pesquería directa respecto a las demás dimensiones (75%). Le siguen en importancia las especies dependientes de los huirales con pesquería con un 15%. En conjunto, puede decirse que el valor de los huirales se explica fundamentalmente (en más de un 90%) por la pesquería con valor económico que estas implican.

Estimación del Valor de los Huirales según dimensión

Dimensión	Precio (pesos chilenos 2007)	%
Pesquería Directa de Algas	193.000.000.000	75,5%
Especies dependientes de los Huirales, con pesquería	38.855.792.000	15,2%
Información Científica	12.261.338.117	4,8%
Depurador climático (Captura de CO2 y emisión de Oxígeno)	10.127.860.135	4,0%
Ecoturismo	-	0,0%
Dimensiones Complejas	1.289.282.810	0,5%
Total	255.534.273.062	100,0%

Otras dimensiones importantes son la información científica y como depurador ambiental, ambas con una importancia cercana al 9% del valor total. Con una importancia relativa bastante baja se encuentran las dimensiones complejas obtenidas a través del método de valoración contingente. Finalmente, el valor como factor ecoturístico es no significativo.

8. La estadística del desembarque de algas durante el último decenio confirma la tendencia mundial, en el sentido que la producción de algas continúa incrementando. El aumento es de un 233% con respecto a los desembarques de 1994. Al hacer un análisis es posible indicar que la mayor demanda de algas pardas para la alimentación de herbívoros no se refleja aún en la estadística pesquera nacional. Los desembarques de los últimos 20 años de la pesquería de algas pardas muestran que los desembarques de huiros a nivel nacional, están constituidos en más de un 95% por dos especies de *Lessonia*, *Macrocystis spp* y *Durvillaea antarctica* ("Cochayuyo"). Las regiones III y IV contribuyen en más del 90% de los desembarques de algas pardas a nivel nacional, esto tiene que ver con el secado de estas algas, lo que se facilita en tiempo y en costos con la cercanía del desierto del norte de Chile. Existe cierta correspondencia con años con anomalías térmicas positivas (años El Niño Oscilación del Sur), las que afectan negativamente las poblaciones naturales de algas pardas. Durante años El Niño, el calentamiento superficial del mar y la baja de nutrientes, generan altas mortalidades, las que son recolectadas por pescadores artesanales he incorporadas a la actividad de picado.

En la actualidad, el destino de las cosechas y recolecciones de algas pardas es hacia las plantas picadoras. Comparativamente, el uso de algas pardas en los centros de cultivo de abalón es significativamente más bajo. Sin embargo, se detecta una segregación en el uso de los recursos, el mayor consumo de algas frescas en centros de cultivo de abalón en la III Región corresponde a *Macrocystis integrifolia*, mientras que las plantas picadoras se abastecen principalmente de *L. nigrescens*. Considerando que *Macrocystis* es el alimento principal para abalones, su abundancia y distribución restringida, constituye el cuello de botella de esta actividad productiva. En este contexto, es urgente considerar el inicio de los cultivos de Laminariales, como se ha indicado anteriormente.

9. Se proponen medidas de manejo de los recursos. Para el manejo de *Lessonia spp*, es más importante el **como** cosechar que el **cuanto** cosechar. La distribución espacial en parches de *Macrocystis integrifolia* y la productividad estacional de las praderas en la III y IV Región, indican que es necesario prohibir la extracción en las áreas de libre acceso a la pesquería de algas pardas, incentivando el cultivo de algas pardas o la incorporación de estas Laminariales a los planes de explotación y manejo de las AMERBs.

## INDICE GENERAL

INDICE GENERAL.....	10
INDICE DE TABLAS .....	12
INDICE FIGURAS.....	14
INDICE ANEXOS.....	20
1. OBJETIVO GENERAL .....	21
2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
3. ANTECEDENTES.....	22
4. METODOLOGIA .....	25
4.0. ALCANCES METODOLÓGICOS.....	25
4.1. RECOPIRAR Y SISTEMATIZAR LA INFORMACIÓN DISPONIBLE RESPECTO DE LA BIOLOGÍA, DISTRIBUCIÓN Y ASOCIACIONES BIOLÓGICAS DE LOS BOSQUES DE <i>MACROCYSTIS</i> Y <i>LESSONIA</i> DE LA III Y IV REGIONES, CON ÉNFASIS EN LA IDENTIFICACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS DE IMPORTANCIA ECONÓMICA ASOCIADOS A ESTOS BOSQUES.....	27
4.2. DETERMINAR Y CARACTERIZAR ESPACIALMENTE LOS PRINCIPALES FOCOS DE EXTRACCIÓN DE ALGAS PARDAS Y LA CADENA PRODUCTIVA ASOCIADA A CADA UNO DE ELLOS (EXTRACTORES, INTERMEDIARIOS, CULTIVOS E INDUSTRIA Y PROCESO). .....	29
4.3. DETERMINAR EL GRADO DE INTERVENCIÓN DE LOS PRINCIPALES BOSQUES DE <i>L.</i> <i>NIGRESCENS</i> , <i>L. TRABECULATA</i> Y <i>M. INTEGRIFOLIA</i> (Y SU COMUNIDAD ASOCIADA).....	32
4.4. DETERMINAR LA TASA DE RENOVACIÓN DE LOS BOSQUES DE ALGAS PARDAS (Y SU COMUNIDAD ASOCIADA).....	37
4.5. DETERMINAR LA DINÁMICA TEMPORAL DEL RECLUTAMIENTO Y PARÁMETROS POBLACIONALES BÁSICOS, A SABER: TASAS DE MORTALIDAD Y CRECIMIENTO, PARA DETERMINAR TALLA-EDAD DE MÁXIMA PRODUCCIÓN Y TALLA DE PRIMERA MADUREZ ESPOROFÍTICA.....	41
4.6. VALORAR ECONÓMICAMENTE LOS SERVICIOS AMBIENTALES QUE GENERAN LOS BOSQUES DE <i>MACROCYSTIS</i> Y <i>LESSONIA</i> .....	43
4.7. ESTIMAR LOS NIVELES DE PRODUCCIÓN SUSTENTABLE DE LA INDUSTRIA ABALONERA Y DE PROCESO DE ALGAS EN BASE A LA DISPONIBILIDAD Y POTENCIAL PRODUCTIVO DE LOS BOSQUES DE <i>MACROCYSTIS</i> Y <i>LESSONIA</i> .....	60
4.8. GENERAR RECOMENDACIONES DE MEDIDAS DE ADMINISTRACIÓN Y MANEJO DE LOS PRINCIPALES BOSQUES DE ALGAS PARDAS, CONSIDERANDO TIPO DE RECURSO, DISPONIBILIDAD Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	61
4.9. TALLERES.....	62
5. RESULTADOS.....	63
5.1 OBJETIVO 1. RECOPIRAR Y SISTEMATIZAR LA INFORMACIÓN DISPONIBLE RESPECTO DE LA BIOLOGÍA, DISTRIBUCIÓN Y ASOCIACIONES BIOLÓGICAS DE LOS BOSQUES DE <i>MACROCYSTIS</i>	

Y <i>LESSONIA</i> DE LA III Y IV REGIONES, CON ÉNFASIS EN LA IDENTIFICACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS DE IMPORTANCIA ECONÓMICA ASOCIADOS A ESTOS BOSQUES.....	63
5.2. OBJETIVO 2. DETERMINAR Y CARACTERIZAR ESPACIALMENTE LOS PRINCIPALES FOCOS DE EXTRACCIÓN DE ALGAS PARDAS Y LA CADENA PRODUCTIVA ASOCIADA A CADA UNO DE ELLOS (EXTRACTORES, INTERMEDIARIOS, CULTIVOS E INDUSTRIA Y PROCESO). .....	75
5.3 OBJETIVO 3. DETERMINAR EL GRADO DE INTERVENCIÓN DE LOS PRINCIPALES BOSQUES DE <i>L. NIGRESCENS</i> , <i>L. TRABECULATA</i> Y <i>M. INTEGRIFOLIA</i> (Y SU COMUNIDAD ASOCIADA). .....	90
5.4 OBJETIVO 4. DETERMINAR LA TASA DE RENOVACIÓN DE LOS BOSQUES DE ALGAS PARDAS (Y SU COMUNIDAD ASOCIADA). .....	119
5.5 OBJETIVO 5. DETERMINAR LA DINÁMICA TEMPORAL DEL RECLUTAMIENTO Y PARÁMETROS POBLACIONALES BÁSICOS, A SABER: TASAS DE MORTALIDAD Y CRECIMIENTO, PARA DETERMINAR TALLA-EDAD DE MÁXIMA PRODUCCIÓN Y TALLA DE PRIMERA MADUREZ ESPOROFÍTICA. ....	152
5.6 OBJETIVO 6. VALORAR ECONÓMICAMENTE LOS SERVICIOS AMBIENTALES QUE GENERAN LOS BOSQUES DE <i>MACROCYSTIS</i> Y <i>LESSONIA</i> . .....	164
A) VALOR DE LA PESQUERÍA DIRECTA DE ALGAS PARDAS .....	164
B) VALOR DE ESPECIES DEPENDIENTES DE LOS HUIRALES, CON PESQUERÍA .....	169
C) VALOR COMO INFORMACIÓN CIENTÍFICA .....	171
D) VALOR COMO DEPURADOR CLIMÁTICO (CAPTURA DE CO <sub>2</sub> Y EMISIÓN DE OXIGENO).....	173
E) VALOR COMO ECOTURISMO Y EDUCACIÓN.....	175
DIMENSIONES COMPLEJAS: VALORACIÓN CONTINGENTE .....	176
5.7. OBJETIVO 7. ESTIMAR LOS NIVELES DE PRODUCCIÓN SUSTENTABLE DE LA INDUSTRIA ABALONERA Y DE PROCESO DE ALGAS EN BASE A LA DISPONIBILIDAD Y POTENCIAL PRODUCTIVO DE LOS BOSQUES DE <i>MACROCYSTIS</i> Y <i>LESSONIA</i> . .....	184
5.8. GENERAR RECOMENDACIONES DE MEDIDAS DE ADMINISTRACIÓN Y MANEJO DE LOS PRINCIPALES BOSQUES DE ALGAS PARDAS, CONSIDERANDO TIPO DE RECURSO, DISPONIBILIDAD Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA. ....	201
5.9. TALLERES DEL PROYECTO.....	207
6. CONCLUSIONES .....	210
7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	215

## INDICE DE TABLAS

Estimación del Valor de los Huirales según dimensión .....	8
Tabla 1. Proyectos relacionados a Algas Pardas que presentan bases de datos de abundancia, distribución y comunidades asociadas a sus praderas. ....	27
Tabla 2. Ficha de Empadronamiento para algueros, recolectores de orilla y pescadores. ....	30
Tabla 3. Ficha de Estadística Plantas Picadoras / Centros de Cultivo .....	30
Tabla 4: Resumen de las localidades muestreadas por estación y especie. ....	33
Tabla 5. Diferentes Valores de los bienes y servicios de un Huiral o pradera de algas pardas. ....	52
Tabla 6. Ilustración de Técnicas de Valuación sugeridas en función de los Bienes a Valorar. ....	53
Tabla 7. Cuantificación Física de bienes, funciones y atributos. ....	54
Tabla 8. Valoración Física de bienes, funciones y atributos.....	54
Tabla 9. Valor Económico de las praderas de Algas pardas ( <i>Macrocystis sp</i> y <i>Lessonia sp</i> ) en la III y IV Región. ....	55
Tabla 10. Valores de los bienes y servicios preliminares de las praderas de algas pardas. ....	56
Tabla 11. Valores de los bienes y servicios seleccionados de la Pradera de algas pardas .....	57
Tabla 12. Técnicas de valuación en función de los bienes a valorar. ....	57
Tabla 13. Algas chilenas en régimen de explotación. Fuente: SERNAPESCA (2004).....	63
Tabla 14. Posición sistemática del género <i>Macrocystis</i> (Fuente: <a href="http://www.algabase.org">http://www.algabase.org</a> ). ....	67
Tabla 15. Posición sistemática del género <i>Lessonia</i> (Fuente: <a href="http://www.algabase.org">http://www.algabase.org</a> ). ....	69
Tabla 16. Código (ID), coordenadas geográficas (UTM) y detalle de las Zonas de Operación Extractivas (ZOE) por Región.....	77
Tabla 17. Variación estacional del tamaño y de la biomasa promedio de algas arribadas a la costa durante la marea baja en el varadero próximo a Isla Grande de Atacama. ....	105
Tabla 18. Variación estacional del tamaño y de la biomasa promedio de algas arribadas a la costa y barreteadas dentro y fuera del AMERB durante la marea baja en los varaderos ubicados en Totoral Bajo. ....	106
Tabla 19. Variación estacional del tamaño y de la biomasa promedio de algas arribadas a la costa y barreteadas dentro y fuera del AMERB durante la marea baja en los varaderos ubicados en Caleta Angosta.....	109
Tabla 20. Listado de especies por localidad, obtenida de los registros <i>in situ</i> de la fauna asociada a bosques intermareales de <i>Lessonia nigrescens</i> y de <i>Macrocystis integrifolia</i> . ....	142
Tabla 20. Continuación... Listado de especies por localidad, obtenida de los registros <i>in situ</i> de la fauna asociada a bosques intermareales de <i>Lessonia nigrescens</i> y de <i>Macrocystis integrifolia</i> .....	143
Tabla 21. Listado de especies por localidad, obtenida de los registros <i>in situ</i> de la flora asociada a bosques intermareales de <i>Lessonia nigrescens</i> y de <i>Macrocystis integrifolia</i> . ....	144
Tabla 21. Continuación... Listado de especies por localidad, obtenida de los registros <i>in situ</i> de la flora asociada a bosques intermareales de <i>Lessonia nigrescens</i> y de <i>Macrocystis integrifolia</i> .....	145
Tabla 22. Listado de especies por localidad, obtenida de los registros <i>in situ</i> de la fauna asociada a bosques submareales de <i>Lessonia trabeculata</i> y <i>Macrocystis integrifolia</i> . ....	146
Tabla 22. Continuación... Listado de especies por localidad, obtenida de los registros <i>in situ</i> de la fauna asociada a bosques submareales de <i>Lessonia trabeculata</i> y <i>Macrocystis integrifolia</i> . ....	147
Tabla 23. Listado de especies por localidad, obtenida de los registros <i>in situ</i> de la flora asociada a bosques submareales de <i>Lessonia trabeculata</i> y <i>Macrocystis integrifolia</i> . ....	148

Tabla 24. Listado de especies por región y estación del año, obtenida de los registros <i>in situ</i> de la fauna asociada a bosques submareales de <i>Lessonia trabeculata</i> .....	149
Tabla 24. Continuación... Listado de especies por región y estación del año, obtenida de los registros <i>in situ</i> de la fauna asociada a bosques submareales de <i>Lessonia trabeculata</i> .....	150
Tabla 25. Listado de especies por región y estación del año, obtenida de los registros <i>in situ</i> de la flora asociada a bosques submareales de <i>Lessonia trabeculata</i> .....	151
Tabla 26. Valor proyectado de la pesquería directa de algas pardas en la III y IV Región (en millones de pesos, 2007).....	168
Tabla 27. Especies de peces e invertebrados de importancia económica que habitan en los bosques de algas pardas de la III y IV Región. ....	169
Tabla 28. Superficie estimada de los Huirales, en hectáreas.....	174
Tabla 29. Identificación Áreas e Instituciones para el Desarrollo de la Encuesta Dirigida .....	178
Tabla 30. Distribución Poblacional de la Muestra .....	180
Tabla 31. Resumen de Resultados de las Encuestas .....	181
Tabla 32. Factores de Amplificación en la Valoración de las Dimensiones Complejas de los Huirales .....	182
Tabla 34. Desembarque de algas marinas entre 1994 y 2005. Fuente: SERNAPESCA (2006).....	184
Tabla 35. Nombre de las empresas picadoras y de cultivos de abalones operativos. Desembarque de algas por empresa (expresada en toneladas por mes). Media + desviación estándar (d.s.) .....	191
Tabla 36. Listado de áreas de manejo por región que incluyen en sus PMEA a los recursos algas pardas. Se muestra la(s) especie(s) incluida(s) así como el estado de avance de sus PMEA. ....	197
Tabla 37. Desembarque (ton) de algas pardas desde áreas de manejo se registran desde el año 2001, sin embargo para huiros solo del 2003. Entre paréntesis se incluye la región de origen del desembarque (Fuente: SERNAPESCA 2006).....	198
Tabla 38. Estimación del Valor de los Huirales según dimensión .....	213

## INDICE FIGURAS

Figura 1. Tipos de Valores Ambientales y sus Técnicas de Valoración (Fuente: Basado en Dixon <i>et al.</i> 1994). .....	45
Figura 2. Proceso para la Valoración Económica de los Huirales (Elaboración Propia).....	51
Figura 3. Precio de equilibrio y excedente del productor y del consumidor .....	58
Figura 5. Publicaciones y nivel de citas en <i>Lessonia trabeculata</i> durante los últimos 18 años. ....	71
Figura 8. Publicaciones de <i>Lessonia nigrescens</i> por autor (A), país (B) e institución (C).....	72
Figura 9. Publicaciones de <i>Lessonia trabeculata</i> por autor (A), país (B) e institución (C). ....	73
Figura 10. Publicaciones de <i>Macrocystis integrifolia</i> por autor (A), país (B) e institución (C).....	73
Figura 11. Publicaciones de <i>Macrocystis pyrifera</i> por autor (A), país (B) e institución (C). ....	74
Figura 12. Caracterización del esfuerzo pesquero por Región. Número de personas en los registros de pesca artesanal (RPA) y encuestadas in situ. Porcentaje de personas inscritas en los RPA y porcentaje de asociatividad de los usuarios. ....	78
Figura 13. Caracterización del esfuerzo pesquero por Región. Porcentaje del volumen desembarcado por especie de algas pardas destinados a las plantas picadoras y al cultivo de abalón.....	79
Figura 14. Distribución porcentual de recolectores y cosechadores de algas con y sin Registro de Pesca Artesanal en la III Región.....	79
Figura 15. Distribución de categoría de RPA, tipo de asociatividad y distribución por sexo de los cosechadores y algueros de la III Región.....	80
Figura 16. Distribución etaria de los recolectores y cosechadores encuestados en la III Región .....	81
Figura 17. Años de actividad de los recolectores y cosechadores de Algas pardas encuestados por grupo etario. ....	81
Figura 18. Nivel educacional de los recolectores y cosechadores de algas pardas encuestados en la III Región.....	82
Figura 19. Distribución porcentual de recolectores y cosechadores de algas con y sin Registro de Pesca Artesanal en la IV Región. ....	83
Figura 20. Distribución de categoría de RPA de los cosechadores y algueros de la IV Región.....	83
Figura 21. Distribución del tipo de asociatividad y distribución por sexo de los cosechadores y algueros de la IV Región.....	84
Figura 22. Distribución etaria de los recolectores y cosechadores encuestados en la IV Región. ....	84
Figura 23. Años de actividad de los recolectores y cosechadores de Algas pardas por grupo etario encuestados en la IV Región. ....	85
Figura 24. Nivel educacional de los recolectores y cosechadores de algas pardas encuestados en la IV Región.....	85
Figura 25. Caracterización del esfuerzo pesquero por Región. Desembarque de <i>Lessonia nigrescens</i> desde cada zona de operación extractiva (ZOE).....	86

Figura 26. Caracterización del esfuerzo pesquero por Región. Desembarque de <i>Lessonia trabeculata</i> desde cada zona de operación extractiva (ZOE).....	86
Figura 27. Caracterización del esfuerzo pesquero por Región. Desembarque de <i>Macrocystis integrifolia</i> desde cada zona de operación extractiva (ZOE). .....	87
Figura 28. Caracterización del esfuerzo pesquero por Región. Número de pescadores usuarios del recurso alga pardas desde cada zona de operación extractiva (ZOE).....	87
Figura 29. Caracterización del esfuerzo pesquero por Región. Número de intermediarios usuarios del recurso alga pardas desde cada zona de operación extractiva (ZOE).....	88
Figura 30. Caracterización del esfuerzo pesquero por Región. Número de Plantas de picado del recurso alga pardas en cada zona de operación extractiva (ZOE). .....	88
Figura 31. Caracterización del esfuerzo pesquero por Región. Número de centro de cultivo de abalon que ocupa el recurso alga pardas como alimento en cada zona de operación extractiva (ZOE). .....	89
Figura 32. Variación estacional de la densidad y de la biomasa de <i>Lessonia nigrescens</i> en tres localidades de estudio en la III Región. Se contrastan sitios sin explotación (AMCP), sitios fuera y dentro de AMERB y sitios de libre acceso con barroteo y con manejo de los usuarios del recurso.....	98
Figura 33. Variación estacional de la densidad y de la biomasa de <i>Lessonia nigrescens</i> en tres localidades de estudio en la IV Región. Se contrastan sitios sin explotación (AMCP), y sitios de libre acceso con barroteo y sin barroteo determinados por la accesibilidad a la cosecha del recurso. Nota: en Lagunillas el barroteo se realizó en octubre del 2005 y octubre del 2006. ....	99
Figura 34. Variación estacional de la densidad de <i>Lessonia trabeculata</i> en transectos submareales en tres áreas de estudio de la III Región. ....	100
Figura 35. Variación estacional de la biomasa de <i>Lessonia trabeculata</i> a lo largo de los transectos en tres áreas de estudio de la III Región. ....	101
Figura 36. Variación estacional de la densidad de <i>Lessonia trabeculata</i> a lo largo de los transectos en tres áreas de estudio de la IV Región.....	102
Figura 37. Variación estacional de la biomasa de <i>Lessonia trabeculata</i> a lo largo de los transectos en tres áreas de estudio de la IV Región.....	103
Figura 38. Distribución batimétrica de la densidad y de la biomasa de <i>Macrocystis integrifolia</i> en distintas localidades de la III y IV Región.....	104
Figura 39. Variación estacional de la estructura de tallas de <i>Lessonia nigrescens</i> en función del diámetro del disco basal de adhesión en un varadero ubicado en un área sin intervención (Isla Grande de Atacama). .....	105
Figura 40. Variación estacional de la estructura de tallas de <i>Lessonia nigrescens</i> en función del diámetro del disco basal de adhesión en un varadero ubicado en un área con intervención (Ttotal Bajo). En cuadrados negros se indican la estructura de tallas de las algas varadas; en cuadrados blancos se indican la estructura de tallas de algas barroteadas por los usuarios fuera del AMERB; en cuadrados grises se indican la estructura de tallas de algas barroteadas por los usuarios dentro del AMERB.....	107

Figura 41. Variación estacional de la estructura de tallas de <i>Lessonia nigrescens</i> en función del diámetro del disco basal de adhesión (marcas de clase en cm) en un varadero ubicado en un área con intervención (Caleta Angosta). En cuadrados negros se indican la estructura de tallas de algas varadas; en cuadrados blancos se indican la estructura de tallas de algas a la deriva concentradas en pozones submarinos cercanos a la costa; en cuadrados plomos se indican la estructura de tallas de algas barreteadas por los usuarios en áreas de libre acceso. ....	110
Figura 42. Variación estacional de la estructura de tallas de <i>Lessonia nigrescens</i> en función del diámetro del disco basal de adhesión (marcas de clase en cm) en áreas sin explotación y sin barroteo (barras negras), y áreas barreteadas (barras blancas) en tres áreas de estudio de la III Región. ....	111
Figura 43. Variación estacional de la estructura de tallas de <i>Lessonia nigrescens</i> en función del diámetro del disco basal de adhesión (marcas de clase en cm) en áreas sin explotación y sin barroteo (barras negras), y áreas barreteadas (barras blancas) en tres áreas de estudio de la IV Región.....	113
Figura 44. Variación estacional de la estructura de tallas de <i>Lessonia trabeculata</i> en función del diámetro del disco basal de adhesión (marcas de clase en cm) en áreas en tres áreas de estudio de la III Región. ....	114
Figura 45. Variación estacional de la estructura de tallas de <i>Lessonia trabeculata</i> en función del diámetro del disco basal de adhesión (marcas de clase en cm) en áreas en tres áreas de estudio de la IV Región.....	115
Figura 46. Variación estacional de la estructura de tallas de <i>Macrocystis integrifolia</i> en función de la Longitud Total de la planta (marcas de clase en metros) en área explotadas y en áreas no explotadas de la III Región. ....	117
Figura 47. Variación estacional de la estructura de tallas de <i>Macrocystis integrifolia</i> en función de la Longitud Total de la planta (marcas de clase en metros) en área explotadas y en áreas no explotadas de la IV Región.....	118
Figura 48. Supervivencia de plantas reclutas, juveniles y adultos marcadas de <i>Lessonia nigrescens</i> en tres localidades de la IV Región sujetas a distintos regimenes de explotación. (Isla Grande de Atacama: sin cosecha; Totoral Bajo: AMERB; Caleta Angosta: libre acceso; Isla Los Choros: sin cosecha; Lagunillas: AMERB; y Talquilla: libre acceso). ....	119
Figura 49. Supervivencia de plantas marcadas reclutas, juveniles y adultos de <i>Lessonia trabeculata</i> en dos localidades de la III y IV Región sujetas a distintos regimenes administrativos. Caleta Angosta: libre acceso; Isla Choros: AMERB y AMCP-MU.....	121
Figura 50. Supervivencia de plantas juveniles y adultas marcadas de <i>Macrocystis integrifolia</i> en praderas seleccionadas de la III y IV Región sujetas a distintos regimenes administrativos y de cosecha. Caleta Angosta: libre acceso, sin cosecha; Talquilla: libre acceso, con cosecha moderada; Chascos: Libre acceso, con cosecha intensa; Isla Damas: AMCP-MU, sin cosecha. ....	123
Figura 51. Crecimiento de plantas marcadas de <i>Lessonia nigrescens</i> expresado en función de la relación longitud total de la planta (m) y el diámetro del disco basal adhesivo (cm), comparando discos de adhesión fusionados entre varias plantas vecinas con discos de adhesión de plantas	

individualizadas sin fusionar. Las plantas fueron monitoreadas estacionalmente desde otoño 2006 en localidades de la III y IV Región sujetas a distintos regimenes administrativos. Isla Grande de Atacama: AMCP-MU, sin cosecha; Totoral Bajo: AMERB y libre acceso, con cosecha; Caleta Angosta: libre acceso y cuidado por el usuario; Isla Choros: AMCP-MU sin cosecha; Lagunillas: AMERB, sectores con y sin barroteo; y Talquilla: libre acceso, sectores con y sin barroteo.....	125
Figura 52. Crecimiento en longitud de plantas marcadas de <i>Lessonia nigrescens</i> (sin fusión: plantas individualizadas; con fusión: plantas con discos de adhesión fusionados), monitoreadas desde otoño 2006 en localidades de la III y IV Región sujetas a distintos regimenes administrativos. Isla Grande de Atacama: AMCP-MU, sin cosecha; Totoral Bajo: AMERB y libre acceso, con cosecha; Caleta Angosta: libre acceso y cuidado por el usuario; Isla Choros: AMCP-MU sin cosecha; Lagunillas: AMERB, sectores con y sin barroteo; y Talquilla: libre acceso, sectores con y sin barroteo.....	126
Figura 53. Crecimiento porcentual de la longitud total de plantas marcadas de <i>Lessonia trabeculata</i> monitoreadas desde otoño 2006 hasta invierno 2007 en localidades de la III y IV Región sujetas a distintos regimenes administrativos. Caleta Angosta: libre acceso; Isla Choros: AMCP-MU. El crecimiento esta expresado en porcentaje de la ecuación 6.....	128
Figura 54. Tasa de Elongación (E) de frondas de <i>Macrocystis integrifolia</i> de praderas ubicadas en localidades de la III y IV Región sujetas a distintos regimenes de administración y explotación. (Caleta Angosta: sin explotación-libre acceso; Chascos: en explotación continua-Libre acceso; Isla Damas: sin explotación-AMCP-MU; Talquilla: en explotación esporádica-libre acceso.....	129
Figura 55. Reclutamiento de <i>Lessonia nigrescens</i> en cuadrantes experimentales sometidos a distintas intensidades de cosecha en la III y IV Región.....	130
Figura 56. Reclutamiento de <i>Lessonia trabeculata</i> en cuadrantes experimentales sometidos a distintas intensidades de cosecha en Caleta Angosta.....	131
Figura 57. Producción estacional de biomasa de <i>Macrocystis integrifolia</i> en praderas con cuadrantes experimentales donde se ha aplicado a tres estrategias distintas de cosecha.....	132
Figura 58. Reclutamiento de <i>Macrocystis integrifolia</i> en praderas con cuadrantes experimentales donde se ha aplicado a tres estrategias distintas de cosecha.....	133
Figura 58. Variación estacional del largo (cm), peso húmedo (g) y área (cm <sup>2</sup> ) de las láminas de <i>Lessonia nigrescens</i> en las localidades de estudio de la III y IV Región. El eje Y es mostrado en la misma escala para permitir una comparación visual entre las regiones de estudio. La línea muestra el valor promedio entre las localidades por estación.....	153
Figura 59. Variación estacional del área reproductiva (%) por lámina, del esfuerzo reproductivo (% soro peso seco) y liberación de esporas (nº/cm <sup>2</sup> de soro) de <i>Lessonia nigrescens</i> en las localidades de estudio de la III y IV Región. El eje Y es mostrado en la misma escala para permitir una comparación visual entre las regiones de estudio. La línea muestra el valor promedio entre las localidades por estación.....	154
Figura 60. Variación estacional de la germinación de esporas (% , 3d de cultivo), fertilidad de gametofitos femeninos (% oogonios, 15d de cultivo) y éxito reproductivo (% esporofitos, 15d de	

cultivo) en cultivos de <i>Lessonia nigrescens</i> para las localidades de estudio de la III y IV Región. El eje Y es mostrado en la misma escala para permitir una comparación visual entre las regiones de estudio. La línea muestra el valor promedio entre las localidades por estación.....	155
Figura 61. Variación estacional del largo (cm), peso húmedo (g) y área (cm <sup>2</sup> ) de las láminas de <i>Lessonia trabeculata</i> en las localidades de estudio de la III y IV Región. El eje Y es mostrado en la misma escala para permitir una comparación visual entre las regiones de estudio. La línea muestra el valor promedio entre las localidades por estación.....	157
Figura 62. Variación estacional del área reproductiva (%) por lámina, del esfuerzo reproductivo (% soro peso seco) y liberación de esporas (nº/cm <sup>2</sup> de soro) de <i>Lessonia trabeculata</i> en las localidades de estudio de la III y IV Región. El eje Y es mostrado en la misma escala para permitir una comparación visual entre las regiones de estudio. La línea muestra el valor promedio entre las localidades por estación.....	158
Figura 63. Variación estacional de la germinación de esporas (% , 3d de cultivo), fertilidad de gametofitos femeninos (% oogonios, 15d de cultivo) y éxito reproductivo (% esporofitos, 15d de cultivo) en cultivos de <i>Lessonia trabeculata</i> para las localidades de estudio de la III y IV Región. El eje Y es mostrado en la misma escala para permitir una comparación visual entre las regiones de estudio. La línea muestra el valor promedio entre las localidades por estación.....	159
Figura 64. Variación estacional del largo (cm), peso húmedo (g) y área (cm <sup>2</sup> ) de las esporofilas de <i>Macrocystis integrifolia</i> en las localidades de estudio de la III y IV Región. El eje Y es mostrado en la misma escala para permitir una comparación visual entre las regiones de estudio. La línea muestra el valor promedio entre las localidades por estación.....	161
Figura 65. Variación estacional del área reproductiva (%) por esporofila, del esfuerzo reproductivo (% soro peso seco) y liberación de esporas (nº/cm <sup>2</sup> de soro) de <i>Macrocystis integrifolia</i> en las localidades de estudio de la III y IV Región. El eje Y es mostrado en la misma escala para permitir una comparación visual entre las regiones de estudio. La línea muestra el valor promedio entre las localidades por estación.....	162
Figura 66. Variación estacional de la germinación de esporas (% , 3d de cultivo), fertilidad de gametofitos femeninos (% oogonios, 15d de cultivo) y éxito reproductivo (% esporofitos, 15d de cultivo) en cultivos de <i>Macrocystis integrifolia</i> para las localidades de estudio de la III y IV Región. El eje Y es mostrado en la misma escala para permitir una comparación visual entre las regiones de estudio. La línea muestra el valor promedio entre las localidades por estación. ....	163
Figura 67. Desembarco anual de <i>Lessonia spp</i> y <i>Macrocystis integrifolia</i> en III y IV Región (Toneladas húmedas). HN: Huiro Negro; HP: Huiro palo; H: Huiro (e.g. <i>Macrocystis integrifolia</i> ).....	165
Figura 68. Precios de valor sanción reales anuales (a junio de 2007) de las Algas Pardas en la III y IV Regiones (Pesos (\$) por kilo, alga húmeda). Valores suavizados. ....	167
Figura 69. Valor histórico anual estimado para las pesquerías directas de <i>Lessonia spp</i> y <i>Macrocystis integrifolia</i> en III y IV Región (Toneladas húmedas). ....	167

Figura 70. Desembarques valorizados de especies con pesquería, y dependientes de los huirales de la III y IV Regiones. En miles de pesos de 2007. ....	170
Figura 71. Distribución porcentual del desembarque valorizado (pesos de 2007) de los grupos de especies con pesquería, y dependientes de los huirales de la III y IV Regiones.....	170
Figura 72. Montos destinados a investigación en términos bianuales (en miles pesos de 2007, media móvil (2) y línea de tendencia). Fuente: Elaboración Propia en base a información proporcionada por Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Católica del Norte y el Instituto de Fomento Pesquero .....	172
Figura 81. Utilización del desembarque algal en Chile. Fuente SERNAPesca 2004.....	185
Figura 82. Producción mundial de algas pardas. Fuente FAO 2004.....	185
Figura 83. Tendencias de la explotación mundial de algas café. Fuente FAO 2004. ....	186
Figura 84. Variación de la producción anual de algas pardas en el último decenio. Fuente FAO 2004 .....	186
Figura 85. Variación del desembarque de algas Laminariales en el país entre 1984 y 2005 de acuerdo al Anuario estadístico de Pesca 2005.....	187
Figura 86. Desembarques promedios de algas pardas en los últimos 25 años por región política. ...	188
Figura 87. Volúmenes de algas pardas utilizadas por plantas picadoras y centros de cultivo, y retornos en dólares en el periodo Noviembre 2005 y Octubre 2006. ....	189
Figura 88. Abundancia total de algas pardas estimada en la zona norte de Chile. ....	190
Figura 89. Volúmenes de algas pardas por especies utilizados por las plantas picadoras de la III Región entre el periodo Octubre 2005 y Enero 2007. ....	192
Figura 90. Volúmenes de algas pardas por especies utilizados por los Centros de Cultivo de Abalón de la III Región entre el periodo Noviembre 2005 y Enero 2007.....	192
Figura 91. Caracterización del esfuerzo pesquero por Región. Porcentaje del volumen desembarcado por especie de algas pardas y destino (picadoras o cultivos de abalón) desde cada zona de operación extractiva (ZOE). ....	194
Figura 92. Volúmenes de algas pardas por especies utilizados por los Centros de Cultivo de Abalón de la IV Región entre el periodo Octubre 2005 y Febrero 2007. ....	195
Figura 93. Volúmenes de algas pardas por especies utilizados por las plantas picadoras de la III Región entre el periodo Octubre 2005 y Enero 2007. ....	196

## INDICE ANEXOS

- ANEXO A** Revisión Bibliografía de Algas Pardas
- ANEXO B** Encuestas de Valorización Económica de Algas Pardas
- ANEXO C** Manuscrito: Production, use and fate of Chilean brown seaweeds: re-sourses for a sustainable fishery
- ANEXO D** Material audiovisual de los talleres de difusión del Proyecto.
- ANEXO E** Composición y organización del equipo de trabajo del Proyecto
- ANEXO F** Material visual sobre las actividades del Proyecto.

## 1. OBJETIVO GENERAL

Determinar antecedentes biológicos y ecológicos básicos de las praderas de algas pardas, valorar los servicios ambientales que generan, y recopilar información sobre su disponibilidad y capacidad para sustentar las actividades económicas basadas en su explotación.

## 2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Recopilar y sistematizar la información disponible respecto de la biología, distribución y asociaciones biológicas de los bosques de *Macrocystis* y *Lessonia* de la III y IV Región, con énfasis en la identificación de recursos biológicos de importancia económica asociados a estos bosques.
2. Determinar y caracterizar espacialmente los principales focos de extracción de algas pardas y la cadena productiva asociada a cada uno de ellos (extractores, intermediarios, cultivos e industria y proceso).
3. Determinar el grado de intervención de los principales bosques de *L. nigrescens*, *L. trabeculata* y *M. integrifolia* (y su comunidad asociada).
4. Determinar la tasa de renovación de los bosques de algas pardas (y su comunidad asociada).
5. Determinar la dinámica temporal del reclutamiento y parámetros poblacionales básicos, a saber: tasa de mortalidad y crecimiento, para determinar talla-edad de máxima producción y talla de primera madurez esporofítica.
6. Valorar económicamente los servicios ambientales que generan los bosques de *Macrocystis* y *Lessonia*.
7. Estimar los niveles de producción sustentable de la industria abalonera y de proceso de algas sobre la base de la disponibilidad y potencial productivo de los bosques de *Macrocystis* y *Lessonia*.
8. Generar recomendaciones de medidas de administración y manejo de los principales bosques de algas pardas, considerando tipo de recurso, disponibilidad y ubicación geográfica.

### 3. ANTECEDENTES

En Chile, las algas pardas (“huiros” *sensu* Vásquez 1990) han sido utilizadas principalmente como materia prima para la extracción de alginatos. La extracción de estos azúcares naturales está sustentada en un 84 % (Anuario SERNAPESCA 2002) por dos especies de Laminariales: *Lessonia nigrescens* de distribución intermareal, y *Lessonia trabeculata* de distribución submareal. A nivel nacional, el 80,4 % de los desembarques anuales de estas macroalgas pardas provienen de las costas de la III y IV Región (Anuario SERNAPESCA 2000, 2001, 2002, 2003). La industria química de polímeros, a escala mundial, ha reconocido la calidad de los alginatos provenientes de *Lessonia* spp, los que son utilizados principalmente en el mejoramiento de los alginatos de *Laminaria* spp y *Macrocystis* spp (ver Anuarios SERNAPESCA 2002, 2003), y para la elaboración de alginatos de alta calidad (Zimmermann *et al.* 2003; Leinfelder *et al.* 2003).

La pesquería de algas pardas en la costa norte de Chile, escapa a los patrones tradicionales de otras pesquerías bentónicas. La utilización como materia prima para la extracción de alginatos ha estado históricamente sustentada por la recolección de la mortalidad natural de las poblaciones intermareales y submareales. La mortalidad de estas poblaciones es generada principalmente por el movimiento del agua: corrientes de fondo e impacto del oleaje. La biomasa arrojada a la playa por las corrientes marinas, es recolectada por orilleros, los que la secan, la enfardan y la venden a intermediarios que las llevan a las plantas de picado. En la actualidad, y fundamentalmente por que los desembarques constituyen recolecciones y no cosechas de plantas vivas, las extracciones (cosechas) de algas pardas no tienen una regulación. En un contexto general, regulaciones de las extracciones en función de parámetros bioecológicos y reproductivos (Vásquez 1995), y un manejo adecuado de las poblaciones naturales (Vásquez 1999), deberían asegurar la sustentabilidad de las macroalgas pardas en la costa del norte de Chile.

Las algas tienen una importancia social relevante, dado que la recolección es realizada por pescadores artesanales y sus familias, quienes dependen total o parcialmente de estos recursos (Vásquez & Westermeier 1993). Las algas de importancia económica son también ecológicamente importantes, no sólo por ser la base de cadenas tróficas bentónicas, sino porque además constituyen hábitat y refugio, zonas de reproducción de numerosas especies de invertebrados y peces, de asentamiento larval y reclutamiento de juveniles (Vásquez & Santelices 1984, Vásquez 1992, Edding *et al.* 1994, Vásquez *et al.* 2001a, 2001b, 2005). En áreas intermareales y submareales someras, *Macrocystis* y *Lessonia* actúan como especies ingenieras (*sensu* Jones *et al.* 1994) de estos ecosistemas costeros, albergando otras especies de importancia económica y social (e.g. lapas, loco, erizos, peces de peña).

Los recolectores de orilla, conforman un grupo social de extrema pobreza y marginalidad. La mayoría de estos recolectores y barreteros intermareales de algas son analfabetos e indocumentados. Un censo reciente de los recolectores de algas pardas en la III y IV Región muestra que el 72% y 90% respectivamente, no figuran en los registros del SERNAPESCA. Los recolectores de orilla, recogen la

mortalidad natural de las tres especies de algas pardas (*Macrocystis integrifolia* y *Lessonia* spp), barrean *Lessonia nigrescens* y ocasionalmente cortan frondas desde las praderas intermareales de *Macrocystis integrifolia*. La extracción de *Lessonia trabeculata* la realizan buzos mariscadores mediante equipos semi-autónomos (Hooka), lo que permite una mejor determinación de los lugares de zarpe y desembarque, facilitando el seguimiento, cuantificación y control de las cosechas. Los pescadores artesanales dedicados a la extracción de *Lessonia trabeculata* son principalmente buzos mariscadores que ocasionalmente cosechan algas pardas, dependiendo de los precios de compra, la disponibilidad y el acceso a otras pesquerías bentónicas más rentables. Lo anterior, junto con los patrones de distribución espacial y temporal de las tres algas pardas, condiciona las estrategias de seguimiento y control de cada una de estas especies.

La creciente implementación de centros de cultivo de *Haliotis rufescens* (“abalón rojo”) y *Haliotis discus hannai* (“abalón verde”) en la III y IV Región, ha generado una fuerte presión de extracción sobre las algas pardas. Los abalones son especies exóticas introducidas cuyo principal ítem alimentario son las algas pardas, consumiendo hasta un tercio de su peso corporal diario. Dada la morfología del aparato bucal (rádula) estos moluscos herbívoros sólo aprovechan las frondas de las plantas, desechando discos de adhesión y estipes, que en conjunto representan más del 60 % del peso total de una planta. Un centro de cultivo en la III Región con un plantel de c.a. 1.500.000 individuos está utilizando mensualmente 90 ton de frondas de *Lessonia* spp y *Macrocystis integrifolia*. Esta biomasa de algas pardas se incrementa mes a mes en un 10%. Los centros de cultivo de abalones están recién implementados, con proyecciones de crecimiento que en algunos casos sobrepasan los 7.000.000 de individuos por centro. Entre Caldera y Los Vilos existen actualmente siete centros de cultivo de abalones.

El cambio en la estructura de talla y su distribución (unimodal, bimodal) en una población en explotación es uno de los indicadores más usado para evaluar los efectos de la explotación de recursos. Las algas pardas no tienen marcadores etarios, en consecuencia los cambios en la estructura poblacional son tamaño-dependiente, en contraste a los animales que son edad-dependiente (Chapman 1984, 1985, 1986, 1987; Pringle *et al.* 1987; Sharp 1987; Ang *et al.* 1993, 1996; Lazo & Chapman 1996). Además de la ausencia de marcadores etarios, las algas pardas muestran una enorme plasticidad fenotípica en función de las características ambientales (exposición, movimiento de agua, herbivoría, competencia, Vásquez 1992, Vega *et al.* 2005). En consecuencia, la dinámica poblacional en función de construcción de tablas de vida es de alta imprecisión y de gran dificultad. Sin embargo, a veces es posible usar algunas herramientas poblacionales en el manejo sustentable de estos recursos como: (1) tiempo de recuperación de la estructura de talla pre-cosecha, para determinar los períodos de rotación de áreas explotadas (Ang *et al.* 1993, 1996; Lazo & Chapman 1996), (2) la estructura de talla de la población puede ser utilizada para definir la fracción de la población que se quiere proteger, y (3) la talla promedio de la fracción cosechada puede indicar el estado de la población (Caddy & Mahon 1995, Seijo *et al.* 1997). Entre los efectos ecológicos que pueden generar la explotación de algas pardas, está la remoción

de especies asociadas y la alteración del hábitat. Esto, frecuentemente se traduce en cambios en los patrones de distribución y abundancia de las especies asociadas a estos ecosistemas, sumado a modificaciones de las estructuras poblacionales (Druehl & Breen 1986; Foster & Barrilotti 1990; Vásquez 1995). En este contexto, las algas pardas han sido descritas como importantes organismos estructuradores de comunidades, y sus estructuras de fijación conforman un microhábitat para un gran número de especies de invertebrados (Vásquez & Santelices, 1984).

La fragilidad de las poblaciones de algas pardas, con relación a eventos oceanográficos de gran escala (e.g. El Niño Oscilación del Sur), y sus atributos morfo-funcionales (e.g. distribución de estructuras reproductivas y meristemas de crecimiento donde el corte a cualquier nivel interrumpe eventos de reproducción sexuada y de regeneración), sugieren un grave impacto en las poblaciones produciendo un efecto descendente sobre la estructura y organización de las comunidades marinas intermareales y submareales (Vásquez 1989, 1995, 1999; Vásquez & Santelices 1990, Vega 2005). 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.

La biología y la ecología de *Lessonia spp*, la distribución espacial y batimétrica, y la productividad (desembarques) de las praderas naturales en el norte de Chile ha sido extensamente estudiada durante los últimos años (Vásquez 1989, 1990, 1992; Vásquez & Fonck 1993, Edding & Tala 1998, 2003; Tala 1999, Tala *et al.* 2004, Tala & Edding 2005, Vega 2005, Vega *et al.* 2005, Tala & Edding 2007). Numerosos factores determinan la productividad de las poblaciones naturales de algas pardas (Vásquez & Santelices 1990, Vásquez 1995, 1999), los que no sólo se relacionan con el conocimiento de la ecología y la biología de las especies, sino también con factores exógenos como: (1) presiones de los mercados nacionales e internacionales por materia prima, (2) desempleo de los asentamientos humanos costeros, (3) abundancia y disponibilidad de otros recursos marinos bentónicos, (4) nivel de las regulaciones de extracción de recursos marinos, (5) nivel de educación de pescadores artesanales, y compromiso con medidas de conservación, (6) disponibilidad e implementación de planes de manejo. Estos factores, además del conocimiento biológico y ecológico de las especies objetivos, son claves en la implementación de medidas de administración y regulación pesquera de las poblaciones naturales de *Lessonia* y *Macrocystis* en el norte de Chile (Vásquez & Westermeier 1993). Estas comunidades constituyen áreas de reclutamiento y desove de numerosas pesquerías bentónicas de enorme valor socio-económico (e.g. loco, erizo, lapa), las que podrían ser irreversiblemente afectadas. En consecuencia, dado el valor fundacional de las algas pardas y su rol de especie ingeniera de ecosistemas, los resultados de este estudio tendrán un valor relevante en la conservación de ambientes submareales rocosos.

## 4. METODOLOGIA

### 4.0. ALCANCES METODOLÓGICOS

El proyecto fue ejecutado de acuerdo a la propuesta técnica. Es en este contexto que durante el período de estudio se desarrollaron en forma simultánea ocho objetivos específicos distintos con el fin de establecer: a) los antecedentes biológicos y ecológicos básicos de las praderas de algas pardas de la III y IV Región; b) valorar los servicios ambientales que generan las praderas de algas pardas; y c) recopilar información sobre la disponibilidad y capacidad para sustentar las actividades económicas basadas en la explotación de las algas pardas en el norte de Chile.

Las localidades de muestreo para monitorear los distintos aspectos poblacionales y ecológicos de las algas pardas fueron establecidas *a priori* utilizando las estimaciones de distribución y abundancia obtenidas de la Pesca de Investigación de Algas Pardas 2004. Sin embargo, debido a los distintos escenarios de administración pesquera y de presión de cosecha encontrados *in situ* se decidió ampliar el número de localidades y/o sitios por localidad. Esta decisión, aunque retrazó el comienzo de las evaluaciones en algunas localidades, permitió finalmente evaluar el efecto cruzado de distintas situaciones de cosecha (libre acceso, plan de explotación AMERB, sector cuidado por el usuario con plan de explotación propio y áreas sin cosecha en AMCP-MU) y/o de administración pesquera en los parámetros poblacionales y comunitarios de cada una de las algas pardas monitoreadas.

Durante el desarrollo del Proyecto, se ejecutó también la Caracterización de la Pesquería de Algas Pardas de las Regiones I a IV o Pesca de Investigación de Algas Pardas, 2005-2007. La complementación de la información entre ambos proyectos permitió a) cuantificar el esfuerzo extractivo de algas pardas; b) catastrar las plantas de proceso y centro de cultivo para establecer los volúmenes de algas pardas utilizados como materia prima y alimentos; c) catastrar la cadena productiva en base a recolectores, intermediarios y destinatarios de la demanda (e.g. plantas picadores y centros de cultivos); d) monitorear las actividades pesqueras y destino de algas pardas; e) desarrollar un sistema de información geográfico que contenga la información obtenida de algas pardas; y f) estimar distintos parámetros pesqueros relacionados con la recolección y cosecha de algas pardas. Sin embargo, debido al número de localidades (8 localidades), al número de sitios por localidad (hasta 6 sitios de muestreo por localidad) y al número de especies de algas pardas monitoreadas (3 especies de Laminariales) que habitan distintos ambientes (intermareal y/o submareal), siempre hubo dificultades para llevar a cabo las campañas estacionales de muestreo. Es en este contexto que cuando las condiciones climáticas del mar no acompañaban, algunas veces, algunas localidades quedaron parcialmente evaluadas. Es por esta razón que, en algunos casos, las series de tiempo de los patrones biológicos, ecológicos y reproductivos presentan saltos estacionales, sin perjuicio de la detección de tendencias espaciales y/o temporales durante el ciclo anual de estudio.

La accesibilidad para la recopilación de información anexa para el proyecto se efectuó en colaboración de distintas entidades publicas (e.g. SUBPESCA, SERNAPesca, Armada de Chile, entre otras) y privadas (e.g. Organizaciones de algueros, particulares, COPRAM, entre otras). Se destaca en particular, la disponibilidad de los Sindicatos de Bahía Cisnes (Don Baldomero Rojas y Don Hernán Jorquera), Totoral Bajo (Don Camilo Tamblay, Don Hugo Cortéz y Don Luis Aguilera), Caleta Angosta (Don Gaston Araya y Don Sergio Berrios), Los Choros (Don Julio Véliz), Totoralillo Centro (Don Wilson Cerda), Caleta Totoral (Don Abelardo Antiquera y MSc. Marcelo Valdevenito) y Talquilla (Don Fernando Andrade y Don Segundo Martínez) para realizar los monitoreos temporales de la abundancia de algas pardas. En algunos casos, la colaboración se extendió a la ejecución en conjunto de los experimentos de cosecha para realizar comparaciones entre sitios intervenidos y no intervenidos, o sujetos a distintas medidas de administración (AMERB, AMCP-MU, áreas de libre acceso y áreas cuidadas por los usuarios). Aunque en otros casos, algunas organizaciones de algueros se opusieron al desarrollo y ejecución del proyecto dentro de sus áreas de manejo aduciendo pérdida de beneficios económicos y desconocimiento del uso de la información obtenida. No obstante a lo anterior, durante todas las campañas de muestreo se sostuvieron reuniones formales e informales con los usuarios directos del recurso algas pardas (especialmente algueros y pescadores), con el fin de informar los alcances y logros del proyecto, y discutir con ellos las distintas generalidades que contribuyen al manejo sustentable de las praderas de algas y al ordenamiento de sus pesquerías.

Además, en el proyecto se establece por primera vez el valor económico de los bienes y servicios de las praderas de algas pardas, considerando distintas dimensiones de valorización, tales como: a) valores de usos directos (e.g. pesquerías, recursos económicos y turismo); b) indirectos (e.g. protección costera, biodiversidad y regulación climática); c) de opción; y d) de “no uso” (e.g. herencia cultural y espiritualidad).

La tasa de renovación de las praderas de algas depende de la presión de cosecha y de los procesos locales que controlan los procesos de reclutamiento y crecimiento.

Finalmente, se propone una estrategia de explotación sustentable considerando los aspectos biológicos, pesqueros, económicos y sociales que involucra la pesquería de algas pardas. Identificando los problemas de producción de los recursos algales que afectarán a futuro la cadena productiva; sugiriendo paralelamente vías alternativas de producción de biomasa de algas pardas (e.g. cultivo o repoblamiento) o de manejo (e.g. incorporar a las algas pardas en los planes de manejo y explotación de AMERBs).

#### 4.1. RECOPIRAR Y SISTEMATIZAR LA INFORMACIÓN DISPONIBLE RESPECTO DE LA BIOLOGÍA, DISTRIBUCIÓN Y ASOCIACIONES BIOLÓGICAS DE LOS BOSQUES DE *MACROCYSTIS* Y *LESSONIA* DE LA III Y IV REGIONES, CON ÉNFASIS EN LA IDENTIFICACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS DE IMPORTANCIA ECONÓMICA ASOCIADOS A ESTOS BOSQUES.

Utilizando la información existente, se generó una base sistematizada y actualizada de la biología, ecología y distribución de *Macrocystis integrifolia*, *Lessonia nigrescens* y *Lessonia trabeculata* en las costas de la III y IV Región del país. Se dió especial énfasis en el rol ecológico de estas especies de algas pardas estructuradoras de ambientes marinos costeros, así como con respecto a las especies de importancia económica asociadas. Se realizó una revisión de la base de datos en instituciones (Universidades, IFOP, Subsecretaría de Pesca, SERNAPesca) y sistemas de base de datos electrónicos (ASFA, Current Content, Web of Science, Scielo) con información biológica, ecológica, pesquera y económica de los bosques de *Lessonia* y *Macrocystis*.

Las bases de datos disponibles (ver **Tabla 1**, e.g. FIP 97/50, 97/45, 20/19, 20/25; FNDR 20109880 III región; FONDECYT, Pesca de Investigación Algas Pardas III-IV Región) permitió dimensionar la abundancia y distribución de *Lessonia nigrescens*, *Lessonia trabeculata* y *Macrocystis integrifolia* en las costas de la III y IV Región (app. 700 km de costa). Además, se utilizó la información de la estructura poblacional y estado reproductivo de cada una de las especies de algas pardas obtenidas de la Pesca de Investigación de Algas Pardas 2004 y 2005-2007, entre otros proyectos (ver **Tabla 1**, proyectos en letra resaltada).

**Tabla 1. Proyectos relacionados a Algas Pardas que presentan bases de datos de abundancia, distribución y comunidades asociadas a sus praderas.**

ANO	NOMBRE PROYECTO	EJECUTOR -RESPONSABLE	FINANCIAMIENTO
1977	Evaluación del recurso algas pardas en la I Región. Informe	IFOP	IFOP
1980	Prospección-Evaluación de Chascón-y Huiro en la II Región	U. DE CHILE (ANTOFAGASTA)	SUBPESCA
1980-1981	Estudio de la biología de <i>Lessonia nigrescens</i>	P.U. CATOLICA DE CHILE	SUBPESCA
1987-1988	Estructura y organización de comunidades submareales de <i>Lessonia trabeculata</i> .	U. CATOLICA DEL NORTE	UCN-DGI
1988-1989	Manejo y cultivo de algares naturales de <i>Lessonia trabeculata</i> .	U. CATOLICA DEL NORTE M.Sc. M. Edding I. Responsable	CORFO
1993	Explotación y Aprovechamiento de macroalgas varadas en la	IFOP	SERPLAC IV Región

	provincia el Choapa		
1993	Diagnostico de las macroalgas en la zona costera Punta lengua de Vaca, IV Región, Coquimbo.	IFOP	SERPLAC IV Región
1994	Pre-factibilidad de cultivo de algas nativas, a través de transferencias o adaptación de tecnologías.	U. DE VALPARAISO	FIP 09-96
1994	Diagnostico de la pradera de algas pardas en el litoral de la tercera región.	IFOP	FNDR
1996-1998	<b>Diversidad, estructura y funcionamiento de ecosistemas litorales de surgencia en el norte de Chile: la importancia del afloramiento costero como un factor ascendente.</b>	<b>U. CATOLICA DEL NORTE Dr. J. Vásquez I. Responsable</b>	<b>FONDECYT SECTORIAL N° 5960001</b>
1997-1998	<b>Distribución espacial de los recursos existentes en la zona de reserva artesanal de las III y IV Regiones de Chile</b>	<b>U. CATOLICA DEL NORTE</b>	<b>FIP N° 97/50.</b>
1998	<b>Investigación y Manejo para la explotación de huiros, III región</b>	<b>U. CATOLICA DEL NORTE M.Sc. M. Edding I. Responsable</b>	<b>FNDR BIP 20109880</b>
1998-1999	<b>Estudio Piloto, Ecológico y Socio-económico en áreas potenciales de reservas marinas III y IV Regiones</b>	<b>U. CATOLICA DEL NORTE Dr. J. Vásquez Co-I. Responsable</b>	<b>FIP 97-45</b>
1998-2000	<b>The Diversity, Biogeography and Dynamics of Nearshore Ecosystems in Chile: Foundations for Marine Conservation Ecology.</b>	<b>U. CATOLICA DEL NORTE Dr. J. Vásquez Co-I. Responsable</b>	<b>FONDAP OCEANOGRAFIA Y BIOLOGÍA MARINA N° 3</b>
2000	Estrategias de explotación sustentable algas pardas en la zona norte de Chile	IFOP	FIP N° 2000-19
2001	Ordenación espacio-temporal de la actividad extractiva artesanal entre la I y IV regiones.	IFOP	FIP N° 2001-25
2000-2004	<b>Population ecology of <i>Macrocystis</i> spp in northern and southern Chile.</b>	<b>U. CATOLICA DEL NORTE Dr. J. Vásquez I. Responsable</b>	<b>FONDECYT 1000044</b>
2001-2005	<b>Reproduction ecology of Chilean kelp populations in Northern, Central and Southern Chile.</b>	<b>U. CATOLICA DEL NORTE Dr. J. Vásquez Co-I. Responsable</b>	<b>FONDECYT 1010706</b>
2002	<b>Estudios de línea base para la implementación de áreas marinas protegidas en el norte de Chile</b>	<b>U. CATOLICA DEL NORTE Dr. J. Vásquez I. Responsable</b>	<b>PNUD-GEF CONAMA</b>
2002	<b>Efecto de radiación UV en estados tempranos de desarrollo de <i>L. nigrescens</i> y <i>L. trabeculata</i> en cultivo.</b>	<b>U. CATOLICA DEL NORTE M.Sc. M. Edding I. Responsable</b>	<b>DGICT-UCN</b>
2003	<b>Impacto de la radiación UV en diferentes estados del desarrollo de <i>L. nigrescens</i> y <i>L. trabeculata</i> en condiciones de laboratorio.</b>	<b>U. CATOLICA DEL NORTE M.Sc. F. Tala I. Responsable</b>	<b>DGICT-UCN</b>
2004-2008	<b>Effects of thermal anomalies (El Niño-La Niña) on the structure and organization of coastal marine communities in northern Chile (19°-30°S)</b>	<b>U. CATOLICA DEL NORTE Dr. J. Vásquez I. Responsable</b>	<b>FONDECYT 1040425.</b>
2004	<b>Evaluación de la biomasa de algas pardas ("huiros") en la costa de la III y IV Región, norte de Chile.</b>	<b>U. CATOLICA DEL NORTE Dr. J. Vásquez I. Responsable</b>	<b>COPRAM- SONAPESCA. PESCA DE INVESTIGACION</b>

\* En negrillas se destacan proyectos con participación del equipo de la presente propuesta

## **4.2. DETERMINAR Y CARACTERIZAR ESPACIALMENTE LOS PRINCIPALES FOCOS DE EXTRACCIÓN DE ALGAS PARDAS Y LA CADENA PRODUCTIVA ASOCIADA A CADA UNO DE ELLOS (EXTRACTORES, INTERMEDIARIOS, CULTIVOS E INDUSTRIA Y PROCESO).**

La caracterización y determinación de focos de extracción se realizó, principalmente, basándose en la información disponible de proyectos desarrollados en la III y IV Región para Algas Pardas (ver **Tabla 1**, IFOP 1993, 1994, 2000; Edding & Tala 1998; Vásquez 2004). Además, se cuenta con la información levantada a través de la Pesca de Investigación Algas Pardas 2005-2007. La caracterización de la actividad extractiva se realizó a través de entrevistas individuales (persona a persona), semi-estructuradas (respuestas abiertas) durante el trabajo de terreno. Los principales focos de extracción detectados fueron geo-referenciados y agrupados en Zonas de Operación Extractivas (ZOE), de acuerdo a la clasificación establecida en la Pesca de Investigación de Algas Pardas, Caracterización de la Pesquería de Algas Pardas en las Regiones I a IV, 2005-2007 (Informes Agosto 2006 a Enero 2007). Con esta información se identificaron y demarcaron los principales focos de extracción detectados, considerando la presencia de praderas de algas pardas (intermareales y/o submareales), los asentamientos rurales y urbanos de los algueros y pescadores artesanales.

En la pesquería de algas pardas, los usuarios fueron definidos como todas las personas, empresas y/o instituciones que tienen una relación directa o indirecta con la recolección, extracción, uso y transformación de los recursos algas pardas seleccionados. La actividad extractiva directa es realizada por algueros y recolectores de orilla, formales e informales. En el último tiempo se han sumado los pescadores artesanales (buzos) por falta de otros recursos. Los intermediarios o proveedores, son transportistas que recorren zonas específicas de la costa comprando el recurso y llevándolo a las plantas procesadoras. Las empresas procesadoras compran las algas para su secado y molienda en el caso de *Lessonia* y enfardado para *Macrocystis*. Las empresas cultivadoras de abalón se abastecen semanalmente de algas frescas para alimento a través de algueros, pescadores o intermediarios. Además, se incluyen los sindicatos de algueros / pescadores artesanales con Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) que tienen en sus planes de manejo y explotación los recursos algas pardas, aprobada por la Subsecretaría de Pesca.

### **4.2.1. Evaluación del Esfuerzo de Recolección de Algas Pardas.**

Para caracterizar y evaluar el esfuerzo de recolección y el número de recolectores de orilla en el área de estudio, se realizaron encuestas (**Tabla 2**) a usuarios durante el trabajo en terreno. Esta actividad ha sido realizada por el Equipo Ejecutor de la Universidad Católica del Norte, a través de encuestas directas (Pesca de Investigación Algas Pardas, 2005-2007).

**Tabla 2.** Ficha de Empadronamiento para algueros, recolectores de orilla y pescadores.

N° 000000

<b>NOMBRE:</b> ..... <b>CATEGORÍA:</b> ..... Nivel de Escolaridad: ..... SEXO: M - F N° Registro SERNAPESCA:..... RUT: .....  Nombre Embarcación: .....  N° Matrícula: ..... de .....			Región:	Caleta Base: Hora zarpe: Hora recalada: Profundidad de buceo:	
			Dirección		
Planta/Centro de entrega:	Región	Intermediario			
<b>ESPECIE</b>	KG/día	\$ KG	Extracción	Frecuencia (N°días / mes)	SECTOR / LUGAR AREA DE MANEJO
Lessonia trabeculata "HUIRO PALO"			B - R		
Lessonia nigrescens "HUIRO NEGRO"			B - R		
Macrocystis integrifolia "CANUTILLO"			B - R		

B = BARRETEADO / BUCEADO  
 R = RECOLECTADO / RECOGIDO  
 CATEGORIA = BUZO, PESCADOR, RECOLECTOR DE ORILLA, INTERMEDIARIO

Mediante la información obtenida a través de esta ficha, se dimensiona el esfuerzo de extracción sobre los recursos, y la cadena productiva asociada desde extractores hasta plantas de proceso (picadoras) y centros de cultivo de abalones.

Otro formulario de características similares al anterior (**Tabla 3**) fue usado para levantar información de volúmenes comercializados en plantas picadoras y centros de cultivo de abalón.

**Tabla 3.** Ficha de Estadística Plantas Picadoras / Centros de Cultivo.

N° 000000

<b>NOMBRE DE LA EMPRESA</b> .....			Región:	FECHA:	
PLANTA PICADORA / CENTRO DE CULTIVO			Dirección		
RECEPCIONISTA				Intermediario	
<b>ESPECIE - RECIBIDA</b>	KG/día	\$ KG	Extracción	INTERMEDIARIO	SECTOR / LUGAR AREA DE MANEJO
Lessonia trabeculata "HUIRO PALO"			B - R		
Lessonia nigrescens "HUIRO NEGRO"			B - R		
Macrocystis integrifolia "CANUTILLO"			B - R		

Con la estrategia anteriormente descrita, se caracteriza y evalúa la actividad extractiva de las algas pardas en la III y IV regiones, considerando:

- a)** Número de extractores e intermediarios de algas pardas en la III y IV Región.
- b)** Identificación de áreas de extracción actuales de los recursos *Macrocystis* y *Lessonia* en la III y IV Región.
- c)** Metodologías o formas de extracción de los recursos *Macrocystis* y *Lessonia*
- d)** Estimaciones de índice de rendimiento por región (III y IV Región)

### **4.3. DETERMINAR EL GRADO DE INTERVENCIÓN DE LOS PRINCIPALES BOSQUES DE *L. NIGRESCENS*, *L. TRABECULATA* Y *M. INTEGRIFOLIA* (Y SU COMUNIDAD ASOCIADA).**

#### **4.3.1. Caracterización Ambiental de las Localidades Seleccionadas.**

En las localidades seleccionadas se definieron distintas zonas de muestreo dependiendo de la actividad de cosecha (e.g. sin cosecha, libre accesos o cuidado por el usuario) y/o medida de administración (e.g. área de libre acceso; AMERB: área de manejo de recursos bentónicos, AMCP-MU: área marina costera protegida de múltiples usos). En general, en las localidades se definieron e identificaron como áreas o praderas intervenidas, aquellas donde los algueros y/o pescadores han realizado históricamente sus actividades de cosecha. En cambio, las áreas excluidas de la cosecha o donde no se realizan cosechas fueron definidas como áreas o praderas no intervenidas. Además, esta clasificación contó con la aprobación y participación de algueros y/o pescadores organizados, quienes restringieron o continuaron su actividad laboral ordinaria en estas áreas “experimentales” de acuerdo a los distintos escenarios de cosecha y administración detectados *in situ*.

Se realizó una caracterización ambiental cualitativa de las localidades seleccionadas, tanto en el intermareal como en el submareal, permitiendo identificar la distribución de los recursos y el área ocupada por estos. Finalmente, los sitios fueron seleccionados en base a la presencia de los recursos objetivos (algas pardas o huiros), presencia de organizaciones de algueros y/o pescadores, y acceso a la costa.

En la **Tabla 4** se resumen las localidades muestreadas por estación, y para cada especie de alga parda.

#### **4.3.2. Evaluación No-Destructiva de Poblaciones de Algas Pardas.**

La evaluación de la disponibilidad de un recurso es esencial en la planificación de una extracción económica sostenible, tanto para conocer la rentabilidad del negocio como para la proyección de las inversiones en el tiempo. En un contexto espacial y temporal, la disponibilidad del recurso determinará las condiciones óptimas para implementar un plan racional de extracción. Así, el uso de las algas pardas como substrato para la extracción de alginatos de alta calidad en las costas del norte de Chile, requirieron de muestreos intensivos y extensivos que permitieron evaluar la biomasa disponible (“standing stock”) y la biomasa cosechable (“standing crops”).

Tabla 4: Resumen de las localidades muestreadas por estación y especie.

Región	III Región				IV Región				
	Localidad (N a S)	Isla Grande	Chasco	Totoral Bajo	Cta Angosta	Los Choros	Lagunillas	El Totoral	Talquilla
<b>Otoño 2006</b> L. nigrescens L. trabeculata M. integrifolia					may-06 may-06 may-06	may-06 may-06 jun-06	may-06 jun-06 ausente		jun-06 jun-06 jun-06
<b>Invierno 2006</b> L. nigrescens L. trabeculata M. integrifolia	ago-06 ago-06 ausente		ago-06 ago-06 ago-06	ago-06 ago-06 ago-06	ago-06 ago-06 ago-06	sep-06 sep-06 sep-06	ago-06 sep-06 ausente	sep-06 sep-06 sep-06	sep-06 sep-06 sep-06
<b>Primavera 2006</b> L. nigrescens L. trabeculata M. integrifolia	dic-06 dic-06 ausente	ausente dic-06 dic-06	nov-06 dic-06 nov-06	dic-06 dic-06 dic-06	dic-06 dic-06 dic-06	dic-06 dic-06 dic-06	nov-06 nov-06 ausente		dic-07 dic-07 dic-07
<b>Verano 2007</b> L. nigrescens L. trabeculata M. integrifolia	mar-07 mar-07 ausente	ausente mar-07 mar-07	mar-07 mar-07 mar-07	mar-07 mar-07 mar-07	mar-07 mar-07 mar-07	feb-07 feb-07 feb-07	ene-07 ene-06 ausente		
<b>Otoño 2007</b> L. nigrescens L. trabeculata M. integrifolia	may-07 ausente	ausente jun-07 jun-07		may-07 may-07 may-07	may-07 may-07 may-07	jun-07 jun-07	may-07 jun-07 ausente		
<b>Invierno 2007</b> L. nigrescens L. trabeculata M. integrifolia	jul-07 ago-07 ausente	ausente jul-07 jul-07	jul-07 jul-07 jul-07	jul-07 jul-07 jul-07	jul-07 jul-07 jul-07	jul-07 jul-07 jul-07	jul-07 jul-07 ausente	ago-07 ago-07	jul-07 jul-07 jul-07

Las metodologías para determinar la biomasa de algas pardas varían entre métodos simples de evaluación cualitativa y cuantitativa directa en la costa, a métodos indirectos más complejos de evaluación aérea y submarina. Sin embargo, cualquiera de estos métodos debe considerar los siguientes estimadores: (1) distribución local, latitudinal y batimétrica del recurso; (2) patrones temporales de la distribución de la biomasa; (3) condiciones ecológicas que determinan la variabilidad de los ficocoloides, (4) la antigüedad (edad) de las poblaciones, y (5) su estado reproductivo. Estos parámetros permiten concentrar las extracciones en aquellas áreas más productivas (en biomasa y contenido de ficocoloides), y determinar épocas adecuadas de cosecha. Además, es posible determinar los niveles máximos permisibles de extracción considerando criterios bio-ecológicos y económicos (e.g. Máximo Rendimiento Sostenido, Máximo Rendimiento Económico; Seijo *et al.* 1997), permitiendo que la población remanente renueve naturalmente la pradera en el área de cosecha, haciendo la actividad económica y ecológicamente sustentable. Por otro lado, evaluaciones permanentes y planificadas permite establecer estrategias de cosecha (e.g. rotación de áreas) y mejorar los artes de extracción (e.g. cosechadoras submarinas).

La literatura documenta que existen correlaciones significativas entre algunos parámetros morfológicos de las tres especies de algas pardas (e.g. Diámetro basal del disco, N° de estipes, distancia 1<sup>era</sup> dicotomía) con peso y tamaño de las plantas (Santelices 1980, Santelices *et al.* 1980, Kain 1982, Buschmann *et al.* 1984, Cancino & Santelices 1984, Vásquez & Santelices 1984, Villouta & Santelices 1984, van Tussenbroek 1989, Vásquez 1991, 1992; North 1994, Westermeier *et al.* 1994), en consecuencia, los patrones temporales de la biomasa y de la densidad fueron prospectados a través de **muestreos no-destructivos**.

Para fines del estudio y de las evaluaciones, se definió como individuo a una planta (esporofito) que está formada por un grupo de estipes que se levantan desde una misma estructura de fijación (disco basal o adhesivo). Las estimaciones de la biomasa disponible fueron obtenidas indirectamente usando un modelo de regresión exponencial, ampliamente documentado para algas pardas (Santelices *et al.* 1980, Vásquez 1991). Esta función ocupa al diámetro del disco basal (como variable independiente) para predecir el peso de la planta (variable dependiente), según la ecuación:

$$\text{Peso} = a \cdot \text{Diámetro disco}^b \quad (1)$$

donde, a corresponde al intercepto y b a la pendiente de la ecuación exponencial.

Los muestreos fueron realizados estacionalmente cubriendo el periodo entre otoño 2006 e invierno 2007. No siempre fue posible muestrear todas las localidades seleccionadas, debido principalmente a las condiciones del mar. Para Cta. El Totoral (IV Región), las limitaciones fueron grandes debido a que se encuentra en terrenos de la Armada de Chile, quienes restringen el acceso en base a la planificación de sus actividades (**Tabla 4**).

En las localidades con poblaciones intervenidas y no-intervenidas se estableció el siguiente protocolo especie-específico:

***Lessonia trabeculata***: Para la evaluación de esta alga parda, se utilizaron transectos perpendiculares a la línea de la costa entre la zona intermareal y los 20 m de profundidad. Dependiendo de la pendiente promedio batimétrica en los ambientes submareales de la III y IV Región, se utilizaron transectos estándar de 200 m de longitud, atravesando gran parte del ancho del huiral. Cada transecto fue subdividido cada 10 m, y recorridos por dos buzos (autónomos y/o semi-autónomos), evaluando las plantas 1 m a cada lado del transecto y anotando el veril de profundidad. Así, cada transecto anida un total de 40 unidades de muestreo de 10 m<sup>2</sup> (Vega *et al.* 2005). Esta metodología es comúnmente utilizada para evaluaciones y monitoreo de praderas de algas pardas submareales (Foster & Schiel 1985). Permite cubrir horizontalmente el área evaluada, incluyendo además, la variabilidad intrínseca producida por la distribución de *L. trabeculata* en el gradiente batimétrico (Vega *et al.* 2005).

**Macrocystis integrifolia:** Se utilizó un diseño de muestreo aleatorio estratificado, usando como unidades de muestreo cuadrantes de 0,25 m<sup>2</sup> lanzados al azar en función de la distribución de las plantas, en cada sitio de estudio (Buschmann *et al.* 2004, Vega & Vásquez 2005). Cuando la pradera de *Macrocystis integrifolia* se extiende hacia el submareal, se realizó un muestreo por estratos, posicionando 4 cuadrantes de 0,25 m<sup>2</sup> al azar en rangos de profundidad (0-1, 1-2, 2-3, 3-4 y > 5 m de profundidad). Las estimaciones de la biomasa disponible fueron obtenidas indirectamente usando un modelo de regresión exponencial (ec. 1), previamente establecido para esta algas pardas (Vásquez 2004). A diferencia de las especies de *Lessonia*, esta función ocupa la longitud total de la planta (como variable independiente) en vez del diámetro de disco, para predecir el peso de la planta (variable dependiente).

**Lessonia nigrescens:** Para evaluar la abundancia del “huero negro”, se utilizaron dos tipos de diseño de muestreo en áreas intermareales: (1) la densidad de plantas es evaluada en cuadrantes rectangulares de 10 m<sup>2</sup> (10 m largo x 1 m de ancho). Cada cuadrante es ubicado paralelo a la costa, en el rango mareal de distribución de *Lessonia nigrescens*, en cada sitio o localidad de estudio. En cada uno de estos cuadrantes de 10 m<sup>2</sup>, (2) se establecieron unidades de muestreo al azar de 1 m<sup>2</sup> (cuadrantes de 1 m x 1 m). Los cuadrantes de 1 m<sup>2</sup> fueron utilizados para evaluar tanto los atributos morfológicos de las plantas, como la abundancia (densidad) en unidades de muestreo más restringidas.

En cada unidad de muestreo (10 m<sup>2</sup> para *L. trabeculata*, 1 m<sup>2</sup> para *L. nigrescens*, 0,25 m<sup>2</sup> para *Macrocystis*) se evaluó: (1) Número total de plantas, (2) Diámetro basal del disco de adhesión, (3) Longitud máxima, (4) Presencia/ausencia de tejido reproductivo por planta (soros en láminas comunes para *Lessonia*; y espeorofilas en *Macrocystis*).

#### 4.3.3. Estimación de la Dinámica de la Estructura de Talla.

La estructura de talla de cada población fue determinada estacionalmente considerando los datos merísticos (tamaño del disco basal adhesivo y largo total de la planta) obtenido de las evaluaciones directas de los recursos algas pardas. Para cada caso se calculó la proporción o frecuencia de individuos por tamaño (al centímetro) con la ecuación:

$$P_i = \frac{n_i}{\sum_{i=\min}^{i=\max} n} \quad (2)$$

donde n es el número de individuos para la talla *i*.

#### 4.3.4. Estimación de la Dinámica del Tamaño Poblacional por Sitio de Muestreo y Localidad.

El número medio de individuos por especie de alga parda (individuos/m<sup>2</sup>), por período de muestreo fue estimado utilizando el teorema de medias (Sokal & Rohlf 1981). La densidad media para cada especie fue estimada desde los valores de densidad por m<sup>2</sup> obtenidos en toda el área de evaluación, con la

ecuación 3. También se calcula la desviación estándar y el coeficiente de variación con las ecuaciones 4 y 5 respectivamente, donde n representa el número de muestras.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} ind.m^2}{n} \quad (3)$$

$$d.e. = \sqrt{\frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}} \quad (4)$$

$$c.v. = \frac{d.e.}{\bar{x}} \quad (5)$$

#### 4.3.5. Evaluación varaderos históricos y mortalidad natural.

Las varazones de algas pardas ocurren durante todo el año a lo largo de toda la costa del norte de Chile. Sin embargo, la magnitud y frecuencia del arribo de algas pardas a la costa aumenta significativamente durante otoño-invierno (Vásquez 1989). Estas varazones afectan diferencialmente a las poblaciones de *Lessonia* y *Macrocystis* (Vásquez 1992, 1995; Edding & Tala 1998; Vega 2005), dando cuenta de aproximadamente ¼ de la biomasa total disponible (Vásquez 1999).

En tres sectores seleccionados (Playa Isla Chata; Caleta Totoral Bajo y Caleta Angosta), se retiraron estacionalmente todas las algas varadas durante visitas previas las que fueron consideradas como tiempo 0 (Vásquez 2004). Posteriormente, se evaluó la abundancia y la morfología de cada una de las especies varadas en un tamaño de playa conocido y en un periodo de tiempo determinado (la marea baja de un día). Asumiendo que esta biomasa proviene de praderas cercanas, las que fueron evaluadas simultáneamente durante el estudio, se estimó una tasa de mortalidad por especie (número de plantas, diámetro del disco de la planta, biomasa en la playa posterior a la limpieza dirigida) en un período de tiempo (días).

## 4.4. DETERMINAR LA TASA DE RENOVACIÓN DE LOS BOSQUES DE ALGAS PARDAS (Y SU COMUNIDAD ASOCIADA).

### 4.4.1. Crecimiento y Mortalidad.

El análisis de las tablas de vida, a través del reclutamiento, crecimiento y mortalidad, es un factor importante de definir y evaluar cuando se quiere describir la dinámica de un recurso algal (Chapman 1984, 1986, 1993; Ang & De Wreede 1990; Lazo & Chapman 1996), y especialmente cuando se quiere implementar medidas de explotación con bases biológicas. La metodología no-destructiva descrita en el punto anterior permitió, además, determinar los mecanismos a través de los cuales las praderas de *Macrocystis* y *Lessonia* renuevan su biomasa.

En las localidades seleccionadas se marcó durante el período de otoño 2006 entre 50 y 100 plantas, para estimar crecimiento y mortalidad natural, a través del seguimiento en el tiempo. Este método de marcaje-recaptura permite evaluar: frecuencia de reclutas (plantas con diámetro de disco inferior a 5 cm, sin señales de división dicotómica del estipe, o con una o dos láminas lanceoladas), juveniles (plantas con diámetros de disco entre 5 y 15 cm, con estipe dividido dicotómicamente y varias láminas, sin tejido reproductivo), y adultas (plantas con > 15 cm de diámetro de disco y tejido reproductivo). Los valores del diámetro del disco basal adhesivo fueron obtenidos desde las evaluaciones directas de densidad realizadas en las unidades de muestreo descritas anteriormente.

El **crecimiento** de las plantas marcadas fue evaluado por los cambios en el largo total y diámetro mayor del disco basal adhesivo. No obstante, antecedentes de crecimiento en Laminariales muestran una pérdida de tejido apical desde sus frondas producto de su crecimiento, donde el tejido se erosiona más rápidamente de lo que se produce en ciertas épocas del año (Hay 1994, North 1994, Tala 1999, Tala & Edding 2005). Considerando esto, el cambio en la longitud total de la planta refleja el crecimiento neto ocurrido en ellas. Para establecer el crecimiento se empleó la siguiente expresión:

$$C = [(X_f - X_i) / t] \quad (6)$$

Para el caso de *Macrocystis integrifolia*, se marcaron frondas de entre 0,5 a 1 m de longitud y se evalúa la tasa de elongación "E" (Vega 2005), utilizando la siguiente expresión de crecimiento.

$$E = [(X_f - X_i) / t] * 100 \quad (7)$$

Donde E corresponde a incremento (Longitud total de la fronda) por unidad de tiempo;  $X_i$  y  $X_f$  corresponden al valor inicial y final de la variable correspondiente; y t corresponde al tiempo en el cual se determinó el crecimiento.

#### 4.4.2. Experimentos de podas estacionales.

Las principales medidas de administración existentes para algas a escala mundial restringen el número de licencias de pesca, el arte de pesca, las áreas y épocas de extracción (Doty *et al.* 1987, Guiry & Blunden 1991). La existencia de pesquerías alternativas más importantes que las realizadas sobre las praderas de algas, con períodos establecidos de explotación también condiciona la época de cosecha (Pringle & Mathieson 1987).

La definición de una época de cosecha óptima dependerá de si la estrategia de cosecha contempla la remoción total de las plantas o el corte de una parte de esta. Para plantas que se deberían remover completamente (e.g. *Durvillaea* y *Lessonia*), el período óptimo de cosecha debería ser posterior al máximo crecimiento y reproducción, buscando obtener las mayores biomásas individuales, y durante el máximo período reproductivo para liberar substrato primario para el asentamiento y desarrollo de los nuevos reclutas (Santelices 1989). De esta forma se busca la recolonización de la especie explotada, haciendo coincidir la estación reproductiva con la máxima producción de reclutas.

Para especies que se cosechan mediante la poda de parte de su biomasa (e.g. *Macrocystis*) se debe tener precaución en no remover las zonas de crecimiento (meristemas) y las estructuras reproductivas. Esta práctica permite la mantención del material reproductivo en la base de la planta, y deja intactos los estipes secundarios que puedan regenerar la biomasa extraída (North 1994). Para el caso de *Macrocystis*, según sus niveles de crecimiento y producción, la cosecha podría ser extendida a todo el año. Por otra parte, se ha descrito que los reclutamientos ocurrirían preferentemente durante primavera para plantas intermareales (Westermeyer & Möller 1990) y durante todo el año para plantas submareales (Buschmann *et al.* 2004, Vega *et al.* 2005), determinado en parte por condiciones locales.

La remoción o cosecha en diferentes épocas del año, también generan la posibilidad de distintos estados alternativos sucesionales de la comunidad, produciendo diferentes paisajes dependiendo de la fecha de cosecha. Algunos componentes de esta comunidad compiten por el substrato disponible con las especies de interés como ha sido observado en *Lessonia nigrescens* (Ojeda & Santelices 1984; Vásquez & Santelices 1984), *Lessonia trabeculata* (Mendieta 1997; Vásquez *et al.* 2001a, 2001b) y *Macrocystis integrifolia* (Druehl & Breen 1986; Vega *et al.* 2005).

Existe suficiente evidencia en la literatura que demuestra que la poda de *Lessonia spp* no produce regeneración de las estructuras afectadas (Vásquez & Santelices 1990; Vásquez 1992; Mendieta 1997). En *Lessonia*, los meristemas de crecimiento se ubican sobre la primera dicotomía, entre la unión estipe-lámina, lo que compromete casi la totalidad de la planta en el crecimiento post-poda. Además, las estructuras reproductivas se ubican en las secciones terminales de las frondas, así la poda no sólo frena el crecimiento sino que también compromete la capacidad y el potencial reproductivo sexual.

Aun cuando se conoce la capacidad regenerativa de *Macrocystis pyrifera* luego del corte de hasta el 75% de su biomasa total, fenómeno que conlleva la producción de nuevos estipes y frondas desde el disco de fijación, no existen reportes de la tasa de renovación y crecimiento para *Macrocystis integrifolia* en el norte de Chile.

En consecuencia y considerando los antecedentes antes mencionados se desarrollaron los siguientes experimentos de campo:

**Cosechas de *Lessonia trabeculata* y *Lessonia nigrescens*:** efecto del espaciamiento en la extracción de plantas enteras. En áreas intermareales (*L. nigrescens*) y submareales (*L. trabeculata*) de localidades no-intervenidas se establecieron cuadrantes experimentales entre 10 m<sup>2</sup> y 100 m<sup>2</sup>, con los siguientes protocolos experimentales

- a) sitios control (sin cosecha)
- b) sitios con cosechas de 1 cada 3 plantas
- c) sitios con cosecha total

**Podas del dosel de *Macrocystis integrifolia*:** cosechas experimentales siguiendo los métodos descritos para las poblaciones de *Macrocystis pyrifera* de California (North 1994). El corte del dosel fue desde la superficie a distintos niveles de profundidad. Se establecieron cuadrantes experimentales entre 10 m<sup>2</sup> y 100 m<sup>2</sup> donde se podará el dosel desde la superficie hasta 1 m, 2 m de profundidad. Cuadrantes sin poda, situación control, fueron contrastados con los experimentales en relación a:

- a) Regeneración de biomasa
- b) Reclutamiento de juveniles

En los cuadrantes experimentales de cada especie se evaluó estacionalmente:

- I. Supervivencia de las plantas que permanecen post cosecha
- II. Crecimiento de plantas
- III. Reclutamiento (Nº de juveniles)
- IV. Composición y biodiversidad faunística y florística de cada tratamiento (a, b y c).

#### **4.4.3. Caracterización de la comunidad.**

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 específica (Caddy & Mahon 1995). En este contexto, las algas pardas han sido descritas como importantes organismos estructuradores de comunidades para un gran número de especies de invertebrados (Vásquez & Santelices 1984).

Junto con la caracterización de los recursos, se registró el número de especies presentes en cada cuadrante durante cada período de muestreo, pudiendo tener una estimación de la dinámica espacial (entre localidades) y estacional de la riqueza específica. Por un motivo práctico, sólo se consideraron macroinvertebrados y macroalgas, como indicador de rápido registro en terreno.

## 4.5. DETERMINAR LA DINÁMICA TEMPORAL DEL RECLUTAMIENTO Y PARÁMETROS POBLACIONALES BÁSICOS, A SABER: TASAS DE MORTALIDAD Y CRECIMIENTO, PARA DETERMINAR TALLA-EDAD DE MÁXIMA PRODUCCIÓN Y TALLA DE PRIMERA MADUREZ ESPOROFÍTICA.

La información obtenida de este objetivo fue analizada en conjunto con información del objetivo anterior (OBJ. 4. Tasa de renovación de la pradera: Reclutamiento) para cada una de las especies de algas pardas.

### 4.5.1. Ecología reproductiva.

Estacionalmente se seleccionaron al azar esporofilos y láminas reproductivas (n=30) para determinar:

- Talla de láminas reproductivas/esporofilas (largo, peso húmedo y área total)
- Área de tejido reproductivo (%)
- Asignación reproductiva (% biomasa reproductiva seca)
- Producción de esporas (nº/cm<sup>2</sup> de soro)
- Desarrollo en cultivo de fases microscópicas

El **área total de las láminas** y el **área reproductiva** fue calculada a través de la digitalización fotográfica de las láminas/esporofilas y el análisis de imagen usando el programa Image-Pro versión 4.0 (Buschmann *et al.* 2005). En los soros bi-faciales, el área fue multiplicada por dos, ya que el tejido fértil tiene igual área en ambos lados de la fronda (Reed 1987; Tala *et al.* 2004). La **asignación reproductiva** en biomasa seca fue determinada en cada lámina, separando el tejido reproductivo del tejido vegetativo, y determinando la biomasa de cada uno de estos. La asignación de biomasa fue expresada como el porcentaje de tejido reproductivo en función del total de tejido de la fronda.

### 4.5.2. Fases microscópicas del ciclo de vida.

Simultáneamente a las variables descritas anteriormente, se evaluó la **producción de esporas** en 30 discos de soros de 3 mm de diámetro extraídos de diferentes láminas reproductivas o esporofilas de cada especie de alga parda. Estos trozos fueron inducidos a esporular individualmente por 60 min, para luego controlar la densidad de esporas con una cámara hematocitométrica (Thoma<sup>®</sup>, Kayagiki Corp.). La producción fue expresada en número de esporas liberadas por cm<sup>2</sup> de soro (Fonck *et al.* 1998; Tala *et al.* 2004).

El desarrollo microscópico de las esporas fue evaluado a través de la germinación de las esporas, fertilidad de los gametofitos femeninos y formación de esporofitos. La germinación fue controlada al tercer

día de cultivo, y expresada como % de esporas con tubo germinativo del total de esporas contabilizadas. La fertilidad (e.g. presencia de oogonios en los gametofitos femeninos) y formación de esporofitos fue evaluada al día 15 de cultivo, en ambos casos fue expresada como un % del total de gametofitos femeninos+esporofitos. Los cultivos fueron desarrollados en laboratorio siguiendo metodologías aplicadas por el proponente para cultivo de Laminariales chilenas (Edding *et al.* 1990; Fonck *et al.* 1998; Edding & Tala 2003; Tala *et al.* 2004), y mantenidos en una cámara de ambiente controlado a  $15\pm 1^\circ\text{C}$ , fotoperíodo de 12:12 (Luz: Oscuridad) y  $50\ \mu\text{moles m}^{-2}\text{seg}^{-1}$ .

Debido a que los cultivos estacionales fueron desarrollados bajo las mismas condiciones ambientales, se asume que las diferencias mostradas entre ellos se deben a las características intrínsecas de esporas formadas en diferentes épocas del año (Tala *et al.* 2004). Antecedentes para *L. trabeculata* muestran que aunque las esporas germinan durante todo el año, la reproducción sexual entre los gametófitos microscópicos y subsiguiente formación de esporofitos es lograda con éxito por esporas de otoño (Tala *et al.* 2004). En este contexto, la viabilidad y germinación de las esporas no sería el único indicador del potencial reclutamiento en el ambiente natural, por lo cual los cultivos fueron evaluados considerando la formación de un nuevo individuo.

## 4.6. VALORAR ECONÓMICAMENTE LOS SERVICIOS AMBIENTALES QUE GENERAN LOS BOSQUES DE *MACROCYSTIS* Y *LESSONIA*.

### 4.6.1. El Valor Económico de los huirales.

Muchos autores clasifican y describen las técnicas de valoración ambiental. El enfoque más usado consiste en los Valores de Uso y los Valores de no Uso, donde el concepto de valor económico total (VET; Pearce 1993) puede ser descrito como:

$$VET = VU + VNU = (VUD + VUI + VO) + (VE + VL) \quad (8)$$

Donde:

VET = Valor Económico Total

VU = Valor de Uso

VNU = Valor de No Uso

VUD = Valor de Uso Directo

VUI = Valor de Uso Indirecto

VO = Valor de Opción

VE = Valor de Existencia

VL = Valor de Legado

El **valor económico total (VET) de los huirales** se define como el monto total de recursos que la sociedad está dispuesta a sacrificar para aumentar la cantidad de servicios provenientes de los huirales.

Los Valores de Uso (VU) pueden clasificarse en:

#### 4.6.1.1. Valores de uso directo (VUD).

Se refiere a los beneficios derivados de pesquerías asociadas a los huirales (algas, peces e invertebrados), y al valor de uso directo de estas macroalgas, tales como ficocoloides (alginatos), alimento animal, medicina, vida silvestre, como fuente de recursos genéticos (bancos de germoplasma), turismo y recreación, valor educacional, de información científica, entre otros.

#### 4.6.1.2. Valor de uso indirecto (VUI).

Son los beneficios indirectos derivados de funciones que desempeñan los huirales: (1) Protección de la línea costera, (2) Regulación climática, (3) Estabilización del sustrato (control de erosión y estabilización costera), (4) Almacenaje y reciclado de desechos urbanos y contaminantes, (5) Mantenimiento de la biodiversidad costera, (6) Provisión de hábitat para invertebrados y peces, (7) Provisión de áreas de crianza y reproducción para peces e invertebrados, (8) Retención de nutrientes, entre otros.

#### 4.6.1.3. Los Valores del no uso (VNU).

Se derivan del conocimiento por parte de la sociedad, que se tienen de un determinado ambiente y del valor de mantenerlo como tal (diversidad biológica, patrimonio cultural y legado). Los ambientalistas promocionan fuertemente este valor, ya que respaldan el concepto del valor intrínscico de la naturaleza. Dentro de este tipo se encuentra el valor de opción (VO), el que permite a un particular obtener beneficios, al garantizar que se contará con un recurso que podrá usarse en el futuro.

El Valor Económico de No Uso se puede determinar a través de la técnica del Valor Presente Neto (VAN) de una perpetuidad. Este modelo permite tomar en cuenta el valor presente de todos los beneficios percibidos por un determinado conjunto de seres humanos, y que se manifiestan a través de un DAP (disposición a pagar) y un DAT (disposición a trabajar).

$$\text{Valor Económico No Uso} = \begin{cases} \text{VAN 1} = \frac{\text{BNt} (\$)}{r} = \frac{\sum_{t=2}^{\infty} \text{DAP } t}{r} \\ \text{VAN 2} = \frac{\text{BNt} (\text{HRS})}{r} = \frac{\sum_{t=2}^{\infty} \text{DAT } t}{r} \end{cases} \quad (9)$$

Donde:

$$\text{BNt} (\$) = \sum_{t=2}^{\infty} \text{DAP } t, \quad (10)$$

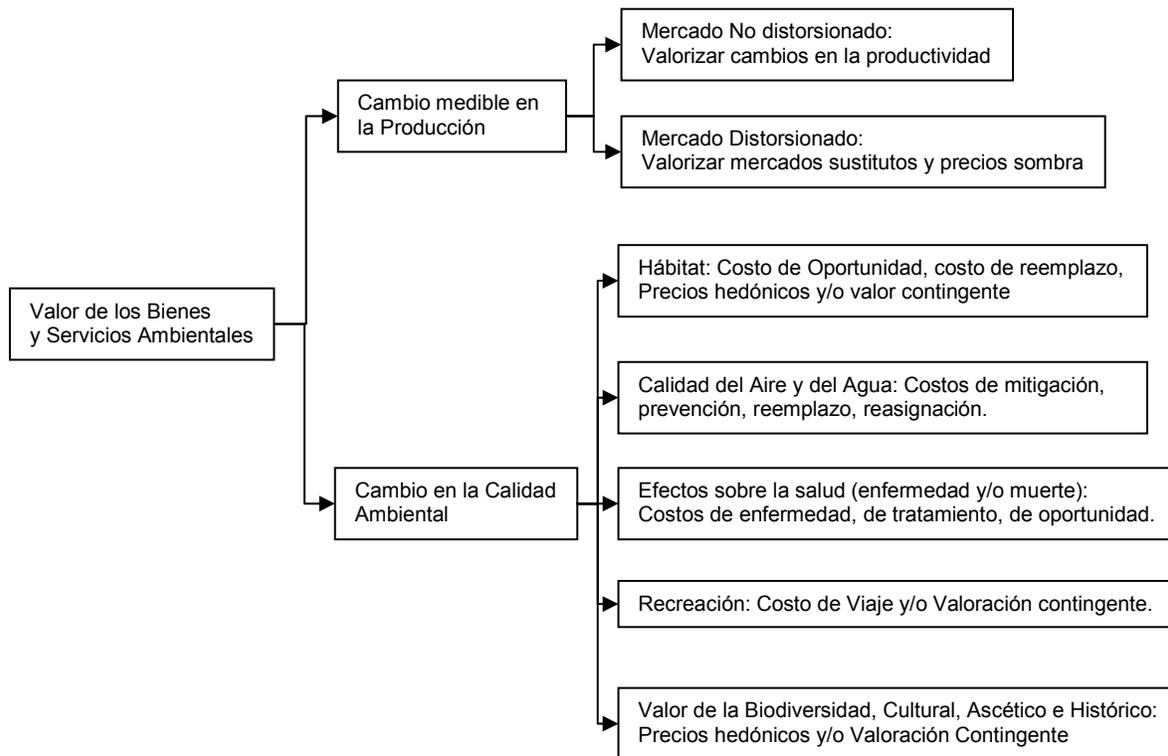
aporte Monetario mensual, en pesos, de la dimensión t,

$$\text{BNt} (\text{hr}) = \sum_{t=2}^{\infty} \text{DAT } t, \quad (11)$$

aporte Laboral en horas de trabajo mensual de la dimensión t, convertidos a pesos.

r = Tasa de Rendimientos para Proyectos Sociales.

Una vez clasificados cada uno de los bienes derivados de los huirales, se debe proceder a seleccionar la técnica de valoración apropiada para cada caso. En la **Figura 1** se muestran las principales técnicas de valoración recomendadas para cada caso.



**Figura 1. Tipos de Valores Ambientales y sus Técnicas de Valoración (Fuente: Basado en Dixon et al. 1994).**

Tal como se aprecia en el diagrama anterior (**Fig. 1**), algunos de los bienes y servicios directos generados por los huirales pueden ser valorados al aplicar el método del precio de mercado (la ley de la oferta y la demanda). En estos términos, el valor corresponde al precio de mercado de las especies que son vendidas actualmente, y que dejarían de venderse producto de la pérdida de los huirales o de los ambientes dominados por estas macroalgas. Es posible que algunos productos de los huirales se transen en mercados distorsionados, y en este caso se debe estimar el verdadero precio (precio social), y no usar el precio que los mercados distorsionados estén entregando.

Existen bienes y servicios provenientes de los huirales que son bienes públicos, y en consecuencia no tienen mercado, y no se tiene un precio de referencia que capture el valor de éstos para la sociedad. Además, aunque los individuos no utilicen un recurso, es posible que este sea valioso para ellos, ya sea a través de un valor de legado (VL, el deseo de que las futuras generaciones gocen este recurso), o a partir de su valor de existencia (VE, asociado con saber que el recurso existe). Ambos valores son independientes de los planes que tenga el individuo de utilizar el recurso en el futuro y se basa

principalmente en el altruismo (Un caso típico de valor de existencia es el bienestar que un individuo deriva de saber que las ballenas existen, aunque posiblemente nunca vea una). Estudios empíricos han mostrado que los valores de existencia pueden ser muy importantes en las decisiones relacionadas con el uso de los recursos naturales y, en algunos casos, incluso mayores que los valores de uso.

#### **4.6.2 Técnicas de Valoración Ambiental Aplicables.**

Tal como se aprecia en la **Fig. 1**, existen valores a ser considerados cuando se desea cuantificar un cambio medible en la producción, o un cambio en la calidad ambiental. Además, se utilizan técnicas para cuantificar el valor de los huirales, según cada caso. Se trata de 3 grupos de técnicas ambientales:

- a) Técnicas de Preferencias Asumidas (precios de mercado)
- b) Técnicas de Preferencias Reveladas (precios hedónicos - costo de viaje)
- c) Técnicas de Preferencias Expresadas (valoración contingente)

A continuación se describen las principales técnicas de valoración, sin embargo, durante la ejecución de la investigación se determinó cuales de ellas son relevantes y cuales no lo son.

##### **4.6.2.1. Técnicas de Preferencias Asumidas.**

Este grupo de técnicas usa los precios de mercado de bienes y servicios para valorizar los efectos de los cambios en la calidad ambiental debido a una determinada decisión que los afecta. Sin embargo, los precios de mercado son confiables en la medida que no se encuentren distorsionados por un poder monopólico, por impuestos y subsidios.

- **Cambios en la productividad:** Consiste en valorizar los cambios físicos en la producción, los que pueden ser valorados a través de los precios de mercado de las entradas (“inputs”) y salidas (“outputs”). Así, una determinada medida tiene un costo igual a la reducción del valor de la producción, es decir el cambio en la productividad en el área bajo estudio, debido a la adopción de una determinada medida de explotación.

- **Costos de reemplazo:** Mide los costos incurridos en reemplazar los activos dañados (si los hubiera) por una medida de explotación de huirales. Pertenecen también a este grupo las técnicas de Gastos Preventivos o de Mitigación (mide los gastos directos realizados para intentar evitar los daños causados por la explotación de los huirales), y la de Costos de Enfermedad (mide los gastos directos realizados para intentar evitar los daños causados por la explotación de los huirales). Esta última, consiste en valorizar el costo por tratamiento de enfermedad, más el valor de la reducción en los ingresos de los trabajadores o “pescadores” por una enfermedad que tiene su causa en la reducción de los huirales “si los hubiera”.

- **Método de valor de mercado propiamente tal:** Esta valoración es directa ya que se analiza el valor en términos del precio de mercado del bien y la cantidad transada, lo que finalmente muestra el valor económico exacto del bien o servicio ambiental que se desea valorar a precios de mercado. En los últimos años la aparición de bolsas o mercados ambientales, ha permitido fijar un precio a las funciones ambientales realizadas por los ecosistemas, ya que hoy en día existe un valor de mercado para el bono de Carbono y otros gases que producen el efecto invernadero, esto ha cobrado mayor importancia con la suscripción de los países desarrollados al protocolo de Kyoto, el que intenta contribuir a desacelerar el calentamiento global del planeta. En el caso de los bienes ambientales el mercado ha fijado un precio desde ya hace muchos años, en un primer momento a través del trueque y en la actualidad a través de precios, los que son fijados por la interacción entre la oferta y la demanda. Por lo tanto, las especies que se capturan a través de la pesca tienen un precio real y exacto que permiten saber el valor económico de las especies para que puedan ser valorizadas. En el caso de esta investigación tanto los Huiros, como las demás especies marinas que viven y se nutren en los huirales tienen un precio de mercado que permite estimar con un 100% de efectividad su valor económico.

#### 4.6.2.2. Técnicas de Preferencias Reveladas.

Se deriva de medir el grado de deseabilidad de las personas a pagar por un recurso natural (del cual no existe mercado), a través de observar su comportamiento económico en mercados relacionados. Las principales técnicas en este grupo son los Precios Hedónicos y el Costo de Viaje.

- **Precios Hedónicos:** Busca estimar el valor de comodidades que no se transan directamente en el mercado, asumiendo que el precio de un bien está relacionado a sus diferentes características. Por ejemplo, el precio de una casa es función de las características de la casa (e.g. metros cuadrados, número de habitaciones, etc.). Es decir, el valor de un activo depende de los flujos de beneficios derivados de ese activo. Es decir (Pearce y Turner, 1990), para el ejemplo de una propiedad:

$$\begin{aligned} \text{Precio de la Propiedad} = f(\text{variables de la propiedad, variables} \\ \text{del vecindario, variables de la accesibilidad,} \\ \text{variables ambientales)} \end{aligned} \quad (12)$$

Por ejemplo, la identificación del efecto del precio de la propiedad debido a una diferencia en niveles de la contaminación, se hace generalmente por medio de una regresión múltiple con base en un número pequeño de propiedades residenciales similares durante varios años (serie de tiempo), o en una gran cantidad de propiedades en un punto del tiempo (corte transversal), o en ambos ("pooled data").

Una ventaja importante del enfoque hedonista es que las estimaciones de los beneficios están basadas en el comportamiento real en mercados verdaderos.

Sin embargo, el modelo tiene algunos problemas. Primero, el modelo se adapta mejor para evaluar las mercancías que ya existen, y no a propuestas nuevas (por ejemplo la restauración ecológica). En segundo lugar, se reflejan ventajas directas privadas, y se descuidan ventajas indirectas a otros residentes de la comunidad, por lo que se espera que el modelo hedonista subestime el nivel general de las ventajas que podrían resultar si el bien tiene importantes atributos de interés público.

- **Costo de Viaje** ("Travel cost method", TCM): Este método es ampliamente usado para estimar las características de la demanda por recreación, y se basa en el número observado de viajes a un sitio recreacional en respuesta al costo del viaje. Busca valorar bienes ambientales sin mercado (por ejemplo una vista escénica) los que tienen generalmente un precio cero de admisión, usando el consumo en mercados relacionados. Es decir, el costo de usar un sitio de recreación es más que el precio de admisión, e incluye los costos monetarios y del tiempo de viajar al sitio, más otros costos.

Por ejemplo, el TCM puede ser estimado como:

$$V_{ij} = f(P_{ij}, T_{ij}, Q_j, S_j, Y_i) \quad (13)$$

donde

$V_{ij}$ : es el número de visitas hechas por el individuo  $i$  al sitio  $j$ ;

$P_{ij}$ : es el costo de viaje incurrido por el individuo  $i$  cuando visita el sitio  $j$ ;

$T_{ij}$ : es el costo de tiempo incurrido por el individuo  $i$  cuando visita el sitio  $j$ ;

$Q_j$ : es un vector de las calidades percibidas del sitio recreacional  $j$ ;

$S_j$ : es un vector de características de sitios sustitutos disponibles; y

$Y_i$ : es el ingreso familiar del individuo  $i$ .

El procedimiento requiere realizar una encuesta en el sitio a visitantes, obteniendo las estimaciones del grupo familiar o del individuo visitante, de la frecuencia de visitas en un período dado, el costo del viaje, de sus preferencias recreacionales, del uso de sitios sustitutos, y de sus características socioeconómicas. Estos datos se utilizan para derivar una curva de demanda, para estimar luego el excedente del consumidor. El excedente medio del consumidor puede ser estimado integrando, debajo de la curva de demanda entre las visitas cero, y el número medio de las visitas hechas por el grupo o individuo en el período especificado. Una vez que se haya estimado el excedente del consumidor, esto se debe multiplicar por el número medio de visitas de grupos al sitio en un período dado para generar estimaciones agregadas.

#### 4.6.2.3. Técnicas de Preferencias Expresadas: Valoración Contingente

Incluye el más importante que es el método de Valoración Contingente, donde se consulta directamente si una persona está dispuesta a pagar por un bien o servicio ambiental. Puesto que el deseo a pagar es contingente (depende de) a un mercado hipotético, se le llama método de valoración contingente, donde se plantea un escenario en el que el encuestado revela su máxima disposición a pagar, lo que generalmente requiere de una encuesta directa. En determinadas ocasiones éste es el único método utilizable, cuando es imposible establecer un vínculo entre la calidad del bien ambiental y el consumo de un bien privado.

Una ventaja de la Valoración Contingente es su alta flexibilidad, por lo que se puede aplicar a bienes tan diferentes como son los efectos que provocan la contaminación del aire y del agua y, por otro lado, para estimar el valor económico de los servicios recreativos proporcionados por un área natural. También se usa para valorar situaciones que todavía no han ocurrido (valoración ex-ante), y estimar los valores de no uso, como son los valores de existencia y opción.

La implementación de un mercado hipotético a través de un cuestionario implica proporcionar al entrevistado la información sobre el bien que se pretende valorar, formular preguntas sobre la disposición a pagar (DAP) dejando claro la forma y frecuencia del pago (en dinero o en trabajo no remunerado, por ejemplo). Luego, obtener información sobre las características socioeconómicas de los entrevistados a objeto de estimar una función de valor, donde la DAP declarada venga explicada por esas características y otras variables relevantes.

En concreto, la DAP puede ser explicada por la siguiente función:

$$DAP = f(Y_i, A_i, E_i, C_i) \quad (14)$$

donde

$Y_i$ : es la renta del individuo,

$A_i$ : su edad,

$E_i$ : su nivel educativo

$C_i$ : es una variable que mide la calidad del bien ambiental.

El método de Valoración Contingente también ha sido objeto de críticas por los posibles sesgos que pueden aparecer en la implementación, fundamentalmente debido al carácter hipotético del mercado, los derivados del posible comportamiento estratégico (free rider) de los entrevistados, y los relacionados con el diseño del mercado, entre otros.

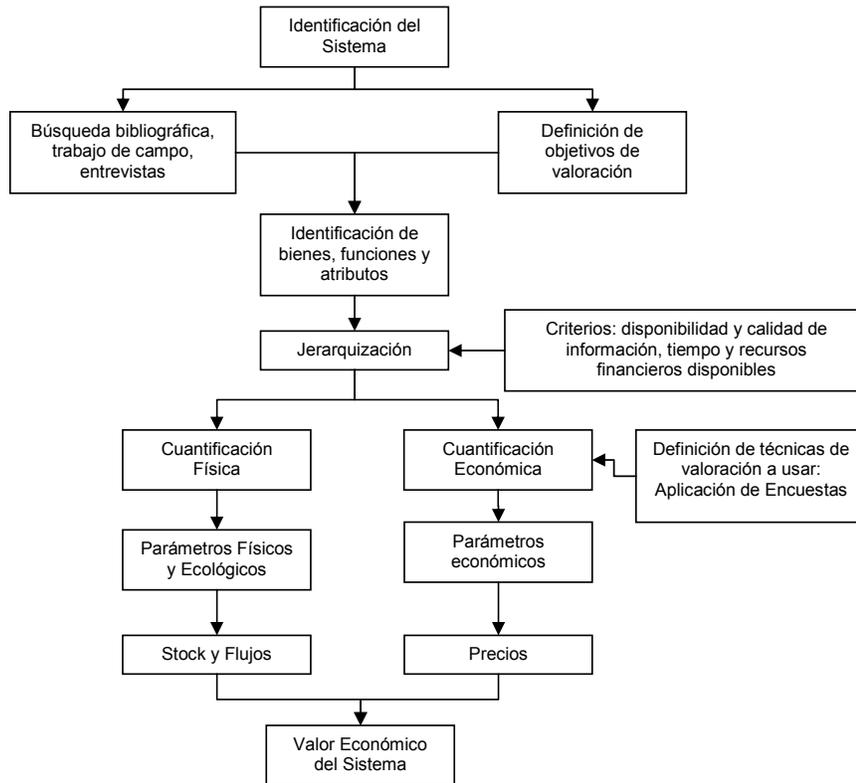
Este método se utiliza principalmente para medir valores que estén asociados con bienes y servicios públicos que carecen de un mercado que regule su precio. Cuando no existen registros acerca de los gustos y preferencias de los consumidores sobre el valor en términos económicos de un bien o servicio de no mercado, el Método de Valoración Contingente es el único método disponible para valorar cambios en éste. Por lo tanto el método muestra el precio del bien o servicio objeto de valoración mediante encuestas donde el cuestionario de preguntas ejerce el rol de un mercado ficticio, en el cual el entrevistador representa la oferta y el entrevistado la demanda.

Para aplicar este método, en primer lugar se debe describir el bien o servicio a valorar y su mercado ficticio, luego se planifica la encuesta y se estima una muestra representativa del mercado ficticio, que debe ser lo bastante grande para que sea un estimador confiable del universo el cual se desea representar. A quienes se entrevista se les consulta por el precio máximo que estarían dispuestos a pagar por el bien o servicio ambiental que se está valorando.

Existe otra alternativa para medir el valor del bien o servicio ambiental y está relacionada con la cantidad mínima de dinero con la que la persona se sentiría compensado ante la pérdida de dicho bien o servicio ambiental. Sin embargo, estudios aplicados concluyen que existe diferencia entre la disposición a pagar y a ser compensado, por lo tanto, la Comisión NOAA (Nacional Oceanic and Atmospheric Administration) del Ministerio de Comercio de los Estados Unidos, sugiere que se utilice siempre la forma de disponibilidad a pagar para que de esta manera se minimice el riesgo de sobrestimación (Riera 1994).

### 4.6.3 Esquema Metodológico.

Los pasos a seguir en la Valoración Económica de los servicios ambientales que generan los huirales de *Macrocystis* y *Lessonia*, puede dividirse en cuatro etapas o fases, las que se desarrollarán de acuerdo al siguiente esquema metodológico (Fig. 2):



**Figura 2.** Proceso para la Valoración Económica de los Huirales (Elaboración Propia).

#### 4.6.3.1. Identificación de bienes, funciones y atributos del ecosistema (Actividad 1)

En esta etapa fue preciso definir los límites precisos de lo que debe comprender por la definición de Huirales bajo estudio, en términos de los bienes, funciones y atributos que lo componen.

Para esto, se construyó un listado clasificado de los bienes que, en principio, el equipo consultor estimó deben ser considerados en la valoración. El esquema consiste en confeccionar un listado de los bienes y servicios que poseen, un Valor de Uso Directo, un Valor de uso Indirecto, un Valor de Opción y un Valor de no-Uso. Para esto se efectuó una exhaustiva revisión bibliográfica, se realizaron entrevistas y trabajo de campo, además, de considerar la experiencia del ejecutor en relación a los huirales.

A modo de ilustración se presenta la **Tabla 5** con algunas de las funciones del huiral, que fueron inicialmente consideradas en la definición final de los bienes y servicios que deben ser valorados económicamente.

**Tabla 5. Diferentes Valores de los bienes y servicios de un Huiral o pradera de algas pardas.**

Valor de Uso			Valor de No Uso
Valor Directo: Valor de la Pradera de Huiras (kelp forest)	Valor Indirecto	Valor de Opción	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pesquerías (algas, peces e invertebrados)</li> <li>2. Recursos del Huiral: alimento, medicina, geles (alginatos), vida silvestre</li> <li>3. Fuente de Recursos genéticos (bancos de germoplasma)</li> <li>4. Turismo y recreación</li> <li>5. Educacional, e información científica</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>6. Protección de la Línea costera</li> <li>7. Regulación climática</li> <li>8. Estabilización (control de erosión y estabilización costera)</li> <li>9. Control del flujo y del fondo marino (sustrato)</li> <li>10. Almacenaje y reciclado de desechos urbanos y contaminantes</li> <li>11. Mantenimiento de la biodiversidad (áreas de varazón y poblaciones naturales).</li> <li>12. Provisión de un hábitat para la migración</li> <li>13. Provisión de áreas de crianza y reproducción para peces e invertebrados</li> <li>14. Retención de nutrientes</li> <li>15. Mantenimiento y protección de ambientes rocosos costeros</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>16. Futuro uso para Valor Directo y para Valor Indirecto</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>17. Herencia, Cultural y estético</li> <li>18. Espiritual y religioso.</li> </ol>

#### **4.6.3.2. Jerarquización de bienes, funciones y atributos potencialmente valorables (Actividad 2)**

En función del trabajo de campo, revisión de la literatura disponible y accesible, calidad de la información, de los recursos y tiempo disponible para el estudio, entre otros, el equipo consultor identificó una propuesta definitiva de los bienes, funciones y atributos que debieran ser valorados finalmente, y que componen el Valor Económico Total de Huirales bajo estudio.

La propuesta definitiva se basa entonces en la consideración de la relevancia económica aproximada de los diferentes ítems, lo que se logra al realizar una jerarquización de éstas. En función de esto, se busca una relación apropiada entre los beneficios y los costos de implementar las diferentes técnicas de valoración.

Para esto se obtuvo una primera aproximación del valor relativo de los bienes y servicios generados por los huerales, a efectos de determinar en cuáles de ellos se hace conveniente aplicar las técnicas de valoración descritas previamente.

#### 4.6.3.3. Selección de métodos de cuantificación física y económica (Actividad 3)

Una vez definidos los bienes a servicios a valorar, se definió la técnica de valoración a utilizar en cada caso. A modo de ilustración, la **Tabla 6** muestra una relación entre los diferentes tipos de bienes y servicios, y las técnicas de valoración apropiadas o recomendadas para cada caso.

Tabla 6. Ilustración de Técnicas de Valuación sugeridas en función de los Bienes a Valorar.

	Técnica de Valuación
Valores de uso directo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de Mercado</li> <li>• Precio de sustitutos,</li> <li>• Valor del cambio en la productividad,</li> <li>• Costo de Viaje,</li> <li>• Precios Hedónicos,</li> <li>• Costos de reemplazo</li> </ul>
Valores de uso indirecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costos de evitar el daño</li> <li>• Gasto preventivo</li> <li>• Valor del cambio en la productividad,</li> <li>• Costos de reubicación</li> <li>• Costos de reemplazo</li> </ul>
Valores de opción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valuación contingente</li> </ul>
Valores de Existencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valuación contingente</li> </ul>

En este sentido, la aplicación de cada método requiere de estrategias diferentes en cuanto a la recopilación y organización de datos, por lo que en su momento debió definirse con precisión los pasos a seguir. En el caso de la aplicación de una encuesta, como es en el caso por ejemplo de la Valuación Contingente, se debe definir el grupo objetivo, el tamaño muestral, se diseñarán encuesta, se aplicarán y se procesarán los datos. Es posible también que en el desarrollo de esta actividad del estudio se concluya que sólo un pequeño grupo de técnicas debe ser aplicado.

#### 4.6.3.4. Valuación económica del ecosistema (Actividad 4)

Esta etapa consiste en implementar las técnicas de valoración apropiadas en cada caso. El procedimiento fundamental ha sido descrito anteriormente, sin embargo a continuación se muestra la forma en que la información puede ser procesada y entregada en esta etapa de valoración económica a través de 3 pasos.

### a) Cuantificación física de bienes, funciones y atributos

La implementación de los diferentes procedimientos de valoración pasa por definir, para cada bien, función o atributo relevante, una medida de existencia y/o de flujo, según corresponda, en las unidades de medida relevantes. La información obtenida puede organizarse de acuerdo a la **Tabla 7**.

**Tabla 7. Cuantificación Física de bienes, funciones y atributos.**

Bien, Función, Atributo	Existencia (Stock)	Flujos
Bienes	Abundancia aprovechable del recurso en el año de inicio de la investigación (u/Ha)	Cantidad potencial aprovechable anual según ciclo de aprovechamiento productivo de la especie (u/Ha/año).
Bien 1	Existencia Física1	Flujo Físico1
Bien 2	Existencia Física2	Flujo Físico2
etc.	etc.	etc.

En la **Tabla 7** se muestra como la información del inventario de recursos de los huirales, tanto a nivel de stock como a nivel de flujos futuros, son organizados. Para recabar la información necesaria en esta parte, ha de utilizarse las técnicas que han sido definidas en la Actividad 3.

### b) Cuantificación Económica de bienes, funciones y atributos

La valoración de cada uno de los bienes, funciones y atributos de los huirales requiere determinar los precios de mercado y/o los precios sombra en los casos en que no exista el precio de mercado, o en los casos en que éste no capture la información del verdadero costo social. Para esto han de utilizarse una combinación de técnicas descritas anteriormente, algunas de las cuales permitirán calcular tales precios, y otras en cambio arrojarán inmediatamente el valor estimado de cada bien.

La **Tabla 8** entrega tanto el Valor económico (\$/Ha), que es igual a la existencia económica multiplicada por el precio, y el Valor del Flujo Anual (\$/Ha), que es igual al flujo económico multiplicado por el precio.

**Tabla 8. Valoración Física de bienes, funciones y atributos.**

Bien, Función, Atributo	Existencia (Stock)	Flujos
Bienes	Valor económico (\$/Ha). Igual a la existencia económica multiplicada por el precio.	Valor del Flujo Anual (\$/Ha). Igual al flujo económico multiplicado por el precio.
Bien 1	Valor económico de Existencia 1	Valor del Flujo Anual de Existencia 1
Bien 2	Valor económico de Existencia 2	Valor del Flujo Anual de Existencia 2
etc	etc	etc

### c) Valoración para cada bien, función y atributo

En la **Tabla 9** se muestra un esquema de como la información recopilada es resumida y reportada. Aparecen los diferentes tipos de valor ambiental (social) organizados de acuerdo al esquema descrito previamente. Este valor económico aparece expuesto tanto por hectárea como a nivel agregado o total. Se valoran tanto el stock actual, como los flujos proyectados provenientes de las praderas de huiros.

Tabla 9. Valor Económico de las praderas de Algas pardas (*Macrocystis sp* y *Lessonia sp*) en la III y IV Región.

Indicadores Económicos	Valor Económico	
	Existencia-Stock (Q/Ha)	Flujo (Q/Ha/año)
+Valor de Uso Directo		
+Valor de Uso Indirecto		
+Valor de Opción		
=Valor de Uso		
+Valor de Existencia		
+Valor de Legado		
=Valor de No Uso		
Valor Económico Total		

La información anterior puede ser desglosada adicionalmente a nivel geográfico, como por ejemplo por región, provincia u otra unidad de interés. De este modo, con la metodología propuesta se logra dar cumplimiento al objetivo. En efecto, en esta parte se especificó una metodología que considera todas las variables involucradas en la estimación de costos y beneficios del uso de la biodiversidad y conservación de los bosques de algas pardas.

En adición, la metodología permite obtener los productos esperados de esta parte del estudio. En particular:

- a) Considerar el mercado total de los productos comercializados asociados a bosques de algas pardas.
- b) Establecer un modelo que integre las variables definidas que permitan definir el valor de los servicios ambientales generados por los bosques de algas pardas.

#### 4.6.4. Identificación del Sistema, bienes, funciones y atributos.

**Definición de Huirales:** Los Huirales son un ecosistema costero marino, dominado y estructurado por algas pardas que ocupan parte de la columna de agua. Este ecosistema tiene dimensiones variadas, y la presencia de los huiros (algas de los Ordenes Laminariales y Fucales) es el factor más importante que condiciona la existencia de otras especies de algas, invertebrados, peces y mamíferos.

**Características de los Huirales:** Se distribuyen desde el intermareal hasta aproximadamente los 30 m de profundidad, sobre substrato rocoso estable, en ambientes expuestos y semi-expuestos al oleaje, en

aguas templadas-frías. Diferentes especies de huiros ocurren en la costa de la III y IV Región de Chile: *Lessonia nigrescens* (huiro negro) domina el intermareal bajo, *Macrocystis integrifolia* (huiro flotador) entre intermareal bajo y submareal somero (<3 metros), y *Lessonia trabeculata* (huiro palo), en submareal somero hasta los 30 metros. Por el tamaño de las algas pardas, los huirales crean una estructura física tridimensional y estratificada (especies ingenieras *sensu* Jones et al. 1994), similar a lo descrito para bosques terrestres. Los huirales, con sus láminas y estipes forman un estrato de dosel en la columna de agua, bajo el cual se desarrolla un estrato de pequeñas algas erectas (“understory layer”) y un estrato de algas rojas crustosas (Rhodophytas) comparable al tapiz del suelo de hierbas de un bosque.

El ecosistema que forman los bosques de algas en la III y IV Región, consta de una serie de valores relacionados con los bienes, servicios y atributos, los que serán evaluados en base a la bibliografía existente, entrevistas y trabajo de campo. La **Tabla 10** muestra los valores identificados preliminarmente, divididas en función del valor de uso y el valor de no uso.

**Tabla 10.** Valores de los bienes y servicios preliminares de las praderas de algas pardas.

Valor de Uso			Valor de No Uso
Valor Directo:	Valor Indirecto	Valor de Opción	
1. Pesquería directa ( <i>Lessonia</i> y <i>Macrocystis</i> , como alimento para invertebrados y mascotas, medicina, geles (alginatos), Fitohormonas para plantas terrestres y Fertilizantes orgánicos.	4. Áreas de reclutamiento y protección para especies con pesquería. Ej. peces (Bilagay, Vieja, etc.) e invertebrados (loco, lapas, erizo rojo, piure y jaibas).	8. Futuro uso para Valor Directo y para Valor Indirecto (ej. Nanotecnologías, flavonoides, bancos genéticos).	9. Herencia Cultural asociada (folklore, música, comidas típicas, artesanías, etc) (ej cochayuyo).
2. Educación, Buceo recreativo, natación y Eco-turismo (áreas de múltiples usos con valor escénico y con mayor protección contra el oleaje y las corrientes de fondo).	5. Áreas de protección para especies sin pesquería que sustentan especies de importancia económica (invertebrados, algas y maraderos).		
3. Información científica (investigación) y valor de la biodiversidad de especies sin pesquería que no sustentan directamente especies de importancia económica: ej. poliquetos, petrolistes, chitones.	6. Regulación climática (Captura de CO2 y liberación de O2)		
	7. Depuración de aguas (Retención y reciclaje de nutrientes).		

Fuente: Elaboración propia.

Esta tabla preliminar es posteriormente revisada y corregida en el apartado de Resultados, para llegar finalmente al siguiente cuadro resumen de bienes y servicios a valorar.

**Tabla 11.** Valores de los bienes y servicios seleccionados de la Pradera de algas pardas

Valor de Uso Directo:	Valor de uso Indirecto	Valor de Existencia (intrínseco)
1) Pesquerías directa de algas 2) Especies dependientes de los Huirales, con pesquería. 3) Turismo y Educación	1) Como información científica 2) Como depurador climático	1) Especies sin Pesquería 2) Herencia Cultural 3) Bancos Genéticos 4) Biodiversidad

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.6.5. Selección de Métodos de Valoración

Ya que se han seleccionado las principales áreas en la que se enfocará el estudio, el paso siguiente consiste en discriminar el método de valoración con el cual se va a dar valor económico a las funciones y servicios ambientales seleccionados para esta investigación que prestan los huirales de la III y IV Región. En la **Tabla 12** se aprecian los bienes y servicios ambientales prestados al ecosistema marino por los bosques de algas que han sido seleccionados, para valorar en términos económicos el valor de estas especies de algas pardas en las costas de III y IV Región de Chile.

Tabla 12. Técnicas de valuación en función de los bienes a valorar.

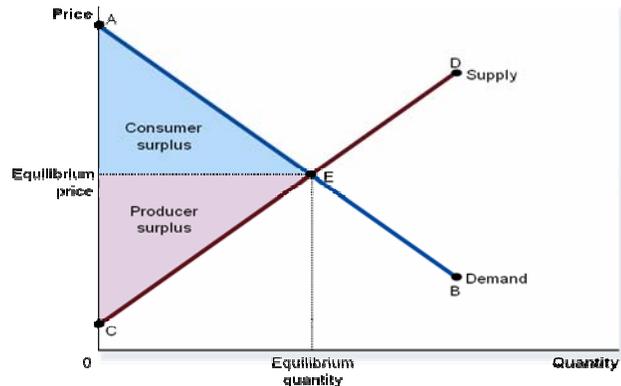
	MÉTODO DE VALORACIÓN
<b>Valor de Uso Directo:</b> 1) Pesquerías directa de algas 2) Especies dependientes de los Huirales, con pesquería. 3) Turismo y Educación	Valor de Mercado Valor de Mercado Valor de Mercado
<b>Valor de uso Indirecto:</b> 1) Como información científica 2) Como depurador climático	Valor de Mercado Valor de Mercado
<b>Valor de Existencia (intrínseco)</b> 1) Especies sin Pesquería 2) Herencia Cultural 3) Bancos Genéticos 4) Biodiversidad	Valoración Contingente Valoración Contingente Valoración Contingente Valoración Contingente

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar en la **Tabla 12**, fueron dos los métodos seleccionados para valorizar económicamente los huirales: Valoración de Mercado y Valoración Contingente, los que fueron descritos anteriormente, y que se desarrollan posteriormente en el apartado de Resultados. Sin embargo es importante comentar la relación entre los métodos de valoración de mercado y contingente.

En ambos casos lo que se busca estimar es la demanda por cada uno de los servicios ambientales, es decir la relación cantidad demandada versus precio o costo de dichos servicios, y la oferta en términos del uso que hacen algunos productores de las algas para extraerlas y venderlas (**Fig. 3**). Una vez

estimada la demanda y la oferta de cada servicio ambiental, lo que corresponde es estimar el excedente total para la sociedad (triángulo A-C-E), dado por el excedente de los consumidores (el triángulo E-A-Precio de equilibrio) más el excedente de los productores (triángulo E-C-Precio de equilibrio). De este modo, la desaparición de un ecosistema viene a representar una pérdida para la sociedad igual al excedente total.



**Figura 3.** Precio de equilibrio y excedente del productor y del consumidor

Sin embargo para muchas dimensiones existe un precio de mercado y es difícil estimar las funciones de demanda y de oferta. En este caso, una estimación gruesa del excedente total viene dado por el área 0 - cantidad de equilibrio - E - Precio de equilibrio. En el caso de otras dimensiones ambientales en que existe libre acceso y sin costo, la oferta es totalmente elástica a un precio cero, es decir la curva de oferta coincide con el eje de las abscisas. En este caso basta estimar el excedente de los consumidores para obtener una aproximación del valor de esa dimensión ambiental para la sociedad. Nótese también que en el caso de existir un cierto costo de transporte para acceder al bien, este costo puede considerarse como su precio, y la oferta sería igualmente horizontal pero a un nivel de por ejemplo E en la **Figura 2**. En este caso el valor económico para la sociedad de dicho bien ambiental sería la suma del precio de mercado (gasto total) más el excedente del consumidor.

También es necesario señalar que se asume que el valor económico total de los huirales es una función aditiva de los valores de cada dimensión. Además, cada dimensión es entendida como independiente de las demás dimensiones, en el sentido de que es posible identificar mercados separados para cada una. Esta observación es importante, puesto que en el desarrollo de la metodología dicho supuesto permite calcular el valor económico total como la suma de los valores previamente estimados por separado para cada dimensión.

A efectos de obtener una valoración actual de la pesquería es necesario estimar los valores futuros anuales de los beneficios valorizados de cada dimensión, y el valor final de cada dimensión es simplemente el valor presente descontado de todos los ingresos que se espera que esta genere, es decir,

$$\text{Valor Presente de la Dimensión Ambiental} = \sum_{t=1}^{\infty} \frac{VE_t}{(1+i)^t} \quad (15)$$

donde  $i$  es la tasa de descuento real anual,  $VE$  es valor anual anual de los beneficios (en moneda corriente, \$) de cada dimensión, y  $t$  es el número de periodos de proyección futura (años). En el caso simple en que la el valor anual futuro de cada dimensión sea el mismos para cada año, se trata de una perpetuidad (infinitos flujos futuros), y en el caso de que los flujos anuales crecen a su vez a la tasa constante anual  $g$ , la expresión anterior se reduce a

$$\text{Valor Presente de la Dimensión Ambiental} = \frac{VE}{i - g} \quad (16)$$

Respecto a la tasa de descuento a usar, puede plantearse que esta debe ser la tasa social de descuento, es decir el costo en que incurre la sociedad cuando el sector público extrae recursos para financiar sus proyectos dependiendo de la tasa de preferencia intertemporal del consumo, de la rentabilidad marginal del sector privado y de la tasa de interés de los créditos externos, generalmente de 8% para el año 2007 y en adelante, de acuerdo a lo usado por el Ministerio de Planificación y Cooperación en Chile. Sin embargo, puesto que la pesquería directa es una actividad desarrollada por privados, la tasa de descuento debe reflejar el costo del capital o costo de oportunidad para las empresas. Para este efecto, el modelo más simple es el CAPM, que establece que la tasa de descuento apropiada posee dos componentes, una tasa libre de riesgo más un premio por riesgo según el giro de la actividad económica particular que se está analizando. Recientemente se han hecho en Chile varias estimaciones de tasas de costo del capital, y sobre la base de dichos estudios, una estimación gruesa de la tasa de descuento para Chile para la explotación de recursos naturales debe situarla en valores cercanas a 15% anual real, es decir una tasa libre de riesgo de 5%, más un premio por riesgo del 10%.

#### **4.7. ESTIMAR LOS NIVELES DE PRODUCCIÓN SUSTENTABLE DE LA INDUSTRIA ABALONERA Y DE PROCESO DE ALGAS EN BASE A LA DISPONIBILIDAD Y POTENCIAL PRODUCTIVO DE LOS BOSQUES DE *MACROCYSTIS* Y *LESSONIA*.**

Se analiza la información de los usuarios y mercados, obtenida en conjunto a los objetivos 1 y 2, en base a la metodología propuesta. Se incluye un análisis de la información que se encuentra en el Servicio Nacional de Pesca, así como en la estadística pesquera de la FAO y de la base de datos obtenida por el Proyecto Pesca de Investigación, Caracterización de la pesquería de algas pardas en la regiones I a IV, 2005-2007.

De esta forma se estiman los niveles de producción sustentable de la industria abalonera y la de proceso de algas pardas (entiéndase como requerimientos de biomasa de algas en base mensual/anual), considerando el potencial productivo de las praderas de algas pardas de la III y IV Región (biomasa disponible, standing scrop), que permiten la caracterización del consumo de algas pardas por la industria abalonera y la industria de proceso de algas pardas. Como supuesto básico pesquero es de esperar que las pérdidas generadas por mortalidad natural y mortalidad por pesca sean compensadas por un incremento poblacional debido a crecimiento individual y reclutamiento, pudiendo mantener el rendimiento pesquero en el tiempo (Seijo *et al.* 1997).

#### **4.8. GENERAR RECOMENDACIONES DE MEDIDAS DE ADMINISTRACIÓN Y MANEJO DE LOS PRINCIPALES BOSQUES DE ALGAS PARDAS, CONSIDERANDO TIPO DE RECURSO, DISPONIBILIDAD Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA.**

Con la información recopilada a través de todos los objetivos del proyecto se realiza un análisis general que permita definir el estado actual del recurso algas pardas en la III y IV Región. De esta forma, se proponen medidas de administración para la explotación del sector productivo a desarrollar. Según Seijo *et al.* (1997), los criterios frecuentemente utilizados para administrar una pesquería son de conservación, económicos y de equidad en el uso de los recursos. Actualmente, se considera además un criterio de equidad intergeneracional o de sustentabilidad en el uso de los recursos, que permita asegurar su disponibilidad para el aprovechamiento en el futuro. Según el mismo autor, las principales medidas de ordenamiento a considerar para la administración de una pesquería, son la asignación de derechos de propiedad (acceso abierto, propiedad estatal, propiedad común y propiedad privada), y la regulación de la composición (talla mínima) y cantidad de la captura (nivel de esfuerzo).

## **4.9. TALLERES**

### **4.9.1. Taller Metodológico del proyecto.**

Como actividad del proyecto se realizó una reunión de coordinación de las metodologías de trabajo del Proyecto entre la Universidad Católica del Norte, la Subsecretaría de Pesca y el FIP. Esta actividad fue definida como el 1º Taller de Discusión en la propuesta del proyecto. El taller fue realizado el día 10 de Abril de 2006, en las oficinas de la SUBPESCA en Valparaíso.

En esta actividad se buscó coordinar e informar sobre las actividades a desarrollar durante la ejecución del proyecto, así como para alcanzar un consenso de opiniones y extraer ideas (y/o opiniones) en el tema de la explotación de las algas pardas. Aquí, se, consideró las características de los recursos (*Lessonia nigrescens*, *Lessonia trabeculata* y *Macrocystis integrifolia*), y de los sistemas de recolección y extracción utilizados.

### **4.9.2. Taller de discusión 1.**

Presentado por el director del proyecto el 13 de Septiembre del 2006 en la Subsecretaría de Pesca, Valparaíso. En este taller se presentó el estado de avance a la fecha del Proyecto.

### **4.9.3. Taller de difusión de resultados.**

Este taller fue realizado el 2 de octubre de 2007. En esta actividad considerando con los diferentes actores involucrados en la explotación de los recursos huiros, especialistas y autoridades. Esta actividad fue realizada en la Universidad Católica del Norte, Sede Coquimbo.

## 5. RESULTADOS

### 5.1 Objetivo 1. RECOPIRAR Y SISTEMATIZAR LA INFORMACIÓN DISPONIBLE RESPECTO DE LA BIOLOGÍA, DISTRIBUCIÓN Y ASOCIACIONES BIOLÓGICAS DE LOS BOSQUES DE *MACROCYSTIS* Y *LESSONIA* DE LA III Y IV REGIONES, CON ÉNFASIS EN LA IDENTIFICACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS DE IMPORTANCIA ECONÓMICA ASOCIADOS A ESTOS BOSQUES.

Las algas marinas han sido utilizadas por el hombre desde tiempos remotos. Tanto en Europa, Asia como en América estas plantas marinas han sido utilizadas por sus habitantes. Entre las algas marinas, el grupo de las algas pardas ha sido frecuentemente utilizado para alimento, forraje, fertilizante y medicamento. Ya en el año 1200 exploradores Tahitianos encontraron que en Hawaii los nativos utilizaban más de 30 especies de algas como alimento y medicina. Esta larga tradición en el uso de las algas marinas se ha mantenido e incrementado en tiempos recientes. Al observar las estadísticas de FAO para el período 1993-2003 se observa un incremento en la demanda de un 200%. Esto significa que el uso y aprovechamiento de las algas marinas tiene un interés asegurado en la medida que se investiguen nuevos usos y se desarrollen productos en el área agrícola, farmacéutica y de los alimentos.

**Tabla 13. Algas chilenas en régimen de explotación. Fuente: SERNAPECA (2004).**

Algas Rojas		Algas Pardas	
Nombre Científico	Nombre común	Nombre Científico	Nombre común
<i>Anhfeltia plicata</i>	ANHFELTIA	<i>Lessonia nigrescens</i>	CHASCON
<i>Callophyllis variegata</i>	CAROLA	<i>Lessonia trabeculata</i>	HUIRO PALO
<i>Gelidium rex</i>	CHASCA	<i>Durvillaea antarctica</i>	COCHAYUYO
<i>Chondracanthus chamissoi</i>	CHICOREA DE MAR	<i>Macrocystis pyrifera</i>	HUIRO
<i>Gymnogongrus furcellatus</i>	LIQUEN GOMOSO	<i>Macrocystis integrifolia</i>	CANUTILLO
<i>Porphyra spp.</i>	LUCHE		
<i>Mazzaella laminarioides</i>	LUGA CUCHARA O CORTA		
<i>Sarcothalia crispata</i>	LUGA NEGRA O CRESPA		
<i>Mazzaella membranacea</i>	LUGA LUGA		
<i>Gigartina skottsbergii</i>	LUGA-ROJA		
<i>Gracilaria chilensis</i>	PELILLO		

Las algas marinas chilenas poseen una alta diversidad (Hoffmann & Santelices 1997). De estas sólo 15 especies de algas muestran una explotación sostenida en el último decenio (Sernapesca 2004) con un desembarque en el 2004 de 315.668 toneladas. Entre las algas explotadas hay preferentemente algas rojas (Rhodophyceae) y algas pardas (Phaeophyceae) (**Tabla 13**). En el centro-norte de Chile, las mayores biomásas de algas explotadas corresponden al grupo de las Laminariales (Phaeophyceae). Entre estas destacan *Lessonia nigrescens*, *Lessonia trabeculata* y *Macrocystis integrifolia*. La explotación de estas algas pardas tiene como destino preferente su venta como materia prima, después de ser

secadas y picadas, tanto para el extranjero como para plantas nacionales de alginatos. Recientemente estas algas están siendo utilizadas para alimentar abalones en su fase de engorda. Se ha pronosticado que de aumentar la dimensión de los planteles de abalón, o el número de centros de cultivo de abalón, se puede llegar a afectar las poblaciones locales de estas algas.

#### 5.1.1. Rango de Extensión de Algas Laminariales Chilenas.

Las Laminariales chilenas son las algas más conspicuas en las costas del Pacífico sur oriental. Estas algas producen una gran biomasa y una extensa cobertura en playas rocosas expuestas y semi-expuestas, tanto en ambientes intermareales, como submareales (Edding *et al.* 1994).

A lo menos se han registrado 6 especies, con los siguientes rangos de distribución:

- *Lessonia nigrescens* Bory (Chascón), se distribuye entre Ancón (11° 30'S) en Perú, hasta las islas circumpolares: South Georgia, Heard, Kerguelen y Malvinas.
- *Lessonia trabeculata* Villouta y Santelices 1986 (huiro palo, huiro varilla), se distribuye desde el sur del Perú hasta Mehuín (20 – 40°S).
- *Lessonia flavicans* Bory 1825, se distribuye desde los 40°S hasta el Cabo de Hornos y luego a lo largo de la costa Atlántica hasta 47-48°S, próximo a Puerto Deseado, Argentina. También se le encuentra en las Islas Malvinas (Searles, 1978). Esta especie coexiste con *Macrocystis pyrifera* en praderas de la zona austral de Chile.
- *Lessonia vadosa* Searles 1978, se distribuye desde los 49°S hasta el Canal de Beagle, a lo largo de la costa de Chile. Desde el Cabo de Hornos hasta 48°S en la costa Atlántica. Esta alga también se encuentra en las Islas Malvinas. Esta especie coexiste con *Macrocystis pyrifera* en praderas de la zona austral de Chile.
- *Macrocystis pyrifera* (Linnaeus) C. Agardh. Esta alga es de amplia distribución. Se le encuentra en las costas del océano Pacífico de Canadá y Estados Unidos, América Central, América del sur: Perú y Chile. En el océano Atlántico se le encuentra en Uruguay. También hay registros de *M. pyrifera* en Australia, Nueva Zelandia y Antártica e islas subantárticas. Finalmente, se le encuentra en islas del océano Índico.
- *Macrocystis integrifolia* Bory de Saint Vincent 1826. Esta alga también posee una distribución amplia, pero más restringida que la anterior. Se le encuentra a lo largo de las costas del Pacífico de América. Hay registros en Alaska, Columbia Británica y de los estados norteamericanos de Washington, Oregon y California. En América del Sur se le encuentra en la costa centro norte de Chile. Por esta razón se dice que su distribución es bi-polar.

#### 5.1.2 Biología y Ecología.

Las Laminariales chilenas se caracterizan por poseer un ciclo de vida diplo-haplóntico, con un esporofito que domina en cobertura y biomasa, tanto en sectores submareales, como en la zona rocosa intermareal. Esta fase es diploide y en las láminas del alga se forman esporangios que poseen zoosporas que se

originan después de una meiosis. Estas esporas haploides pueden nadar y fijarse al sustrato para iniciar la fase microscópica de estas algas pardas. Aproximadamente la mitad de las esporas fijadas se asentarán, germinarán y darán origen a un gametofito femenino. La otra mitad originará gametofitos masculinos. Los gametofitos maduran y dan origen a estructuras reproductivas. Los oogonios se desarrollan en las plantas femeninas y los espermatogonios en las plantas masculinas. Los gametos masculinos son de nado rápido y pueden ser atraídos por feromonas hacia las estructuras reproductivas femeninas. Luego de producida la fecundación el óvulo diploide forma un esporofito que posteriormente sobrecrece el gametofito y da origen a la planta que se observa en la costa.

Tanto *Lessonia* como *Macrocystis* presentan períodos reproductivos extensos con máximos generalmente en invierno-primavera. La disponibilidad de esporas durante casi todo el año permite que estas algas ocupen rápidamente el sustrato cuando el alga es removida naturalmente. Ambos géneros tienen adaptaciones morfológicas a los ambientes en que se desarrollan y sus plantas tienen características de organismos perennes. *Lessonia* se encuentra muy bien adaptada para vivir en sectores intermareales, donde soportan un fuerte oleaje y también en áreas submareales con corrientes fuertes. *Macrocystis*, también posee adaptaciones morfológicas que le permiten adherirse fuertemente al sustrato a través de hapterios de sus discos adhesivos que forman verdaderas redes sobre el fondo. Desde allí se originan los estipes de sus esporofitos. En la base de ellos, próximos al sustrato, se encuentran los esporofilos donde se desarrollan los esporangios. Los discos adhesivos de *Macrocystis* son perennes, asegurando la colonización del sustrato rocoso donde se encuentran asentados, y la regeneración de la parte erecta.

Los individuos de estas algas pardas conforman poblaciones relativamente compactas que en el caso de *Lessonia* forman un continuo a lo largo de las costas rocosas expuestas y semi expuestas de Chile continental. *Macrocystis*, en contraste, forma poblaciones fragmentadas y restringidas a sólo algunos pocos lugares en la costa norte de la III y IV Región.

Numerosos invertebrados y peces se asocian a las poblaciones de Laminariales, las que han sido descritas como áreas de alimentación, reclutamiento, asentamiento larval, y de reproducción. Estudios recientes en *Lessonia trabeculata* (Vásquez & Vega 2005), muestran que al menos 153 especies de invertebrados han sido registradas como fauna asociada a sus discos de adhesión. Un análisis de la fauna asociada a *Lessonia* spp y *Macrocystis integrifolia* muestra que la fauna asociada a sus poblaciones en el norte de Chile son similares entre sí, alcanzando una riqueza que supera las 200 especies (Vásquez & Vega 2004).

Eventos oceanográficos de gran escala como El Niño Oscilación del Sur (ENSO), y de carácter local como los fenómenos de surgencia, afectan significativamente la distribución y abundancia de los huirales. El aumento de la temperatura superficial y la disminución de los nutrientes generan altas mortalidades de

las poblaciones costeras de laminariales. Por el contrario el aumento de nutrientes y las características fría que generan los afloramientos de aguas de profundidad producen procesos “bottom up” que impactan positivamente la abundancia y distribución de los huirales (Vásquez *et al* 2006). Durante el último ENSO 1997-98, no generaron altas mortalidades de huirales en el norte de Chile. Vega *et al.* (2005) sugieren que los intensos y frecuentes afloramientos de aguas frías, con altos contenidos de nutrientes, deprimieron el efecto de la anomalía térmica positiva. Sin embargo, producto de desoves masivos de pastoreadores durante El Niño 1997-98, altas mortalidades de *Macrocystis* y *Lessonia* por herbivoría de erizos se produjeron durante La Niña 2000 (Vásquez *et al.* 2006).

Aún cuando no existen series de tiempo lo suficientemente adecuadas para evaluar los efectos de ENSO, se tiene evidencia de la disimilitud de sus consecuencias en las poblaciones marinas costeras entre eventos. Si bien el ENSO 1997-98 sólo generó mortalidades locales de huirales en la costa del norte de Chile, el ENSO 1982-83 generó altas mortalidades de huirales entre Arica y Caldera. Dada los bajos niveles de dispersión de los propágulos y cuerpos reproductivos de estas microalgas, la recuperación de las poblaciones de las Laminariales al norte de Caldera superó los 10 años. Esta situación sugiere que cuando las comunidades de Laminariales son drásticamente intervenidas pueden tardar años en recuperarse.

Las Laminariales son explotadas por pescadores artesanales en su modalidad de orilleros, algueros, buzos mariscadores y pescadores. Esta situación se inicia durante el 2002 como respuesta al colapso de otras pesquerías bentónicas, y a la presión de mercados internacionales por materia prima para la extracción de ácido algínico. Más recientemente, centros de cultivos de abalones situados en Coquimbo y Caldera demandan grandes cantidades de alga fresca para alimentar estos invertebrados exóticos introducidos. La presión extractiva de un bote artesanal con su patrón, telegrafista y buzo puede alcanzar hasta 2 toneladas de algas durante un día de trabajo. Una presión de esta naturaleza, sin seguir un plan de extracción adecuado puede llevar a la destrucción de una pradera de algas. Simultáneamente los orilleros y algueros pueden intervenir fácilmente la zona intermareal sacando indiscriminadamente algas jóvenes o en estado reproductivo reciente evitando el asentamiento de esporas y el crecimiento de esporofitos. La disponibilidad de esporas y su posterior asentamiento y crecimiento es afectado por organismos ramoneadores o herbívoros como lapas, apretadores y erizos que se desplazan en la zona intermareal, barriendo las rocas. Así, se ha observado áreas totalmente despejadas de Laminariales, donde ahora dominan los herbívoros, manteniéndose solamente la cubierta calcárea de la Corallinacea incrustante *Lithothamnion* que pasa a dominar el área. Una vez que se ha alcanzado este estado es muy difícil que se recupere la comunidad original. Al respecto, Ortiz y Stotz (2007) indican que “The harvest of the kelp, *Lessonia trabeculata* and other macroalgae is not recommended because this destabilizes the system. The harvest of abalone adults is only sustainable if they do not exert a negative effect upon other native invertebrates”. También concluyen que “Based on our results, the sustainable development of extensive farming of *H. discus hannai* in the sea would be not reached. If it is done, an intensive

monitoring of the community after introduction into the system is strongly recommended. Likewise, the farming of macroalgal species (source of food for abalone) should be promoted in order to avoid harvesting of macroalgae from natural systems”.

### 5.1.3 Taxonomía de algas pardas

El género *Macrocystis* en Chile posee 2 especies taxonómicamente aceptadas: *Macrocystis pyrifera* y *Macrocystis integrifolia*. En la **Tabla 14** se encuentra su posición sistemática. El género *Lessonia* posee en Chile 5 especies (Edding *et al.* 1994) de las cuales 2 se encuentran distribuidas en la costa norte y centro norte de Chile: *Lessonia nigrescens* que se distribuye en áreas del intermareales rocoso expuesto y *Lessonia trabeculata* que se ubica en el submareal rocoso. Su posición sistemática se encuentra en la **Tabla 15**.

Tabla 14. Posición sistemática del género *Macrocystis* (Fuente: <http://www.algabase.org>).

Taxonomía				
Rango	Nombre	Autoridad	# Especies	Información complementaria
Imperio	<u>Eukaryota</u>		28,725	 
Reino	<u>Chromista</u>	<u>Cavalier-Smith</u>	10,922	 
Subreino	<u>Chromobiota</u>	<u>Cavalier-Smith</u>	10,801	 
Infrareino	<u>Heterokonta</u>	<u>Cavalier-Smith</u>	10,394	 
Phylum	<u>Ochrophyta</u>	<u>T. Cavalier-Smith</u>	3,411	 
Clase	<u>Phaeophyceae</u>	<u>Kjellman</u>	2,17	 
Orden	<u>Laminariales</u>	<u>Kylin</u>	162	 
Familia	<u>Laminariaceae</u>	<u>Bory</u>	83	 
Género	<u>Macrocystis</u>	<u>C. Agardh</u>	5	 
<b>Taxa Subordinados</b>				
Rango	Nombre	Autoridad	# Especies	Información complementaria
Especie	<u>angustifolia</u>	<u>Bory de Saint-Vincent</u>		 
Especie	<u>integrifolia</u>	<u>Bory de Saint-Vincent</u>		 
Especie	<u>laevis</u>	<u>C.H. Hay</u>		 
Especie	<u>pyrifera</u>	<u>Bompland</u>		 
Especie	<u>pyrifera</u>	<u>(Linnaeus) C. Agardh</u>		 

Coyer *et al.* (2001) sugieren que *Macrocystis* es un género monoespecífico, producto del enorme flujo génico entre regiones geográficas muy distante en tiempo ecológico. En consecuencia, Graham *et al.* (2007) sugieren considerar a *Macrocystis* como un género de alta variabilidad morfológica con distintos morfos: forma *integrifolia* y forma *pyrifera* para las costas de Chile continental.

Consultado el Dr. Paul Silva, taxónomo de la Universidad de California, indicó: “There are many different species concepts. The concept that these authors adopt is of a series of populations widely distributed in cold waters, highly variable morphologically but not genetically, including various morphotypes correlated with habitat and other environmental factors but not consistently with geography. For purposes of taxonomy, and all branches of science that depend on taxonomic decisions, this concept is not practical unless the various morphotypes are given names. Graham *et al.* do in fact refer to these morphotypes as *M. integrifolia* and *M. angustifolia*. There is no formal nomenclatural accommodation for morphotypes, but one could write *M. pyrifera ecad integrifolia* (without authorship) or *M. pyrifera ecad pyrifera*. One must keep in mind that molecular data constitute only one of many factors in making taxonomic decisions despite the inclination of molecular investigators to give overriding importance to molecular data.

“Remember that in past years Druehl *et al.* contended that there was only a single genus of kelps. Later, looking at larger samples and using different parts of the genome, they now recognize various genera and are content to rearrange them in families. Even if they should claim that *Postelsia* and *Macrocystis* had identical genomes, I would say that they know less about the organisms than the zygotes of these genera, which know enough to develop into a sea palm or giant kelp, respectively. I recently read a manuscript in which the authors claimed that *Codium arabicum* and *C. acuminatum* were one and the same species based on a molecular study, but a high school student could tell the difference between the smooth, rounded utricular apices of the common Indo-Pacific *C. arabicum* and the mucronate utricles of *C. acuminatum*, a narrow endemic to Madagascar and nearby southeastern Africa. These species are admittedly closely related (as I stated in my monograph of South African *Codium*) but very distinct morphologically and with geographic integrity.”

Estos comentarios del Dr. Paul Silva fueron complementados por el taxónomo de la Universidad de Carolina del Norte, Profesor Max Hommersand: “I agree that the molecular data show that *Macrocystis* is a rapidly evolving, widely distributed species. I do not personally believe that molecular data are everything, however. The morphological differences between *M. integrifolia* and *M. pyrifera* are clear-cut and occur in Chilean and Californian populations. I will continue to recognize the two species despite the lack of molecular differences. Morphology and genes evolved at different rates and one data set does not have taxonomic priority over the other. I would hope that you will be able to protect your Chilean populations of *M. integrifolia* from commercial exploitation. We cannot afford to see it wiped out.”

Tabla 15. Posición sistemática del género *Lessonia* (Fuente: <http://www.algabase.org>).

Taxonomía					
Rango	Nombre	Autoridad	# Especies		
Imperio	<u>Eukaryota</u>		28,725		
Reino	<u>Chromista</u>	<u>Cavalier-Smith</u>	10,922		
Subreino	<u>Chromobiota</u>	<u>Cavalier-Smith</u>	10,801		
Infrareino	<u>Heterokonta</u>	<u>Cavalier-Smith</u>	10,394		
Phylum	<u>Ochrophyta</u>	<u>T. Cavalier-Smith</u>	3,411		
Clase	<u>Phaeophyceae</u>	<u>Kjellman</u>	2,17		
Orden	<u>Laminariales</u>	<u>Kylin</u>	162		
Familia	<u>Lessoniaceae</u>	<u>Setchell &amp; Gardner</u>	24		
Género	<u>Lessonia</u>	<u>Bory de Saint-Vincent</u>	10		
Taxa Subordinados					
Rango	Nombre	Autoridad	# Especies	Información complementaria	
Especie	<u>adamsiae</u>	<u>C.H. Hay</u>			
Especie	<u>brevifolia</u>	<u>J. Agardh</u>			
Especies	<u>corrugata</u>	<u>Lucas</u>			
Especies	<u>frutescens</u>	<u>Skottsberg</u>			
Especie	<u>fuscescens</u>	<u>Bory de Saint-Vincent</u>			
Especie	<u>nigrescens</u>	<u>Bory de Saint-Vincent</u>			
Especie	<u>tholiformis</u>	<u>C.H.Hay</u>			
Especie	<u>trabeculata</u>	<u>Villouta &amp; Santelices</u>			
Especie	<u>vadosa</u>	<u>Searles</u>			
Especie	<u>variegata</u>	<u>J. Agardh</u>			

Los comentarios de estos taxónomos norteamericanos nos sugieren observar con cuidado los antecedentes moleculares de las especies estudiadas dado que son sólo un factor de los muchos que se deben considerar para establecer un taxón. Para el caso de *Macrocystis*, la diferencia entre *M. integrifolia* y *M. pyrifera* es tan clara, que no es prudente modificar el “pool” genético de poblaciones de *M. integrifolia* introduciendo junto a sus poblaciones a *M. pyrifera* de la zona sur. De igual modo, la introducción de “híbridos” de *M. pyrifera* y *M. integrifolia* en las costas de Atacama (Westermeier *et al.* 2007) puede alterar y variar el patrimonio genético de las poblaciones naturales del huiro en el norte al introducir material genético proveniente de Chiloé. Esta es una actividad que debería ser seriamente

controlada, debido a que hay antecedentes no-oficiales de introducción de ejemplare de *M. pyrifera* en las cercanía de Caldera (III Región), y en algunos casos junto a poblaciones de *M. integrifolia*.

#### 5.1.4 Información Bibliografica.

Según la base de datos ASFA (Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts), entre 1977 y 2006 existen 21 referencias relacionadas a *Lessonia nigrescens*; 13 publicaciones en *Lessonia trabeculata*; 25 trabajos en *Macrocystis integrifolia* y 153 en *Macrocystis pyrifera*. La base de datos Web of Sciences registra 55 citas para *Lessonia nigrescens*; 37 para *Lessonia trabeculata*; 49 para *Macrocystis integrifolia* y 422 publicaciones para *Macrocystis pyrifera* (ver ANEXO A).

##### 5.1.4.1 Análisis de las referencias en revistas de corriente principal con relación a *Lessonia nigrescens*, *Lessonia trabeculata*, *Macrocystis integrifolia* y *Macrocystis pyrifera*.

Dada la importancia de estos recursos se analizó la producción de publicaciones de estas especies. Las referencias relativas a estos recursos se encuentran aumentando significativamente en los últimos años. La publicaciones en *Lessonia nigrescens* han incrementado desde 1 publicación al año en 1989 hasta 10 publicaciones anuales en el 2006 (Fig. 4) con mas de 80 citas de estos trabajos. Para *Lessonia trabeculata* se observa hasta 5 publicaciones anuales con 30 citas en el 2005 (Fig. 5). En *Macrocystis integrifolia* hay 6 publicaciones por año en 2006 con 90 citas en 2005 (Fig. 6). Para *Macrocystis pyrifera* que posee una distribución más amplia se observan mas de 25 publicaciones en el 2006 con sobre las 700 citas (Fig. 7).

Las tendencias de publicación indicadas por cada especie sugieren un aumento sostenido de las citaciones en trabajos científicos que tienen relación con la importancia biológica y económica de estos recursos renovables.

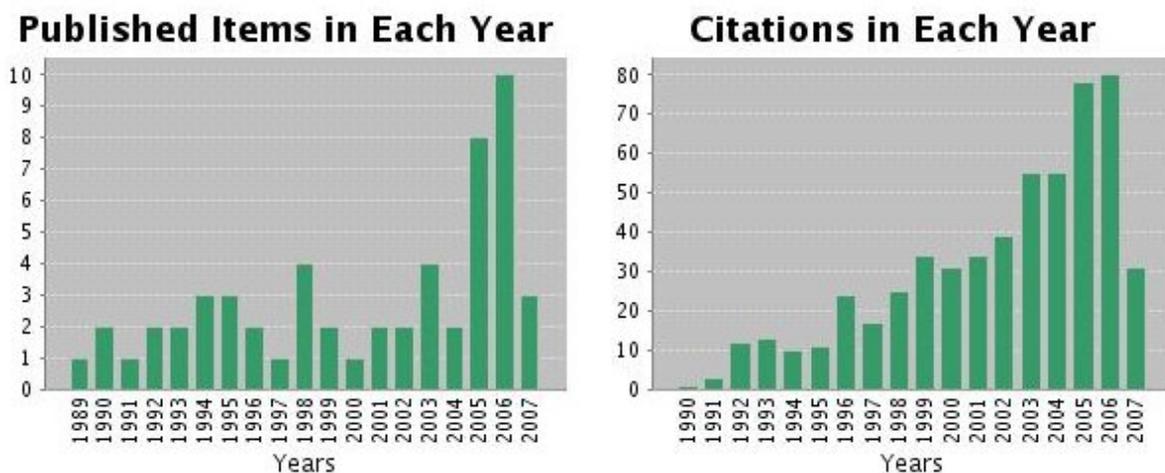


Figura 4. Publicaciones y nivel de citas en *Lessonia nigrescens* durante los últimos 18 años.

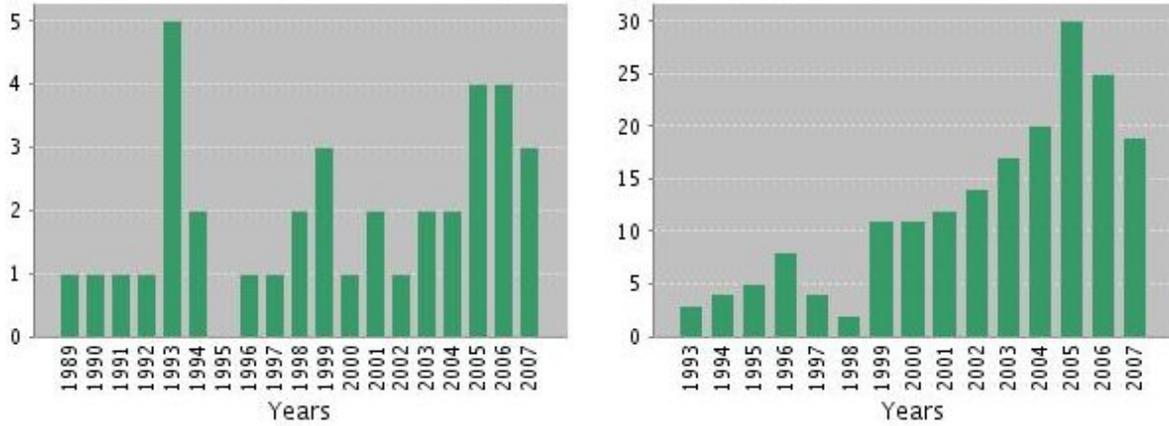


Figura 5. Publicaciones y nivel de citas en *Lessonia trabeculata* durante los últimos 18 años.

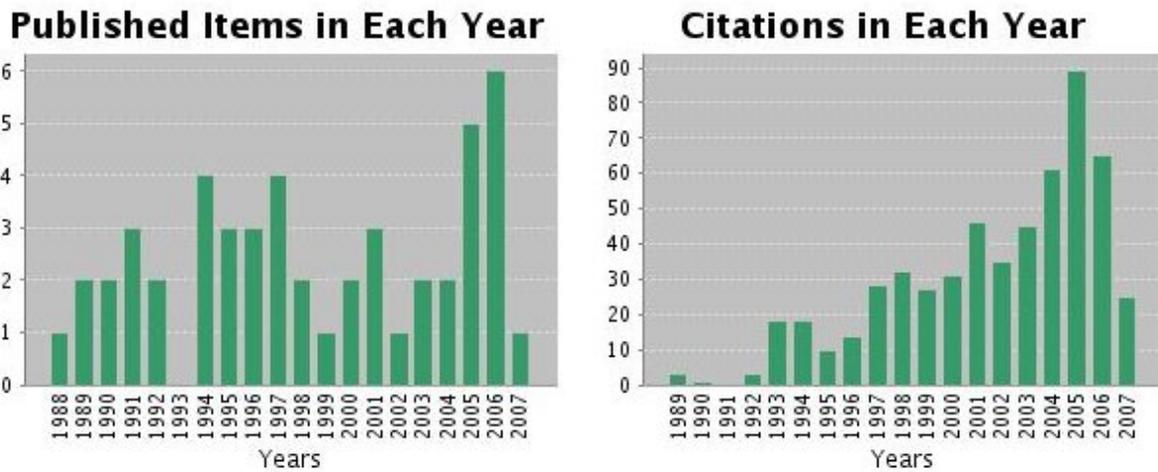


Figura 6. Publicaciones y nivel de citas en *Macrocyctis integrifolia* durante los últimos 18 años.

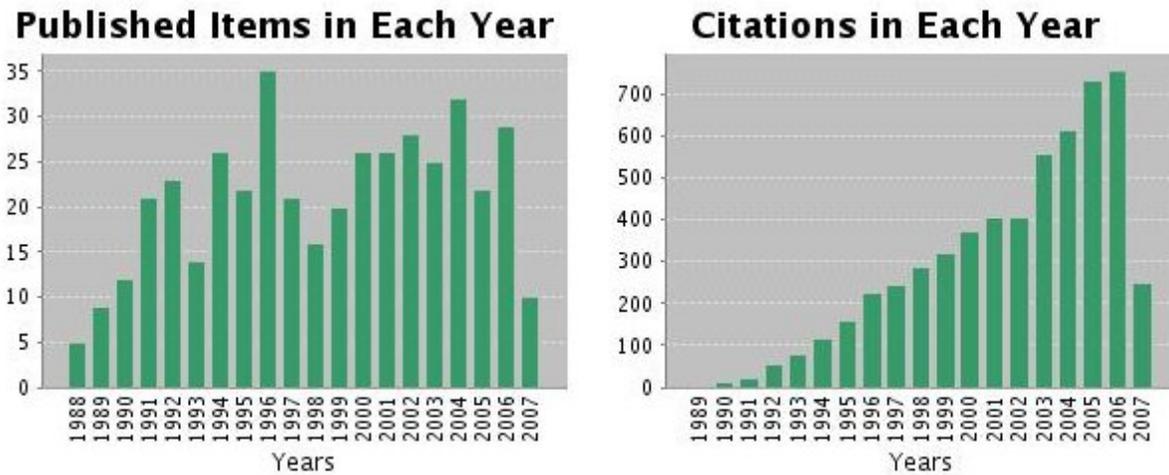
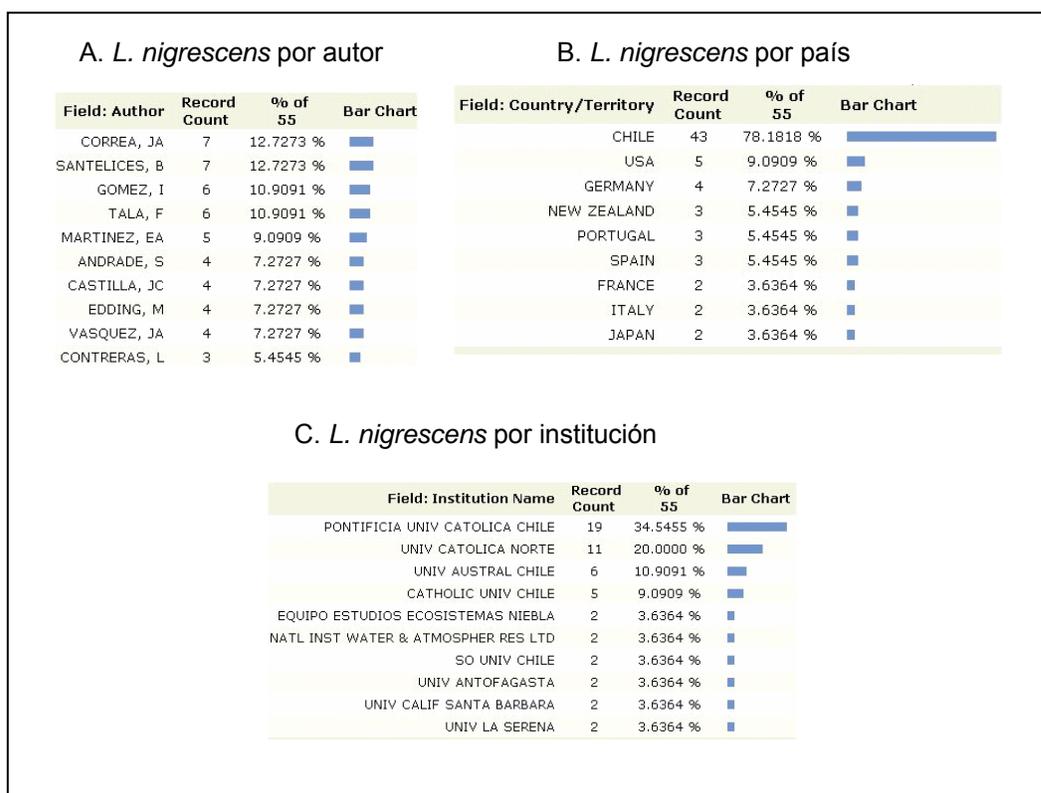


Figura 7. Publicaciones y nivel de citas en *Macrocyctis pyrifera* durante los últimos 18 años.

El análisis global de las publicaciones a nivel mundial indica que Chile se encuentra en la vanguardia en publicaciones de *Lessonia nigrescens* (Fig. 8) y *Lessonia trabeculata*, (Fig. 9) mientras ocupa el tercer lugar para las especies de *Macrocystis*. A nivel Institucional la Universidad Católica del Norte es la que presenta el mayor número de trabajos en *Lessonia*, primer lugar en *Lessonia trabeculata* y segundo lugar en *Lessonia nigrescens*. En *Macrocystis integrifolia* (Fig. 10) el mayor esfuerzo institucional se encuentra en la Universidad de British Columbia, seguido en tercer lugar por la Universidad Católica del Norte. En *Macrocystis pyrifera* (Fig. 11) destaca en el primer lugar la Universidad de California en Santa Barbara, seguido en quinto lugar por la Universidad Católica del Norte.



**Figura 8.** Publicaciones de *Lessonia nigrescens* por autor (A), país (B) e institución (C).

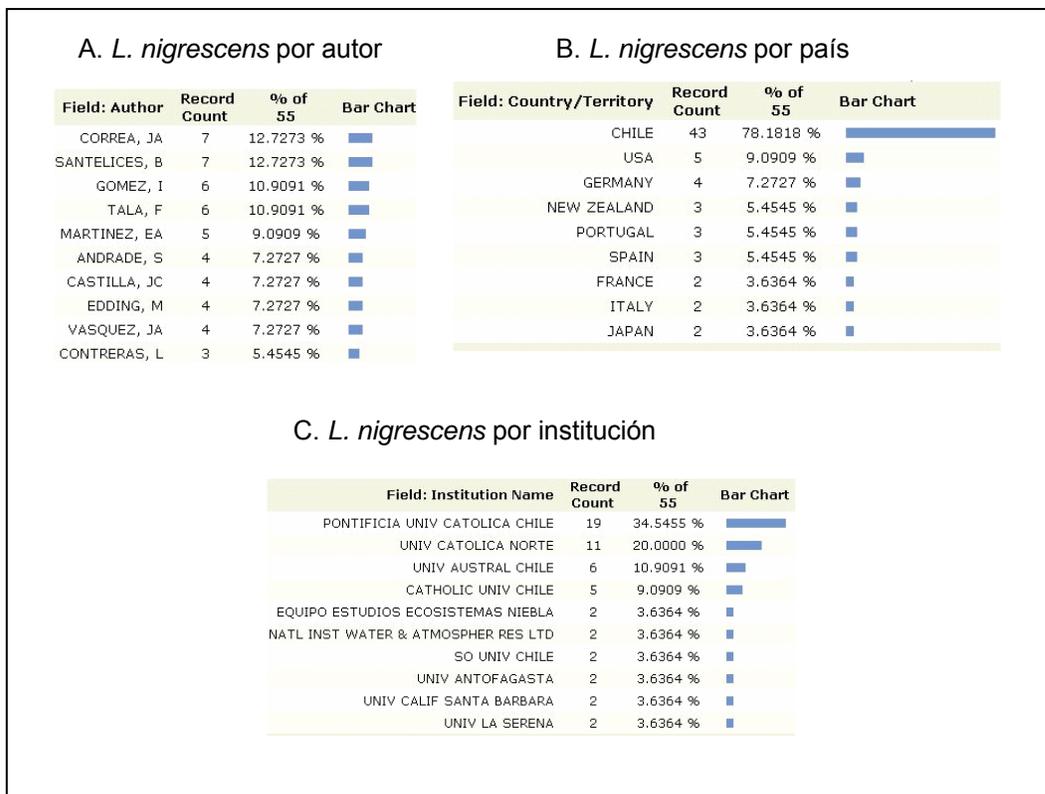


Figura 9. Publicaciones de *Lessonia trabeculata* por autor (A), país (B) e institución (C).

**A. *M integrifolia* por autor**

Field: Author	Record Count	% of 49	Bar Chart
HURD, CL	10	20.4082 %	
DRUEHL, LD	7	14.2857 %	
HARRISON, PJ	7	14.2857 %	
BOMKE, AA	4	8.1633 %	
SAUNDERS, GW	4	8.1633 %	
STEVENS, CL	4	8.1633 %	
TEMPLE, WD	4	8.1633 %	
BUSCHMANN, AH	3	6.1224 %	
CHIA, FS	3	6.1224 %	
DURANTE, KM	2	4.0816 %	
LANE, CE	2	4.0816 %	
LAVAL, BE	2	4.0816 %	
LEWIS, RJ	2	4.0816 %	
NEUSHUL, M	2	4.0816 %	
ROTHAUSLER, E	2	4.0816 %	
THIEL, M	2	4.0816 %	
VASQUEZ, JA	2	4.0816 %	
VEGA, JMA	2	4.0816 %	

**B. *M integrifolia* por país**

Field: Country/Territory	Record Count	% of 49	Bar Chart
CANADA	25	51.0204 %	
USA	14	28.5714 %	
CHILE	6	12.2449 %	
NEW ZEALAND	5	10.2041 %	
GERMANY	3	6.1224 %	
ENGLAND	2	4.0816 %	

**C. *M integrifolia* por institución**

Field: Institution Name	Record Count	% of 49	Bar Chart
UNIV BRITISH COLUMBIA	13	26.5306 %	
BAMFIELD MARINE STN	6	12.2449 %	
UNIV CATOLICA NORTE	6	12.2449 %	
SIMON FRASER UNIV	4	8.1633 %	
UNIV OTAGO	4	8.1633 %	
CTR ESTUDIOS AVANZADOS ZONAS ARIDAS	3	6.1224 %	
UNIV ALBERTA	3	6.1224 %	
UNIV CALIF SANTA BARBARA	3	6.1224 %	
UNIV LOS LAGOS	3	6.1224 %	
DALHOUSIE UNIV	2	4.0816 %	

Figura 10. Publicaciones de *Macrocystis integrifolia* por autor (A), país (B) e institución (C).

### A. *Macrocystis pyrifera* por autor

Field: Author	Record Count	% of 422	Bar Chart
REED, DC	17	4.0284 %	■
DAYTON, PK	14	3.3175 %	■
GRAHAM, MH	13	3.0806 %	■
TEGNER, MJ	13	3.0806 %	■
HERNANDEZ-CARMONA, G	12	2.8436 %	■
AMSLER, CD	11	2.6066 %	■
VASQUEZ, JA	10	2.3697 %	■
BUSCHMANN, AH	9	2.1327 %	■
FOSTER, MS	9	2.1327 %	■
NEUSHUL, M	9	2.1327 %	■

### B. *Macrocystis pyrifera* por país

Field: Country/Territory	Record Count	% of 422	Bar Chart
USA	214	50.7109 %	■
MEXICO	47	11.1374 %	■
AUSTRALIA	41	9.7156 %	■
CHILE	39	9.2417 %	■
NEW ZEALAND	34	8.0569 %	■
FRANCE	18	4.2654 %	■
ENGLAND	17	4.0284 %	■
CANADA	16	3.7915 %	■
GERMANY	11	2.6066 %	■
ITALY	10	2.3697 %	■

### C. *Macrocystis pyrifera* por Institución

Field: Institution Name	Record Count	% of 422	Bar Chart
UNIV CALIF SANTA BARBARA	45	10.6635 %	■
UNIV CALIF SAN DIEGO	22	5.2133 %	■
UNIV CALIF SANTA CRUZ	22	5.2133 %	■
MOSS LANDING MARINE LABS	21	4.9763 %	■
UNIV CATOLICA NORTE	19	4.5024 %	■
CTR INTERDISCIPLINARIO CIENCIAS MARINAS	17	4.0284 %	■
UNIV OTAGO	17	4.0284 %	■
UNIV CALIF DAVIS	15	3.5545 %	■
STANFORD UNIV	13	3.0806 %	■
SAN DIEGO STATE UNIV	12	2.8436 %	■

**Figura 11.** Publicaciones de *Macrocystis pyrifera* por autor (A), país (B) e institución (C).

En el **ANEXO A**, se encuentran las referencias bibliográficas con sus respectivos enlaces a la base de datos Web of Science, de *Lessonia nigrescens*, *Lessonia trabeculata*, *Macrocystis integrifolia* y *Macrocystis pyrifera*, explicitando el número de veces que estos trabajos han sido citados.

## **5.2. Objetivo 2. DETERMINAR Y CARACTERIZAR ESPACIALMENTE LOS PRINCIPALES FOCOS DE EXTRACCIÓN DE ALGAS PARDAS Y LA CADENA PRODUCTIVA ASOCIADA A CADA UNO DE ELLOS (EXTRACTORES, INTERMEDIARIOS, CULTIVOS E INDUSTRIA Y PROCESO).**

El desarrollo de este objetivo fue complementando con la información con la base de datos generada por el Proyecto Caracterización de la Pesquerías de Algas Pardas, caracterización de las Pesquerías de Algas Pardas en las Regiones I a IV, 2005-2007 (ver informe Enero 2007; [www.algaspardas.cl](http://www.algaspardas.cl)).

### **5.2.1 Determinación y Caracterización Espacial de los Principales Focos de Extracción de Algas Pardas de la III y IV Región.**

#### **5.2.1.1 Accesibilidad a la costa y seguimiento del esfuerzo pesquero.**

El sistema de identificación de los usuarios, accesibilidad a la costa y seguimiento geográfico del esfuerzo pesquero implementado consiste, principalmente, en recorridos a lo largo de la costa de la III y IV Región, durante las actividades de muestreo o viajes especiales para este objetivo. Esta información ha sido complementada por agentes informantes, ubicados en puntos estratégicos del área de estudio, que proporcionan datos de recolección y cosecha de los pescadores artesanales en sus respectivas áreas de operación. Durante los recorridos se geo-referenciaron las caletas y los varaderos en las distintas zonas de operación extractiva (ZOE) distribuidas en cada región. En estos lugares se han realizados encuestas *in situ* a los recolectores y pescadores artesanales, registrando el esfuerzo pesquero, zonas de trabajo, precio de compra y destino de lo recolectado, entre otros antecedentes. De acuerdo a: (1) área cubierta, (2) número de recolectores encuestados, (3) frecuencia de los diferentes participantes de la cadena productiva de algas pardas durante la ejecución del proyecto, (4) los antecedentes recopilados respecto a la actividad en cada zona de operación extractiva, (5) identificación e individualización de los recolectores que operan entre la III y IV Región. Los siguientes resultados fueron obtenidos durante el período noviembre 2005 a enero 2007.

Se detecta una baja correspondencia entre el número de pescadores-recolectores en terreno y los inscritos en los registros del SERNAPESCA para algas pardas. Además es importante considerar para el encuentro de pescadores en la actividad de recolección y/o cosecha:

1. Extensión del área de estudio
2. Otras actividades de los pescadores artesanales que interrumpen temporalmente la recolección de algas pardas.
  - Recolección de otros recursos marinos de mayor valor económico (e.g. loco, lapa, erizos).

- Actividades programadas en los Planes de Manejo y Explotación de los pescadores afiliados a sindicatos o gremios con AMERB.
  - Otras actividades económica alternativas como la agricultura, ganadería y minería.
  - Algunas fechas especiales (e.g. fiestas patrias, año nuevo).
3. Algunos recolectores son usuarios eventuales del recurso por lo que no están inscritos en los RPA, y operan sólo en la temporada de verano.
  4. Se ha sugerido una relación directa entre la actividad de recolección y la frecuencia e intensidad de las marejadas.

En la III Región, la accesibilidad es expedita en casi toda la costa debido a la implementación de la ruta costera (Huasco-Caldera), la presencia de huellas fiscales perfectamente mantenidas (Huasco-Los Choros) y la Ruta 5 (Carretera Panamericana) que recorre tramos por la costa (Chañaral-Caldera). En esta región, la probabilidad de encuentro de extractores y recolectores ha sido alta, con un registro de hasta diez veces para los pescadores que presenta su residencia laboral en los alrededores del varadero. Además, es común que otras actividades laborales tales como la agricultura (e.g. hortalizas, olivos y parronales), la ganadería (e.g. ganado caprino), y la minería interrumpan la actividad de recolección de algas pardas.

En la IV Región, la accesibilidad a la costa varía de acuerdo a los sectores, aunque en general es muy dificultosa. Por ejemplo, la carretera Panamericana se encuentra muy distante de la línea de costa y no existen huellas fiscales bien mantenidas. Además, en algunos sectores (varios fundos de la provincia del Limarí y Choapa) que presentan accesos hacia la costa (e.g. Huentelauquen), se han negado permanentemente la autorización de acceso para que el equipo consultor realice las encuestas a los usuarios (pescadores y recolectores) (ver Pesca de Investigación Algas Pardas; Informe Agosto 2006). A pesar de estos problema, la probabilidad de encuentro también ha sido alta para pescadores con residencia laboral cerca del varadero en la IV Región (con registros de hasta 10 veces de 10 visitas).

A la fecha, la totalidad de las plantas picadoras y centros de cultivo de abalón operativos que utilizan el recurso algas pardas en la III y IV Región han sido catastrados. Los datos provenientes de la materia prima utilizada por cada una de estas empresas son recopilados mensualmente en formularios donde se registra la cantidad de materia prima utilizada, su precio y su origen. Estos formularios son enviados por las empresas directamente a la Central de Proceso de la Información en Coquimbo, o retirados por los encargados regionales. Una vez recopilada, la información es digitada y procesada para implementar el sistema de información geográfico. Además de los registros de terreno, se ha incorporado la información de los formularios ACF (Comercializadora de Recursos en Estado Fresco – Abastecimiento y destino) que lleva el SERNAPESCA en cada Región (Pesca de Investigación Algas Pardas 2005-2007, Informe Agosto 2006).

### 5.2.1.2 Monitoreo y registro de las actividades pesqueras, del desembarque y del destino.

El trabajo en terreno se basa en recorridos a lo largo de las regiones en estudio (III y IV Región), recopilando la información y registrando los recolectores y pescadores artesanales que operan en los sectores de cosecha/varado y/o que transportan estos recursos. La información obtenida en terreno se organiza, codifica y analiza de acuerdo a las Zonas de Operación Extractivas (ZOE), lo cual facilita la administración de los datos en el sistema de información geográfico (**Tabla 16**).

**Tabla 16.** Código (ID), coordenadas geográficas (UTM) y detalle de las Zonas de Operación Extractivas (ZOE) por Región.

ID ZOE	UTM		DETALLE ZONA OPERACIÓN			
	Este	Norte	Región	Nro	ZONA	Extensión y toponimia de la ZOE
301	337005	7084249	III	1	Chañaral	Desde Pan de Azúcar a Flamenco
302	330355	7056135		2	Torres del Inca	Desde Torres del Inca a Las Lisas
303	326570	7038969		3	Obispito	Desde Pta de Obispito hasta Ramada
304	307576	6974703		4	Pto. Viejo	Desde Caldera hasta Las Lozas
305	313098	6955572		5	Barranquilla	Desde Barranquilla hasta Bahía Chascos
306	294563	6920145		6	Totoral bajo	Desde Pajonales hasta La Corvina
307	289051	6892447		7	Carrizal Bajo	Desde Carrizal Bajo hasta Los Patos (sur Los Pozos)
308	288345	6878056		8	Las Gualtatas	Desde Playa Blanca hasta Los Barbaros
309	287246	6872339		9	Cta. Angosta	Desde Cta. Angosta hasta Agua de Luna
310	285877	6858601		10	Los Toyos	Desde Baratillos hasta Tres Playitas
311	276774	6829400		11	Los Bronces	Desde Huasco hasta Chepica
312	257626	6781173		12	Ch.de Aceituno	Desde Sarco hasta Chañaral de Aceituno
401	260134	6762107	IV	1	Pta Choros	Desde Chañaral de Aceituno hasta Cta Pta Choros
402				2	Chungungo	Desde Norte Cta Chungungo hasta Totoralillo Norte
403	276006	6718509		3	Hornos	Desde Totoralillo Norte hasta San Pedro
404	272936	6682656		4	Guayacan	Desde Pta Teatinos hasta Panul
405	266242	6657290		5	Guanaqueros	Desde Panul hasta Tongoy
406	249291	6646247		6	Pto Aldea	Desde Pto Aldea hasta Cta El Totoral
407	241287	6625656		7	Talcaruca	Desde el Norte de Talcaruca hasta Cta El Sauce
408	241421	6596550		8	Rio Limarí	Desde Norte Cta Rio Limarí hasta sur Cta Talca
409	246358	6551502		9	Sierra	Desde la Cebada hasta Maitencillo
410	253504	6520525		10	Pto Oscuro	Desde Pto oscuro hasta Chigualoco
411	262736	6466814		11	S.P. Los Vilos	Desde Norte de los Vilos hasta Pta Lobos
412	261340	6441610		12	Pichidangui	Desde Cascabeles hasta el sur de Pichidangui

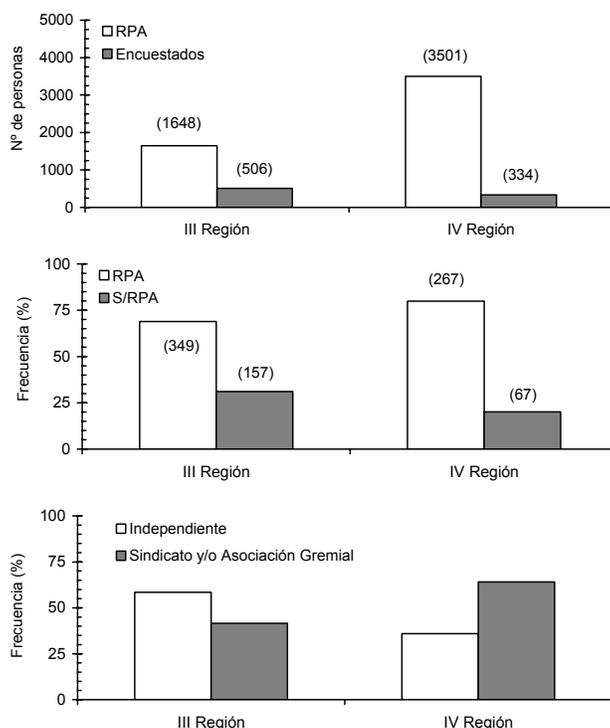
La colaboración de los agentes informantes ubicados en puntos estratégicos en cada región (intermediarios que operan en ambas regiones), la información recopilada por el Servicio Nacional de Pesca, y los datos de desembarque y destino tomados *in situ* durante los recorridos ha permitido realizar la recopilación y catastro de la información de los distintos usuarios que interactúan en función de los recursos algas pardas. Estas actividades están siendo desarrolladas desde noviembre del 2005 hasta la fecha por las personas encargadas del Proyecto Pesca de Investigación Algas Pardas 2005-2007, en conjunto con los muestreadores del proyecto FIP 2005-22.

Durante el trabajo en terreno se han identificado y registrado las embarcaciones participantes en actividades extractivas de algas pardas, registrando la localidad, hora de zarpe y recalada, profundidad de buceo, desembarque y agentes extractivos en operación por embarcación. Además, se realizan muestreos biológicos de los recursos desembarcados, donde se mide el diámetro basal del disco, especialmente para la especie *L. trabeculata*. Para *L. nigrescens*, la evaluación no es posible ya que los pescadores que abastecen centros de cultivo sólo cosechan frondas y estipes. La visación de las

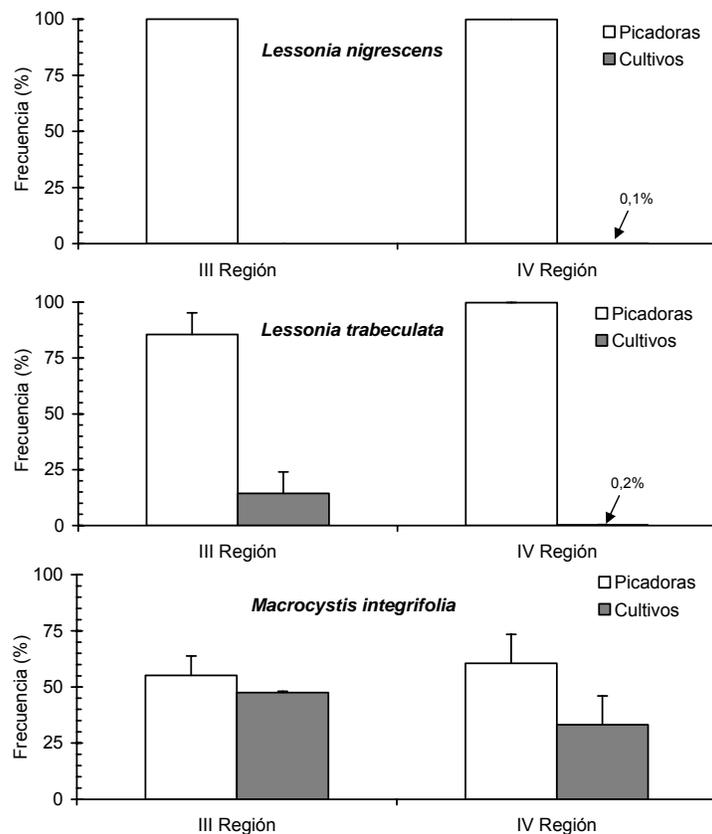
actividades realizadas por los distintos componentes de la cadena productiva es realizada por SERNAPESCA. La Universidad Católica del Norte no ha implementado un sistema de visaciones puesto que no es una entidad autorizada para realizar esta labor (Pesca de Investigación, Caracterización de la Pesquería de Algas Pardas en las Regiones I a IV; Informe Enero 2007).

### 5.2.2 Determinación y Caracterización Espacial de la Cadena Productiva Asociada a los Principales Focos de Extracción de Algas Pardas de la III y IV Región.

El número de pescadores artesanales encuestados, que participan de la cosecha y recolección de algas pardas, hacen un total de 840 personas, y son representados por región geopolítica en la **Figura 12**. En la III Región, el total de las personas encuestadas representan el 30,7% del universo de personas inscritas en los registros de pesca artesanal regional (RPA) como recolectores de algas. Mientras que en la IV Región, el número de personas encuestadas representan el 9,5% de los inscritos en los RPA (**Fig. 13**). De estos universos de pescadores encuestados por región cerca del 25% todavía no se ha inscrito en los RPA regionales (**Fig. 13**). Por otra parte, cerca del 60% y del 40% de los inscritos en los RPA son trabajadores independientes en la III y IV Región, respectivamente (**Fig. 13**).



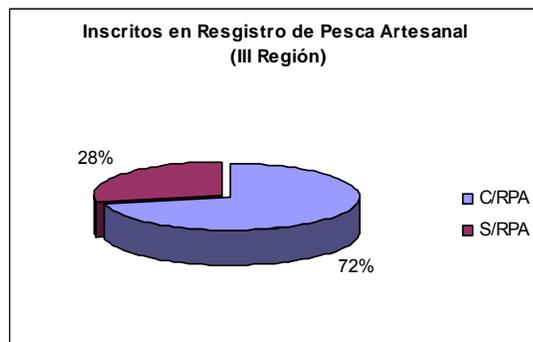
**Figura 12.** Caracterización del esfuerzo pesquero por Región. Número de personas en los registros de pesca artesanal (RPA) y encuestadas in situ. Porcentaje de personas inscritas en los RPA y porcentaje de asociatividad de los usuarios.



**Figura 13.** Caracterización del esfuerzo pesquero por Región. Porcentaje del volumen desembarcado por especie de algas pardas destinados a las plantas picadoras y al cultivo de abalón.

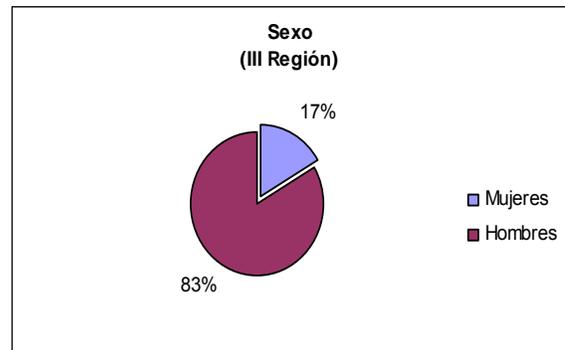
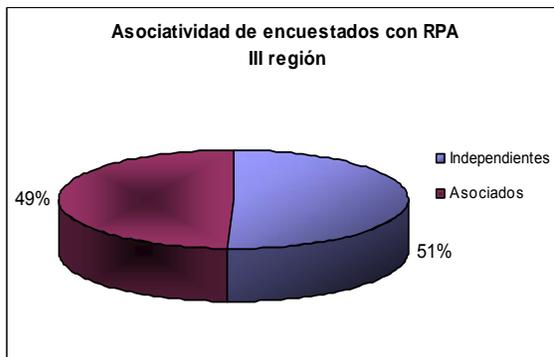
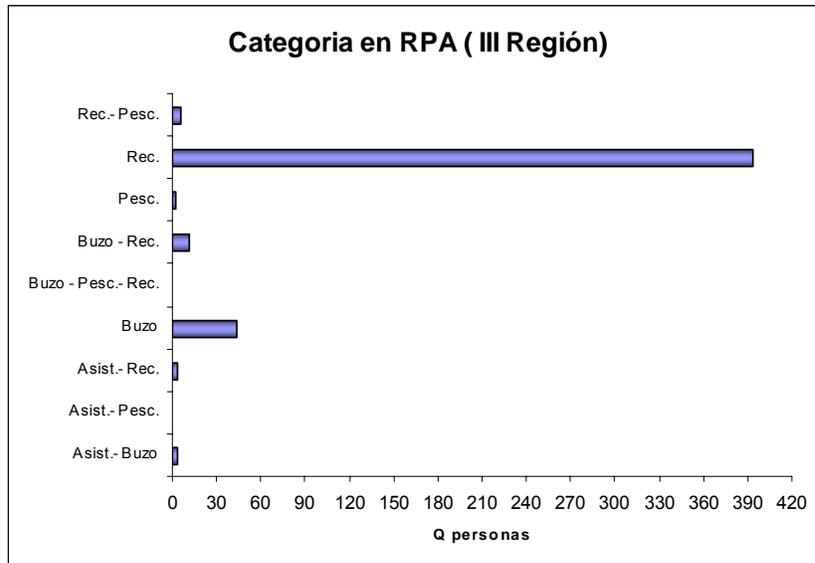
### III REGION DE ATACAMA

En la Región de Atacama, el 28% de los recolectores y cosechadores de algas pardas no está inscrito en el Registro de Pescadores Artesanales (RPA) para el recurso algas pardas (**Fig. 14**).



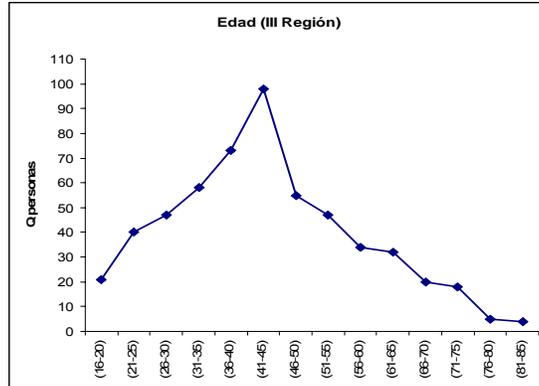
**Figura 14.** Distribución porcentual de recolectores y cosechadores de algas con y sin Registro de Pesca Artesanal en la III Región.

De los pescadores artesanales inscritos en el RPA, la mayoría pertenecen al grupo de recolectores de orilla, secundariamente los buzos y buzos recolectores son los más numerosos (**Fig. 15**).



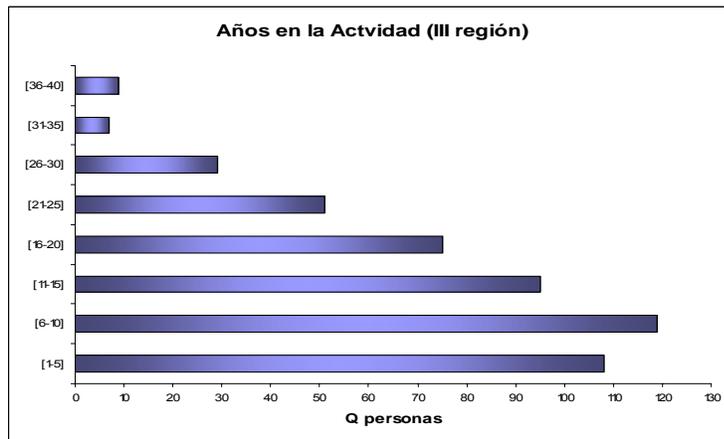
**Figura 15.** Distribución de categoría de RPA, tipo de asociatividad y distribución por sexo de los cosechadores y alqueros de la III Región.

Un porcentaje importante de usuarios directos de las algas pardas no están asociados a una organización gremial o sindicato (**Fig. 15**). En la III Región, un análisis de género muestra que la participación de la mujer es relativamente baja, sólo un 17% de los recolectores-cosechadores son mujeres (**Fig. 15**).



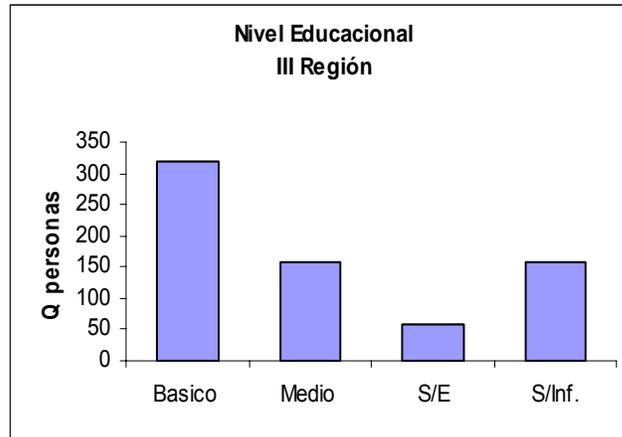
**Figura 16.** Distribución etaria de los recolectores y cosechadores encuestados en la III Región.

La distribución etaria de los recolectores y cosechadores de algas pardas en la III Región indica que la mayoría se encuentra entre los 30 y 55 años de edad (**Fig. 16**). Sin embargo, un número importante de recolectores pertenecen a jóvenes y personas de la tercera edad. La mayoría de los usuarios directos demuestran permanencia de más de 5 años en la actividad de recolección y cosecha (**Fig. 17**). Entre estos un grupo importante de personas supera los 15 años en la misma actividad.



**Figura 17.** Años de actividad de los recolectores y cosechadores de Algas pardas encuestados por grupo etario.

Esta pesquería corresponde a una de las pesquerías de mayor marginalidad y riesgo social, especialmente en la categoría de recolectores de orilla. La mayoría tienen una formación básica incompleta, muchos de ellos no tienen educación formal siendo generalmente analfabetos (**Fig. 18**).

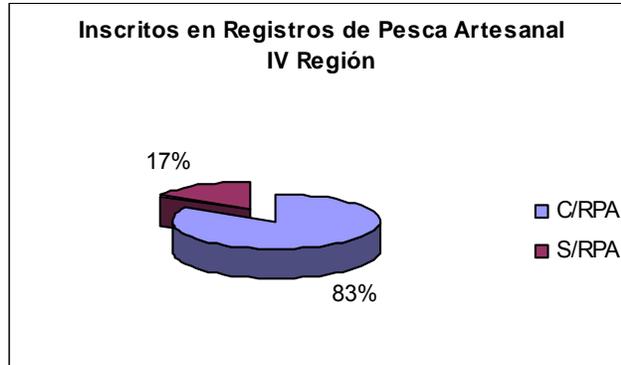


**Figura 18.** Nivel educacional de los recolectores y cosechadores de algas pardas encuestados en la III Región.

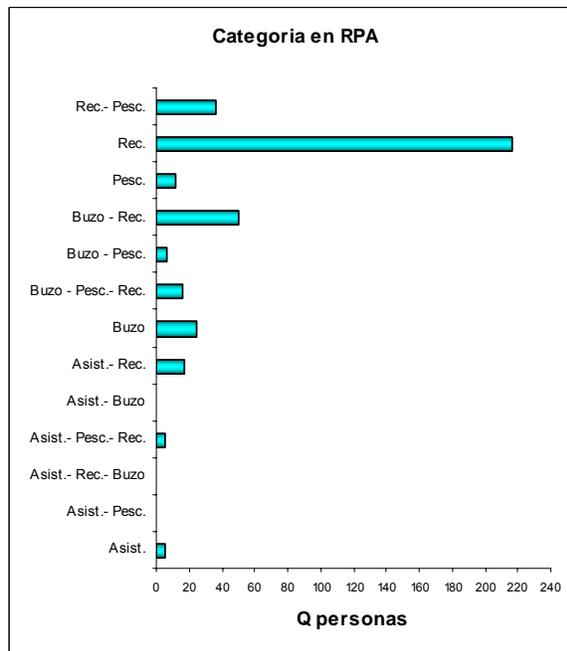
#### IV REGION

La IV Región de Coquimbo, involucrada en la pesquería de huiros, se extiende desde el Sector Punta de Choros hasta el varadero El Durazno al sur de Los Vilos. El acceso a la línea de la costa es a través de la Ruta 5 Norte concesionada, por lo que el acceso a la costa es tremendamente difícil. Los pocos accesos se deben hacer por terrenos privados, con permisos especiales que la mayoría de las veces son denegadas. Un buen ejemplo de lo anterior es la imposibilidad de acceder a la costa del sector de Huentelauquén, desde donde provienen parte significativa de la biomasa de algas pardas que se desembarca en las plantas picadoras de Socos y Ovalle. En otros sectores como Puerto Manso, Cta. Maitencillo y Palo Colorado, el ingreso ha estado restringido durante los últimos 6 meses. El acceso de los equipos de trabajo de la UCN está mediado además, por la voluntad de los pescadores artesanales, quienes utilizan esto como un medio de presión ante las autoridades pesqueras. Esto es la principal dificultad para este tipo de estudios principalmente en el sector comprendido entre La Cebada y Los Vilos, donde las agrupaciones de pescadores artesanales se han negado sistemáticamente a colaborar con este estudio y con otros estudios similares. Otra situación se da en el sector de Cta. Totoral con fuerte actividad algal, el cual por estar dentro de terrenos de la Armada de Chile su acceso ha sido posible solo durante la campaña de invierno de 2006. Las diversas actividades de la Armada hacen negar su permiso de acceso.

Los recolectores registrados en la costa de la IV Región son 471 personas, quienes en su mayoría (83%) se registran como recolectores en los RPA del SERNAPESCA (**Fig. 19**). No obstante lo anterior, existen otras categorías como buzos, buzos recolectores, asistentes de buzo, pescador, entre otras (**Fig. 20**).

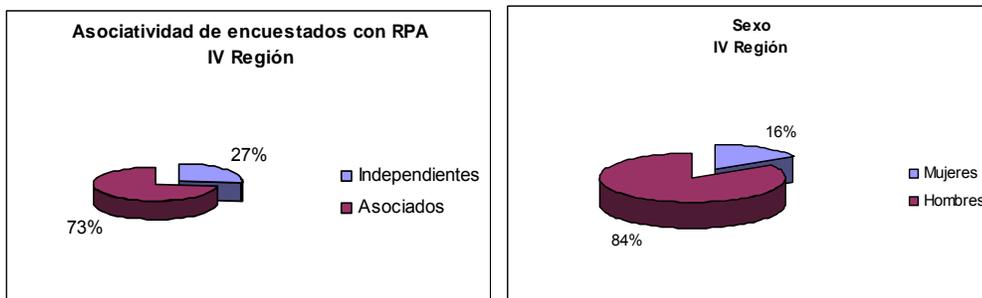


**Figura 19.** Distribución porcentual de recolectores y cosechadores de algas con y sin Registro de Pesca Artesanal en la IV Región.



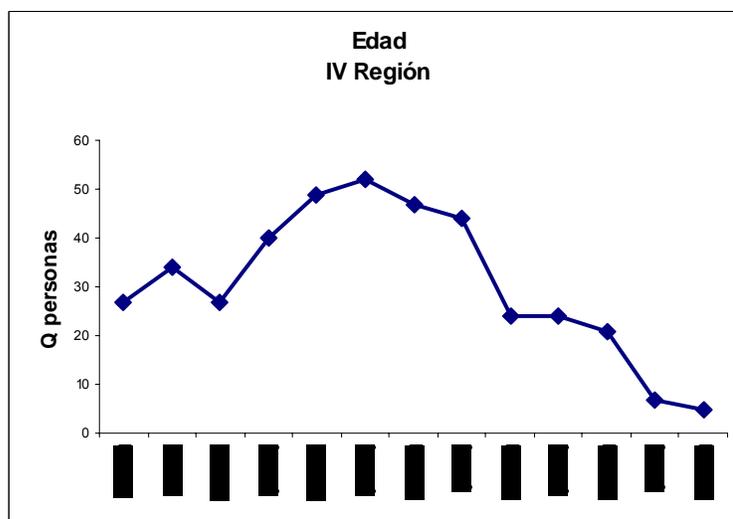
**Figura 20.** Distribución de categoría de RPA de los cosechadores y algueros de la IV Región.

Aún cuando la mayoría de los pescadores artesanales con RPA pertenecen a alguna asociación gremial o sindicato, un porcentaje no menor (27%) son trabajadores independientes no asociados (**Fig. 21**). Las asociaciones gremiales y sindicatos del sur de la IV Región han instruido a sus asociados para no entregar información a proyectos como el que se informa. Esto es una medida de presión, orientada a captar recursos que según su interpretación debieran ser dirigidos directamente a los pescadores artesanales, y no hacia estudio de los recursos marinos costeros. Según su interpretación, las universidades se “enriquecen” con este tipo de proyectos, además que no tienen información del resultado de estos estudios.



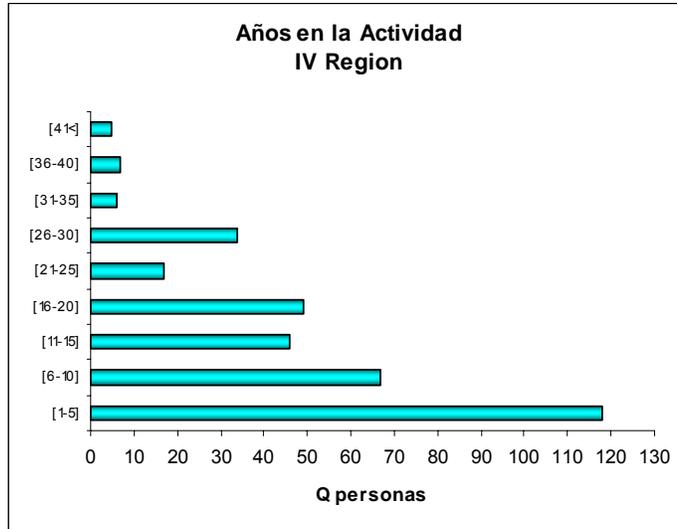
**Figura 21.** Distribución del tipo de asociatividad y distribución por sexo de los cosechadores y algueros de la IV Región.

Un análisis de género muestra que la mujer tiene una participación menor en esta pesquería, donde el 84% de los participantes activos son hombres (**Fig. 21**). El grupo etario de mayor representatividad en la actividad de cosecha y recolección de algas pardas en la IV Región es el comprendido entre los 30 y 55 años (**Fig. 22**). Sin embargo, también hay participación de jóvenes y de adultos mayores.



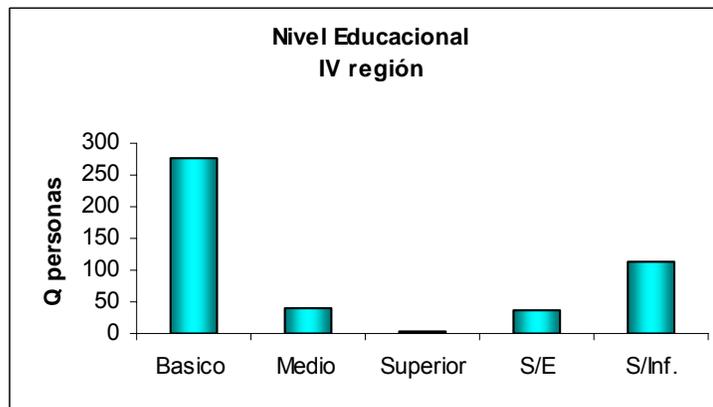
**Figura 22.** Distribución etaria de los recolectores y cosechadores encuestados en la IV Región.

La mayor cantidad de pescadores artesanales en esta pesquería es de incorporación reciente, durante los últimos 5 años (**Fig. 23**). Sin embargo hay recolectores que demuestran actividad de más de 40 años en la recolección y cosecha de estos recursos hidrobiológicos.



**Figura 23.** Años de actividad de los recolectores y cosechadores de Algas pardas por grupo etario encuestados en la IV Región.

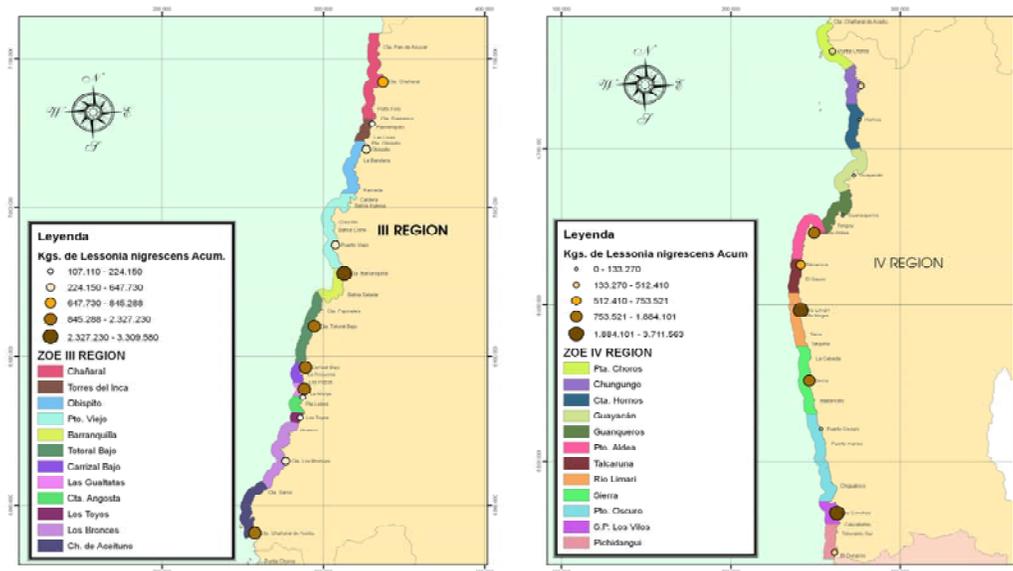
Como es característico en esta pesquería de alta marginalidad y riesgo social, el nivel de escolaridad es bajo (**Fig. 24**), donde la mayoría cuenta con educación básica incompleta o no tiene educación formal grupo que alberga gran cantidad de analfabetos.



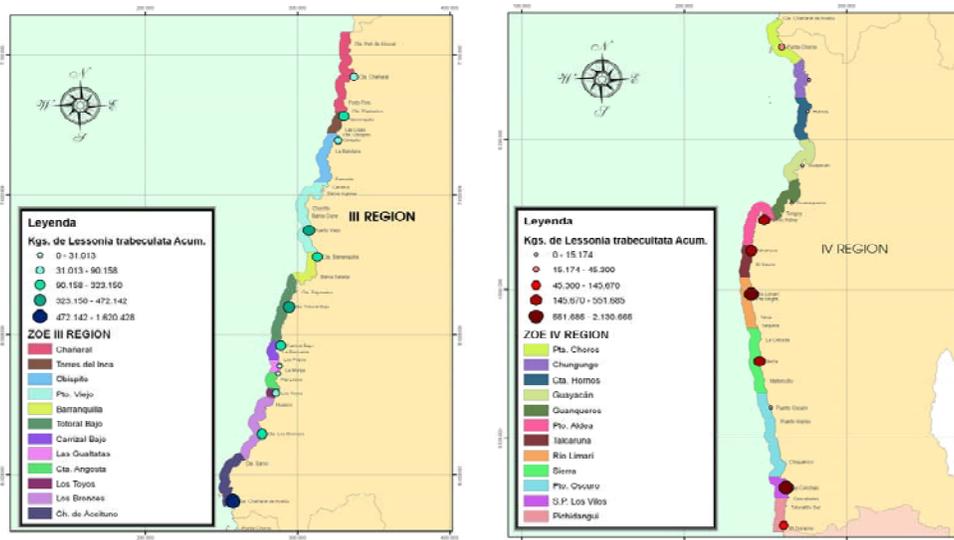
**Figura 24.** Nivel educacional de los recolectores y cosechadores de algas pardas encuestados en la IV Región.

#### 5.2.2.1 Sistema de Información Geográfico (SIG) para la base de datos.

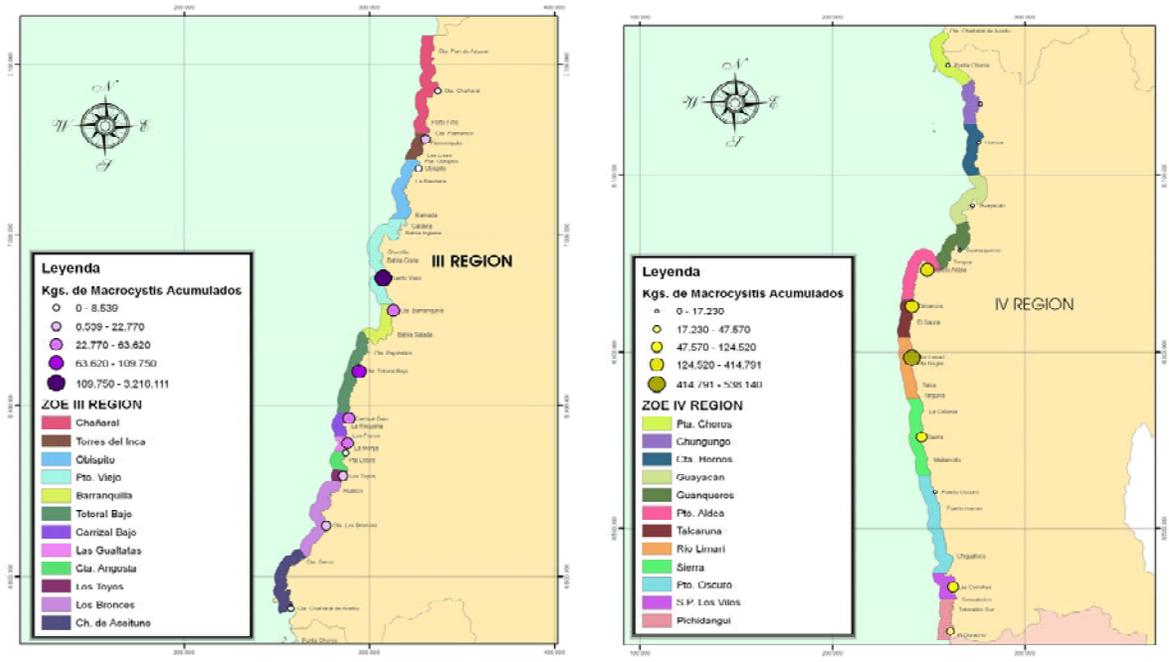
La base de datos se actualizó hasta el mes de diciembre 2007. El sistema de información geográfico (SIG) está en continua implementación, la cual es presentada en informes en el portal [www.algaspardas.cl](http://www.algaspardas.cl). Las **Figuras 25 a 31** corresponden a imágenes SIG, que resumen: concentración de extractores, volúmenes de cosecha y recolección, plantas picadoras, centros de cultivo de abalón en la III y IV Región.



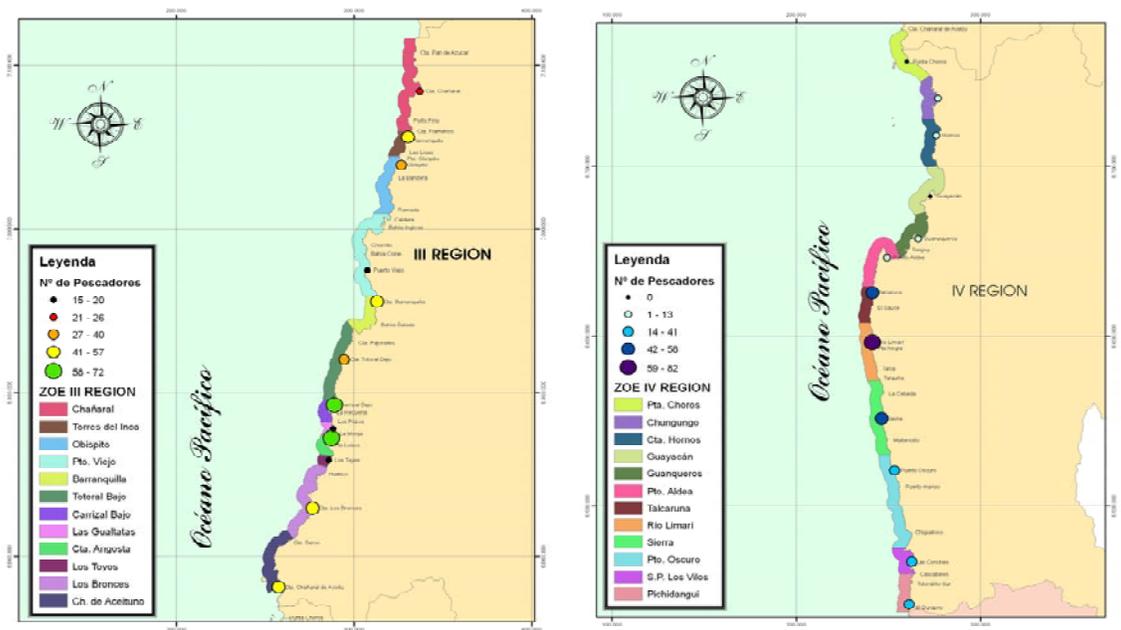
**Figura 25.** Caracterización del esfuerzo pesquero por Región. Desembarque de *Lessonia nigrescens* desde cada zona de operación extractiva (ZOE).



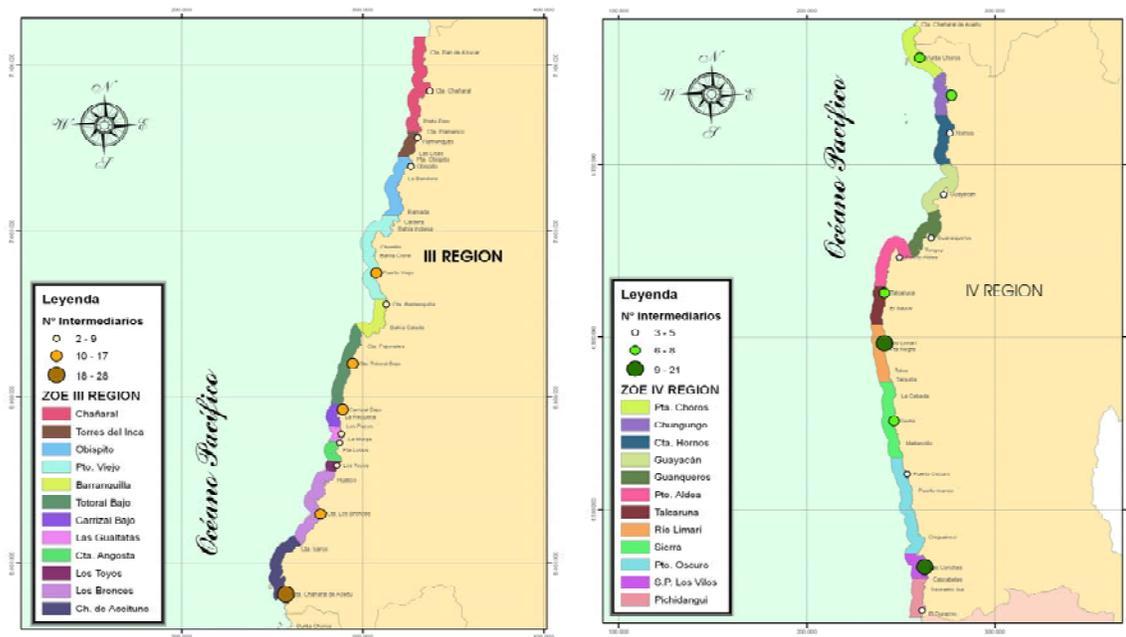
**Figura 26.** Caracterización del esfuerzo pesquero por Región. Desembarque de *Lessonia trabeculata* desde cada zona de operación extractiva (ZOE).



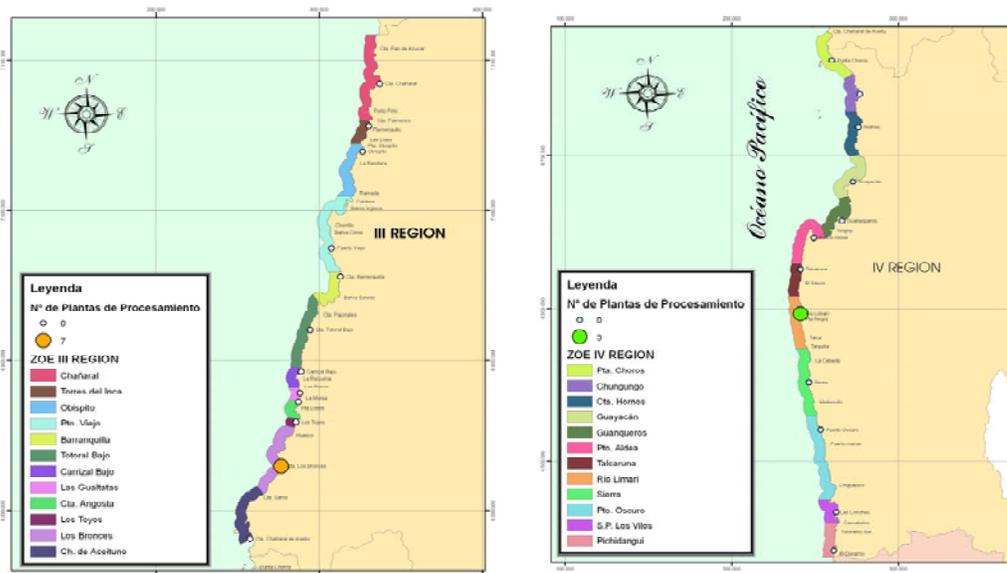
**Figura 27.** Caracterización del esfuerzo pesquero por Región. Desembarque de *Macrocyctis integrifolia* desde cada zona de operación extractiva (ZOE).



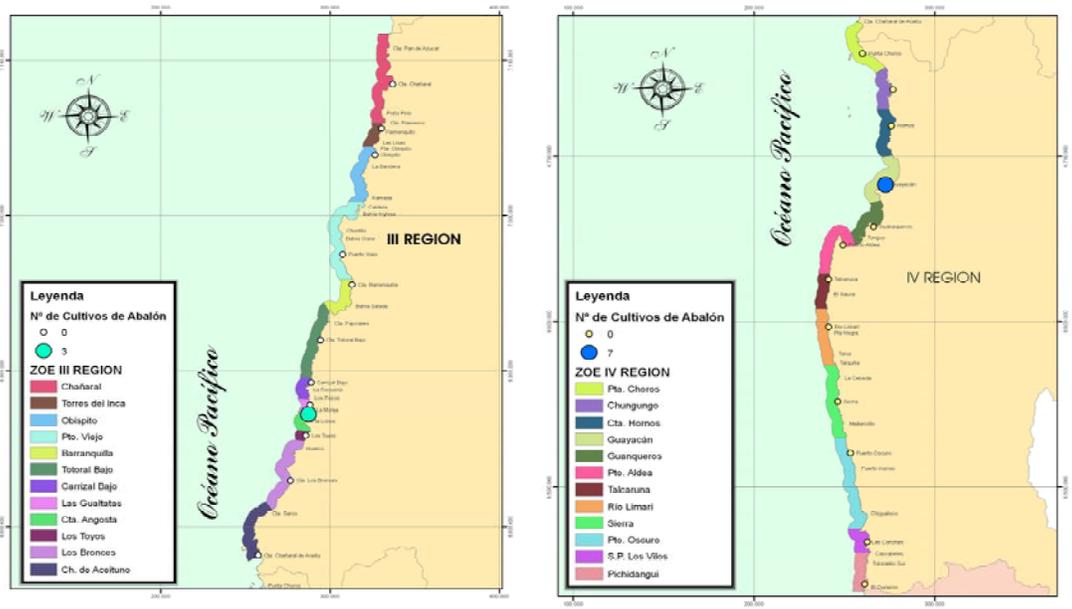
**Figura 28.** Caracterización del esfuerzo pesquero por Región. Número de pescadores usuarios del recurso alga pardas desde cada zona de operación extractiva (ZOE).



**Figura 29.** Caracterización del esfuerzo pesquero por Región. Número de intermediarios usuarios del recurso alga pardas desde cada zona de operación extractiva (ZOE).



**Figura 30.** Caracterización del esfuerzo pesquero por Región. Número de Plantas de picado del recurso alga pardas en cada zona de operación extractiva (ZOE).



**Figura 31.** Caracterización del esfuerzo pesquero por Región. Número de centro de cultivo de abalón que ocupa el recurso alga pardas como alimento en cada zona de operación extractiva (ZOE).

### **5.3 Objetivo 3. DETERMINAR EL GRADO DE INTERVENCIÓN DE LOS PRINCIPALES BOSQUES DE *L. NIGRESCENS*, *L. TRABECULATA* Y *M. INTEGRIFOLIA* (Y SU COMUNIDAD ASOCIADA).**

#### **5.3.1 Caracterización de las Áreas de Estudio de Algas Pardas: Selección de las Praderas Intervenidas y No Intervenidas de *Lessonia* spp y *Macrocystis integrifolia*.**

#### **III REGION**

**Isla Grande de Atacama (Caleta Cisnes):** El área de estudio corresponde a Isla Grande de Atacama frente a Caleta Cisnes. Hacia el lado oeste y en la cabecera sur de la Isla Grande, los ambientes costeros están caracterizados por islotes, farellones y plataformas rocosas muy expuestas al oleaje. En contraste, hacia el lado este y en la cabecera norte los ambientes costeros están compuestos por plataformas rocosas, islotes y farellones que varían en exposición entre ambientes expuestos a protegidos al oleaje. Hacia el noreste de la Isla hay una playa de bolones. Esta área de estudio es parte del Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU) Isla Grande de Atacama. Además, el sitio de estudio (27°14'26"S - 70°58'09"W), esta dentro del Área de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) del Sindicato de Buzos Mariscadores de Caleta Cisnes. Alrededor de toda la Isla, un cinturón de *Lessonia nigrescens* caracteriza el intermareal rocoso. La extensión vertical y la abundancia relativa de *L. nigrescens* es variable dependiendo del grado de inclinación de las rocas y de la exposición al oleaje. El cinturón de *L. nigrescens* es estrecho en farellones y paredones rocosos muy expuestos al oleaje, mientras que en plataformas rocosas, roqueríos e islotes el cinturón alcanza las mayores extensiones verticales. Hacia el noreste de la Isla, la población intermareal de *L. nigrescens* se proyecta hacia el submareal a lo largo de una plataforma rocosa submarina que corre perpendicular a la Isla, entre los 2 y 5 m de profundidad. Las plantas de *L. nigrescens* son paulatinamente reemplazadas por plantas de *Lessonia trabeculata* hasta los 5-10 m de profundidad. Por sobre los 10 m y hasta los 20-25 m de profundidad, o cuando el sustrato rocoso es reemplazado por sustrato arenoso, praderas de *Lessonia trabeculata* caracterizan el submareal.

En el área de estudio no se detectaron plantas o huerales de *Macrocystis integrifolia*, coincidiendo con los resultados de prospecciones anteriores. Sin embargo, durante el 2002, se documentó la presencia de huerales intermareales y submareales de *M. integrifolia* en la cabecera norte de Isla Grande.

Ninguna actividad extractiva de algas pardas se desarrolla en la Isla, lo cual permite utilizar esta área de estudio como una situación control referencial con respecto a otras áreas donde se esta desarrollando recolecta o cosecha de algas pardas. Además, distintos estudios han sido realizados anteriormente en la Isla, los cuales podrán ser utilizados como una línea base para comparaciones temporales de la abundancia de algas pardas en áreas con y sin cosecha directa.

Hacia el sur de Caleta Cisnes, se evaluó estacionalmente el varadero ubicado en las playas continentales frente a la isla Chata. Este varadero es trabajado por recolectores de orilla residentes en el sector.

**Caleta Chascos:** Esta área de estudio se ubica en la Ensenada de San Pedro (27°40'45" S - 71°00'33" W), que es parte del sistema de bahías ubicada al noreste de Punta Cachos. Los ambientes litorales de esta ensenada, protegidos al oleaje, están compuestos por plataformas rocosas y playas de bolones interrumpidas por fondos arenosos que dominan el paisaje submarino. Ninguna planta de *L. nigrescens* fue observada en los ambientes intermareales. Desde el intermareal bajo hasta los 5 m de profundidad, alrededor de toda la ensenada, una pradera de *Macrocystis integrifolia* habita los fondo rocoso. Aunque, en algunos sectores con roqueríos submarinos, entre los 10 y 15 m de profundidad, algunas plantas de *Lessonia trabeculata* conforman praderas de baja densidad en forma de parches de distribución discontinua.

Este sitio de estudio fue seleccionado porque: 1). la pradera de *M. integrifolia* es una de las más grandes de la Región; 2). La pradera está ubicada en un área de libre acceso a la pesquería; 3). Esta población produce casi la totalidad del alga parda desembarcada para alimentar los abalones de cultivo en Caldera; 4). Estudios anteriormente realizados pueden ser utilizados como una línea base para detectar tendencias temporales de la abundancia de *M. integrifolia*.

**Caleta Totoral Bajo:** El área de estudio de Caleta Totoral Bajo se ubica entre el sector denominado los Islotes de Las Gaviotas (27°52'25" S - 71°05'57" W) y Punta Peña Blanca (27°45'25" S - 71°03'50" W). En esta área de estudio se ubican tres AMERBs solicitadas por el Sindicato de Buzos Mariscadores de Caleta Totoral Bajo. El litoral del área de estudio esta caracterizada por una costa rocosa muy expuesta al oleaje, interrumpida por pequeñas radas con playas de bolones o arenas blancas que genera ambientes semi-expuestos o protegidos al oleaje. El intermareal bajo de la costa rocosa expuesta al oleaje esta caracterizado por un cinturón de *Lessonia nigrescens*. La extensión vertical y la abundancia relativa de *L. nigrescens* es variable dependiendo del grado de inclinación de las rocas y de la exposición al oleaje. El cinturón de *L. nigrescens* esta ausente en las playas protegidas de bolones y es estrecho en los farellones y paredones rocosos muy expuestos al oleaje; mientras que en plataformas rocosas y playas de bolones expuestas al oleaje el cinturón alcanza las mayores extensiones verticales. En algunas radas protegidas al oleaje se ubican poblaciones de *Macrocystis integrifolia* (e.g. El pedregal y varadero del Diablo) sobre plataformas y bolones rocosos someros entre 1 a 5 m de profundidad. En algunos sectores, particularmente en pozas de mareas, las plantas de *M. integrifolia* coexisten con plantas de *L. nigrescens* y/o *L. trabeculata*. En los ambientes sublitorales del área de estudio, los huirales de *Lessonia trabeculata* presentan un patrón de distribución segregada en forma de parches, desde los 0-5 m hasta los 15-20 m de profundidad. Estos patrones espaciales de distribución de *L. trabeculata* son una consecuencia del calentamiento de las aguas durante El Niño 1997-1998, que generó grandes mortalidades en el área de estudio. La extensión batimétrica de los fondos blanqueados sin algas pardas

es variable, con un ancho que depende de la presencia/ausencia de huirales de *L. trabeculata* y de la batimetría de la costa. En presencia de huirales de *L. trabeculata*, los fondos blanqueados se extienden desde el intermareal hasta los 5 m de profundidad, mientras que en ausencia de los huirales pueden alcanzar fondos hasta 15-20 m de profundidad.

El área de estudio, en general, es un varadero natural que continuamente descarga plantas de *L. nigrescens*, *L. trabeculata* y *M. integrifolia* a las playas rocosas. Sin embargo, es en las radas o “varaderos” donde el acopio de algas varadas aumenta significativamente. Por esta razón es que se está realizando el seguimiento de varaderos en esta área de estudio. En el área de estudio, además, el sindicato de Caleta El Totoral tiene contemplado dentro de sus recursos objetivos del AMERB a *Lessonia nigrescens*, con un Plan de Manejo y Explotación que lleva al menos tres años. En contraste, fuera del AMERB la cosecha de *L. nigrescens* se realiza sin ningún plan de manejo. Ambas situaciones contrastantes de la actividad de cosecha de *L. nigrescens* fuera y dentro del AMERB permite realizar comparaciones de la presión de explotación entre áreas de libre accesos y áreas que presentan un Plan de Manejo y Explotación (AMERB). *Lessonia trabeculata* y *Macrocystis integrifolia* no están siendo cosechadas con herramientas extractivas, y solo el material varado es utilizado para la venta. Finalmente, fuera y dentro del AMERB se están realizando distintos experimentos de cosecha ejecutados por el equipo de trabajo del Laboratorio de Biodiversidad y Ecología Costera, Departamento de Biología Marina de la Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Católica del Norte en conjunto con el Sindicato de trabajadores independientes Caleta Totoral quienes han solicitado la administración de las AMERB TOTORAL SECTOR A, B y C.

**Caleta Angosta:** El área de estudio de Caleta Angosta corresponde al sector ubicado entre Caleta Angosta (28°15'08”S - 71°09'56”W) y Caleta Punta Lobos (28°17'25”S - 71°10'53”W). El litoral del área de estudio esta caracterizada por ambientes expuestos al oleaje. La costa es desmembrada con islotes, roqueríos y barras rocosas que corren perpendiculares al litoral generando numerosas pozas de mareas. Además pequeñas ensenadas con playas de bolones y/o arena aumentan la heterogeneidad de la costa produciendo ambientes protegidos al oleaje. Un cinturón continuo de *Lessonia nigrescens* caracteriza el intermareal bajo de la costa rocosa expuesta. La extensión vertical y la abundancia relativa de *L. nigrescens* es variable dependiendo del grado de inclinación de la roca y de la exposición al oleaje. El cinturón de *L. nigrescens* es estrecho en los farellones y paredones rocosos muy expuestos al oleaje, mientras que en plataformas rocosas y roqueríos expuestos al oleaje el cinturón alcanza las mayores extensiones verticales. En las pozas de mareas producidas por las barras e islotes que corren perpendiculares a la costa, entre 1 y 5 m de profundidad, se ubica una población de *Macrocystis integrifolia* sobre plataformas rocosas, roqueríos y bolones. En algunos sectores, dependiendo de la profundidad y de la exposición al oleaje, la pradera de *M. integrifolia* es interrumpida por parches formados por plantas submareales de *Lessonia nigrescens* y el comienzo de la pradera de *Lessonia trabeculata*. En los ambientes rocosos submareales del área de estudio, hasta los 20-30 m de

profundidad, *L. trabeculata* forma una pradera continua sobre sustrato rocoso estable. En sectores protegidos al oleaje, la distribución batimétrica de *L. trabeculata* comienza en las pozas de marea, mientras que en sectores más expuestos el límite superior de la pradera se ubica aproximadamente entre 2 y 5 m de profundidad. El límite inferior de la pradera generalmente está determinado por la discontinuidad del sustrato rocoso estable, y el comienzo de los fondos blandos dominados por arena. El ancho del bosque depende de la inclinación del fondo rocoso y en algunos sectores puede alcanzar hasta los 30 m de profundidad, mientras que en otros sectores la pradera no sobrepasa los 100 m de longitud.

Al igual que para Cta. Totoral Bajo, esta área de estudio es un varadero natural que continuamente descarga plantas de *L. nigrescens*, *L. trabeculata* y *M. integrifolia* a las playas rocosas. Sin embargo, es en las ensenadas o “varaderos” donde el acopio de algas varadas aumenta significativamente. Por esta razón es que se realizó el seguimiento de varaderos en esta área de estudio. En el área de estudio, además, los algueros tienen distribuidos informalmente los varaderos a lo largo de la costa recolectando y realizando distintas metodologías de “manejo y cosecha” de *Lessonia nigrescens*. En algunos sectores de “libre acceso”, la cosecha de *Lessonia nigrescens* se realiza sin regulación pesquera, en cambio en otros sectores de “libre acceso” administrados por los algueros residentes del sector se realiza recolección de algas varadas y actividades de cosecha de *Lessonia nigrescens* cada seis meses, extrayendo las plantas por sobre los 20 cm de diámetro del disco basal. Esto, permite contrastar la presión de pesca entre áreas de libre acceso no reguladas *versus* áreas de libre acceso reguladas por los algueros residentes que proponen un Plan de Manejo y Explotación “artesanal” producto de la experiencia propia de los recolectores.

Las praderas de *Lessonia trabeculata* fueron explotadas intensamente durante el período 2002-2004, aunque todavía se realizan cosecha, los volúmenes barreteados son relativamente menores. Las praderas de *Macrocystis integrifolia* no están siendo cosechadas con herramientas extractivas, y solo el material varado es utilizado para la venta. En el área de estudio se están realizando distintos experimentos de cosecha ejecutados por el equipo de trabajo del Laboratorio de Biodiversidad y Ecología Costera, Departamento de Biología Marina de la Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Católica del Norte en conjunto con algueros que administran informalmente algunos sectores o “varaderos” a lo largo de la costa.

Las plantas picadoras del norte de Chile, y en especial de III y IV Región han cerrado el poder comprador de *Lessonia trabeculata* barreteada (por cosecha directa). Estas plantas muestran muy bajos rendimientos post-secado, los que incrementan significativamente los precios de compra, y en consecuencia, la rentabilidad de este recurso cuando es cosechado por buzos mariscadores.

#### IV REGION

**Isla Choros e Isla Damas (Caleta Punta Choros):** El área de estudio corresponde a Isla Choros e Isla Damas, que forman parte de un AMCP-MU en proyecto. Los sitios de estudio (29°15'32"S - 71°32'06"W) para la evaluación de *Lessonia nigrescens* y *Lessonia trabeculata* están ubicados en Isla Choros, dentro de un AMERB solicitado por el Sindicato de Buzos Mariscadores de Caleta Punta Choros. En cambio, el sitio de estudio para la evaluación de *Macrocystis integrifolia* está ubicado en Isla Damas (29°14'08"S - 71°31'12"W). Alrededor de Isla Choros, un cinturón de *Lessonia nigrescens* caracteriza el intermareal rocoso, con una extensión vertical y abundancia relativa variable dependiendo del grado de inclinación de las rocas y de la exposición al oleaje. En la cabecera sur y lado oeste de la Isla, caracterizados por ambientes muy expuestos al oleaje, el cinturón de *L. nigrescens* es estrecho en farellones y ancho en plataformas y paredones rocosos. En contraste, en la cabecera norte y en el lado este de la Isla, los ambientes varían entre expuestos y protegidos al oleaje; y sobre islotes, plataformas rocosas y roqueríos el cinturón de *L. nigrescens* alcanza las mayores extensiones verticales. Hacia el noreste de la Isla, frente a la playa, una población de *M. integrifolia* se ubica sobre roqueríos entre 1 y 8 m de profundidad. En el submareal, *L. trabeculata* conforma una pradera submareal que rodea la Isla entre los 5-10 m y los 20-25 m de profundidad, o hasta cuando el sustrato rocoso es reemplazado por sustrato arenoso.

Alrededor de Isla Damas, el cinturón de *L. nigrescens* caracteriza el intermareal rocoso, con una extensión vertical y abundancia relativa que depende del grado de inclinación de las rocas, de la exposición al oleaje y de la presencia de *M. integrifolia*. En la cabecera sur y hacia los lados sureste y suroeste de la Isla, caracterizados por ambientes semi- expuestos al oleaje, el cinturón de *L. nigrescens* sobre las plataformas y roqueríos es estrecho. Desde la franja intermareal baja hasta los 8-10 m de profundidad, una pradera de *M. integrifolia* habita los roqueríos submarinos. En la cabecera norte hacia el lado noroeste de la Isla, los ambientes aumentan en exposición y la pradera de *M. integrifolia* presenta discontinuidades, siendo reemplazado por praderas en parches formada por plantas de *L. trabeculata*, aumentando en abundancia hacia la cabecera norte de la isla. La población de *M. integrifolia* ubicada en la cabecera sur de Isla Damas se distribuye desde el intermareal hasta los 8 m de profundidad, esta siendo evaluada. Ninguna actividad extractiva de algas pardas se desarrolla en las Islas, lo cual permite utilizar estas áreas de estudio como una situación control referencial con respecto a otras áreas donde se está desarrollando recolecta o cosecha de algas pardas. Además, distintos estudios han sido realizados anteriormente en estas islas, los cuales podrán ser utilizados como una línea base para comparaciones temporales de la abundancia de algas pardas en áreas con y sin cosecha directa.

**Lagunillas:** El área de estudio comienza por el sur en el sector de Piedra Blanca (30°06'01"S - 71°22'51"W) y llega por el norte hasta cerca de playa El Francés (30°05'38"S - 71°22'56"W). El sitio de estudio está ubicado en el límite sur del AMERB del Sindicato de Buzos Mariscadores de Caleta Totoralillo centro.

Los ambientes intermareales están compuestos por plataformas, farellones, islotes, roqueríos, barras y playas de bolones, muy expuestos al oleaje. En el intermareal bajo del área de estudio se forma un cinturón continuo de *L. nigrescens*, con extensión vertical y abundancia relativa que depende del grado de inclinación de la roca y de la exposición al oleaje. La extensión y abundancia de algas pardas aumenta en roqueríos, barras y plataformas rocosas expuestas al oleaje. En el submareal, *L. trabeculata* conforma una pradera continua a lo largo de la costa entre los 0-5 m y los 25-30 m de profundidad. Playa El Francés, un sector protegido al oleaje, es el único sector del área de estudio donde ha sido descrita una la presencia de plantas *M. integrifolia* sobre plataformas y bolones rocosos someros entre 1 a 5 m de profundidad.

En esta área de estudio, una cosecha intensiva de *L. nigrescens* fue realizada en primavera del 2005. Además, en este sector y desde esa misma fecha se ha realizado continuas cosechas de frondas de *L. trabeculata* para utilizarlas como alimento para abalones de cultivo. Esta cosecha de algas pardas intermareales y submareales realizada por los algueros sirve como un experimento de cosecha sin mediación de los ejecutores, la cual puede ser monitoreada en el tiempo evaluando los efectos poblacionales y comunitarios.

**Caleta El Totoral:** El área de estudio corresponde al sector ubicado hacia el sur de la Caleta El Totoral (30°22'35"S - 71°40'28"W) hasta Caleta San Lorenzo (30°20'35"S - 71°40'49"W), con la proyección de incluir además el sector de Talcaruca. En el área de estudio esta inserta el AMERB del Sindicato de Buzos Mariscadores de Caleta el Totoral. Además, los terrenos aledaños a la costa del área de estudio pertenecen a la Armada de Chile, institución que restringe totalmente el acceso a civiles. El litoral del área de estudio esta caracterizado por ambientes muy expuestos al oleaje. La costa presenta plataformas, farellones, roqueríos e islotes interrumpidos por pequeñas ensenadas con playas de bolones que producen ambientes protegidos al oleaje. En el intermareal bajo de la costa rocosa, *L. nigrescens* forma un cinturón continuo que varía en extensión vertical y abundancia relativa dependiendo del grado de inclinación de la roca y de la exposición al oleaje. En farellones y paredones rocosos muy expuestos al oleaje el cinturón de *L. nigrescens* es estrecho y algunas plantas de *Durvillaea antarctica* pueden ser observadas. En plataformas rocosas y playas de bolones expuestas y semi-expuestas al oleaje, la distribución vertical y abundancia de *L. nigrescens* es significativamente mayor. En los sectores protegidos al oleaje (e.g. pozas de mareas producidas por islotes y barras rocosas; pequeñas ensenadas), se ubican poblaciones o parches de *Macrocystis integrifolia* en el submareal somero rocoso desde el intermareal hasta los 3-5 m de profundidad. En las pozas de marea *L. nigrescens* puede coexistir con *L. trabeculata* y *M. integrifolia*. En el submareal las praderas de *L. trabeculata* forman un continuo a lo largo del área de estudio, interrumpida en algunos sectores por parches de arena y fondos rocosos blanqueados. La población de *Lessonia trabeculata* comienza en las pozas de marea o a los 2-4 m de profundidad dependiendo de la exposición al oleaje, y puede alcanzar hasta los 25-30 m de profundidad, dependiendo de la disponibilidad de sustrato rocoso.

El área de estudio, es un varadero natural que continuamente descarga plantas de *L. nigrescens*, *L. trabeculata* y *M. integrifolia* a las playas rocosas. Sin embargo, es en las radas o “varaderos” donde el acopio de algas varadas aumenta significativamente, y se está realizando el seguimiento de estos varaderos. El sindicato de Caleta El Totoral tiene contemplado dentro de los recursos objetivos del AMERB a las algas pardas, con un Plan de Manejo y Explotación que lleva varios años. El aislamiento geográfico del área de estudio permite que fuera del AMERB la cosecha de *Lessonia nigrescens* sea realizada por los mismos pescadores, pero durante todo el año. Las actividades de cosecha dentro versus fuera del AMERB, junto al interés por los propios pescadores en formular un plan de manejo y explotación para las tres especies de algas pardas, permite realizar contrastes entre distintas presiones de explotación realizada por las mismas personas. *Lessonia trabeculata* y *Macrocystis integrifolia* están siendo cosechadas con distintas herramientas extractivas las cuales deben ser evaluadas a través de experimentos *in situ*. Para esto, fuera y dentro del AMERB se realizaron distintos experimentos de cosecha ejecutados por el equipo de trabajo del Laboratorio de Biodiversidad y Ecología Costera, Departamento de Biología Marina de la Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Católica del Norte en conjunto con el Sindicato de Trabajadores Independientes Caleta El Totoral.

**Caleta Talquilla:** El área de estudio corresponde al sector Isla de Los Pájaros o Punta Brava (30°50'27”S - 71°41'28”W) hasta el sector denominado Punta Talquilla (30°52'50”S - 71°40'49”W). El área de estudio considera el AMERB del Sindicato de Buzos Mariscadores de Caleta Talquilla. El sitio de estudio, sin embargo, está ubicado fuera del límite norte del AMERB. El litoral del área de estudio está caracterizada por ambientes muy expuestos al oleaje. La costa es desmembrada con islotes, roqueríos y barras rocosas que corren de manera perpendicular generando extensas áreas con pozas de mareas. Pequeñas radas con playas de bolones o arena aumentan la heterogeneidad de la costa produciendo ambientes protegidos al oleaje. En el intermareal bajo de la costa rocosa, *Lessonia nigrescens* forma un cinturón continuo que varía en extensión vertical y abundancia relativa dependiendo del grado de inclinación de la roca y de la exposición al oleaje. En las pozas de mareas producidas por la Isla Talquilla (30°50'30”S; 71°41'22”W), una extensa barra rocosa y el continente, se ubica una población de *Macrocystis integrifolia* sobre plataformas submarinas hasta los 4-5 m de profundidad. La heterogeneidad del área de estudio también permite que en algunos sectores, se formen poblaciones mixtas de *M. integrifolia*, *L. nigrescens* y *L. trabeculata*. En el submareal las praderas de *L. trabeculata* forman un continuo a lo largo del área de estudio. La distribución vertical de *L. trabeculata* comienza en las pozas de marea o a los 2-4 m de profundidad dependiendo de la exposición al oleaje y llega hasta los 25-30 m de profundidad, o cuando el sustrato rocoso es reemplazado por sustrato arenoso.

El área de estudio, en general, es un varadero natural que continuamente descarga plantas de *L. nigrescens*, *L. trabeculata* y *M. integrifolia* a las playas rocosas. Sin embargo, es en las ensenadas o “varaderos” donde el acopio de algas varadas aumenta significativamente. Por esta razón es que se está

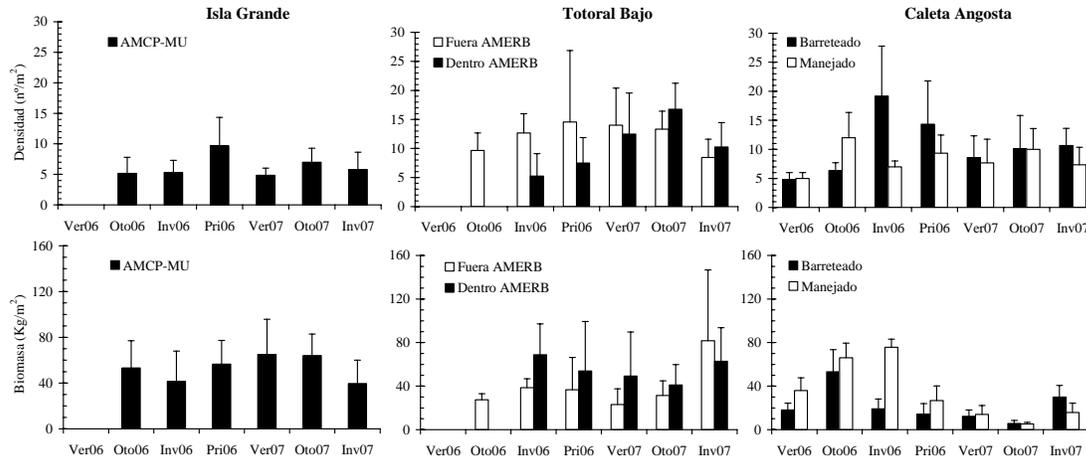
realizando el seguimiento de varaderos en esta área de estudio. En el área de estudio, además, el sindicato de Caleta Talquilla tiene contemplado dentro de sus recursos objetivos de manejo a *L. nigrescens*, con un Plan de Manejo y Explotación que comienza este año. En contraste, fuera del AMERB la cosecha de *L. nigrescens* se realiza sin un plan de manejo y explotación. Esta situación de la actividad de cosecha de *L. nigrescens* fuera y dentro del AMERB, permite realizar contrastes de la presión de explotación entre áreas de libre accesos versus el AMERB que contempla un Plan de Manejo y Explotación. *Lessonia trabeculata* y *M. integrifolia* no están siendo cosechadas y solo el material varado es utilizado para la venta. Finalmente, fuera del AMERB se realizaron distintos experimentos de cosecha ejecutados por el equipo de trabajo del Laboratorio de Biodiversidad y Ecología Costera, Departamento de Biología Marina de la Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Católica del Norte.

Un muestreo sistemático de las cosechas de *Lessonia nigrescens* en terreno y en plantas de picado, muestra que los pescadores están privilegiando en sus cosechas, plantas mayores de 20 cm de diámetro basal del disco de adhesión.

### **5.3.2 Evaluación no Destructiva de las Praderas de Algas Pardas.**

***Lessonia nigrescens***: En la III Región, los patrones temporales de la densidad y biomasa de *Lessonia nigrescens* dependen de las medidas administrativas o del interés de los usuarios en conservar el recurso (**Fig. 32**).

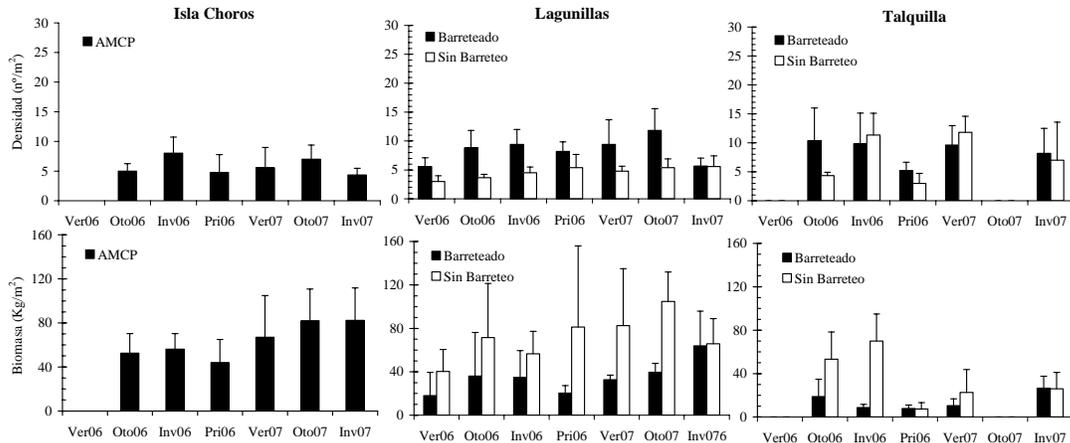
En Isla Grande de Atacama, ubicada dentro de un AMCP-MU, la densidad de plantas y la producción de biomasa se mantienen estables durante el período de estudio (**Fig. 32**). En Totoral Bajo, la densidad de plantas dentro del AMERB es menor que en las áreas de libre acceso (fuera del AMERB); mientras que la producción de biomasa tiene una relación inversa, con una mayor producción dentro del AMERB en comparación con las áreas de libre acceso. La ejecución del Plan de Manejo y Explotación propuesto para la AMERB de Totoral Bajo, aunque produce un incremento en la abundancia de plantas en verano a niveles semejantes a los observados en las áreas de libre acceso mantiene los niveles de biomasa (**Fig. 32**), debido a la estrategia selectiva de cosecha. Por otro lado, incrementos en las varazones de algas (e.g. otoño 2007) disminuye la presión de cosecha, incidiendo directamente en el aumento de la productividad de la pradera (e.g. invierno 2007).



**Figura 32.** Variación estacional de la densidad y de la biomasa de *Lessonia nigrescens* en tres localidades de estudio en la III Región. Se contrastan sitios sin explotación (AMCP), sitios fuera y dentro de AMERB y sitios de libre acceso con barroteo y con manejo de los usuarios del recurso.

En Caleta Angosta, dos tipos de usuarios están presentes en los sectores de libre acceso, los que barrotean constantemente (“Barreteado”) y los que realizan una actividad de manejo histórico de las praderas con cosechas semestrales sobre plantas mayores a 20 cm de diámetro del disco basal (“Manejado”). En verano del 2006 se realizó una cosecha intensiva de *Lessonia nigrescens* en toda el área de estudio, con un efecto temporal sobre los patrones de abundancia del recurso dependiente del tipo de usuario. En los sectores constantemente barroteados, la densidad de plantas muestra un incremento en primavera 2006 y verano 2007, contrastando con las áreas manejadas por los propios usuarios donde la densidad de plantas presenta cambios estacionales (**Fig. 32**). La producción de biomasa, en cambio, presenta variabilidad estacional en el sector barroteado y un incremento temporal en el sector manejado por los propios usuarios, que finaliza cuando comienza una nueva cosecha en primavera 2006 y que persistió hasta otoño 2007 (**Fig. 32**). Las altas densidades están relacionadas con bajas producciones de biomasa debido principalmente al predominio de plantas reclutas y juveniles, mientras que altas biomasa se relacionan con bajas densidades por la presencia de plantas adultas de tamaño mayor a 15 cm de diámetro del disco.

En la IV Región, los patrones temporales de la densidad y biomasa de *L. nigrescens* también dependen de las medidas administrativas o del interés de los usuarios en conservar el recurso (**Fig. 33**).



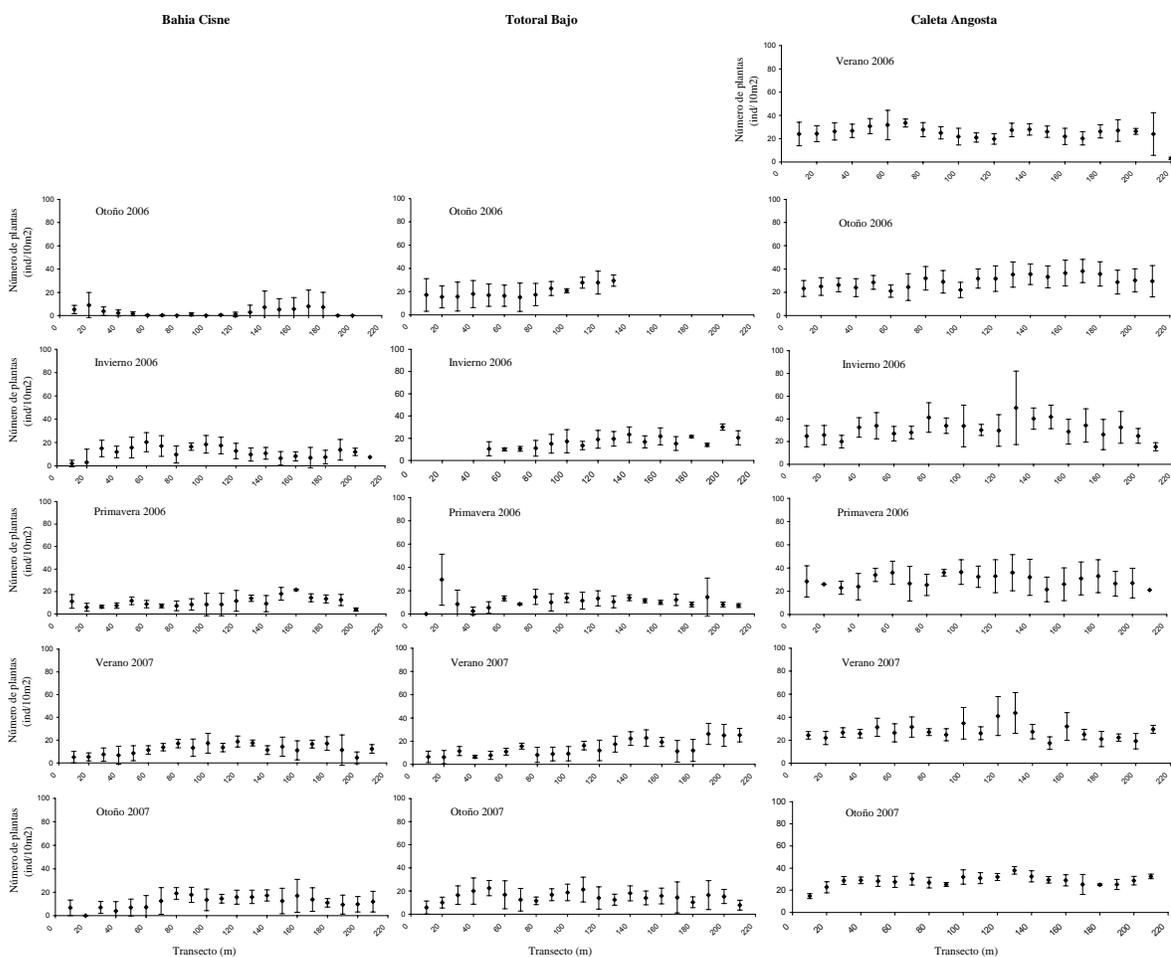
**Figura 33.** Variación estacional de la densidad y de la biomasa de *Lessonia nigrescens* en tres localidades de estudio en la IV Región. Se contrastan sitios sin explotación (AMCP), y sitios de libre acceso con barroteo y sin barroteo determinados por la accesibilidad a la cosecha del recurso. Nota: en Lagunillas el barroteo se realizó en octubre del 2005 y octubre del 2006.

En Isla Choros, ubicada dentro de un AMCP-MU, la densidad de plantas y la biomasa de *L. nigrescens* se han mantenido estables durante el período de muestreos. En Lagunillas, un área de libre acceso donde se realizaron actividades de barroteo en octubre del 2005 y octubre del 2006, los usuarios barrotearon sólo los sectores accesibles para realizar la cosecha y recolección de algas, evitando los sectores de alta exposición al oleaje o con fondos profundos, y los islotes ubicados costa afuera donde las plantas cosechadas son irrecuperables. Esto permitió realizar comparaciones *in situ* del efecto del barroteo. La densidad de plantas en las áreas barroteadas de Lagunillas es mayor que en las áreas sin barroteo; mientras que la producción de biomasa tiene una relación inversa, con una mayor biomasa en las áreas sin barroteo en comparación con las áreas barroteadas (**Fig. 33**). Durante el período de monitoreo en esta localidad, la productividad de la pradera o el restablecimiento de la población *Lessonia nigrescens* en el área barroteada alcanza los niveles normales o semejantes al sector no barroteado un año (o 12 meses) después de que lo usuarios efectuaron las actividades de cosecha en primavera del 2006 (**Fig. 33**).

En Talquilla, las áreas de libre acceso son barroteadas por los usuarios sólo en los sectores accesibles para realizar la cosecha y recolección de algas, evitando sectores de alta exposición al oleaje o con fondos profundos, y los islotes ubicados costa afuera. Al igual que en Lagunillas, esto permite realizar comparaciones *in situ* del efecto del barroteo. La densidad de plantas en las áreas barroteadas de Talquilla es mayor que en las áreas sin barroteo; mientras que la producción de biomasa tiene una relación inversa, con una mayor producción en las áreas sin barroteo en comparación con las barroteadas (**Fig. 33**). Sin embargo, en primavera 2006, los sectores seleccionados como barroteados y sin barroteo para monitorearlos fueron barroteados intensamente produciendo tendencias similares en la densidad y biomasa de las plantas entre verano e invierno 2007.

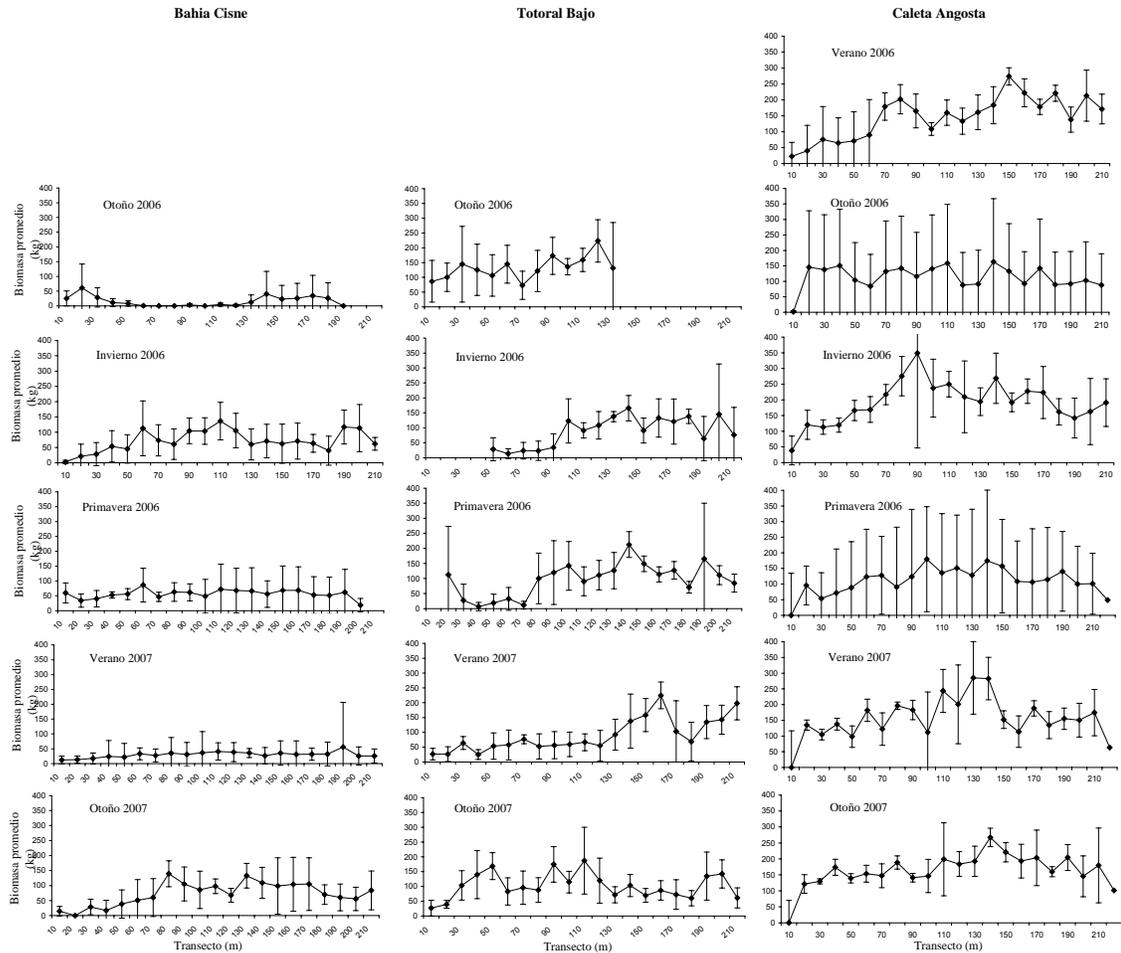
***Lessonia trabeculata***. En la III Región, los patrones espaciales y temporales de la densidad y biomasa de *Lessonia trabeculata* dependen de la localidad y de las actividades de cosecha (**Fig. 34**).

En Isla Grande de Atacama (ubicada dentro de un AMCP-MU), la densidad de plantas de *Lessonia trabeculata* a lo largo del transecto presenta cambios estacionales, mientras que en Totoral Bajo (en la AMERB), la densidad de plantas se ha mantenido temporalmente en el gradiente de distancia del transecto (**Fig. 34**). En ambas localidades, no se realizan actividades de cosecha de *Lessonia trabeculata*. En Caleta Angosta, la densidad de plantas en el transecto presenta cambios determinados por la estacionalidad de las actividades de cosecha (**Fig. 34**).



**Figura 34.** Variación estacional de la densidad de *Lessonia trabeculata* en transectos submareales en tres áreas de estudio de la III Región.

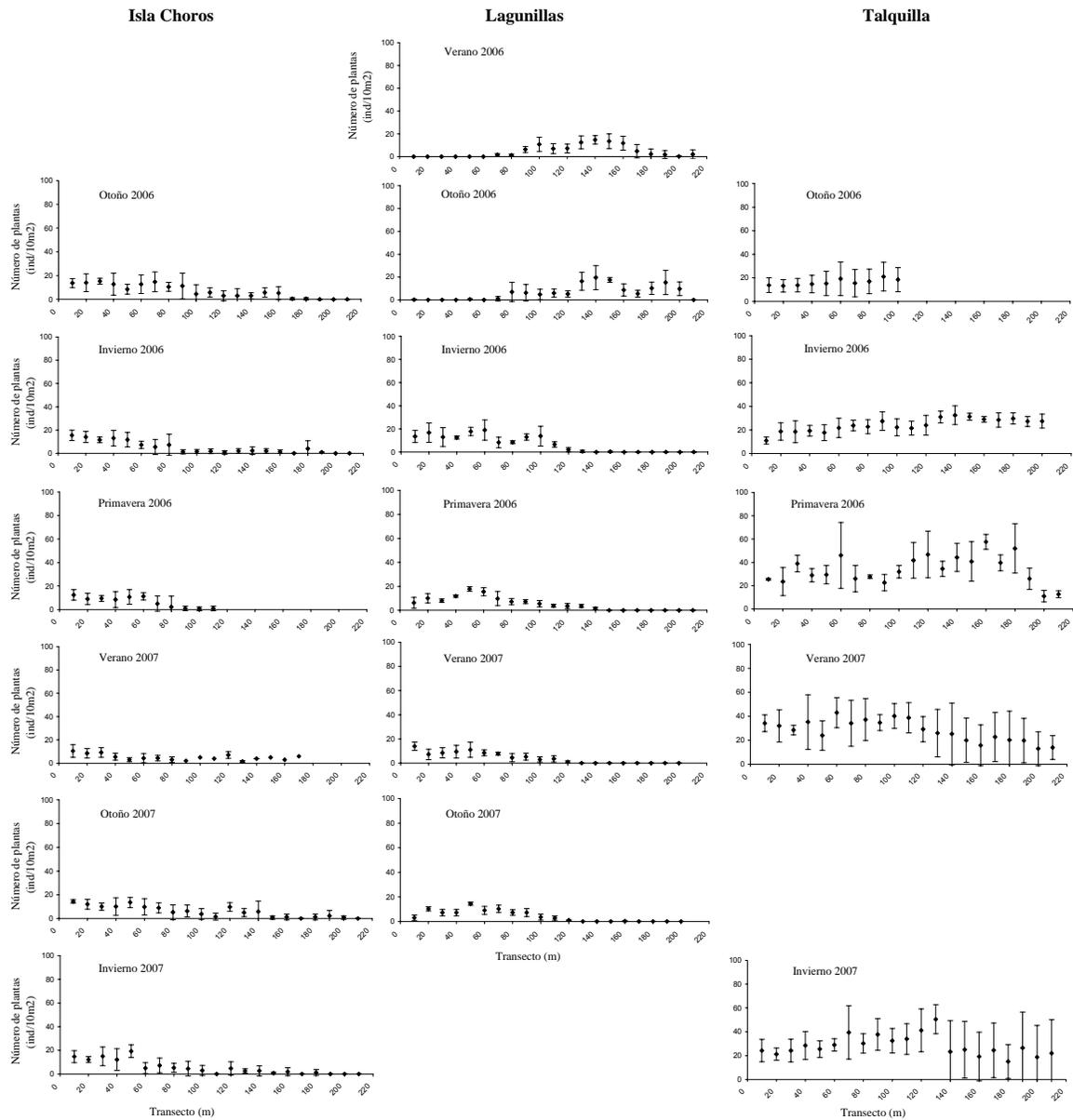
La biomasa de *L. trabeculata* varía entre localidades, pero a escala local muestra tendencias en el gradiente de distancia del transecto similares a las descritas para la densidad de plantas (**Fig. 35**).



**Figura 35.** Variación estacional de la biomasa de *Lessonia trabeculata* a lo largo de los transectos en tres áreas de estudio de la III Región.

En la IV Región, los patrones espaciales y temporales de la densidad y biomasa de *Lessonia trabeculata* también varían entre localidades (**Fig. 36**).

En Isla Choros, ubicada dentro de un AMCP-MU, la densidad de plantas en el transecto muestra cambios estacionales durante el período de muestreo. En Lagunillas, un área donde se han realizando actividades de cosecha de plantas constantemente, también se detectan cambios estacionales en la abundancia de plantas a lo largo del transecto (**Fig. 37**).

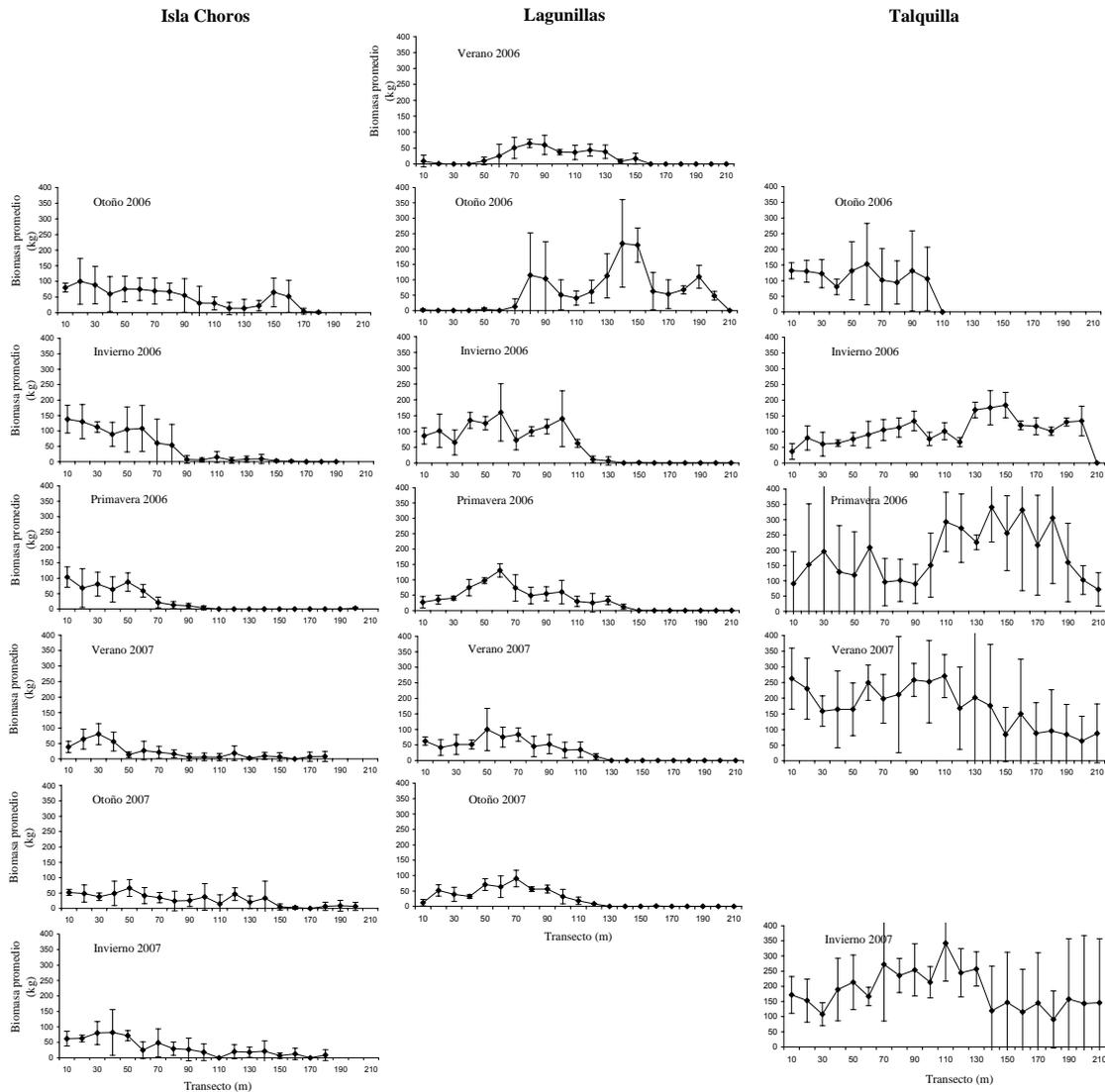


**Figura 36.** Variación estacional de la densidad de *Lessonia trabeculata* a lo largo de los transectos en tres áreas de estudio de la IV Región.

En Talquilla, la distribución de plantas de *Lessonia trabeculata* es homogénea a lo largo del transecto (**Fig. 36**). La variación de la biomasa en el gradiente espacial muestra tendencias similares a las descritas para la densidad de plantas en otras localidades (**Fig. 37**).

En general, en Caleta Angosta y Talquilla presentan estaciones del año o rangos batimétricos con una alta variabilidad de la biomasa por área de sustrato (expresada en los gráficos como Desviación estandar o “DS”; **Fig. 36 y 37**) lo cual esta relacionado con actividades de cosecha. Este “efecto” se produce por el

método de barroteo de plantas de *Lessonia trabeculata* que es dirigido principalmente a plantas grandes para maximizar el beneficio que depende del tiempo de buceo, y porque además los usuarios marcan “un sector de trabajo” donde desarrollan la cosecha por al menos un mes.

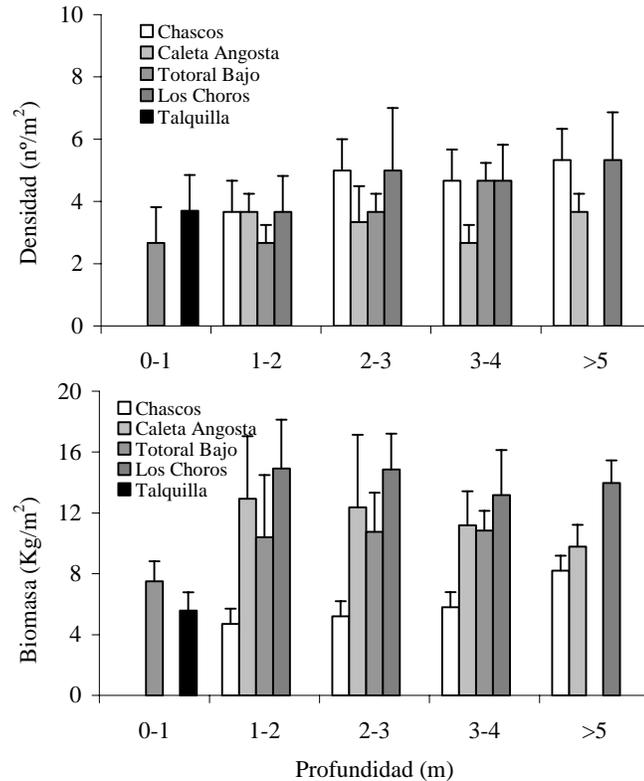


**Figura 37.** Variación estacional de la biomasa de *Lessonia trabeculata* a lo largo de los transectos en tres áreas de estudio de la IV Región.

***Macrocystis integrifolia*:** Los patrones espacio-temporales de la densidad y biomasa de *Macrocystis integrifolia* varían entre localidades (Fig. 38).

En la III y IV regiones, las poblaciones de *Macrocystis integrifolia* forman parches de distintos tamaños en extensión, con una distribución batimétrica que va desde el intermareal hasta los 5-8 m de profundidad (Fig. 38). En Caleta Chascos (III Región) y Talquilla (IV Región), las poblaciones de *Macrocystis integrifolia* son explotadas por pescadores artesanales. En ambas localidades, las densidades son

similares a las observadas para poblaciones donde no se ha realizado cosecha (e.g. Caleta Angosta, Totoral Bajo, Los Choros), aunque la producción de biomasa es significativamente menor (**Fig. 38**). Las poblaciones de *Macrocystis integrifolia* evaluadas que no presentan actividades de cosecha presentan patrones de distribución y abundancia de la densidad y la biomasa muy semejantes entre sí (**Fig. 38**).



**Figura 38.** Distribución batimétrica de la densidad y de la biomasa de *Macrocystis integrifolia* en distintas localidades de la III y IV Región.

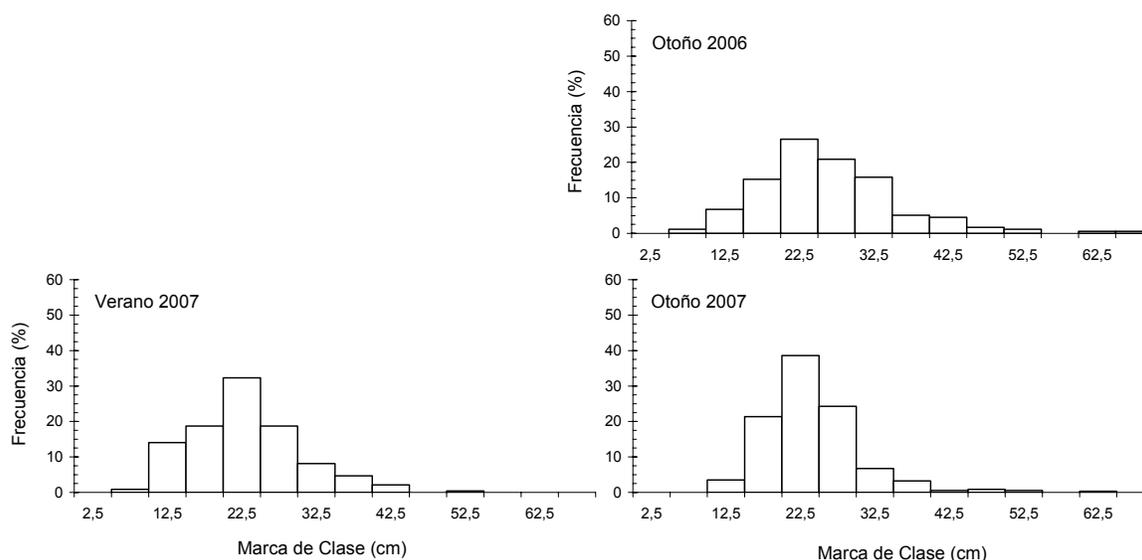
### 5.3.3 Evaluación de Varaderos Históricos y Mortalidad Natural.

La dinámica temporal del arribo de algas a la deriva en los varaderos ubicados a lo largo de la costa de la III y IV Región varía entre localidades. Además, se detecta una relación directa entre los tamaños de las plantas que varan en la costa y el grado de intervención de las praderas cercanas al varadero.

En Isla Grande de Atacama, un área sin intervención, se evaluó el varadero ubicado en las playas continentales frente a isla Chata. Este varadero presenta una dinámica marcadamente estacional, con una biomasa diaria de algas arribadas a la costa por sobre los 20.000 kg durante verano y otoño (**Tabla 17**).

**Tabla 17.** Variación estacional del tamaño y de la biomasa promedio de algas arribadas a la costa durante la marea baja en el varadero próximo a Isla Grande de Atacama.

		<i>Lessonia nigrescens</i>				
Estación	Fecha	Diametro del disco (cm)		Tallas < 20 cm (Frecuencia)	Biomasa promedio (Kilogramos m <sup>-2</sup> )	
		media	DS		media	DS
Otoño 2006	14/05/2006	26,02	9,31	23,2	1,43	0,23
Invierno 2006	29/08/2006	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00
Primavera 2006	01/12/2006	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00
Verano 2007	15/03/2007	22,61	7,36	33,6	1,30	1,20
Otoño 2007	30/05/2007	23,96	6,61	24,9	2,08	0,32
Invierno 2007	31/07/2007	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00



**Figura 39.** Variación estacional de la estructura de tallas de *Lessonia nigrescens* en función del diámetro del disco basal de adhesión en un varadero ubicado en un área sin intervención (Isla Grande de Atacama).

Los tamaños de las algas a la deriva que llegan a este varadero tienen una estructura unimodal, centrada en la marca de clase 22,5 cm de diámetro del disco (**Fig. 39**); con un volumen de biomasa varada que oscila entre 1,30 y 2,08 kilogramos por m<sup>2</sup> (**Tabla 17**). La frecuencia de plantas varadas con tallas del disco basal menores a 20 cm, varía entre un 23,2 y un 33,6% (**Tabla 17**).

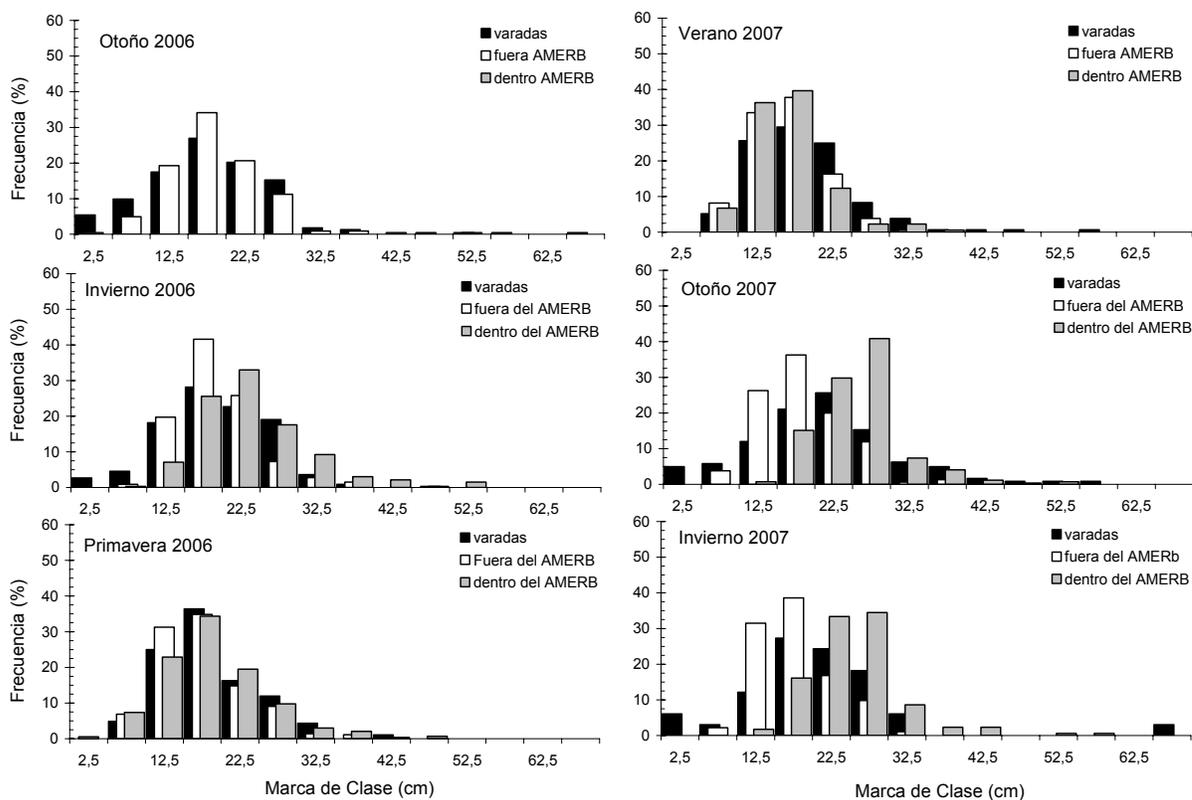
En Caleta Totoral Bajo, localidad intervenida y dividida en sitios administrados por los usuarios a través de AMERBs y en sitios de libre acceso (fuera del AMERB), se evaluaron varaderos ubicados a lo largo de la costa (principalmente El Pedregal). El arribo de algas en los varaderos de Totoral Bajo ocurre durante

todo el año, con un volumen de biomasa varada que oscila entre 0,19 y 2,23 kilogramos por m<sup>2</sup> (**Tabla 18**).

**Tabla 18.** Variación estacional del tamaño y de la biomasa promedio de algas arribadas a la costa y barreteadas dentro y fuera del AMERB durante la marea baja en los varaderos ubicados en Totoral Bajo.

			<i>Lessonia nigrescens</i>				
			Diametro del disco		Tallas < 20 cm	Biomasa promedio	
			(cm)		(Frecuencia)	(Kilogramos m <sup>-2</sup> )	
Estación		Fecha	media	DS		media	DS
Otoño 2006	barreteadas fuera	15/05/2006	18,30	6,47	62,98	0,64	0,14
	barreteadas dentro		-	-	-	-	-
	varadas		18,10	9,07	59,64	0,75	0,37
Invierno 2006	barreteadas fuera	27/08/2006	18,68	5,34	62,31	1,10	0,37
	barreteadas dentro		23,31	7,68	33,02	2,49	0,67
	varadas		19,10	6,98	53,64	0,41	0,07
Primavera 2006	barreteadas fuera	05/12/2006	16,65	5,97	73,63	0,98	0,35
	barreteadas dentro		18,11	6,96	64,65	1,37	0,30
	varadas		15,53	7,58	74,46	2,23	0,84
Verano 2007	barreteadas fuera	04/04/2007	15,85	4,82	79,43	0,47	0,34
	barreteadas dentro		23,24	4,95	21,48	1,52	0,39
	varadas		18,47	7,22	60,26	0,57	0,43
Otoño 2007	barreteadas fuera	06/06/2007	17,82	5,75	66,25	0,49	0,30
	barreteadas dentro		24,75	5,78	15,81	1,73	0,62
	varadas		20,95	9,92	43,80	1,31	0,40
Invierno 2007	barreteadas fuera	28/07/2007	16,83	5,01	72,28	0,48	0,17
	barreteadas dentro		25,01	6,51	17,82	1,16	0,23
	varadas		20,70	11,04	48,48	0,19	0,05

La variabilidad de la biomasa varada correlaciona directamente con la variabilidad del clima oceánico costero y la abundancia de algas. Por ejemplo, el incremento de la biomasa promedio varada por m<sup>2</sup> en otoño 2007 esta relacionada con el aumento en la intensidad y frecuencia de las marejadas; mientras que la inconstancia de las marejadas en invierno 2007 disminuyó los niveles de biomasa varada para recolectar en la costa. Las algas que arriban en los varaderos tienen una estructura unimodal centrada en la marca de clase 17,5 cm de diámetro del disco (**Fig. 40**), con una frecuencia de plantas varadas con tallas del disco basal menores a 20 cm que oscila entre un 43,8 y un 74,46% (**Tabla 18**).



**Figura 40.** Variación estacional de la estructura de tallas de *Lessonia nigrescens* en función del diámetro del disco basal de adhesión en un varadero ubicado en un área con intervención (Ttotal Bajo). En cuadrados negros se indican la estructura de tallas de las algas varadas; en cuadrados blancos se indican la estructura de tallas de algas barreteadas por los usuarios fuera del AMERB; en cuadrados grises se indican la estructura de tallas de algas barreteadas por los usuarios dentro del AMERB.

El arte de pesca involucrado en la cosecha de algas pardas también parece ser un factor importante en el tamaño y la biomasa promedio de algas varadas, y en la estructura de tallas de los individuos que varan en la costa. Las plantas cosechadas fuera y/o dentro del AMERB presentan una estructura de tallas semejante a la observada en las algas varadas. Esto sugiere que una fracción de las plantas que son cosechadas, no son transportadas inmediatamente desde los roqueríos a la berma de la playa; sino más bien las plantas son desprendidas y dejadas a la deriva a la espera de que arriben a la costa y varen durante la marea baja, facilitando su transporte a las canchas de secado. Esta situación dificulta la identificación y separación *in situ* de las plantas desprendidas naturalmente y que varan a la costa después de permanecer a la deriva por un tiempo, de las plantas que son desprendidas con barretas durante la cosecha y caen al mar.

Durante todo el año, la moda en la estructura de tallas de las plantas cosechadas fuera del AMERB se ubica en la marca de clase de 17,5 cm de diámetro del disco (**Fig. 40**). En contraste, la moda en las

plantas cosechadas dentro del AMERB esta entre las marcas de clase 17,5 y 27,5 cm del diámetro del disco. La frecuencia de plantas con tallas del disco basal menores a 20 cm cosechadas fuera del AMERB oscila entre el 62,31 y 79,43%, mientras que dentro del AMERB varia entre 15,81% y 64,65% (**Tabla 18**). Esto sugiere un efecto de los usuarios ubicado dentro y fuera del AMERB en la estructura de las algas varadas y/o cosechadas.

Los usuarios que cosechan el recurso fuera del AMERB no respetan las medidas precautorias básicas de manejo, como el barroteo de plantas > a 20 cm de diámetro del disco basal, produciendo que las estructuras de tallas de las plantas presenten un sesgo hacia las tallas más pequeñas; mientras que en las plantas cosechadas por los usuarios dentro del AMERB el sesgo tiende hacia tallas mayores (**Fig. 39**). Como consecuencia la producción promedio diaria cosechada fuera del AMERB varía entre 0,47 y 1,10 kg húmedos por m<sup>2</sup>, mientras que dentro del AMERB la producción es más alta, oscilando entre 1,16 y 2.49 kilogramos húmedos por m<sup>2</sup>.

En Caleta Angosta, otra localidad intervenida, se evaluaron los varaderos ubicados a lo largo de la costa (principalmente Caleta Angosta). El arribo de algas en los varaderos ocurre durante todo el año, con un volumen de biomasa diaria varada que oscila entre 0,07 y 0,34 kg por m<sup>2</sup> (**Tabla 19**). En esta localidad, la variabilidad de la biomasa varada también correlaciona directamente con la variabilidad del clima oceánico costero y la abundancia de algas. Sin embargo, la biomasa de algas varadas es comparativamente más baja que la observada en otros varaderos (e.g. Isla Grande de Atacama y Totoral Bajo). Esto se debe a que algunos usuarios (principalmente buzos con material), recolectan las algas a la deriva acumulada en pozones submareales. Los pozones, ubicados frente a pequeñas caletas, retienen y acopian algas a la deriva que durante las marejadas son arrojadas a la playa en forma de varazón. Es en este contexto que la recolecta de algas acopiadas en los pozones también puede ser un factor importante en el tamaño y la biomasa promedio de algas varadas, y en la estructura de tallas de los individuos que varan en la costa.

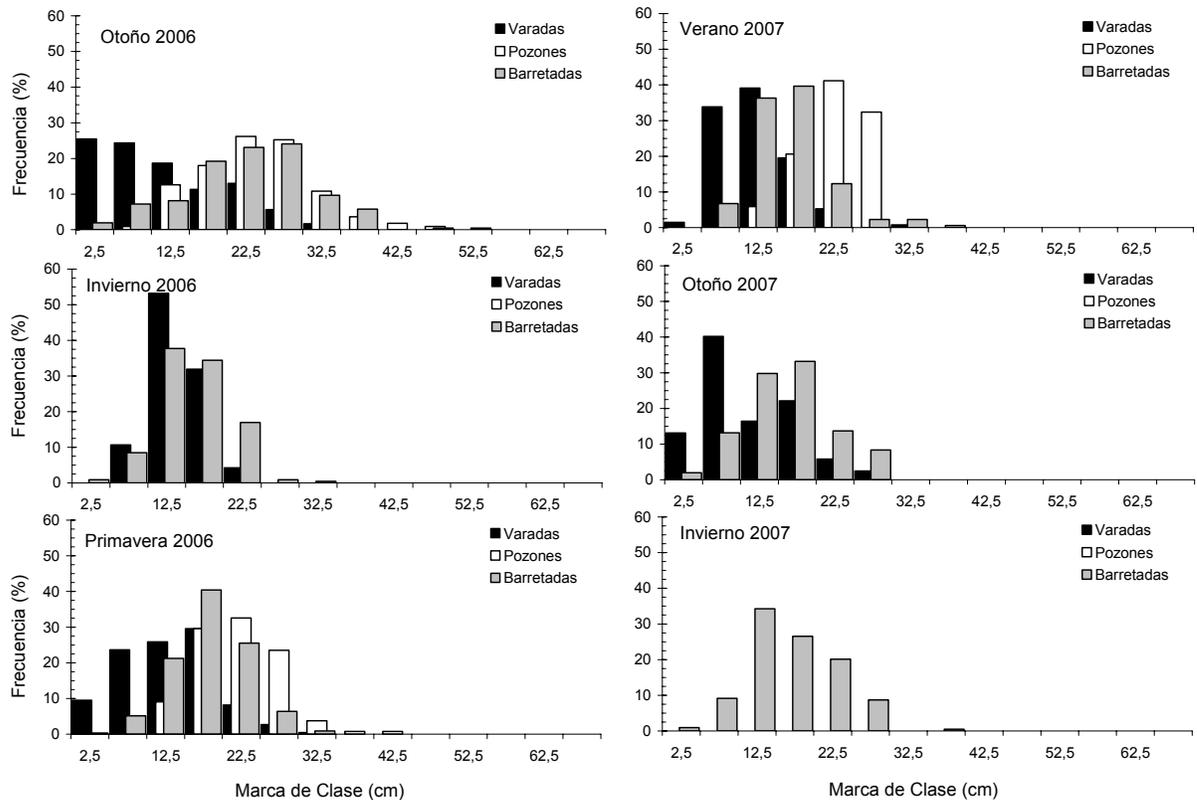
Las algas que arriban en los varaderos de Caleta Angosta tienen una estructura que varía estacionalmente. En general, las modas más frecuentes están en la marca de clase 7,5 cm (e.g. otoño 2007) y 12,5 cm (e.g. Primavera 2006 y verano 2007) de diámetro del disco (**Fig. 41**), con una frecuencia de plantas con tallas del disco basal menores a 20 cm que oscila entre un 79,66 y un 95,74% (**Tabla 19**). En algunas estaciones del año, las plantas barroteadas presentan una estructura de tallas semejante a la observada en las algas varadas (e.g. invierno 2006) y/o en los pozones (e.g. otoño 2006). Esto sugiere que la cosecha con barreta es semejante al observado en Totoral Bajo, donde las plantas son desprendidas y dejadas a la deriva a la espera de que arriben a la costa y varen durante la marea baja. Nuevamente, esta situación dificulta la identificación y separación *in situ* de plantas desprendidas naturalmente (mortalidad natural) con las plantas barroteadas.

Tabla 19. Variación estacional del tamaño y de la biomasa promedio de algas arribadas a la costa y barreteadas dentro y fuera del AMERB durante la marea baja en los varaderos ubicados en Caleta Angosta.

			<i>Lessonia nigrescens</i>				
			Diámetro del disco		Tallas < 20 cm	Biomasa promedio	
			(cm)		(Frecuencia)	(Kilogramos m <sup>-2</sup> )	
Estación		Fecha	media	DS		media	DS
Otoño 2006	en pozones	13/05/2006	23,42	7,26	31,53	0,66	0,19
	barreteadas		22,17	8,42	36,54	1,15	0,40
	varadas		11,40	7,98	79,66	0,29	0,21
Invierno 2006	en pozones	03/08/2006	-	-	-	-	-
	barretadas		14,93	4,67	81,60	0,42	0,22
	varadas		13,28	3,47	95,74	0,07	0,03
Primavera 2006	en pozones	05/12/2006	21,23	5,51	38,64	0,58	0,88
	barretadas		17,42	5,00	67,17	0,92	0,58
	varadas		12,59	6,06	88,64	0,34	0,17
Verano 2007	en pozones	04/04/2007	22,00	4,74	26,47	1,50	0,00
	barretadas		15,57	4,87	82,68	0,39	0,26
	varadas		11,57	4,75	93,98	0,22	0,07
Otoño 2007	en pozones	22/04/2007	-	-	-	-	-
	barretadas		15,25	5,48	78,1	0,45	0,14
	varadas		10,66	6,18	91,8	0,15	0,07
Invierno 2007	en pozones	01/08/2007	-	-	-	-	-
	barretadas		16,15	5,70	70,8	0,55	0,20
	varadas		-	-	-	-	-

Desde el comienzo de la evaluación de las actividades de cosecha en esta localidad intervenida, la moda en la estructura de tallas de las plantas barreteadas osciló entre las marcas de clase de 12,5 y 17,5 cm de diámetro del disco, con una frecuencia de plantas cosechadas con tallas del disco basal < a 20 cm que varía entre 36,54 y 82,68% (**Fig. 41**). En contraste, la moda de la talla en las plantas recolectadas en pozones se ubica entre las marcas de clase 17,5 y 22, 5 cm del diámetro del disco, con una menor frecuencia de plantas con tallas del disco basal < a 20 cm (**Tabla 19**). Esto sugiere *a priori* que los usuarios que cosechan el recurso en Caleta Angosta con barreta no respetan las medidas básicas de manejo (cosecha de plantas > a 20 cm de diámetro del disco basal). Por otra parte, las restricciones y tiempos de buceo hacen que la recolección de plantas en los pozones sea dirigido a las plantas más grandes, lo cual se refleja en las estructuras de talla que presentan un sesgo hacia tamaños mayores (**Fig. 41**).

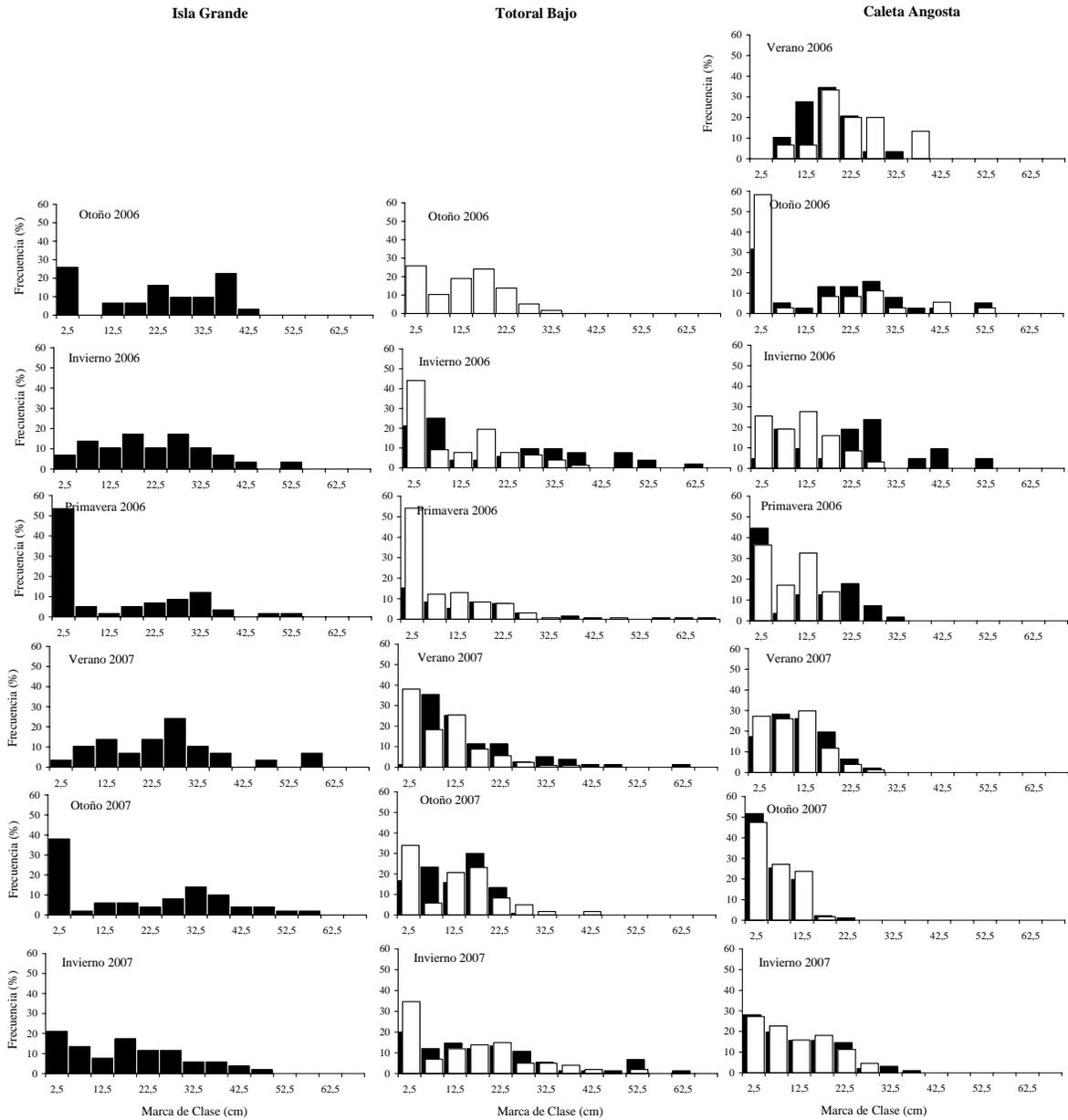
La cosecha de plantas menores a las recomendadas por la administración y el buceo de recolección selectivo tienen como consecuencia, en esta localidad, que la estructura de tallas de las plantas que arriban a la costa presente un porcentaje significativamente alto de plantas con tallas pequeñas (Tabla 19). Esto, en consecuencia, disminuye la producción promedio diaria de alga varada lo cual puede llegar a niveles críticos como el observado en invierno 2007 (Tabla 19 y Fig. 41).



**Figura 41.** Variación estacional de la estructura de tallas de *Lessonia nigrescens* en función del diámetro del disco basal de adhesión (marcas de clase en cm) en un varadero ubicado en un área con intervención (Caleta Angosta). En cuadrados negros se indican la estructura de tallas de algas varadas; en cuadrados blancos se indican la estructura de tallas de algas a la deriva concentradas en pozones submarinos cercanos a la costa; en cuadrados plomos se indican la estructura de tallas de algas barreteadas por los usuarios en áreas de libre acceso.

### 5.3.4 Estimación de la Dinámica de la Estructura de Tallas.

**Lessonia nigrescens:** En la III Región, la dinámica temporal de las estructuras de tallas de las poblaciones de *Lessonia nigrescens* dependen de las medidas administrativas o del interés de los usuarios en conservar el recurso (Fig. 42) como ocurre para la densidad y biomasa.

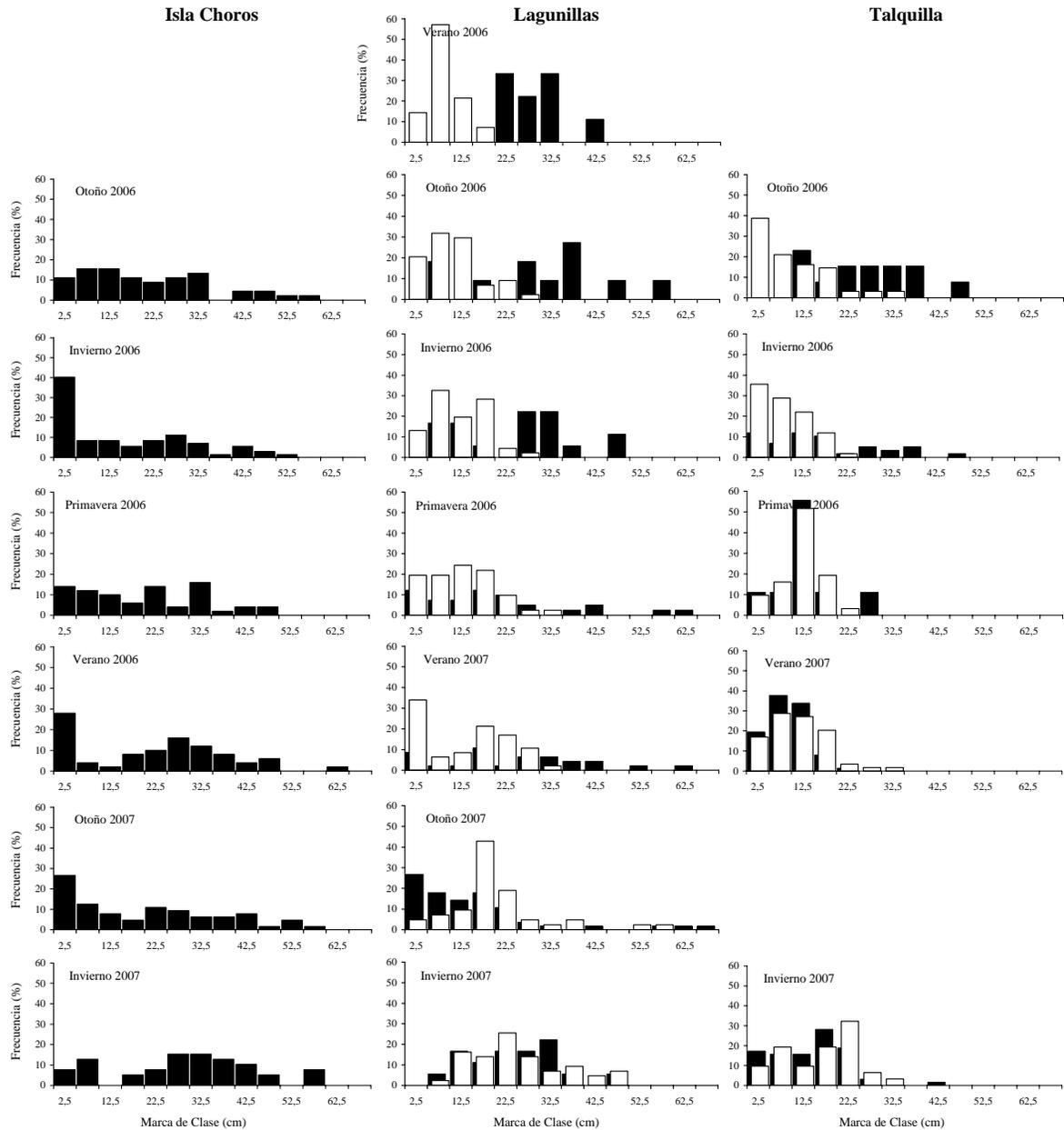


**Figura 42.** Variación estacional de la estructura de tallas de *Lessonia nigrescens* en función del diámetro del disco basal de adhesión (marcas de clase en cm) en áreas sin explotación y sin barroteo (barras negras), y áreas barroteadas (barras blancas) en tres áreas de estudio de la III Región.

En Isla Grande de Atacama (AMCP-MU; sin actividades de cosecha), la estructura de tallas de *Lessonia nigrescens* presenta cambios estacionales asociados a reclutamientos masivos, desplazamiento de las tallas desde clases intermedias a mayores, y mortalidades de plantas de talla mayores por desprendimiento (**Fig. 42**). En Totoral Bajo, post cosecha intensiva de verano 2007, la estructura de tallas de las plantas ubicadas en las áreas de libre acceso (fuera del AMERB) presenta estacionalmente dos modas; la primera se ubica en la marca de clase menor (reclutas) y la segunda en la marca de clase de

17,5 cm para otoño e invierno y 12,5 para primavera y verano (**Fig. 42**). En contraste, la estructura de tallas de las plantas de *Lessonia nigrescens* ubicadas dentro del AMERB de Totoral Bajo presenta una moda en las clases < a 7,5 cm de diámetro del disco basal (reclutas y juveniles) y por la presencia de plantas de tallas mayores a 37,5 cm de marca de clase (**Fig. 42**). Aun cuando se ha ejecutado el Plan de Manejo y Explotación propuesto para la AMERB Totoral Bajo (junio a diciembre 2006), la estructura de tallas se ha mantenido temporalmente. En Caleta Angosta, el tipo de usuarios del recurso (Barreteador vs Manejador) tiene un efecto en la estructura de tallas de las poblaciones de *Lessonia nigrescens*. La cosecha continua de plantas produce una constante incorporación de reclutas al sistema produciendo cambios estacionales en la estructura de tallas. En cambio, la cosecha con manejo realizada por los recolectores en Caleta Angosta ha producido, además de la incorporación de reclutas, el desplazamiento de las plantas desde tallas intermedias hacia tallas mayores, indicando el crecimiento de los individuos durante el ciclo anual de cosecha (**Fig. 42**).

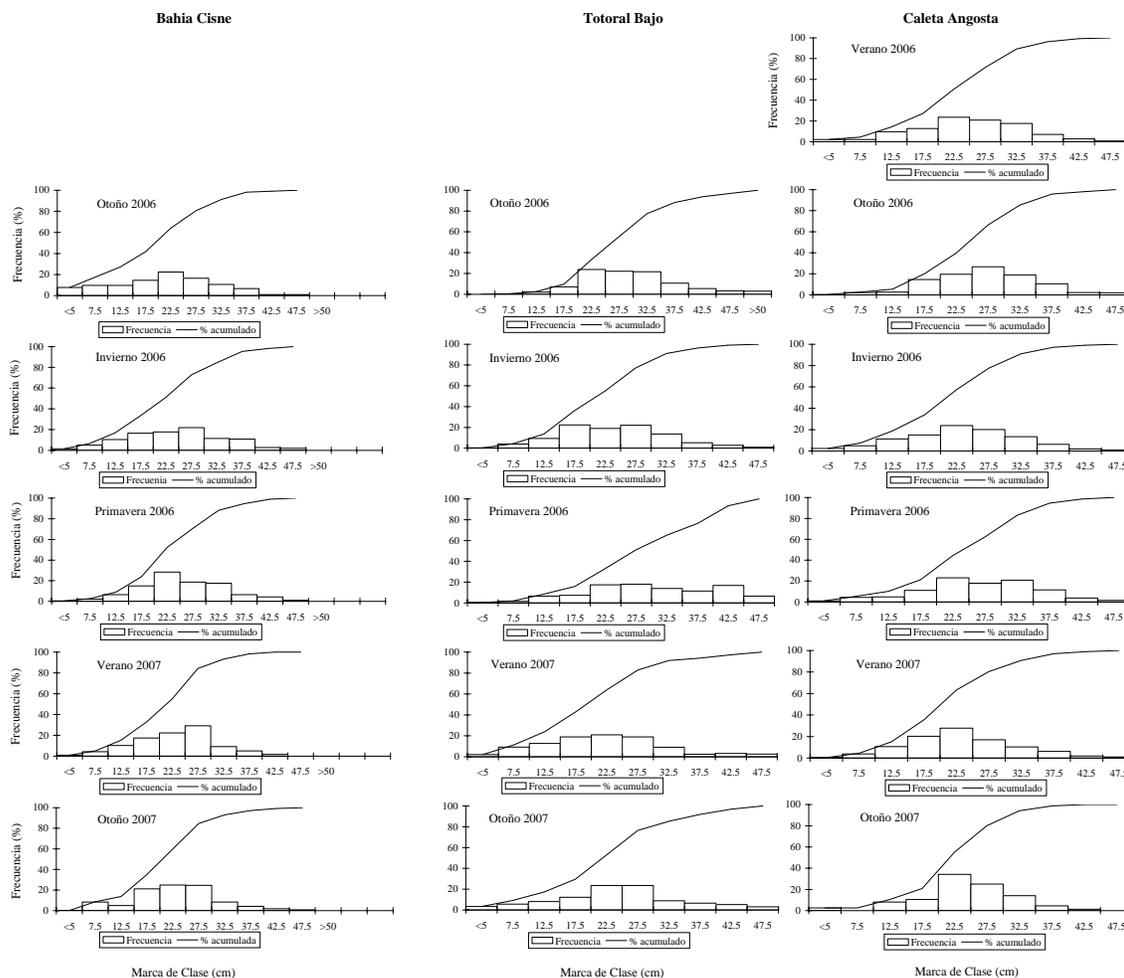
En la IV Región, la estructura de tallas de *Lessonia nigrescens* también dependen de las medidas administrativas o del interés de los usuarios en conservar el recurso (**Fig. 43**).



**Figura 43.** Variación estacional de la estructura de tallas de *Lessonia nigrescens* en función del diámetro del disco basal de adhesión (marcas de clase en cm) en áreas sin explotación y sin barroteo (barras negras), y áreas barroteadas (barras blancas) en tres áreas de estudio de la IV Región.

En Isla Choros (AMCP-MU), la estructura de tallas es temporalmente estable durante el período de muestreo. En Lagunillas, la estructura de tallas de las plantas en las áreas barroteadas presenta clases de tamaño menores que las detectadas en áreas sin barroteo (islotos y sectores expuestos al oleaje) (Fig. 43). Las estructuras de tallas de áreas de libre acceso barroteadas y no barroteadas en Talquilla son similares a las observadas en Lagunillas; sin embargo en primavera la actividad extractiva se realizó en toda la costa produciendo una distribución común en ambos sitios de estudio (Fig. 43).

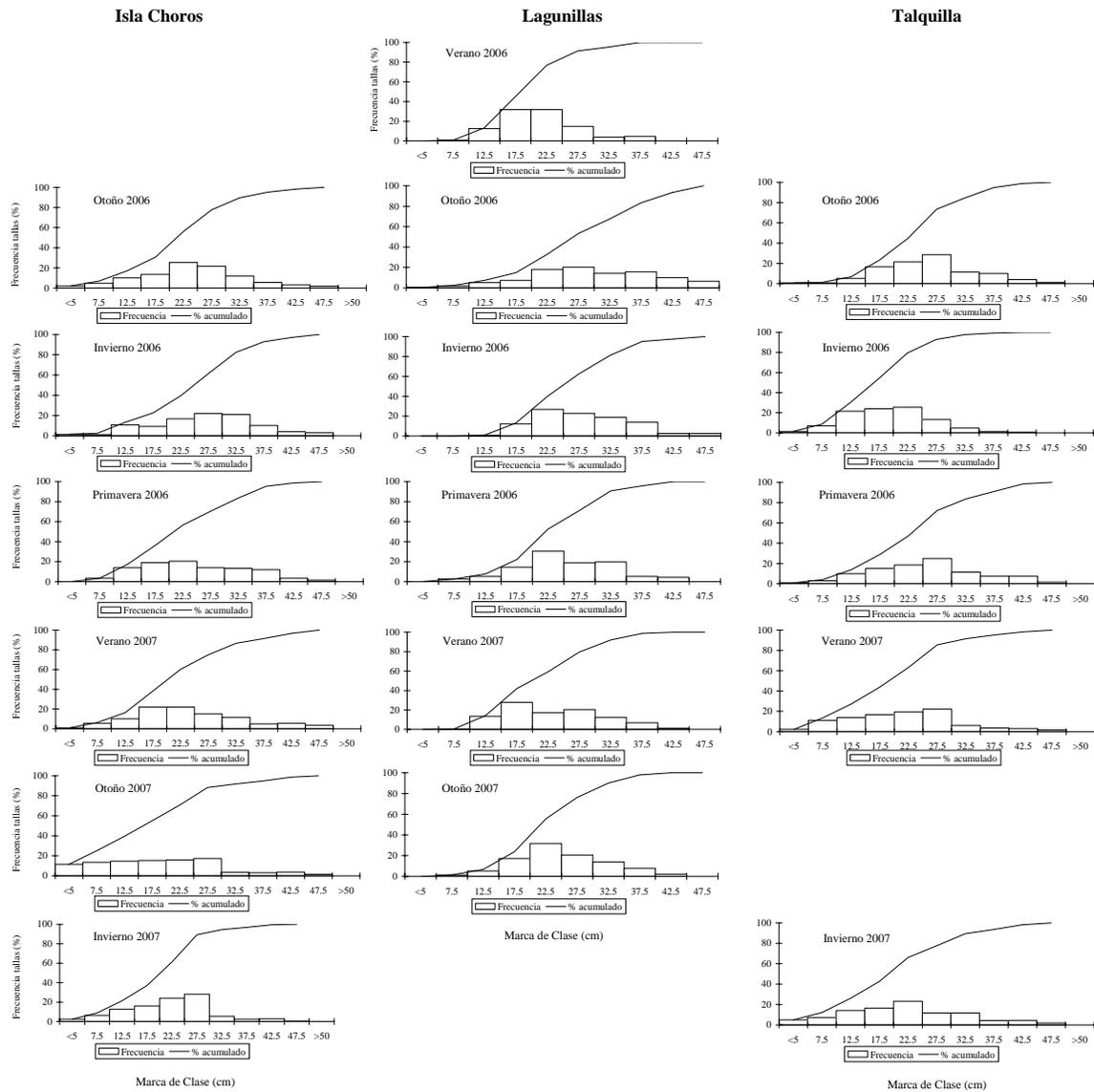
***Lessonia trabeculata***: En la III Región, la estructura de tallas de las poblaciones de *Lessonia trabeculata* varían entre localidades y en función de las actividades de cosecha (**Fig. 44**).



**Figura 44.** Variación estacional de la estructura de tallas de *Lessonia trabeculata* en función del diámetro del disco basal de adhesión (marcas de clase en cm) en áreas en tres áreas de estudio de la III Región.

En Isla Grande de Atacama, ubicada dentro de un AMCP-MU sin actividad de cosecha, la estructura de tallas de las plantas de *Lessonia trabeculata* presenta cambios estacionales, causados por un incremento en las tallas de los individuos. En contraste, en Totoral Bajo (dentro del AMERB, sin actividad de cosecha), la estructura de tallas se ha mantenido temporalmente (**Fig. 44**). En Caleta Angosta, la estructura de tallas de *Lessonia trabeculata* presenta cambios estacionales asociados a actividades de cosecha (**Fig. 44**).

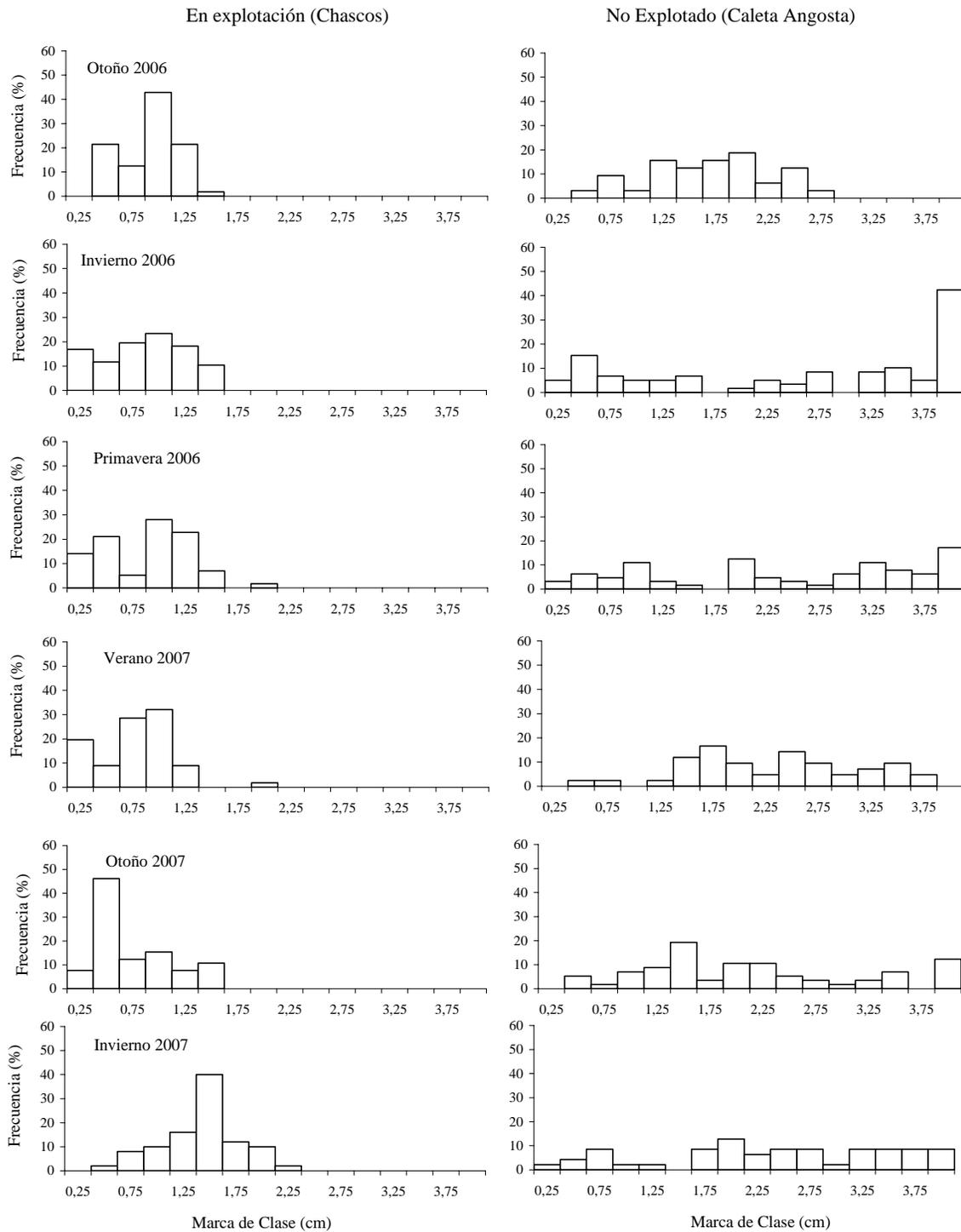
En la IV Región, los patrones espaciales y temporales de la estructura de tallas de *Lessonia trabeculata* también varían entre localidades y en función de las actividades de cosecha (**Fig. 45**).



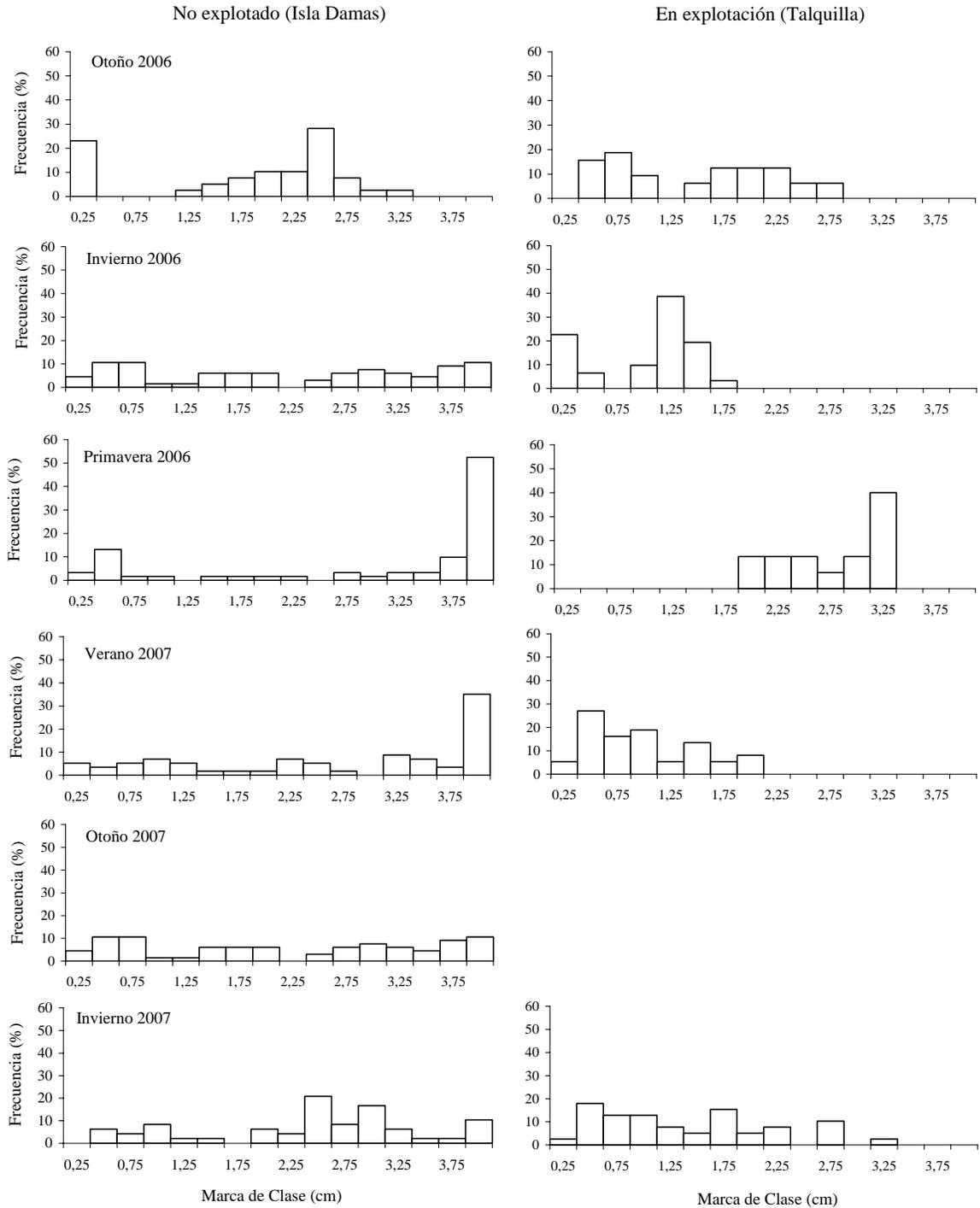
**Figura 45.** Variación estacional de la estructura de tallos de *Lessonia trabeculata* en función del diámetro del disco basal de adhesión (marcas de clase en cm) en áreas en tres áreas de estudio de la IV Región.

En Isla Choros, ubicada dentro de un AMCP-MU, la estructura de tallos presenta una moda en las marca de clase de 32,5 cm de diámetro del disco. En Lagunillas, área donde se han estado realizando actividades de cosecha de plantas constantemente, se detecta cambios estacionales en la estructura de tallos de *L. trabeculata*, con un incremento temporal del tamaño de los discos desde verano del 2006 (**Fig. 45**). En Talquilla, la estructura de tallos de las plantas de *L. trabeculata* presenta dos modas, una en la marca de clase de 22,5 cm de diámetro del disco y otra en los 37,5 cm de diámetro del disco, sugiriendo un efecto de cosechas realizadas con anterioridad al comienzo de los muestreos (**Fig. 45**).

***Macrocystis integrifolia***: La progresión temporal de la estructura de tallas de poblaciones en explotación y no explotadas de *Macrocystis integrifolia* en localidades de la III y IV Región son presentadas en la **Figura 46 y 47**, respectivamente. En ambas regiones, la estructura de tallas de las poblaciones de *Macrocystis integrifolia* en explotación presentan una fracción mayor de individuos juveniles y con plantas adultas caracterizadas por marcas de clase menores en comparación con poblaciones no explotadas (**Fig. 46 y 47**).



**Figura 46.** Variación estacional de la estructura de tallas de *Macrocyctis integrifolia* en función de la Longitud Total de la planta (marcas de clase en metros) en áreas explotadas y en áreas no explotadas de la III Región.



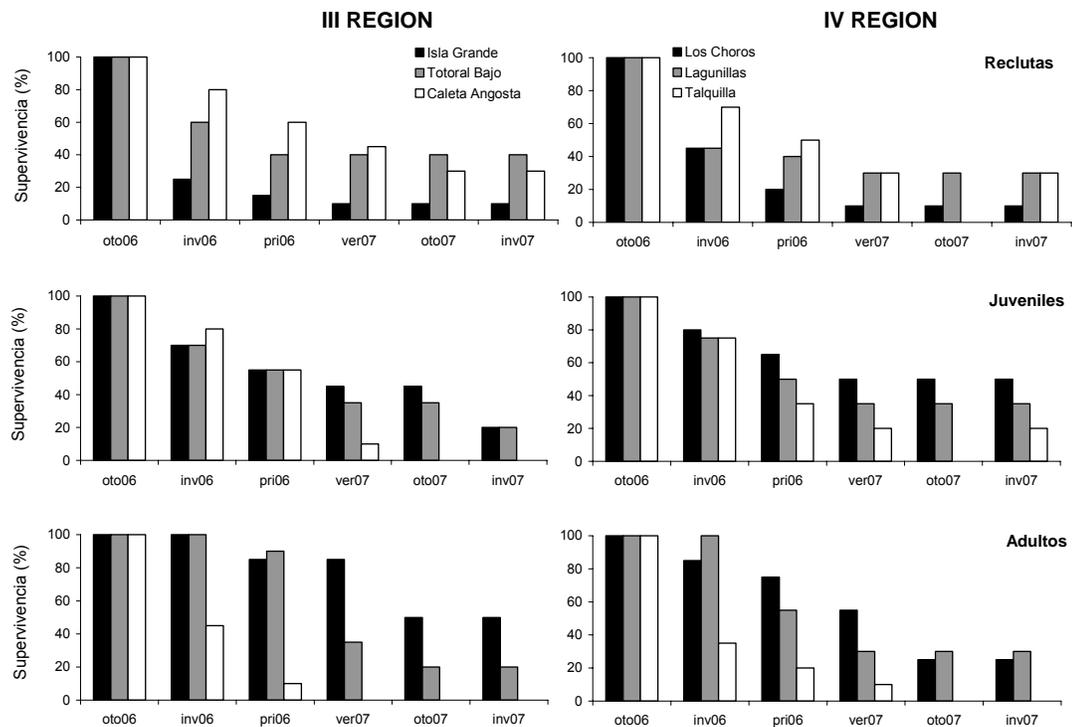
**Figura 47.** Variación estacional de la estructura de tallas de *Macrocyctis integrifolia* en función de la Longitud Total de la planta (marcas de clase en metros) en áreas explotadas y en áreas no explotadas de la IV Región.

## 5.4 Objetivo 4. DETERMINAR LA TASA DE RENOVACIÓN DE LOS BOSQUES DE ALGAS PARDAS (Y SU COMUNIDAD ASOCIADA).

### 5.4.1. Supervivencia

#### *Lessonia nigrescens*

En el muestreo inicial (otoño 2006) se marcaron plantas de *Lessonia nigrescens* de diferentes tamaños en cada una de las distintas localidades seleccionadas (n: 50-75), para estimar el crecimiento y la mortalidad natural (desprendimiento) o por cosecha (barreteada) a través del seguimiento temporal. Este método de marcaje-recaptura permite evaluar la supervivencia porcentual de reclutas (con diámetro de disco < a 5 cm, sin señales de división dicotómica del estipe y con una o dos láminas lanceoladas), juveniles (plantas con diámetros de disco entre 5 y 15 cm, con estipe dividido dicotómicamente y varias láminas, sin tejido reproductivo), y plantas adultas (plantas con diámetro de disco > a 15 cm y tejido reproductivo). Los valores del diámetro del disco basal adhesivo fueron obtenidos desde las evaluaciones directas de densidad y biomasa realizadas en las unidades de muestreo descritas anteriormente.



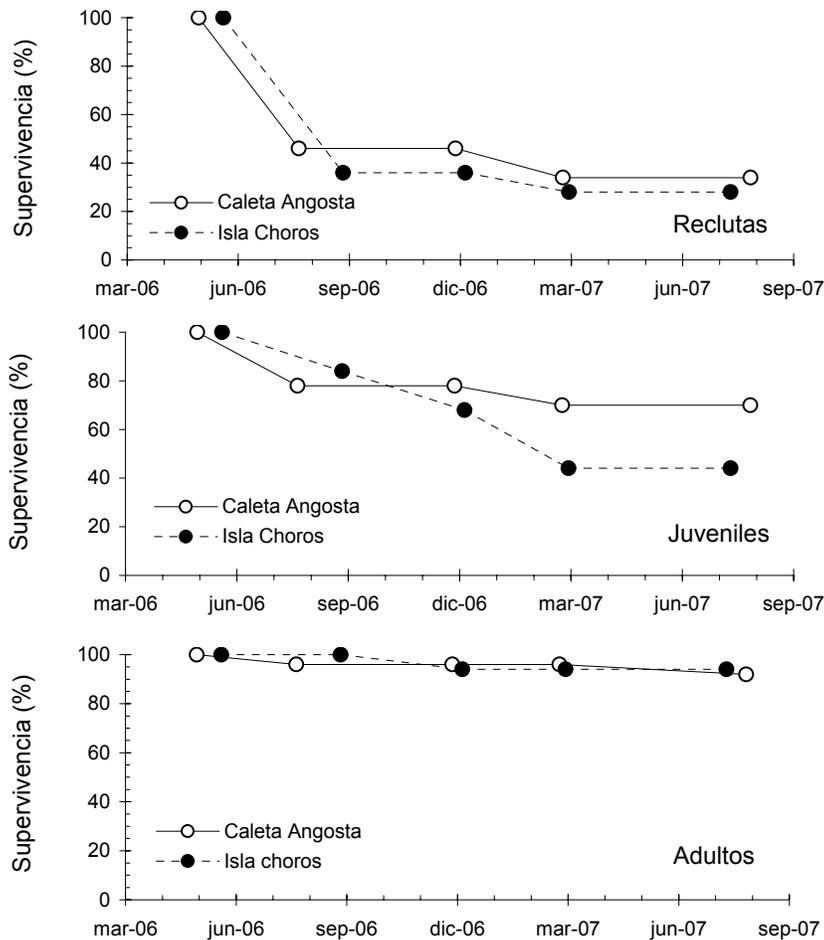
**Figura 48.** Supervivencia de plantas reclutas, juveniles y adultos marcadas de *Lessonia nigrescens* en tres localidades de la IV Región sujetas a distintos regimenes de explotación. (Isla Grande de Atacama: sin cosecha; Totoral Bajo: AMERB; Caleta Angosta: libre acceso; Isla Los Choros: sin cosecha; Lagunillas: AMERB; y Talquilla: libre acceso).

En la III Región, la supervivencia de las plantas marcadas varía dependiendo de la localidad y la edad de la planta (**Fig. 48**). La supervivencia de los reclutas incrementa a medida que aumenta la presión de cosecha (Caleta Angosta > Totoral Bajo > Isla Grande). En contraste, los juveniles y adultos presentan una tendencia temporal inversa, con alta supervivencia de individuos marcados en localidades donde no hay cosecha de plantas (**Fig. 48**). En la IV Región, la supervivencia de las plantas juveniles marcadas también varía dependiendo de la localidad y de la intensidad de cosecha (Talquilla > Lagunillas > Isla Choros), con un patrón semejante al descrito para las localidades de la III Región (**Fig. 48**). La tendencia opuesta entre la supervivencia de plantas y la intensidad de cosecha esta relacionada con el crecimiento y el tamaño de las plantas cosechadas y con la frecuencia de cosecha.

### ***Lessonia trabeculata***

La supervivencia de las plantas marcadas de *Lessonia trabeculata*, al igual que *Lessonia nigrescens*, varía dependiendo de la localidad y de la edad de la planta (**Fig. 49**). La supervivencia de la plantas reclutas disminuye significativamente durante los primeros tres meses de seguimiento en las dos localidades evaluadas.

Posterior a la mortalidad inicial, la supervivencia de *Lessonia trabeculata* en ambas localidades oscila entre 30 y 40% de plantas hasta el final del período de estudio. Por otra parte, la supervivencia de plantas juveniles difiere entre localidades. En Caleta Angosta, los juveniles presentan una supervivencia cercana al 80% durante casi todo el período de estudio. En contraste, la supervivencia de los juveniles marcados en Isla Choros disminuye linealmente hasta marzo del 2007. Posteriormente, cerca del 40% de las plantas marcadas de *Lessonia trabeculata* sobrevive hasta el final del monitoreo. La persistencia temporal de las plantas marcadas adultas es alta en ambas localidades, con supervivencias cercana al 90%.



**Figura 49.** Supervivencia de plantas marcadas reclutas, juveniles y adultos de *Lessonia trabeculata* en dos localidades de la III y IV Región sujetas a distintos regimenes administrativos. Caleta Angosta: libre acceso; Isla Choros: AMERB y AMCP-MU.

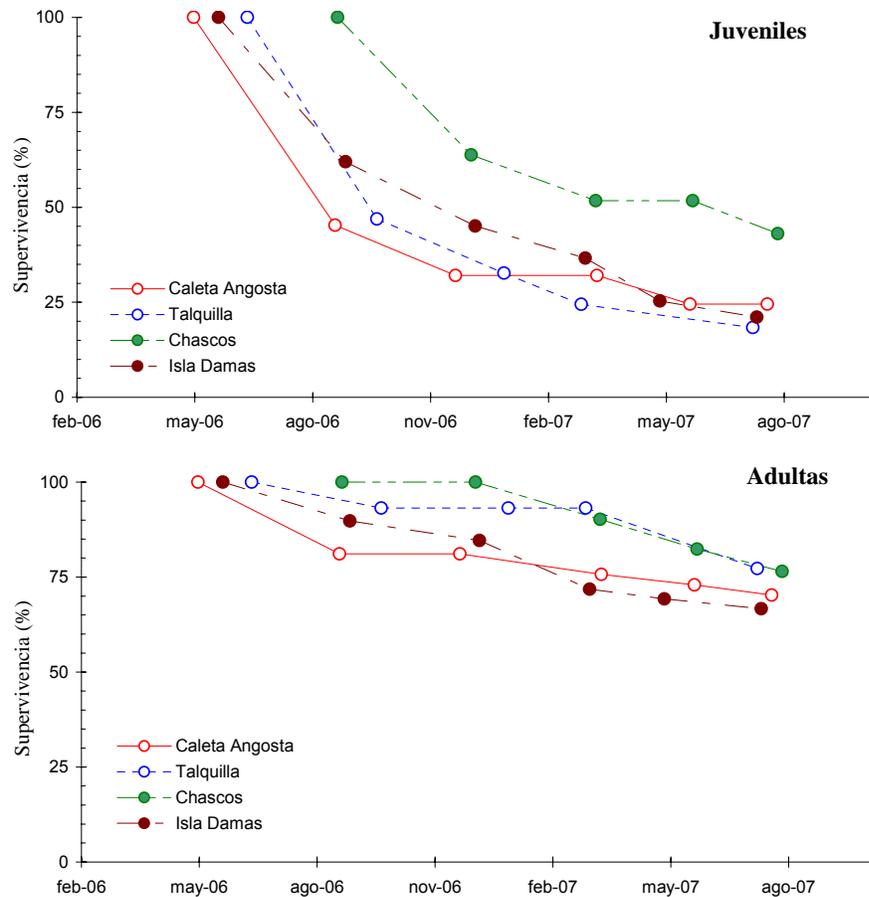
### ***Macrocystis integrifolia***

Los porcentajes de supervivencia temporal de plantas marcadas de *Macrocystis integrifolia*, varía dependiendo de la edad de la planta y de la presión de cosecha local. La supervivencia de las plantas marcadas juveniles de *Macrocystis integrifolia* disminuye significativamente durante los seis primeros meses después de iniciado el monitoreo (**Fig. 50**). En Chascos, localidad con intensa actividad de cosecha y de aguas calmas, se detectan los mayores porcentajes de supervivencia de juveniles con valores cercanos al 50% al final del estudio. En contraste, en las localidades sin cosecha (Caleta Angosta e Isla Damas) o con cosecha moderada (Talquilla) pero con mayor movimiento de aguas, la supervivencia de juveniles de *Macrocystis integrifolia* al final del estudio fue cercana al 25% (**Fig. 50**).

La supervivencia de las plantas marcadas adultas de *Macrocystis integrifolia* es relativamente mayor en comparación los valores obtenidos para juveniles. En Chascos y Talquilla (áreas explotadas), la

supervivencia de plantas adultas marcadas fue cercana al 80%. Mientras que en Caleta Angosta e Isla Damas (ambas praderas sin actividad de cosecha), la supervivencia de plantas adultas marcadas fue cercana al 75% (**Fig. 50**).

Como información complementaria, se detectó en todas las praderas monitoreadas una alta frecuencia de fragmentación de los discos basales de las plantas marcadas adultas de *Macrocystis integrifolia*. Las plantas de *Macrocystis integrifolia* se adhieren al sustrato por un disco adhesivo rastreado formado por un rizoma masizo, aplanado y alargado; de sus margenes emergen numerosos hapterios ramificados que se adhieren al sustrato y brotan las frondas hacia la superficie (Santelices 1989). Esta morfología del disco adhesivo permite que se fragmente cuando las frondas son desprendidas por tracción mecánica natural (marejadas) o antrópica (cosecha). Los fragmentos producen varias plantas desde la planta original, las cuales posteriormente comienzan a crecer y a extenderse desarrollando hapterios, que finalmente sobrecrecen y conforman un “nuevo” individuo. La fragmentación de los discos de las plantas marcadas de *Macrocystis integrifolia* fue difícil de evaluar cuantitativamente, debido al crecimiento difuso del disco de adhesión. Sin embargo, un índice de fragmentación puede ser la presencia de zonas de quiebre en el disco adhesivo. Utilizando este criterio, entre el 30-60% de las plantas adultas marcadas de *Macrocystis integrifolia* en las praderas monitoreadas presentan procesos de fragmentación.



**Figura 50.** Supervivencia de plantas juveniles y adultas marcadas de *Macrocyctis integrifolia* en praderas seleccionadas de la III y IV Región sujetas a distintos regimenes administrativos y de cosecha. Caleta Angosta: libre acceso, sin cosecha; Talquilla: libre acceso, con cosecha moderada; Chascos: Libre acceso, con cosecha intensa; Isla Damas: AMCP-MU, sin cosecha.

#### 5.4.1. Crecimiento

##### *Lessonia nigrescens*

En otoño-invierno 2006 se inicio el monitoreo temporal de los reclutas marcados de *Lessonia nigrescens* en cada localidad seleccionadas en la III y IV Regiones en función de alguna de las medidas administrativas ejecutada (AMCP-MU *versus* AMERB) o de cosecha observada (plan de manejo propuesto por el AMERB o por el usuario que cuida el área *versus* área de libre acceso). El monitoreo estacional muestra un crecimiento proporcional entre el diámetro mayor del disco y la longitud total de las plantas en todas las poblaciones evaluadas (**Fig. 51**). Sin embargo, destacan dos fenómenos biológicos de respuesta: a) en todas las poblaciones evaluadas, independiente de la medida de administración ejecutada o de cosecha observada, entre el 20% y el 50% de las plantas marcadas fusionaron sus discos basales; y b) en poblaciones donde se ejerce una alta presión de cosecha la pendiente de la relación

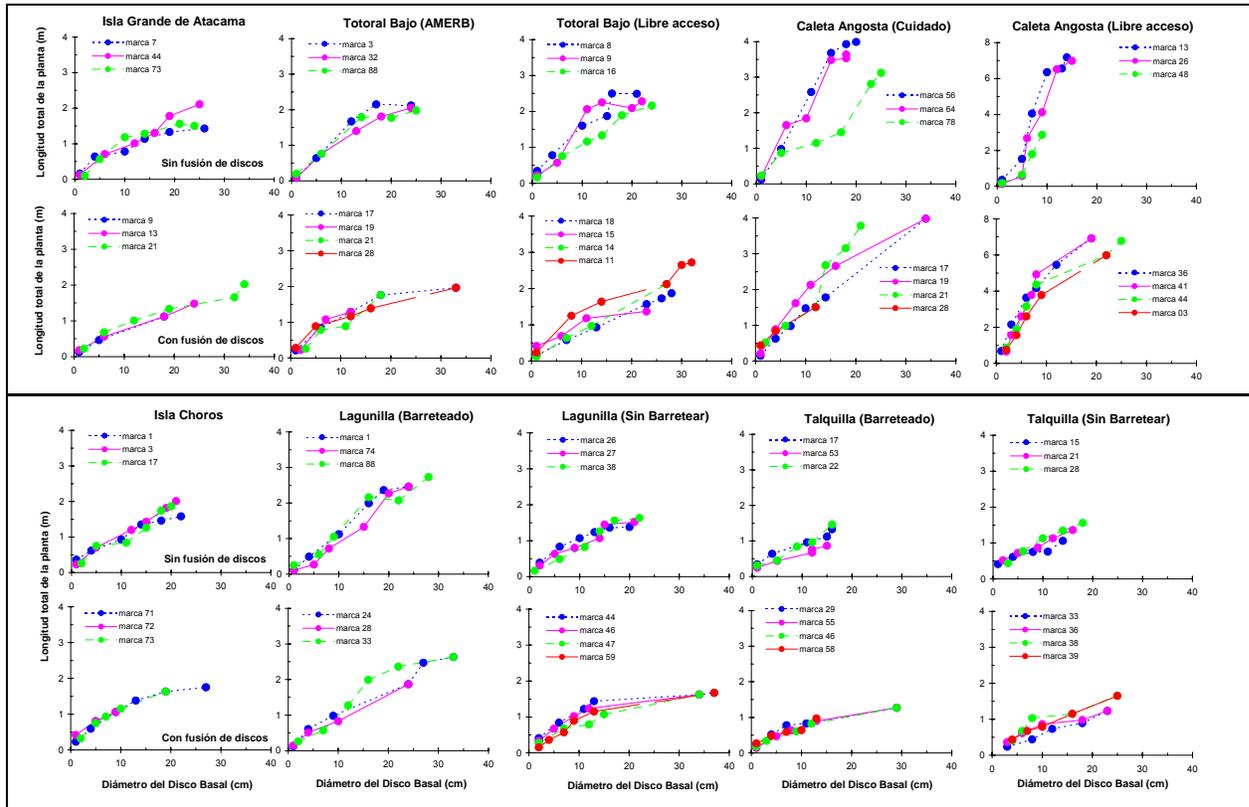
largo total y diámetro del disco basal cambia significativamente, debido a modificaciones morfológicas de las plantas evaluadas *in situ*.

La fusión de discos basales de plantas de *Lessonia nigrescens* tiene consecuencias en las pesquerías de algas pardas. Una planta individualizada (de 1-3 cm de diámetro del disco), que no ha fusionado su disco con otra planta vecina, demora entre 12 y 15 meses en alcanzar la talla de los 20 cm de diámetro del disco (tamaño mínimo de cosecha) y la madurez reproductiva (estructuras reproductivas o soros). En cambio, las plantas fusionadas alcanzan tamaños mayores a 20 cm entre los 9 y 12 meses dependiendo del momento de la fusión, aunque la madurez reproductiva es similar a las plantas individuales. Es en este contexto que la fusión de discos adhesivos de las plantas de *Lessonia nigrescens* parece acelerar el crecimiento, y por lo tanto la renovación de la población o de la pradera de algas pardas.

La presión de cosecha, sin embargo, tiene efectos directos en el fenómeno de fusión de los discos basales, por lo que este efecto necesita ser complementado con nuevos estudios que evalúen principalmente el “desgaste” a mediano (más de dos años) y largo plazo (más de diez años) de las praderas. El presente estudio muestra que en áreas con alta presión de cosecha (e.g. sector libre acceso de Caleta Angosta), la pradera está constituida por plantas que presentan un bajo crecimiento de discos individualizados (entre 12 a 15 cm de diámetro del disco adhesivo) y/o fusionados (entre 20-25 cm de diámetro del disco adhesivo), pero con un anormal crecimiento total en longitud de las plantas indicando una estimulación de la velocidad de elongación de los estipes y de las frondas. En contraste, en las plantas de las praderas de los sitios de control o sin cosecha (e.g. AMCP-MU Isla Grande de Atacama) durante el mismo período de monitoreo (15 meses) los discos basales duplican el crecimiento (alcanzan tamaños el doble más grandes), pero presentan un crecimiento en longitud total mucho menor (con plantas que alcanzan tallas  $\frac{1}{2}$  o  $\frac{1}{3}$  más pequeñas en comparación con las observadas en áreas con alta presión de cosecha). En áreas con presión de cosecha moderada (e.g. área cuidada por el usuario en caleta Angosta), el crecimiento en longitud total de las plantas puede duplicar los valores registrados en plantas de poblaciones control o sin cosecha, aunque el incremento temporal del tamaño del disco adhesivo es semejante a la situación control o sin cosecha (**Fig. 51**). Por otra parte, el crecimiento en longitud total en el área de libre acceso de Talquilla es menor que en otras áreas sugiriendo un crecimiento más lento de las plantas hacia el sur del área de estudio, aunque el crecimiento de los discos de adhesión de las plantas es semejante a las plantas de praderas ubicadas en áreas control o sin cosecha (e.g. Isla Choros).

La talla de primera madurez sexual de las plantas de *Lessonia nigrescens* varía entre localidades, en función de la presión de cosecha, y de la estacionalidad del ciclo anual. En poblaciones de *Lessonia nigrescens* no intervenidas, la primera talla de madurez sexual se observa principalmente en tamaños que oscilan entre 15 y 18 cm de diámetro mayor del disco basal adhesivo. En áreas intervenidas con

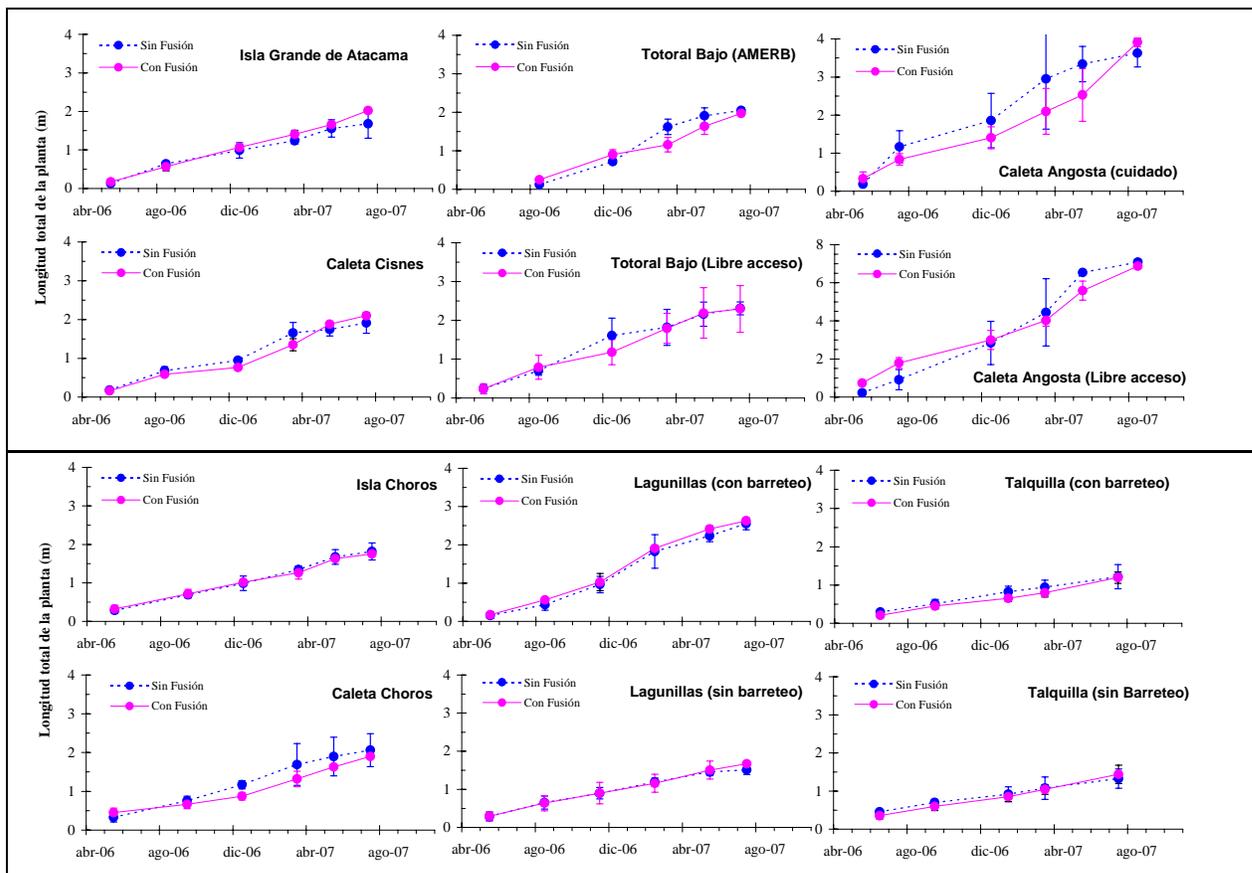
intensa presión de cosecha en cambio, la primera talla de madurez sexual se observa discos de 5-10 cm de diámetro (e.g. Caleta Angosta, Talquilla); mientras que áreas con moderada presión de cosecha la primera talla de madurez sexual ocurre en discos de 10-15 cm de diámetro (e.g. AMERB Lagunillas y Caleta Totoral Bajo).



**Figura 51.** Crecimiento de plantas marcadas de *Lessonia nigrescens* expresado en función de la relación longitud total de la planta (m) y el diámetro del disco basal adhesivo (cm), comparando discos de adhesión fusionados entre varias plantas vecinas con discos de adhesión de plantas individualizadas sin fusionar. Las plantas fueron monitoreadas estacionalmente desde otoño 2006 en localidades de la III y IV Región sujetas a distintos regimenes administrativos. Isla Grande de Atacama: AMCP-MU, sin cosecha; Totoral Bajo: AMERB y libre acceso, con cosecha; Caleta Angosta: libre acceso y cuidado por el usuario; Isla Choros: AMCP-MU sin cosecha; Lagunillas: AMERB, sectores con y sin barreteo; y Talquilla: libre acceso, sectores con y sin barreteo

Considerando el fenómeno de fusión de discos entre plantas se evaluó y comparó el crecimiento de plantas individualizadas y fusionadas (plantas que han fusionado entre dos y cuatro discos adhesivos). En general, el crecimiento en longitud de las plantas individualizadas es similar al de las plantas fusionadas, aunque varía entre localidades con un efecto más notorio en las áreas donde la presión de cosecha es mayor (Fig. 52). En las AMCP-MU Isla Grande de Atacama e Isla Choros (sin cosecha) y en

las áreas con medida administrativa (AMERB), las plantas alcanzan una longitud máxima de 2 a 3 m entre 12 a 15 meses después de que la planta ha reclutado. En las áreas con alta frecuencia de cosecha en cambio, el crecimiento de las plantas durante el período de estudio presenta respuestas distintas que el observado en áreas no cosechadas (**Fig. 52**). Este efecto de la cosecha en el crecimiento es radicalmente notable en Caleta Angosta, donde las plantas alcanzaron longitudes máximas que oscilan entre 4 m (sector cuidado por el usuario) a 7 m (sector de libre acceso) (**Fig. 52**). En todos los sitios de estudio monitoreados, las plantas comienzan la adultez entre nueve y doce meses después de reclutadas, produciendo las primeras estructuras reproductivas (soros) en sus frondas.

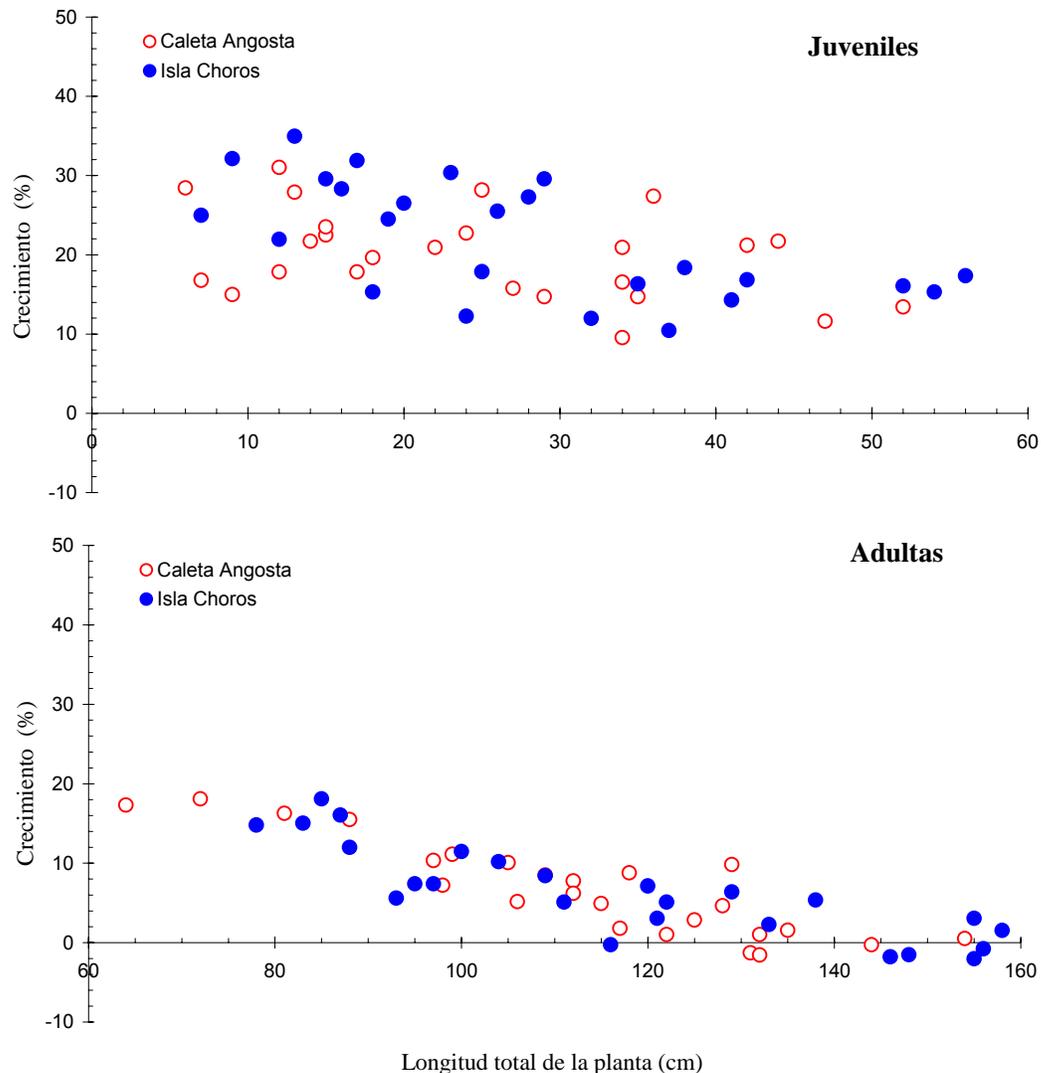


**Figura 52.** Crecimiento en longitud de plantas marcadas de *Lessonia nigrescens* (sin fusión: plantas individualizadas; con fusión: plantas con discos de adhesión fusionados), monitoreadas desde otoño 2006 en localidades de la III y IV Región sujetas a distintos regimenes administrativos. Isla Grande de Atacama: AMCP-MU, sin cosecha; Totoral Bajo: AMERB y libre acceso, con cosecha; Caleta Angosta: libre acceso y cuidado por el usuario; Isla Choros: AMCP-MU sin cosecha; Lagunillas: AMERB, sectores con y sin barroteo; y Talquilla: libre acceso, sectores con y sin barroteo.

### ***Lessonia trabeculata***

El crecimiento de las plantas de *Lessonia trabeculata* en las poblaciones evaluadas dependen de la edad y el tamaño. Las plantas juveniles de *Lessonia trabeculata* presentan un incremento temporal de la longitud de la planta que oscila entre 10 y 40%, tendiendo a disminuir en las plantas juveniles más grandes (**Fig. 53**). En las plantas adultas de *Lessonia trabeculata* el incremento temporal de la longitud de la planta es comparativamente menor que la observada en los juveniles, oscilando entre 0 y 20%, y en algunos casos presenta valores negativos (**Fig. 53**), particularmente en tamaños mayores a 120 cm de longitud total de la planta.

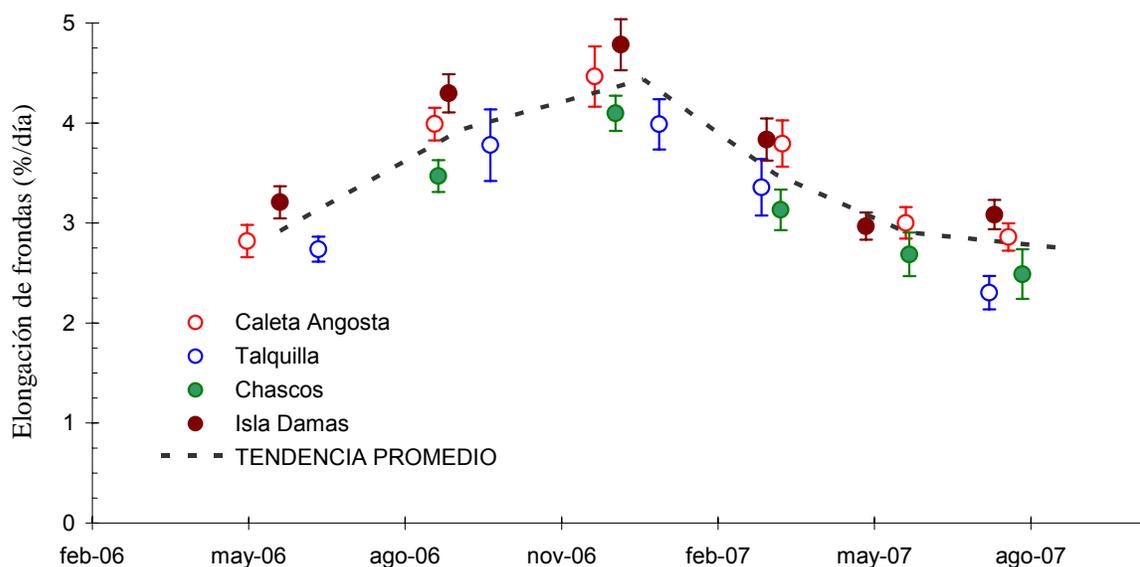
Debido a que la tasa de crecimiento de las plantas de *Lessonia trabeculata* es mínimo, fue difícil determinar la primera talla de madurez reproductiva. Sin embargo, nosotros observamos que plantas de entre 60 a 80 cm de longitud, con diámetro mayor del disco  $\geq 12$  cm presentaron soros incipientes formando una delgada línea en el centro de la fronda.



**Figura 53.** Crecimiento porcentual de la longitud total de plantas marcadas de *Lessonia trabeculata* monitoreadas desde otoño 2006 hasta invierno 2007 en localidades de la III y IV Región sujetas a distintos regimenes administrativos. Caleta Angosta: libre acceso; Isla Choros: AMCP-MU. El crecimiento esta expresado en porcentaje de la ecuación 6.

### ***Macrocystis integrifolia***

Las plantas de *Macrocystis integrifolia* renuevan continuamente las frondas desprendidas por tracción desde el disco de fijación (Vega 2005). Es en este contexto que se estimó la tasa de elongación de frondas de *Macrocystis integrifolia* en praderas sometidas a diferentes regimenes de administración y explotación de cuatro localidades ubicadas en el área de estudio (**Fig. 54**).



**Figura 54.** Tasa de Elongación (E) de frondas de *Macrocyctis integrifolia* de praderas ubicadas en localidades de la III y IV Región sujetas a distintos regimenes de administración y explotación. (Caleta Angosta: sin explotación-libre acceso; Chascos: en explotación continua-Libre acceso; Isla Damas: sin explotación-AMCP-MU; Talquilla: en explotación esporádica-libre acceso).

En las praderas evaluadas, la tasa de elongación o “crecimiento” de frondas de *Macrocyctis integrifolia* presenta una marcada estacionalidad durante el ciclo anual con máximos en primavera-verano y mínimo en otoño-invierno (**Fig.54**). En las praderas sin explotación en áreas de libre acceso (Caleta Angosta) o dentro de AMCP-MU (Isla Damas) las plantas de *Macrocyctis integrifolia* presentan mayores tasas de elongación de las frondas en comparación con las plantas ubicadas en las praderas con explotación continua (Chascos) o esporádica (Talquilla). En todas las praderas monitoreadas la renovación de frondas desde los discos adhesivos ocurre durante todo el año, aunque la velocidad de crecimiento es marcadamente estacional.

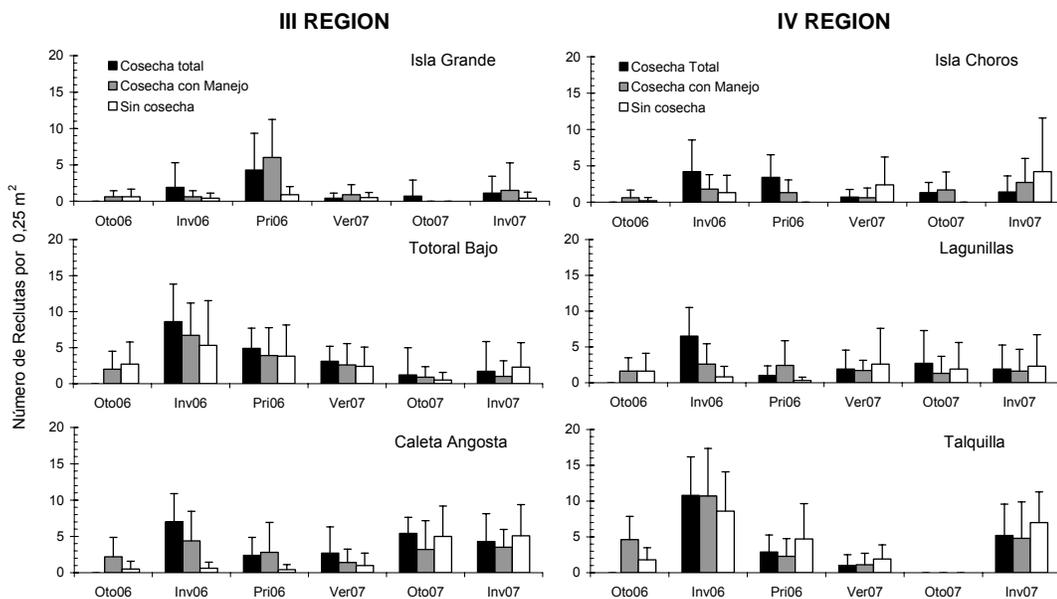
Las plantas juveniles marcadas de *Macrocyctis integrifolia* presentan esporofilas en las frondas entre seis a nueve meses después de ser marcadas. Sin embargo, no se pudo estimar una talla mínima de madurez sexual, debido a alta variabilidad y plasticidad de los atributos morfológicos que son usados para las estimaciones de talla y peso de las plantas de *Macrocyctis*; las cuales varían entre localidades y en el gradiente de profundidad.

### 5.4.3. Experimentos de Podas Estacionales

Se realizaron experimentos de cosechas de *Lessonia trabeculata* y de *Lessonia nigrescens* para evaluar el efecto del espaciamiento en la extracción de plantas enteras. En áreas intermareales (*L. nigrescens*) y submareales (*L. trabeculata*) de las localidades seleccionadas fueron establecidos cuadrantes

experimentales entre 10 m<sup>2</sup> y 100 m<sup>2</sup>, con los siguientes protocolos experimentales a) sitios control (sin cosecha); b) sitios con cosechas de 1 cada 3 plantas y c) sitios con cosecha total. En los cuadrantes experimentales se evaluó: a) la supervivencia de las plantas que permanecen post cosecha, b) el crecimiento de plantas, c) el reclutamiento (Nº de juveniles) y d) la riqueza de especies de fauna y flora entre plantas.

El reclutamiento de plantas de *Lessonia nigrescens* varía en función del espaciamiento en la extracción de plantas enteras, de la presión de cosecha y de la localidad (**Fig. 55**). Los cuadrantes con cosecha total en todas las localidades presentaron mayores reclutamientos a la siguiente estación del año (**Fig. 55**). En localidades con alta presión de cosecha (e.g. Totoral Bajo Caleta Angosta y Talquilla fuera del AMERB o sin manejo del usuario), el reclutamiento es más intenso en comparación con localidades sometidas a medidas administrativas (**Fig. 55**). Además, otros factores dependientes de la localidad tienen efectos que inhiben o favorecen los procesos de reclutamiento que producen retardos en el reclutamiento (e.g. Isla Grande) (**Fig. 55**).

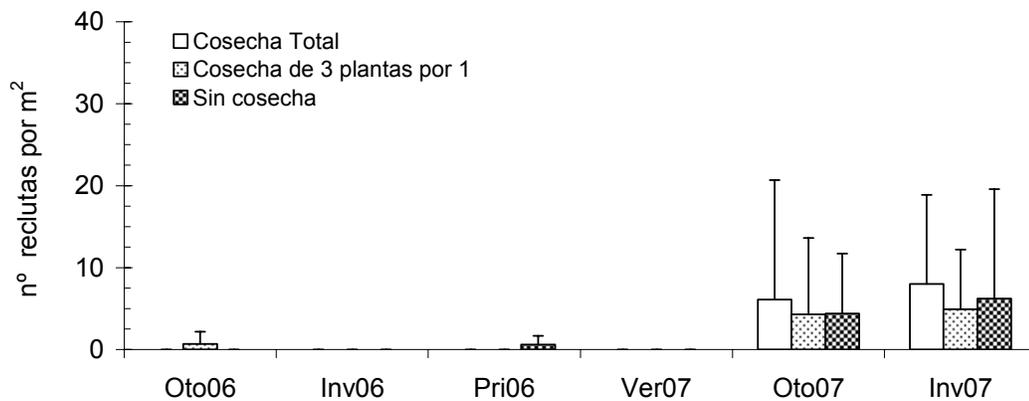


**Figura 55.** Reclutamiento de *Lessonia nigrescens* en cuadrantes experimentales sometidos a distintas intensidades de cosecha en la III y IV Región.

Durante el ciclo anual, independiente de la intensidad de cosecha experimental, el reclutamiento de *Lessonia nigrescens* ocurre principalmente en invierno, con reclutamientos secundarios en primavera.

El efecto de la intensidad de cosecha de plantas de *Lessonia trabeculata* fue evaluado en Caleta Angosta, donde se establecieron distintos cuadrantes experimentales. Se realizó la cosecha de todas las plantas (cosecha total) en algunos cuadrantes, mientras que se cosecharon tres plantas dejando 1 en el

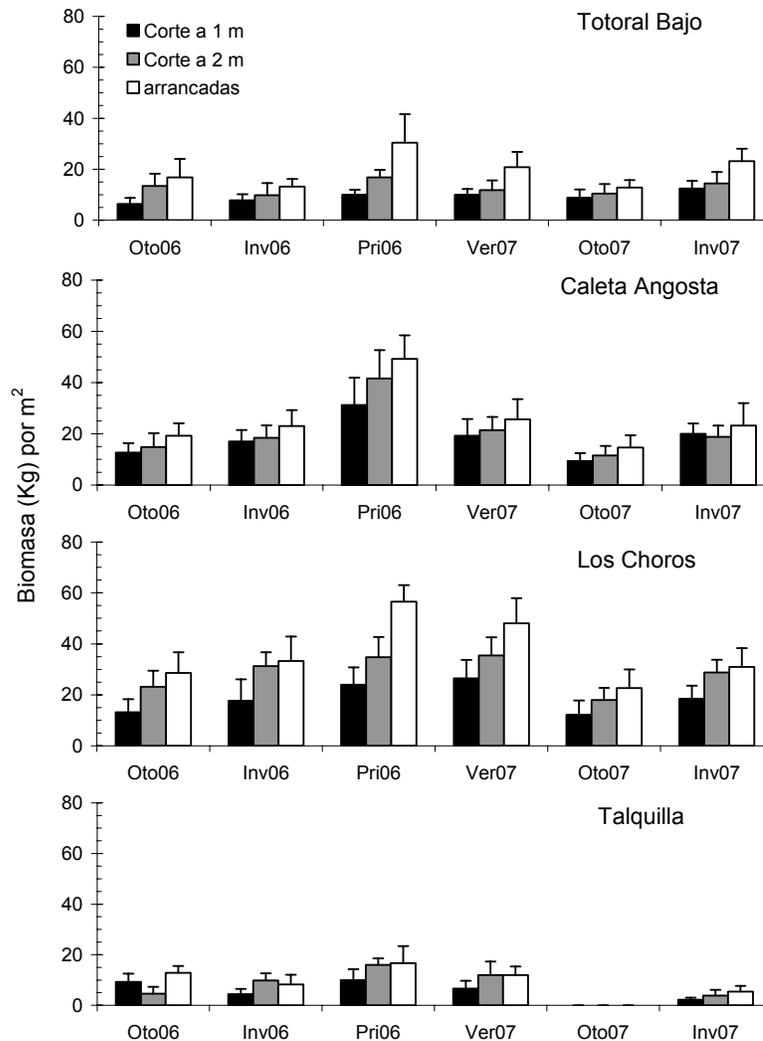
sustrato en otros (cosecha de 3 por 1). Cuadrantes sin cosecha que representan la situación control fueron contrastados con los cuadrantes experimentales en relación al reclutamiento de juveniles. En los cuadrantes experimentales de cosecha dentro de las praderas de *Lessonia trabeculata*, el reclutamiento fue nulo o mínimo desde otoño 2006 hasta verano 2007 (**Fig. 56**). Posteriormente en otoño e invierno 2007, se observan reclutamientos masivos tanto en las áreas sometidas a distintas intensidades de cosechas así como en el área control (**Fig. 56**).



**Figura 56.** Reclutamiento de *Lessonia trabeculata* en cuadrantes experimentales sometidos a distintas intensidades de cosecha en Caleta Angosta.

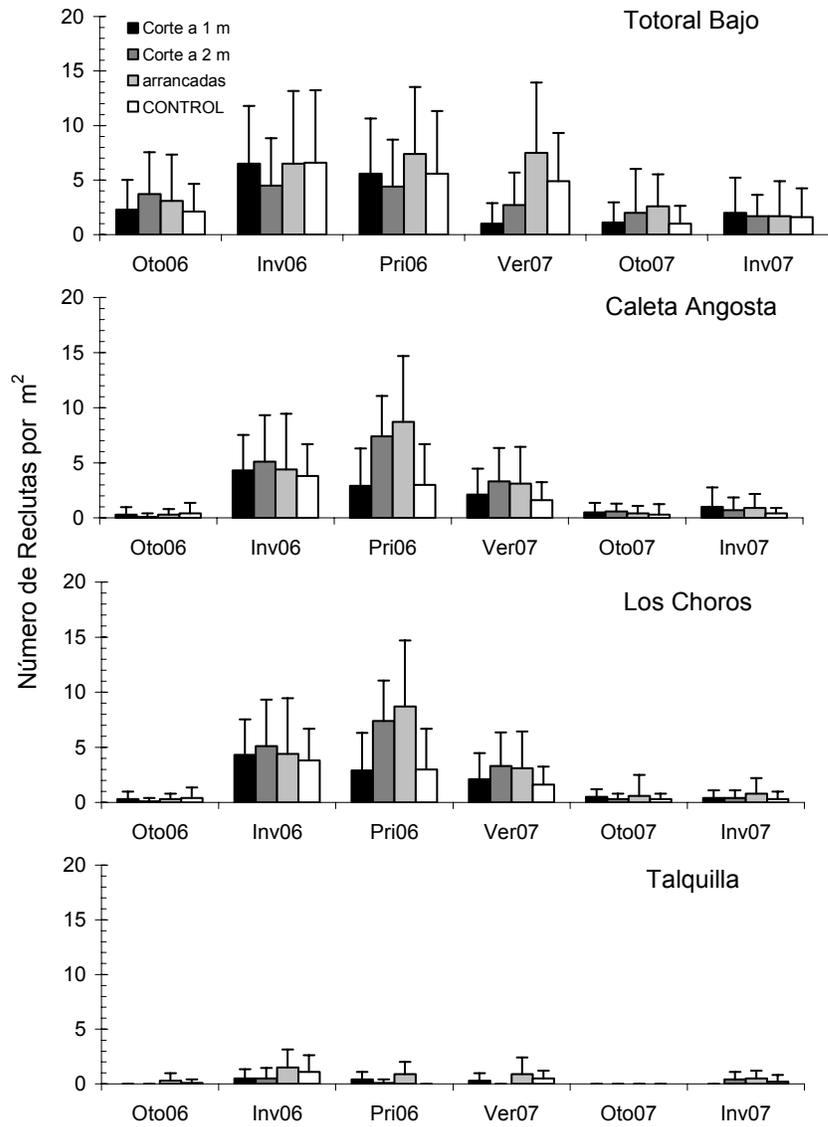
Para el caso de *Macrocystis*, se realizaron cosechas experimentales de las frondas cortando el dosel desde la superficie a distintos niveles de profundidad. Se establecieron cuadrantes experimentales entre 10 m<sup>2</sup> y 100 m<sup>2</sup> podándose el dosel desde la superficie hasta 1 m y 2 m de profundidad. Cuadrantes sin poda o situación control, fueron contrastados con los experimentales en relación a la regeneración en biomasa y el reclutamiento de juveniles.

La regeneración estacional de la biomasa de *Macrocystis integrifolia* en los cuadrantes experimentales varía con respecto a la estrategia de cosecha (**Fig. 57**). En general, la técnica que consiste en arrancar las frondas con la mano produce una mayor cosecha de frondas que el utilizar alguna herramienta de poda a alguna altura determinada de la fronda (**Fig. 57**). Sin embargo, el efecto de la cosecha y la capacidad regenerativa de las plantas de *Macrocystis integrifolia* varía dependiendo de la localidad y de la ubicación de la pradera en el gradiente de la costa (Intermareal vs submareal). Además, la productividad de la pradera varía estacionalmente con máximos en primavera y mínimos en otoño (**Fig. 57**).



**Figura 57.** Producción estacional de biomasa de *Macrocystis integrifolia* en praderas con cuadrantes experimentales donde se ha aplicado a tres estrategias distintas de cosecha.

El reclutamiento promedio de plantas de *Macrocystis integrifolia* en los cuadrantes experimentales de poda varía con respecto a la estrategia de cosecha (**Fig. 58**). La cosecha arrancando frondas con la mano o la poda de 2 m de frondas produce mayores reclutamientos (**Fig. 58**). Independiente de la estrategia de cosecha, el reclutamiento de *Macrocystis integrifolia* varía estacionalmente, con máximos en invierno y primavera 2006 y verano 2007. Sin embargo, factores dependientes de la localidad y la ubicación de la pradera en el gradiente de la costa (intermareal vs submareal), también producen variabilidad en los procesos de reclutamiento de plantas de *M. integrifolia*.



**Figura 58.** Reclutamiento de *Macrocyctis integrifolia* en praderas con cuadrantes experimentales donde se ha aplicado a tres estrategias distintas de cosecha.

### 5.4.3. Caracterización de la Comunidad.

Junto con evaluar la dinámica de las poblaciones de algas pardas en las distintas localidades seleccionadas se registró el número de especies presentes en los cuadrantes durante cada período de muestreo. Por un motivo práctico, sólo se han considerado macroinvertebrados y macroalgas, a modo que sea un indicador de biodiversidad de rápida obtención en terreno.

En las praderas intermareales de *Lessonia nigrescens* y de *Macrocystis integrifolia* evaluadas dentro del área de estudio (III y IV Región) se observaron un total de 120 taxa animales distribuidos en 4 esponjas, 3 anémonas, 3 gusanos nemertinos, 4 poliquetos, 50 moluscos, 30 crustáceos, 7 equinodermos, 3 urochordados, 10 peces y 1 mamífero (**Tabla 20**). La flora intermareal esta constituida por 102 especies de algas (1 cianoficea, 22 cloroficeas, 15 feoficeas y 64 rodoficeas) y 1 fanerógama marina (**Tabla 21**). La riqueza promedio de la fauna intermareal en el área de estudio es de  $75,71 \pm 11,64$  especies por localidad, con un rango de variación que oscila entre 57 y 90 especies. La flora en el área de estudio presenta una riqueza promedio en el intermareal de  $74,86 \pm 15,44$  especies por localidad, con un rango de variación que oscila entre 57 y 96 especies

En las praderas submareales de *Lessonia trabeculata* y de *Macrocystis integrifolia* monitoreadas en el área de estudio, la fauna asociada estuvo compuesta por un total de 87 taxa especies distribuidos en 9 esponjas, 6 anémonas, 1 gusanos nemertinos, 3 poliquetos, 39 moluscos, 15 crustáceos, 8 equinodermos, 3 urochordados, 4 peces y 1 mamífero (**Tabla 22**). La flora submareal asociadas a las praderas de algas pardas presentó un total de 42 especies de algas y una fanerógama marina (**Tabla 23**). La riqueza de especies promedio de animales en el submareal del área de estudio fue de  $41,57 \pm 2,23$  especies por localidad, con un rango de variación que oscila entre 39 y 44 especies. La flora submareal en el área de estudio presentó un promedio de  $23,43 \pm 3,51$  especies por localidad, con un rango de variación que oscila entre 18 y 28 especies por localidad. La composición de la flora y fauna de las comunidades submareales de fondos rocosos en el área de estudio son estables durante el ciclo anual (**Tabla 24 y 25**). Sin embargo, a largo plazo las comunidades alternan dos estados comunitarios estables y opuestos entre sí, las praderas de algas y los fondos blanqueados (Vásquez & Buschmann 1997; Vega *et al.* 2005).

#### 5.4.3.1 Descripción de la estructura de las comunidades intermareales rocosas de la III y IV Región.

La costa comprendida por la III y IV Región, esta dominada por ambientes intermareales expuestos al oleaje, con un patrón de zonación característico de las costas del centro-norte de Chile (Santelices 1989; Vásquez & Vega 2004). Aún cuando se detectan modificaciones en la composición y estructura comunitaria debido a que algunas especies presentan sus límites de distribución cerca de los 30° de latitud (Lancellotti & Vásquez 1999, 2000; Camus 2001).

A lo largo del litoral de la III y IV Región, el intermareal bajo esta caracterizado por un cinturón de algas pardas que forman las plantas de *Lessonia nigrescens*, donde presenta los máximos de cobertura y biomasa. La extensión y abundancia relativa de *Lessonia nigrescens* es variable y depende del grado de inclinación de la roca y de la exposición al oleaje. En paredones rocosos muy expuestos al oleaje, la franja es estrecha. En cambio, en sectores con plataformas expuestas al oleaje o en playas de bolones la franja es más ancha, abarcando varios metros de extensión. Desde Punta Lengua de Vaca al sur, *Durvillaea antarctica* compite por espacio con *Lessonia nigrescens* en el intermareal bajo. Aunque la abundancia relativa de *Durvillaea antarctica* es mínima en comparación con praderas ubicadas desde los 33° S al sur (Santelices *et al.* 1980). El grado de exposición al oleaje desde Punta huesos (límite sur de la IV Región) hasta Punta Lengua de Vaca, que es el límite norte de distribución de *Durvillaea antarctica*, podría explicar en parte la baja frecuencia de plantas de esta alga parda (Vásquez & Vega 2004).

El sustrato disponible entre los discos de *Lessonia nigrescens* esta cubierto por algas crustosas calcareas del Orden Corallinales, algunas veces sobrepuesta a los parches formados por el gastrópodo sésil Vermetidae *indet.* Bajo el cinturón de *Lessonia nigrescens* son abundantes los erizos negros (*Tetrapyrgus niger*) que habitan junto a chitones (*Acanthopleura echinata* y *Enoplochiton niger*), lapas (Principalmente *Fisurrella costata*, *F. limbata*, *F. cumingi* y *F. maxima*), caracoles negros (e.g. *Tegula atra*; *Diloma nigerrima*) y soles de mar (*Heliasther helianthus*). También son frecuentes bajo y/o entre los discos de *Lessonia nigrescens*, juveniles de estrellas de mar (e.g. *Stichaster striatus*) y del loco (*Concholepas concholepas*), así como anémonas (e.g. *Phymacthis clemathis*, *Anemonia aliceamartinae*, *Anthothoe chilensis*, y *Phymanthea pluvia*), caracoles (e.g. *Tegula euryomphala*, *Prisogaster niger*), erizo rojo *Loxechinus albus* y peces (e.g. *Scyases sanguineus* y *Aphos porosus*).

En lugares donde el embate de las olas es recurrente y los herbívoros presentan bajas densidades (e.g. paredones), entre y bajo las plantas de *Lessonia nigrescens* se desarrollan parches de algas conformados principalmente por *Gelidium spp* y algas Corallinales erectas (e.g. *Corallina officinalis* y *Bossiella spp*). Desde Lengua de Vaca al sur, se agregan otras especies de algas, como por ejemplo *Laurencia chilensis*. La ausencia de algas frondosas en el intermareal bajo de algunos lugares se produce por el efecto combinado entre el pastoreo de invertebrados y la perturbación producida por el barrido de frondas y estipes de *Lessonia nigrescens* sobre la roca (Santelices & Ojeda 1984; Vásquez & Buschmann 1998). En grietas y recovecos sombreados y húmedos bajo las rocas del intermareal bajo, dominan en coberturas las Ascidas (e.g. *Pyura chilensis*, *Ascidia indet.*) y esponjas (Demospongiae *indet.*). A lo largo de grietas y fisuras o entre los recovecos expuestos al oleaje y a la luz directa del sol es frecuente encontrar parches de algas como *Rhodymenia skottsbergii*, *Schottera nicaeensis* y *Chaetomorpha spp*.

El intermareal medio, ubicado sobre el cinturón de *Lessonia nigrescens*, esta compuesto por distintas asociaciones de algas frondosas, con abundancias relativas que dependen del grado de inclinación de

las rocas, de la exposición al oleaje y de la orientación a la luz (Santelices 1989; Vásquez & Vega 2004). En lugares caracterizados por plataformas horizontales con recambio de agua y expuestas a la luz, es posible encontrar asociaciones de *Gelidium spp*, *Hypnea musciformis*, *Montemaria horridula*, *Porphyra columbina*, *Centroceras clavulatum*, *Ceramium spp*, *Polysiphonia spp* y *Ulva spp*, algunas veces mezcladas con parches de algas estacionales como *Endarachne bingamiae* y *Colpomenia spp*. Desde Punta Lengua de Vaca al sur, frecuentemente *Mazzaella laminarioides* se agrega a este ensamble de algas dominando en cobertura las plataformas horizontales. En paredones verticales con poca exposición a la luz directa, parches de *Codium dimorphum*, *Montemaria horridula*, *Hypnea musciformis* y/o *Gelidium spp* monopolizan el sustrato. En hábitats con condiciones intermedias de iluminación, inclinación o exposición al oleaje, es frecuente encontrar parches de macroalgas de diversos tamaños, con distintas combinaciones de especies, principalmente *Montemaria horridula*, *Hypnea musiformis*, *Ulva sp*, *Gelidium spp* y *Codium dimorphum*. Los invertebrados más frecuentes en el intermareal medio son *Acanthopleura echinata*, *Fissurella spp* (principalmente *F. crassa*) y *Scurria spp* (e.g. *Scurria araucana*, *Scurria ceciliana*, *Scurria plana*) y *Chiton granosus*. En grietas y fisuras sombreadas y húmedas de los roquerios en este nivel mareal es frecuente la presencia de los crustáceos decápodos *Acanthocyclus spp* (*A. hassleri* y *A. gayi*), *Pachycheles grossimanus*, *Petrolisthes spp*. y *Leptograpsus variegatus*, algunas veces junto al gastrópodo *Trimusculus peruvianus*.

El intermareal alto está caracterizado por parches de cirripedios (*Jehlius cirratus* y *Notochthamalus scabrosus*) y en menor frecuencia se observan parches del chorito *Perumytilus purpuratus*. Las macroalgas frondosas del intermareal alto más frecuentes en abundancia son *Ulva sp*, *Enteromorpha sp*, *Centroceras clavulatum* y *Polysiphonia sp*. Desde lengua de Vaca al sur, también es frecuente observar en este ensamble de algas a *Mazzaella laminarioides*. Dentro o entre estos parches es común encontrar invertebrados herbívoros tales como *Scurria spp* (e.g. *Scurria variavilis*, *Scurria araucana*), *Siphonaria lessoni* y anfípodos. En lugares donde la abundancia relativa de los cirripedios es baja existe una gran cobertura de crustosas rojas, pardo-rojizas o negras conformada por un ensamble de macroalgas crustosas no-calcareas (de las cuales las algas más comunes son *Hildenbrandia sp* y *Cyanophycea indet.*), o de sustrato rocoso libre; aunque en primavera pueden observarse parches de *Porphyra columbina*. En este nivel de marea también habitan los caracoles *Littorina araucana* y *Littorina peruviana*, junto con la lapa *F. crassa* y el gastrópodo pulmonado *Siphonaria lessoni* de manera agregada y con máximas abundancias alrededor de grietas y recovecos.

Las laderas norte de pequeñas penínsulas y de pequeñas caletas que generan ensenadas o de roqueríos fragmentados que producen pozas caracterizan los ambientes protegidos al oleaje en el área de estudio. En estos roqueríos protegidos *Lessonia trabeculata* y *Macrocystis integrifolia*, especies propias del submareal, penetran en la zona intermareal baja con altas abundancias relativas en pozas de mareas, plataformas y roquerios, sin llegar a conformar un cinturón como el descrito para *Lessonia nigrescens* (Vásquez & Vega 2004). Entre los discos de adhesión de estas algas pardas, las rocas están cubiertas

por crustosas calcareas rojas, aunque también es posible encontrar parches mixtos de macroalgas conformados por ejemplo por *Corallina chilensis*, *Glossophora kunthii* y *Plocamium cartilagineum*. En pozas conformadas por las rocas del intermareal bajo, se observan pequeños parches de *Halopteris sp* y *Asparagopsis armata* junto con algas de frecuencia estacional (e.g. ectocarpales). En ausencia de algas pardas y en el intermareal medio, durante la primavera, entremezclados con *Perumytilus purpuratus* y el cirripedio *Balanus laevis*, se observan parches de *Gelidium chilense*, Ceramiales *indet.* y Gelidiales *indet.*, mientras que en épocas estivales la diversidad de macroalgas se incrementa por la presencia de *Ulva sp*, *Centroceras clavulatum*, y extensos parches de *Hildenbrandia sp*. En los niveles intermareales más altos dominan cirripedios (*Jehlius cirratus*), *Porphyra columbina*, *Scurra spp*, *Siphonaria lessoni*, *Littorina peruviana* y *Littorina araucana*.

#### **5.4.3.2. Descripción de los efectos de la cosecha de *Lessonia nigrescens* en la estructura de las comunidades intermareales rocosas.**

Los resultados de los experimentos de cosecha de *Lessonia nigrescens* realizados en hábitats rocosos intermareales del área de estudio (III y IV Región) sugieren junto con la evidencia adicional (Santelices 1981; Santelices & Ojeda 1984; Vásquez & Santelices 1984) que en presencia y/o ausencia de cosecha, la biodiversidad está determinada por factores bióticos (e.g. interacciones biológicas) y factores abióticos (e.g. luz, temperatura del agua, exposición al oleaje, sustrato) que interactúan diferencialmente caracterizando la biota de cada localidad. La cosecha total y parcial (barreteando una de cada tres plantas) de *Lessonia nigrescens* presentan rutas ecológicas sucesionales similares a las descritas por Santelices (1989), pero con diferentes velocidades de recuperación. En general, la renovación de la comunidad es más lenta cuando se efectúa cosecha total de plantas, es más cuando aumenta la abundancia de herbívoros bentónicos puede no llegar a restablecerse la pradera de algas pardas por largo período (+ 2 años, ver ejemplo en Vásquez *et al.* 2006). Además, la estación del año en que se efectúa la cosecha también es un factor importante, determinando la dirección del efecto perturbador en la estructura y renovación de la comunidad o en el paisaje marino, pero no directamente en la composición de especies.

1) En playa de bolones (e.g. Totoral Bajo), la cosecha de *Lessonia nigrescens* en otoño-invierno produjo una sucesión ecológica iniciada por fondos blanqueados, continuada por parches de algas cespitosas (e.g. *Montemaria horridula* o *Gelidium spp*), que finalizó con el reclutamiento y crecimiento de *Lessonia nigrescens* y *Macrocystis integrifolia*, quince meses después. Sin embargo, el establecimiento de parches de *Macrocystis integrifolia* modificó el paisaje del sector barreteado disminuyendo el sustrato disponible para el restablecimiento de la pradera de *Lessonia nigrescens*. En contraste la cosecha de primavera-verano generó sustrato libre debido a la decoloración de las algas crustosas calcareas. Luego del restablecimiento de las crustosas calcáreas, la sucesión continuó con el establecimiento de una comunidad de algas cespitosas y la presencia de algunos reclutas de *Lessonia nigrescens* y de *Macrocystis integrifolia*. Los invertebrados asociados al ensamble de algas en la playa de bolones donde

se realizaron las cosechas fueron el erizo negro *Tetrapygyus niger*, el erizo rojo *Loxechinus albus*, la lapa chocha *Fissurella costata* y caracoles (e.g. *Tegula atra*, *Tegula tridentata* y *Prisogaster niger*), junto al sol de mar (*Heliasther helianthus*) y algunas anémonas (e.g. *Anemonia aliceamartinae* y *Phymanthea pluvia*).

2) En roqueríos expuestos (e.g. plataformas en Isla Grande de Atacama, Totoral Bajo, Caleta Angosta y Lagunillas) la cosecha de *Lessonia nigrescens* en otoño-invierno produjo una sucesión ecológica iniciada por fondos blanqueados, continuada por parches de algas corallinales erectas (e.g. *Corallina officinalis*) y algas cespitosas (e.g. *Gelidium spp*), que concluyó con el reclutamiento de *Lessonia nigrescens*, y el restablecimiento del paisaje inicial, entre cuatro a nueve meses después de efectuada la cosecha. En cambio, la cosecha de primavera-verano generó sustrato libre debido a la decoloración las crustosas calcáreas y no cálcareas durante el verano. Junto con la recuperación de las especies de algas crustosas en otoño, también comienza el establecimiento de algunos parches de algas corallinales erectas (e.g. *Amphiroa spp*, *Corallina officinalis*) y algas cespitosas (e.g. *Gelidium spp*), junto con la presencia de algunos reclutas de *Lessonia nigrescens*. Los invertebrados característicos en los sitios donde se realizaron las cosechas fueron el erizo negro *Tetrapygyus niger*, juveniles del erizo rojo *Loxechinus albus*, la lapa chocha *Fissurella costata*, los chitones *Acanthopleura echinata* y *Enoplochiton Níger*, algunos caracoles (e.g. *Tegula atra*, *Tegula tridentata* y *Prisogaster niger*), juveniles del loco *Concholepas concholepas*, juveniles de las estrellas de mar *stichaster striatus* y del sol de mar *Heliasther helianthus*.

3) En roqueríos protegidos (e.g. Isla Choros y Talquilla) la cosecha de *Lessonia nigrescens* produce sucesiones ecológicas semejantes a las descritas para los roqueríos expuestos. Sin embargo, la comunidad que se establece posterior a la cosecha tiene dos estados alternativos de desarrollo. El primer estado lleva directamente al restablecimiento del cinturón de *Lessonia nigrescens* y su comunidad asociada entre 9 y 12 meses después de realizada la cosecha (e.g. Los Choros), mientras que el segundo estado favorece un rápido establecimiento de parches intermareales de *Macrocystis integrifolia* (e.g. Talquilla). El reemplazo de una especie de huero dominante por otro huero en ambientes protegidos parece depender, en este caso, directamente de la presencia de praderas de *Macrocystis integrifolia* o de *Lessonia trabeculata* aledañas al intermareal bajo donde se realizaron las cosechas (ver Camus *et al.* 1994). Los invertebrados característicos durante las cosechas en sitios intermareales protegidos fueron la lapa chocha *Fissurella costata*, los chitones *Acanthopleura echinata* y *Enoplochiton niger*, caracoles (e.g. *Tegula atra*, *Tegula tridentata* y *Prisogaster niger*), juveniles de loco *Concholepas concholepas*, la estrellas de mar *Stichaster striatus* y el sol de mar *Heliasther helianthus*.

#### **5.4.3.3. Descripción de la estructura de las comunidades submareales rocosas de la III y IV Región.**

Los ambientes submareales del litoral de la III y IV Región hasta los 25-30 m están dominados por extensas praderas de *Lessonia trabeculata* ubicadas sobre sustrato rocoso estable (Vásquez 2004). La distribución batimétrica de *Lessonia trabeculata* en sectores protegidos al oleaje comienza en el

intermareal dentro de las pozas de marea, mientras que en sectores más expuestos al oleaje el límite superior de la pradera se ubica entre los 2 m y 4 m de profundidad. El límite inferior de la pradera generalmente está determinado por la discontinuidad del sustrato estable por el comienzo de los fondos blandos (Vásquez 1993). La distribución batimétrica de la pradera depende de la inclinación del fondo rocoso, en algunas áreas puede alcanzar hasta los 30 m de profundidad mientras que en otros no sobrepasa los 100 m de longitud (Vásquez 2004; Vásquez & Vega 2004). La densidad de *Lessonia trabeculata* es variable dentro de un mismo bosque y a menudo cambia con la profundidad (Vásquez 1993). A lo largo del litoral del área de estudio existen densas praderas caracterizadas por altas abundancias de plantas, aún cuando en algunos sectores la densidad disminuye debido a la dispersión de los individuos o por la presencia de fondos blanqueados.

La biodiversidad de invertebrados puede variar en el gradiente batimétrico de las praderas de *Lessonia trabeculata* (Vásquez & Vega 2004) o entre localidades dependiendo del grado de perturbación en el hábitat producido por la interacción de distintos factores abióticos y bióticos que actúan a diferentes escalas espaciales (Vega *et al.* 2005; Graham *et al.* 2007). En general, los fondos rocosos someros y las bajeras rocosas superficiales ubicados dentro de la pradera presentan fondos blanqueados. El color blanco-rosado que caracteriza el sustrato rocoso en las comunidades de fondos blanqueados corresponde al hábito de un ensamble diverso de algas rojas crustosas y calcáreas del Orden Corallinales. Es muy frecuente que altas densidades de erizo negro (*Tetrapygus niger*) y unos pocos erizos rojos (*Loxechinus albus*) estén asociados a los fondos blanqueados. Otros organismos frecuentes en los fondos blanqueados son lapas juveniles y adultas (principalmente *Fissurella cumingi*, *Fissurella latimarginata* y *Fissurella maxima*), caracoles (e.g. *Tegula spp.*, *Prisogaster niger*), anémonas de mar (e.g. *Phymacthis clemathis*) y cangrejos Porcelanidos (e.g. *Allopetrolithes sp.*). Entre los predadores destacan los juveniles de loco *Concholepas concholepas* y un ensamble de estrellas de mar dominadas en abundancia por *Heliaster helianthus* y *Stichaster striatus*.

Dentro de las praderas de *Lessonia trabeculata*, entre los discos de adhesión, el estrato vegetal basal está constituido principalmente por un conjunto de diversas algas crustosas calcáreas del Orden Corallinales; que puede variar en composición y estructura. En algunos sectores, además del dominio de las algas crustosas Corallinales, también están presentes estratos herbáceos representados por mezclas de distintas especies de macroalgas de los Órdenes Gelidiales, Ectocarpales y/o Ceramiales. En otros lugares se desarrollan parches mixtos o monoespecíficos de *Halopteris paniculata*, *Glossophora kunthii*, *Asparagopsis armata*, *Rhodomenia sp.*, *Plocamium sp.*, *Bossiella sp.* y *Corallina officinalis*. Los organismos sésiles frecuentes también entre discos basales de *Lessonia trabeculata* son: el piure (*Pyura chilensis*), el poliqueto tubícola (*Phragmathoma moerchii*), el gasterópodo Vermetidae *indet.* y las esponjas (Demospomgiae *indet.*). La fauna de la pradera de *Lessonia trabeculata* está dominada por gasterópodos pequeños tales como *Tegula sp.*, *Mitrella unisfaciata* y *Prisogaster niger* y el camarón de roca

*Rhynchocinetes typus*. Otras especies de alta movilidad son las jaivas (e.g. *Cancer setosus*, *Homalaspis plana*, *Paraxanthus barbiger* y *Taliepus dentatus*)

Hacia los límites del sustrato rocoso consolidado (>15-20 m de profundidad) y sobre roqueríos submarinos rodeados por arenas, se desarrolla una comunidad dominada por fauna incrustante caracterizada por Cirripedios (e.g. *Balanus laevis*, *Austromegabalanus psittacus* y *Cirripedia indet.*) y Esponjas (e.g. *Desmopongiaceae indet.*). A estas profundidades, las especies de tamaño pequeño como los caracoles (e.g. *Nassarius gayi*, *Tricolia macleani*, *Tegula spp*, *Crassilabrum crassilabrum* y *Xanthochorus spp*) y las anémonas de mar (e.g. *Anemonia alicemartinae*, *Anthothoe chilensis*) son muy frecuentes. Los predadores más conspicuos son las estrellas de mar (e.g. *Luidia magellanica* y *Meyenaster gelatinosus*), junto al loco *Concholepas concholepas*. Sobre los fondo blandos y rodeando las rocas se observan agregaciones del Caracol *Turritella cingulata*, junto con *Tegula sp* y *Priene spp*, cangrejos ermitaños (e.g. *Pagurus edwardsii*) y anémonas de mar (e.g. *Antholoba achates*).

En los sectores del litoral de la III y IV Región caracterizados por ambientes protegidos al oleaje se observan ensamblajes mixtos de *Macrocystis integrifolia* y de *Lessonia trabeculata* entre los 0 m hasta los 14 m de profundidad. En el gradiente batimétrico, *Macrocystis integrifolia* habita preferentemente en la cúspide de promontorios rocosos submarinos con máximos de abundancia en fondos someros (1-3 m de profundidad), mientras que los máximos de abundancia de *Lessonia trabeculata* comienzan sobre los 5 m de profundidad. En general, la diversidad, composición y estructura de los ensamblajes de algas e invertebrados bentónicos submareales en estos ambientes no parecen ser significativamente distintos a los descritos para praderas submareales de *Lessonia trabeculata*.

#### **5.4.3.4. Descripción de los efectos de la cosecha de *Lessonia trabeculata* en la estructura de las comunidades submareales rocosas.**

Las cosechas experimentales realizadas en Caleta Angosta no parecen modificar sustancialmente la diversidad de especies asociadas a los fondos rocosos (expresadas en diversidad, composición y estructura comunitaria). Después de 15 meses de monitoreo, el efecto de las cosechas en la biodiversidad bentónica submareal muestra distintos estados comunitarios alternativos equivalentes a los previamente descritos por Vásquez (1992, 1993) para comunidades rocosas del norte de Chile. Es en este contexto que la biodiversidad de especies en el área donde se realizó la cosecha total de plantas fue semejante al área donde se realizó la cosecha de 1 planta cada 3, o al área control.

En términos de paisaje observado, el área completamente cosechada fue semejante al fondo blanqueado, pero sin erizos negros. El restablecimiento del paisaje de pradera de *Lessonia trabeculata* comenzó 12 meses después de realizadas las cosechas (otoño 2007), cuando se observaron reclutamientos masivos de *Lessonia trabeculata* en toda el área de estudio (III y IV Región). Así, en ausencia de pastoreadores (e.g. erizos negros o caracoles tegulas), la sucesión ecológica continuó de acuerdo a los estados descritos por Vásquez (1992). Las comunidades de fondos blanqueados

observada post-cosecha fueron reemplazadas por comunidades dominadas por parches de algas cespitosas (e.g. *Gelidium spp*), algas erectas (e.g. *Glossophora kunthii*, *Plocamium spp*, *Halopteris spp*), poliquetos tubícolas (*Phragmatopoma moerchii*) y/o de gastrópodos sésiles Vermetidae *indet.*, los que finalmente facilitaron el reclutamiento de *Lessonia trabeculata*. En presencia de herbívoros bentónicos (erizo negro *Tetrapygus niger* y caracoles gastrópodos del género *Tegula*) es posible que el restablecimiento de la pradera hubiese tomado más tiempo que el observado durante el presente monitoreo (Ver Thiel *et al.* 2007; sección kelp forest) y la comunidad que persistiese serían los fondos blanqueados dominados por erizos negros (Vásquez 1992). Esto, al menos hasta que los erizos negros fuesen excluidos del sistema por alguna perturbación de gran escala y baja frecuencia en el clima oceanográfico costero del área de estudio (Vega *et al.* 2005).

**Tabla 20.** Listado de especies por localidad, obtenida de los registros *in situ* de la fauna asociada a bosques intermareales de *Lessonia nigrescens* y de *Macrocystis integrifolia*.

TAXA	Isla Grande de Atacama	Caleta Chascos	Caleta Totoral Bajo	Caleta Angosta	Isla Choros	Lagunillas	Caleta Talquilla
<b>PORIFERA</b>							
<i>Demospongiae indet. sp. 1</i>			X	X		X	
<i>Demospongiae indet. sp. 2</i>	X			X			
<i>Demospongiae indet. sp. 3</i>			X				X
<i>Demospongiae indet. sp. 4</i>			X	X		X	X
<b>CNIDARIA</b>							
<i>Anemonia alicemartinae</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Anthothoe chilensis</i>	X	X	X	X		X	
<i>Anthozoa indet. sp. 1</i>			X		X		
<i>Anthozoa indet. sp. 2</i>	X	X	X	X			
<i>Anthozoa indet. sp. 3</i>			X				
<i>Anthozoa indet. sp. 4</i>			X				
<i>Phymactis clematis</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Phymantea pluvia</i>	X	X	X	X	X	X	X
<b>NEMERTINA</b>							
<i>Nemertea indet. sp. 1</i>	X		X	X	X		
<i>Nemertea indet. sp. 2</i>		X		X			
<i>Nemertea indet. sp. 3</i>				X		X	X
<b>ANNELIDA</b>							
<b>POLYCHAETA</b>							
<i>Phragmatopoma moerchii</i>		X	X	X		X	X
<i>Polychaeta indet. sp. 1</i>				X	X	X	X
<i>Polychaeta indet. sp. 2</i>				X			
<i>Romanchella pustulata</i>	X	X	X	X		X	X
<b>MOLLUSCA</b>							
<i>Acanthopleura echinata</i>	X		X	X		X	X
<i>Argopecten purpuratus</i>		X					
<i>Bivalvia indet. (juveniles)</i>				X		X	X
<i>Brachidontes granulata</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Calyptreaa trochiformis</i>	X	X	X		X		X
<i>Chaetopleura peruviana</i>			X				
<i>Chiton cumingsi</i>				X	X		X
<i>Chiton granosus</i>	X		X	X	X	X	X
<i>Chiton magnificus</i>			X	X		X	
<i>Concholepas concholepas</i>	X		X	X	X	X	X
<i>Diloma nigerima</i>		X		X			X
<i>Doris peruviana</i>				X			
<i>Enoplochiton niger</i>	X		X	X	X	X	X
<i>Fissurella costata</i>	X		X	X	X	X	X
<i>Fissurella crassa</i>	X		X	X	X	X	X
<i>Fissurella cumingi</i>	X		X	X	X	X	X
<i>Fissurella latimarginata</i>	X		X	X	X	X	X
<i>Fissurella limbata</i>			X	X	X	X	X
<i>Fissurella maxima</i>	X		X	X	X	X	X
<i>Fissurella nigra</i>	X						X
<i>Fissurella peruviana</i>	X	X	X		X		
<i>Fissurella picta</i>				X	X	X	X
<i>Fissurella sp. (juveniles)</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Littorina araucana</i>	X		X	X	X	X	X
<i>Littorina peruviana</i>	X		X	X	X	X	X
<i>Lottia orbigny</i>	X			X	X	X	X
<i>Perumytilus purpuratus</i>			X	X		X	X
<i>Polyplacophora indet. sp 1</i>			X	X		X	
<i>Polyplacophora indet. sp 2</i>	X		X				X
<i>Polyplacophora indet. sp 3</i>							X
<i>Polyplacophora indet. sp 4</i>		X					
<i>Priene scabrum</i>		X					
<i>Prisogaster niger</i>	X	X	X				
<i>Scurria araucana</i>	X		X	X	X	X	X
<i>Scurria ceciliana</i>	X		X	X	X	X	X
<i>Scurria parasitica</i>	X		X	X	X	X	X
<i>Scurria plana</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Scurria sp. (juveniles)</i>	X		X	X	X	X	X
<i>Scurria variabilis</i>	X		X	X	X	X	X
<i>Scurria viridula</i>	X		X	X	X	X	X
<i>Scurria zebrina</i>	X		X	X	X	X	X
<i>Semimitylus algosus</i>	X		X	X	X	X	X
<i>Siphonaria lessoni</i>	X		X	X	X	X	X
<i>Tegula atra</i>	X	X	X	X	X	X	X

Tabla 20. Continuación... Listado de especies por localidad, obtenida de los registros *in situ* de la fauna asociada a bosques intermareales de *Lessonia nigrescens* y de *Macrocystis integrifolia*.

TAXA	Isla Grande de Atacama	Caleta Chascos	Caleta Totoral Bajo	Caleta Angosta	Isla Choros	Lagunillas	Caleta Talquilla
<b>MOLLUSCA</b>							
<i>Tegula euryomphala</i>		X		X		X	X
<i>Tegula tridentata</i>		X	X	X	X	X	X
<i>Tonicia elegans</i>		X		X	X		X
<i>Tonicia</i> sp. (juveniles)	X	X	X	X	X	X	X
<i>Turritella cingulata</i>		X					
Vermetidae <i>indet.</i>	X	X	X	X	X	X	X
<b>ARTHROPODA</b>							
<b>CRUSTACEA</b>							
<i>Acanthocyclus gayi</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Acanthocyclus hasslerii</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Allopetrolisthes angulosus</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Austromegabalanus psittacus</i>			X	X		X	X
<i>Balanus flosculus</i>	X		X	X	X	X	X
<i>Balanus laevis</i>	X		X	X		X	X
<i>Cirripedia</i> <i>indet.</i>	X		X		X		X
<i>Cyclograpsus cinereus</i>				X		X	
<i>Gaudichaudia gaudichaudi</i>	X	X		X		X	
<i>Grapsus grapsus</i>	X		X	X	X	X	X
<i>Homalaspis plana</i>	X	X		X			
<i>Hyalé</i> sp.	X	X	X	X	X	X	X
Isopoda <i>indet.</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Jehlius cirratus</i>	X		X	X	X	X	X
<i>Leptograpsus variegatus</i>	X		X	X	X	X	X
<i>Liopetrolisthes mitra</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Notochthalamus scabrosus</i>	X		X	X	X	X	X
<i>Ovalipes trimaculatus</i>			X				
<i>Pachicheles grosimanus</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pachicheles</i> sp. (juveniles)	X	X	X		X	X	X
<i>Pagurus edwardsii</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pagurus</i> sp. (juveniles)	X	X	X		X	X	X
<i>Paraxantus barbiger</i>		X		X			
<i>Petrolisthes angulosus</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Petrolisthes laevigatus</i>		X	X	X			
<i>Petrolisthes</i> sp. (juveniles)	X		X		X		
<i>Petrolisthes tuberculatus</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Petrolisthes violaceus</i>	X		X	X	X	X	X
<i>Pilumnoides perlatus</i>	X		X	X	X	X	X
<i>Taliepus dentatus</i>	X	X	X	X	X	X	X
<b>ECHINODERMATA</b>							
<i>Heliaster helianthus</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Patiria chilensis</i>		X					
<i>Meyenaster gelatinosum</i>		X					
<i>Stichaster striatus</i>	X		X	X	X	X	X
<i>Loxechinus albus</i>	X		X	X		X	X
<i>Tetrapygyus niger</i>	X		X	X	X	X	X
<i>Pattalus mollis</i>		X		X			
<b>UROCHORDATA</b>							
<i>Pyura chilensis</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Ascidia</i> <i>indet.</i>	X		X		X		X
<i>Sciona intestinalis</i>		X					
<b>CHORDATA</b>							
<b>PISCES</b>							
<i>Aplodactylus punctatus</i>		X	X				X
Blenniidae <i>indet.</i> sp. 1		X	X				
Blenniidae <i>indet.</i> sp. 2		X		X			
Blenniidae <i>indet.</i> sp. 3		X	X				
Blenniidae <i>indet.</i> sp. 4		X	X				
<i>Doydixodon laevisfrons</i>		X	X				
<i>Gobiesox marmoratus</i>		X		X	X		X
<i>Scyases sanguineus</i>	X		X			X	
Labrisomidae <i>indet.</i> sp. 1							
Labrisomidae <i>indet.</i> sp. 2		X	X				
<b>MAMALIA</b>							
<i>Lontra felina</i>		X	X	X			

**Tabla 21.** Listado de especies por localidad, obtenida de los registros *in situ* de la flora asociada a bosques intermareales de *Lessonia nigrescens* y de *Macrocystis integrifolia*.

TAXA	Isla Grande de Atacama	Caleta Chascos	Caleta Totoral Bajo	Caleta Angosta	Isla Choros	Lagunillas	Caleta Talquilla
<b>CYANOPHYCEAE</b>							
<i>Crustosa negra indet.</i>	X		X	X	X	X	X
<b>CHLOROPHYCEA</b>							
<i>Bryopsis sp</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Chaetomorpha aerea</i>			X	X	X	X	X
<i>Chaetomorpha firma</i>	X		X	X			
<i>Chaetomorpha sp</i>		X	X	X		X	X
<i>Cladophora fascicularis</i>	X		X	X	X	X	
<i>Cladophora peruviana</i>				X	X	X	
<i>Cladophoropsis herpestica</i>				X	X	X	
<i>Codium dimorphum</i>	X		X	X	X	X	X
<i>Codium fragile</i>		X		X	X	X	X
<i>Crustosa verde indet.</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Enteromorpha intestinalis</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Enteromorpha linza</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Enteromorpha sp.</i>	X		X	X	X	X	X
<i>Pseudoulvella sp.</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Rama novaezelandiae</i>	X		X	X	X	X	X
<i>Rhizoclonium sp.</i>				X	X	X	
<i>Ulva costata</i>		X		X	X	X	
<i>Ulva lobata</i>		X		X	X	X	
<i>Ulva rigida</i>	X		X	X	X	X	X
<i>Ulva sp</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Ulva taeniata</i>		X		X	X	X	
<i>Ulvela sp</i>	X	X	X	X	X	X	X
<b>PHAEOPHYCEA</b>							
<i>Colpomenia sinuosa</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Colpomenia sp</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Colpomenia tuberculata</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Crustosa café indet.</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Ectocarpal indet.</i>	X		X	X	X	X	X
<i>Ectocarpus acutus</i>				X	X	X	
<i>Ectocarpus sp.</i>				X	X		
<i>Endarachne binghamiae</i>	X		X	X	X	X	X
<i>Glossophora kuntii</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Halopteris sp</i>	X		X	X	X	X	
<i>Lessonia nigrescens</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Lesssonia trabeculata</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Macrocystis integrifolia</i>		X	X	X	X		X
<i>Ralfsia expansa</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Petalonia fascia</i>			X	X	X	X	
<b>RHODOPHYCEA</b>							
<i>Ahnfeltia sp</i>		X	X				
<i>Ahnfeltiopsis furcelata</i>		X		X	X	X	
<i>Amphiroa dimorpha</i>				X			
<i>Amphiroa peruviana</i>				X			
<i>Asparagopsis sp</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Bangia sp.</i>		X		X	X	X	
<i>Bossiella sp</i>	X		X				
<i>Centroceras clavulatum</i>		X		X	X	X	
<i>Centroceras sp.</i>		X		X	X	X	X
<i>Ceramiales indet. sp 1</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Ceramiales indet. sp 2</i>		X		X		X	X

**Tabla 21.** Continuación... Listado de especies por localidad, obtenida de los registros *in situ* de la flora asociada a bosques intermareales de *Lessonia nigrescens* y de *Macrocystis integrifolia*.

TAXA	Isla Grande de Atacama	Caleta Chascos	Caleta Totoral Bajo	Caleta Angosta	Isla Choros	Lagunillas	Caleta Talquilla
<b>RHODOPHYCEA</b>							
<i>Ceramium pacificum</i>		X		X	X	X	
<i>Ceramium rubrum</i>	X	X		X	X	X	X
<i>Ceramium sp</i>		X	X	X			
<i>Chondracanthus chamissoi</i>		X		X	X	X	X
<i>Chondrus canaliculatus</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Corallina officinalis</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Crustosa calcarea indet. sp. 1</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Crustosa calcarea indet. sp. 2</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Crustosa calcarea indet. sp. 3</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Crustosa no calcarea morada</i>	X		X				
<i>Crustosa no calcarea roja indet. sp. 1</i>	X		X	X	X	X	X
<i>Crustosa no calcarea roja indet. sp. 2</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Erithrothrichia sp.</i>				X		X	
<i>Gastroclonium cilindricum</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Gastroclonium sp</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Gelidiales indet.</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Gelidium chilensis</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Gelidium lingulatum</i>	X		X	X	X	X	X
<i>Gelidium pusillum</i>	X		X	X	X	X	X
<i>Gelidium rex</i>	X		X	X	X	X	X
<i>Gelidium sp</i>	X		X	X	X	X	X
<i>Gigartina glomerata</i>				X	X	X	
<i>Gigartina skottsbergii</i>				X	X	X	X
<i>Gigartina tuberculata</i>				X	X	X	
<i>Gymnogongrus sp</i>	X	X		X	X	X	X
<i>Hildenbrandia dowsanii</i>				X	X	X	
<i>Hildenbrandia lecanelliieri</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Hildenbrandia sp.1</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Hildenbrandia sp.3</i>				X	X	X	
<i>Hildenbrandia sp.4</i>				X	X	X	
<i>Hildenbrandia sp 5</i>				X	X	X	
<i>Hypnea cenomyce</i>				X	X	X	
<i>Hypnea sp</i>	X		X		X		
<i>Laurencia chilensis</i>			X	X	X	X	X
<i>Lithothamnium sp</i>		X	X	X	X	X	
<i>Montemaria horridula</i>	X		X	X	X	X	X
<i>Petroglossum pacificum</i>	X		X	X	X	X	X
<i>Plocamium cartilagineum</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Polysiphonia indet. sp 1</i>			X				
<i>Polysiphonia mollis</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Polysiphonia pacifica</i>		X		X	X	X	
<i>Polysiphonia paniculata</i>	X		X	X	X	X	X
<i>Polysiphonia sp</i>	X	X	X	X			X
<i>Porphyra columbina</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Porphyra sp 2</i>	X			X	X	X	
<i>Prionitis sp</i>				X	X	X	X
<i>Pterosiphonia pennata</i>				X	X	X	
<i>Pterosiphonia sp.</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Rhodoglossum sp</i>	X		X	X	X	X	X
<i>Rhodophyta indet.</i>		X	X		X		
<i>Rhodymenia skottsbergii</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Rhodymenia sp</i>	X	X	X	X		X	
<i>Schotera nicaeensis</i>	X		X	X	X	X	X
<b>FANEROGAMA</b>							
<i>Heterozostera tasmanica</i>		X					

**Tabla 22.** Listado de especies por localidad, obtenida de los registros *in situ* de la fauna asociada a bosques submareales de *Lessonia trabeculata* y *Macrocystis integrifolia*.

TAXA	Isla Grande de Atacama	Caleta Chascos	Caleta Totoral Bajo	Caleta Angosta	Isla Choros	Lagunillas	Caleta Talquilla
<b>PORIFERA</b>							
<i>Cliona chilensis</i>				X			
<i>Clionopsis platei</i>						X	
<i>Demospongiae indet. sp 1</i>				X	X	X	X
<i>Demospongiae indet. sp 2</i>	X			X			X
<i>Demospongiae indet. sp 3</i>				X		X	X
<i>Demospongiae indet. sp 4</i>				X			X
<i>Halichondria prostata</i>						X	
<i>Porifera indet. sp. 1</i>				X	X	X	
<i>Porifera indet. sp. 2</i>						X	
<b>CNIDARIA</b>							
<i>Anemonia alicemartinae</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Anthothoe chilensis</i>	X	X		X			X
<i>Anthozoa indet.</i>		X					
<i>Hydrozoa indet.</i>							X
<i>Phymactis clematis</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Phymanthea pluvia</i>	X	X	X	X	X	X	X
<b>NEMERTINA</b>							
<i>Nemertea indet.</i>					X		
<b>ANNELIDA</b>							
<b>POLYCHAETA</b>							
<i>Phragmatopoma moerchii</i>		X	X	X	X	X	X
<i>Romanchella pustulata</i>	X	X	X		X	X	
<b>MOLLUSCA</b>							
<i>Acanthopleura echinata</i>	X		X				X
<i>Aeneator fontainei</i>					X		
<i>Brachidontes granulata</i>				X		X	
<i>Calyptrea trochiformis</i>	X	X	X	X	X		X
<i>Chama pellucida</i>						X	
<i>Chiton granosus</i>				X			X
<i>Chiton indet. sp 1</i>				X			
<i>Chiton indet. sp 2</i>							X
<i>Chiton indet. sp 3</i>							X
<i>Concholepas concholepas</i>	X		X	X	X	X	X
<i>Crassilabrum crassilabrum</i>		X				X	
<i>Crepidula dilatata</i>		X	X		X		
<i>Enoplochiton niger</i>	X			X	X		X
<i>Fissurella costata</i>					X		
<i>Fissurella crassa</i>	X		X	X			X
<i>Fissurella latimarginata</i>	X		X	X	X	X	X
<i>Fissurella maxima</i>	X		X	X			X
<i>Fissurella peruviana</i>	X	X					X
<i>Fissurella sp</i>		X		X	X		X
<i>Mitrella sp</i>	X	X	X			X	
<i>Nassarius sp</i>	X	X	X		X	X	
<i>Priene scabrum</i>		X	X			X	
<i>Prisogaster niger</i>	X	X	X		X	X	X
<i>Scurria araucana</i>	X			X			
<i>Scurria ceciliania</i>	X						
<i>Scurria plana</i>	X	X	X			X	
<i>Scurria sp (juveniles)</i>	X	X	X		X		X
<i>Scurria variabilis</i>	X						
<i>Scurria viridula</i>	X				X		
<i>Scurria zebrina</i>				X			X
<i>Semimitylus algosus</i>	X						

**Tabla 22.** Continuación... Listado de especies por localidad, obtenida de los registros *in situ* de la fauna asociada a bosques submareales de *Lessonia trabeculata* y *Macrocystis integrifolia*.

TAXA	Isla Grande de Atacama	Caleta Chascos	Caleta Totoral Bajo	Caleta Angosta	Isla Choros	Lagunillas	Caleta Talquilla
<b>MOLLUSCA</b>							
<i>Tegula atra</i>	X	X	X	X	X		X
<i>Tegula quadricostata</i>							X
<i>Tegula euryomphala</i>				X			
<i>Tegula luctuosa</i>						X	
<i>Tegula tridentata</i>	X	X	X		X	X	X
<i>Tonica sp</i>	X	X	X	X	X		
<i>Turritella cingulata</i>	X	X			X	X	
Vermetidae <i>indet.</i>	X	X	X	X	X	X	X
<b>ARTHROPODA</b>							
<i>Ampelisca sp</i>							X
<i>Austromegabalanus psittacus</i>				X	X	X	X
<i>Balanus flosculus</i>	X	X	X	X	X	X	
<i>Balanus laevis</i>	X		X	X	X	X	X
<i>Cancer setosus</i>		X	X			X	
Cirripedia <i>indet.</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Gaudichaudia gaudichaudi</i>	X	X	X	X			
<i>Pachycheles sp</i>							X
<i>Pagurus edwardsii</i>	X	X	X	X	X	X	
<i>Pagurus sp</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Paraxanthus barbiger</i>			X			X	
<i>Petrolisthes violaceus</i>	X	X					
<i>Pisoides edwardsii</i>						X	
<i>Rhynchocinetes thypus</i>	X		X	X	X	X	X
<i>Taliepus dentatus</i>	X	X	X	X			X
<b>ECHINODERMATA</b>							
<i>Heliaster helianthus</i>	X		X	X	X		X
<i>Meyenaster gelatinosum</i>		X	X		X	X	
<i>Odontaster sp</i>					X	X	
<i>Patiria chilensis</i>	X	X	X		X	X	X
<i>Patiria obesa</i>						X	
<i>Stichaster striatus</i>	X		X	X	X	X	
<i>Loxechinus albus</i>	X		X	X		X	
<i>Tetrapygyus niger</i>	X		X		X	X	X
<b>UROCHORDATA</b>							
<i>Pyura chilensis</i>	X	X	X	X	X	X	
Ascidiacea <i>indet.</i>		X			X	X	
Sciona <i>indet.</i>		X					
<b>PISCES</b>							
Labrisomidae <i>indet.</i>		X		X			X
<i>Odontesthes bonariensis</i>							X
<i>Scartichthys sp</i>		X		X			
<i>Tripterygion cunninghami</i>		X					

Tabla 23. Listado de especies por localidad, obtenida de los registros *in situ* de la flora asociada a bosques submareales de *Lessonia trabeculata* y *Macrocystis integrifolia*.

TAXA	Isla Grande de Atacama	Caleta Chascos	Caleta Totoral Bajo	Caleta Angosta	Isla Choros	Lagunillas	Caleta Talquilla
<b>CHLOROPHYCEA</b>							
<i>Briopsis</i> sp	X	X	X	X	X	X	X
Crustosa verde no calcarea	X	X	X				X
<i>Enteromorpha</i> sp	X						
<i>Ulva</i> sp	X	X	X		X	X	
<i>Ulvela</i> sp	X	X					
<b>PHAEOPHYCEA</b>							
<i>Colpomenia</i> sp		X	X		X	X	
Crustosa café no calcarea	X	X	X	X	X	X	X
<i>Desmarestia</i> sp		X	X				
<i>Dictyota dichotoma</i>		X	X	X	X	X	
<i>Ectocarpal</i> indet.	X		X				
<i>Enteromorpha</i> sp		X					
<i>Glossophora kunthii</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Lessonia nigrescens</i>	X						
<i>Lessonia trabeculata</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Macrocystis integrifolia</i>		X	X	X	X		X
<i>Ralfsia</i> sp	X	X	X	X	X	X	X
<b>RHODOPHYCEA</b>							
<i>Acrosorium</i> sp				X	X	X	
<i>Asparagopsis</i> sp	X		X		X		
<i>Bossiella</i> sp	X	X		X	X	X	X
Ceramiales indet. (cesped 1)	X		X	X			X
Ceramiales indet. (cesped 2)			X		X	X	X
<i>Ceramium rubrum</i>				X			
<i>Chondrus canaliculatus</i>	X	X					
<i>Corallina officinalis</i>	X		X	X	X	X	
<i>Corallina</i> sp			X			X	
Crustosa calcarea	X	X	X	X	X	X	X
Crustosa no calcarea roja	X	X	X	X	X	X	X
Crustosa no calcarea roja-café	X	X	X	X	X	X	X
Gelidiales indet (cesped 1)	X	X	X	X	X	X	X
Gelidiales indet (cesped 2)		X					
<i>Gelidium chilensis</i>	X	X				X	
<i>Gelidium rex</i>	X						
<i>Gelidium</i> sp	X				X	X	
<i>Halopteris</i> sp	X	X		X	X	X	X
<i>Hildenbrandia</i> sp	X	X		X	X	X	X
<i>Plocamium cartilagineum</i>		X		X		X	
<i>Plocamium</i> sp		X		X	X	X	X
<i>Polysiphonia</i> sp	X						
<i>Pterosiphonia dendroidea</i>		X				X	
<i>Pterosiphonia</i> sp		X		X			
<i>Rhodoglossum</i> sp	X						
<i>Rhodymenia</i> sp.	X			X	X	X	X
<b>FANEROGAMA</b>							
<i>Heterozostera tasmanica</i>		X					

**Tabla 24.** Listado de especies por región y estación del año, obtenida de los registros *in situ* de la fauna asociada a bosques submareales de *Lessonia trabeculata*.

Fauna	III Región					IV Región				
	Prim	Ver	Oto	Inv	Pri	Prim	Ver	Oto	Inv	Pri
<b>PORIFERA</b>										
<i>Clionopsis platei</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Halichondria prostata</i>	X		X	X	X	X	X	X	X	X
Porifera indet. sp. 1		X								
Porifera indet. sp. 2					X					
Porifera indet. sp. 3	X		X							
Porifera indet. sp. 4									X	
Porifera indet. sp. 5							X	X		X
<b>CNIDARIA</b>										
<i>Anemonia alicemartinae</i>	X	X	X	X	X	X	X		X	X
<i>Antholoba achates</i>		X								
<i>Anthothoe chilensis</i>	X	X	X					X		X
Hydrozoa indet.			X	X		X	X		X	X
<i>Isocradactis chilensis</i>						X	X		X	X
<i>Phymactis clematis</i>	X	X	X		X		X	X	X	X
<i>Phymanthea pluvia</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>ANNELIDA</b>										
<b>Polychaeta</b>										
<i>Phragmatopoma moerchii</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Romanchella pustulata</i>							X			
<b>MOLLUSCA</b>										
<i>Acantopleura echinata</i>	X	X	X	X	X		X		X	
<i>Brachidontes granulata</i>	X	X	X	X	X			X	X	X
<i>Calyptrea trochiformes</i>			X	X	X		X	X	X	X
<i>Chama pellucida</i>										X
<i>Concholepas concholepas</i>			X		X			X	X	
<i>Crassilabrum crassilabrum</i>						X	X	X	X	X
<i>Crepidatella sp.</i>										X
<i>Diaulula punctuolata</i>		X								
<i>Diaulula variolata</i>	X	X		X			X	X	X	
<i>Fissurella costata</i>	X	X	X		X	X	X			
<i>Fissurella cumingi</i>							X		X	X
<i>Fissurella latimarginata</i>					X	X	X	X	X	X
<i>Fissurella maxima</i>								X	X	X
<i>Fissurella sp.</i>				X		X			X	X
<i>Mitrella sp.</i>		X	X		X	X	X	X	X	X
<i>Nassarius sp.</i>	X	X			X	X	X		X	X
<i>Priene rude</i>									X	X
<i>Priene scabrum</i>	X	X			X	X	X	X	X	X
<i>Prisogaster niger</i>	X				X		X		X	X
<i>Rissoina inca</i>					X					
<i>Scurria plana</i>					X		X			
<i>Scurria sp.</i>					X					
<i>Tegula atra</i>	X	X	X	X	X	X	X		X	
<i>Tegula quadricostata</i>						X	X	X	X	X

**Tabla 24.** Continuación... Listado de especies por región y estación del año, obtenida de los registros *in situ* de la fauna asociada a bosques submareales de *Lessonia trabeculata*.

Fauna	III Región					IV Región				
	Prim	Ver	Oto	Inv	Pri	Prim	Ver	Oto	Inv	Pri
<b>MOLLUSCA</b>										
<i>Tegula tridentata</i>	X	X	X		X	X	X	X	X	X
<i>Thecacera darwini</i>			X			X	X			
<i>Tonicia atrata</i>									X	
<i>Tricolia sp.</i>									X	
<i>Turritella cingulata</i>	X					X	X	X	X	X
Vermetidae <i>indet.</i>	X	X	X	X	X	X	X			
<i>Xantochorus sp.</i>		X								
<b>ARTHROPODA</b>										
<b>Crustacea</b>										
<i>Austromegabalanus psittacus</i>				X		X	X		X	X
<i>Balanus flosculus</i>	X		X	X		X	X	X	X	X
<i>Balanus laevis</i>	X				X	X	X	X	X	X
<i>Cancer setosus</i>						X				
<i>Homalaspis plana</i>							X			
<i>Pagurus edwardsii</i>		X		X		X	X	X		X
<i>Pagurus sp.</i>									X	
<i>Paraxanthus barbiger</i>				X	X	X	X	X		X
<i>Petrolisthes desmarestii</i>				X	X			X		X
<i>Pisoides edwardsii</i>									X	X
<i>Rinchocynetes typus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Verruca laevigata</i>						X	X			
<b>BRYOZOA</b>										
Briozoa <i>indet.</i>									X	X
<b>ECHINODERMATA</b>										
<b>Stelleroidea</b>										
<i>Heliasther helianthus</i>	X	X	X	X		X	X		X	
<i>Henricia sp.</i>						X	X		X	X
<i>Meyenaster gelatinosus</i>			X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Odontaster penicilatus</i>						X	X	X	X	X
<i>Patiria chilensis</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Patiria obesa</i>						X	X	X	X	X
<i>Stichaster striatus</i>				X	X	X	X	X	X	X
<b>Echinoidea</b>										
<i>Loxechinus albus</i>			X			X	X			
<i>Tetrapygyus niger</i>		X			X	X	X	X	X	X
<b>Holothuroidea</b>										
<i>Athyonidium chilensis</i>			X		X	X	X	X	X	X
<b>UROCHORDATA</b>										
<i>Aplidium sp.</i>								X		
<i>Ascidea indet. sp. 1</i>		X	X	X						
<i>Ascidea indet. sp. 2</i>				X	X	X	X	X	X	X
<i>Ascidea indet. sp. 3</i>		X		X	X					
<i>Pyura chilensis</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Tabla 25. Listado de especies por región y estación del año, obtenida de los registros *in situ* de la flora asociada a bosques submareales de *Lessonia trabeculata*.

Flora	III Región					IV Región					
	ESPECIE	Prim	Ver	Oto	Inv	Pri	Prim	Ver	Oto	Inv	Pri
<b>CHLOROPHYCEA</b>											
<i>Cladophoropsis herpestica</i>	X						X				
<i>Codium dimorphum</i>					X	X					
<i>Crustosa verde indet.</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Ulva sp.</i>	X						X	X			
<b>PHAEOPHYCEA</b>											
<i>Colpomenia sinuosa</i>	X										
<i>Dyctiota dicohtoma</i>			X	X	X						
<i>Glossophora kunthii</i>	X	X	X	X	X	X	X	X			X
<i>Halopteris sp.</i>	X	X	X	X	X						X
<i>Lessonia nigrescens</i>	X	X	X	X	X						
<i>Lessonia trabeculata</i>	X	X	X	X	X	X	X	X			
<i>Macrocystis integrifolia</i>	X	X	X	X	X						
<i>Ralfsia sp.</i>		X	X	X	X		X	X			X
<b>RHODOPHYCEA</b>											
<i>Acrosorium sp.</i>	X	X		X	X	X	X				
<i>Antithamnion densum</i>							X				
<i>Asparagopsis armata</i>	X	X	X	X	X	X	X				
<i>Bossiella sp.</i>	X	X	X	X	X					X	X
<i>Ceramium rubrum</i>						X					
<i>Chondria californica</i>	X						X	X			
<i>Chondrus canaliculatus</i>	X					X					
<i>Corallina indet.</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Corallina officinalis</i>	X	X	X	X	X		X			X	
<i>Gelidium chilensis</i>	X	X				X	X				
<i>Hildenbrandia sp.</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Mesophylum sp.</i>							X				
<i>Plocamium cartilagineum</i>	X	X	X	X	X	X	X				
<i>Pterosiphonia dendroidea</i>	X	X				X	X				
<i>Rhodomenia corallina</i>	X	X	X			X					

## **5.5 Objetivo 5. DETERMINAR LA DINÁMICA TEMPORAL DEL RECLUTAMIENTO Y PARÁMETROS POBLACIONALES BÁSICOS, A SABER: TASAS DE MORTALIDAD Y CRECIMIENTO, PARA DETERMINAR TALLA-EDAD DE MÁXIMA PRODUCCIÓN Y TALLA DE PRIMERA MADUREZ ESPOROFÍTICA.**

### **5.5.1 Ecología Reproductiva**

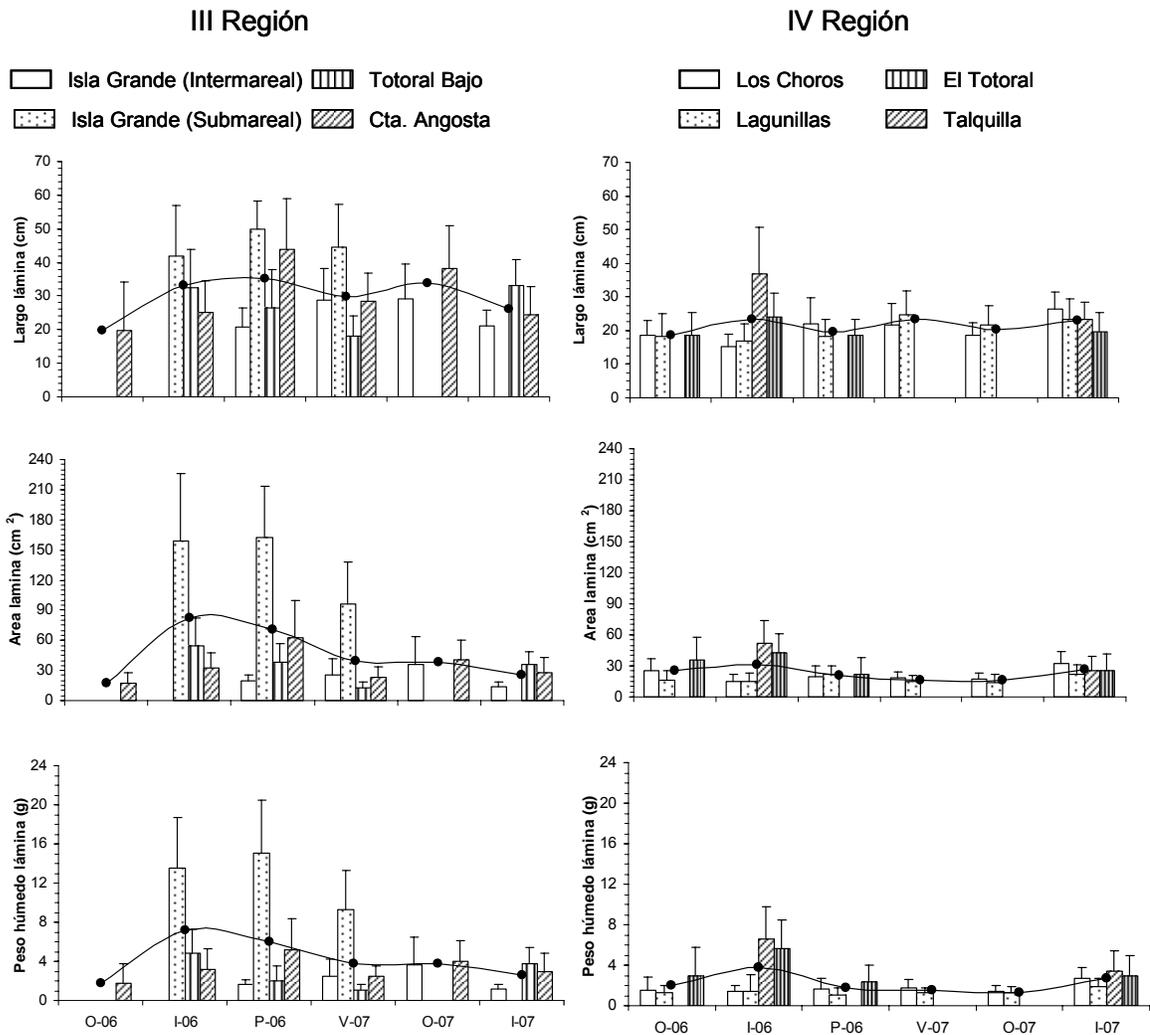
En general, los resultados encontrados entre el periodo otoño 2006 e invierno 2007 muestran una respuesta más bien local de las diferentes poblaciones seleccionadas. Sin embargo, algunas tendencias estacionales son observables para cada región cuando se promedian los valores de las localidades. Aunque es posible encontrar ejemplares reproductivos, tanto de las especies de *Lessonia* como de *Macrocystis*, durante todo el año, se detecta una tendencia a mejores capacidades reproductivas hacia otoño. Las especies de *Lessonia* muestran una caída de su potencial reproductivo, en términos de área reproductiva y esfuerzo reproductivo en invierno, período en que incrementa su crecimiento (Tala & Edding 2005). Para *Macrocystis* el patrón es poco claro y con un fuerte efecto local.

A continuación se describen las características evaluadas por especie:

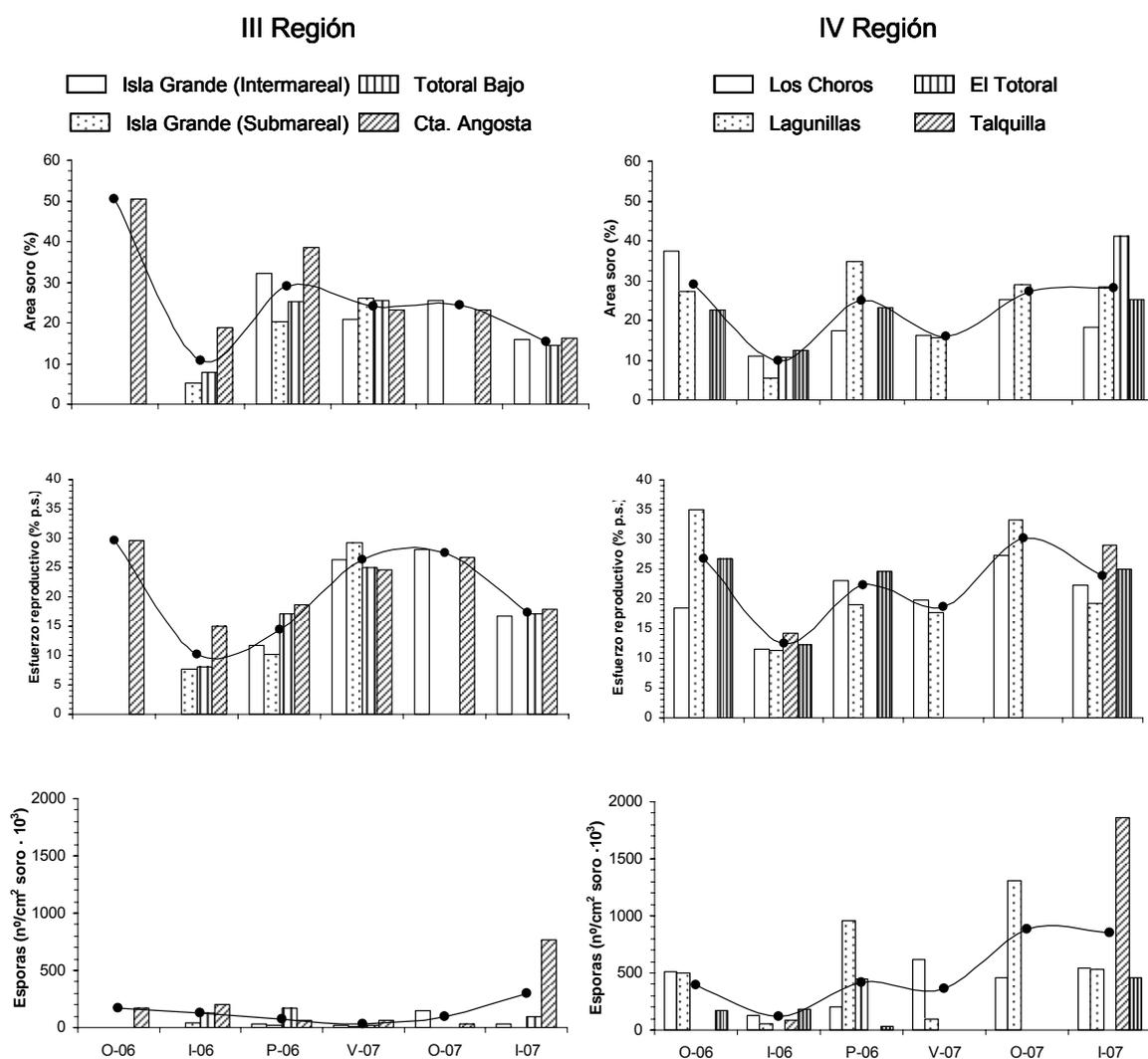
#### ***Lessonia nigrescens***

Las especies de *Lessonia* presentan su tejido reproductivo en láminas no diferenciadas, lo cual puede generar cierta competencia por recursos en periodos de crecimiento y reproducción. En ambas regiones se observa una tendencia al aumento en el tamaño de las láminas hacia el invierno (**Fig. 58**) indicando un crecimiento, acompañado de una baja en las variables reproductivas, principalmente en términos de áreas reproductivas y esfuerzo reproductivo, como asignación de biomasa seca a tejido reproductivo (**Fig. 59**).

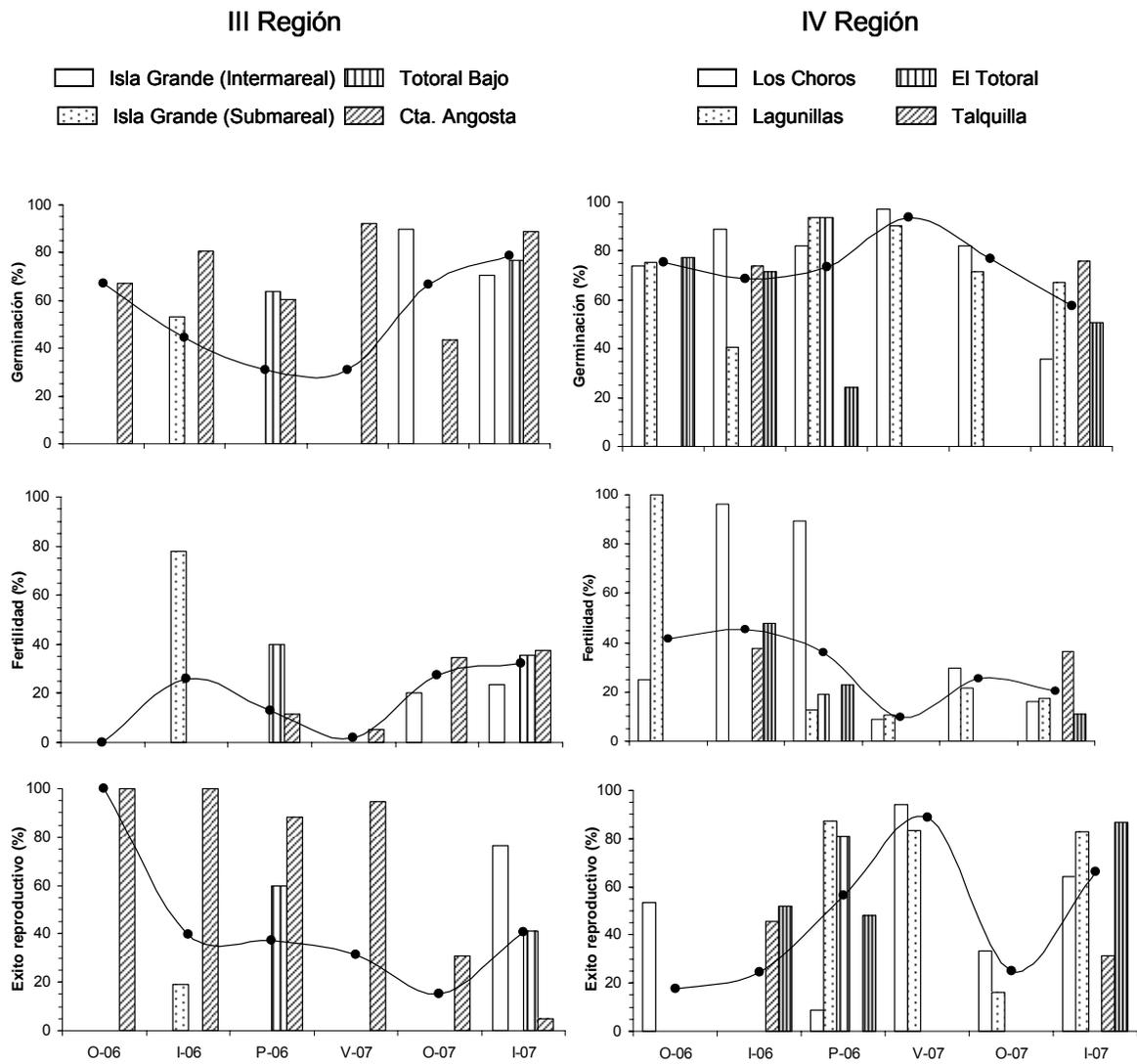
En la localidad de El Cisne (III Región), es posible encontrar una fracción de la población distribuida hacia la zona submareal somera (1-3m), cuyas plantas muestran los mayores tamaños de láminas (**Fig. 58**). Se observa una tendencia a que las poblaciones de la III Región presentan láminas de mayor longitud que las de la IV Región, pero con biomasa y áreas de lámina similares. En las láminas, la asignación de tejido vegetativo a la formación de tejido reproductivo, tanto en área como en biomasa, no supera el 40% del área total, y puede disminuir hasta un 5% en periodos de escasez de tejido reproductivo (**Fig. 59**).



**Figura 58.** Variación estacional del largo (cm), peso húmedo (g) y área (cm<sup>2</sup>) de las láminas de *Lessonia nigrescens* en las localidades de estudio de la III y IV Región. El eje Y es mostrado en la misma escala para permitir una comparación visual entre las regiones de estudio. La línea muestra el valor promedio entre las localidades por estación.



**Figura 59.** Variación estacional del área reproductiva (%) por lámina, del esfuerzo reproductivo (% soro peso seco) y liberación de esporas (nº/cm<sup>2</sup> de soro) de *Lessonia nigrescens* en las localidades de estudio de la III y IV Región. El eje Y es mostrado en la misma escala para permitir una comparación visual entre las regiones de estudio. La línea muestra el valor promedio entre las localidades por estación.



**Figura 60.** Variación estacional de la germinación de esporas (% , 3d de cultivo), fertilidad de gametofitos femeninos (% oogonios, 15d de cultivo) y éxito reproductivo (% esporofitos, 15d de cultivo) en cultivos de *Lessonia nigrescens* para las localidades de estudio de la III y IV Región. El eje Y es mostrado en la misma escala para permitir una comparación visual entre las regiones de estudio. La línea muestra el valor promedio entre las localidades por estación.

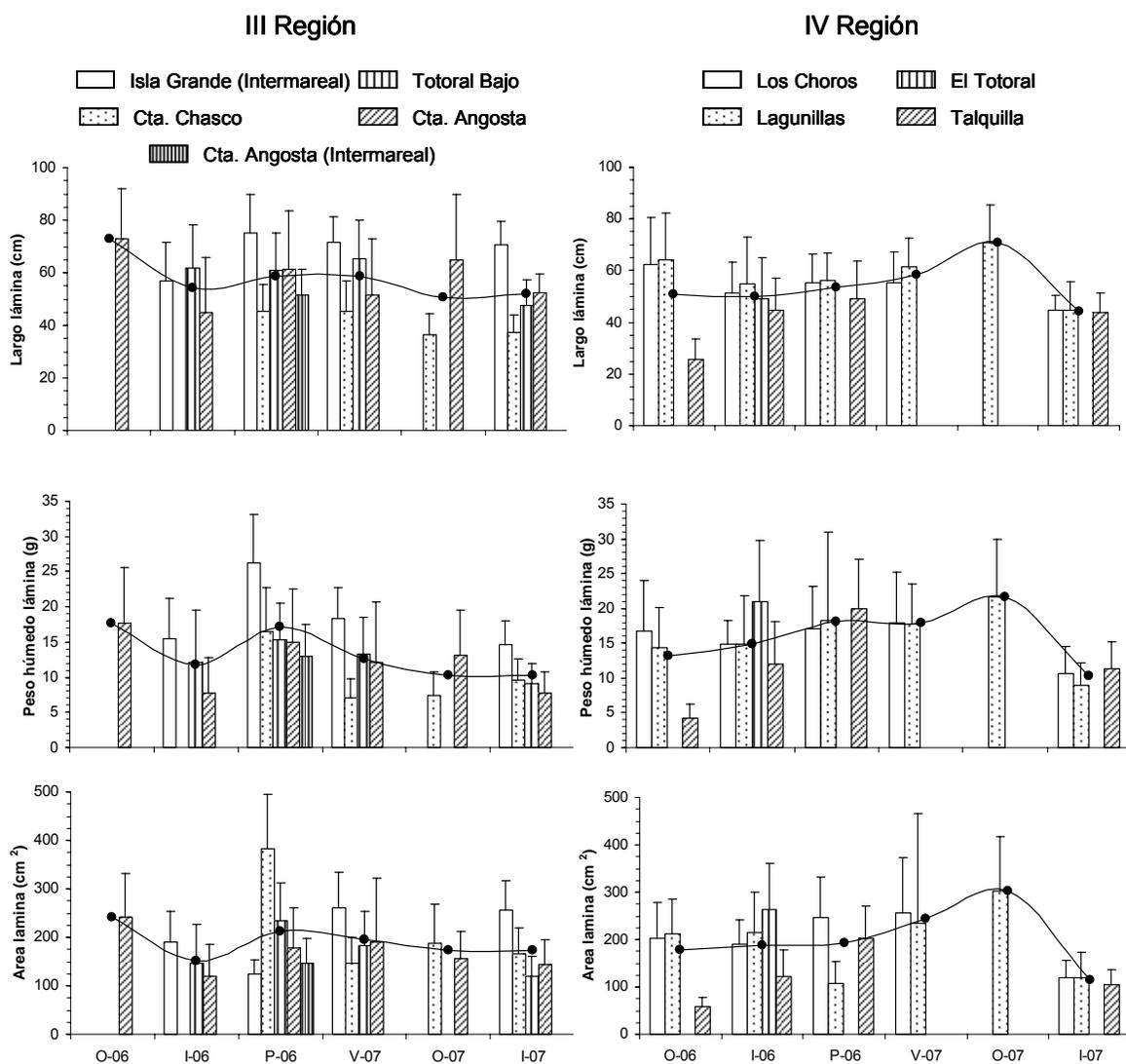
La localidad de Cta. Angosta (III Región) presentó las mayores áreas de soro y esfuerzo reproductivo en otoño 2006, sin embargo esto no se correspondió con mayores liberaciones de esporas (**Fig. 59**). En general, las poblaciones de la III Región mostraron menores liberaciones de esporas que aquellas de la IV Región (**Fig. 59**).

La fluctuación estacional del área y esfuerzo reproductivo no se correspondió del todo con el desarrollo de las fases microscópicas (**Fig. 59 y 60**). Excepto para las localidades de El Cisne y Cta. Totoral (III Región)–Primavera 2006, en donde las esporas liberadas no continuaron con su desarrollo, en el resto de los cultivos, las esporas son capaces de germinar, diferenciarse en gametofitos, formar oogonios y luego esporofitos (**Fig. 60**). Aunque, la magnitud de las variables es dependiente de la localidad, el reclutamiento fue observado durante todo el periodo de estudio (**Fig. 55**). La tendencia a detectar mayor número de reclutas en invierno puede estar relacionada con un mayor asentamiento de esporas en el periodo de otoño.

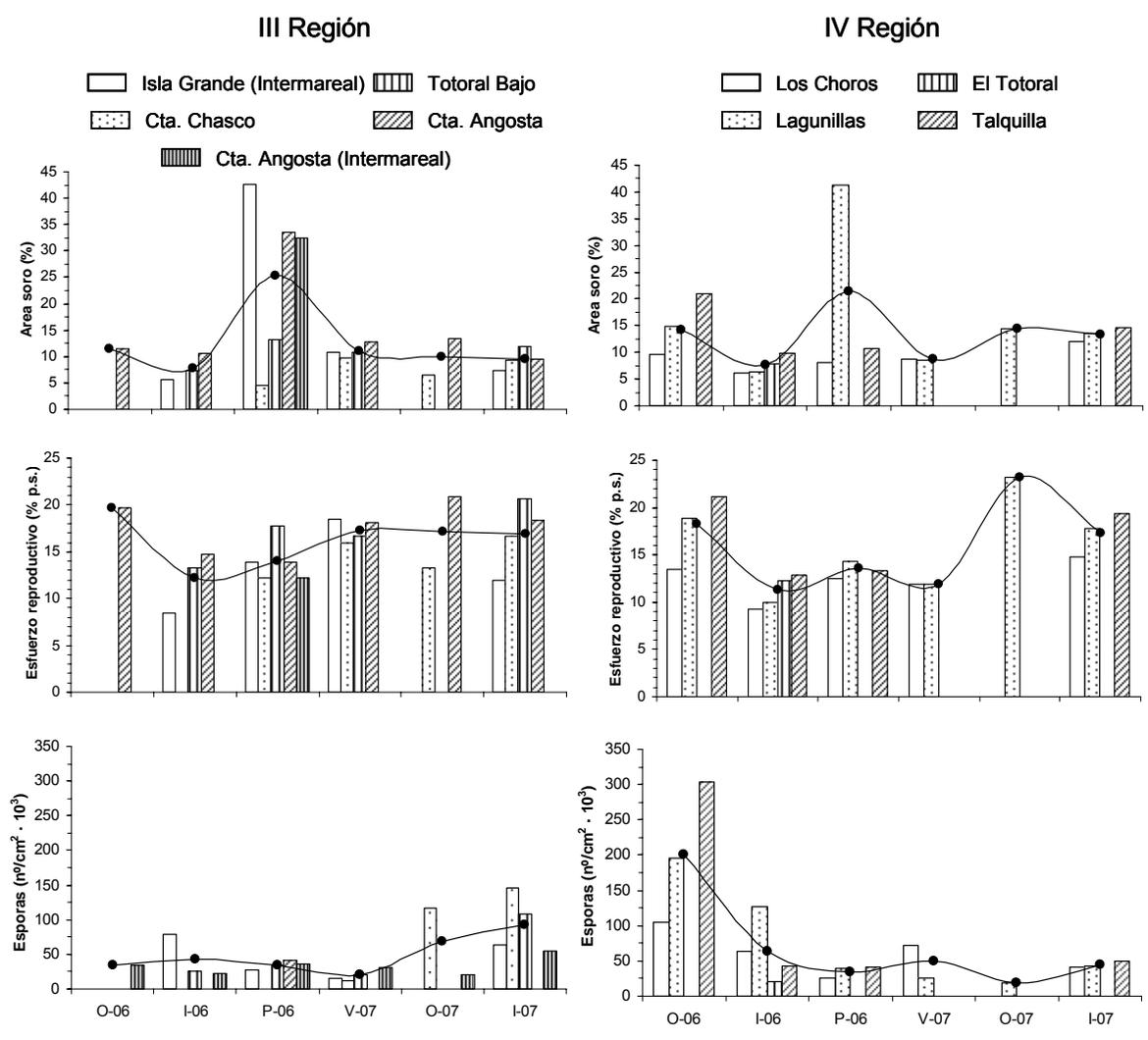
### ***Lessonia trabeculata***

Las especies de *Lessonia* presentan su tejido reproductivo en láminas no diferenciadas, lo cual podría indicar cierta competencia por recursos en períodos de crecimientos y reproducción. Mientras la talla de las láminas (largo, peso y área) tiende a mantenerse relativamente estable en el tiempo, las variables reproductivas (área soro y esfuerzo reproductivo) muestran una disminución en invierno (**Fig. 61**). La liberación de esporas dependió de la región, mientras que las localidades de la III Región mostraron bajas liberaciones de esporas y estables temporalmente, las localidades de la IV Región mostraron una mayor liberación en otoño 2006, disminuyendo hacia la primavera (**Fig. 62**). En la localidad de Cta. Angosta (III Región) se detectó durante la primavera 2006, una extensión del rango de distribución hacia el intermareal bajo, con características morfológicas y reproductivas similares a la fracción del submareal (**Fig. 63**).

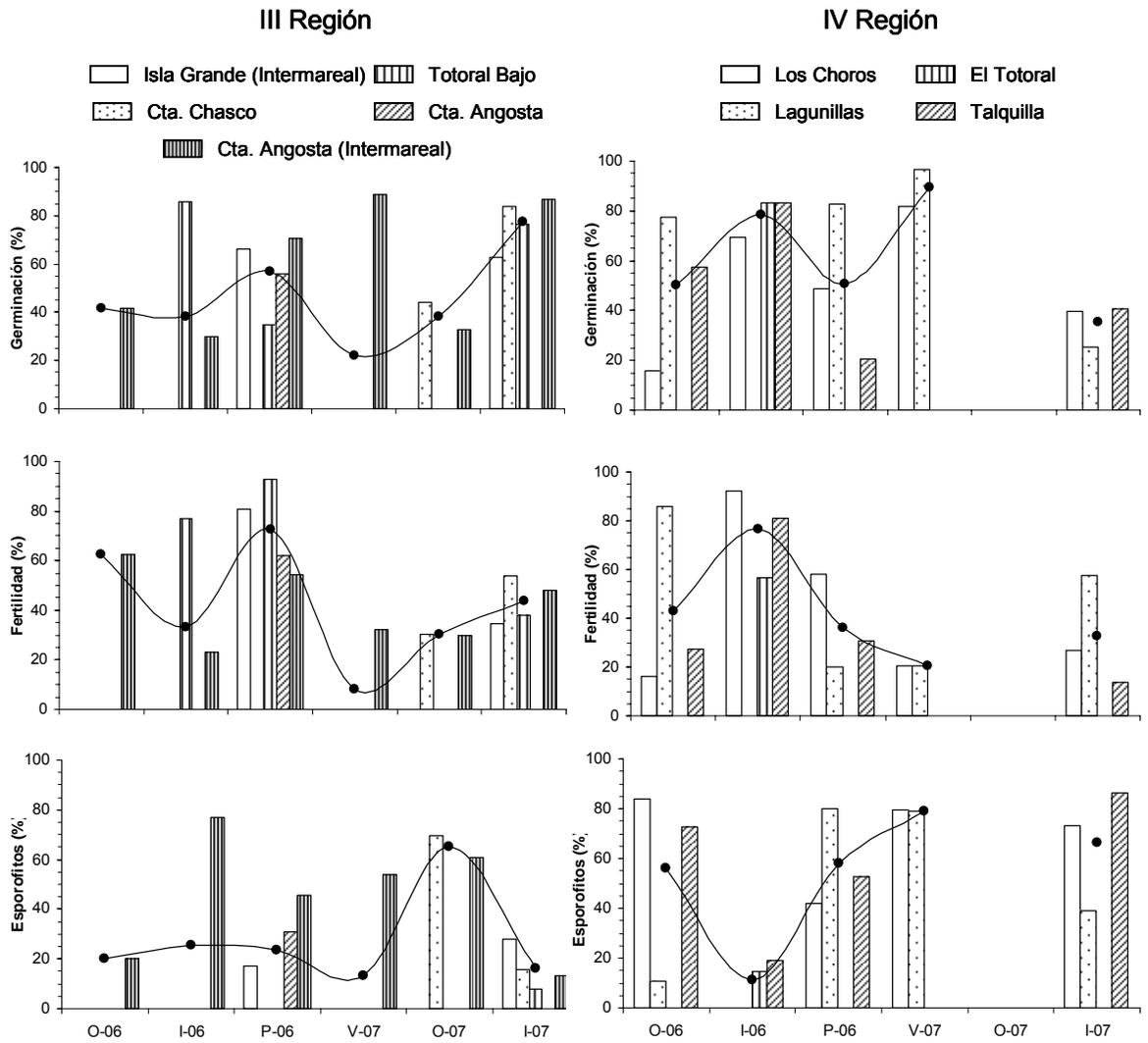
Aunque el desarrollo de las fases microscópicas dependió de la localidad, se observa una tendencia diferencial entre regiones (**Fig. 63**). Baja germinación y fertilidad en invierno 2006 para las poblaciones de la III Región, y mayores valores para las localidades de la IV Región. Por otra parte, mientras que en los cultivos de la III Región solo en algunas poblaciones se desarrollaron esporofitos (principalmente Cta. Angosta), esto ocurrido en su mayoría para las poblaciones de la IV Región aunque con una disminución en invierno (**Fig. 63**). La relación inversa observada entre la fertilidad y esporofitos es debida, al rápido tiempo de formación de estos últimos, donde la máxima fertilidad es alcanzada antes de los 15 días de cultivo.



**Figura 61.** Variación estacional del largo (cm), peso húmedo (g) y área (cm<sup>2</sup>) de las láminas de *Lessonia trabeculata* en las localidades de estudio de la III y IV Región. El eje Y es mostrado en la misma escala para permitir una comparación visual entre las regiones de estudio. La línea muestra el valor promedio entre las localidades por estación.



**Figura 62.** Variación estacional del área reproductiva (%) por lámina, del esfuerzo reproductivo (% soro peso seco) y liberación de esporas (nº/cm<sup>2</sup> de soro) de *Lessonia trabeculata* en las localidades de estudio de la III y IV Región. El eje Y es mostrado en la misma escala para permitir una comparación visual entre las regiones de estudio. La línea muestra el valor promedio entre las localidades por estación.



**Figura 63.** Variación estacional de la germinación de esporas (% 3d de cultivo), fertilidad de gametofitos femeninos (% oogonios, 15d de cultivo) y éxito reproductivo (% esporofitos, 15d de cultivo) en cultivos de *Lessonia trabeculata* para las localidades de estudio de la III y IV Región. El eje Y es mostrado en la misma escala para permitir una comparación visual entre las regiones de estudio. La línea muestra el valor promedio entre las localidades por estación.

Considerando el desarrollo reproductivo, con una potencialidad de formar nuevos individuos durante todo el año, el bajo reclutamiento observado para esta especie (**Fig. 56**), nos indica que su existencia dependerá en gran medida de las condiciones ambientales locales que fluctúan año tras año.

Entre *Lessonia trabeculata* y *L. nigrescens* se detecta una clara diferencia en el tamaño de las láminas, siendo mayor para *L. trabeculata* y por ende presenta una mayor área de lámina (**Fig. 58 y 61**). Sin embargo, considerando la asignación de tejido vegetativo a tejido reproductivo, en términos de área y biomasa seca, y la producción de esporas de este tejido reproductivo, la especie del intermareal *L. nigrescens* muestra un mayor potencial reproductivo (**Fig. 59 y 62**). Sin embargo, estas diferencias se hacen imperceptibles en el momento de evaluar el desarrollo de las fases microscópicas (**Fig. 60 y 63**).

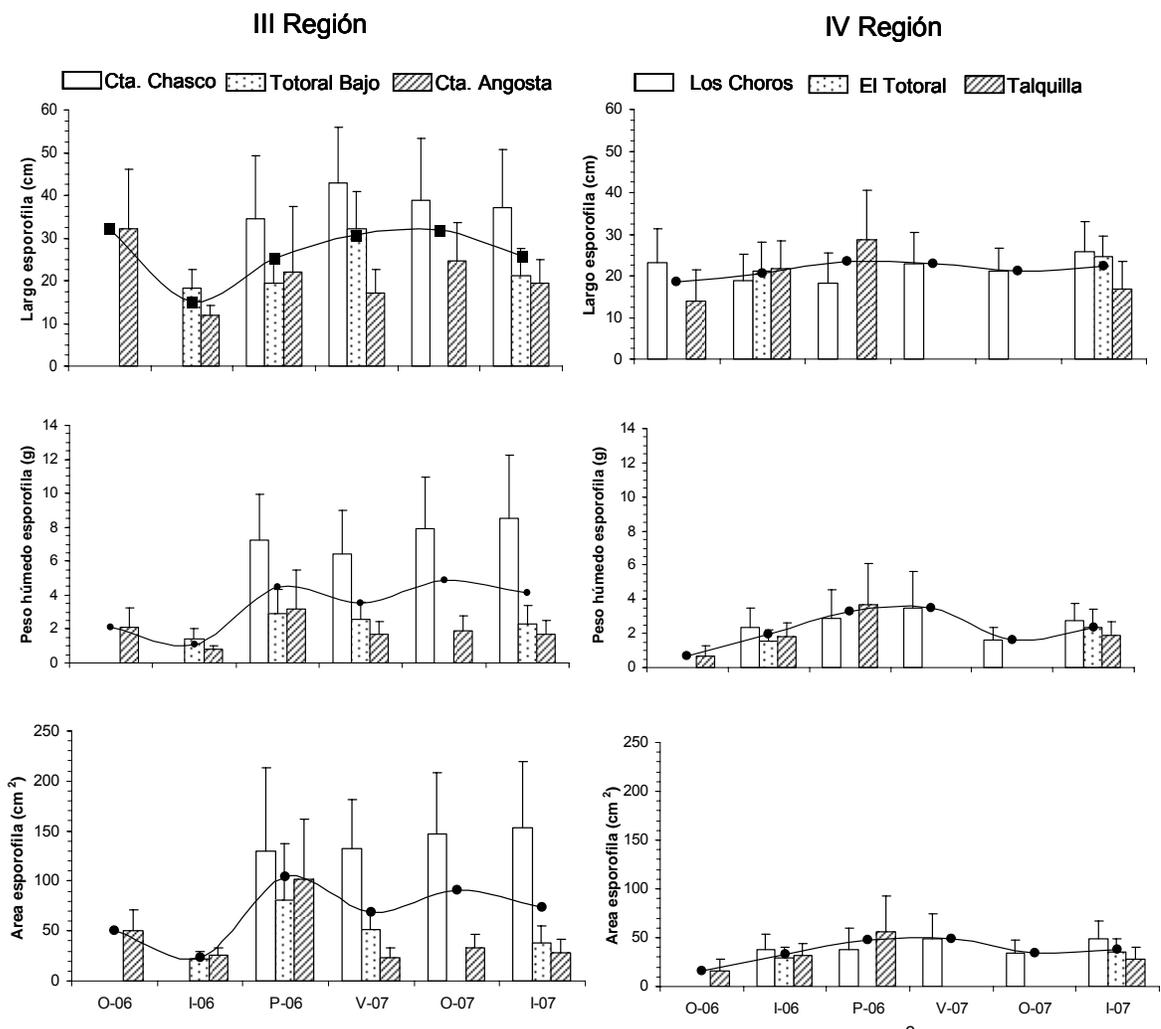
### ***Macrocystis integrifolia***

Para el caso de *Macrocystis*, las estructuras reproductivas se ubican en láminas especializadas denominadas esporofilas, en la base de las plantas. Esto lleva a que la asignación en reproducción (área y biomasa) sea mayor en esta especie que en las especies de *Lessonia*, en donde un mismo tejido cumple múltiples funciones. Sin embargo, en términos de esporas liberadas, *Macrocystis* muestra menores valores, pudiendo indicar indirectamente una diferencia en la densidad esporangial presente en los tejidos, y por ende en la capacidad reproductiva.

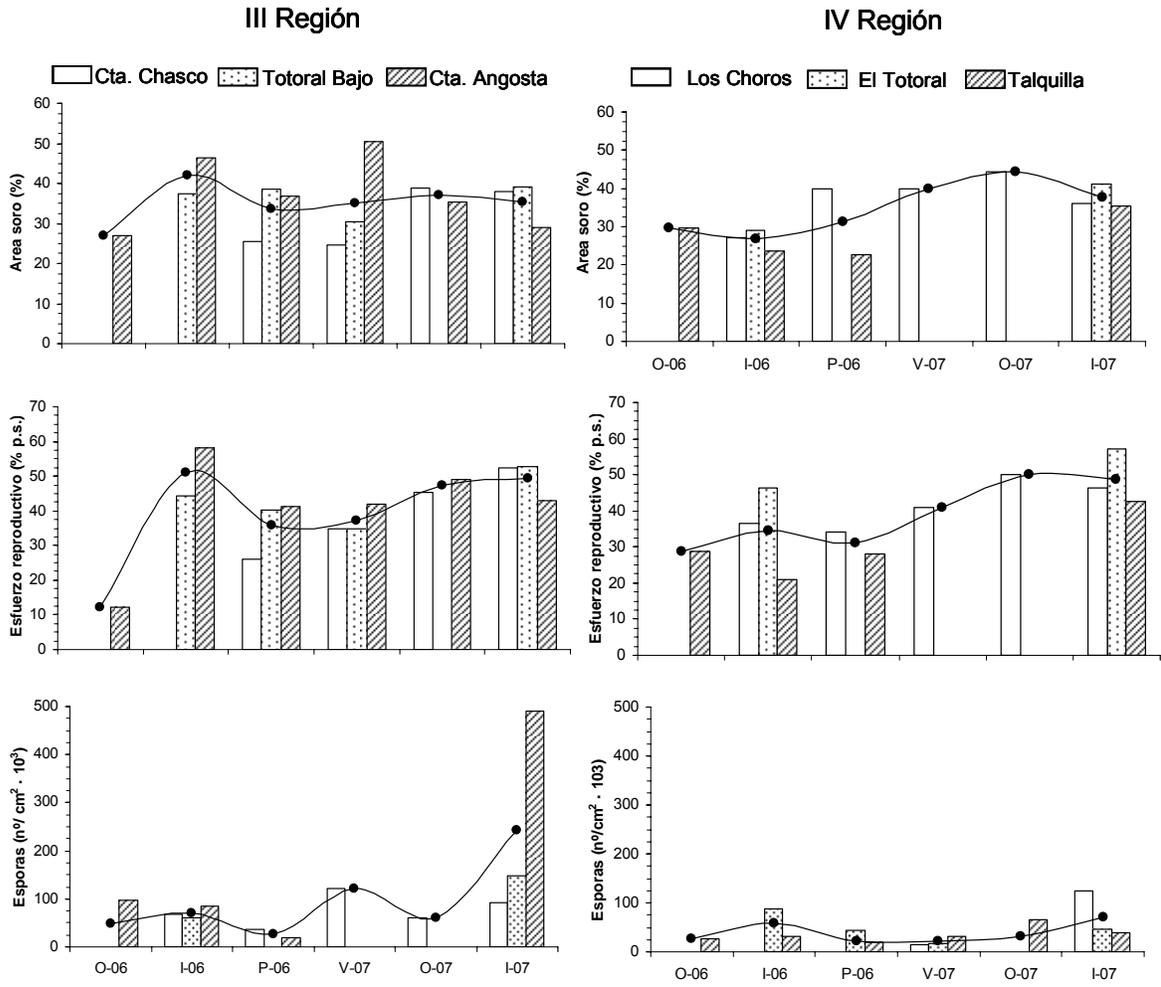
En ambas regiones se observa una tendencia al aumento en el tamaño de las esporofilas hacia la primavera, previa disminución en invierno (**Fig. 64**). Mientras que las variables reproductivas, principalmente en términos de áreas reproductivas y esfuerzo reproductivo, como asignación de biomasa seca a tejido reproductivo, mostraron un aumento en invierno, en forma más notoria para las poblaciones de la III Región (**Fig. 65**). A pesar de detectarse un alza en la liberación de esporas en invierno, el desarrollo de estas mostró una baja capacidad para formar esporofitos. En esta estación, los gametofitos femeninos son ramificados y multicelulares, manteniéndose en crecimiento vegetativo y solo con una alta presencia de oogonios (**Fig. 66**).

Solo para las poblaciones de Los Choros (IV Región) y Cta. Chasco (III Región) se detectó esporofilas sin tejido reproductivo durante otoño y primavera respectivamente.

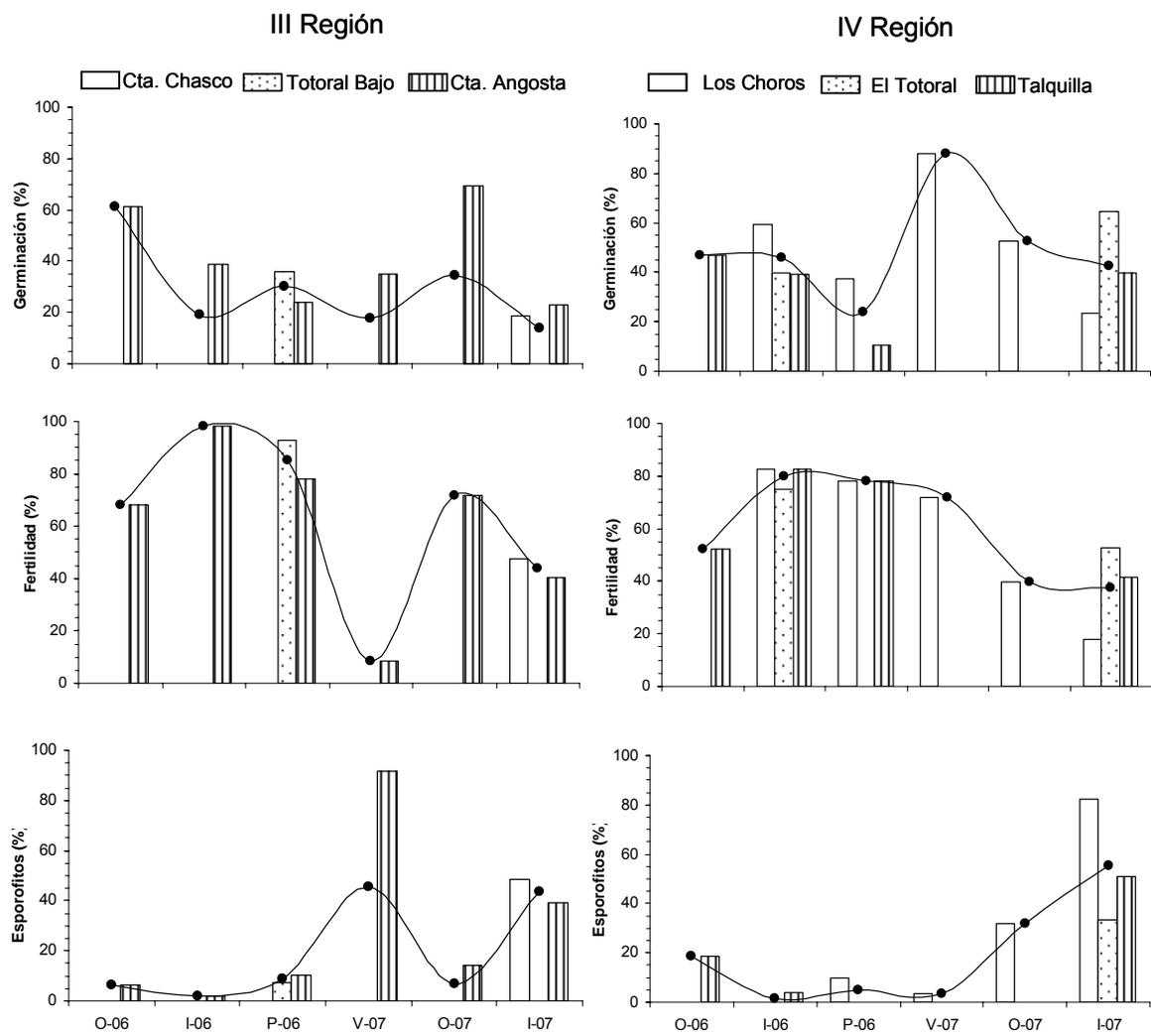
La relación entre el desarrollo reproductivo y el reclutamiento (**Fig. 57**) también parece ser altamente local. Aunque existe la potencialidad de un reclutamiento exitoso durante todo el año, por la constante liberación de esporas capaces de formar nuevos esporofitos (**Fig. 62 y 63**), la frecuencia cambia entre estaciones. Además, altos valores de reclutamiento encontrados en un año (e.g. Invierno 2006 Total Bajo, ver **Fig. 57**) no se repiten necesariamente al año siguiente (Invierno 2007, **Fig. 57**).



**Figura 64.** Variación estacional del largo (cm), peso húmedo (g) y área (cm<sup>2</sup>) de las esporofilas de *Macrocyctis integrifolia* en las localidades de estudio de la III y IV Región. El eje Y es mostrado en la misma escala para permitir una comparación visual entre las regiones de estudio. La línea muestra el valor promedio entre las localidades por estación.



**Figura 65.** Variación estacional del área reproductiva (%) por esporofila, del esfuerzo reproductivo (% soro peso seco) y liberación de esporas (nº/cm<sup>2</sup> de soro) de *Macrocystis integrifolia* en las localidades de estudio de la III y IV Región. El eje Y es mostrado en la misma escala para permitir una comparación visual entre las regiones de estudio. La línea muestra el valor promedio entre las localidades por estación.



**Figura 66.** Variación estacional de la germinación de esporas (% , 3d de cultivo), fertilidad de gametofitos femeninos (% oogonios, 15d de cultivo) y éxito reproductivo (% esporofitos, 15d de cultivo) en cultivos de *Macrocystis integrifolia* para las localidades de estudio de la III y IV Región. El eje Y es mostrado en la misma escala para permitir una comparación visual entre las regiones de estudio. La línea muestra el valor promedio entre las localidades por estación.

## 5.6 Objetivo 6. VALORAR ECONÓMICAMENTE LOS SERVICIOS AMBIENTALES QUE GENERAN LOS BOSQUES DE *MACROCYSTIS* Y *LESSONIA*.

A efectos de ordenar las estimaciones que siguen se muestran en primer lugar las basadas en métodos directos, y posteriormente los resultados de las dimensiones que han requerido aplicar métodos indirectos.

### a) Valor de la Pesquería Directa de Algas Pardas

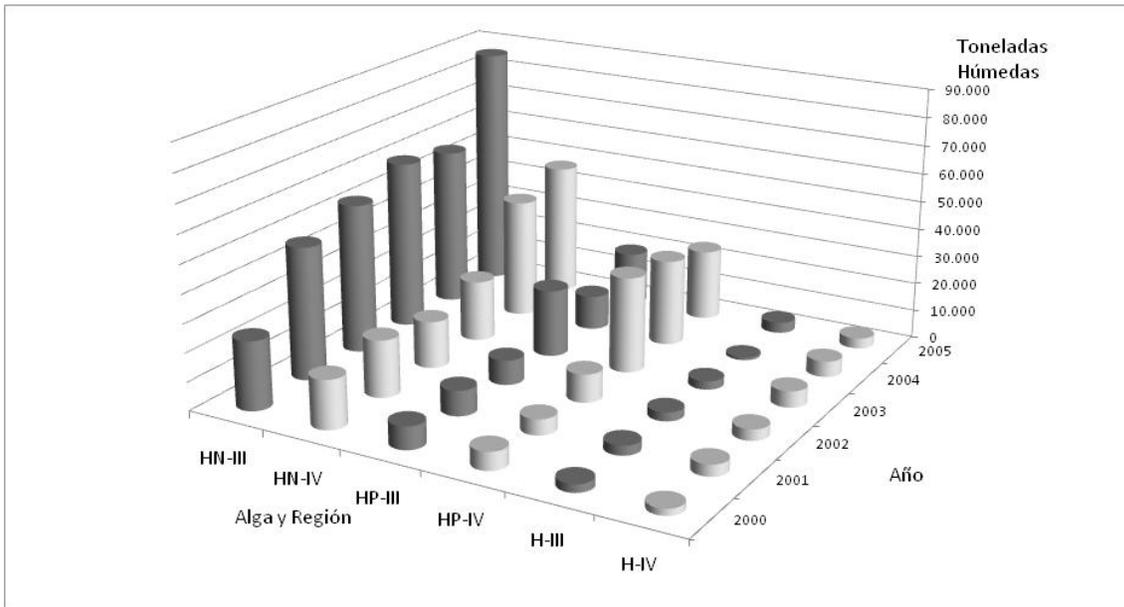
La pesquería directa de algas pardas<sup>1</sup> en el norte de Chile es el resultado de una pesquería donde coexisten la remoción directa y la recolección de las mismas por el varamiento en las costas donde habitan. La extracción se puede realizar mediante barreteado, quitando el Huiro desde su raíz, y buceando cortando solo las hojas del Huiro. La forma más conveniente de valorizar esta pesquería directa es a través de los precios o valor **sanción**, los que son fijados anualmente durante Agosto por la Subsecretaría de Pesca en términos de UTM/tonelada, con la finalidad de multar a quienes extraen los recursos marinos sin la autorización correspondiente. Si bien estos precios son anuales, para los objetivos de este estudio representan una aproximación apropiada, tal como se comenta más adelante. Puesto que el valor histórico de la pesquería directa de estas algas es el producto del volumen por su precio, a continuación se analizan los volúmenes de algas extraídos, y luego los precios sanción, para llegar finalmente a una estimación final del valor de la pesquería directa.

Los anuarios de Sernapesca proveen la información de los desembarcos en toneladas húmedas durante los años 2000 y 2005 provenientes de los Huirales<sup>2</sup> de las III y IV regiones. La **Figura 67** muestra que son el Huiro Negro y el Huiro Palo los que presentan mayores desembarcos a nivel global, mientras que en el caso del Huiro los desembarques son significativamente menores. También se aprecia que la III región ha presentado mayores desembarcos en comparación a la IV región, y que tanto para el Huiro Negro como para el Huiro Palo se aprecia una tendencia creciente de los mismos, mientras que en el caso del Huiro ha aumentado la explotación en la IV región y ha disminuido en la III. También es interesante señalar que en términos de agotamientos de las praderas, es el Huiro Negro el más afectado dada su alta demanda para la industria de alginatos. En segundo lugar se encuentra el Huiro, y finalmente, el Huiro Palo debido a su dificultad y riesgos involucrados en su cosecha o extracción.

---

<sup>1</sup> Los huirales de la III y IV regiones están compuestos por tres tipos de Huiros: Huiro Negro (HN) o Chascón que crece sobre las rocas expuestas; Huiro Palo (HP) que se mantiene bajo el nivel del agua, y el Huiro (H) que se refiere a *Macrocystis pyrifera* y *Macrocystis integrifolia*, señaladas como "huiro" en las estadísticas y no separadas como especies diferentes.

<sup>2</sup> Hasta el año 1999 los desembarques de Chascón incluyen también los de Huiro Palo. Desde el año 2000 estos empezaron a presentarse por separado.



**Figura 67.** Desembarco anual de *Lessonia spp* y *Macrocystis integrifolia* en III y IV Región (Toneladas húmedas). HN: Huiro Negro; HP: Huiro palo; H: Huiro (e.g. *Macrocystis integrifolia*).

Respecto al destino, los principales demandantes de algas pardas de las regiones III y IV son las Plantas de picado y molienda, con aproximadamente un 97% del total, y solo el 3% restante por los cultivos de abalón. Sin bien se proyecta que estos últimos incrementen su demanda, su importancia como consumidores será aun marginal respecto al total en los próximos años. Respecto a la composición de la demanda según especie, se estima que el desembarque de Huiro Negro se distribuyó tanto en invierno como en verano en aproximadamente un 97% para plantas de elaboración seca y el 3% restante como alimento fresco a los centros de cultivos. En el caso del Huiro Palo se distribuyó en un 100% a las plantas de elaboración, sin importar la época del año (la demanda de esta alga por parte de los centros abaloneros es poco significativa), aunque en invierno las plantas de elaboración/picadoras no compran el Huiro Palo porque la exportación se realiza a comienzos de año, y además dicho Huiro se descompone en la época invernal. El Huiro tuvo la misma proporción en invierno, sin embargo en verano se destina en un 100% como alimento de Abalones. Además del hecho de que son las plantas las principales compradoras de algas pardas, existe un efecto temporal importante en la demanda por parte de estas, siendo mayor en verano que en invierno. En el caso de los centros de cultivos no se aprecia una diferencia importante debido que los requerimientos de alimento de abalones son relativamente estables.

El precio requerido para valorizar los desembarques es el llamado precio-playa, es decir el precio por kilo de alga húmeda pactado entre alqueros o recolectores y los intermediarios que compran en playa, sin incluir los efectos de costos de transporte o industrialización, es decir aislando cuanto sea posible el

precio efectivo de los recursos<sup>3</sup>. Dichos precios de mercado tienen una volatilidad inherente y se requiere gran cantidad de observaciones muestrales para tener una medida confiable del precio medio anual. También existen alteraciones debido a la zona geográfica y al efecto estacional puesto que generalmente los precios son mayores en verano que en invierno. Los precios playa varían también según la línea de producción que demande el recurso, y puesto que algunas líneas requieren mayores volúmenes, esto tiene también implicancia en los precios debido a que mayores volúmenes demandados tienden a implicar un precio por kilo inferior (*ceteris paribus*). También, asociado a una transacción de algas puede haber un pago en especies y/o la entrega de provisiones por parte de intermediarios a los recolectores, debido al aislamiento en que algunos de ellos se encuentran, de modo que los precios observados pueden incluir interferencias que alteran de alguna manera el valor de los huirales. La Subsecretaría de Pesca de Chile estima anualmente los llamados valores de sanción<sup>4</sup> con la finalidad de multar la extracción no autorizada de recursos. Este valor sanción, que a juicio de la autoridad es una buena aproximación del precio playa promedio anual de los recursos, e incluye información del precio playa observado en las transacciones playa a través de los documentos oficiales (guías y facturas), más una corrección por los precios internacionales o de exportación de dichos recursos. Si bien se reconoce que en algunas especies muy puntuales este valor presenta distorsiones, para el caso de las algas pardas se estima que es una medida confiable, de modo que para efectos de valoración histórica de los desembarques es el que se usará.

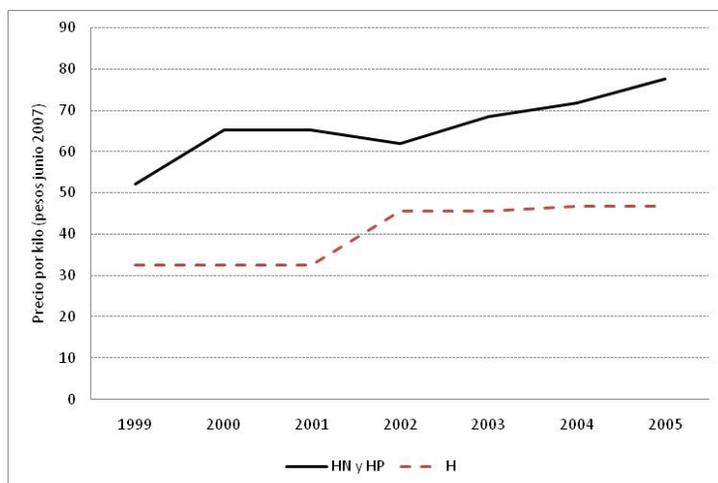
La **Figura 68** muestra el precio valor-sanción por kilo de alga húmeda, en función del año y de la temporada. Para el caso de las algas pardas dichos precios solo aparecen diferenciados para el Huiro y el Chascón (Huiro Negro), es decir para estos fines la autoridad no hace distinción entre el Huiro Palo y el Huiro Negro. Por otro lado, si bien los decretos con dicha información aparecen generalmente a mediados de año, se sume que han sido calculados con la información existente durante todo el año anterior, de modo que para efectos de valoración dichos precios son usados para valorar los desembarques del año anterior. El Valor Sanción, que originalmente está expresado en UTM<sup>5</sup> por tonelada, ha sido llevado en pesos moneda corriente (junio de 2007). Del gráfico es claro que las Gracilarias han tenido sistemáticamente un mayor valor que la *Macrosystis*, si bien ambas tienen una tendencia creciente en términos reales.

---

<sup>3</sup> Puesto que el objetivo es valorar únicamente los huirales, metodológicamente se omite cualquier efecto multiplicador de esta especie sobre otras industrias.

<sup>4</sup> El Valor sanción es el monto en dinero expresado en unidades tributarias mensuales y en toneladas de peso físico de la especie hidrobiológica de que se trate, en estado natural, que servirá de unidad de cuenta para la aplicación de las sanciones que establece esta ley. El valor de sanción por especie es fijado anualmente por decreto supremo del Ministerio, previos informes técnicos de la Subsecretaría de Pesca y del Consejo Nacional de Pesca (Artículo 2° de LGPA).

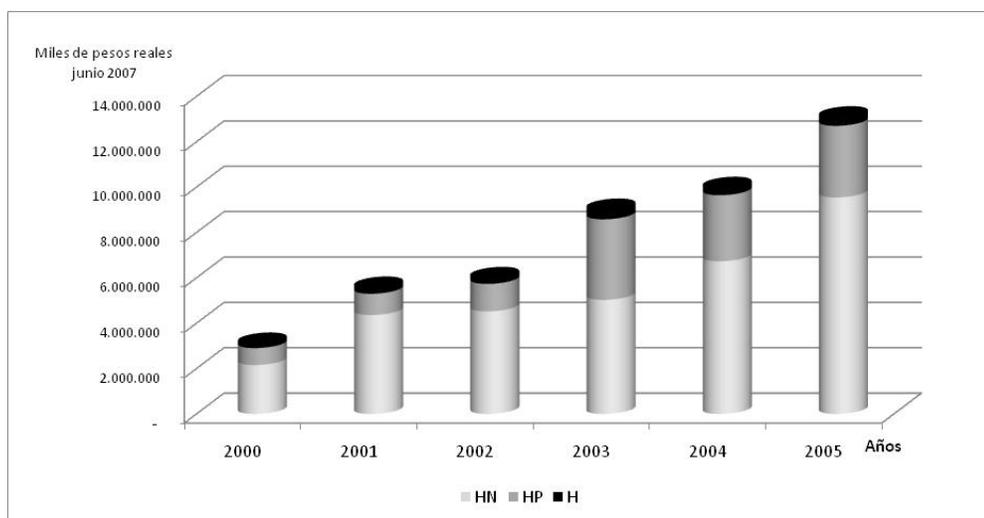
<sup>5</sup> La Unidad Tributaria Mensual (UTM) es una unidad de cuenta usada en Chile para efectos tributarios y de multas, actualizada o reajustada mensualmente según la inflación. Fue creada en 1974 para el Servicio de Impuestos Internos.



**Figura 68.** Precios de valor sanción reales anuales (a junio de 2007) de las Algas Pardas en la III y IV Regiones (Pesos (\$) por kilo, alga húmeda). Valores suavizados.

Fuente: Subsecretaría de Pesca. Nota: UTM correspondiente a junio de 2007=\$32.529 (pesos chilenos).

El valor histórico anual de la pesquería en los años 2000-2005 se muestra para cada especie (**Fig. 69**). Con esto, es claro que el valor de todas las pesquerías analizadas presentan en promedio tasas de crecimiento positivas en el periodo, cercanas al 31% anual del Huiro Negro, 30% del Huiro Palo, y de solo 16% para el Huiro. También es claro que en base a los precios y volúmenes, la pesquería del Huiro Negro es la más importante de las algas pardas, representando para el año 2005 el 73% del total, el Huiro Palo un 24%, y el Huiro solo un 5%. Finalmente, la mayor volatilidad o dispersión de la pesquería anual observada se refiere al Huiro Palo.



**Figura 69.** Valor histórico anual estimado para las pesquerías directas de *Lessonia spp* y *Macrocystis integrifolia* en III y IV Región (Toneladas húmedas).

A efectos de la proyección de los Valores Anuales de esta pesquería para la III y IV regiones, a futuro se espera que el desembarco del huiro siga aumentando, aunque no a las tasas históricas. Las proyecciones que se estiman razonables para el valor anual de la pesquería son cercanas 10% anual para el HN, 10% para el HP y 5% para el Huiro los años que transcurrirán desde la actualidad hasta el año 2015 (asumiendo la no aplicación de medidas de control a la explotación). Se proyecta que este incremento se deba en dicho periodo a un efecto volumen más que a un efecto precio, con precios del orden de \$70 el kilo para HN y HP, y de \$50 para el Huiro (precios de alga húmeda en playa, en moneda de 2007) para los próximos 10 años. A partir de esa fecha se proyecta que las tasas de crecimiento caiga a un nivel de equilibrio del orden del 5%, 5% y 2% anual respectivamente para cada especie, debido a que los volúmenes desembarcados se reducirán o mantendrán, lo que se contrarrestará con un leve incremento de precios. En base a lo anterior, considerando que el desembarque total el año 2005 para ambas regiones fue de 184.923 toneladas, y una tasa de descuento de 15% anual, la **Tabla 26** muestra la proyección del valor de cada una de las pesquerías en los próximos 10 años. El valor presente de tales flujos es de \$91.400 millones (pesos de junio de 2007).

Tabla 26. Valor proyectado de la pesquería directa de algas pardas en la III y IV Región (en millones de pesos, 2007).

	Precio por Kg	Miles de Toneladas 2005	2006	2007	2008	2015
HN	\$ 70	133,4	\$ 9.339	\$ 10.273	\$ 11.300	\$ 22.021
HP	\$ 70	44,1	\$ 3.087	\$ 3.396	\$ 3.736	\$ 7.280
H	\$ 50	7,4	\$ 370	\$ 389	\$ 408	\$ 574
	Totales	184,9	\$ 12.797	\$ 14.058	\$ 15.444	\$ 29.875

Nota: Se omiten en la Tabla los años 4, 5, 6, 7, 8 y 9.

Para los años siguientes, es decir desde al año 11 y siguientes, puesto que estos representan una perpetuidad creciente, obteniendo un valor presente en el año 2007 de \$75.585,80, \$24.988,85 y \$1.472,64 millones (pesos de 2006) para cada pesquería, es decir un total de \$ 102.047. Finalmente, sumando el valor presente de los primeros 10 años con el valor presente de la perpetuidad posterior a los 10 años se tiene que el valor económico actual proyectado para la pesquería directa de Algas Pardas de la III y IV región es de **\$ 193 mil millones de pesos**. Es decir, desde el punto de vista de la sociedad, el eventual desaparecimiento de los bosques de algas pardas implica que ésta dejará de obtener 193 mil millones de pesos solamente en lo que se refiere a pesquería directa. Dicho de otro modo, si pudiera enajenarse estos bosques de algas, su valor comercial para quienes hacen pesquería directa, sería de dicho monto.

## b) Valor de especies dependientes de los Huirales, con pesquería

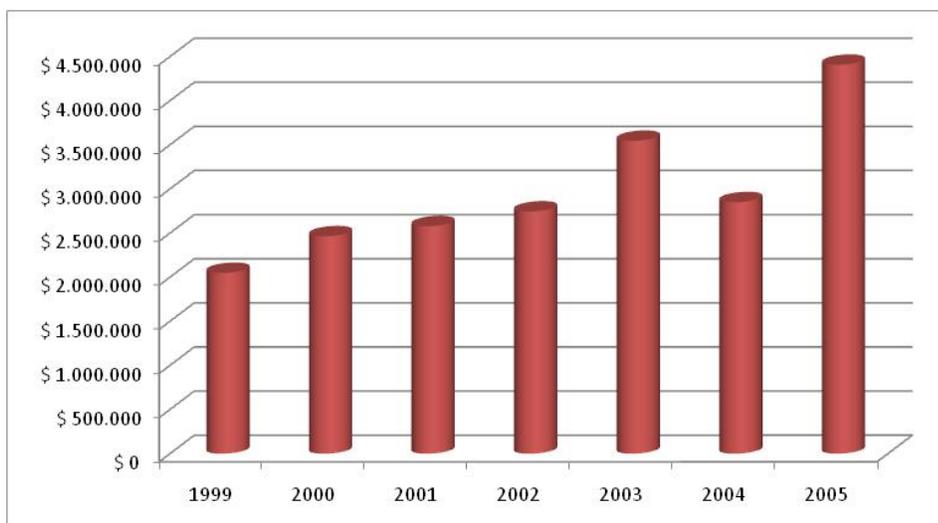
Otra de las dimensiones a valorizar son aquellas especies sobre las cuales existe una pesquería que tiene un grado de relación con las Algas Pardas, es decir, se benefician de la existencia de los huirales, ya que en ellos habitan, desovan y se alimentan. Se trata de una pesquería extractiva artesanal que desarrolla un pescador o mariscador. El procedimiento a seguir es similar al caso de la Pesquería Directa de algas, es decir se analizará el comportamiento de los desembarques de los peces, moluscos, crustáceos u otras especies, que tengan relación directa o indirecta con los Bosques de Algas en las regiones III y IV. En la **Tabla 27** se muestra un listado de las especies consideradas.

**Tabla 27.** Especies de peces e invertebrados de importancia económica que habitan en los bosques de algas pardas de la III y IV Región.

PECES	MOLUSCOS	CRUSTÁCEOS	OTRAS ESPECIES
Apañado	Caracol Tégula	Jaiba	Erizo
Breca	Chitón	Jaiba Limón	Piure
Cabrilla Común	Chocha	Jaiba Mora	
Jerguilla	Lapa	Jaiba Peluda	
Lenguado	Lapa Bonete	Jaiba Remadora	
Pejeperro	Lapa Negra	Picoroco	
Rollizo	Lapa Reina		
Vieja	Lapa Rosada		
	Loco		

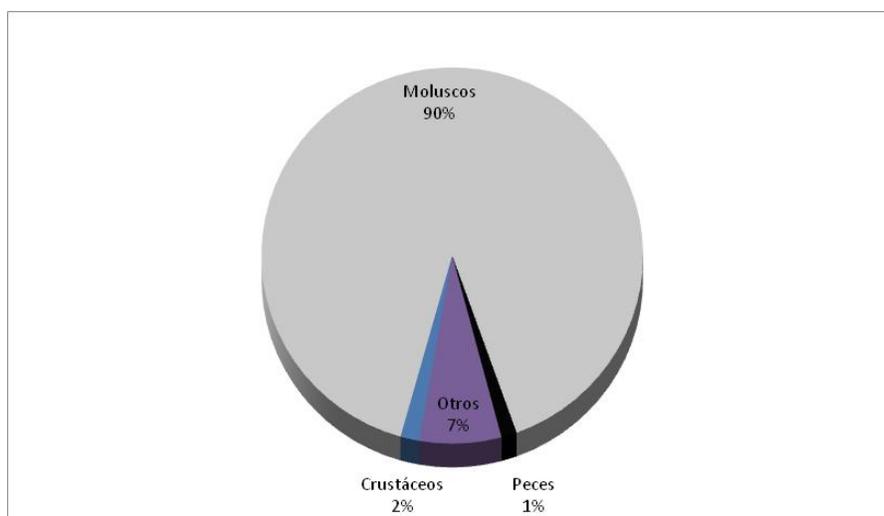
Fuente: Elaboración propia, en base a información entregada por especialistas de la Facultad de Ciencias del Mar U. Católica del Norte.

Para la valorización de los desembarques se utilizarán los precios valor sanción en pesos de 2007. La **Figura 70** muestra la evolución de los resultados de las estimaciones, destacando la tendencia creciente de los mismos con la excepción del año 2004.



**Figura 70.** Desembarques valorizados de especies con pesquería, y dependientes de los huerales de la III y IV Regiones. En miles de pesos de 2007.

Respecto a la composición de la producción, el siguiente gráfico muestra que al año 2005 son los moluscos las especies más relevantes con un 90% del valor total de este tipo de productos. Entre los moluscos, el loco y las lapas claramente tienen la mayor importancia. De hecho la sola especie loco explica más del 57% del valor total de este tipo de pesquería el año 2005. Las otras especies en términos de importancia son los Equinodermos representado principalmente por el erizo, el que pasó del tercer lugar al segundo lugar en el año 2002, desplazando de esta forma a los crustáceos, y en tercer y cuarto lugar respectivamente, se encuentran el piure y los peces.



**Figura 71.** Distribución porcentual del desembarque valorizado (pesos de 2007) de los grupos de especies con pesquería, y dependientes de los huerales de la III y IV Regiones.

Al igual que en el caso de la pesquería directa, a continuación se hacen proyecciones de los desembarques futuros de cada una de las especies en función del crecimiento medio anual de los desembarques comprendidos entre los años 2000-2005. En este periodo solamente el desembarque de peces y de otras especies ha aumentado, sin embargo el grupo más relevante (moluscos) prácticamente no ha cambiado, puesto que se ha producido una compensación entre la disminución de las Lapas con un aumento del desembarque de Locos. De modo que en base a esto no pueden esperarse cambios significativos a futuro en los desembarques de las especies asociadas a los huirales, por lo que asumimos que éstos permanecerán globalmente constantes. La tasa de crecimiento media anual observada de los desembarques de cada grupo de especies es la siguiente: Crustáceos: -1,0%; Moluscos: -0,2%, Peces: 28,8% y Otros: 8,5%. Por otra parte, el comportamiento de los precios valor sanción es también relativamente estable en el periodo analizado, con crecimientos anuales promedio como sigue: Crustáceos: -3,7%; Moluscos: 2,3%; Peces: 2,8% y Otros: 0,6%. Con esto, se proyecta que el valor anual de esta pesquería indirecta ( $VPI_t$ ) asociada a los huirales se mantenga en los valores cercanos al último año conocido, es decir en unos \$ 4.407.000 anuales a perpetuidad. La ecuación siguiente permite estimar el valor presente de dicha perpetuidad, usando una tasa de descuento del 15%.

$$\text{VALOR ACTUAL} = \sum_1^n \frac{VPI_t}{(1+i)^t} \quad (17)$$

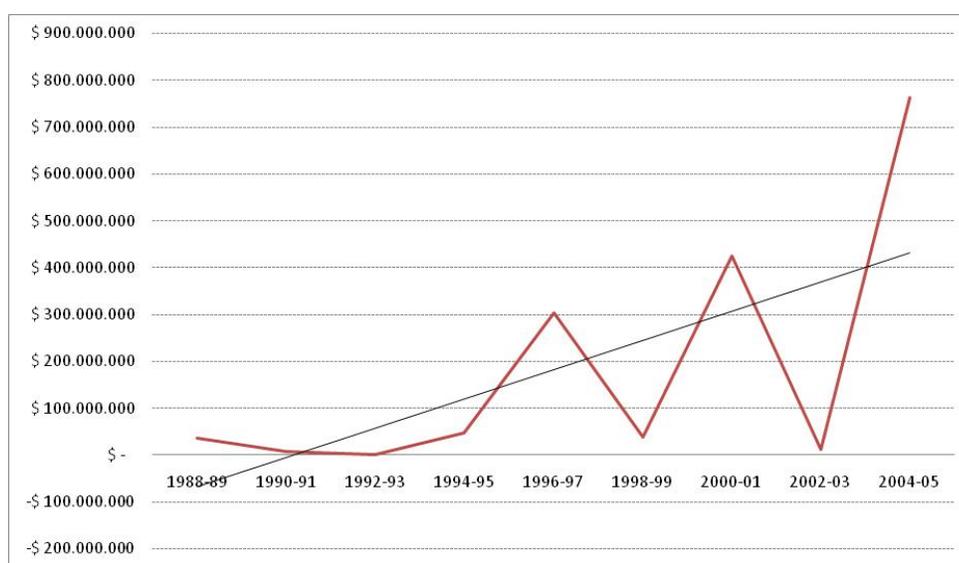
Puesto que se está valorizando esta pesquería a fines de 2007, se proyecta la producción valorizada de los años 2006 y 2007, y se suma el valor presente de la perpetuidad posterior. Con esto, el precio final de dichas especies de importancia económica asociadas a praderas de algas pardas en la III y IV Región arroja un estimado de \$ 38.855.792 miles de pesos de 2007.

### **c) Valor como Información Científica**

Una de las dimensiones que ha emergido como relevante en la valorización de los huirales ha sido su valor como información científica, en el sentido de que el Estado de Chile (principalmente) ha financiado la ejecución de tales estudios. En efecto, durante los años 1988 – 2005 del total de las investigaciones asociadas al borde costero un número de ellas están relacionados a las algas pardas, siendo la Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Católica del Norte – Coquimbo la que más estudios ha realizado, y luego el Instituto de Fomento Pesquero. Dichas investigaciones se han desarrollado mayoritariamente entre los años 2000 y 2005, con 20 estudios y destinándose para esto \$870.844.670, con un monto promedio por estudio de \$43.542.234. Durante los años 1988 a 1999 se realizaron 17 estudios con un costo total de \$304.447.806, con un monto promedio de \$17.908.694.

Es claro el crecimiento de los montos, lo que no ha estado exento de volatilidad, ya que como se puede ver en la **Figura 72** los valores asignados entre cada par de años, han variado significativamente, y se

puede inferir que una vez pasado el año 1995 se produce un cambio importante en la asignación de dichos recursos, y que este cambio se acentúa más a contar del año 2000, ya que los montos invertidos para el estudio de las Algas Pardas empiezan a sobrepasar los \$300.000.000 de pesos bianuales. Si bien entre los años 2002-2003 cae el nivel de inversión, está baja se ve compensada por los valores que le preceden y anteceden. Debe considerarse también que generalmente estos estudio aparecen contabilizados en el año en que se obtuvieron los fondos, y otras veces en el año en que el estudio se comienza a ejecutar, lo que explica en parte la volatilidad de dichos montos. El gráfico incluye también una línea de tendencia para ilustrar la proyección lineal, cuya pendiente, que indica el crecimiento medio bianual de la inversión en investigación es \$62.516.626, es decir aproximadamente \$31.258.000 anual.



**Figura 72.** Montos destinados a investigación en términos bianuales (en miles pesos de 2007, media móvil (2) y línea de tendencia). Fuente: Elaboración Propia en base a información proporcionada por Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Católica del Norte y el Instituto de Fomento Pesquero.

Es razonable pensar que un incremento del gasto anual de aproximadamente \$31.258.000 se mantenga en el tiempo. Con esto, en base a una proyección lineal se tiene para el año 2006 valores proyectados de \$494.816.924 y para el año 2007 de \$557.333.551, moneda 2007, es decir un crecimiento anual real aproximado del 10%. En base a esto, usando la ecuación básica de actualización de una perpetuidad con crecimiento anual del 10%, y descontando a una tasa de interés del 15%, se tiene que el valor presente al año 2007 de esta dimensión es de  $\$557.333.550,76(1,1)/(0,15-0,1) = \$12.261.338.117$ .

#### **d) Valor como depurador climático (Captura de CO<sub>2</sub> y emisión de Oxígeno)**

Uno de los servicios ambientales que prestan las algas pardas en el ecosistema marino es la fijación de CO<sub>2</sub>, lo que permite que el medio ambiente marítimo pueda desarrollarse de manera sustentable. Es posible valorar los huirales en cuanto a esta dimensión estimando la superficie de algas, y a través de esto, del CO<sub>2</sub> que las algas capturan, para proceder a valorar multiplicando por el precio de la tonelada de CO<sub>2</sub>. Por otro lado, las algas expulsan al ecosistema una cantidad de oxígeno similar a la cantidad de carbono que absorben, de modo que su efecto benéfico en este sentido es doble. Puesto que aproximadamente el oxígeno liberado es similar al carbono fijado (la proporción es 1:1), y que la superficie que se es la misma, el valor total en términos de aporte económico, el valor de la función de las algas como agente liberador de oxígeno será igual al valor como agente fijador de Carbono.

Existe una importante dificultad en la estimación de la superficie de los huirales en la III y IV regiones<sup>6</sup>. La siguiente Tabla muestra que diferentes fuentes de información arrojan resultados muy disímiles, entre otros por diferencias de metodologías y por la dinámica de la distribución de estas algas. Un primer estudio (FNDR, 1998) realizó estimaciones solamente para la III Región. El Informe Final del FIP N°2000-19 realizado por IFOP no obtuvo estimaciones para los Huiros. También se incorpora una estimación muy gruesa: si cada región tiene una longitud aproximada de 500 km (debido a las irregularidades de la costa), entonces para HN podría estimarse una franja de 1.000.000 mt por 2 mt de ancho, es decir unos 2.000.000 m<sup>2</sup> para ambas regiones (100 hectáreas cada una). Para HP algo similar: 500 km por 100 mt, es decir 5.000 has para cada región. Para Huiro<sup>7</sup> se estima que no hay más de 800 y 700 has en ambas regiones. La estimación final corresponde a un promedio de las tres estimaciones anteriores, tal como se muestra en la **Tabla 28**.

---

<sup>6</sup> Véase Edding ("Investigación y Manejo para la Extracción de Huiros, III Región", Diciembre 1998.)

<sup>7</sup> La superficie de Huiro no es lineal como en el caso de la Lessonia, y se encuentran distribuidas en forma de parches. También se detectan plantas de menores biomásas en otoño en comparación al verano.

**Tabla 28.** Superficie estimada de los Huirales, en hectáreas

		HN	HP	H
FNDR 1998 (Hectáreas)	III Region	975	22.322	nd
	IV Region	nd	nd	nd
FIP N° 2000-19 (Hectáreas)	III Region	971	3.051	nd
	IV Region	657	1.759	nd
Estimación gruesa (Hectáreas)	III Region	100	5.000	800
	IV Region	100	5.000	700
	III y IV Region			
Promedio Total (Hectáreas)		1.060	13.504	1.500
Fijación CO2/m2 (ton/año)		0,001450	0,000495	0,007227
Precio Bono CO2 (US\$/ton)		4,6	4,6	4,6
Valor anual (US\$)		70.724	307.484	498.663
Valor anual (CH\$)		38.898.219	169.116.185	274.264.650
Valor anual por oxígeno liberado y captura de CO2 (CH\$)		77.796.438	338.232.370	548.529.300

Dicha Tabla muestra también las estimaciones de la **tasa de fijación de carbono** por parte de los Huirales. Para frondas de HN y HP, la producción neta anual (considerando un 25 y 22% por gramo seco) es de valores cercanos a 1.450 y 506 gramos de Carbono m<sup>-2</sup> año<sup>-1</sup>, respectivamente (Tala 1999<sup>8</sup>). En el caso del Huiro la fijación de carbono se debe ubicar entre 2.1 mfCg-1seco h-1 (Smith *et al*, 1983<sup>9</sup>) y 2.3 mgCg-1seco h-1 (Willenbrink *et al*, 1979<sup>10</sup>). Para este estudio usamos el valor en forma anual y el valor dado por Smith, que convertido a unidades toneladas de carbono anual por m2 es de 0,007227. Para valorar ambos beneficios se usa los bonos de Carbono, un instrumento económico contemplado en el protocolo de Kyoto de 1997, donde cada bono de carbono equivale a una tonelada de CO<sub>2</sub> (tCO<sub>2</sub>) que se deja de emitir a la atmósfera. El precio del bono de carbono en la Bolsa de Comercio Ambiental de Chicago, ha crecido importantemente, ya que el 12 de Diciembre de 2003, el primer día en el cuál se transó su valor en el mercado, el bono costaba US\$ 0.95, y en Julio de 2006, su valor se ha estabilizado en los US\$ 4.55. En base a esto, el valor de la función ambiental realizada por las algas pardas tiene un

<sup>8</sup> En tesis UCN de Fadia Tala: 'Crecimiento, Productividad y Pérdida de Tejido en Frondas de *Lessonia Trabeculata* y *Lessonia Nigrescens*'.

<sup>9</sup> Del libro: *Biology of Economic Algae*. by I. Akatsuka (Author). Balogh Scientific Books (December 1995).

<sup>10</sup> Willenbrink, J., B. P. Kremer, K. Schmitz and L. M. Srivastava: Photosynthetic and light independent carbon fixation in *Macrocystis*, *Nereocystis*, and some selected Pacific Laminariales. *Can. J. Bot.* 57, 890–897 (1979).

valor estimado en \$964.558.108 pesos chilenos anuales por fijación de carbono y liberación de oxígeno<sup>11</sup>. La proyección del valor futuro de esta dimensión de valor de las algas es que el precio del bono de carbono incremente su precio leve pero sistemáticamente en el futuro en una tasa cercana al 5% anual real. Por el momento puede suponerse que la biomasa de Huirales de mantendrá relativamente constante en el futuro. Con esto, y aplicando una tasa de descuento de 15%, el valor de esta pesquería como depurador ambiental es de unos \$10.127.860.135 pesos chilenos.

### **e) Valor como Ecoturismo y Educación**

Se entiende por Ecoturismo *aquella modalidad turística ambientalmente responsable, consistente en visitar áreas naturales para disfrutar y apreciar la naturaleza, que promueve la conservación, tiene bajo impacto de visitación y propicia un involucramiento activo y benéfico de las poblaciones locales*. En el caso de este estudio se requiere una definición más precisa referida al Ecoturismo de Huirales, como aquella modalidad turística responsable ambientalmente, consistente en visitar bajo o a nivel de mar los bosques de Algas que dominan la costa entre el nivel intermareal y submareal hasta los 30 metros de profundidad. También se incluye en esta dimensión el valor de los huirales desde el punto de vista de la Educación, entendiendo que quienes practican esta modalidad de turismo, además de visitar el lugar, buscan interiorizarse y tener un conocimiento adecuado de las virtudes naturales y ambientales de la zona en la cual se encuentran de visita.

Nuestra investigación acerca del ecoturismo en los huirales de la III regiones arroja que en el principal punto de interés costero que es el Parque Nacional Pan de Azúcar y la circunnavegación por la cara este de la Isla Pan de Azúcar, allí el eco turismo relacionado con los Huirales no existe en la oferta de las agencias de turismo, lo que se desprende de consultas empresas de turismo de la zona. En la IV Región puede hablarse de los puntos de interés referidos a la Reserva Nacional Pingüinos de Humboldt, Parque Nacional Fray Jorge (PNFJ), Reserva Nacional Las Chinchillas, Punta de Choros, Isla Damas, Isla Choros y Chungungo entre otros, sin embargo en ninguna de estas áreas en que se pudo establecer relación entre huirales y turismo. Nótese que en consecuencia la utilidad del método del costo de viaje como herramienta de valoración para esta dimensión es entonces nula.

En resumen, gran parte de los turistas que llegan a estas regiones visitan la zona costera, específicamente las playas de ambas regiones, con la intención de disfrutar del sol, arena y la natación. Sin embargo no puede deducirse que exista una actividad eco turística significativa basada en visitas a los Huirales. De lo anterior, y en base a otras consultas con especialistas se concluye que no existe una

---

<sup>11</sup> Es interesante señalar que las algas absorben y acumulan minerales esenciales, sintetizan muchas vitaminas, y poseen una gran variedad de macro nutrientes y micro nutrientes, además de una gama de compuestos orgánicos identificados, pero muchos otros aun sin identificar. Sin embargo tales nutrientes ya se encuentran considerados como valor de la pesquería directa del recurso.

actividad formal que se ajuste a la definición inicial de ecoturismo de huirales, es decir **Valor de los huirales como Ecoturismo = \$0**

## **DIMENSIONES COMPLEJAS: VALORACIÓN CONTINGENTE**

A lo largo de nuestra investigación aparecieron dimensiones cuyo valor es mucho más difícil de estimar en comparación con los casos anteriores. Para esto se desarrolla y aplica el método de Valoración Contingente. En términos generales, lo que se pretende encontrar es el valor asignado por el mercado objetivo a dichos bosques de algas, midiendo la incidencia en el bienestar de las personas vinculadas directa e indirectamente con el recurso, frente a la alternativa de su no existencia. A través de un cuestionario las personas son consultadas por su disposición a pagar (DAP) en moneda local por una mejora en su bienestar debido a la existencia de cada una de dichas dimensiones, y en adición se les consulta también por su disposición a trabajar (DAT).

Las dimensiones de los Bosques de Algas Marinas (BAM) de la III y IV Región que se desea valorar a continuación son las siguientes:

- 1) **Especies sin Pesquería**: Una de las funciones de los bosques de algas marinas es ser área de protección para especies sin pesquería que sustentan especies de importancia económica (invertebrados, algas y varaderos).
- 2) **Herencia Cultural**: Por Patrimonio o herencia Cultural se entiende todas las manifestaciones o producciones humanas representativas de una determinada sociedad o cultura, pretérita o actual, que posea una importancia arqueológica, histórica, etnográfica, social o artística. El arte regional de la III y IV regiones está muy ligado a la artesanía como legado histórico de los Diaguitas, sin embargo la relación existente entre las algas pardas y la historia, la etnografía de las regiones III y IV parece ser escasa.
- 3) **Bancos Genéticos**: Los bancos genéticos son almacenamientos a largo plazo de semillas y plantas enteras o sus partes, que tienen utilidad para conservar la biodiversidad. Puesto que la producción industrial de recursos naturales a gran escala se centra en pocas variedades, la diversidad viene desapareciendo. Puede considerarse también en este grupo el valor de los Huirales como aportantes potenciales de flavonoides y taninos con propiedades antioxidantes y captadoras de radicales libres.
- 4) **Biodiversidad**: Se refiere a la diversidad de formas de vida (diversidad sistemática) y a la diversidad y complejidad interna de los ecosistemas (diversidad ecológica). Esta comprende un sinnúmero de plantas que nutren y curan a las personas, muchas variedades de cultivos y especies acuáticas con características nutricionales específicas, especies de animales de cría adaptadas a un medio ambiente adverso,

insectos que fecundan los campos con su polen y microorganismos que regeneran los suelos destinados a la agricultura.

Respecto a la población relevante del estudio<sup>12</sup>, se definió inicialmente como los residentes mayores de 18 años de las ciudades de La Serena y Coquimbo. Esto, debido a que ambas ciudades concentran el mayor porcentaje de la población de la región, y los resultados que allí se obtengan pueden ser proyectados a toda la IV región y también a la III región. Además, dichos habitantes tendrían un conocimiento previo sobre los bosques de algas marinas de la región, y por tanto, presentarían una intención sobre la DAP y la DAT, puesto que podrían estar vinculados a ellas desde un punto de vista económico y/o social. Es importante notar que al introducir como categoría poblacional a los residentes, lo que se pretende es ir más allá del valor de uso de los bosques de algas marinas, y captar también el uso pasivo o valor de no uso que este reporta. Limitaciones en términos económicos, de tiempo y administrativos no permiten ampliar la población relevante a un ámbito más extenso, como podría ser la población rural de la región. El diseño muestral centra esfuerzos en estas dos ciudades debe entregar resultados suficientemente confiables.

En principio existía una considerable incertidumbre respecto al real conocimiento de la población acerca de las dimensiones complejas analizadas, de modo que se diseñó un pre encuesta y se aplicó a un número reducido de 25 personas. Como resultado, solo el 12% de los encuestados posee conocimiento de los bosques de algas marinas. Con esto, aplicar el cuestionario basados en un muestreo aleatorio simple implicaría un gran número de encuestas perdidas. Por esto, la estrategia consiste en aplicar la encuesta a grupos de personas con un vínculo mayor con los bosques de algas marinas. Para esto se generó un listado con las empresas e instituciones donde existieran estudiantes y profesionales vinculados con las áreas o actividades, como se señala en la **Tabla 29**.

---

<sup>12</sup> Anteriormente se señaló que el grupo de turistas relacionados directamente con los Huirales es poco significativo, y en consecuencia no es analizado.

**Tabla 29.** Identificación Áreas e Instituciones para el Desarrollo de la Encuesta Dirigida

Área / Actividad	Institución
Turismo Receptivo	SERNATUR, Agencias de Viajes y Operadores Turísticos, vinculados con el Ecoturismo.
Académica e Investigación	Programa de estudios de Biología Marina y Acuicultura, y Áreas académicas relacionadas de la UCN (académicos y alumnos de últimos años).
	Programa de Prevención de Riesgo, y Áreas académicas relacionadas de la UCN y Univ. Tecnológica de Chile (académicos y alumnos de último año).
	Programa de Administrador Turístico, y Áreas académicas relacionadas de la ULS (académicos y alumnos de último año).
	Programa de Administrador de Empresas Turísticas, y Áreas académicas relacionadas de la INACAP (académicos y alumnos de último año).
Deporte (*)	Organismo Deportivo Marino (Clubes de Pesca, Buceo y otros).
Organismos Públicos	Municipalidades de La Serena y Coquimbo, SERNAPESCA.
Pesca	Caletas de Pescadores de La Serena y Coquimbo.

Fuente: Elaboración propia. (\*) No existen clubes activos.

La población total para el estudio está compuesta por la población económicamente activa (aproximada los mayores de 18 y menores de 64 años), los que representan el 59% de la población total de la conurbación de La Serena y Coquimbo que es de 373.762 habitantes (185.593 habitantes de la ciudad de La Serena más 188.169 habitantes de la ciudad de Coquimbo), donde el 59% corresponde a 220.145 habitantes. El tamaño de la muestra estimado en base a los supuestos estándar para un tamaño de población sobre 100.000 habitantes, un margen de error de 5% y tomando las hipótesis de que las probabilidades binomiales de que los encuestados conozcan los huirales como  $p = 0,9$  y  $q = 0,1$ , arroja que se debe encuestar a unas 144 personas.

La encuesta aplicada (ver **ANEXO B**) en adición a requerir información socioeconómica, se consulta por las 4 dimensiones: Percepción de Especies sin Pesquería que habita en los BAM (Bosques de Algas Marinas), Valor de los BAM como Herencia Cultural, la Percepción de los BAM como Bancos Genéticos, y la Percepción BAM como concepto de Biodiversidad. Estas variables intentan medir el grado de percepción relacionados con los beneficios asociados a los BAM en las distintas dimensiones definidas. En este sentido, se esperaría que quienes tienen un contacto permanente con los BAM, expresen un mayor DAP, con respecto de aquellos que no tienen un contacto con los mismos o lo han visitado poco.

La metodología contingente puede adoptar diferentes formatos, y para esta investigación en particular se utilizaron dos etapas para obtener las respuestas:

- Se preguntó por disposición a ayudar, con respuestas posibles *si* ( $Y=1$ )/*no* ( $Y=0$ ). Si la respuesta es positiva el proceso continúa con la interrogante sobre el tipo de ayuda (en dinero y/o trabajo), determinando la cantidad inicial en el primer caso pesos por mes y en el segundo en

número de horas de trabajo al mes, dedicados para actividades de conservación, según sea la dimensión presentada.

- Una vez definida la cantidad inicial de dinero y/o trabajo, sigue la subasta hasta obtener una respuesta negativa, de esta forma se obtiene la máxima disposición a ayudar en términos monetarios y/o en horas de trabajo por mes.

De un total de 181 encuestas inicialmente proyectadas se realizaron efectivamente 157, las que representan el 87% de la muestra total inicial. Las principales razones de esta disminución, son que no se encontró a la persona a encuestar, o que simplemente no responde. La muestra final se distribuyó según se muestra en la **Tabla 30**, donde el 75% pertenecen al área académica, un 2,6% al sector público y el resto de los encuestados al sector privado con un 22,3%. Con esto, las principales actividades o áreas vinculadas con los BAM en la muestra son las áreas de investigación y académica, junto con la actividad pesquera, quienes representan el 95,6% de la muestra.

**Tabla 30.** Distribución Poblacional de la Muestra

Categorías		%	% Grupo
Alumnos	Alumnos AET_INACAP	7,00%	58,60%
	Alumnos PR_INACAP	8,90%	
	Alumnos BM_UCN	14,00%	
	Alumnos IA_UCN	14,00%	
	Alumnos PR_UCN	5,10%	
	Alumnos TUR_U LS	9,60%	
Académicos	Académico AET_INACAP	2,50%	16,60%
	Académico IPR_INACAP	3,20%	
	Académico TUR_U LS	1,90%	
	Académico BM_UCN	4,50%	
	Académico IAC_UCN	4,50%	
Sernapesca		1,30%	1,30%
Municipalidad LS		1,30%	1,30%
Agencias de Viajes		1,90%	1,90%
Pescadores		20,40%	20,40%
<b>TOTAL</b>		<b>100%</b>	<b>100%</b>

Fuente: *Elaboración propia.*

Como resultado, del total encuestados el 85% equivalente a 133 personas, tienen conocimiento sobre los BAM, y un 15% no tienen conocimiento de los recursos naturales cuestionados. Esto permite concluir que el segmento de población considerado, es menor al establecido inicialmente. Si se recuerda que este grupo pertenece aquella parte de la población cuya vinculación con los BAM es mayor, es decir un mayor grado de conocimiento y mejor percepción. De las personas que manifiestan tener conocimiento sobre los BAM, es decir el 85% de la muestra, sólo el 55% ha realizado algún viaje con relación a estos recursos, siendo su principal motivo o primera prioridad sobre el viaje, el buceo-pesca y la investigación. Lo anterior tiene sentido al pensar que el 57,4% de la población encuestada incluye académicos y alumnos de biología marina e ingeniería en acuicultura de la Universidad Católica del Norte, además de pescadores de la conurbación en estudio, quienes manifiestan tener como motivo principal el buceo de pesca.

Los resultados de la información sobre la DAP anual aportada en cada una de las dimensiones estudiadas, junto con el aporte laboral para las mismas dimensiones de la muestra considerada se

muestran en la **Tabla 31**. El aporte laboral en horas se valoriza en base a la determinación de un valor hora representativo. La Tabla muestra la cantidad de personas encuestadas dispuestas a pagar y la cantidad de personas que perciben positivamente a los BAM, en cada una de las dimensiones definidas. Cabe hacer notar la gran similitud existente entre las Disposiciones a Pagar mensual promedio para las diferentes dimensiones: Especies sin Pesquería (\$1.047), Herencia Cultural (\$940), Bancos Genéticos (\$1.090) y Biodiversidad (\$984). A continuación se valoriza la disposición a trabajar (DAT) ofrecida por los encuestados. Para esto, se realizó estimaciones del valor de la hora laboral mensual de cada grupo de encuestados, los que van de ingresos cercanos a cero para algunos alumnos, de aproximadamente \$250.000 mensuales para los pescadores, hasta más de 1 millón de pesos mensuales para algunos académicos. El promedio ponderado arroja un valor mensual de \$257.246. Puesto que el trabajo semanal corresponde aproximadamente a 45 hrs, se obtiene al mes un total de 180 hrs. Realizando los cálculos se tiene que la DAT valorizada muestral es de \$14.337.121 por año.

**Tabla 31.** Resumen de Resultados de las Encuestas

	Especies sin Pesquería	Herencia Cultural	Bancos Genéticos	Biodiversidad	Totales
Encuestados con Percepción Positiva	153	136	151	154	
Encuestados Dispuestos a Pagar	117	118	126	122	
DAP promedio (\$/mes)	\$ 1.047	\$ 940	\$ 1.090	\$ 984	
DAP (\$/AÑO)	\$1.909.200	\$1.601.400	\$1.961.400	\$1.829.400	\$7.301.400
APORTE LABORAL (HRS/AÑO)	2.616	2.640	2.832	1.944	10.032

Sin embargo este monto requiere aún de un ajuste para reflejar el valor que le asigna la sociedad a los BAM (en estas dimensiones). En primer lugar, el monto anterior representa el equivalente monetario anual de la población encuestada (157 personas), es decir una parte de la muestra total de 181 personas inicialmente estimados de la conurbación de La Serena – Coquimbo. Lo anterior significativa si se hubiese encuestado el número original probablemente el resultado obtenido deba ser multiplicado por 1,15 (aumentar un 15%). Por otro lado, deben existir otras personas dentro de La Serena – Coquimbo que asignen un valor significativo a estas 4 dimensiones y esté dispuesto a pagar o a trabajar por evitar su desaparición, y se estima que con esto no se lograría incrementar más allá de un 50% el valor hasta ahora obtenido, es decir aplicar un factor 1,5. Debe considerarse también el resto de los habitantes de la IV región y también a los habitantes de la III, los que podrían incrementar un 30% el monto anterior, debido a que con mucho, La Serena y Coquimbo reúnen el mayor número de habitantes e ingresos de la III y la IV región, y se centran aquí los investigadores y estudiantes que tienen mayor relación con las dimensiones en análisis de dichos recursos. En el resto del país debe haber también personas dispuestas a aportar, permitiendo doblar lo aportado por la región, considerando que cada región tiene sus propios recursos a los cuales se puede destinar recursos, aun es posible que un grupo importante de habitantes esté dispuesto a ‘exportar’ dinero y trabajo a la III y IV regiones. Finalmente, usando el mismo

criterio anterior, se estima que el resto del mundo puede estar dispuesto nuevamente a doblar lo que el país está dispuesto a sacrificar a modo de valoración de tales dimensiones complejas de los Huirales. La siguiente Tabla resume las estimaciones, arrojando un estimado de \$128.928.281 anual.

**Tabla 32.** Factores de Amplificación en la Valoración de las Dimensiones Complejas de los Huirales

	Factor de Amplificación	Personas	
		Dispuestas a Pagar y Trabajar	Total Anual
Muestra Analizada	1,00	121	\$ 14.337.121
Muestra Planificada	1,15	139	\$ 16.529.267
Resto de La Serena y Coquimbo	1,50	209	\$ 24.793.900
Resto de la III y IV Region	1,30	271	\$ 32.232.070
Resto del País	2,00	543	\$ 64.464.141
Resto del Mundo (Total)	2,00	1086	\$ 128.928.281

Nota: Una aplicación interesante de Contingent Valuation Method fue desarrollada por Loomis<sup>13</sup> para analizar about how much water to allocate to Los Angeles from sources flowing into Mono Lake. The average willingness to pay per household was estimated to be \$13 per month, or \$156 per year. When multiplied by the number of households in California, the total benefits exceeded the \$26 million cost of replacing the water supply by a factor of 50.

Sobre la base del esquema usado previamente usado en el cálculo de valores presentes descontados de flujos futuros perpetuos, el valor o precio actual de estas dimensiones por parte de la sociedad viene dado por la suma de dos valores presentes:

$$\text{Valor Dimensiones Complejas} = \begin{cases} VP (1) = \frac{BNt (\$)}{i} = \frac{\sum_{k=1}^t DAP k}{i} \\ + \\ VP (2) = \frac{BNt (Hrs)}{i} = \frac{\sum_{k=1}^t DAT k}{i} \end{cases} \quad (18)$$

donde:  $BNt (\$) = \sum_{k=1}^t DAP k$ , es el aporte monetario anual, en pesos, que la sociedad asigna a la dimensión k de los Huirales, y  $BNt (hrs) = \sum_{k=1}^t DAT k$  es el aporte Laboral en horas de trabajo anual de la dimensión t, convertidos a pesos. Donde k=1: dimensión especies sin pesquería; k = 2: dimensión

<sup>13</sup> Loomis, J. 1987. "Balancing Public Trust Resources of Mono lake and Los Angeles' Water Right: An Economic Approach," Water Resources Research 23:8: 1449-1456.  
Loomis, J. 1989. "Test-Retest Reliability of the Contingent Valuation Method: A Comparison of General Population and Visitor Responses," American Journal of Agricultural Economics 71(1):76-84.

herencia cultural; k = 3: dimensión bancos genéticos; k = 4: dimensión biodiversidad. Finalmente i = tasa de descuento del 15% anual.

Es razonable suponer que el grado de conocimiento de los BAM por parte de la comunidad se incremente levemente en un mediano y largo plazo, y por otra parte que las disposiciones a pagar (DAP) tiendan a aumentar en la medida que el nivel de ingreso de las personas lo permita. En base a esto, y asumiendo un crecimiento anual del 5% para la valoración de estas dimensiones por parte de la sociedad, aplicando el modelo previamente definido que refleja valor presente de la perpetuidad de las disposiciones a trabajar y a pagar, bajo las condiciones ya mencionadas, se puede deducir que la población estudiada le asigna a las 4 dimensiones de los BAM un valor de:

$$\text{Valor} = \left( \frac{\$ 128.928.281}{0,15 - 0,05} \right) = \$ 1.289.282.810 \quad (19)$$

Si bien la Metodología de Valoración Contingente que ha sido usada para estimar el resultado anterior presenta muchas bondades, también presenta debilidades asociadas al método de extracción de información. Dado que la metodología de valoración consiste en estimar cuantitativamente lo que la sociedad está dispuesta asignar, en el caso de los Huirales solo fue posible en la medida que la investigación fuera dirigida a aquella parte de la población cuyo vínculo con el recurso sea alta, sea por medio de la actividad económica y/o social, puesto que la mayor parte de la gente común desconoce su valor e importancia.

## 5.7. Objetivo 7. ESTIMAR LOS NIVELES DE PRODUCCIÓN SUSTENTABLE DE LA INDUSTRIA ABALONERA Y DE PROCESO DE ALGAS EN BASE A LA DISPONIBILIDAD Y POTENCIAL PRODUCTIVO DE LOS BOSQUES DE *MACROCYSTIS* Y *LESSONIA*.

La estadística del desembarque de algas durante el último decenio confirma la tendencia mundial, en el sentido que la producción de algas continúa incrementando (**Tabla 34**). El aumento es de un 233% con respecto a los desembarques de 1994. También es destacable la mayor demanda por el recurso “chascón” (*Lessonia nigrescens*) con un aumento del 283% desde 1994. En general los otros Laminariales se han mantenido con un desembarque en los volúmenes tradicionales, con un aumento del huiro de palo desde el año 2002.

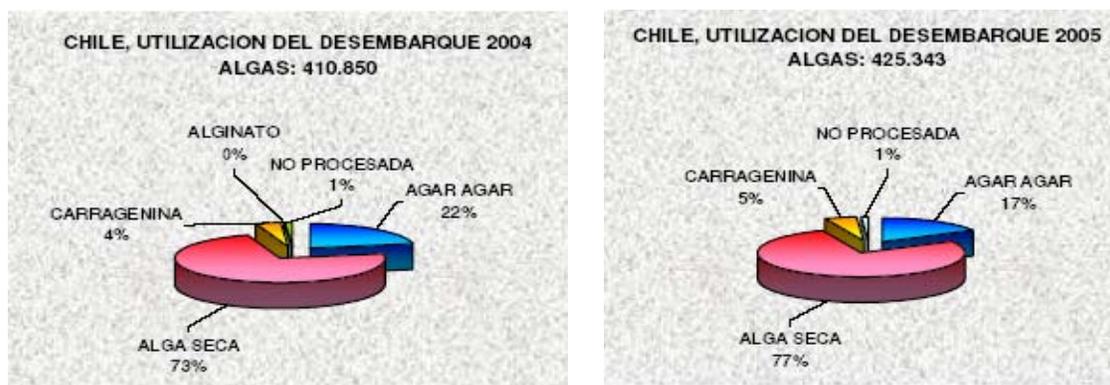
**Tabla 34.** Desembarque de algas marinas entre 1994 y 2005. Fuente: SERNAPESCA (2006).

CHILE, DESEMBARQUE DE ALGAS POR ESPECIE ENTRE 1994 - 2004												
(en toneladas)												
ESPECIE	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
<b>TOTAL ALGAS</b>	<b>182.542</b>	<b>299.221</b>	<b>322027</b>	<b>281.606</b>	<b>265.881</b>	<b>261.481</b>	<b>280.847</b>	<b>299.791</b>	<b>315.668</b>	<b>349.008</b>	<b>410.850</b>	<b>425.343</b>
AHNFELTIA	<i>Ahnfeltia plicata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAROLA	<i>Callophyllis variegata</i>	0	0	49	11	73	84	56	5	123	5	10
CHASCA	<i>Gelidium rex</i>	1.500	1.144	867	405	762	491	525	402	533	392	402
CHASCÓN	<i>Lessonia nigrescens</i>	72.029	123.772	140.770	125.535	136.313	111.766	61.954	87.508	96.428	108.899	151.752
CHICOREA DE MAR	<i>Chondracanthus chamissoi</i>	4.572	6.389	6.690	11.745	15.453	23.458	24.778	3.325	5.677	4.986	4.642
COCHAYUYO	<i>Durvillaea antarctica</i>	2.283	464	1.924	1.691	3.934	4.567	2.122	2.098	2.312	1.764	2.733
HUIRO	<i>Macrocystis spp.</i>	4.325	12.451	18.333	11.903	10.104	11.928	6.084	9.672	9.774	11.501	9.543
HUIRO PALO	<i>Lessonia trabeculata</i>	0	0	0	0	0	0	18.107	18.457	25.956	69.272	65.290
LIQUEN GOMOSO	<i>Gymnogongrus furcellatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	93
LUCHE	<i>Porphyra columbina</i>	119	6	3	53	45	9	0	0	8	31	16
LUGA CUCHARA O CORTA	<i>Mazzaella laminarioides</i>	0	0	0	0	0	0	0	7.329	6.247	5.954	4930
LUGA NEGRA O CRESPA	<i>Sarcotalia crispata</i>	0	0	0	0	0	0	0	20.047	21.135	18.414	24942
LUGA - LUGA	<i>Mazzaella membranacea</i>	28.331	37.736	32.438	22.679	26.181	23.099	30.118	37.606	99	9	24
LUGA - ROJA	<i>Gigartina skottsbergii</i>	0	0	0	0	0	0	0	22.717	21.301	30.952	33.308
PELLILLO	<i>Gracilaria chilensis</i>	69.383	117.619	120.950	107.576	72.987	86.078	137.100	117.969	126.184	93.809	118.669
OTRAS ALGAS		0	0	3	8	29	1	3	32	8	6	0

Fuente: Anuario Estadístico de Pesca (2004)

La estadística pesquera nacional (Anuario Estadístico de Pesca, 2005) indica que las algas desembarcadas en el país fueron utilizadas para la extracción alginatos que en el año 2005 ya no figura, carragenina y agar-agar, siendo el mayor porcentaje para algas secas que son picadas, enfardadas o ensacadas y exportadas directamente. El mayor porcentaje de algas procesadas para la extracción de hidrocoloides corresponde al agar-agar.

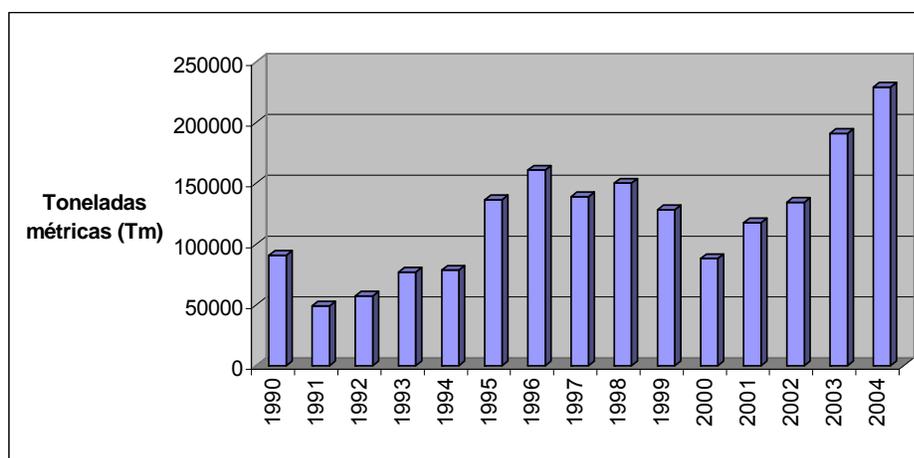
Al hacer un análisis de la **Tabla 34** y de la **Figura 81** es posible indicar que la mayor demanda de algas para la alimentación de herbívoros no se refleja en estas estadísticas. Al respecto, se puede señalar que esto se debería a que SERNAPESCA no se le informa de este tipo de consumos locales, que realizan los centros de cultivos de herbívoros.



**Figura 81.** Utilización del desembarque algal en Chile. Fuente SERNAPesca 2004.

Las algas que tendría mayor demanda en los cultivos de abalón son *Macrocystis pyrifera* y *Macrocystis integrifolia*, señaladas como “huiró” en las estadísticas y no separadas como especies diferentes. Si se observa en la **Tabla 34** estas algas bajo la denominación de “huiró”, su desembarque en promedio los últimos 12 años alcanza a las 10.365 toneladas, con cambios poco significativos.

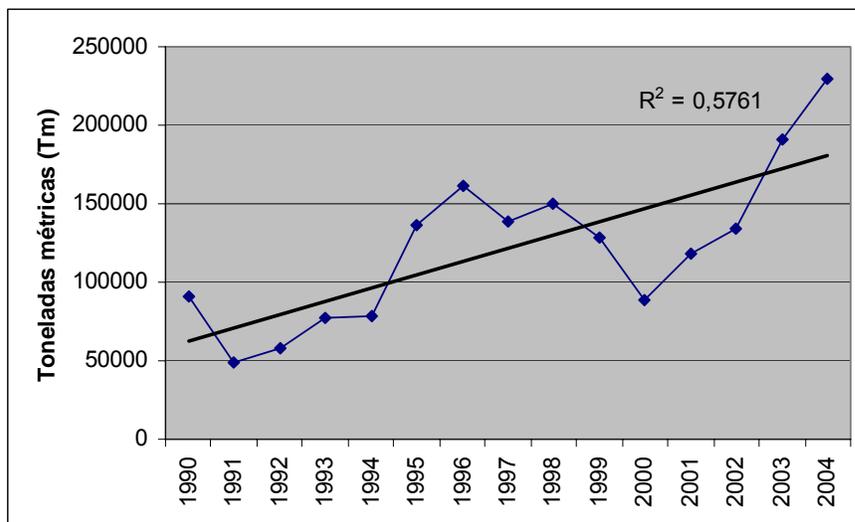
La producción mundial de algas pardas (**Fig. 82**) muestra un incremento sostenido de su explotación en el decenio. Esta mayor demanda de las algas café está determinada por su consumo para alimento humano y por los productos derivados que se obtienen de estas plantas, especialmente farmo-químicos.



**Figura 82.** Producción mundial de algas pardas. Fuente FAO 2004.

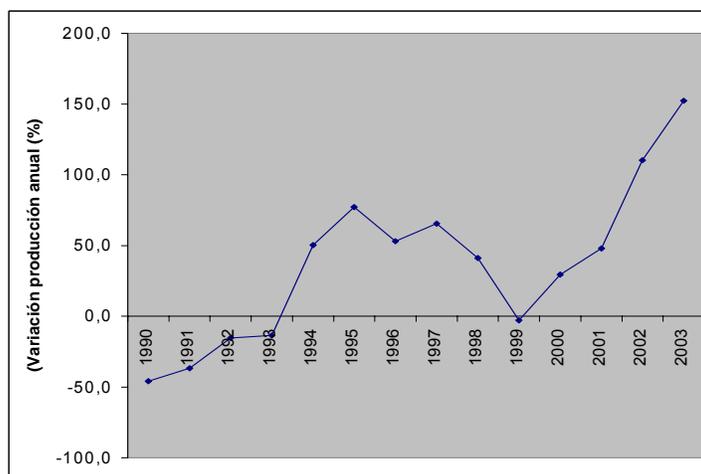
A pesar de la baja correlación que muestra la explotación de las algas pardas en el tiempo, es indudable que se observará un aumento de su explotación en el futuro (**Fig. 83**). Fundamentalmente, la explotación

en China, es la principal responsable de este incremento. Sin embargo, si aislamos la explotación de algas cafés en Chile, llegamos a una figura parecida.



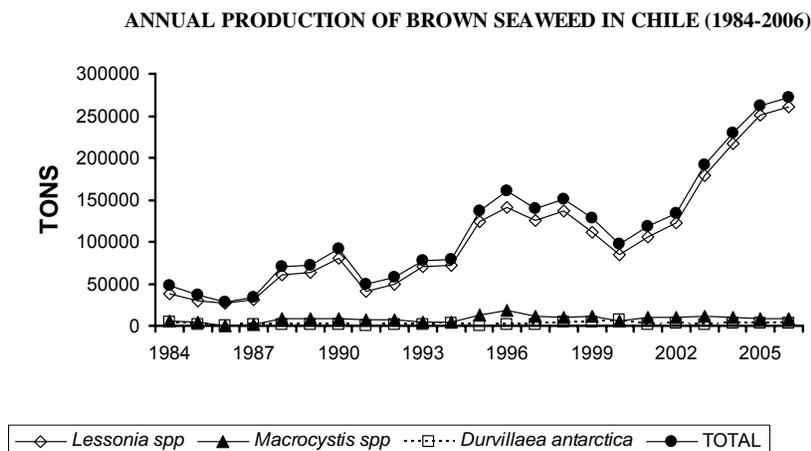
**Figura 83.** Tendencias de la explotación mundial de algas café. Fuente FAO 2004.

En el último quinquenio se puede observar que la demanda por las algas pardas ha incrementado porcentualmente en niveles significativos (**Fig. 84**). Por lo general, esta tendencia puede mantenerse o disminuir dependiendo del manejo del mercado realizado por los grandes consorcios internacionales.



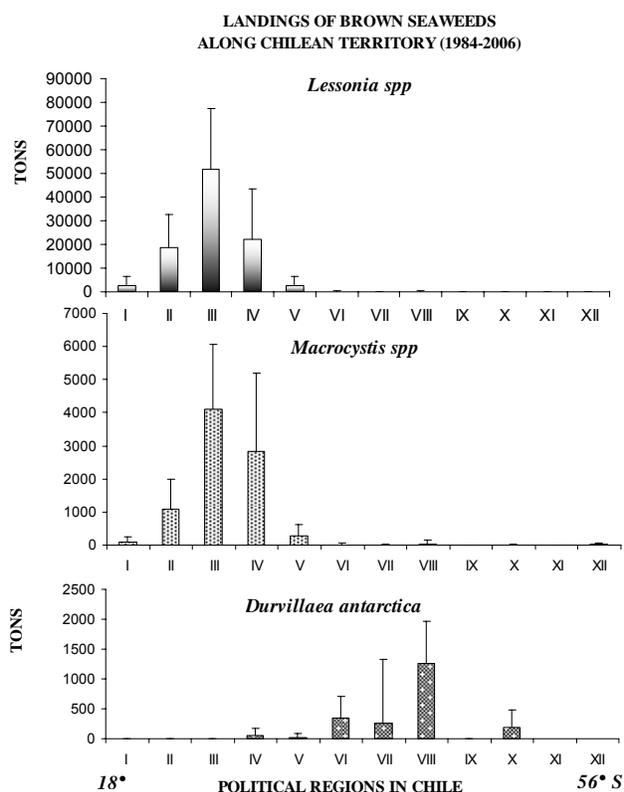
**Figura 84.** Variación de la producción anual de algas pardas en el último decenio. Fuente FAO 2004.

En un análisis reciente de los desembarques de los últimos 20 años de la pesquería de algas pardas, Vásquez (2007) muestra que los desembarques de huiros a nivel nacional, están constituidos en más de un 95% por dos especies de *Lessonia*, *Macrocystis spp* y *Durvillaea antarctica* (“Cochayuyo”) (Fig. 85). Gran parte de esta productividad proviene de las regiones III y IV.



**Figura 85.** Variación del desembarque de algas Laminariales en el país entre 1984 y 2005 de acuerdo al Anuario estadístico de Pesca 2005.

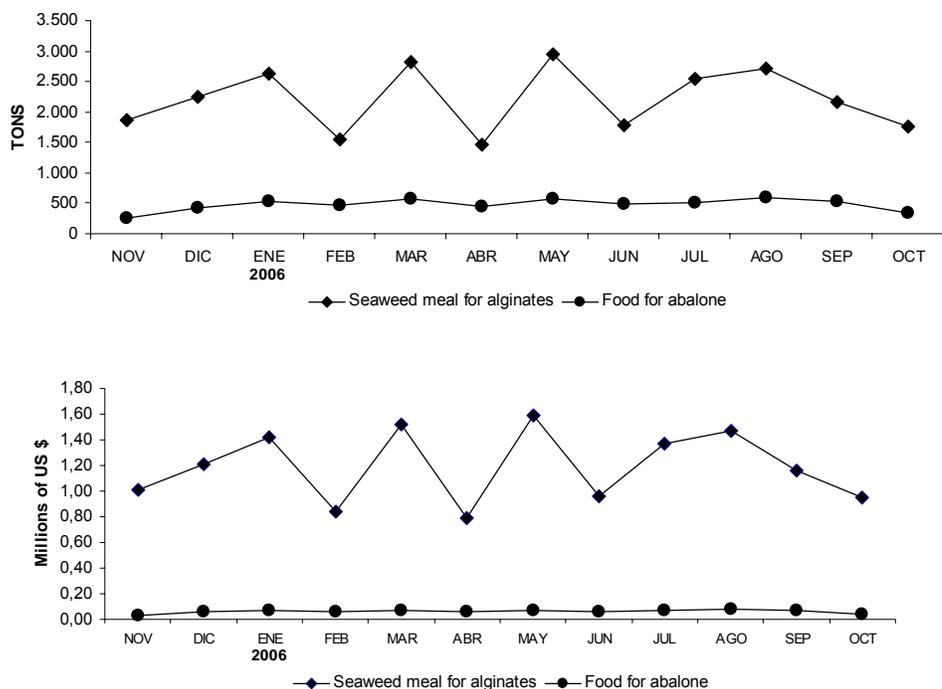
Las regiones III y IV contribuyen en más del 90% de los desembarques de algas pardas a nivel nacional. Esto, no porque las algas pardas de importancia comercial tengan una distribución restringida a las costas de estas regiones, por el contrario, los huiros tienen una amplia distribución en todo el Pacífico sur-oriental. La centralización de los desembarques y destinos de usos tienen que ver con el secado de estas algas, lo que se facilita en tiempo y en costos con la cercanía del desierto del norte de Chile. Esto se refleja en un análisis regional de los Desembarques de los últimos 25 años, el que muestra una concentración de esta actividad productiva en la III y IV Región (Fig. 86).



**Figura 86.** Desembarques promedio de algas pardas en los últimos 25 años por región política.

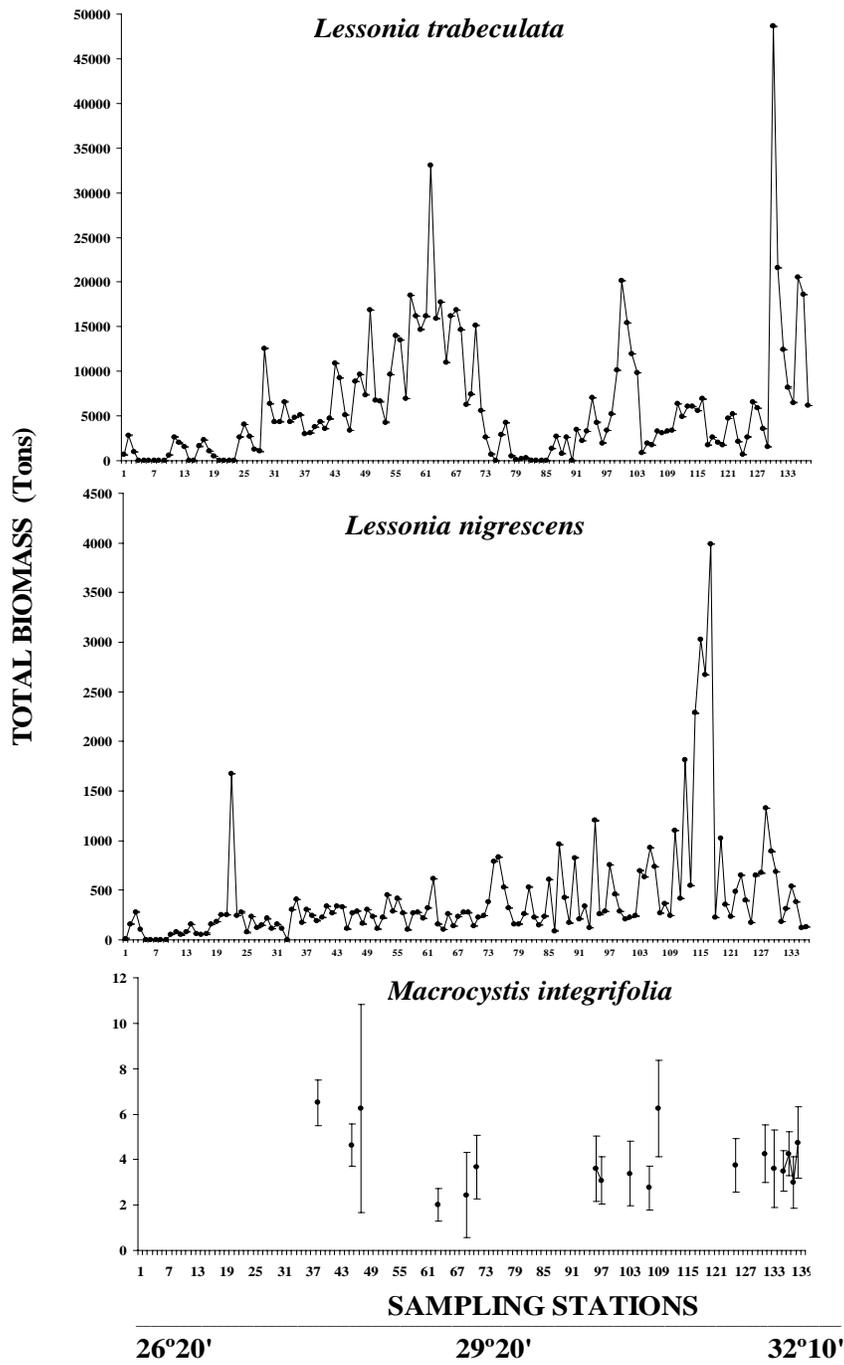
La producción anual de algas pardas muestra una evolución creciente, hasta alcanzar las 280.000 toneladas secas (20-30 % humedad) en los últimos años. Existe cierta correspondencia con años con anomalías térmicas positivas (años El Niño), las que afectan negativamente las poblaciones naturales de algas pardas. Durante años El Niño, el calentamiento superficial del mar y la baja de nutrientes, generan altas mortalidades, las que son recolectadas por pescadores artesanales e incorporadas a la actividad de picado.

En la actualidad, el destino de las cosechas y recolecciones de algas pardas es hacia plantas picadoras. Comparativamente, el uso de algas pardas en los centros de cultivo de abalón es significativamente más bajo. Esto también se refleja en los retornos de cada una de las actividades productivas realizadas en las regiones en estudio tanto en los volúmenes utilizados en cada actividad productiva, como en los retornos en dólares (**Fig. 87**).



**Figura 87.** Volúmenes de algas pardas utilizadas por plantas picadoras y centros de cultivo, y retornos en dólares en el periodo Noviembre 2005 y Octubre 2006.

En una prospección de algas pardas en más de 700 km, coincidiendo con los límites políticos de la III y IV Región, Vásquez (2004) concluye que *Lessonia nigrescens* y *Lessonia trabeculata* se distribuyen a lo largo de toda la costa rocosas con altas biomásas entre Pan de Azúcar por el norte hasta Punta Hueso por el sur en el límite norte de la V Región. *Lessonia trabeculata* tienen una biomasa disponible de c.a. 800.000 ton y *Lessonia nigrescens* de c.a. 200.000 ton (**Fig. 88**). En contraste, *Macrocystis integrifolia* muestra una distribución fragmentada en algunos puntos de la costa con pequeñas praderas de distribución principalmente intermareal (**Fig. 88**). En un cálculo ajustado Vásquez (2004) sugiere que la disponibilidad de *Macrocystis* en la III y IV Región no superan las 100 toneladas húmedas.



**Figura 88.** Abundancia total de algas pardas estimada en la zona norte de Chile.

## USO Y DESTINO DE ALGAS PARDAS EN LA III REGIÓN

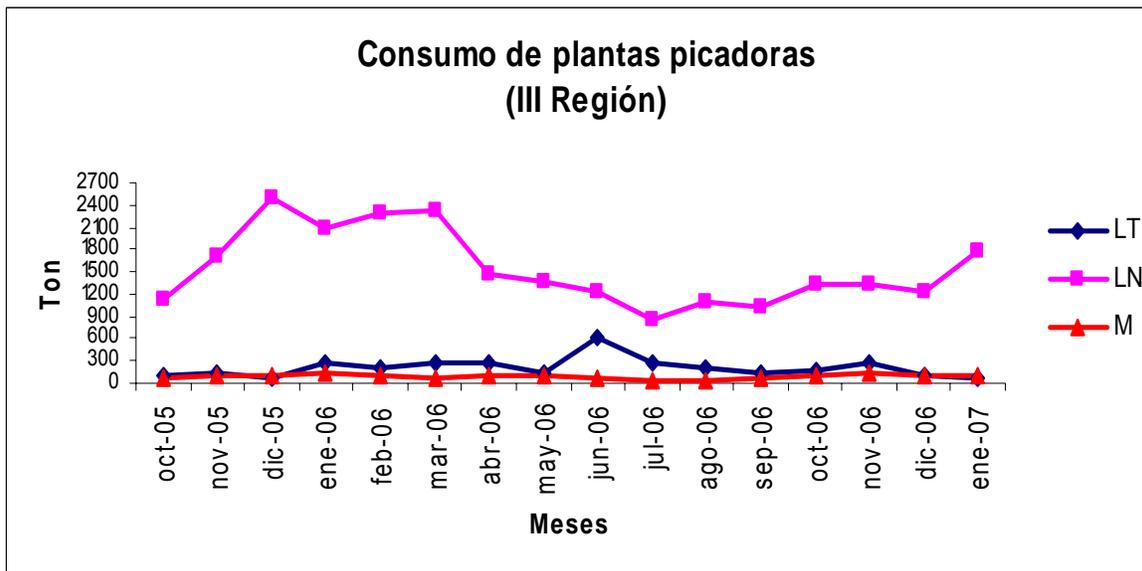
El nombre de las empresas picadoras y de los cultivos de abalones, y de los volúmenes mensuales promedios desembarcados por especie de alga parda son presentados en la **Tabla 35**. Hasta la fecha, en la III Región operan seis empresas picadoras y cuatro centros de cultivo de abalón. En la IV Región son tres empresas picadoras y siete centros de cultivo los que operan. En general, los mayores volúmenes desembarcados corresponden a *Lessonia nigrescens*, para empresas picadoras y *Macrocystis integrifolia* para centros de cultivos

Tabla 35. Nombre de las empresas picadoras y de cultivos de abalones operativos. Desembarque de algas por empresa (expresada en toneladas por mes). Media  $\pm$  desviación estándar (d.s.).

III Región		<i>Lessonia nigrescens</i>		<i>Lessonia trabeculata</i>		<i>Macrocystis integrifolia</i>	
		media	DS	media	DS	media	DS
Picadoras	Algas Vallenar S.A.	363,8	119,4	93,2	81,4	6,4	5,9
	Alimentos MultiExport S.A.	1077,2	607,5	132,4	52,1	75,3	45,9
	GuanGing	145,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Hector Pizarro	359,7	246,9	53,2	51,0	6,4	9,6
	M2 Freirina	189,5	127,7	13,8	7,8	21,5	18,2
	M2 Vallenar	389,4	208,7	45,3	58,1	0,0	0,0
	Prodalmar Ltda.	98,4	73,8	35,1	58,8	17,9	14,1
Cultivos	Cia. Pesquera Camanchaca	0,0	0,0	41,3	19,9	189,0	64,7
	San Cristobal	0,0	0,0	7,8	3,5	119,9	22,4
	Vinycon S.A.	0,0	0,0	2,1	2,7	7,0	3,0
IV Región		<i>Lessonia nigrescens</i>		<i>Lessonia trabeculata</i>		<i>Macrocystis integrifolia</i>	
		media	DS	media	DS	media	DS
Picadoras	Prodalmar Recoleta	600,4	338,7	14,3	15,5	0,0	0,0
	Prodalmar La Chimba	138,5	54,3	397,7	180,1	137,9	95,0
	M2 Socos	239,8	48,6	78,3	55,1	0,0	0,0
Cultivos	Abalones Chile S.A.	0,0	0,0	0,0	0,0	4,6	3,0
	Aquamont S.A.	1,3	0,4	0,8	0,2	0,3	0,2
	AWABI UCN	0,3	0,0	0,1	0,0	0,8	0,3
	Cultivo Panamericana S.A.	0,0	0,0	0,0	0,0	24,2	9,3
	Cultivos Abalone S.A.	0,4	0,0	0,0	0,0	5,6	0,7
	Pesquera San Jose S.A.	0,0	0,0	0,2	0,1	0,1	0,1
	Pesquera ALCAR S.A.	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,4

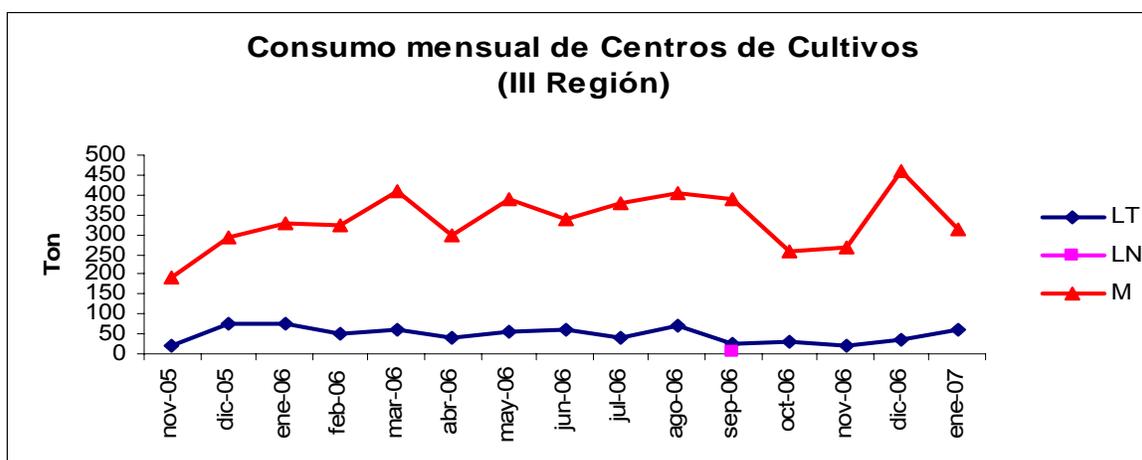
En ambas regiones, casi el 100% de los volúmenes desembarcados de *Lessonia nigrescens* son utilizados para abastecer a las plantas de las empresas picadoras. Lo mismo ocurre con *Lessonia trabeculata*, aunque en la III Región cerca del 10% del desembarque es utilizado por los cultivos de abalón. Los volúmenes desembarcados de *Macrocystis integrifolia*, en cambio, presentan un balance equitativo hacia ambas actividades productivas.

Un análisis sectorial muestra que en plantas picadoras de la III Región, los mayores desembarques corresponden a *Lessonia nigrescens*, con valores mensuales de hasta 2.400 ton (**Fig. 89**). *Lessonia trabeculata* y *Macrocystis integrifolia* generan aportes marginales en la biomasa destinada a la extracción de alginato de sodio.



**Figura 89.** Volúmenes de algas pardas por especies utilizados por las plantas picadoras de la III Región entre el periodo Octubre 2005 y Enero 2007.

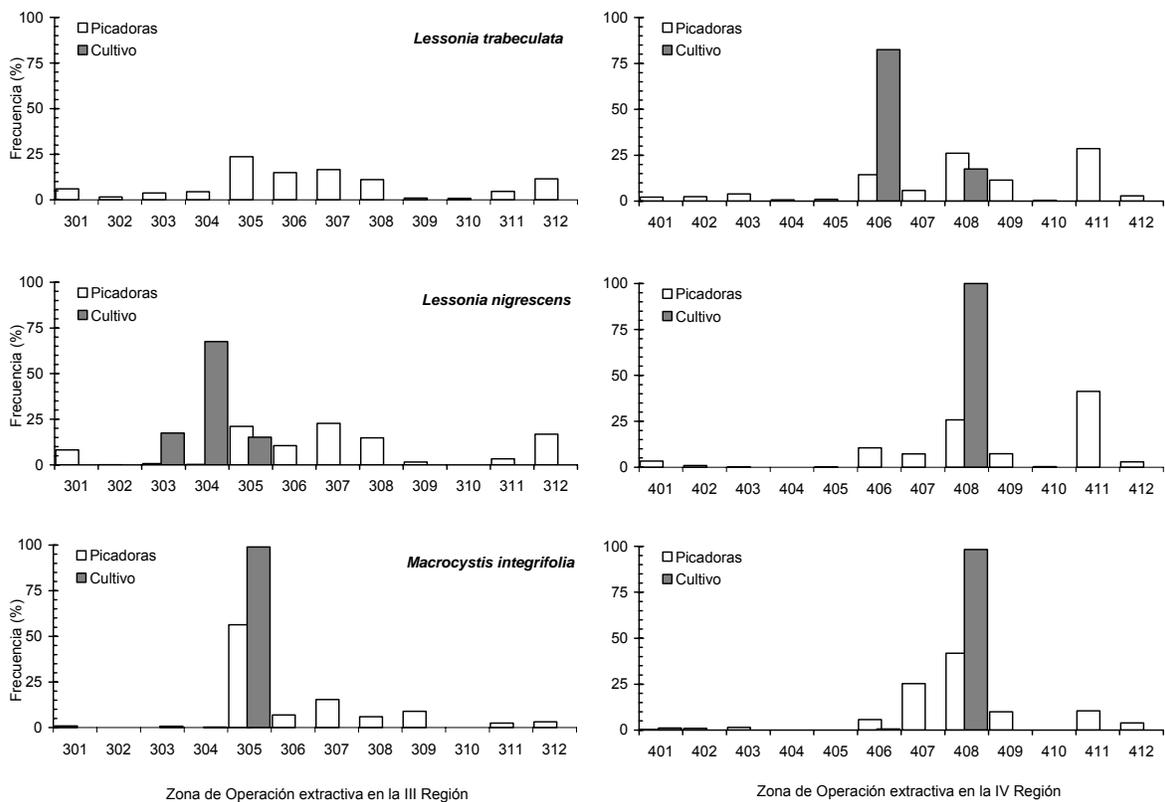
En contraste, el mayor consumo de algas frescas en centros de cultivo de abalón en la III Región corresponde a *Macrocystis integrifolia* (Fig. 90). El consumo de *Lessonia nigrescens* y de *Lessonia trabeculata* es marginal y sólo cuando la disponibilidad y provisión de *Macrocystis* es baja o incierta.



**Figura 90.** Volúmenes de algas pardas por especies utilizados por los Centros de Cultivo de Abalón de la III Región entre el periodo Noviembre 2005 y Enero 2007.

Durante los últimos 15 meses, se registra un consumo de c.a. 25.000 ton de *Lessonia nigrescens* por plantas picadoras, y 5.000 ton de *Macrocystis* en los centros de cultivo de abalón. A la fecha, el consumo de algas pardas de ambas actividades productivas no son comparables, sin embargo, es necesario considerar que las plantas picadoras basan su provisión mayoritariamente en algas varadas (mortalidad natural). Por el contrario, el consumo de *Macrocystis* en centros de cultivo de abalón corresponde a material fresco cosechado de praderas naturales aledañas o cercanos a los centros de cultivo de este invertebrado introducido a Chile.

La distribución espacial de los focos de extracción en función de la frecuencia de los volúmenes desembarcados varía entre especie de alga parda y entre actividades productivas. En la III Región, los principales focos de extracción de *Lessonia nigrescens*, *Lessonia trabeculata* y *Macrocystis integrifolia* que abastecen las plantas picadoras están ubicadas entre la ZOE305 y la ZOE308, que corresponde al área costera comprendida entre Barranquilla y Las Gualtatas (**Fig. 91**). Sin embargo, Chañaral y Chañaral de Aceituno, zonas ubicadas en los extremos de la III Región, son también focos importantes de desembarques de *Lessonia* spp para abastecer plantas picadoras. Las zonas más importantes de recolección-extracción de *Lessonia trabeculata* para abastecer cultivos de abalón se ubican entre la ZOE303 y la ZOE305, que corresponden a la costa comprendida entre Obispito y Barranquilla. En cambio, el total de los volúmenes desembarcados de *Macrocystis integrifolia* para alimento de abalones provienen de la zona de Barranquilla (Caleta Chasco) (ZOE305) (**Fig. 91**).



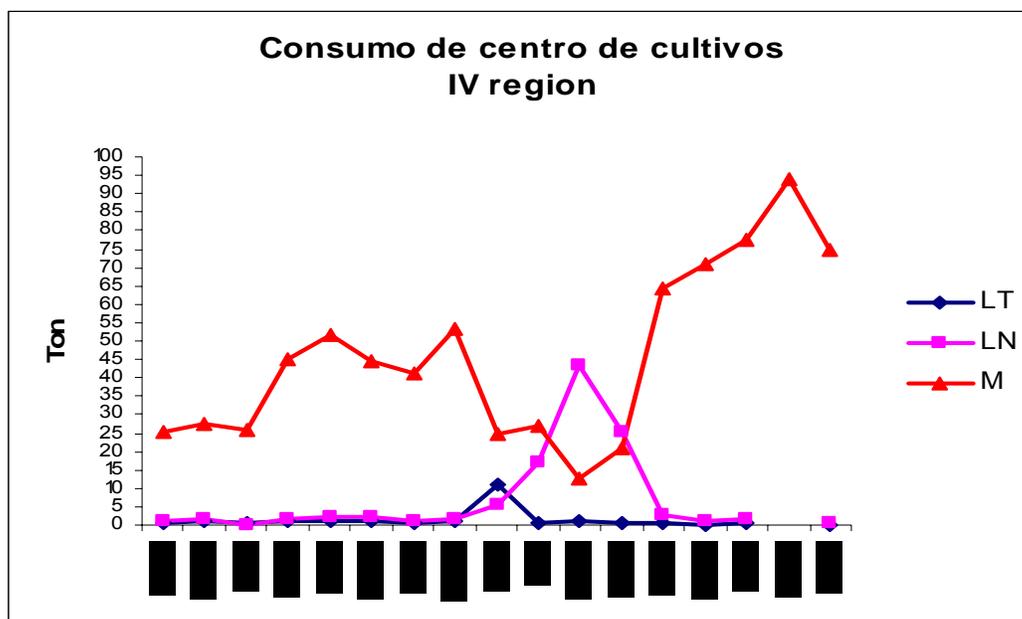
**Figura 91.** Caracterización del esfuerzo pesquero por Región. Porcentaje del volumen desembarcado por especie de algas pardas y destino (picadoras o cultivos de abalón) desde cada zona de operación extractiva (ZOE).

### USOS Y DESTINO DE ALGAS PARDAS EN LA IV REGION

En la IV Región, los principales focos de extracción de *Lessonia nigrescens*, *Lessonia trabeculata* y *Macrocyctis integrifolia* para el abastecimiento de plantas de picado están en las ZOE ubicadas entre Puerto Aldea y Caleta Sierra (ZOE 406 y 409); además de la zona de Los Vilos (ZOE411) (**Fig. 91**). El abastecimiento de algas pardas para cultivos de abalones varía con la especie. Los focos de extracción de *Lessonia trabeculata* y *Macrocyctis integrifolia* para el abastecimiento de los cultivos se ubican en la zona del Río Limarí (ZOE408), mientras que *Lessonia nigrescens* es cosechada principalmente en la zona de Puerto Aldea (ZOE406) (**Fig. 91**).

En la IV Región, el consumo de algas pardas en los centro de cultivo de abalones se centra fundamentalmente en *Macrocyctis integrifolia* (**Fig. 92**). Sin embargo, su accesibilidad y disponibilidad determinan el uso de otras Laminariales alternativas como *Lessonia nigrescens* y secundariamente *Lessonia trabeculata*. Durante los últimos 18 meses de muestreo en centros de cultivo, el consumo de

*Macrocystis* es creciente, alcanzado un consumo mensual de hasta 95 ton. En meses con baja provisión de *Macrocystis*, el consumo de *Lessonia nigrescens* alcanza hasta las 45 ton.



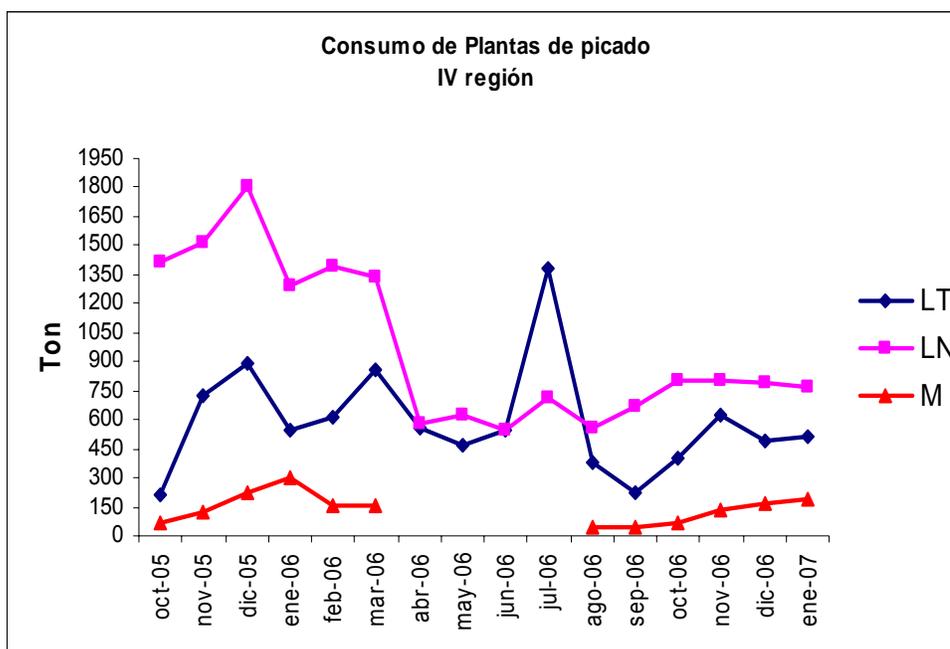
**Figura 92.** Volúmenes de algas pardas por especies utilizados por los Centros de Cultivo de Abalón de la IV Región entre el periodo Octubre 2005 y Febrero 2007.

La proyección del uso de algas pardas, principalmente *Macrocystis*, en los cultivos de abalones en la IV es exponencial. La disponibilidad de la biomasa requerida para esa proyección (100.000 ton de *Macrocystis* spp a nivel nacional) no existe a nivel de praderas naturales. Esto sugiere fuertemente, que para la sustentabilidad de esta actividad productiva, con fuertes inversiones en ambas regiones de estudio, se requiere iniciar a la brevedad actividades de estudio y factibilidad de cultivo de macroalgas pardas.

El mayor destino y uso de los huiros de importancia comercial en la IV Región es el de las plantas picadoras cuyo destino es la extracción de ácido algínico. Aun cuando, durante los últimos años 50.000 ton son usadas internamente para la producción de alginato grado alimentario (PGA), casi 250.000 ton secas son exportadas anualmente a Japón, China y algunos países de Europa.

Los desembarques de *Lessonia nigrescens* y *Lessonia trabeculata* dan cuenta de casi la totalidad de la biomasa cosechada y recolectada en la IV Región, cuyo destino son las plantas picadoras (**Fig. 93**). *Macrocystis* es recolectado estacionalmente, y representa menos del 5% de la biomasa total destinada a plantas de picado. Los mayores volúmenes recibidos en plantas de picado corresponden a *Lessonia*

*nigrescens*, sin embargo y en forma estacional, *Lessonia trabeculata* muestra volúmenes muchas veces mayores que los de *L. nigrescens*.



**Figura 93.** Volúmenes de algas pardas por especies utilizados por las plantas picadoras de la III Región entre el periodo Octubre 2005 y Enero 2007.

Mensualmente, *Lessonia nigrescens* durante los últimos 18 meses muestra acopios con fluctuaciones entre 260 ton (mayo 2006) y 1.800 ton (diciembre 2006). El mismo patrón de variabilidad se observa en *Lessonia trabeculata*, donde la biomasa seca recibida en plantas de picado fluctúa entre 250 ton (octubre 2005) 2.800 ton (julio 2006) (**Fig. 93**).

Considerando que *Macrocystis* es el alimento principal para abalones, su abundancia y distribución restringida, constituye el cuello de botella de esta actividad productiva. En este contexto, es urgente considerar el inicio de los cultivos de Laminariales como se ha indicado anteriormente.

### Áreas de manejo

Diversas organizaciones de pescadores artesanales y algueros de la III y IV Región han incluido a los recursos algas pardas, ya sea como especie principal o secundaria, dentro de sus planes de explotación en las áreas de manejo. De un total de 29 áreas de manejo activas en la III Región, 15 tienen incluida al menos a una de las especies de huiro. Mientras que de un total de 61 áreas de manejo con actividad en

la IV Región, 12 de ellas incluyen recursos huiros (**Tabla 36**). La explotación de estos recursos es principalmente a través de criterios de explotación, como talla del diámetro de disco.

Tabla 36. Listado de áreas de manejo por región que incluyen en sus PMEA a los recursos algas pardas. Se muestra la(s) especie(s) incluida(s) así como el estado de avance de sus PMEA.

Región	Área de Manejo	Especie(s)	Estado
III	CHAÑARAL DE ACEITUNO	Huiro palo	7TO SEGUIMIENTO APROBADO
	PAJONALES	Huiro negro, huiro palo	5TO SEGUIMIENTO APROBADO
	EL BRONCE SECTOR C	Huiro negro, huiro palo	4TO SEGUIMIENTO APROBADO
	EL TOTORAL SECTOR B	Huiro negro	3ER SEGUIMIENTO APROBADO
	EL TOTORAL SECTOR A	Huiro negro, huiro palo	3ER SEGUIMIENTO APROBADO
	PUNTA OBISPITO	Huiro negro	3ER SEGUIMIENTO APROBADO
	PUNTA ROCA BAJA	Huiro negro, huiro palo, huiro	3ER SEGUIMIENTO APROBADO
	CALETA ANGOSTA	Huiro negro, huiro palo, huiro	2DO SEGUIMIENTO APROBADO
	CARRIZAL BAJO SECTOR B	Huiro palo	2DO SEGUIMIENTO APROBADO
	PUNTA FLAMENCO	Huiro negro, huiro palo, huiro	2DO SEGUIMIENTO APROBADO
	CHAÑARAL DE ACEITUNO SECTOR C	Huiro palo	2DO SEGUIMIENTO APROBADO
	LOS CORRALES SECTOR B	Huiro negro, huiro palo	1ER SEGUIMIENTO APROBADO
	CALETA OBISPO	Huiro negro	CON RESOLUCION PLAN DE MANEJO
	TORRES DEL INCA	Huiro negro, huiro palo	INGRESA PLAN DE MANEJO
EL TOTORAL SECTOR C	Huiro palo	INGRESA PLAN DE MANEJO	
IV	LOS VILOS SECTOR B	Huiro palo, huiro	08 SEGUIMIENTO APROBADO
	HORNOS	Huiro palo	07 SEGUIMIENTO APROBADO
	PICHIDANGUI	Huiro palo	07 SEGUIMIENTO APROBADO
	TOTALILLO SUR	Huiro palo, huiro	6TO SEGUIMIENTO APROBADO
	CASCABELES	Huiro palo, huiro	6TO SEGUIMIENTO APROBADO
	TALQUILLA	Huiro negro, huiro palo	5TO SEGUIMIENTO APROBADO
	TOTALILLO SUR LAS PLAILLAS	Huiro palo	4TO SEGUIMIENTO APROBADO
	TARCARUCA	Huiro palo	4TO SEGUIMIENTO APROBADO
	CASCABELES SECTOR B	Huiro palo, huiro	2DO SEGUIMIENTO APROBADO
	CHUNGUNGO SECTOR D	Huiro palo	1ER SEGUIMIENTO APROBADO
	LOS LOBOS	Huiro palo	CON RESOLUCION PLAN DE MANEJO
	EL PANUL	Huiro negro, huiro palo, huiro	CON RESOLUCION PLAN DE MANEJO

Sin embargo, analizando los desembarques algales provenientes de áreas de manejo (**Tabla 37**) se aprecia que no existen indicios que demuestren que realmente estas AMERB estén explotando sus recursos algales. A través de las actividades en terreno se ha podido apreciar que si bien existe explotación directa en algunos casos, esta no es registrada e informada a SENAPESCA. Esto también indicaría, que gran parte del desembarque registrado de recursos algales hacia plantas picadoras y centros de cultivo de abalón proviene de zonas de libre acceso.

Tabla 37. Desembarque (ton) de algas pardas desde áreas de manejo se registran desde el año 2001, sin embargo para huiros solo del 2003. Entre paréntesis se incluye la región de origen del desembarque (Fuente: SERNAPESCA 2006).

Recurso/Año	2003	2004	2005
Huiro negro	816 (III)	393 (III) – 12 (IV)	130 (III) – 152 (V)
Huiro palo	--	--	39 (III)
Huiro	--	--	--

La contribución al desembarque total entre algas varadas y algas cosechadas esta aún en análisis, pero en la mayoría de los casos la cosecha directa es informada como algas varadas. Este es un aspecto bastante difícil de evaluar considerando que las algas llegan secas a las plantas de picado.

El potencial productivo de las praderas de algas pardas esta todavía en análisis, considerando las biomásas disponibles, reclutamiento, crecimiento y mortalidad. Sin embargo, en una primera aproximación, y considerando los requerimientos actuales de las plantas picadoras y centros de cultivo, se percibe que las biomasa disponibles de las praderas de algas pardas no darán abasto a los requerimientos futuro sin generar algún efecto sobre el ecosistema global. Entre las especies, *Macrocystis integrifolia* sería más vulnerable, considerando principalmente su escasa abundancia en la III y IV Región.

### Análisis global

El análisis global sugiere que el potencial productivo de las praderas de algas pardas depende de diversos factores. Mientras que algunos factores son propios de las poblaciones (e.g. reproducción, crecimiento, etc), otros están relacionados con las actividades antrópicas (e.g. cosecha de algas, cosecha de otras especies que habitan la pradera, contaminación por desechos mineros) o el clima (e.g. El Niño oscilación del Sur, Cambio Global). En este contexto, la teoría indica que la capacidad de regeneración de una población de alga parda en explotación a través del reclutamiento, crecimiento y reproducción esta influenciada por la intensidad y frecuencia de cosecha. En general, la respuesta a la explotación de una pradera natural de alga parda es la reducción en la estructura de talla de la población, con un aumento en fracciones menores, de rápido crecimiento pero baja capacidad reproductiva (Chapman 1985; Ang et al. 1993, 1996; Pringle et al. 1993).

Las especies de algas pardas incluidas en este proyecto (*Lessonia nigrescens*, *Lessonia trabeculata* y *Macrocystis integrifolia*), no escapan de estos patrones. La información obtenida sobre los indicadores de la tasa de renovación de las praderas de algas pardas (e.g. reclutamiento, crecimiento, reproducción y mortalidad) muestra relaciones locales y asociadas a las medidas administrativas utilizadas (e.g. Plan de manejo y explotación del AMERB, area cuidada por el usuario, libre acceso, AMCP-MU como área sin actividad de cosecha). En general, las poblaciones explotadas continúan con sus ciclos de demográficos,

con sesgos en sus estructuras poblacionales, desviadas hacia tallas menores. Como medida de control, la recuperación de la estructura de talla pre-cosecha es un indicativo de los períodos de rotación de áreas explotadas (Ang et al. 1993, 1996; Lazo & Chapman 1996).

La alta tasa de mortalidad observada en los reclutas, coincide con patrones descritos para otras algas pardas Laminariales (Chapman 1984, 1986) y para *Lessonia nigrescens* (Ojeda & Santelices 1984). Estratégicamente, altas mortalidades son compensadas por una reproducción continua en el tiempo, con producción de esporas viables. Sin embargo, el aporte significativo a la población es diferente, donde el reclutamiento muestra cambios en forma estacional e inter-anual, ocurriendo sólo bajo condiciones ambientales específicas (e.g. ventanas de reclutamiento) y locales. Por lo general, en las grandes algas pardas perennes, la alta producción de esporas solo conlleva al reemplazo de individuos dentro de la población y mantención de la abundancia poblacional más que al aumento de esta (Chapman 1986).

En la prospección de algas pardas realizada entre los límites políticos de la III y IV Región, Vásquez (ver **ANEXO C**) concluye que *Lessonia trabeculata* tiene una biomasa disponible de c.a. 800.000 ton, *Lessonia nigrescens* de c.a. 200.000 ton y *Macrocystis integrifolia* no supera las 100 toneladas húmedas. Durante los últimos 15 meses, se han utilizado c.a. 25.000 ton de *Lessonia nigrescens* para sustentar las plantas picadoras y 5.000 ton de *Macrocystis* para el cultivo de abalón.

La utilización de *Lessonia nigrescens* que proviene principalmente del material varado que arriba a la costa no adiciona daños al ecosistema, debido a que se aprovecha la fracción que proviene de la mortalidad natural. La remoción directa de plantas completas de *Lessonia spp* se concentra en localidades y períodos específicos, aunque en algunos sectores (expresadas como Zonas de Operación extractivas o ZOE) se detectaron altos niveles de cosecha durante todo el año (e.g. Caleta Angosta, Chañaral de Aceituno en la III Región; Talquilla y Pichidangui en IV región).

La situación de *Macrocystis integrifolia* es diferente en comparación con *Lessonia* debido a que se explota directamente por cosecha a través de la remoción de la biomasa contenida en las frondas, sin desprender el disco adhesivo y las frondas más pequeñas. Sin embargo, la proyección del uso de *Macrocystis* en los cultivos de abalones es exponencial, estimándose una biomasa requerida de 100.000 ton a nivel nacional para el 2010 (ver **ANEXO C**). Estos niveles de producción no son sostenibles por las praderas naturales ubicadas en la III y IV Región, lo que sugiere fuertemente que la sustentabilidad de esta actividad productiva, con fuertes inversiones en ambas regiones de estudio, requiere de medidas administrativas y alternativas de desarrollo (e.g. factibilidad de cultivo de macroalgas pardas en área concesionadas y AMERBs). Estas medidas y/o alternativas evitan la explotación y desaparición de las poblaciones naturales de algas pardas y la destrucción de la comunidad asociada a su entorno. Aunque la utilización de algas pardas es una actividad históricamente antigua (aproximadamente de 30 años), los niveles actuales de desembarque han incrementado en casi un 200% (ver **ANEXO C**).

Considerando los antecedentes descritos en el párrafo anterior, el efecto a mediano (+ 2 años) y a largo plazo (+ 10 años) de la explotación de los recursos algas pardas aún es incierto y necesita de un constante monitoreo. Esto debido a que en la III y IV Región, la dinámica poblacional y reproductiva de las tres especies de algas pardas muestra en general patrones estacionales dependientes de los factores ambientales (e.g. tipo de sustrato, temperatura del agua de mar, salinidad) y biológicos (extrínsecos: e.g. herbivoría, competencia; o intrínsecos: e.g. reproducción, crecimiento) que producen un control local de las poblaciones; y del clima oceanográfico, que genera variabilidad interanual (e.g. eventos El Niño asociado a años con aguas cálidas y de baja productividad) (ver Vásquez 1989, Vásquez et al. 1998, Tala 1999, Vega 2005). Además, del régimen administrativo o de la actividad de cosecha, que están directamente relacionados con los distintos escenarios de explotación. Es en este contexto que la combinación de estos factores que actúan a distintas escalas espaciales y temporales, produce y/o refleja un mosaico de dinámicas poblacionales de las algas pardas en el litoral estudiado.

Para las regiones en estudio, si se considera que los requerimientos actuales de las plantas picadoras (c.a. 3.000 ton/mes) y centros de cultivo (c.a. 400 ton/mes) aumentaran en el tiempo, se percibe que las biomásas disponibles no darán abasto a los requerimientos futuro sin generar algún efecto sobre el ecosistema global. Entre las especies evaluadas, *Macrocystis integrifolia* sería la más vulnerable, considerando principalmente los escasos niveles de abundancia en la III y IV Región. La valoración económica de las funciones y servicios ambientales ofrecidos por las praderas de algas pardas, expresa la pérdida de esta actividad productiva en términos económicos (\$255.534.273.062).

## **5.8. GENERAR RECOMENDACIONES DE MEDIDAS DE ADMINISTRACIÓN Y MANEJO DE LOS PRINCIPALES BOSQUES DE ALGAS PARDAS, CONSIDERANDO TIPO DE RECURSO, DISPONIBILIDAD Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA.**

### **5.8.1. Diagnóstico De La Pesquería**

La pesquería de algas pardas en la III y IV Región es activa, y presenta tres etapas en la cadena productiva. La primera corresponde a la extracción (plantas barreteadas) y/o recolección (plantas varadas) de algas por lo algueros. La segunda involucra a los intermediarios que transportan el alga desde la playa a las instalaciones de la empresa. Mientras que la tercera involucra a la empresa que usa el alga (abaloneras), o la transforma en un producto y la exporta (picadoras).

La extracción y recolección de algas pardas se realiza en todo el litoral del norte de Chile, aunque es más intensa en la III y IV Región. La continuidad espacial de la extracción de algas dificulta la identificación de las áreas que presentan mayores volúmenes de desembarco, lo cual desfavorece la implementación de puntos fijos de control y monitoreo extractivo. En este contexto, la división del litoral del norte de Chile en ZOE (Zonas de Operación Extractiva), propuesto durante la Pesca de Investigación de Algas Pardas 2006-2007 ha servido para la implementación de un sistema de control móvil para el monitoreo espacial y temporal de los desembarques.

**Plantas picadoras:** La producción anual de algas pardas en Chile es de ca. 300.000 ton secas (20-30% de humedad), lo cual representa un 10% de la demanda mundial. Las empresas picadoras de algas pardas procesan principalmente la mortalidad natural de *Lessonia nigrescens* y *Lessonia trabeculata* (algas varadas). En comparación con *Lessonia spp*, los volúmenes utilizados de *Macrocystis integrifolia* en esta actividad son mínimos. De acuerdo a los resultados de la Pesca de Investigación 2006-2007, durante los últimos 20 meses la cosecha de algas pardas ha estado centrada casi exclusivamente en *Lessonia nigrescens*. De acuerdo a la Pesca de Investigación, las empresas picadoras no compran *Lessonia trabeculata* barreteada, porque el rendimiento de esta alga obtenida de esta forma es bajo, y por lo tanto disminuye la rentabilidad de la actividad. No obstante lo anterior *Lessonia trabeculata* presenta importantes desembarques que corresponden principalmente a recolecciones de la mortalidad natural.

**Abaloneras:** La biomasa de algas pardas utilizada para alimentar abalones en cultivos en la empresas establecidas en la III y IV Región provienen principalmente de las praderas naturales de *Macrocystis integrifolia* donde se podan las frondas. En la III Región, el alga fresca para proveer la demanda de las abaloneras proviene principalmente de Caleta Chascos (ca. 90% de la biomasa total de alga consumida). La pradera ubicada en esta localidad no cuenta con una medida de administración pesquera que asegure

su sustentabilidad temporal. En contraste, en la IV región, la praderas de *Macrocystis* son comparativamente más pequeñas, lo cual produce incertesa en la disponibilidad de biomasa para las abalonerías durante algunos períodos del año, lo que obliga alimentar sus plantales con *Lessonia* spp.

La entrega de información sobre los desembarques por parte de las empresas picadoras es lenta, dificultando el monitoreo permanente del estado de las pesquerías de algas pardas.

Durante el verano aumenta la probabilidad de encuentro de extractores ilegales que recolectan y/o cosechan algas pardas sin respetar los criterios de manejos, las medidas administrativas precautorias sugeridas por SERNAPesca o la Autoridad Marítima, ni el uso histórico de algunas áreas. La ausencia de control riguroso sobre esta pesquería ilegal furtiva, disminuye la confianza de los usuarios legales del recurso algas pardas a las medidas administrativas, perjudicando también la obtención de la información sistemática. Además, los recolectores de orilla, buzos y pescadores artesanales organizados y con RPA vigentes han solicitado recurrentemente un incremento en el control y vigilancia a las autoridades competentes para evitar estas situaciones.

La actividad de los agentes intermediarios es sectorizada y organizada según acuerdos históricos. Estos acuerdos facilitan el ordenamiento espacial de los antecedentes provenientes de estas fuentes de información, y complementan los antecedentes obtenidos por medio de la clasificación en ZOE.

Las empresas de picado y el uso de algas pardas se concentran fundamentalmente en la III y IV Región, mientras que la recolección y cosecha de algas pardas se realiza en todo el norte de Chile (I a IV Regiones).

Los centros de cultivo de abalón están concentrados y distribuidos en la III y IV Región, lo cual determina un uso diferencial de una especie de alga parda particular en el norte de Chile: *Macrocystis integrifolia*. Sin embargo, dada la distribución fragmentada de *Macrocystis*, solo algunas pequeñas praderas ubicadas próximas a los centros de cultivo sustentan la demanda de alimento de estos. Tomando en consideración el tamaño y la productividad de estas praderas, es esperable que un leve crecimiento de la demanda de esta alga por parte de los cultivos llevará al colapso las poblaciones naturales de *Macrocystis integrifolia* en el norte de Chile.

Aproximadamente el 95% del desembarque de algas pardas corresponde a *Lessonia* spp. Esto significa que la industria de algas pardas, que produce materia prima para la extracción de alginatos, tiene un retorno de US\$ 20.000.000 anuales.

En el último año, cerca de 500 ton húmedas de *Macrocystis* se han cosechado para alimentar abalones. De acuerdo al crecimiento de esta actividad, a corto plazo, los cultivos de abalones demandaran 100.000

ton húmedas de *Macrocystis*. Sin embargo y en este contexto, la literatura indica que existen restricciones biológicas para la producción natural de estos volúmenes de alga. En consecuencia, se deben establecer protocolos y criterios técnicos para el desarrollo del cultivo extensivo de *Macrocystis* a escala comercial. Además, en un futuro cercano, las algas pardas tendrán una alta demanda como materia prima para elaborar compuestos de usos sofisticados. Lo cual, a su vez, aumenta el valor agregado de estos recursos, reforzando la necesidad de desarrollo del cultivo masivo de este grupo de algas marinas.

De acuerdo a los resultados de la Pesca de Investigación 2006-2007, existe un número significativo de recolectores que no están inscritos en los RPA de SERNAPesca. Además, existe un número significativo de recolectores y cosechadores que no están asociados a gremios o sindicatos.

La participación de la mujer en las actividades de cosecha y recolección es significativamente menor en comparación con los hombres. Además, la pesquería de algas pardas es de alta marginalidad y riesgo social. Lo anterior se basa en la información socio-económica del sector obtenida en función de algunos parámetros incorporados en las encuestas, donde se muestra que esta es una aproximación muy cercana a la realidad.

Durante la Pesca de Investigación 2006-2007, se ha detectado un desfase entre la recepción y entrega de la información por parte de algunas empresas picadores. Esto interrumpe el análisis de las tendencias temporales de los distintos parámetros asociados a los desembarques de algas pardas. Además, restringe la interpretación y análisis de los datos, demorando a su vez la toma de decisiones para aplicar medidas de administración y/o manejo de estos recursos. Es en este contexto que se requiere una mayor celeridad en la entrega de la información integrada en las planillas ACF, previamente implementada por SERNAPesca. Toda esta información recopilada es valiosa en términos productivos y de manejo de los recursos algas pardas. Además, permiten planificar en función de las áreas de extracción, el número de recolectores, la cercanía a las plantas de picado, número de intermediarios, biomasa disponible, entre otros.

Algunas organizaciones de pescadores de la IV Región se han negado a entregar información o no han permitido la realización de evaluaciones biológicas dentro de los límites de su AMERBs. En este contexto, existe una baja capacidad de respuesta de los fiscalizadores gubernamentales para solucionar este tipo de externalidades. Además, la fiscalización en terreno fue baja o nula.

### **5.8.2. Manejo de la Pesquería**

#### ***Lessonia nigrescens* y *Lessonia trabeculata***

Para el manejo de *Lessonia spp*, es más importante el **como** cosechar que el **cuanto** cosechar.

1. La cosecha de *Lessonia spp* debe ser dirigida a plantas que tenga un diámetro del disco mayor a 20 cm.
2. La cosecha debe realizarse entresacando una planta de cada tres plantas.
3. Las áreas cosechadas deben ser rotadas en el tiempo. Sin embargo, el momento de retorno al área de cosecha depende de la intensidad de reclutamiento y de la talla de primera madurez sexual de las plantas. En este contexto, el período sin cosecha de un área litoral ubicada en la III o IV Región puede variar desde cuatro meses hasta un año.

#### *Macrocystis integrifolia*

La distribución espacial en parches de las poblaciones y la productividad estacional de las praderas en la III y IV Región, indican que es necesario prohibir la extracción de *Macrocystis integrifolia* en las áreas de libre acceso a la pesquería de algas pardas.

En AMERBs con PME que han incluido a *Macrocystis integrifolia* como especie objetivo, se recomienda realizar podas de 2 m desde la superficie, dejando los brotes, esporofilas (laminas con estructuras reproductivas y frondas nuevas adheridas al disco (frondas < a 1 m de largo).

#### **Otras consideraciones**

La variabilidad climática interanual del norte Chile modifica los patrones estacionales de abundancia de algas pardas (e.g. eventos El Niño 1997-1998 y La Niña 1998-2000). Esto junto con las actividades de cosecha podría colapsar la pesquería de algas pardas. Por estas razones es necesario establecer localidades tipo que sean representativas de las pesquerías de algas pardas en la III y IV Región. En estas localidades tipo debe realizarse el monitoreo permanente a través de muestreos que evalúen la eficacia del establecimiento de las distintas medidas de manejo en la sustentabilidad del recurso algas pardas.

De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio, que complementan los logrados en la Pesca de Investigación 2006-2007 se sugiere el seguimiento de:

- Caleta Chascos (III Región): la pradera de *Macrocystis integrifolia* ubicada en esta localidad abastece cerca del 90% de la demanda abalonera en la III Región, por lo cual es predecible su colapso y es necesario evaluar su capacidad de recuperación (productividad).
- Caleta Angosta (III Región): en este sector se concentra un alto número de usuarios, los cuales producen una alta presión de cosecha sobre *Lessonia nigrescens*. Además, históricamente se ha documentado el barroteo de praderas submareales de *Lessonia trabeculata* y existen praderas de *Macrocystis* todavía no intervenidas comercialmente.
- Caleta Chañaral de Aceituno (III Región): en este sector se concentra un alto número de usuarios, los cuales producen una alta presión de cosecha sobre *Lessonia nigrescens*. En la Isla

Chañaral se ha establecido un AMCP, que podría ser utilizada para discriminar y monitorear efectos poblacionales causados por variabilidad climática de los efectos poblacionales causados por cosecha.

- Talquilla (IV Región): en este sector se concentra un alto número de usuarios, los cuales producen una alta presión de cosecha sobre *Lessonia nigrescens*. Además, existen organizaciones de trabajadores del mar que administran AMERB y áreas de libre acceso. Además, existe una cosecha constante de *Macrocystis integrifolia* para las abaloneras y esporádicamente se realizan cosechas en las praderas de *Lessonia trabeculata*.
- Pichidangui (IV Región): Esta localidad es límite regional, y es útil para controlar la entrada y salida de algas hacia la V región, donde existen otras empresas abaloneras. En este sector se concentra un alto número de usuarios, los cuales producen una alta presión de cosecha sobre *Lessonia nigrescens*. Hay varaderos históricos varias veces documentados, los cuales pueden ser evaluados para estimar mortalidad natural o efectos de disponibilidad de stock por cosecha furtiva. Además, existen organizaciones que administran AMERB y también áreas de libre acceso. Esporádicamente se realizan cosechas en las praderas de *Lessonia trabeculata* y existen poblaciones de *Macrocystis integrifolia* sin registros de intervención.

### **5.8.3. Administración de la Pesquería**

Las algas pardas deben ser incorporadas como especies objetivos de los planes de manejo y explotación (PME) de las AMERBs. Esta medida debe disminuir el impacto de las cosechas en las áreas de libre acceso. Además, optimiza el control, monitoreo y seguimiento de los volúmenes extraídos de algas pardas a lo largo del litoral.

En adición a lo propuesto por la Pesca de Investigación 2006-2007, se debe agilizar los trámites administrativos para el desarrollo del cultivo de algas pardas. En complemento se debe facilitar y extender las prácticas de acuicultura de algas pardas en las AMERB.

En la parte administrativa, se debe considerar un control y una fiscalización de las medidas de manejo y de sustentabilidad de la productividad de las algas pardas en el norte de Chile, y principalmente en la III y IV región. En este contexto, debiera considerarse un régimen permanente de pesca de investigación para evaluar los stocks en el tiempo.

El Servicio Nacional de pesca debe regularizar el *status quo* de las personas que no están inscritas en los RPA, pero que demuestran una actividad permanente como alqueros (o recolectores de orilla) en los últimos años.

El Servicio Nacional de pesca debe actualizar los RPA para los recursos Huiro, Huiro negro y Huiro palo, en función de la residencia en el litoral y/o permanencia de las personas como recolectores o cosechadores de algas pardas.

La mantención de una mesa técnica de trabajo permite determinar y evaluar permanentemente las medidas de manejo propuestas para la sustentabilidad de las pesquerías de algas pardas.

Las medidas de manejo sustentable de las pesquerías de algas pardas deben ser constantemente evaluadas en función del monitoreo permanente de parámetros biológicos y pesqueros.

#### **5.8.4. Fiscalización**

Se deben generar compromisos de fiscalización de las actividades extractivas de algas pardas por parte de SERNAPesca y/o de otros organismos de estado.

La fiscalización de la talla mínima de extracción para *Lessonia spp.* (> a 20 cm de diámetro del disco basal de adhesión) debe realizarse en los distintos niveles de la cadena productiva o de comercialización de las algas pardas. Es en este contexto que debiera realizarse:

- Fiscalización de la talla mínima de extracción de las plantas en la playa.
- Fiscalización de la talla mínima de extracción tamaño de las plantas a intermediarios, durante el transporte de la planta.
- Fiscalización de la talla mínima de extracción de las plantas en las instalaciones de las empresas de picado.

Para llevar a cabo la fiscalización, las plantas deben ser extraídas enteras y transportadas de esta manera a las plantas de picado. Esto permite fiscalizar la talla mínima de extracción de las plantas de *Lessonia spp* durante el momento de extracción, o en alguno de las etapas de la cadena productiva o comercial de esta pesquería.

#### **5.8.5 Capacitación de los Usuarios**

Se debe generar mecanismos de educación y difusión para capacitar e instruir a los usuarios directos de las algas pardas, principalmente sobre el manejo y sustentabilidad de las pesquerías.

## **5.9. TALLERES DEL PROYECTO.**

### **5.9.1. Primer Taller. Aspectos Metodológicos**

El 1º Taller de Discusión de propuesta del proyecto, correspondió a un Taller Metodológico realizado el día 10 de Abril de 2006, en oficinas de la SUBPESCA, Valparaíso.

Los asistentes por parte de la autoridad fueron:

Alejandra Pinto - SUBPESCA - Departamento de Pesquerías - Unidad de Recursos Bentónicos  
Javier Rivera - SUBPESCA - Departamento de Pesquerías - Unidad de Recursos Bentónicos  
Gustavo San Martín - SUBPESCA - Departamento de Pesquerías - Unidad de Recursos Bentónicos  
Lorena Burolo - SUBPESCA - Departamento de Pesquerías - Unidad de Recursos Bentónicos  
Jorge Guerra - SUBPESCA - Departamento de Pesquerías - Unidad de Recursos Bentónicos  
Antonio González – SUBPESCA - Departamento de Pesquerías - Unidad de Recursos Bentónicos  
Max Montoya - SUBPESCA - Departamento de Análisis Sectorial  
María Paz Oñate - SUBPESCA - Departamento de Acuicultura  
Georgina Lembeye - SUBPESCA - Departamento de Acuicultura  
Eduardo Alzamora - SUBPESCA - Fondo de Investigación Pesquera

Los asistentes por parte del proponente (UCN) fueron:

Julio Vásquez – Director del Proyecto  
Fadia Tala – Investigador  
Sergio Zuñiga – Investigador Economista

Durante la reunión se precisaron aspectos de la metodología, principalmente con respecto a la selección de sitios, toma de datos en terreno, periodicidad de los muestreos (estacional). Para el tema de “Medidas de Administración” se recomendó considerar las incluidas en la Ley de Pesca y Acuicultura, y considerar los costos de implementar nuevas medidas de administración y fiscalización.

### **5.9.2. Segundo Taller. Estado de avance y resultados preliminares**

El 2º Taller de Discusión del proyecto, realizado el día 13 de Septiembre de 2006, en oficinas de la SUBPESCA, Valparaíso, presentó los resultados de la primera etapa del proyecto incluidos en el 1º Informe de Avance. En esta oportunidad estuvieron representantes de la SUBPESCA (Departamento de Pesquerías - Unidad de Recursos Bentónicos; Departamento de Análisis Sectorial), del Fondo de Investigación Pesquera y del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP). Por parte de la universidad el expositor fue el Dr. Julio Vásquez, Director del Proyecto.

### **5.9.3. Tercer Taller. Difusión de resultados y discusión de los alcances del Proyecto**

El 3º Taller de Difusión de los resultados del proyecto fue desarrollado el día 2 de Octubre de 2007 en la Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Católica del Norte. Para esta actividad se invitó a todos los actores públicos y privados de las regiones III y IV vinculados a las actividades de fiscalización, administración, extracción y usos de las algas pardas. Además, se incluyeron representantes de la Subsecretaría de Pesca y Fondo de Investigación Pesquera.

Los asistentes a esta actividad fueron:

Julio Quintanilla – ASIPEC A.G.

María Graciela Ortiz – APROAL A.G.

René Cortés – PRODALMAR Ltda.

Ricardo Huerta – PRODALMAR Ltda.

Marcelo Valdebenito – TOTORALMAR S.A.

Claudia Cisternas – Cultivos San Cristóbal

Alberto Escudero – SEAFARMERS S.A.

Rubén Rojas – ACEX S.A.

Oscar Luna - ACEX S.A.

Eugenio Bruce – Dir. Reg. SERNAPESCA IV Región

Gerardo Cerda - SERNAPESCA IV Región

Eduardo Alzadora – FIP

María Alejandra Pinto - SUBPESCA

Alejandro Dal Santo – COZOPE III y IV Región

Pamela Ramírez – UCN, Escuela de Ingeniería Comercial, Unidad de Negocios

Wolfgang Stotz – UCN, Dep. Biología Marina

Elisabeth von Brand - UCN, Dep. Biología Marina

La actividad contó con la participación de todos los investigadores involucrados en el proyecto, y el programa del taller fue el siguiente:

**PROGRAMA TALLER DIFUSION RESULTADOS  
PROYECTO FIP 2005-22**

**“BASES ECOLÓGICAS Y EVALUACIÓN DE USOS ALTERNATIVOS PARA EL MANEJO DE PRADERAS DE ALGAS PARDAS DE LA III Y IV REGIONES”**

15:00 – 15:10. Presentación y objetivos del Proyecto. (J. Vásquez).

15:10 – 15:30 Recopilación y sistematización de la información disponible de los bosques de *Macrocystis* y *Lessonia* de la III y IV Regiones: qué sabemos-qué falta. (Obj.1. M. Edding)

15:30 – 16:00 Caracterización espacial de los principales focos de extracción de algas pardas y de la cadena productiva; niveles de producción sustentable de la industria abalonera y de proceso de algas sobre la base de la disponibilidad y potencial productivo de los bosques de *Macrocystis* y *Lessonia*. (Obj. 2 y Obj. 7, J. Vásquez).

16:00-16:20 Grado de intervención de los principales bosques de *Lessonia* y *Macrocystis* (Obj. 3. A. Vega).

16:20 – 16:40 Tasa de renovación de los bosques de algas pardas: crecimiento-mortalidad (Obj. 4. A. Vega).

**PAUSA DE CAFÉ**

17:00 – 17:20 Ecología reproductiva de *Lessonia* y *Macrocystis*. (Obj. 5. F. Tala).

17:20 – 17:50. Valoración económica de los servicios ambientales que generan los bosques de *Lessonia* y *Macrocystis*. (Obj. 6. S. Zuñiga)

17:50 – 18:10 Recomendaciones de medidas de administración y manejo de los principales bosques de algas pardas, considerando tipo de recurso, disponibilidad y ubicación geográfica. (Obj. 8. J. Vásquez).

18:10 – 18:30. Conclusiones-preguntas

Para los diferentes talleres se incluye copia de las presentaciones realizadas (**ANEXO D**)

## 6. CONCLUSIONES

Las Laminariales chilenas son las algas pardas más conspicuas en las costas del Pacífico sur oriental. Estas algas producen las mayores biomásas y presentan una extensa cobertura en playas rocosas expuestas y semi-expuestas de ambientes intermareales y submareales rocosos hasta los 25-30 m de profundidad. A lo menos se han registrado 6 especies de algas pardas, de las cuales *Lessonia nigrescens* Bory (Chascón), *Lessonia trabeculata* Villouta y Santelices (huiró palo, huiró varilla) y *Macrocystis integrifolia* Bory de Saint Vincent 1826 (huiró, flotador o canutillo) son el objetivo de este estudio.

El análisis bibliográfico de la literatura de algas pardas producida en Chile indica un incremento significativo en el número de publicaciones sobre *L. trabeculata*, *L. nigrescens* y *M. integrifolia* en los últimos dos años, particularmente en revistas de impacto mundial. Además, las tendencias sugieren un aumento sostenido de citaciones en trabajos científicos que tienen relación con la importancia biológica y económica de estos recursos renovables.

Este estudio ha sido complementado con la información generada por el Proyecto Pesca de Investigación de Algas Pardas, Caracterización de La Pesquería de Algas Pardas entre las Regiones I a IV, 2005-2007. Ambos proyectos han cruzado la información, aumentando la precisión de los datos obtenidos en los distintos niveles de la cadena de comercialización; produciendo, además, una sinergia que sirvió para desarrollar una metodología de identificación y seguimiento de la extracción de algas pardas en el litoral del norte de Chile.

La pesquería de algas pardas es activa, y presenta tres niveles en la cadena productiva: recolector – intermediario – empresa. Aunque, la extracción y recolección de algas pardas se realiza en todo el litoral del norte de Chile, esta es más intensa en la III y IV Región. La continuidad espacial de la extracción de algas dificulta la implementación de puntos fijos de control y monitoreo. En este contexto, la división del litoral del norte de Chile en ZOE (Zonas de Operación Extractiva), de acuerdo a lo propuesto en la Pesca de Investigación de Algas Pardas 2005-2007 sirve para la implementación de un sistema de control móvil para el monitoreo espacio-temporal de los desembarques. Por otro lado, la actividad de los intermediarios es sectorizada y organizada según acuerdos históricos, facilitando el ordenamiento espacial, y generando información que ha complementado los antecedentes obtenidos por medio de la clasificación del territorio en ZOE.

La producción anual de algas pardas en Chile es de ca. 300.000 ton secas (20-30% de humedad), lo cual representa un 10% de la demanda mundial; lo que significa un retorno de US\$ 20.000.000 anuales. Las empresas picadoras de algas pardas procesan principalmente la mortalidad natural de *Lessonia*

*nigrescens* y *Lessonia trabeculata* y en menor cantidad la de *Macrocystis integrifolia*. De acuerdo a los resultados de la Pesca de Investigación 2005-2007, durante los últimos 20 meses la cosecha de algas pardas ha estado centrada casi exclusivamente en *Lessonia nigrescens*. No obstante lo anterior *Lessonia trabeculata* presenta importantes desembarques que corresponderían principalmente a recolecciones de mortalidad natural.

La biomasa cosechada de *Macrocystis integrifolia* es exclusivamente utilizada para alimentar abalones en cultivos establecidos en la III y IV Región. En la III Región, las cosechas provienen principalmente de una localidad (Caleta Chascos); mientras que en la IV Región, las cosechas provienen de varias praderas de *Macrocystis* más pequeñas y espacialmente fragmentadas, ubicadas entre Lengua Punta de Vaca y Pichidangui. Considerando la distribución, tamaño y productividad de estas praderas, el diagnóstico indica que un leve crecimiento de la demanda de alga para alimento se traducirá en el colapso de las poblaciones naturales de *Macrocystis integrifolia* por sobre-explotación. Por esta y otras razones relacionadas con la innovación tecnológica, se deben establecer protocolos y criterios técnicos para el desarrollo del cultivo extensivo de *Macrocystis* a escala comercial.

De acuerdo a los resultados de este estudio y de la Pesca de Investigación 2005-2007, existe un número significativo de recolectores que no están inscritos en los RPA de SERNAPesca y/o que no están asociados a gremios o sindicatos. Además, la participación de la mujer en la pesquería de algas pardas es mínima. En general, esta pesquería es de alta marginalidad y alto riesgo social.

Durante las evaluaciones, algunas organizaciones de pescadores de la IV Región se negaron a entregar información o no permitieron realizar las evaluaciones biológicas dentro de los límites de sus AMERBs. En este contexto, existe una baja capacidad de respuesta de los fiscalizadores gubernamentales para solucionar este tipo de problemas.

Los resultados de la dinámica de poblaciones de algas pardas muestran distintos escenarios de explotación:

Escenario 1: áreas con algas pardas sin explotación excluidas por accesibilidad, particularmente islas costeras (e.g. Isla grande de Atacama, Isla Chañaral, Isla Choros e Isla Damas) y que están siendo protegidas por la administración pesquera (e.g. AMCP-MU).

Escenario 2: áreas con AMERB que incluyen a las algas pardas en las especies principales, y presentan un plan de manejo y explotación.

Escenario 3: áreas de libre acceso a las praderas de algas pardas, con cosechas de plantas cada seis meses por los usuarios residentes del sector, generando un programa de cosecha y de manejo informal.

Escenario 4: áreas de libre acceso a las praderas de algas pardas que son cosechadas mensualmente por los usuarios, pero que excluyen las zona de baja accesibilidad al recurso (e.g. islotes y farellones muy expuestos al oleaje).

Estos escenarios impiden definir claramente poblaciones intervenidas y no intervenidas a distintas escalas geográficas (sitio de estudio, localidad de estudio, región geopolítica). Lo cual es más notorio para el recurso *Lessonia nigrescens*.

Actualmente, la dinámica de poblaciones *Lessonia trabeculata* evidencia la ausencia de una alta presión de cosecha y los cambios están asociados a cambios estacionales. No obstante, en algunas áreas, las poblaciones todavía son cosechadas para abastecer plantas picadoras, aunque otras poblaciones de esta alga parda son cosechadas exclusivamente para alimento de abalones.

Los resultados indican que solo algunas poblaciones de *Macrocystis integrifolia* están intervenidas. Aunque la cosecha no afecta significativamente la densidad de plantas, si modifica la productividad de las praderas (e.g. tasa de crecimiento de las frondas, producción de biomasa).

En la III y IV Región, la dinámica poblacional y reproductiva de las tres especies de algas pardas muestra en general patrones estacionales dependientes de:

- 1) **Localidad**, por ejemplo: factores ambientales (e.g. tipo de sustrato, temperatura del agua de mar, salinidad) y biológicos extrínsecos (e.g. herbivoría, competencia) o intrínsecos (e.g. reproducción, crecimiento) que producen el control local de las poblaciones.
- 2) **Clima oceanográfico** que genera variabilidad interanual (e.g. eventos El Niño se asocian a años con aguas cálidas y eventos La Niña se asocian a años con aguas frías), y
- 3) **Régimen o actividad de cosecha** que están relacionados a los distintos escenarios de explotación.

La combinación de estos factores, que actúan a distintas escalas espaciales, produce distintas dinámicas poblacionales de las algas pardas en el litoral estudiado.

La **Valoración Económica** es una herramienta de investigación que proporciona información valiosa para las personas que ejecutan planes de administración y toma de decisión acerca de la importancia que tienen los recursos que se están evaluando o monitoreando espacio-temporalmente. En el caso de las algas pardas, los BAM presentan principalmente un valor por Pesquería Directa de Algas Pardas; un Valor por las especies dependientes de los Huirales, con pesquería; un Valor como Información Científica; un Valor como depurador climático (Captura de CO<sub>2</sub> y emisión de oxígeno); y dimensiones que deben ser valoradas de un modo indirecto: Especies sin Pesquería, Herencia Cultural, Bancos Genéticos y Biodiversidad. A excepción de la dimensión turística, todas las dimensiones anteriores reportaron valores significativos, y las 4 dimensiones complejas reportaron resultados muy similares entre sí.

La siguiente Tabla muestra un resumen de los resultados obtenidos por este estudio, del que se desprende la importancia que tiene la pesquería directa respecto a las demás dimensiones (75%). Le siguen en importancia las especies dependientes de los huirales con pesquería con un 15%. En conjunto,

se detecta que el valor de los huirales se explica fundamentalmente (en más de un 90%) por la pesquería con valor económico que estas implican.

**Tabla 38.** Estimación del Valor de los Huirales según dimensión

Dimensión	Precio (pesos chilenos 2007)	
		%
Pesquería Directa de Algas	193.000.000.000	75,5%
Especies dependientes de los Huirales, con pesquería	38.855.792.000	15,2%
Información Científica	12.261.338.117	4,8%
Depurador climático (Captura de CO2 y emisión de Oxígeno)	10.127.860.135	4,0%
Ecoturismo	-	0,0%
Dimensiones Complejas	1.289.282.810	0,5%
Total	255.534.273.062	100,0%

Otras dimensiones importantes son la información científica y como depurador ambiental, ambas con una importancia cercana al 9% del valor total. Con una importancia relativa bastante baja se encuentran las dimensiones complejas obtenidas a través del método de valoración contingente. Finalmente, el valor como factor ecoturístico no es significativo.

Las recomendaciones de manejo de praderas de *Lessonia spp*, indican que es más importante el **como** cosechar que el **cuanto** cosechar, así:

- La cosecha de *Lessonia spp* debe ser dirigida a plantas que tenga un diámetro mínimo del disco de 20 cm (plantas con diámetro mayor del disco basal  $\geq 20$  cm).
- La cosecha debe realizarse entresacando una planta de cada tres plantas adultas.
- Las áreas cosechadas deben ser rotadas en el tiempo. Sin embargo, el momento de retorno al área de cosecha depende de la intensidad de reclutamiento y de la talla de primera madurez sexual de las plantas. En este contexto, el período sin cosecha de un área litoral ubicada en la III o IV Región puede variar desde cuatro meses hasta un año.

La distribución espacial en parches de las poblaciones y la productividad estacional de las praderas en la III y IV Región, indican que es necesario prohibir la extracción de *Macrocystis integrifolia* en las áreas de libre acceso a la pesquería de algas pardas. Por otra parte, en AMERBs con PME que han incluido a esta alga parda como especie objetivo, se recomienda realizar podas de 2 m desde la superficie, dejando los brotes y frondas nuevas (frondas < a 1 m de largo), las esporofilas o laminas con estructuras reproductivas y frondas nuevas adheridas al disco.

La variabilidad climática interanual del norte Chile modifica los patrones estacionales de abundancia de algas pardas (e.g. eventos El Niño 1997-1998 y La Niña 1998-2000). Esto junto con las actividades de cosecha podría colapsar la pesquería de estos recursos. Por estas razones es necesario establecer localidades tipo que sean representativas de las pesquerías de algas pardas en la III y IV Región. En estas localidades tipo debe realizarse el monitoreo permanente a través de muestreos que evalúen la eficacia del establecimiento de las distintas medidas de manejo en la sustentabilidad del recurso algas pardas.

La fiscalización de la talla mínima de extracción para *Lessonia spp.* debe realizarse en los distintos niveles de la cadena productiva o de comercialización de las algas pardas. Para llevar a cabo esta fiscalización, las plantas deben ser extraídas enteras y transportadas tal cual a las plantas de picado. Esto permite fiscalizar la talla mínima de extracción de las plantas de *Lessonia spp.* durante el momento de extracción, o en alguna de las etapas de la cadena productiva o comercial de esta pesquería.

Finalmente, la implementación de medidas de administración pesquera debe estar siempre acompañada de capacitación para educar e instruir a los usuarios directos sobre la biología de las especies, los métodos de manejo de praderas de algas pardas y las técnicas de cultivo. Todo lo anterior, dirigido a hacer efectivos los mecanismos que permitan la sustentabilidad de las pesquerías de estos recursos.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ANG PO & R DE WREEDE (1990) Matrix models for algal life history stages. *Mar Ecol Progr Ser* 59: 171-181.

ANG PO, GJ SHARP & R SEMPLE (1993) Changes in the population structure of *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Joil due to mechanical harvesting. *Hydrobiologia* 260/261: 321-326.

ANG PO, GJ SHARP & R SEMPLE (1996) Comparison of the structure of populations of *Ascophyllum nodosum* (Fucales, Phaeophyta) at sites with different harvesting histories. *Hydrobiologia* 326/327: 179-184.

ANUARIO SERNAPESCA (2000-2004). Estadísticas pesqueras. República de Chile, Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. <http://www.sernapesca.cl>.

BRINKHUIS, B. (1985). Growth patterns and rates. En: *Handbook of Phycological Methods, Ecological field Methods: Macroalgae* (eds. M. Littler & D. Littler), Cambridge University Press, cap. 22: 461-477.

BUSCHMANN A, K ALVEAL & H ROMO (1984) Biología de *Durvillaea antarctica* (Phaeophyta, Durvilleales) en Chile centro-sur, morfología y producción. *Mem. Asoc. Latin. Acuicult* 5: 399-406.

BUSCHMANN AH, JA VASQUEZ, P OSORIO, E REYES, L FILUN, MC HERNANDEZ-GONZALEZ & A VEGA (2004) The effect of water movement, temperature and salinity on abundance and reproductive patterns of *Macrocystis* spp. at different latitudes in Chile. *Mar Biol* 145: 849-862.

BUSCHMANN AH, C MORENO, JA VASQUEZ & MC HERNANDEZ-GONZALEZ (2005) Reproductive strategies of *Macrocystis pyrifera* (Phaeophyta) in southern Chile: the importance of population dynamics. *Hydrobiologia*: (in press)

CADDY JF & R MAHON (1995) Reference points for fisheries management. *FAO Fisheries Technical Paper* N° 347. Rome, FAO. 83 pp.

CANCINO J & B SANTELICES (1984) Importancia ecológica de los discos adhesivos de *Lessonia nigrescens* Bory (Phaeophyta) en Chile central. *Revista Chilena Historia Natural* 56: 23-33.

CHAPMAN, ARO (1984) Reproduction, recruitment and mortality in two species of *Laminaria* in south-west Nova Scotia. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 78: 99-108.

CHAPMAN, ARO (1985) Demography. En: Handbook of Phycological methods. Ecological Field methods. Macroalgae, M.M.Littler & D.S.Littler, eds. Cambridge University Press. pp. 251-268.

CHAPMAN, ARO (1986) Age versus stage: an analysis of age- and size-specific mortality and reproduction in a population of *Laminaria longicuris* Pyl. J Exp Mar Biol. Ecol 97: 113-122.

CHAPMAN, ARO (1987) The wild harvest and culture of *Laminaria longicuris* de la Pylaie in Eastern Canada. En: Case studies of seven commercial seaweed resources. (Doty, M.S., J.F. Caddy y B. Santelices eds) FAO Fisheries Technical paper n° 281: 193-238.

CHAPMAN, ARO (1993) 'Hard' data for matrix modelling of *Laminaria digitata* (Laminariales, Phaeophyta) populations. Hydrobiologia 260/261: 263-267.

COYER JA, GJ SMITH & RA ANDERSEN (2001) Evolution of *Macrocystis* spp. (Phaeophyceae) as determined by ITS1 and ITS2 sequences. Journal of Phycology 37 (4): 574-585.

DIXON, J.A., SCURA, L.F., CARPENTER, R.A. AND SHERMAN, P.B. (1994) Economic Analysis of Environmental Impacts: Earthscan, London.

DOTY, M.S., J.F. CADDY & B. SANTELICES. (1987). Case studies of seven commercial seaweed resources. FAO Fisheries Technical paper n° 281.

DRUEHL LD & D BREEN (1986) Some ecological effect of harvesting *Macrocystis integrifolia*. Botanica Marina. 29:97-103.

EDDING M & F TALA (1998) Investigación y Manejo para la Extracción de Huiros, III Región. Código BIP 20109880. Gobierno Regional de Atacama. Servicio Nacional de Pesca de Atacama. Universidad Católica del Norte. 197 pp.

EDDING M & F TALA (2003) Development of techniques for the cultivation of *Lessonia trabeculata* Villouta et Santelices (Phaeophyceae, Laminariales) in Chile. Aquaculture Research 34: 507 – 515.

EDDING M, E FONCK & J MACCHIAVELLO (1994) *Lessonia* In: I. Akatsuka (Ed.) Biology of Economic Algae. SPB Publishing bv, The Hague, The Netherlands. Pp 407-446.

EDDING M, M VENEGAS, P ORREGO & E FONCK (1990) Culture and growth of *Lessonia trabeculata* (Phaeophyta, Laminariales) juvenile sporophytes in La Herradura de Guayacán Bay, northern Chile. Hydrobiologia 204/205: 361-366.

FONCK E, M VENEGAS, F TALA & M EDDING (1998) Artificial induction of sporulation in *Lessonia* (Phaeophyta, Laminariales). *Journal of Applied Phycology* 10: 399-403.

FOSTER MS & DR SCHIEL (1985) The ecology of giant kelp forests in California: a community profile. U.S. Fish and Wildlife Service Biological Rep. 85 (7.2). 152 pp.

FOSTER MS & DC BARILOTI (1990). An approach to determining the ecological effects of seaweed harvesting: a summary. *Hydrobiologia* 204/205: 15 – 16.

GONZALEZ J, CARLOS TAPIA, ALVARO WILSON, JORGE GARRIDO y MARCEL ÁVILA (2000). Estrategias de explotación sustentable de algas pardas en la zona norte de Chile. INFORME Final FIP 2000-19. Subsecretaría de Pesca, Chile.

GUIRY, M. & G. BLUNDEN. (1991). *Seaweed resources in Europe: Uses and Potential*. 4<sup>a</sup> ed., John Wiley & Sons (ed), England. 432 pp.

HAY, C. (1994). *Durvillaea* (Bory). In: I. Akatsuka (Ed.) *Biology of Economic Algae*. SPB Publishing bv, The Hague, The Netherlands. Pp 353-384.

HOFFMANN, A. & SANTELICES, B. (1997). *Flora Marina de Chile Central*. Eds. Universidad Católica de Chile, 434 pp.

IFOP (1993) Diagnostico de las macroalgas en la zona costera Punta Lengua de Vaca, IV Región, Coquimbo. Informe Final. SERPLAC IV REGION. 88 pp.

IFOP (1994) Diagnostico de la pradera de algas pardas en el litoral de la tercera región. Informe Final. FNDR. Gobierno Regional de Atacama. 88 pp.

IFOP (2000) Estrategias de explotación sustentable algas pardas en la zona norte de Chile. Informe Final FIP N° 2000-19.

JONES CG, JH LAWTON & M SHACHAK (1994) Organisms as ecosystem engineers. *Oikos* 69: 373-386

KAIN J (1982) Morphology and growth of the giant kelp *Macrocystis pyrifera* in New Zealand and California. *Marine Biology* 67: 143-157.

LAZO L & ARO CHAPMAN (1996). Effects of harvesting on *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol (Fucales, Phaeophyta): a demographic approach. *Journal of Applied Phycology* 8: 87-103.

LEINFELDER U, F BRUNNENMEIER, H CRAMER, J SCHILLER, K ARNOLD, JA VASQUEZ & U ZIMMERMANN (2003) A highly sensitive cell assay for validation of purification regime of alginates. *Biomaterials* 24: 4161-4172.

MENDIETA, J. (1997). Consideraciones ecológicas para el manejo de poblaciones de *Lessonia trabeculata* Villouta & Santelices (1986) en el norte de Chile. Tesis para optar al grado académico de Magister en Ciencias del Mar. Fac. Cs. del Mar, Universidad Católica del Norte, Coquimbo, Chile. 80 pp.

NORTH WJ (1994) Review of *Macrocystis* biology. In: *Biology of economic algae*. I. Akatsuka (ed.). SPB Academic Publishing bv, The Hague, The Netherlands. 447-527.

OJEDA F & B SANTELICES (1984). Ecological dominance of *Lessonia nigrescens* (Phaeophyta) in central Chile. *Marine Ecology Progress Series* 19: 83-91.

ORTIZ M & W STOTZ (2007) Ecological and eco-social models for the introduction of the abalone *Haliotis discus hannai* into benthic systems of north-central Chile: sustainability assessment. *Aquatic Conservation-Marine and Freshwater Ecosystems* 17 (1): 89-105.

PEARCE, D. (1993). *Economic values and the Natural World*. Earthscan, Londres.

PEARCE, D.W. & TURNER, R.K. (1990) *Economics of natural resources and the environment*, Johns Hopkins, Baltimore.

PÉREZ R (1992). Posibilidades y limitaciones del instrumental utilizado en la valoración de externalidades. Artículo para la revista ICE.

PRINGLE, J.D & A.C. MATHIESON. (1987). *Chondrus crispus* Stackhouse. En: *Case studies of seven commercial seaweed resources*. (Doty, M.S., J.F. Caddy y B. Santelices eds) FAO Fisheries Technical paper n° 281: 49-122.

PRINGLE JD, DJ JONES & RE SEMPLE (1987) Fishing and catch characteristics of an eastern Canadian Irish moss (*Chondrus crispus* Stackh.) dragraker. *Hydrobiologia* 151/152: 341-347.

REED DC (1987) Factors affecting the production of sporophylls in the giant kelp *Macrocystis pyrifera* (L.) C.Ag. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 113: 61-69.

RIERA, P. (1994). *Manual de valoración contingente*. Madrid, Instituto de Estudios Fiscales.

SANTELICES B (1980) Bases Biológicas para el manejo de *Lessonia nigrescens* (Phaeophyta Laminariales) en Chile Central. Monografías Biológicas 2: 135 – 150

SANTELICES B, JC CASTILLA, J CANCINO & P SCHMIEDE (1980) Comparative ecology of *Lessonia nigrescens* and *Durvillaea antarctica* (Phaeophyta) in central Chile. Marine Biology 59: 119-132.

SEIJO J, O DEFEO & S SALAS (1997) Bioeconomía pesquera: Teoría, modelación y manejo. FAO Documento Técnico de Pesca N° 368, 176 pp.

SEARLES, R.B. (1978) The genus *Lessonia* Bory (Phaeophyta, Laminariales) in Southern Chile and Argentina. Br. Phycol. J., 13(4): 361-381.

SHARP G (1987) *Ascophyllum nodosum* and its harvesting in Eastern Canada. En: Case studies of seven commercial seaweed resources. (Doty, M.S., J.F. Caddy y B. Santelices eds) FAO Fisheries Technical paper n° 281: 3-48.

SENCION, G. (1994) Valoración Económica de un Ecosistema Bosque Sub Tropical. Estudio de Caso: San Miguel La Palotada, Petén, Guatemala. Documento de Trabajo, U. de la República Oriental del Uruguay.

SOKAL RR & FJ ROHLF (1981) Biometry: Principles and practice of statistical in biological research. W.H. Freeman & Company. San Francisco. 776 pp.

TALA F (1999) Crecimiento, productividad y pérdida de tejido en frondas de *Lessonia trabeculata* y *Lessonia nigrescens* (Laminariales, Phaeophyta). Tesis Universidad Católica del Norte. Facultad de Ciencias del Mar. 126 pp.

TALA F & M EDDING (2005) Growth and loss of distal tissue in blades of *Lessonia nigrescens* and *Lessonia trabeculata* (Laminariales). Aquatic Botany 82:39-54.

TALA F & M EDDING (2007) Production of *Lessonia trabeculata* and *Lessonia nigrescens* (Phaeophyceae, Laminariales) in northern Chile. Phycological Research 55(1): 66-79.

TALA F, M EDDING & J VASQUEZ (2004) Aspects of reproductive phenology of *Lessonia trabeculata* (Laminariales, Phaeophyceae) from three populations in northern Chile. N.Z. J. Mar. Fresh. Res. 38: 255 - 266

VASQUEZ JA (1989) Estructura y organización de huirales submareales de *Lessonia trabeculata*. Tesis de Doctorado, Facultad de Ciencias Universidad de Chile: 261 pp.

VASQUEZ JA (1990) Comunidades submareales dominadas por macroalgas. Revista Chilena de Historia Natural 63: 129-130.

VASQUEZ JA (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 JA (1992) *Lessonia trabeculata*, a subtidal bottom kelp in northern Chile: a case study for a structural and geographical comparison. In Seeliger U. (ed). Coastal Plants of Latin America: 77-89. Academic Press. San Diego.

VÁSQUEZ JA (1995) Ecological effects of brown seaweed harvesting. Botanica Marina 38: 251-257.

VÁSQUEZ JA (1999) The effects of harvesting of brown seaweeds: a social, ecological and economical important resource. World Aquaculture 30: 19-22.

VÁSQUEZ JA (2004) Evaluación de la biomasa de Algas Pardas (Huiros) en la costa de la III y IV Región, norte de Chile. Informe Final Pesca de Investigación. Comité de Productores de Algas Marinas (COPRAM) de la Sociedad Nacional de Pesca (SONAPESCA).

VÁSQUEZ JA (2007) Production, Use and Fate of Chilean Brown Seaweeds: Re-Sources for Sustainable Fishery. Journal of Applied Phycology in press

VASQUEZ JA & E FONCK (1993) Algas productoras de ácido alginico en Sudamérica: diagnóstico y proyecciones. En: Documento de Campo N° 13 Situación actual de la industria de macroalgas productoras de ficocoloides en América Latina y el Caribe (ed. J. Zertuche). FAO- ITALIA. Programa Cooperativo Gubernamental: 17-26.

VÁSQUEZ JA & B SANTELICES (1984) Comunidades de macroinvertebrados en discos adhesivos de *Lessonia nigrescens* Bory (Phaeophyta) en Chile central. Revista Chilena de Historia Natural 57: 131-154.

VASQUEZ JA y B SANTELICES (1990) Ecological effects of harvesting *Lessonia* (Laminariales, Phaeophyta) in central Chile. Hidrobiologia 204/205: 41-47.

VASQUEZ JA & R WESTERMEIER (1993) Limiting factors in optimizing seaweed yield in Chile. *Hydrobiologia* 260/261: 180-187.

VASQUEZ JA & J MA VEGA (2004) Macroinvertebrados asociados a discos de algas pardas: biodiversidad de comunidades discretas como indicadora de perturbaciones locales y de gran escala. En Valoración, uso y perspectivas de la biodiversidad marina: ¿Hacia donde va Chile?. Programa Interdisciplinario de Estudios en Biodiversidad PIEB. Universidad de Chile.

VÁSQUEZ JA & JMA VEGA (2005) Macroinvertebrados asociados a discos de adhesión de algas pardas: biodiversidad de comunidades discretas como indicadora de perturbaciones locales y de gran escala. Cuarta parte. Capítulo XII. En: E. Figueroa Ed. Biodiversidad Marina: Valoración, uso y perspectivas. ¿Hacia donde va Chile?. Editorial Universitaria. Santiago. Chile: 429-450.

VÁSQUEZ JA, E FONCK & JMA VEGA (2001a) Diversidad, abundancia y variabilidad temporal de ensamblajes de macroalgas del submareal rocoso del norte de Chile. In: K Alveal & T Antezana (eds). Sustentabilidad de la Biodiversidad. Un problema actual: Bases científico técnicas, teorizaciones y proyecciones. Universidad de Concepción. Chile. 351-365

VÁSQUEZ JA, LM PARDO & D VELIZ (2001b) Vida bajo la grandes algas. In: K Alveal & T Antezana (eds). Sustentabilidad de la Biodiversidad. Un problema actual: Bases científico técnicas, teorizaciones y proyecciones. Universidad de Concepción. Chile. 351-365.

VASQUEZ, J.A., J.M.A VEGA & A.H. BUSCHMANN. 2006. Long term variability in the structure of kelp communities in northern Chile and the 1997-98 ENSO. *Journal of Applied Phycology* 18: 505-519.

VAN TUSSENBROEK (1989) Seasonal growth and composition of fronds of *Macrocystis pyrifera* in the Falkland islands. *Marine Biology* 100: 419-430.

VEGA JMA (2005) Dinámica poblacional de *Macrocystis integrifolia* (Laminariales, Phaeophyta) en el norte de Chile. Tesis Universidad Católica del Norte. Facultad de Ciencias del Mar. 211 pp.

VEGA JMA & JA VASQUEZ (2005) Local and mesoscale evaluations of the population dynamics of *Macrocystis integrifolia* (Laminariales, Phaeophyta) in northern Chile. *Botanica Marina*: submitted

VEGA JMA, JA VÁSQUEZ & AH BUSCHMANN (2005) Population biology of the subtidal kelps *Macrocystis integrifolia* and *Lessonia trabeculata* (Laminariales, Phaeophyceae) in an upwelling ecosystem of northern Chile: Interannual variability and El Niño 1997-98. *Revista Chilena de Historia Natural* 78: 33-50.

VILLOUTA & B SANTELICES (1984) Estructura de la comunidad submareal de *Lessonia* (Phaeophyta, Laminariales) en Chile norte y central. *Revista Chilena de Historia Natural* 57: 111-122.

WESTERMEIER, R. & P. MÖLLER. (1990). Population dynamics of *Macrocystis pyrifera* (L.) C. Agardh in the rocky intertidal of southern Chile. *Botanica Marina* 33: 363-367.

WESTERMEIER R, D MÜLLER, I GÓMEZ, P RIVERA & H WENZEL (1994) Population biology of *Durvillaea antarctica* and *Lessonia nigrescens* (Phaeophyta) on the rocky shores of southern Chile. *Marine Ecology Progress Series* 110: 187-194.

WESTERMEIER R, D PATINO & DG MULLER (2007) Sexual compatibility and hybrid formation between the giant kelp species *Macrocystis pyrifera* and *M-integrifolia* (Laminariales, Phaeophyceae) in Chile. *Journal of Applied Phycology* 19 (3): 215-221.

ZIMMERMANN U, U LEINFELDER, M HILLGARTNER, B MANZ, H ZIMMERMAN, R BRUNNMEIER, M WEBER, JA VASQUEZ, F VOLKE & C HENDRICH (2003) Homogenously cross-linked Scaffolds based on clinical-grade alginates for transplantations and tissue engineering. In: *Tissue Engineering and Immunisolated Transplatation*. Hoffmann M, Kaplan D, Zimmermann H. (eds). Academic Press: 77-86.

## **Anexo A. Revisión Bibliografía de Algas Pardas**

# *Lessonia trabeculata* Villouta & Santelices 1986

## 1. Morfología.

Field: Author	Record Count	% of 5	Bar Chart
MATSUHIRO, B	2	40.0000 %	
VASQUEZ, JA	3	60.0000 %	

**Vasquez JA, Matsuhira B**, Vega MA, et al.

[The effects of mining pollution on subtidal habitats of northern Chile](#)

INTERNATIONAL JOURNAL OF ENVIRONMENT AND POLLUTION 13 (1-6): 453-472 2000

Times Cited: [2](#)

**Vasquez JA**, Vega JMA, **Matsuhira B**, et al.

[The ecological effects of mining discharges on subtidal habitats dominated by macroalgae in northern Chile: population and community level studies](#)

HYDROBIOLOGIA 399: 217-229 APR 1 1999

Times Cited: [1](#)

**Vasquez JA**, Buschmann AH

[Herbivore-kelp interactions in Chilean subtidal communities: A review](#)

REVISTA CHILENA DE HISTORIA NATURAL 70 (1): 41-52 MAR 1997

Times Cited: [16](#)

## 2. Ecología.

Field: Author	Record Count	% of 4	Bar Chart
OJEDA, FP	3	75.0000 %	

Tala F, Veliz, K, Gomez I, Edding M.

[Early life stages of the South Pacific Kelps \*Lessonia nigrescens\* and \*Lessonia trabeculata\* \(Laminariales, Phaeophyceae\) show recovery capacity following exposure to UV radiation](#)

PHYCOLOGIA 46(4), 467 – 470 July 2007

Tala F, Edding M

[First estimates of productivity in \*Lessonia trabeculata\* and \*Lessonia nigrescens\* \(Phaeophyceae, Laminariales\) from the southeast Pacific](#)

PHYCOLOGICAL RESEARCH 55 (1): 66-79 MAR 2007

Palma AT, **Ojeda FP**

[Abundance, distribution and feeding patterns of a temperate reef fish in subtidal environments of the Chilean coast: the importance of understory algal turf](#)

REVISTA CHILENA DE HISTORIA NATURAL 75 (1): 189-200 MAR 2002

Times Cited: [4](#)

CACERES CW, BENAVIDES AG, **OJEDA FP**

[TROPIC ECOLOGY OF THE HERBIVOROUS FISH \*APLODACTYLUS-PUNCTATUS\* \(PISCES, APLODACTYLIDAE\) OFF THE CENTRAL AND NORTHERN COAST OF CHILE](#)

REVISTA CHILENA DE HISTORIA NATURAL 66 (2): 185-194 JUN 1993

Times Cited: [8](#)

CAMUS PA, **OJEDA FP**

[SCALE-DEPENDENT VARIABILITY OF DENSITY ESTIMATES AND MORPHOMETRIC RELATIONSHIPS IN SUBTIDAL STANDS OF THE KELP \*LESSONIA-TRABECULATA\* IN NORTHERN AND CENTRAL CHILE](#)

MARINE ECOLOGY-PROGRESS SERIES 90 (2): 193-200 DEC 1992

Times Cited: [15](#)

### 3. Cultivos

Field: Author	Record Count	% of 5	Bar Chart
EDDING, M	3	60.0000 %	
EDDING, ME	2	40.0000 %	
FONCK, E	3	60.0000 %	
ORREGO, P	2	40.0000 %	
TALA, F	2	40.0000 %	
VENEGAS, M	3	60.0000 %	

**Tala F, Edding M, Vasquez J**

[Aspects of the reproductive phenology of \*Lessonia trabeculata\* \(Laminariales : Phaeophyceae\) from three populations in northern Chile](#)

NEW ZEALAND JOURNAL OF MARINE AND FRESHWATER RESEARCH 38 (2): 255-266 JUN 2004

Times Cited: [6](#)

**Edding ME, Tala FB**

[Development of techniques for the cultivation of \*Lessonia trabeculata\* Villouta et Santelices \(Phaeophyceae : Laminariales\) in Chile](#)

AQUACULTURE RESEARCH 34 (7): 507-515 JUN 2003

Times Cited: [7](#)

**Fonck E, Venegas M, Tala F, et al.**

[Artificial induction of sporulation in \*Lessonia\* \(Phaeophyta, Laminariales\)](#)

JOURNAL OF APPLIED PHYCOLOGY 10 (4): 399-403 1998

Times Cited: [5](#)

**EDDING ME, FONCK E, ORREGO P, et al.**

[A COMPARISON BETWEEN 2 POPULATIONS OF \*LESSONIA-TRABECULATA\* \(PHAEOPHYTA, LAMINARIALES\) MICROSCOPIC STAGES](#)

HYDROBIOLOGIA 261: 231-237 JUN 18 1993

Times Cited: [1](#)

**EDDING M, VENEGAS M, ORREGO P, et al.**

[CULTURE AND GROWTH OF \*LESSONIA-TRABECULATA\* \(PHAEOPHYTA, LAMINARIALES\) JUVENILE SPOROPHYTES IN LA-HERRADURA-DE-GUAYACAN BAY, NORTHERN CHILE](#)

HYDROBIOLOGIA 204: 361-366 SEP 28 1990

Times Cited: [7](#)

### 4. Compuestos químicos

Field: Author	Record Count	% of 5	Bar Chart
CHANDIA, NP	2	40.0000 %	
MATSUHIRO, B	5	100.0000 %	

**Chandia NP, Matsuhiro B, Ortiz JS, et al.**

[Carbohydrates from the sequential extraction of \*Lessonia vadosa\* \(Phaeophyta\)](#)

JOURNAL OF THE CHILEAN CHEMICAL SOCIETY 50 (2): 501-504 JUN 2005

Times Cited: [2](#)

**Chandia NP, Matsuhiro B, Vasquez AE**

[Alginate acids in \*Lessonia trabeculata\*: characterization by formic acid hydrolysis and FT-IR spectroscopy](#)

CARBOHYDRATE POLYMERS 46 (1): 81-87 SEP 2001

Times Cited: [10](#)

**Matsuhiro B**

[Organic derivatives of algal polysaccharides](#)

CAHIERS DE BIOLOGIE MARINE 42 (1-2): 159-167 2001

Times Cited: 0

Vasquez JA, **Matsuhiro B, Vega MA, et al.**

[The effects of mining pollution on subtidal habitats of northern Chile](#)

INTERNATIONAL JOURNAL OF ENVIRONMENT AND POLLUTION 13 (1-6): 453-472 2000

Times Cited: [2](#)

Jerez J, **Matsuhiro B, Urzua CC, et al.**

[Chemical modification of alginate acid and its conjugation to tetanus toxoid.](#)

BOLETIN DE LA SOCIEDAD CHILENA DE QUIMICA 44 (2): 227-231 JUN 1999

Times Cited: [4](#)

## 5. Fisiología

Tala F, Edding M, Vasquez J

[Aspects of the reproductive phenology of \*Lessonia trabeculata\* \(Laminariales : Phaeophyceae\) from three populations in northern Chile](#)

NEW ZEALAND JOURNAL OF MARINE AND FRESHWATER RESEARCH 38 (2): 255-266 JUN 2004

Times Cited: [6](#)

## 6. Manejo

Ortiz M, Stotz W

[Ecological and eco-social models for the introduction of the abalone \*Haliotis discus hannai\* into benthic systems of north-central Chile: sustainability assessment](#)

AQUATIC CONSERVATION-MARINE AND FRESHWATER ECOSYSTEMS 17 (1): 89-105 JAN-FEB 2007

Vasquez JA

[MORPHOMETRIC VARIABLES AND MORPHOLOGICAL RELATIONSHIPS OF \*LESSONIA-TRABECULATA\* VILLOUTA AND SANTELICES, 1986, IN A SUBTIDAL POPULATION IN NORTHERN CHILE](#)

REVISTA CHILENA DE HISTORIA NATURAL 64 (2): 271-279 AUG 1991

Times Cited: [4](#)

## *Lessonia nigrescens* Bory 1826

### 1. Morfología

Times Cited: [1](#)

Santelices B, Aedo D, Hoffmann A

[Banks of microscopic forms and survival to darkness of propagules and microscopic stages of macroalgae](#)

REVISTA CHILENA DE HISTORIA NATURAL 75 (3): 547-555 SEP 2002

Times Cited: [1](#)

### 2. Ecología

Tala F, Edding M

[First estimates of productivity in \*Lessonia trabeculata\* and \*Lessonia nigrescens\* \(Phaeophyceae, Laminariales\) from the southeast Pacific](#)

PHYCOLOGICAL RESEARCH 55 (1): 66-79 MAR 2007

Manriquez PH, Castilla JC

[Roles of larval behaviour and microhabitat traits in determining spatial aggregations in the ascidian \*Pyura chilensis\*](#)

MARINE ECOLOGY-PROGRESS SERIES 332: 155-165 2007

Correa JA, Lagos NA, Medina MH, et al.

[Experimental transplants of the large kelp \*Lessonia nigrescens\* \(Phaeophyceae\) in high-energy wave exposed rocky intertidal habitats of northern Chile: Experimental, restoration and management applications](#)

JOURNAL OF EXPERIMENTAL MARINE BIOLOGY AND ECOLOGY 335 (1): 13-18 JUL 25 2006

Times Cited: [1](#)

Ortiz M

[Qualitative modelling of the kelp forest of \*Lessonia nigrescens\* Bory \(Laminariales : Phaeophyta\) in eulittoral marine ecosystems of the south-east Pacific: an approach to management plan assessment](#)

AQUACULTURE 220 (1-4): 423-436 APR 14 2003

Times Cited: [1](#)

Gaylord B, Denny MW

[Flow and flexibility - I. Effects of size, shape and stiffness in determining wave forces on the stipitate kelps \*Eisenia arborea\* and \*Pterygophora californica\*](#)

JOURNAL OF EXPERIMENTAL BIOLOGY 200 (24): 3141-3164 DEC 1997

Times Cited: [31](#)

Camus PA

[RECRUITMENT OF THE INTERTIDAL KELP \*LESSONIA-NIGRESCENS\* BORY IN NORTHERN CHILE - SUCCESSIONAL CONSTRAINTS AND OPPORTUNITIES](#)

JOURNAL OF EXPERIMENTAL MARINE BIOLOGY AND ECOLOGY 184 (2): 171-181 DEC 15 1994

Times Cited: [18](#)

### 3. Cultivos

Nelson WA

[Life history and growth in culture of the endemic New Zealand kelp \*Lessonia\* variegata J. Agardh in response to differing regimes of temperature, photoperiod and light](#)

JOURNAL OF APPLIED PHYCOLOGY 17 (1): 23-28 JAN 2005

Times Cited: [1](#)

Fonck E, Venegas M, Tala F, et al.

[Artificial induction of sporulation in \*Lessonia\* \(Phaeophyta, Laminariales\)](#)

JOURNAL OF APPLIED PHYCOLOGY 10 (4): 399-403 1998

Times Cited: [5](#)

### 4. Compuestos químicos

Hartmann M, Dentini M, Draget KI, et al.

[Enzymatic modification of alginates with the mannuronan C-5 epimerase AlgE4 enhances their solubility at low pH](#)

CARBOHYDRATE POLYMERS 63 (2): 257-262 FEB 3 2006

Times Cited: 0

Moresi M, Bruno M, Parente E

[Viscoelastic properties of microbial alginate gels by oscillatory dynamic tests](#)

JOURNAL OF FOOD ENGINEERING 64 (2): 179-186 SEP 2004

Times Cited: 0

Zimmermann H, Hillgartner M, Manz B, et al.

[Fabrication of homogeneously cross-linked, functional alginate microcapsules validated by NMR-, CLSM- and AFM-imaging](#)

BIOMATERIALS 24 (12): 2083-2096 MAY 2003

Times Cited: [21](#)

VASQUEZ JA

[ECOLOGICAL EFFECTS OF BROWN SEAWEED HARVESTING](#)

BOTANICA MARINA 38 (3): 251-257 MAY 1995

Times Cited: [10](#)

FUJIKI K, MATSUYAMA H, YANO T

[PROTECTIVE EFFECT OF SODIUM ALGINATES AGAINST BACTERIAL-INFECTION IN COMMON CARP, CYPRINUS-CARPIO L](#)

JOURNAL OF FISH DISEASES 17 (4): 349-355 JUL 1994

Times Cited: [17](#)

### 5. Fisiología

Gomez I, Orostegui M, Huovinen P

[Morpho-functional patterns of photosynthesis in the south pacific kelp \*Lessonia nigrescens\*: Effects of UV radiation on C-14 fixation and primary photochemical reactions](#)

JOURNAL OF PHYCOLOGY 43 (1): 55-64 FEB 2007

Huovinen P, Gomez I, Lovengreen C

[A five-year study of solar ultraviolet radiation in southern Chile \(39 degrees S\): Potential impact on physiology of coastal marine algae?](#)

PHOTOCHEMISTRY AND PHOTOBIOLOGY 82 (2): 515-522 MAR-APR 2006

Times Cited: [2](#)

Gomez I, Ulloa N, Orostegui M

[Morpho-functional patterns of photosynthesis and UV sensitivity in the kelp \*Lessonia nigrescens\* \(Laminariales, Phaeophyta\)](#)

MARINE BIOLOGY 148 (2): 231-240 DEC 2005

### 6. Manejo

Contreras L, Medina MH, Andrade S, et al.

[Effects of copper on early developmental stages of \*Lessonia nigrescens\* Bory \(Phaeophyceae\)](#)

ENVIRONMENTAL POLLUTION 145 (1): 75-83 JAN 2007

Correa JA, Lagos NA, Medina MH, et al.  
[Experimental transplants of the large kelp \*Lessonia nigrescens\* \(Phaeophyceae\) in high-energy wave exposed rocky intertidal habitats of northern Chile: Experimental, restoration and management applications](#)  
JOURNAL OF EXPERIMENTAL MARINE BIOLOGY AND ECOLOGY 335 (1): 13-18 JUL 25 2006  
Times Cited: [1](#)

Castilla JC, Uribe M, Bahamonde N, et al.  
[Down under the southeastern Pacific: marine non-indigenous species in Chile](#)  
BIOLOGICAL INVASIONS 7 (2): 213-232 MAR 2005  
Times Cited: [8](#)

Ortiz M  
[Qualitative modelling of the kelp forest of \*Lessonia nigrescens\* Bory \(Laminariales : Phaeophyta\) in eulittoral marine ecosystems of the south-east Pacific: an approach to management plan assessment](#)  
AQUACULTURE 220 (1-4): 423-436 APR 14 2003  
Times Cited: [1](#)

VASQUEZ JA  
[ECOLOGICAL EFFECTS OF BROWN SEAWEED HARVESTING](#)  
BOTANICA MARINA 38 (3): 251-257 MAY 1995  
Times Cited: [10](#)

GOROSTIAGA JM  
[SUBLITTORAL SEAWEED VEGETATION OF A VERY EXPOSED SHORE ON THE BASQUE COAST \(NORTH SPAIN\)](#)  
BOTANICA MARINA 38 (1): 9-16 JAN 1995  
Times Cited: [1](#)

WESTERMEIER R, MULLER DG, GOMEZ I, et al.  
[POPULATION BIOLOGY OF DURVILLAEA ANTARCTICA AND LESSONIA-NIGRESCENS \(PHAEOPHYTA\) ON THE ROCKY SHORES OF SOUTHERN CHILE](#)  
MARINE ECOLOGY-PROGRESS SERIES 110 (2-3): 187-194 JUL 1994  
Times Cited: [5](#)

VASQUEZ JA, WESTERMEIER R  
[LIMITING FACTORS IN OPTIMIZING SEAWEED YIELD IN CHILE](#)  
HYDROBIOLOGIA 261: 313-320 JUN 18 1993  
Times Cited: 0

## ***Macrocystis integrifolia*** Bory 1826

### **1. Morfología**

Westermeier R, Patino D, Muller DG  
[Sexual compatibility and hybrid formation between the giant kelp species \*Macrocystis pyrifera\* and \*M-integrifolia\* \(Laminariales, Phaeophyceae\) in Chile](#)  
JOURNAL OF APPLIED PHYCOLOGY 19 (3): 215-221 JUN 2007

Haring RN, Carpenter RC  
[Habitat-induced morphological variation influences photosynthesis and drag on the marine macroalga \*Pachydictyon coriaceum\*](#)  
MARINE BIOLOGY 151 (1): 243-255 MAR 2007  
Times Cited: 0

Stewart HL  
[Morphological variation and phenotypic plasticity of buoyancy in the macroalga \*Turbinaria ornata\* across a barrier reef](#)  
MARINE BIOLOGY 149 (4): 721-730 JUL 2006  
Times Cited: 0

Fowler-Walker MJ, Wernberg T, Connell SD  
[Differences in kelp morphology between wave sheltered and exposed localities: morphologically plastic or fixed traits?](#)  
MARINE BIOLOGY 148 (4): 755-767 FEB 2006  
Times Cited: 0

Druehl LD, Collins JD, Lane CE, et al.

[An evaluation of methods used to assess intergeneric hybridization in kelp using Pacific Laminariales \(Phaeophyceae\)](#)  
JOURNAL OF PHYCOLOGY 41 (2): 250-262 APR 2005  
Times Cited: [1](#)

Tan IH, Druehl LD

[A ribosomal DNA phylogeny supports the close evolutionary relationships among the Sporocnales, Desmarestiales, and Laminariales \(Phaeophyceae\)](#)

JOURNAL OF PHYCOLOGY 32 (1): 112-118 FEB 1996

Times Cited: [35](#)

Hurd CL, Stevens CL, Laval BE, et al.

[Visualization of seawater flow around morphologically distinct forms of the giant kelp \*Macrocystis integrifolia\* from wave-sheltered and exposed sites](#)

LIMNOLOGY AND OCEANOGRAPHY 42 (1): 156-163 JAN 1997

Times Cited: [14](#)

Hurd CL, Harrison PJ, Druehl LD

[Effect of seawater velocity on inorganic nitrogen uptake by morphologically distinct forms of \*Macrocystis integrifolia\* from wave-sheltered and exposed sites](#)

MARINE BIOLOGY 126 (2): 205-214 AUG 1996

Times Cited: [33](#)

LEWIS RJ, NEUSHUL M

[NORTHERN AND SOUTHERN-HEMISPHERE HYBRIDS OF MACROCYSTIS \(PHAEOPHYCEAE\)](#)

JOURNAL OF PHYCOLOGY 30 (2): 346-353 APR 1994

Times Cited: [8](#)

### 3. Ecología

Laidre KL, Jameson RJ

[Foraging patterns and prey selection in an increasing and expanding sea otter population](#)

JOURNAL OF MAMMALOLOGY 87 (4): 799-807 AUG 2006

Times Cited: 0

Vega JMA, Vasquez JA, Buschmann AH

[Population biology of the subtidal kelps \*Macrocystis integrifolia\* and \*Lessonia trabeculata\* \(Laminariales, Phaeophyceae\) in an upwelling ecosystem of Northern Chile: Interannual variability and El Niño 1997-1998](#)

REVISTA CHILENA DE HISTORIA NATURAL 78 (1): 33-50 MAR 2005

Times Cited: [2](#)

Shaffer JA

[Seasonal variation in understory kelp bed habitats of the Strait of Juan de Fuca](#)

JOURNAL OF COASTAL RESEARCH 16 (3): 768-775 SUM 2000

Times Cited: 0

IRELAN CD, HORN MH

[EFFECTS OF MACROPHYTE SECONDARY CHEMICALS ON FOOD CHOICE AND DIGESTIVE EFFICIENCY OF \*CEBIDICHTHYS-VIOLACEUS\* \(GIRARD\), AN HERBIVOROUS FISH OF TEMPERATE MARINE WATERS](#)

JOURNAL OF EXPERIMENTAL MARINE BIOLOGY AND ECOLOGY 153 (2): 179-194 1991

Times Cited: [26](#)

### 3. Cultivos

Westermeier R, Patino D, Muller DG

[Sexual compatibility and hybrid formation between the giant kelp species \*Macrocystis pyrifera\* and \*M-integrifolia\* \(Laminariales, Phaeophyceae\) in Chile](#)

JOURNAL OF APPLIED PHYCOLOGY 19 (3): 215-221 JUN 2007

Druehl LD, Collins JD, Lane CE, et al.

[An evaluation of methods used to assess intergeneric hybridization in kelp using Pacific Laminariales \(Phaeophyceae\)](#)

JOURNAL OF PHYCOLOGY 41 (2): 250-262 APR 2005

Times Cited: [1](#)

Lane CE, Saunders GW

[Molecular investigation reveals epi/endophytic extrageneric kelp \(Laminariales, Phaeophyceae\) gametophytes colonizing \*Lessoniopsis littoralis\* thalli](#)

BOTANICA MARINA 48 (5-6): 426-436 DEC 2005

Times Cited: 0

STEKOLL MS, ELSE PV

[CULTIVATION OF \*MACROCYSTIS-INTEGRIFOLIA\* \(LAMINARIALES, PHAEOPHYTA\) IN SOUTHEASTERN ALASKAN WATERS](#)

HYDROBIOLOGIA 204: 445-451 SEP 28 1990

Times Cited: 0

#### 4. Compuestos químicos

IRELAN CD, HORN MH

[EFFECTS OF MACROPHYTE SECONDARY CHEMICALS ON FOOD CHOICE AND DIGESTIVE EFFICIENCY OF CEBIDICHTHYS-VIOLEACEUS \(GIRARD\), AN HERBIVOROUS FISH OF TEMPERATE MARINE WATERS](#)

JOURNAL OF EXPERIMENTAL MARINE BIOLOGY AND ECOLOGY 153 (2): 179-194 1991

Times Cited: [26](#)

#### 5. Fisiología

Saier B, Chapman AS

[Crusts of the alien bryozoan \*Membranipora membranacea\* can negatively impact spore output from native kelps \(\*Laminaria longicruris\*\)](#)

BOTANICA MARINA 47 (4): 265-271 2004

Times Cited: [2](#)

Harrison PJ, Hurd CL

[Nutrient physiology of seaweeds: Application of concepts to aquaculture](#)

CAHIERS DE BIOLOGIE MARINE 42 (1-2): 71-82 2001

Times Cited: [6](#)

Hurd CL, Durante KM, Harrison PJ

[Influence of bryozoan colonization on the physiology of the kelp \*Macrocystis integrifolia\* \(Laminariales, Phaeophyta\) from nitrogen-rich and -poor sites in Barkley Sound, British Columbia, Canada](#)

PHYCOLOGIA 39 (5): 435-440 SEP 2000

Times Cited: [8](#)

HURD CL, DURANTE KM, CHIA FS, et al.

[EFFECT OF BRYOZOAN COLONIZATION ON INORGANIC NITROGEN ACQUISITION BY THE KELPS \*AGARUM-FIMBRIATUM\* AND \*MACROCYSTIS-INTEGRIFOLIA\*](#)

MARINE BIOLOGY 121 (1): 167-173 DEC 1994

Times Cited: [14](#)

#### 6. Manejo

Shaffer JA

[Seasonal variation in understory kelp bed habitats of the Strait of Juan de Fuca](#)

JOURNAL OF COASTAL RESEARCH 16 (3): 768-775 SUM 2000

Times Cited: 0

### ***Macrocystis pyrifera*** Linnaeus (C. Agardh) 1820

#### 1. Morfología

Prathey A, Wichachucherd B, Thongroy P

[Spatial and temporal variation in density and thallus morphology of \*Turbinaria ornata\* in Thailand](#)

AQUATIC BOTANY 86 (2): 132-138 FEB 2007

Times Cited: 0

Schiel DR, Foster MS

[The population biology of large brown seaweeds: Ecological consequences of multiphase life histories in dynamic coastal environments](#)

ANNUAL REVIEW OF ECOLOGY EVOLUTION AND SYSTEMATICS 37: 343-372 2006

Times Cited: 0

Denny MW

[Ocean waves, nearshore ecology, and natural selection](#)

AQUATIC ECOLOGY 40 (4): 439-461 DEC 2006

Times Cited: 0

Wernberg T, Kendrick GA, Toohy BD

[Modification of the physical environment by an \*Ecklonia radiata\* \(Laminariales\) canopy and implications for associated foliose algae](#)

AQUATIC ECOLOGY 39 (4): 419-430 DEC 2005

Times Cited: [1](#)

Molina-Montenegro MA, Munoz AA, Badano EI, et al.

[Positive associations between macroalgal species in a rocky intertidal zone and their effects on the physiological performance of \*Ulva lactuca\*](#)

MARINE ECOLOGY-PROGRESS SERIES 292: 173-180 2005

Times Cited: 0

Roberson LM, Coyer JA  
[Variation in blade morphology of the kelp \*Eisenia arborea\*: incipient speciation due to local water motion?](#)  
MARINE ECOLOGY-PROGRESS SERIES 282: 115-128 2004  
Times Cited: [5](#)

Eckman JE, Duggins DO, Siddon CE  
[Current and wave dynamics in the shallow subtidal: implications to the ecology of understory and surface-canopy kelps](#)  
MARINE ECOLOGY-PROGRESS SERIES 265: 45-56 2003  
Times Cited: [2](#)

Duggins DO, Eckman JE, Siddon CE, et al.  
[Population, morphometric and biomechanical studies of three understory kelps along a hydrodynamic gradient](#)  
MARINE ECOLOGY-PROGRESS SERIES 265: 57-76 2003  
Times Cited: [8](#)

Santelices B, Aedo D, Hoffmann A  
[Banks of microscopic forms and survival to darkness of propagules and microscopic stages of macroalgae](#)  
REVISTA CHILENA DE HISTORIA NATURAL 75 (3): 547-555 SEP 2002  
Times Cited: [1](#)

Blanchette CA, Miner BG, Gaines SD  
[Geographic variability in form, size and survival of \*Egregia menziesii\* around Point Conception, California](#)  
MARINE ECOLOGY-PROGRESS SERIES 239: 69-82 2002  
Times Cited: [29](#)

Scrosati R  
[Population dynamics of \*Caulerpa sertularioides\* \(Chlorophyta : Bryopsidales\) from Baja California, Mexico, during El Nino and La Nina years](#)  
JOURNAL OF THE MARINE BIOLOGICAL ASSOCIATION OF THE UNITED KINGDOM 81 (5): 721-726 OCT 2001  
Times Cited: [5](#)

Cole RG, Babcock RC, Travers V  
[Distributional expansion of \*Carpophyllum flexuosum\* onto wave-exposed reefs in north-eastern New Zealand](#)  
NEW ZEALAND JOURNAL OF MARINE AND FRESHWATER RESEARCH 35 (1): 17-32 MAR 2001  
Times Cited: [3](#)

Milligan KLD, DeWreede RE  
[Variations in holdfast attachment mechanics with developmental stage, substratum-type, season, and wave-exposure for the intertidal kelp species \*Hedophyllum sessile\* \(C. Agardh\) Setchell](#)  
JOURNAL OF EXPERIMENTAL MARINE BIOLOGY AND ECOLOGY 254 (2): 189-209 NOV 20 2000  
Times Cited: [14](#)

Konar B  
[Seasonal inhibitory effects of marine plants on sea urchins: structuring communities the algal way](#)  
OECOLOGIA 125 (2): 208-217 OCT 2000  
Times Cited: [26](#)

Hurd CL  
[Water motion, marine macroalgal physiology, and production](#)  
JOURNAL OF PHYCOLOGY 36 (3): 453-472 JUN 2000  
Times Cited: [54](#)

Wakefield RL, Murray SN  
[Factors influencing food choice by the seaweed-eating marine snail \*Norrisia norrisi\* \(Trochidae\)](#)  
MARINE BIOLOGY 130 (4): 631-642 MAR 1998  
Times Cited: [22](#)

Vasquez JA, Buschmann AH  
[Herbivore-kelp interactions in Chilean subtidal communities: A review](#)  
REVISTA CHILENA DE HISTORIA NATURAL 70 (1): 41-52 MAR 1997  
Times Cited: [16](#)

Larned ST, Stimson J  
[Nitrogen-limited growth in the coral reef chlorophyte \*Dictyosphaeria cavernosa\*, and the effect of exposure to sediment-derived nitrogen on growth](#)  
MARINE ECOLOGY-PROGRESS SERIES 145 (1-3): 95-108 DEC 1996  
Times Cited: [23](#)

LEWIS RJ, NEUSHUL M  
[NORTHERN AND SOUTHERN-HEMISPHERE HYBRIDS OF MACROCYSTIS \(PHAEOPHYCEAE\)](#)  
JOURNAL OF PHYCOLOGY 30 (2): 346-353 APR 1994  
Times Cited: [8](#)

WINTER FC, ESTES JA  
[EXPERIMENTAL-EVIDENCE FOR THE EFFECTS OF POLYPHENOLIC COMPOUNDS FROM \*DICTYONEURUM-CALIFORNICUM\* RUPRECHT \(PHAEOPHYTA, LAMINARIALES\) ON FEEDING RATE AND GROWTH IN THE RED ABALONE \*HALIOTUS-RUFESCENS\* SWAINSON](#)  
JOURNAL OF EXPERIMENTAL MARINE BIOLOGY AND ECOLOGY 155 (2): 263-277 1992  
Times Cited: [35](#)

HOFFMANN AJ, SANTELICES B

[BANKS OF ALGAL MICROSCOPIC FORMS - HYPOTHESES ON THEIR FUNCTIONING AND COMPARISONS WITH SEED BANKS](#)

MARINE ECOLOGY-PROGRESS SERIES 79 (1-2): 185-194 DEC 1991

Times Cited: [36](#)

NORTON TA

[CONFLICTING CONSTRAINTS ON THE FORM OF INTERTIDAL ALGAE](#)

BRITISH PHYCOLOGICAL JOURNAL 26 (3): 203-218 SEP 1991

Times Cited: [29](#)

KRAMER GP, CHAPMAN DJ

[EFFECTS OF TENSILE FORCE AND NUTRIENT AVAILABILITY ON CARBON UPTAKE AND CELL-WALL SYNTHESIS IN BLADES OF JUVENILE EGREGIA-MENZIESII \(TURN\) ARESCH \(PHAEOPHYTA\)](#)

JOURNAL OF EXPERIMENTAL MARINE BIOLOGY AND ECOLOGY 149 (2): 267-277 1991

Times Cited: 0

## 2. Ecología

Thiel M, Haye PA

[The ecology of rafting in the marine environment. III. Biogeographical and evolutionary consequences](#)

OCEANOGRAPHY AND MARINE BIOLOGY 44: 323-429 2006

Times Cited: 0

Blanchette CA, Gaines SD

[Distribution, abundance, size and recruitment of the mussel, Mytilus californianus, across a major oceanographic and biogeographic boundary at Point Conception, California, USA](#)

JOURNAL OF EXPERIMENTAL MARINE BIOLOGY AND ECOLOGY 340 (2): 268-279 JAN 23 2007

Times Cited: 0

Denny MW

[Ocean waves, nearshore ecology, and natural selection](#)

AQUATIC ECOLOGY 40 (4): 439-461 DEC 2006

Times Cited: 0

Gaylord B, Reed DC, Raimondi PT, et al.

[Macroalgal spore dispersal in coastal environments: Mechanistic insights revealed by theory and experiment](#)

ECOLOGICAL MONOGRAPHS 76 (4): 481-502 NOV 2006

Times Cited: 0

Edwards MS, Estes JA

[Catastrophe, recovery and range limitation in NE Pacific kelp forests: a large-scale perspective](#)

MARINE ECOLOGY-PROGRESS SERIES 320: 79-87 2006

Times Cited: 0

Greer SP, Iken K, McClintock JB, et al.

[Bioassay-guided fractionation of antifouling compounds using computer-assisted motion analysis of brown algal spore swimming](#)

BIOFOULING 22 (2): 125-132 2006

Times Cited: [2](#)

Thiel M, Gutow L

[The ecology of rafting in the marine environment. II. The rafting organisms and community](#)

OCEANOGRAPHY AND MARINE BIOLOGY 43: 279-418 2005

Times Cited: [12](#)

de Lara VCF, Butler M, Hernandez-Vazquez S, et al.

[Determination of preferred habitats of early benthic juvenile California spiny lobster, Panulirus interruptus, on the Pacific coast of Baja California Sur, Mexico](#)

MARINE AND FRESHWATER RESEARCH 56 (7): 1037-1045 2005

Times Cited: 0

Thiel M, Gutow L

[The ecology of rafting in the marine environment - I - The floating substrata](#)

OCEANOGRAPHY AND MARINE BIOLOGY 42: 181-263 2005

Times Cited: [10](#)

Hurd CL, Nelson WA, Falshaw R, et al.

[History, current status and future of marine macroalgal research in New Zealand: Taxonomy, ecology, physiology and human uses](#)

PHYCOLOGICAL RESEARCH 52 (2): 80-106 JUN 2004

Times Cited: 0

Hinojosa-Arango G, Riosmena-Rodriguez R

[Influence of rhodolith-forming species and growth-form on associated fauna of rhodolith beds in the central-west Gulf of California, Mexico](#)

MARINE ECOLOGY-PUBBLICAZIONI DELLA STAZIONE ZOOLOGICA DI NAPOLI I 25 (2): 109-127 JUL 2004

Times Cited: [1](#)

Eckman JE, Duggins DO, Siddon CE

[Current and wave dynamics in the shallow subtidal: implications to the ecology of understory and surface-canopy kelps](#)

MARINE ECOLOGY-PROGRESS SERIES 265: 45-56 2003

Times Cited: [2](#)

Hubbard CB, Garbary DJ, Kim KY, et al.

[Host specificity and growth of kelp gametophytes symbiotic with filamentous red algae \(Ceramiales, Rhodophyta\)](#)

HELGOLAND MARINE RESEARCH 58 (1): 18-25 FEB 2004

Times Cited: [1](#)

Edwards MS

[Estimating scale-dependency in disturbance impacts: El Ninos and giant kelp forests in the northeast Pacific](#)

OECOLOGIA 138 (3): 436-447 FEB 2004

Times Cited: [12](#)

Airoldi L

[The effects of sedimentation on rocky coast assemblages](#)

OCEANOGRAPHY AND MARINE BIOLOGY 41: 161-236 2003

Times Cited: [39](#)

Graham MH

[Coupling propagule output to supply at the edge and interior of a giant kelp forest](#)

ECOLOGY 84 (5): 1250-1264 MAY 2003

Times Cited: [6](#)

Steneck RS, Graham MH, Bourque BJ, et al.

[Kelp forest ecosystems: biodiversity, stability, resilience and future](#)

ENVIRONMENTAL CONSERVATION 29 (4): 436-459 DEC 2002

Times Cited: [40](#)

Denny M, Gaylord B

[The mechanics of wave-swept algae](#)

JOURNAL OF EXPERIMENTAL BIOLOGY 205 (10): 1355-1362 MAY 2002

Times Cited: [13](#)

Duggins D, Eckman JE, Siddon CE, et al.

[Interactive roles of mesograzers and current flow in survival of kelps](#)

MARINE ECOLOGY-PROGRESS SERIES 223: 143-155 2001

Times Cited: [22](#)

Fernandez M, Jaramillo E, Marquet PA, et al.

[Diversity, dynamics and biogeography of Chilean benthic nearshore ecosystems: an overview and guidelines for conservation](#)

REVISTA CHILENA DE HISTORIA NATURAL 73 (4): 797-830 DEC 2000

Times Cited: [21](#)

Anderson TW

[Predator responses, prey refuges, and density-dependent mortality of a marine fish](#)

ECOLOGY 82 (1): 245-257 JAN 2001

Times Cited: [37](#)

Nelson PA

[Behavioral ecology of young-of-the-year kelp rockfish, \*Sebastes atrovirens\* Jordan and Gilbert \(Pisces : Scorpaenidae\)](#)

JOURNAL OF EXPERIMENTAL MARINE BIOLOGY AND ECOLOGY 256 (1): 33-50 JAN 1 2001

Times Cited: [6](#)

Milligan KLD, DeWreede RE

[Variations in holdfast attachment mechanics with developmental stage, substratum-type, season, and wave-exposure for the intertidal kelp species \*Hedophyllum sessile\* \(C. Agardh\) Setchell](#)

JOURNAL OF EXPERIMENTAL MARINE BIOLOGY AND ECOLOGY 254 (2): 189-209 NOV 20 2000

Times Cited: [14](#)

Neto AI

[Observations on the biology and ecology of selected macroalgae from the littoral of Sao Miguel \(Azores\)](#)

BOTANICA MARINA 43 (5): 483-498 SEP 2000

Times Cited: [8](#)

Hobday AJ

[Persistence and transport of fauna on drifting kelp \(\*Macrocystis pyrifera\* \(L.\) C. Agardh\) rafts in the Southern California Bight](#)

JOURNAL OF EXPERIMENTAL MARINE BIOLOGY AND ECOLOGY 253 (1): 75-96 OCT 5 2000

Times Cited: [21](#)

### 3. Cultivos

Colombo-Pallotta MF, Garcia-Mendoza E, Ladah LB

[Photosynthetic performance, light absorption, and pigment composition of \*Macrocystis pyrifera\* \(Laminariales, Phaeophyceae\) blades from different depths](#)

JOURNAL OF PHYCOLOGY 42 (6): 1225-1234 DEC 2006

Times Cited: [1](#)

Gutierrez A, Correa T, Munoz V, et al.

[Farming of the giant kelp \*Macrocystis pyrifera\* in southern Chile for development of novel food products](#)

JOURNAL OF APPLIED PHYCOLOGY 18 (3-5): 259-267 OCT 2006

Times Cited: 0

Allen VJ, Marsden ID, Ragg NLC, et al.

[The effects of tactile stimulants on feeding, growth, behaviour, and meat quality of cultured Blackfoot abalone, \*Haliotis iris\*](#)

AQUACULTURE 257 (1-4): 294-308 JUN 30 2006

Westermeyer R, Patino D, Piel MI, et al.

[A new approach to kelp mariculture in Chile: production of free-floating sporophyte seedlings from gametophyte cultures of \*Lessonia trabeculata\* and \*Macrocystis pyrifera\*](#)

AQUACULTURE RESEARCH 37 (2): 164-171 FEB 7 2006

Carney LT, Waaland JR, Klinger T, et al.

[Restoration of the bull kelp \*Nereocystis luetkeana\* in nearshore rocky habitats](#)

MARINE ECOLOGY-PROGRESS SERIES 302: 49-61 2005

Times Cited: 0

Simental JA, Sanchez-Saavedra MD, Flores-Acevedo N

[Growth and survival of juvenile red abalone \(\*Haliotis rufescens\*\) fed with macroalgae enriched with a benthic diatom film](#)

JOURNAL OF SHELLFISH RESEARCH 23 (4): 995-999 DEC 2004

Times Cited: [1](#)

Munoz V, Hernandez-Gonzalez MC, Buschmann AH, et al.

[Variability in per capita oogonia and sporophyte production from giant kelp gametophytes \(\*Macrocystis pyrifera\*, Phaeophyceae\)](#)

REVISTA CHILENA DE HISTORIA NATURAL 77 (4): 639-647 DEC 2004

Times Cited: [2](#)

Demetropoulos C, Langdon C

[Pacific dulse \(\*Palmaria mollis\*\) as a food and biofilter in recirculated, land-based abalone culture systems](#)

AQUACULTURAL ENGINEERING 32 (1): 57-75 DEC 2004

Times Cited: 0

Tala F, Edding M, Vasquez J

[Aspects of the reproductive phenology of \*Lessonia trabeculata\* \(Laminariales : Phaeophyceae\) from three populations in northern Chile](#)

NEW ZEALAND JOURNAL OF MARINE AND FRESHWATER RESEARCH 38 (2): 255-266 JUN 2004

Times Cited: [6](#)

Phillips JC, Hurd CL

[Nitrogen ecophysiology of intertidal seaweeds from New Zealand: N uptake, storage and utilisation in relation to shore position and season](#)

MARINE ECOLOGY-PROGRESS SERIES 264: 31-48 2003

Times Cited: [7](#)

Hubbard CB, Garbary DJ, Kim KY, et al.

[Host specificity and growth of kelp gametophytes symbiotic with filamentous red algae \(Ceramiales, Rhodophyta\)](#)

HELGOLAND MARINE RESEARCH 58 (1): 18-25 FEB 2004

Times Cited: [1](#)

Durazo-Beltran E, Toro-Vazquez JF, Vasquez-Pelaez C, et al.

[Effect of the seaweed \*Macrocystis pyrifera\* and a formulated diet on growth and fatty acid composition in the green abalone, \*Haliotis fulgens\*, under commercial culture conditions](#)

CIENCIAS MARINAS 29 (4B): 645-654 DEC 2003

Times Cited: [2](#)

Bashan Y, Hernandez JP, Leyva LA, et al.

[Alginate microbeads as inoculant carriers for plant growth-promoting bacteria](#)

BIOLOGY AND FERTILITY OF SOILS 35 (5): 359-368 JUN 2002

Times Cited: [12](#)

Greer SP, Amsler CD

[Light boundaries and the coupled effects of surface hydrophobicity and light on spore settlement in the brown alga \*Hincksia irregularis\* \(phaeophyceae\)](#)

JOURNAL OF PHYCOLOGY 38 (1): 116-124 FEB 2002

Times Cited: [8](#)

- Buschmann AH, Correa JA, Westermeier R, et al.  
[Cultivation of \*Gigartina skottsbergii\* \(Gigartinales, Rhodophyta\): Recent advances and challenges for the future](#)  
 JOURNAL OF APPLIED PHYCOLOGY 13 (3): 255-266 JUN 2001  
 Times Cited: [5](#)
- Kawamata S  
[Adaptive mechanical tolerance and dislodgement velocity of the kelp \*Laminaria japonica\* in wave-induced water motion](#)  
 MARINE ECOLOGY-PROGRESS SERIES 211: 89-104 2001  
 Times Cited: [19](#)
- Cabello-Pasini A, Aguirre-von-Wobeser E, Figueroa FL  
[Photoinhibition of photosynthesis in \*Macrocystis pyrifera\* \(Phaeophyceae\), \*Chondrus crispus\* \(Rhodophyceae\) and \*Ulva lactuca\* \(Chlorophyceae\) in outdoor culture systems](#)  
 JOURNAL OF PHOTOCHEMISTRY AND PHOTOBIOLOGY B-BIOLOGY 57 (2-3): 169-178 SEP 2000  
 Times Cited: [11](#)
- Huovinen PS, Oikari AOJ, Soimasuo MR, et al.  
[Impact of UV radiation on the early development of the giant kelp \(\*Macrocystis pyrifera\*\) gametophytes](#)  
 PHOTOCHEMISTRY AND PHOTOBIOLOGY 72 (3): 308-313 SEP 2000  
 Times Cited: [14](#)
- Lapota D, Rosen G, Chock J, et al.  
[Red and green abalone seed growout for reseeded activities off Point Loma, California](#)  
 JOURNAL OF SHELLFISH RESEARCH 19 (1): 431-438 JUN 2000  
 Times Cited: [3](#)
- Aguirre-von-Wobeser E, Figueroa FL, Cabello-Pasini A  
[Effect of UV radiation on photoinhibition of marine macrophytes in culture systems](#)  
 JOURNAL OF APPLIED PHYCOLOGY 12 (2): 159-168 2000  
 Times Cited: [7](#)
- Gomez I, Weykam G, Wiencke C  
[Photosynthetic metabolism and major organic compounds in the marine brown alga \*Desmarestia menziesii\* from King George Island \(Antarctica\)](#)  
 AQUATIC BOTANY 60 (2): 105-118 FEB 1998  
 Times Cited: [2](#)
- Gomez I, Wiencke C  
[Seasonal changes in C, N and major organic compounds and their significance to morpho-functional processes in the endemic Antarctic brown alga \*Ascoseira mirabilis\*](#)  
 POLAR BIOLOGY 19 (2): 115-124 FEB 1998  
 Times Cited: [7](#)
- Love J, Brownlee C, Trewavas AJ  
[Ca<sup>2+</sup> and calmodulin dynamics during photopolarization in \*Fucus serratus\* zygotes](#)  
 PLANT PHYSIOLOGY 115 (1): 249-261 SEP 1997  
 Times Cited: [36](#)
- Gall EA, Asensi A, Marie D, et al.  
[Parthenogenesis and apospory in the Laminariales: A flow cytometry analysis](#)  
 EUROPEAN JOURNAL OF PHYCOLOGY 31 (4): 369-380 NOV 1996  
 Times Cited: [11](#)
- HurtadoPonce AQ, Agbayani RF, Chavoso EAJ  
[Economics of cultivating \*Kappaphycus alvarezii\* using the fixed-bottom line and hanging-long line methods in Panagatan cays, Caluya, Antique, Philippines](#)  
 JOURNAL OF APPLIED PHYCOLOGY 8 (2): 105-109 1996  
 Times Cited: [1](#)
- Braga AD, YoneshigueValentin Y  
[Nitrogen and phosphorus uptake by the Brazilian kelp \*Laminaria abyssalis\* \(Phaeophyta\) in culture](#)  
 HYDROBIOLOGIA 327: 445-450 JUL 26 1996  
 Times Cited:

#### 4. Compuestos químicos

- Wakefield RL, Murray SN  
[Factors influencing food choice by the seaweed-eating marine snail \*Norrisia norrisi\* \(Trochidae\)](#)  
 MARINE BIOLOGY 130 (4): 631-642 MAR 1998  
 Times Cited: [22](#)
- COYER JA, STELLER DL, ALBERTE RS  
[A FIELD-COMPATIBLE METHOD FOR EXTRACTION OF FINGERPRINT-QUALITY DNA FROM \*MACROCYSTIS-PYRIFERA\* \(PHAEOPHYCEAE\)](#)  
 JOURNAL OF PHYCOLOGY 31 (1): 177-180 FEB 1995  
 Times Cited: [3](#)

Yabur R, Bashan Y, Hernandez-Carmona G

[Alginate from the macroalgae \*Sargassum sinicola\* as a novel source for microbial immobilization material in wastewater treatment and plant growth promotion](#)

JOURNAL OF APPLIED PHYCOLOGY 19 (1): 43-53 FEB 2007

Times Cited: 0

Westermeier R, Patino D, Piel MI, et al.

[A new approach to kelp mariculture in Chile: production of free-floating sporophyte seedlings from gametophyte cultures of \*Lessonia trabeculata\* and \*Macrocystis pyrifera\*](#)

AQUACULTURE RESEARCH 37 (2): 164-171 FEB 7 2006

Times Cited: 0

Moreira SM, Moreira-Santos M, Guilhermino U, et al.

[Immobilization of the marine microalga \*Phaeodactylum tricornutum\* in alginate for in situ experiments: Bead stability and suitability](#)

ENZYME AND MICROBIAL TECHNOLOGY 38 (1-2): 135-141 JAN 3 2006

Times Cited: 1

De Stefano C, Gianguzza A, Piazzese D, et al.

[Modelling of proton and metal exchange in the alginate biopolymer](#)

ANALYTICAL AND BIOANALYTICAL CHEMISTRY 383 (4): 587-596 OCT 2005

Times Cited: 4

Moresi M, Bruno M, Parente E

[Viscoelastic properties of microbial alginate gels by oscillatory dynamic tests](#)

JOURNAL OF FOOD ENGINEERING 64 (2): 179-186 SEP 2004

Times Cited: 0

Reyes-Tisnado R, Hernandez-Carmona G, Lopez-Gutierrez F, et al.

[Sodium and potassium alginates extracted from \*Macrocystis pyrifera\* algae for use in dental impression materials](#)

CIENCIAS MARINAS 30 (1B): 189-199 MAR 2004

Times Cited: 0

Hernandez-Carmona G, McHugh DJ, Arvizu-Higuera DL, et al.

[Pilot plant scale extraction of alginates from \*Macrocystis pyrifera\* 4. Conversion of alginic acid to sodium alginate, drying and milling](#)

JOURNAL OF APPLIED PHYCOLOGY 14 (6): 445-451 DEC 2002

Times Cited: 1

Apoya M, Ogawa H, Nanba N

[Alginate content of farmed \*Undaria pinnatifida\* \(Harvey\) Suringar from the three bays of Iwate, Japan during harvest period](#)

BOTANICA MARINA 45 (5): 445-452 SEP 2002

Times Cited: 2

Mancini F, Montanari L, Peressini D, et al.

[Influence of alginate concentration and molecular weight on functional properties of mayonnaise](#)

LEBENSMITTEL-WISSENSCHAFT UND-TECHNOLOGIE-FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY 35 (6): 517-525 2002

Times Cited: 2

Bashan Y, Hernandez JP, Leyva LA, et al.

[Alginate microbeads as inoculant carriers for plant growth-promoting bacteria](#)

BIOLOGY AND FERTILITY OF SOILS 35 (5): 359-368 JUN 2002

Times Cited: 12

Windhues T, Borchard W

[Temperature depending light scattering measurements of aqueous gelatin and alginate solutions and their mixtures](#)

EUROPEAN POLYMER JOURNAL 38 (6): 1219-1227 JUN 2002

Times Cited: 3

Arvizu-Higuera DL, Hernandez-Carmona G, Rodriguez-Montesinos YE

[Parameters affecting the conversion of alginic acid to sodium alginate](#)

CIENCIAS MARINAS 28 (1): 27-36 MAR 2002

Times Cited: 0

McHugh DJ, Hernandez-Carmona G, Luz Arvizu-Higuera D, et al.

[Pilot plant scale extraction of alginates from \*Macrocystis pyrifera\* - 3. Precipitation, bleaching and conversion of calcium alginate to alginic acid](#)

JOURNAL OF APPLIED PHYCOLOGY 13 (6): 471-479 DEC 2001

Times Cited: 5

Svanem BIG, Strand WI, Ertesvag H, et al.

[The catalytic activities of the bifunctional \*Azotobacter vinelandii\* mannuronan C-5-epimerase and alginate lyase AlgE7 probably originate from the same active site in the enzyme](#)

JOURNAL OF BIOLOGICAL CHEMISTRY 276 (34): 31542-31550 AUG 24 2001

Times Cited: 14

Hernandez-Carmona G, McHugh DJ, Lopez-Gutierrez F  
[Pilot plant scale extraction of alginates from \*Macrocystis pyrifera\*. 2. Studies on extraction conditions and methods of separating the alkaline-insoluble residue](#)  
JOURNAL OF APPLIED PHYCOLOGY 11 (6): 493-502 1999  
Times Cited: [6](#)

Llanes F, Ryan DH, Marchessault RH  
[Magnetic nanostructured composites using alginates of different M/G ratios as polymeric matrix](#)  
INTERNATIONAL JOURNAL OF BIOLOGICAL MACROMOLECULES 27 (1): 35-40 MAR 16 2000  
Times Cited: [7](#)

Hernandez-Carmona G, McHugh DJ, Arvizu-Higuera DL, et al.  
[Pilot plant scale extraction of alginate from \*Macrocystis pyrifera\*. 1. Effect of pre-extraction treatments on yield and quality of alginate](#)  
JOURNAL OF APPLIED PHYCOLOGY 10 (6): 507-513 1998  
Times Cited: [1](#)

Seki H, Suzuki A  
[Biosorption of heavy metal ions to brown algae, \*Macrocystis pyrifera\*, \*Kjellmaniella crassifolia\*, and \*Undaria pinnatifida\*](#)  
JOURNAL OF COLLOID AND INTERFACE SCIENCE 206 (1): 297-301 OCT 1 1998  
Times Cited: [22](#)

Llanes F, Sauriol F, Morin FG, et al.  
[An examination of sodium alginate from \*Sargassum\* by NMR spectroscopy](#)  
CANADIAN JOURNAL OF CHEMISTRY-REVUE CANADIENNE DE CHIMIE 75 (5): 585-590 MAY 1997  
Times Cited: [10](#)

ArvizuHiguera DL, HernandezCarmona G, RodriguezMontesinos YE  
[Effect of the type of precipitation on the process to obtain sodium alginate: Calcium alginate method and alginic acid method](#)  
CIENCIAS MARINAS 23 (2): 195-207 JUN 1997  
Times Cited: [2](#)

Frolund B, Suci PA, Langille S, et al.  
[Influence of protein conditioning films on binding of a bacterial polysaccharide adhesin from \*Hyphomonas MHS-3\*](#)  
BIOFOULING 10 (1-3): 17-30 1996  
Times Cited: [12](#)

ArvizuHiguera DL, HernandezCarmona G, RodriguezMontesinos YE  
[Effect of temperature and extraction time on the process to obtain sodium alginate from \*Macrocystis pyrifera\*](#)  
CIENCIAS MARINAS 22 (4): 511-521 DEC 1996  
Times Cited: [2](#)

Panikkar R, Brasch DJ  
[Composition and block structure of alginates from New Zealand brown seaweeds](#)  
CARBOHYDRATE RESEARCH 293 (1): 119-132 OCT 23 1996  
Times Cited: [11](#)

ARVIZUHIGUERA DL, HERNANDEZCARMONA G, RODRIGUEZMONTESINOS YE  
[BATCH AND CONTINUOUS-FLOW SYSTEMS DURING THE ACID PRE-EXTRACTION STAGE IN THE ALGINATE EXTRACTION PROCESS](#)  
CIENCIAS MARINAS 21 (1): 25-37 MAR 1995  
Times Cited: [3](#)

VASQUEZ JA  
[ECOLOGICAL EFFECTS OF BROWN SEAWEED HARVESTING](#)  
BOTANICA MARINA 38 (3): 251-257 MAY 1995  
Times Cited: [10](#)

SUCI PA, GEESEY GG  
[INVESTIGATION OF ALGINATE BINDING TO GERMANIUM AND POLYSTYRENE SUBSTRATA CONDITIONED WITH MUSSEL ADHESIVE PROTEIN](#)  
JOURNAL OF COLLOID AND INTERFACE SCIENCE 172 (2): 347-357 JUN 15 1995  
Times Cited: [13](#)

FUJIKI K, MATSUYAMA H, YANO T  
[PROTECTIVE EFFECT OF SODIUM ALGINATES AGAINST BACTERIAL-INFECTION IN COMMON CARP, \*CYPRINUS-CARPIO L\*](#)  
JOURNAL OF FISH DISEASES 17 (4): 349-355 JUL 1994  
Times Cited: [17](#)

MCKEE JWA, KAVALIERIS L, BRASCH DJ, et al.  
[ALGINATE CONTENT AND COMPOSITION OF \*MACROCYSTIS-PYRIFERA\* FROM NEW-ZEALAND](#)  
JOURNAL OF APPLIED PHYCOLOGY 4 (4): 357-369 DEC 1992  
Times Cited: [12](#)

ZELLER SG, GRAY GR  
[ANALYSIS OF \*MACROCYSTIS-PYRIFERA\* AND \*PSEUDOMONAS-AERUGINOSA\* ALGINIC ACIDS BY THE REDUCTIVE-CLEAVAGE METHOD](#)  
CARBOHYDRATE RESEARCH 226 (2): 313-326 MAR 30 1992  
Times Cited: [13](#)

## 5. Fisiología

Hepburn CD, Hurd CL

[Conditional mutualism between the giant kelp \*Macrocystis pyrifera\* and colonial epifauna](#)

MARINE ECOLOGY-PROGRESS SERIES 302: 37-48 2005

Times Cited: [1](#)

Hurd CL, Nelson WA, Falshaw R, et al.

[History, current status and future of marine macroalgal research in New Zealand: Taxonomy, ecology, physiology and human uses](#)

PHYCOLOGICAL RESEARCH 52 (2): 80-106 JUN 2004

Times Cited: 0

Tala F, Edding M, Vasquez J

[Aspects of the reproductive phenology of \*Lessonia trabeculata\* \(Laminariales : Phaeophyceae\) from three populations in northern Chile](#)

NEW ZEALAND JOURNAL OF MARINE AND FRESHWATER RESEARCH 38 (2): 255-266 JUN 2004

Times Cited: [6](#)

Blanchette CA, Miner BG, Gaines SD

[Geographic variability in form, size and survival of \*Egregia menziesii\* around Point Conception, California](#)

MARINE ECOLOGY-PROGRESS SERIES 239: 69-82 2002

Times Cited: [29](#)

Hurd CL

[Water motion, marine macroalgal physiology, and production](#)

JOURNAL OF PHYCOLOGY 36 (3): 453-472 JUN 2000

Times Cited: [54](#)

Cattaneo-Vietti R, Chiantore M, Mistic C, et al.

[The role of pelagic-benthic coupling in structuring littoral benthic communities at Terra Nova Bay \(Ross Sea\) and in the Straits of Magellan](#)

SCIENTIA MARINA 63: 113-121 Suppl. 1 DEC 1999

Times Cited: [8](#)

Graham MH, Mitchell BG

[Obtaining absorption spectra from individual macroalgal spores using microphotometry](#)

HYDROBIOLOGIA 399: 231-239 APR 1 1999

Times Cited: 0

Goodwin KD, North WJ, Lidstrom ME

[Production of bromoform and dibromomethane by Giant Kelp: Factors affecting release and comparison to anthropogenic bromine sources](#)

LIMNOLOGY AND OCEANOGRAPHY 42 (8): 1725-1734 DEC 1997

Times Cited: [18](#)

Brown MT, Nyman MA, Keogh JA, et al.

[Seasonal growth of the giant kelp \*Macrocystis pyrifera\* in New Zealand](#)

MARINE BIOLOGY 129 (3): 417-424 SEP 1997

Times Cited: [14](#)

KOPCZAK CD, ZIMMERMAN RC, KREMER JN

[VARIATION IN NITROGEN PHYSIOLOGY AND GROWTH AMONG GEOGRAPHICALLY ISOLATED POPULATIONS OF THE GIANT-KELP, \*MACROCYSTIS-PYRIFERA\* \(PHAEOPHYTA\)](#)

JOURNAL OF PHYCOLOGY 27 (2): 149-158 APR 1991

Times Cited: [15](#)

AMSLER CD, NEUSHUL M

[PHOTOSYNTHETIC PHYSIOLOGY AND CHEMICAL-COMPOSITION OF SPORES OF THE KELPS \*MACROCYSTIS-PYRIFERA\*, \*NEREOCYSTIS-LEUTKEANA\*, \*LAMINARIA-FARLOWII\*, AND \*PTERYGOPHORA CALIFORNICA\* \(PHAEOPHYCEAE\)](#)

JOURNAL OF PHYCOLOGY 27 (1): 26-34 FEB 1991

Times Cited: [37](#)

## 6. Manejo

Gutierrez A, Correa T, Munoz V, et al.

[Farming of the giant kelp \*Macrocystis pyrifera\* in southern Chile for development of novel food products](#)

JOURNAL OF APPLIED PHYCOLOGY 18 (3-5): 259-267 OCT 2006

Times Cited: 0

Davis GE

[Science and society: Marine reserve design for the California Channel Islands](#)

CONSERVATION BIOLOGY 19 (6): 1745-1751 DEC 2005

Times Cited: 0

Carney LT, Waaland JR, Klinger T, et al.

[Restoration of the bull kelp \*Nereocystis luetkeana\* in nearshore rocky habitats](#)  
MARINE ECOLOGY-PROGRESS SERIES 302: 49-61 2005  
Times Cited: 0  
Vilchis LI, Tegner MJ, Moore JD, et al.  
[Ocean warming effects on growth, reproduction, and survivorship of Southern California abalone](#)  
ECOLOGICAL APPLICATIONS 15 (2): 469-480 APR 2005  
Times Cited: 3  
Steneck RS, Graham MH, Bourque BJ, et al.  
[Kelp forest ecosystems: biodiversity, stability, resilience and future](#)  
ENVIRONMENTAL CONSERVATION 29 (4): 436-459 DEC 2002  
Times Cited: 40  
Andrew NL, Agatsuma Y, Ballesteros E, et al.  
[Status and management of world sea urchin fisheries](#)  
OCEANOGRAPHY AND MARINE BIOLOGY 40: 343-425 2002  
Times Cited: 26  
Scrosati R  
[Population dynamics of \*Caulerpa sertularioides\* \(Chlorophyta : Bryopsidales\) from Baja California, Mexico, during El Nino and La Nina years](#)  
JOURNAL OF THE MARINE BIOLOGICAL ASSOCIATION OF THE UNITED KINGDOM 81 (5): 721-726 OCT 2001  
Times Cited: 5  
Buschmann AH, Correa JA, Westermeier R, et al.  
[Cultivation of \*Gigartina skottsbergii\* \(Gigartinales, Rhodophyta\): Recent advances and challenges for the future](#)  
JOURNAL OF APPLIED PHYCOLOGY 13 (3): 255-266 JUN 2001  
Times Cited: 5  
Fernandez M, Jaramillo E, Marquet PA, et al.  
[Diversity, dynamics and biogeography of Chilean benthic nearshore ecosystems: an overview and guidelines for conservation](#)  
REVISTA CHILENA DE HISTORIA NATURAL 73 (4): 797-830 DEC 2000  
Times Cited: 21  
Shaffer JA  
[Seasonal variation in understory kelp bed habitats of the Strait of Juan de Fuca](#)  
JOURNAL OF COASTAL RESEARCH 16 (3): 768-775 SUM 2000  
Times Cited: 0  
Marsden ID, Williams PMJ  
[Factors affecting the grazing rate of the New Zealand abalone \*Haliotis iris\* Martyn](#)  
JOURNAL OF SHELLFISH RESEARCH 15 (2): 401-406 JUN 1996  
Times Cited: 13  
VASQUEZ JA  
[ECOLOGICAL EFFECTS OF BROWN SEAWEED HARVESTING](#)  
BOTANICA MARINA 38 (3): 251-257 MAY 1995  
Times Cited: 10  
VASQUEZ JA, WESTERMEIER R  
[LIMITING FACTORS IN OPTIMIZING SEAWEED YIELD IN CHILE](#)  
HYDROBIOLOGIA 261: 313-320 JUN 18 1993  
Times Cited: 0  
BELSHER T, MOUCHOT MC  
[USE OF SATELLITE IMAGERY IN MANAGEMENT OF GIANT-KELP RESOURCES, MORBIHAN GULF, KERGUELEN ARCHIPELAGO](#)  
OCEANOLOGICA ACTA 15 (3): 297-307 1992  
Times Cited: 6  
KENNER MC  
[POPULATION-DYNAMICS OF THE SEA-URCHIN \*STRONGYLOCENTROTUS-PURPURATUS\* IN A CENTRAL CALIFORNIA KELP FOREST - RECRUITMENT, MORTALITY, GROWTH, AND DIET](#)  
MARINE BIOLOGY 112 (1): 107-118 JAN 1992  
Times Cited: 24

## **Anexo B. Encuestas de Valorización Económica de Bosques de Algas Pardas**



Universidad Católica del Norte  
ver más allá

## ENCUESTA

Encuestador: \_\_\_\_\_ Encuesta No. | \_\_\_ | \_\_\_ | \_\_\_ |

Lugar de aplicación de la Encuesta: \_\_\_\_\_

### Importante:

- 1.- Solamente se consideran encuestas completas. Es necesario que el entrevistado conteste todas las preguntas. Si por alguna razón se niega a responder, se debe insistir, con el argumento que la información es anónima.
- 2.- El entrevistado debe tener residencia en el lugar donde se le aplica la encuesta.

### Introducción al Entrevistado:

*Buenos días/tardes, estamos haciendo un estudio para la Universidad Católica del Norte, sobre los bosques de algas marinas, BAM, existentes en las III y IV regiones, tratando de valorar la percepción que se tiene sobre éstos, y la disposición de las personas por aportar a su conservación.*

*El cuestionario es anónimo y voluntario por lo que pedimos que responda con la mayor sinceridad.*

*Queremos saber su opinión sobre la importancia que tienen para ud. los recursos provenientes de los bosques de algas marinas de la III y IV REGIONES.*

*Los resultados ayudarán a establecer su valor económico, y las mejores opciones para su manejo.*

### INFORMACIÓN SOBRE LA PROBLEMÁTICA

*Un **BOSQUE DE ALGAS MARINAS, BAM (HUIRALES)** es una parte del ecosistema marino que constituye un sistema biológico formado por grandes algas del orden Laminariales (kelps; algas pardas, Phaeophyceae).*

*La estructura compleja de los huirales crea múltiples hábitat para diversas especies. Por ser un lugar de protección ante depredadores y condiciones ambientales severas, los huirales ofrecen además un lugar para la reproducción y asentamiento larval de diversas especies, algunas de importancia económica.*

<b>DIMENSIÓN I: TURISMO</b>
-----------------------------

1. ¿Sabe usted qué son los BOSQUES DE ALGAS MARINAS de la III / IV Regiones?

0	No
---	----

1	Si
---	----

*(si el encuestado indica no, pasar a la siguiente dimensión o parte de la encuesta)*

2. ¿Ha realizado algún viaje cuyo objeto esté asociado a los Bosques de Algas Marinas de la III / IV regiones?

0	No
---	----

1	Si
---	----

*(si la respuesta a la pregunta N° 2 es si, pasar a pregunta 3; caso contrario pasar a pregunta*

3. *(Solo si 2 = Si).* ¿Cuáles han sido los tres (3) motivos principales por los que ha visitado los BOSQUES DE ALGAS MARINAS de la III y IV Regiones?

(1 =más importante, 2=medianamente importante y 3=menos importante)

	Puntuación
1. Disfrutar del Paisaje	
2. Buceo – Pesca	
3. Navegar	
4. Investigación	
5. Interés por la conservación de los Bosques de Algas	
6. Otros Motivos	
7. NO sabe, NO responde	

4.- Con qué frecuencia visita los bosques de algas.

---

**DIMENSIÓN II: LOS BAM Y LAS ESPECIES SIN PESQUERÍAS**

1.- ¿Ha oído hablar alguna vez de especies marinas que habitan en los Bosques de Algas Marinas de las III y IV regiones de Chile? (Mostrar hoja con fotos adjunta).

*(si el encuestado indica no, pasar a la siguiente dimensión o parte de la encuesta. Caso contrario, pasar a pregunta N° 2)*

0	No
---	----

1	Si
---	----

2.- De las especies que usted ha dicho que ha oído hablar, ¿Ha ido a observarlas en terreno, es decir, al ecosistema en el cual habitan?

0	No
---	----

1	Si
---	----

3.- Si usted tuviera que cancelar por ir a disfrutar de estas especies. ¿Estaría dispuesto a cancelar \$ 500 por su visita?

Estaría dispuesto a pagar (\$) <u>500</u> mensualmente.	Si	Aumentar \$ _____ <i>(hasta obtener una respuesta negativa)</i>
	No	Disminuir \$ _____ <i>(hasta obtener una respuesta positiva)</i>

4.- Si usted no desea cancelar dinero alguno por visitar estas especies. ¿Estaría dispuesto a dedicar parte de su tiempo a trabajar gratuitamente?

\_\_\_\_\_ Si (Cuántas horas al mes\_\_\_\_\_)

\_\_\_\_\_ No

<b>DIMENSIÓN III: HERENCIA CULTURAL</b>
---

*Antes de continuar, el entrevistador debe leer la definición de patrimonio cultural al entrevistado.*

<b>Patrimonio Cultural:</b> <i>Todas las manifestaciones o producciones humanas, tangibles e intangibles, pretérita o actual, que posea una importancia arqueológica, histórica, etnográfica, social o artística.</i>
---

1.- Dada la definición que le ha sido leída, ¿Considera usted que a las algas marinas de las regiones III y IV puede asociarse un patrimonio cultural?

0	No	1	Aproximadamente	2	Exactamente	3	No sabe/ No responde
---	----	---	-----------------	---	-------------	---	-------------------------

*(si el encuestado indica no, pasar a la siguiente parte de la encuesta. Caso contrario, pasar pregunta N° 3)*

2.- ¿En cuál de las siguientes manifestaciones agruparía a los Bosques de Algas Marinas?

*(Puede elegir varias)*

___Arqueológic a	___Socia l	___Artístic a	___históric a	___Etnográfic a	___Otra
---------------------	---------------	------------------	------------------	--------------------	---------

Si la respuesta es otra, explicar  
cual \_\_\_\_\_

3.- Si usted tuviera que cancelar por evitar que esta Manifestación Cultural asociada a las Algas Marinas de la III y IV región desaparezca, ¿estaría dispuesto/a a pagar \$ 500 mensualmente por evitarlo?

0	No
---	----

1	Si
---	----

Dado que su respuesta es si, estaría dispuesto a pagar (\$) <b>500</b> mensualmente.	Si	Aumentar \$ _____ <i>(hasta obtener una respuesta negativa)</i>
	No	Disminuir \$ _____ <i>(hasta obtener una respuesta positiva)</i>

4.- Estaría dispuesto a trabajar gratuitamente en la difusión de la actividad cultural que ha asociado a las Algas Marinas?

0	No
---	----

1	Si
---	----

5.- *Sólo, si responde Si a pregunta N° 4*

¿Cuántas horas al mes dedicaría a trabajar en esta institución?

a) Si, \_\_\_\_ Horas mensuales.

b) No

**DIMENSIÓN IV: BANCOS GENÉTICOS**

*Antes de continuar, el entrevistador debe leer la definición de Banco Genético al entrevistado.*

**Definición.-** *Los bancos genéticos son almacenamientos a largo plazo de semillas y plantas enteras o sus partes, que tienen utilidad para conservar la biodiversidad. Puesto que la producción industrial de recursos naturales a gran escala se centra en pocas variedades, la diversidad viene desapareciendo.*

**2.- ¿Cree usted que los Bosques de Algas marinas de las regiones III y IV, son bancos genéticos relevantes en el desarrollo de la salud y la alimentación?**

0	No
---	----

1	Si
---	----

2	No sabe/ No responde	No
---	-------------------------	----

*(si el encuestado indica no, pasar a la siguiente parte de la encuesta. Caso contrario, pasar a pregunta N° 3)*

**3.- (Sólo si responde Si en la pregunta N° 2)**

**¿Estaría dispuesta/o a pagar \$ 500 para aportar a conservar las algas marinas de las regiones III y IV con la esperanza que puedan encontrarse beneficios genéticos tanto para el ecosistema que ellas habitan, como para la vida del ser humano?**

0	No
---	----

1	Si
---	----

Dado que su respuesta es si, Estaría dispuesto a pagar ( <b>\$</b> ) <u>500</u> mensualmente	Si	Aumentar \$ _____ <i>(hasta obtener una respuesta negativa)</i>
	No	Disminuir \$ _____ <i>(hasta obtener una respuesta positiva)</i>

4.- *(Independiente de lo que haya respondido en la Pregunta N° 3)*

¿Estaría dispuesto a trabajar gratuitamente en una institución orientada a conservar los Bosques de Algas Marinas de la III y IV Regiones como potencial de Bancos Genéticos.

0	No
---	----

1	Si
---	----

5.- *Sólo si responde Si a pregunta N° 4*

¿Cuántas horas al mes dedicaría a trabajar en esta institución?

a) Si, \_\_\_\_ Horas mensuales.

b) No

## DIMENSIÓN V: BIODIVERSIDAD

*Antes de continuar, el entrevistador debe leer la definición de Biodiversidad al entrevistado.*

**Definición.**- Biodiversidad se refiere a la diversidad de formas de vida (*diversidad sistemática*) y a la diversidad y complejidad interna de los ecosistemas (*diversidad ecológica*).

*La biodiversidad comprende:*

- un sinfín de plantas que nutren y curan a las personas,
- muchas variedades de cultivos y especies acuáticas con características nutricionales específicas,
- especies de animales de cría adaptadas a un medio ambiente adverso,
- insectos que fecundan los campos con su polen y
- microorganismos que regeneran los suelos destinados a la agricultura.

**1.- Dada la definición de biodiversidad que acaba de escuchar, ¿piensa que los bosques de algas de la III y IV Regiones son una fuente importante de biodiversidad?**

0	No	1	Aproximadamente	2	Exactamente	3	No sabe/ No responde
---	----	---	-----------------	---	-------------	---	-------------------------

*(si el encuestado indica no, pasar a la parte SOCIOECONÓMICA de la encuesta)*

**2.- (Sólo si responde Si en la pregunta N° 1)**

**¿Usted estaría dispuesta/o a pagar \$ 500 para aportar a la mantención de la biodiversidad de los ecosistemas en los cuales habitan las Algas?**

0	No
---	----

1	Si
---	----

Dado que su respuesta es si, Estaría dispuesto a pagar (\$) <b>500</b> mensualmente	Si	Aumentar \$ _____ <i>(hasta obtener una respuesta negativa)</i>
	No	Disminuir \$ _____ <i>(hasta obtener una respuesta positiva)</i>

3.- ¿Estaría dispuesto a trabajar gratuitamente a una institución, que se encuentre a cargo de un proyecto que financie la importancia económica de las algas marinas como agente capaz de cumplir la mantención y desarrollado de la biodiversidad marítima?

0	No
---	----

1	Si
---	----

5.- *Sólo si responde si a pregunta Nº 4*

¿Cuántas horas al mes dedicaría a trabajar en esta institución?

a) Si, \_\_\_\_\_ horas mensuales.      b) No

**INFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA DEL ENCUESTADO**

1. Edad: \_\_\_\_\_ años

Masculino

0

Femenino

1

2. ¿Su estado civil es...?

Soltero

1

Casado

2

Divorciado

3

Otra situación

4

3. ¿En qué nivel podría clasificar su educación?

Ens. Básica	1	Completa	
		Incompleta	
Ens. Media	2	Completa	
		Incompleta	
Ens. Superior	3	Completa	
		Incompleta	
Post-Grado	4	Completa	
		Incompleta	

4. ¿Puede señalar en este cuadro, en cuál nivel de ingreso familiar se ubica?

	Menos de \$100.000		Entre \$ 500.001 y \$ 750.000
	Entre \$ 100.001 y \$ 200.000		Entre \$ 750.001 y \$ 1.000.000
	Entre \$ 200.001 y \$ 300.000		Entre \$ 1.000.001 y \$ 1.500.000
	Entre \$ 300.001 y \$ 500.000		Más de \$ 1.500.000

5. ¿Cuál es la principal actividad económica de el encuestado (a)?

1	Empleado dependiente
2	Estudiante
3	Académico-Investigador
4	Empresario independiente

**MUCHAS GRACIAS POR LA INFORMACIÓN QUE NOS HA ENTREGADO, SERÁ MUY ÚTIL PARA NUESTRA INVESTIGACIÓN!!!!**

Fecha Encuesta: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_  
                                  día       mes       año

Hora de inicio: \_\_\_\_\_ | am | pm |                   Hora       de       finalización:  
\_\_\_\_\_ | am | pm |

ALGUNAS ESPECIES SIN PESQUERÍA  
QUE VIVEN EN LOS BOSQUES DE ALGAS DE LA III Y IV REGION



POTO ROJO



GUSANOS BELLOTA



ESTRELLA DE MAR



POLIQUETOS



PORIFERA

## **Anexo C. Production, Use and Fate of chilean brown seaweeds: Re-sources for a Sustainable Fishery**

## **PRODUCTION, USE AND FATE OF CHILEAN BROWN SEaweEDS: RE-SOURCES FOR A SUSTAINABLE FISHERY**

Julio A. Vásquez

Departamento de Biología Marina. Universidad Católica del Norte.

Center for Advanced Studies in Arid Zones (CEAZA) Casilla 117, Coquimbo, Chile.

[jvasquez@ucn.cl](mailto:jvasquez@ucn.cl)

Key words: Kelp, Chile, *Lessonia*, *Macrocystis*, abalone.

## ABSTRACT

Chile is an important producer of brown seaweeds representing 10% of world supply. Landings of Chilean kelp fluctuated between 40,000 ton/yr in the early '80s to 250,000 ton /yr more recently. Commercialized algae come from natural populations and no mass-cultures of involved species have been established. Four species of brown algae are commercially collected in the country: *Lessonia trabeculata*, *L. nigrescens*, *Macrocystis pyrifera* and *M. integrifolia*. Since 2000, the demand of alginates sources and food for cultivated abalones dramatically raised the harvesting of these species.

Direct evaluations of *Lessonia* spp. and *Macrocystis* standing-stocks were made along 700 Km of coast in northern Chile. *Lessonia* spp. estimated populations exceed 900,000 ton, whereas *M. integrifolia* does not exceed 300 ton. The insights provided indicate that sustainability of Chilean kelp subjected to intense harvesting would require management programs including the following bio-ecological recommendations: (1) to harvest the entire plant including the holdfast; (2) to harvest plants larger than 20 cm diameter; (3) to harvest plants sparsely, selecting mayor specimens; (4) rotation of harvesting areas, and (5) for *Macrocystis*, to cut the canopy 1-2 m from the surface. They must be implemented in a National Program of Kelp Management, elaborated by government, scientists, fisherman, and industry.

## INTRODUCTION

Giant kelps dominate shallow, subtidal rocky-bottom areas in temperate and cold seas to a depth of ca.40 m (Dayton et al., 1984; Harrold & Pearse, 1987; Vásquez, 1992; Graham et al., 2007). Many kelp species have economic and social impact since many local human populations base their economic support on these resources (Schiel & Nelson, 1990; Vásquez & Fonck, 1993; Stekoll et al., 2006; Rothman et al., 2006; Ugarte et al., 2006). Geographic and local distribution of diverse kelp species in the southeast Pacific is variable. *Lessonia nigrescens* Bory, forms intertidal belts along exposed rocky coasts; instead, *Lessonia trabeculata* Villouta & Santelices, dominates rocky subtidal environments to a depth of ca.40 m; *Macrocystis integrifolia* Bory, forms shallow kelp beds from the intertidal zone to ca. 15 m in North latitudes, and is gradually replaced by two species towards southern areas : *Durvillaea antarctica* which dominates the intertidal zone in wave-exposed areas (Hoffmann & Santelices, 1997) and *Macrocystis pyrifera* (Linnaeus) Agardh in both exposed and protected subtidal habitats (Buschmann et al., 2006). While the two mentioned *Lessonia* species have almost continuous distribution along the entire Chilean continental coast, the distribution of *M. integrifolia* is fragmented into patchy populations in northern Chile (Vega et al., 2005), and *M. pyrifera* forms coastal belts from 42°S to Cape Horn, including the fjord zone and the Atlantic coast up to Chubut area, in Argentina. The extension of local populations of *M. pyrifera* from north to south, may vary from 100 m to 100 Km. The observed distribution patterns are

the result of complex life history strategies and interactions with environmental factors such as spatial and temporal variations in water movement, nutrient availability, and temperature (Muñoz et al., 2004; Vega et al., 2005; Graham et al., 2007).

*Lessonia* species are dominant organisms in coastal communities, both in cover and biomass, being the foundation species (*sensu* Dayton, 1972) in the intertidal and shallow subtidal rocky bottom. Several invertebrate and fishes, some of which of economic interest, use *Lessonia* kelps as habitat, food supply, and area for recruitment (Vásquez, 1992; Vásquez et al., 2001), so management of these brown seaweeds is also relevant to conservation of many other coastal fisheries.

In Chile, brown algae especially those collected on the beaches as result of natural mortality, have been used since the '60s as raw material for alginic acid extraction; 90% of this productive activity which occurs exclusively in Northern Chile, between 26° - 32° S (Anuario SERNAPESCA 1985-2006), is supported by both *Lessonia* species. Plants, which have been cast ashore, are collected by fishermen, dried, bundled and then sold to intermediaries who sell them to the grinding industry. This fishery is currently not-regulated since landings are mainly composed by dead plants. Since 1998, extensive harvesting of intertidal and subtidal populations of *Lessonia* spp in northern Chile, called fishery authorities, as well as fishermen, industry and scientists, on alert.

This article presents the most relevant information regarding distribution, abundance, productivity, destination and predicted use of commercially important brown algae from Northern Chile. This information brings together all elements needed for planning their sustainable management.

## MATERIALS AND METHODS

Since 2004 bio-ecological studies of production and analyses of the socioeconomic aspects of brown algae fisheries in northern Chile have been developed; their common goals were to elaborate recommendations for organize, and make more efficient, the administration and management of this activity. This study analyzes the availability of biomass from natural populations (2004-2005), the chain of production (2005-2006), and some socioeconomic aspects of this fishery (2004-2006). The study area includes the entire geographical region of this fishery, between 18° and 32° S. Considering that the majority of collection and harvesting, as well as use and destination, occur between 26° - 32° S, most of the information comes from this sub-sector of the Chilean coast (Fig. 1).

### Collection and harvesting statistics

All data regarding brown algae landings (wet and dry) were obtained from the National Fishery Service, which depends on the Ministry of Economy ([www.sernapesca.cl](http://www.sernapesca.cl)); data related to exportation of brown

algae (USD and tons) as algae meal, for alginates extraction, were obtained from the Central Bank of Chile ([www.bancocentralchile.cl](http://www.bancocentralchile.cl)).

### **Distribution and abundance of brown algae**

From 2004 to 2005, the distribution (latitudinal and bathymetric) and abundance of *Lessonia trabeculata*, *Lessonia nigrescens* and *Macrocystis integrifolia* were determined along approximately 700 Km of coast between 26° and 32° S. In this area, 140 sampling stations were established (Fig. 1), separated by 4.5 linear Km, excluding *a priori* sandy beaches and soft bottom (subtidal) areas.

The basal diameters of the plant's holdfasts were measured *in situ*, since a significant correlation exists between this dimension and the weight and size of the plants in all three species (Cancino & Santelices, 1984; Vásquez & Santelices, 1984; Villouta & Santelices, 1984; Vásquez, 1992, 1993). Density of plants and type of available substrate were also determined. All evaluations were non-destructive.

***Lessonia trabeculata*:** distribution and abundance of this species was evaluated using 160 m transects, perpendicular to the coastline and located between the intertidal zone and 20 m depth, according to the methodology described by Vásquez et al. (2006).

***Lessonia nigrescens*:** distribution and abundance of this species was determined using 10 m<sup>2</sup> (10 x 1 m) quadrants. Morphological attributes of adult sporophytes (holdfast diameter, length, number of stipes and presence of reproductive structures), were evaluated using 1 m<sup>2</sup> quadrants.

***Macrocystis integrifolia*:** since the fragmented distribution of *M. integrifolia*, 0.25 m<sup>2</sup> quadrants were randomly thrown within each algae bed (see Vega et al., 2005). When *Macrocystis* extended into the subtidal zone, sampling was done in layers by positioning four 0.25 m<sup>2</sup> quadrants in different depth ranges (0-2, 2-4, 4-6 >6 m). The limits of each population were georeferenced (GPS-GARMIN 12 Channels) to estimate the total abundance of each bed. In each sampling area (10 m<sup>2</sup> for *L. trabeculata*, 1 m<sup>2</sup> for *L. nigrescens*, and 0,25 m<sup>2</sup> for *M. integrifolia*) three aspects were evaluated: (1) total number of plants, (2) basal diameter of holdfast, and (3) substrate type. Each sampling area was georeferenced (GPS-GARMIN 12 Channels).

### **Biomass estimation using GIS**

The data obtained in the field for each population, and regarding their abundance and distribution, were incorporated into the Geographical Information System (GIS, ArcView and ArcGIS®). The coordinates of each sampling station and transect were acquired in sextadecimal format (degrees, minutes and seconds) from the Provisional Southamerican spatial reference Datum from 1956 (Psad56).

The geostatistical analysis in the ArcGIS program generated variograms within and between sampled transects (Burrough & McDonnell, 1998), and allowed construction of abundance polygons between transects (Klopatek & Francis, 1999). An average distribution 160 m width was determined for *L.*

*trabeculata* in agreement with Vásquez (1992) and Vásquez et al. (2006). A 2.5 m wide belt in the intertidal zone was estimated for *L. nigrescens* (Santelices 1989). The abundance of *M. integrifolia* in each section of the coast was obtained extrapolating the abundance values determined with quadrants along the depth gradient, within the kelp forest (Vega et al., 2005). Standing stock of the three brown algae species was calculated as the sum of the abundance polygons from the entire study area.

### **Use and destination**

The destination of extracted and collected brown algae from the study area was determined directly by compiling information from brown seaweed processing factories (milling centers) and abalone cultivation centers between 2005-2006. In each of these production activities, surveys were taken to evaluate: (1) species processed, (2) origin of them, (3) collection/harvesting way, (4) landing biomass. These same surveys were taken to the fishermen and commercial intermediaries who supply the processing and abalone cultivation centers.

### **Socioeconomic aspects**

Evaluation of some socio-economic aspects of fishermen involved in the kelp collection and harvesting were made with special attention and care. They included determination of age, sex, education level, and association to workers unions or consortiums.

## **RESULTS**

The brown algae fishery in northern Chile is concentrated between 18° and 32° S; however, the majority of landings are collected or harvested between 26° - 32° S (Fig 1). In the study area most of the collection and milling centers are in Vallenar (28°32' S), Ovalle (30°36') and Socos (30°40'). Abalone cultivation centers are located in Caldera (27°06' S) and Coquimbo (29°58') (Fig. 1).

### **Collection,-harvesting and destination of brown algae**

During the last 25 years brown algae landings have fluctuated between 40,000 and 280,000 tons per year, showing a constant increase since 1999 (Fig. 2). In Chile, *L. nigrescens* and *L. trabeculata* comprise more than 90% of the total production of brown algae, whereas *Macrocystis* sp. and local consumption of *Durvillaea antarctica*, contribute only marginally to total landings (Fig. 2). Even, if brown algae have an extensive distribution along the southeast Pacific coast (see Fig. 1), their fishery is concentrated between 20° and 32° S (, Fig. 3). This is due to the arid climate of the wide Atacama Desert located immediately inland of this region, which allows for rapid drying and consequently a reduction in the productive fees.

### Destination of brown algae

The increasing of kelp extraction during the last seven years is explained principally by the significant rise of their utilization as raw material for extraction of alginic acid, both in Chile and outside the country (Fig. 4). A smaller fraction of this increment can be explained by the yield reduction of kelp used for milling. This was consequence of higher humidity of recently processed plants compared to previous years (Fig. 4). From a different perspective, exports of brown algae during 1997-98, as in other “El Niño” phenomenon years, could be related to higher mortalities generated by this large scale oceanographic event. The warming of the ocean surface and decreasing of nutrients concentrations, both associated with “El Niño”, cause high mortalities in kelp populations which are then cast ashore by waves and finally collected by fishermen.

The new and impressively growing abalone cultivation industry in Northern Chile, consumed more than 4,800 ton of fresh algae between 2005 and 2006, principally *Macrocystis* (Fig. 5). Although neither the utilization nor the economic yield of this activity is comparable, until now, to supplying material for alginate extraction (Fig. 6).

### Distribution and abundance of brown algae

During 2004-2005, between 26° and 32° S, distribution and abundance of *L. trabeculata*, *L. nigrescens* and *M. integrifolia* were evaluated along more than 700 Km of coast (Fig. 7). 140 sampling stations were established separated by 4.5 linear Km, excluding *a priori* sandy beaches and soft bottom subtidal areas because of their ineptness as substrate for kelp's spores settlement. *L. trabeculata* is found in rocky subtidal habitats between 0 and 30 m depths in the entire study area (Fig. 7). Depending on the extension of the rocky platform into the subtidal zone, local biomass up to 50,000 wet tons, were recorded. Abundance polygons indicate a standing stock of approximately 800,000 wet tons of *L. trabeculata* in the study area. *L. nigrescens* is distributed in the rocky intertidal zone of the entire study area with local biomass (sampling station) between 50 and 4000 wet tons (Fig. 7). The sum of the abundance polygons constructed with GIS, show a standing stock of more than 100,000 wet tons of *L. nigrescens* in the study area. In contrast, *M. integrifolia* shows fragmented distribution within the study area (Fig. 7). Local populations are small, with biomasses between 2 and 12 wet tons. The sum of local biomass determines a standing stock that does not exceed 200 wet tons for the entire study area (Fig. 7).

### Social indicators

The list of fishermen ([www.sernapesca.cl](http://www.sernapesca.cl)) shows 7801 artisanal algae collectors and harvesters in the study area (Table 1). However, only 20% of these individuals showed evidence of permanent collection and harvesting activities during 2005-2006. More than the half of active fishermen (57%) shows preference for working independently, unassociated to consortiums or unions; the gender analysis shows that 83.4% of active participants are men. The marginality of this activity is reflected in the education of the

active fishermen. Almost 70% of participants in this activity have only primary school education, which is generally incomplete. Among the elderly fishermen (> 70 years), 4.6% have no formal education being mostly illiterate. Only 26.2% have secondary education, which in most of cases is incomplete (Table 1).

## DISCUSION AND CONCLUSION

Governments have attempted to introduce co-management in coastal waters granting territorial user rights to fishers (TURFs). The rationale behind TURFs is based on a common property approach, which proposes that a well-established rights-based system provides access, withdrawal, and management security for individuals and groups of individuals (Ostrom and Schlager, 1996). With such assurances, fishermen would make commitments among them and with the administration, and would develop long-term plans for investing in, and harvesting from, a common-pool resource in a sustainable manner. Accordingly, TURFs change the nature of resource extraction. In this sense, hunting becomes harvesting, certain degree of predictability is introduced since extraction programs requires at least previous evaluation of target resources, and fishermen' skills (as hunters) become less important (Gelcich et al., 2005a).

Since 1997, Chilean Government adopted co-management policies for the coastline, granting territorial user rights to fishermen (Bernal et al., 1999). Territorial rights related to users into the Chilean Fishery Law, adopted the legal figure of Management and Exploitation Areas for Benthic (bottom dwelling) Resources (MEABR). Through this, Governmental Entity that regulates fisheries, assigns defined rights and norms of utilization to syndicates located in defined geographical coastal areas (Gelcich et al., 2005b). By August 2003, 188 exploitation areas (MEABR) had management plans in progress, and 649 were at diverse stages of application procedures (Gelcich et al., 2005b).

To date, between 18°-32° S (see Fig. 1) more than 50% of the coastline is under MEABRs regime; this area represents the main geographical scenario for kelp fishery in Chile. In this context, fishermen syndicates would apply many of the proposed strategies for brown seaweed conservation in MEABRs. Currently, MEABRs that include brown seaweeds as target species, have to harvest according biological and ecological recommendations. Beside, the results of harvesting procedure and the recovery of kelp beds after pruning or individuals' removal, must be inserted in each management program, which is yearly updated.

In open areas of Northern Chile without MEABRs regime, collection of plants cast ashore is the main activity of fisherman along the coast. Harvesting of *L. nigrescens* shows the most difficult control, in terms of regulation enforcement along Chile's extensive coast. In contrast, due to the location of *Macrocystis* harvesting is closely related with the proximity of abalone culture centers; the few and small

beds of *Macrocystis* near them, have been harvested, under a co-management plan developed by fisherman joint to the direct user, the abalone industry.

During the last 50 years, kelp fisheries have been supported by natural mortality of coastal populations caused by the drag of bottom currents and wave impact on old and/or debilitated plants. The detached biomass is cast ashore by currents and hand-collected by fishermen. In this circumstance there was no need for administration and management of *L. trabeculata*, *L. nigrescens* and *M. integrifolia*. This feature of brown seaweed fishery was relevant in the past not only for the conservation of *Lessonia* and *Macrocystis* populations, but also for many other associated species with economic interest like: keyhole limpets, sea urchins, and several fish and molluscs species (Vásquez & Santelices, 1984; Vásquez & Vega, 2005). Since 2000, extractive pressures from international markets of alginic acid extraction, as well as the emergent need of fresh food for abalone aquaculture, dramatically raised the harvesting of brown algae. In this context, and considering the foundation species status (*sensu* Dayton, 1972) of Chilean kelp species, any management program must include the whole coastal marine habitat.

Kelp's fishery is also important in other cold and temperate areas around the world, like Alaska (Stekoll et al., 2006), Southern California-USA and Baja California-Mexico (Barilotti & Zertuche-González, 1990), Norway (Stojun et al., 1993), South Africa (Anderson et al., 2006; Rothman et al., 2006), New Zealand (Shiel & Nelson, 1990), Canada (Ugarte & Sharp, 2001; Ugarte et al. 2006), France (Guillaumont et al. 1993), Japan (Terewaki et al., 2001), and Ireland (Werner & Kraan, 2004). The production and sustainability of involved populations is mostly focused in biological and ecological knowledge, being the management based on a single species resource. In contrast, kelp management based on the ecosystem as been poorly documented.

As in this study, beside the bio-ecological features of target species, other management consideration like maximum exploitation rate, cutting height, gear restriction, effects on associated species, and protected areas have been considered in the sustainability of *Ascophyllum nodosum* in Canada (Ugarte & Sharp, 2001) and *Laminaria* spp in France and Norway (Werner & Kraan, 2004). Similarly to *Ascophyllum* studies, universities, government authorities, and industry were involved in order to produce a research and monitoring program for the sustainability of economically important kelp with also, social impact. In this context, the most important difference in kelp fishery between Chile and other countries is the relevance we assigned to the social aspect of this fishery, since it provides the main economic resource for several families under high social risk in Northern Chile.

Location of growth meristems and reproductive structures in diverse kelp species (Edding et al., 1994; Hoffmann & Santelices, 1997) determines that the way of harvesting has different consequences for different species: *Lessonia* presents sori on apical fronds and along stipes (Edding et al., 1994, Venegas et al., 1992), whereas sporophylls have basal distribution in *Macrocystis*. The meristems of both genera

have apical distribution in plants, and only *Macrocystis* continually produces new stipes from the holdfast. Pruning *Lessonia* detains its growth, and regeneration is nonexistent (Vásquez & Santelices, 1990; Vásquez, 1992; Mendieta, 1997); harvesting of fronds and stipes eliminates gametangia and thus prevents sexual reproduction. In contrast, the regeneration of biomass after harvesting is a rapid and frequent process in *Macrocystis* (Graham et al., 2007); additionally, pruning only removes the canopy of individuals, and does not affect basal sporophylls involved in sexual reproduction.

Brown algae landings have fluctuated between 40,000 and 280,000 tons during the last 25 years, with escalating growth rates since 1999. At present, approximately 300,000 wet ton of brown algae are collected or extracted from the coast of Northern Chile, and *Lessonia* spp. represents more than 90% of this total. This productive activity shows yearly revenues of approximately US\$ 20 million ([www.bancocentralchile.cl](http://www.bancocentralchile.cl)), which come mainly from supplying raw sources for alginic acid industry. Chile provides 10% of sources for alginate extraction world wide, which is used primarily by pharmaceutical and food industries (Avila & Seguel, 1993; Vásquez & Fonck, 1993; Zemcke-White & Ohno, 1999). Although, high quality alginates production within the country, is a growing activity.

In terms of fisheries statistics, the standardization of humidity content and yield of kelp, for industrial process is required at national level. This would allow more precise predictions for the industry, as function of the requirements and availability of biomass stock from natural beds.

At present in Chile, the availability of fresh-food is the most important constraint for the emerging aquaculture of abalones. In the study area the estimated requirement of this industry reaches an average of 500 tons per month of fresh algae, mainly *Macrocystis*. However, significant consumption of brown algae by cultivated abalone is foreseen. Preliminary studies of conversion rates (Pérez personal communication) show that the production of one ton of abalone requires 100 tons of fresh algae. In consequence, the projected annually production of cultivated abalones for 2010 is 1000 ton, which would require 100,000 ton of brown algae to reach this goal. Considering the low abundance and fragmented distribution of *M. integrifolia* in northern Chile, these requirements greatly exceed the production potential of natural populations. Consequently, the sustainability of abalone cultivation depends on the future culture of *Macrocystis*. In this context, successful effort has been done in Chile to produce *Macrocystis* spp sporophytes using long-line culture systems (Gutierrez et al., 2006; Westermeier et al., 2006). From a different perspective and given the susceptibility of brown algae to interannual oceanographic events like El Niño (Vega et al., 2005; Vásquez et al., 2006), kelp culturing would allow independence from unpredictable environmental catastrophic fluctuations and would help the natural recovery of coastal rocky areas, after mass mortality events.

In Chile a second epicenter for the abalone cultivation industry is located at ca. 40° S. At high latitudes, reaching the Pacific coast of Cape Horns and on the Atlantic coast near Chubut Argentina, *M. pyrifera* forms continuous belts that comprise the most important brown algae reservation in the world (Graham et al., 2007). In spite of this and contrary to the perennial *M. integrifolia*, *M. pyrifera* populations are annual and therefore minimally available in the winter (Buschmann et al., 2006). For this reason, development of cultures should not be centred exclusively in Northern Chile.

Fishermen, of whom only 17% are women, carry out collection and harvesting of brown algae in Chile. In the most active areas located between 18° and 32° S, 7801 collectors are registered but only 20% of them are permanently participating in collection and harvesting activities. The majority of these fishermen are independent, not belonging to any workers union or consortium. The level of education attained by active fishermen reflects the marginality of this work. Almost 70% of the workforce has only elementary education and in most cases incomplete.

The estimated standing stock of *Lessonia* (both species analyzed, more than 1 million ton) is enough to sustain the actual brown algae landings; considering the morphologic and reproductive attributes of *Lessonia*, “how to harvest” seems to be more important than “how much to harvest”. In terms of how to harvest a few important considerations are relevant: (1) plants should be completely extracted including the holdfast; (2) large plants, with holdfast larger than 20 cm in diameter, should be selected for extraction; (3) harvesting would be sparsely leaving a substrate space not larger than 1-2 m, between plants. All these recommendations are relatively easy to implement and control in areas with MEABRs regime, even if in areas with free access, they would be certainly more difficult to carry up. Management Plans would then, consider these simple recommendations: (a) to liberate primary substrate for the settlement of juvenile sporophytes, (b) to allow for juveniles recruitment by diminishing competitive interaction between adults and sporelings, (c) to maintain a reproductive stock of adults, while allowing population regeneration, and (d) to prevent overgrazing of plants by benthic herbivores by maintaining a whiplash effect (see Dayton et al., 1984; Vásquez, 1992).

Contrary to the situation with *Lessonia*, in which how to manage the stock is the most relevant issue, the sustainable fishery of *Macrocystis* should take into account its distribution and abundance, before authorizing the harvesting of natural populations in Northern Chile. This species has a unique genetic heritage due to its restricted and fragmented distribution. It also plays an important ecological role as an engineering (*sensu* Jones et al., 1994) and foundation species (Graham et al., 2007), because numerous invertebrates and fish depend on its existence (Vásquez & Vega, 2005; Graham et al., 2007). In agreement to this, the small beds of *Macrocystis* in Northern Chile would be under a harvesting program,

which must be carried out by local fishermen, funded by the local abalone industry, and supervised by fishery authorities.

Currently, some management strategies are being applied in Chile by means of a regionalized system that prohibits the extraction and collection of kelps in open areas (not under MEABR regime), during a certain period of time. Under these restrictions, any of these users are allowed to obtain the resource, as long as they deliver the information required to determine: (1) harvesting and collection effort, (2) locations of collection and harvesting areas, (3) number of fishermen, (4) number intermediate buyers, (5) number and location of milling and abalone cultivation centers, and (6) amount of biomass used by each activity. Using the above information, we collaborated with governmental fishing authorities that organized technical work groups. In these collaborative instances fishermen, industry representatives, technicians, scientists, and administrators, work together towards establishing sustainable management strategies, that account for the distribution and abundance of brown algae and requirements of the industries related to these resources.

Biological and ecological knowledge by themselves do not guarantee the success of a harvesting program. In practice, social, political and economics aspects (see Vásquez & Westermeir, 1993) must be considered for a right strategy of management of brown seaweed fishery. Among them, the most relevant are: (a) pressure of national and international markets for raw material, (b) unemployment indexes of coastal workers, which increase seasonal harvesters, (3) control of management recommendation along the extensive coast of northern Chile, (4) low level of education and incomes of seaweed collectors.

Usually, most of management strategies of natural resources start right before imminent collapse or after evident declination of populations subjected to harvesting (eg. *Gracilaria chilensis* see Santelices & Doty, 1989). This study is an example that shows the application of biology and ecology knowledge of target species, regarding the present and future uses of kelp species of economic interest. In this context, concerted actions of government, scientists, fishermen and industry, have been taken and should be implemented on time. In the near future, management recommendation will be tested, in order to evaluate the stocks of natural populations along Northern Chilean coasts, the production of brown seaweed under culture, and the fate and use of these important benthic marine resources.

## ACKNOWLEDGEMENTS

O. Castillo, R. Rojas, G. Vásquez, G. Aguirre, N. Kusmicic, E. Montanares, J. Johnson for their valuable work in the field. COPRAM Marine Seaweed Producers–Chile and Abalone Association-Chile.

## REFERENCES

- Alveal K, Romo H, Avila M (1982) Estudios del ciclo de vida de *Macrocystis pyrifera* de Isla Navarino, Chile. *Gayana Bot.* 39: 1-12.
- Anderson RJ, Rothman MD, Share A, Drummond H (2006) Harvesting of the kelp *Ecklonia maxima* in South Africa affects its three obligate, red algal epiphytes. *J. appl. Phycol.* 18: 343-349.
- Anuario Estadístico de Pesca (1985-2006) Servicio Nacional de Pesca, Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción, Gobierno de Chile.
- Avila M, Seguel M (1993) An overview of seaweed resources in Chile. *J. appl. Phycol.* 5: 133-139.
- Barilotti DC, Zertuche-González JA (1990) Ecological effects of seaweed harvesting in the Gulf of California and Pacific Ocean off Baja California and California. *Hydrobiologia* 204/205: 35-40.
- Bernal P, Oliva D, Aliaga B, Morales C (1999) New regulations in Chilean fisheries and aquaculture: ITQ's and territorial user rights. *Ocean Coast. Manag.* 42: 119-142.
- Burrough PA, Mcdonell RA (1998) Principles of geographic information systems, spatial information and geostatistics. Oxford University Press. 333 pp.
- Buschmann AH, Vásquez, Osorio P, Reyes E, Filún L, Hernandez-González M, Vega AML (2004) The effect of water movement, temperatura and salinity on abundante and reproductive patterns of *Macrocystis* spp (Phaeophyta) at different latitudes. *Mar. Biol.* 145: 849-862.
- Buschmann AH, Moreno C, Vásquez JA, Hernandez-Carmona MC (2006) Reproduction strategies of *Macrocystis pyrifera* (Phaeophyta) in southern Chile: the importance of population dynamics. *J. appl. Phycol.* 18: 575-582.
- Cancino J, Santelices B (1984) Importancia ecológica de los discos adhesivos de *Lessonia nigrescens* Bory (Phaeophyta) en Chile central. *Rev. Chile. Hist. Nat.* 56: 23-33.
- Dayton PK (1972) Toward an understanding of community resilience and the potential effects of enrichments to the benthos at McMurdo Sound, Antarctica. BC Parker (Ed) Proceedings of the Colloquium on Conservation Problems in Antarctica. Allen Press, Inc., Blacksburg, Virginia, USA: 81-95.
- Dayton PK, Currie V, Gerrodette T, Keller BD, Rosenthal R, Vantresca D (1984) Patch dynamic and stability of some Californian kelp communities. *Ecol. Monogr.* 54: 253-289.
- Edding M, Fonck E, Macchiavello J (1994) *Lessonia* In: I. Akatsuka (Ed.) Biology of Economic Algae. SPB Publishing, The Hague, The Netherlands. Pp 407-446.
- Gelcich S, Edwards-Jones G, Kaiser MJ, Watson E (2005a) Using discourses for policy evaluation: the case of marine common property rights in Chile. *Soc. Nat. Res.* 18: 377-391.
- Gelcich S, Edwards-Jones G, Kaiser MJ (2005b) Importance of attitudinal differences among artisanal fishers towards co-management and conservation of marine resources. *Conserv. Biol.* 19: 865-875.
- Graham MH, Vásquez JA, Buschmann AH (2007) Global ecology of the giant kelp *Macrocystis*: from ecotypes to ecosystems. *Ocean. Mar. Biol. Ann. Rev.* 45: 39-88.

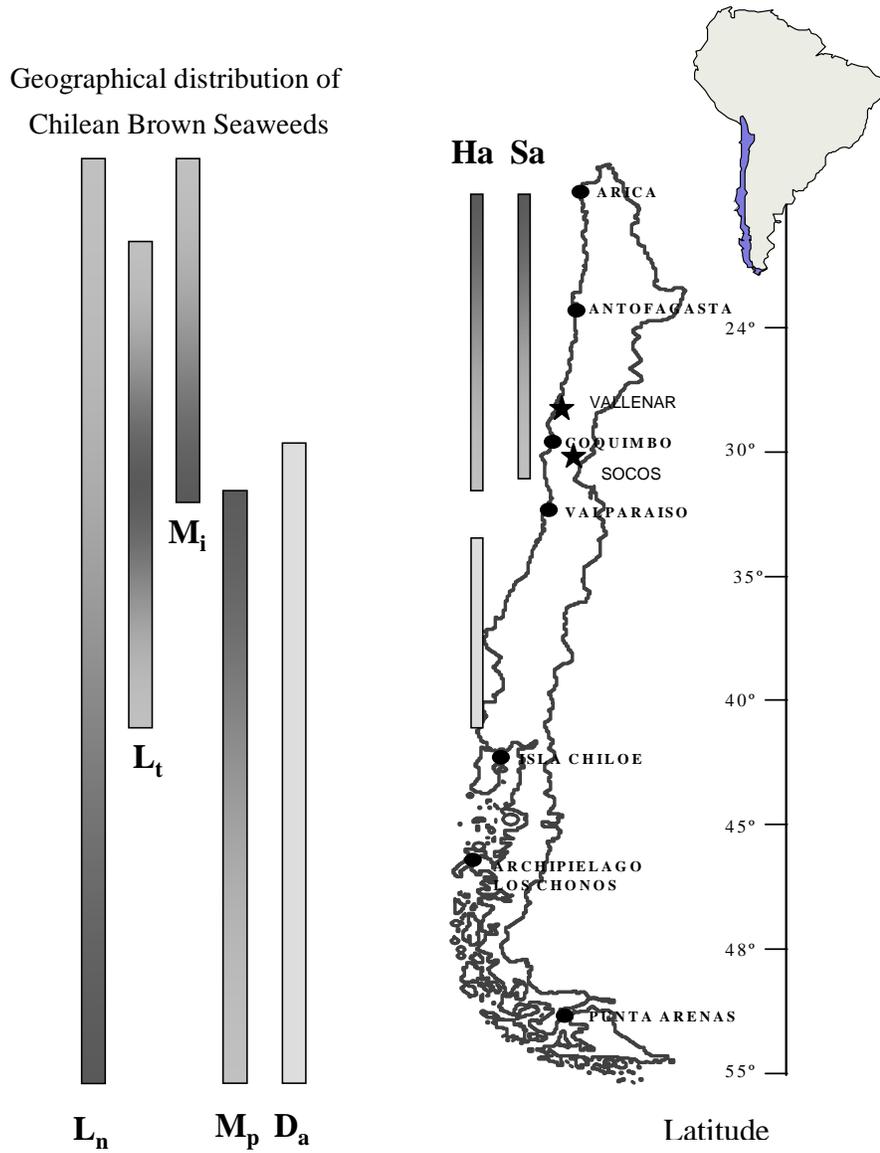
- Guillaumont B, Callens L, Dion P (1993) Spatial distribution of *Fucus* species and *Ascophyllum nodosum* beds in intertidal zones using spot imagery. *Hydrobiologia* 260/261: 297-305.
- Gutierrez A, Correa T, Muñoz V, Santibañez A, Marcos R, Cáceres C, Buschmann AH (2006) Farming of the giant kelp *Macrocystis pyrifera* in southern Chile for development of novel food products. *J. appl. Phycol.* 18: 259-267.
- Harrold C, Pearse JS (1987) The ecological role of echinoderms in kelp forests. In Jangoux M, Lawrence JM Eds. *Echinoderm Studies 2* AA Balkema Press Rotterdam, The Netherlands: 137-233.
- Hoffmann AJ, Santelices B (1997) *Marine Flora of Central Chile*. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago 434 pp.
- Jones CG, Lawton H, Shachak M (1994) Organisms as ecosystem engineers. *Oikos* 69, 373–386.
- Klopatek JM, Francis JM (1999) Spatial patterns analysis techniques. S Morain (Ed) *GIS Solutions in natural resource management: Balancing the technical-political equation*. EEUU Word Press: 17-40.
- Mendieta JJ (1997) Consideraciones ecológicas para el manejo de poblaciones de *Lessonia trabeculata* Villouta & Santelices (1986) en el norte de Chile. Tesis para optar al grado académico de Magister en Ciencias del Mar. Fac. Cs. del Mar, Universidad Católica del Norte, Coquimbo, Chile. 80 pp.
- Muñoz V, Hernández-González MC, Buschmann AH, Graham MH & JA Vásquez (2004) Variability in *per capita* oogonia and sporophyte production from giant kelp gametophyte (*Macrocystis pyrifera*, Phaeophyceae). *Rev. Chile. Hist. Nat.* 77: 639-647.
- Ostrom E, Schlager E (1996) The formation of property rights. In: S. Hanna, C. Folke and K. Maler, Editors, *Rights to Nature: Ecological, Economic, Cultural and Political Principals of Institutions for the Environment*, Island Press, Washington 127–157.
- Santelices B (1989) *Algas Marinas de Chile. Distribución, Ecología Utilización y Diversidad*. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile, 399 pp.
- Santelices B, Doty MS (1989) A review of *Gracilaria* farming. *Aquaculture* 78: 95-133.
- Shiel DR, Nelson W (1990) The harvesting of macroalgae in New Zealand. *Hydrobiologia* 204/205: 25-33.
- Sjotun K, Fredriksen S, Lein TE, Rueness J, Sivertsen K (1993) Population studies of *Laminaria hyperborea* in northern range of distribution in Norway. *Hydrobiologia* 260/261: 215-221.
- Stekoll MS, Deysher LE, Hess M (2006) A remote sensing approach to estimating harvestable kelp biomass. *J. appl. Phycol.* 18: 323-334.
- Rothman MD, Anderson RJ, Smit AJ (2006) The effects of harvesting of the South African kelp (*Ecklonia maxima*) on the kelp population structure, growth rate and recruitment. *J. appl. Phycol.* 18: 335-341.
- Terawaki\_T, Hasegawa H, Arai S, Ohno M (2001) Management-free techniques for restoration of *Eisenia* and *Ecklonia* beds along the central Pacific coast of Japan. *J. app. Phycol.* 13: 13-17.
- Ugarte RA, Sharp G (2001) A new approach to seaweed management in Easter Canada: the case of *Ascophyllum nodosum*. *Cah. Biol. Mar.* 42: 63-70.

- Ugarte RA, Sharp G, Moore B. (2006) Changes in the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol. Plant morphology and biomass produced by cutter rake harvest in southern New Brunswick, Canada. J. appl. Phycol. 18: 351-359.
- Vásquez JA (1992) *Lessonia trabeculata*, a subtidal bottom kelp in northern Chile: a case of study for a structural and geographical comparison. In: Coastal Plant Communities of Latin America. U. Seeliger (Ed) Academic Press Inc., San Diego: 77-89.
- Vásquez JA (1993) Patrones de distribución de poblaciones submareales de *Lessonia trabeculata* (Laminariales, Phaeophyta) en el norte de Chile. SERIE OCASIONAL Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte 2: 187-211.
- Vásquez JA, Fonck E (1993) Algas productoras de ácido algínico en Sudamérica: diagnóstico y proyecciones. En: Documento de Campo N° 13 Situación actual de la industria de macroalgas productoras de ficocoloides en América Latina y el Caribe. FAO- ITALIA. Programa Cooperativo Gubernamental: 17-26.
- Vásquez JA, Santelices B (1984) Comunidades de macroinvertebrados en discos de adhesión de *Lessonia nigrescens* en Chile central. Rev. Chile. Hist. Nat. 57: 131-154.
- Vásquez JA, Santelices B (1990) Ecological effects of harvesting *Lessonia* (Laminariales, Phaeophyta) in central Chile. Hydrobiologia 204/205: 41-47.
- Vásquez JA, Vega JMA (2005). Macroinvertebrados asociados a discos de adhesión de algas pardas: Biodiversidad de comunidades discretas como indicadoras de perturbaciones locales y de gran escala. En: Biodiversidad Marina: Valoración, usos y perspectivas ¿Hacia donde va Chile? E. Figueroa (Ed) Editorial Universitaria Santiago-Chile: 429-450.
- Vásquez JA, Vega JMA, Buschmann AH (2006) Long term studies on El Niño-La Niña in northern Chile: effects on the structure and organization of subtidal kelp assemblages. J. appl. Phycol. 18: 505-519.
- Vásquez JA, Véliz D, Pardo LM (2001) Biodiversidad bajo las grandes algas. En: Sustentabilidad de la biosdiversidad. Un problema actual, bases científico-técnicas, teorizaciones y perspectivas. Alveal K, Antezana T (eds.), Universidad de Concepción-Concepción: 293-308.
- Vásquez JA, Westermeier R (1993) Limiting factors in optimizing seaweed yield in Chile. Hydrobiologia 260/261: 180-187.
- Vega JMA, Vásquez JA, Buschmann AH (2005) Biology of the subtidal kelps *Macrocystis integrifolia* and *Lessonia trabeculata* (Laminariales, Phaeophyceae) in an upwelling ecosystem of northern Chile: interannual variability and El Niño 1997-98. Rev. Chile. Hist. Nat. 78: 33-50.
- Venegas M, Tala F, Fonck E, Vásquez JA (1992) Sporangial sori on stipes of *Lessonia nigrescens* Bory (Laminareacea, Phaeophyta): a high frequency phenomenon in intertidal populations of northern Chile. Bot. Mar. 35: 573-578.
- Villouta E, Santelices B (1984) Estructura de la comunidad submareal de *Lessonia* (Phaeophyta, Laminariales) en Chile norte y central. Rev. Chile. Hist. Nat. 57: 111-122.
- Villouta E, Santelices B (1986) *Lessonia trabeculata* sp. Nov. (Laminariales: Phaeophyta), a new kelp from Chile. Phycologia 25: 81-86.

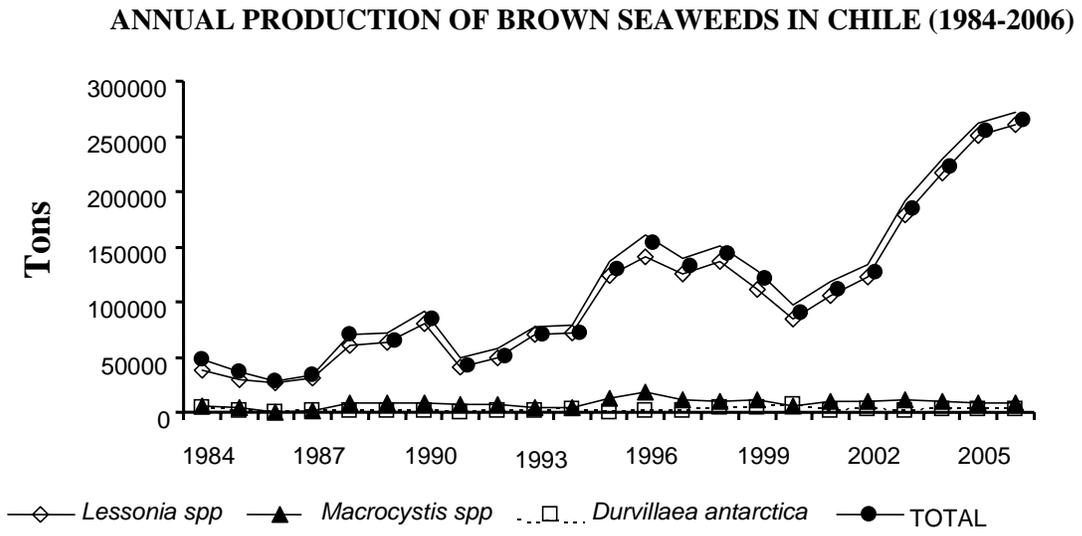
- Werner A, Kraan S (2004) Review of the potential mechanization of kelp harvesting in Ireland. Mar. Env. Health Ser. 17: 1-52.
- Westermeier R, Patiño D, Piel MI, Maier I, Mueller DG (2006) A new approach to kelp mariculture in Chile: production of free-floating sporophyte seedlings from gametophyte cultures of *Lessonia trabeculata* and *Macrocystis pyrifera*. Aquaculture Research 37: 164-171.
- Zemcke-White WL, Ohno M (1999) World seaweed utilization: An end-of-century summary. J. appl. Phycol. 11: 369-376.

## FIGURE LEGENDS

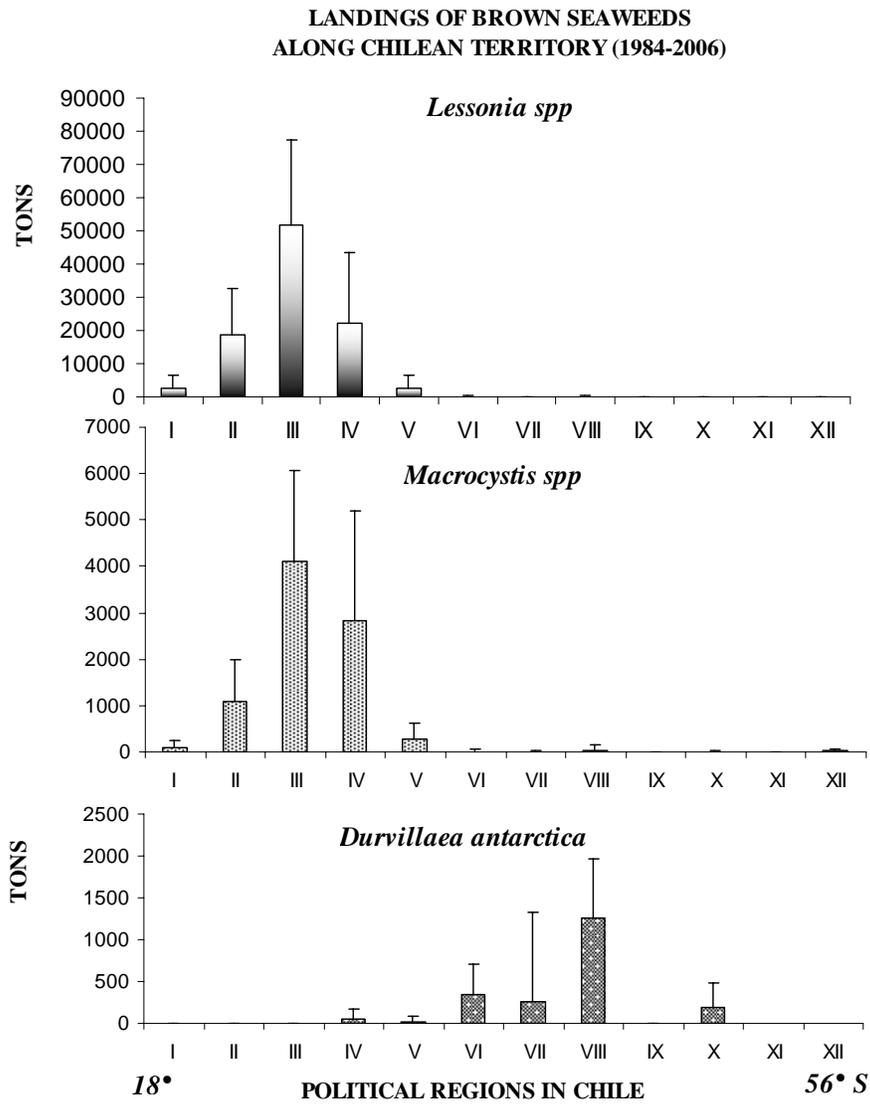
- Figure 1. Geographical distribution of brown seaweed of economic interest in Chile, including the study area of its fishery. L<sub>t</sub>= *Lessonia trabeculata*, L<sub>n</sub>= *Lessonia nigrescens*, M<sub>i</sub>= *Macrocystis integrifolia*, M<sub>p</sub>= *Macrocystis pyrifera*, D<sub>a</sub>= *Durvillaea antarctica*, H<sub>a</sub>= Study Area, S<sub>a</sub>= Sampling Area.
- Figure 2. Annual production (wet biomass) of brown seaweed fishery in Chile (1984-2006).
- Figure 3. Average landings (wet biomass) of brown seaweed (1984-2006), along Chilean coastline: North (I to IV Region), Central (V to VIII), and South (IX to XII).
- Figure 4. Annual production (1995-2006) of raw material (dry biomass) for alginate extraction in Chile and overseas. Temporal variability of the percentage of brown seaweed yield (----o----).
- Figure 5. Wet biomass of brown seaweeds (*Macrocystis* and *Lessonia*), used as food for abalone culture in northern Chile.
- Figure 6. Monthly variation of brown seaweed biomass used for alginate extraction, as well as fresh food for abalone culture, and respective incomes (US \$) of both commercial activities.
- Figure 7. Distribution and standing stock (wet biomass) of tree species of brown seaweed of economic interest, along 700 Km of coastline in northern Chile.



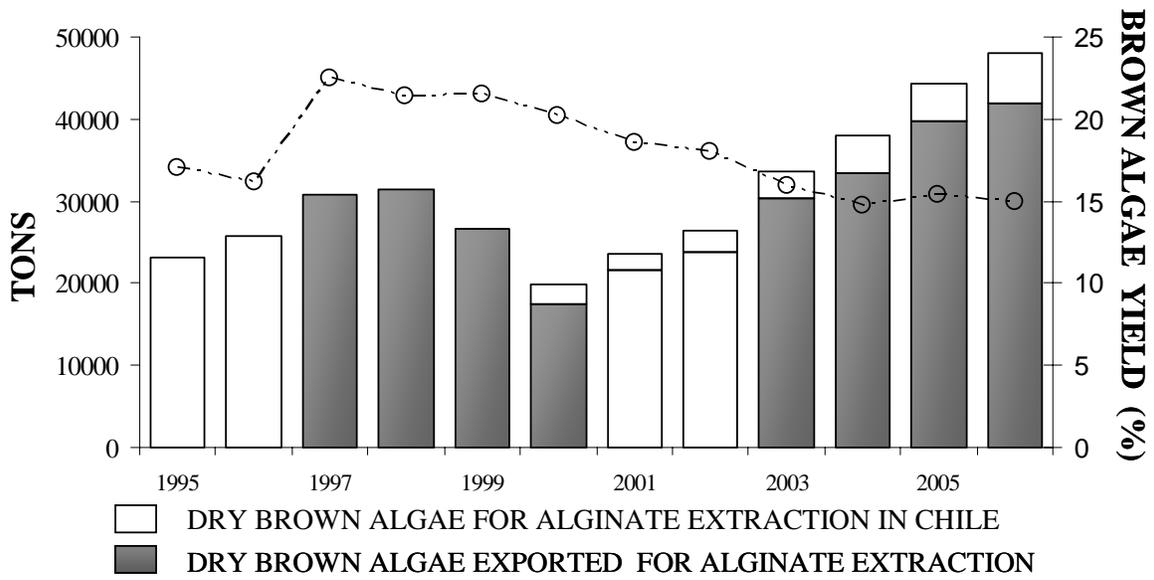
VASQUEZ FIG. 1



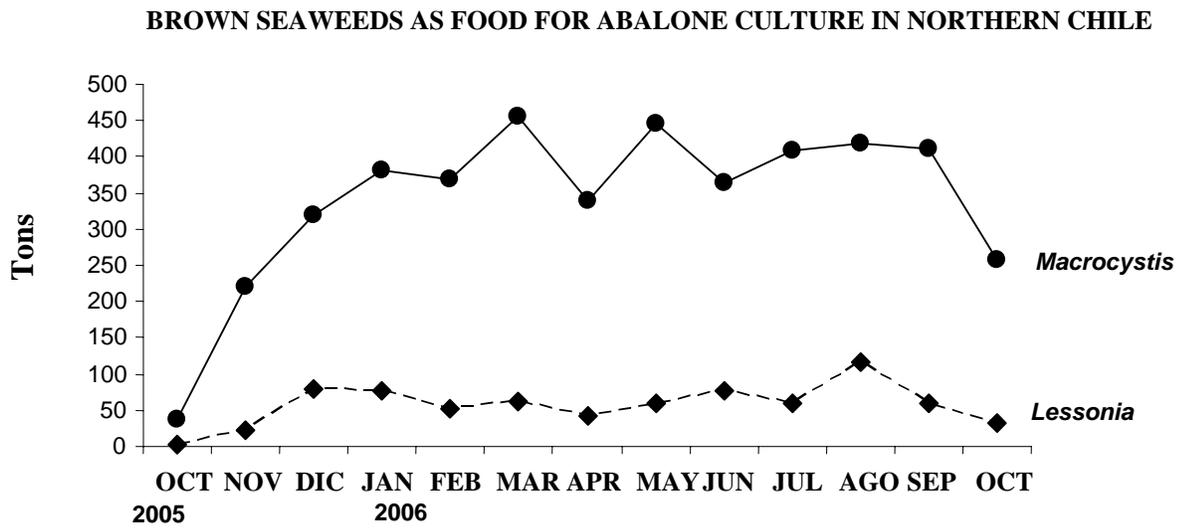
VASQUEZ FIG. 2



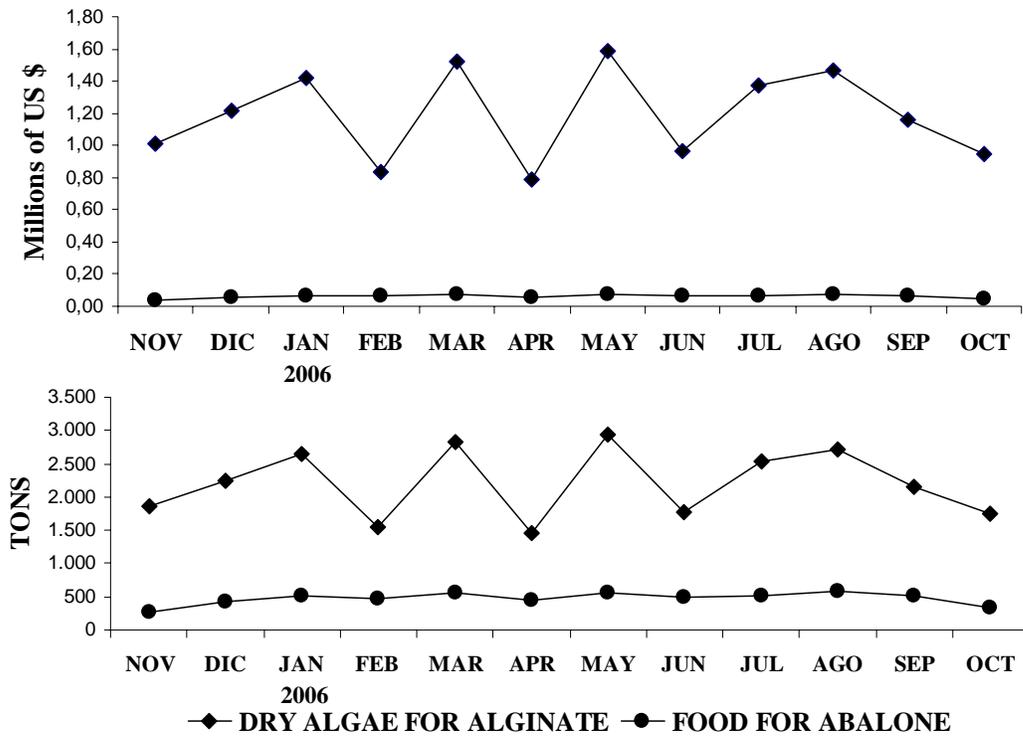
VASQUEZ FIG. 3



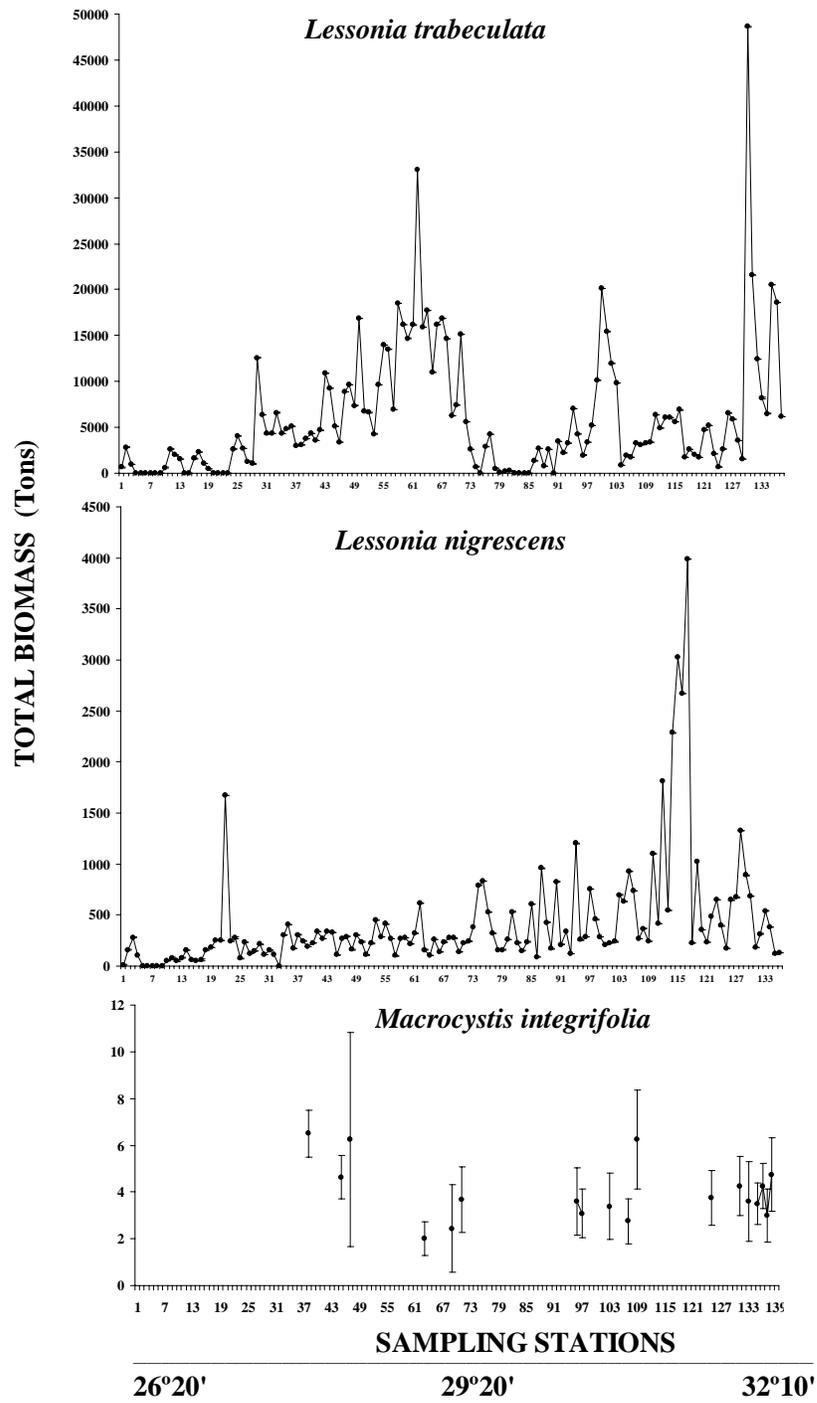
VASQUEZ FIG. 4



VASQUEZ FIG. 5



VASQUEZ FIG. 6



VASQUEZ FIG. 7

**TABLE 1. SOCIO-ECONOMIC INDICATORS OF FISHERMAN OF BROWN SEAWEEDS IN CHILE**

N° OF REGISTERED FISHERMAN	N° ACTIVE FISHERMAN	NOT-ASSOCIATED FISHERMAN (%)	WOMAN (%)	MAN (%)	EDUCATION LEVEL (%)		
					UNEDUCATED	ELEMENTARY	HIGH SCHOOL
<b>7801</b>	<b>1549</b>	<b>57</b>	<b>16.6</b>	<b>83.4</b>	<b>4.6</b>	<b>69.2</b>	<b>26.2</b>

**Anexo D: Material Audiovisual de los talleres de difusión del Proyecto.**

**( en archivo electrónico, CD)**

**Anexo E: Composición y Organización del  
Equipo de Trabajo PROYECTO FIP 2005-22**

El equipo de trabajo del proyecto está conformado por personal de la Universidad Católica del Norte, Sede Coquimbo. Los profesionales y técnicos que participaron cuentan con una amplia experiencia en temas de biología, ecología, evaluación y manejo de algas. Además se contó con la participación de un profesional de la Escuela de Ingeniería Comercial quien estuvo a cargo del desarrollo del objetivo 6 sobre “Valoración económica de servicios ambientales de algas pardas”.

## ASIGNACIÓN DEL PERSONAL PROFESIONAL Y TÉCNICO.

<b>ETAPA/ACTIVIDADES</b>				
<b>IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO</b>				
Reunión de coordinación del proyecto	J. Vásquez			
Adquisición y preparación materiales terreno/oficina	J. Vásquez	F. Tala	A. Vega	
Planificación actividades de terreno	J. Vásquez	F. Tala	A. Vega	
<b>OBJ.1. RECOPIRAR Y SISTEMATIZAR LA INFORMACIÓN DISPONIBLE DE LOS BOSQUES DE MACROCYSTIS Y LESSONIA</b>				
Revisión base de datos instituciones/electrónicas	J. Vásquez		M. Edding	
Análisis y sistematización de datos	J. Vásquez	F. Tala	M. Edding	
Actualización de la información			M. Edding	
<b>OBJ.2. DETERMINAR Y CARACTERIZAR FOCOS DE EXTRACCIÓN Y CADENA PRODUCTIVA</b>				
Reconocimientos de focos de extracción III Región	J. Vásquez		A. Vega	
Reconocimientos de focos de extracción IV Región	J. Vásquez		A. Vega	
Encuestas/empadronamiento usuarios III Región		F. Tala	A. Vega	
Encuestas/empadronamiento usuarios IV Región		F. Tala	A. Vega	
<b>OBJ.3. DETERMINAR EL GRADO DE INTERVENCIÓN DE LOS BOSQUES DE ALGAS PARDAS</b>				
Selección y caracterización de sitios de muestreo III Región	J. Vásquez	F. Tala	A. Vega	
Selección y caracterización de sitios de muestreo IV Región	J. Vásquez	F. Tala	A. Vega	
Biomasa, densidad y estructura de tallas III región			A. Vega	Tec.1.2.3
Biomasa, densidad y estructura de tallas IV región			A. Vega	Tec.1.2.3
Análisis SIG			A. Bodini	
<b>OBJ.4. DETERMINAR LA TASA DE RENOVACIÓN DE LOS BOSQUES DE ALGAS PARDAS Y SU COMUNIDAD ASOCIADA</b>				
Estimación crecimiento, mortalidad y reclutamiento III Región			A. Vega	Tec.1.2.3
Estimación crecimiento, mortalidad y reclutamiento IV Región			A. Vega	Tec.1.2.3
Experimentos poda estacional III Región			A. Vega	Tec.1.2.3
Experimentos poda estacional IV Región			A. Vega	Tec.1.2.3
Caracterización comunidad III región			A. Vega	Tec.1.2.3
Caracterización comunidad IV región			A. Vega	Tec.1.2.3

OBJ.5. DINAMICA TEMPORAL DEL RECLUTAMIENTO Y PARAMETROS POBLACIONALES BASICOS						
Ecología reproductiva III región	F. Tala					Tec.1.2.3
Ecología reproductiva IV región	F. Tala					Tec.1.2.3
Potencial reproductivo esporas III región	F. Tala					
Potencial reproductivo esporas IV región	F. Tala					
OBJ.6. VALORAR ECONOMICAMENTE LOS SERVICIOS AMBIENTALES QUE GENERAN LOS BOSQUES DE LESSONIA Y MACROCYSTIS						
Identificación de bienes, funciones y atributos del ecosistema de algas pardas	J. Vásquez				S. Zúñiga	
Jerarquización de bienes, funciones y atributos potencialmente valorables					S. Zúñiga	
Selección de metodología de cuantificación física y económica					S. Zúñiga	
Cuantificación física de bienes, funciones y atributos					S. Zúñiga	
Cuantificación económica de bienes, funciones y atributos					S. Zúñiga	
Análisis final de la valoración de cada bien, función y atributo	J. Vásquez	F. Tala	A. Vega		S. Zúñiga	
OBJ.7. ESTIMAR NIVELES DE PRODUCCION SUSTENTABLE DE LA INDUSTRIA ABALONERA Y DE PROCESOS DE ALGAS EN BASE A LA DISPONIBILIDAD Y POTENCIAL PRODUCTIVO DE LOS BOSQUES DE MACROCYSTIS Y LESSONIA						
Caracterización del consumo de algas por la industria abalonera				M. Edding		
Caracterización del consumo de algas por la industria de proceso				M. Edding		
Producción actual/potencial de las áreas de manejo				M. Edding		
Análisis de la disponibilidad y potencial productivo de praderas de algas pardas	J. Vásquez	F. Tala	A. Vega	M. Edding		A. Bodini
OBJ.8. GENERAR RECOMENDACIONES DE MEDIDAS DE ADMINISTRACION Y MANEJO DE LOS PRINCIPALES BOSQUES DE ALGAS PARDAS						
Análisis global de la información del proyecto	J. Vásquez	F. Tala	A. Vega	M. Edding		A. Bodini
Generación de bases de datos del proyecto						A. Bodini
TALLERES E INFORMES						
Taller Metodológico	J. Vásquez	F. Tala	A. Vega	M. Edding	S. Zúñiga	Tec.1.
Taller de discusión	J. Vásquez	F. Tala	A. Vega	M. Edding	S. Zúñiga	Tec.1.
Taller de discusión de resultados	J. Vásquez	F. Tala	A. Vega	M. Edding	S. Zúñiga	Tec.1.
Primer Informe de Avance	J. Vásquez	F. Tala	A. Vega	M. Edding	S. Zúñiga	Tec.1.
Segundo informe de Avance	J. Vásquez	F. Tala	A. Vega	M. Edding	S. Zúñiga	Tec.1.
Pre-informe final	J. Vásquez	F. Tala	A. Vega	M. Edding	S. Zúñiga	Tec.1.
Informe final	J. Vásquez	F. Tala	A. Vega			Tec.1.

Técnicos:

1. Nicole Piaget

2. Horacio Bastias

3. Roberto Varela

Además del equipo de trabajo, otros técnicos y profesionales del Laboratorio de Biodiversidad y Ecología Costera ([www.ecologiamarina.cl](http://www.ecologiamarina.cl)) y del Laboratorio de Botánica Marina ([www.botanicamarina.cl](http://www.botanicamarina.cl)) participaron y/o colaboraron en la ejecución del proyecto, de manera *ad honorem*. La participación de ellos fue importante, tanto en actividades de evaluación de los experimentos “*in situ*” así como de laboratorio; o en el programa de monitoreo de las poblaciones de algas pardas y de sus comunidades asociadas.

4. Francisco Díaz                      Buzo especialista, Licenciado en Ciencias del Mar.
5. Rossana Rojas                      Asistente de Investigación. Pesca de Investigación de Algas Pardas, 2005-2007.
6. Elio Hernández                      Estudiante de Biología Marina.
7. Jorge Barrios                      Buzo especialista, Magíster en Ciencias del Mar (c).
8. David Yáñez                      Biólogo Marino, Magíster en Ciencias del Mar (c).

**Anexo F: Material visual sobre las actividades del Proyecto.**

**( en archivo electrónico, CD)**