

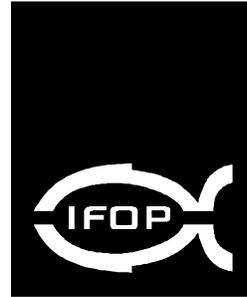


INFORME FINAL

FIP N° 2000-19

**Estrategias de explotación
Sustentable Algas Pardas
en la Zona Norte de Chile**

· Julio, 2002 ·



REQUIRENTE

CONSEJO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA, CIP
Presidente del Consejo:
Felipe Sandoval Precht

EJECUTOR

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP

Jefe División Investigación Pesquera:
Jorge Farías Ahumada.

Director Ejecutivo:
Guillermo Moreno Paredes



JEFE DE PROYECTO

JORGE GONZÁLEZ YÁÑEZ

AUTORES

**JORGE GONZÁLEZ
CARLOS TAPIA
ALVARO WILSON
JORGE GARRIDO
MARCEL ÁVILA**

COLABORADORES

**CARLOS CORTÉS
PEDRO RUBILAR
CÉSAR GUEVARA
VICTOR BAROS
MAURICIO PALMA
CLAUDIA TORRIJOS
WILSON VALDIVIA
FERNANDO TORREJON**

CONSULTORES

**PATRICIO OJEDA
EDUARDO OLIVA**

· Julio, 2002 ·



RESUMEN EJECUTIVO

La extracción de algas pardas entre la I y IV Regiones del país, constituye una actividad de alta importancia económica y social dentro del subsector pesquero artesanal, la cual se caracteriza por el uso intensivo de mano de obra de baja calificación con un bajo nivel de organización por parte de los usuarios directos. En los últimos años, la mayor demanda de estos recursos, ha generado un aumento en los precios de compra en playa, produciéndose un cambio en el sistema tradicional de producción, transitando desde una recolección de alga varada a una explotación directa por medio de instrumentos que generan externalidades negativas sobre la producción y el hábitat que conforman estas algas, los cuales son reconocidos como áreas de refugios para el desarrollo de otros recursos de importancia comercial.

La remoción activa de algas, se efectúa principalmente sobre *L. nigrescens*, observándose amplios sectores del litoral que han sido desprovistos de este recurso, especialmente en la II y III Regiones. De acuerdo a lo señalado por los agentes tradicionales, esta situación ha generado problemas con la disponibilidad de alga varada y ha producido conflictos entre los agentes tradicionales y eventuales, dado que no se han respetado los derechos de uso históricos sobre los varaderos y sectores costeros adyacentes.

Dada la complejidad de las interacciones de las variables y factores que condicionan la pesquería de algas pardas, la cual se caracteriza por ser una pesquería de tipo secuencial, basada casi exclusivamente en una sola especie y donde la incorporación de agentes eventuales altera fuertemente el sistema; se evaluaron los principales procesos del sistema, identificándose los incentivos que determinan la alternancia de regímenes de recolección y extracción, el ingreso de algueros eventuales (facultativos



y esporádicos), e implementación de regímenes de asignación de derechos de usos territoriales (Áreas de Manejo), entre otros.

Con el propósito de establecer criterios de manejo y explotación, en función de indicadores y puntos de referencia biológicos, pesqueros, económicos-sociales y normativos, se seleccionaron 11 sectores como casos de estudios, desde la I a la IV Regiones. La selección de los sectores se realizó bajo criterios de escenarios alternativos de producción, tipos de agentes, administración y grado de intervención sobre las poblaciones de algas pardas.

En los sectores de estudio, se evaluó el estado de las poblaciones de los recursos algas pardas, en especial *L. nigrescens*, dado que sobre esta especie se generan actividades de remoción directa. Por otra parte, se recolectó información relacionada con el régimen de producción, recursos explotados, número y tipo de agentes y artes utilizados e ingresos económicos. Los antecedentes anteriores, permitieron modelar conceptualmente los procesos asociados a la actividad productiva, considerando los grados de intervención sobre las praderas, y evaluando las situaciones de presión – situación – respuesta, asociados al desempeño de la actividad, aplicando un enfoque sistémico basado en la ciencia de sistemas.

En términos poblacionales se estimó la densidad, biomasa estructura de tallas y relaciones morfo-gravimétricas para cada sector, complementada con información comunitaria asociada a los huirales. El análisis de esta información se realizó considerando el grado de intervención, el cual se definió en función de consultas a extractores del sector y a la comparación con sectores cercanos no intervenidos. Las diferencias observadas en la estructura poblacional de cada sector están asociadas a grados distintos de intervención directa, con una tendencia a mayores



reclutamientos en sectores altamente intervenidos, respondiendo a un proceso de densodependencia espacial (i.e. proceso densocompensatorio).

A pesar que no fue comprometida la realización de estudios de dinámica poblacional, se parametrizó los principales componentes poblacionales de *L. nigrescens*: crecimiento, mortalidad y tasa de renovación, dada la importancia de estos procesos en la definición de planes de ordenamiento y manejo. Lo anterior, se realizó en función del análisis de la mejor información disponible en la literatura y otros antecedentes no publicados.

La parametrización de los componentes poblacionales se realizó a nivel regional, aunque se reconoce la alta variabilidad entre localidades de una misma Región. Los principales resultados permiten establecer curvas de crecimiento y tasas de mortalidad, para estimar la talla – edad de máxima producción por área y la capacidad productiva del recurso en términos anuales por área. Por otra parte, la determinación de edad del recurso permitió establecer la edad de “primera madurez esporofítica”, y de este modo contar con dos tallas – edad de referencia para su manejo; una, asociada a la fertilidad del alga y, otra, a la máxima producción por área.

Las diferencias entre las tasas de mortalidad y crecimiento, en conjunto con los niveles de abundancia por área del recurso, refleja un comportamiento local de las poblaciones, encontrándose diferencias significativas de mortalidad dentro de una misma Región, en función del grado de intervención.

El modelo conceptual establecido para la pesquería de algas pardas, reconoce la existencia de dos stocks en el **subsistema recurso**: uno, asociado a la población (standing stock), y el otro, al varado (stock de alga varada), los cuales están relacionados entre sí, en función de la dinámica de productividad poblacional del recurso.



La productividad del recurso *L. nigrescens* (kg/m²/año), evaluada en función de la tasa de renovación anual por área y de los niveles de biomasa poblacional de localidades tipos de la I a IV Regiones, da cuenta del nivel medio de alga removida naturalmente del sistema. Esta alga removida, conforma el potencial del recurso para la pesquería basada en la recolección, sin embargo, sólo parte de ella llega a conformar el stock de alga varada, de la cual una fracción menor es recolectada. De esta forma, se ha definido una eficiencia de uso del recurso, en relación a la fracción explotada bajo la modalidad de recolección de alga varada, entendiéndose éste como un indicador de aprovechamiento de los excedentes poblacionales del recurso.

De acuerdo a análisis anterior, se establece que la pesquería de algas pardas, presenta una alta tasa de renovación anual, donde los niveles de desembarque estarían sostenidos en función de los excedentes poblacionales del recurso, del cual de acuerdo a los desembarques promedios de los últimos 4 años, estaría aprovechándose alrededor del 30%.

Para la definición de las estrategias de ordenamiento y manejo de los recursos algales, se analizaron los aspectos relacionados con el manejo de estos recursos, para lo cual se integró toda la información disponible en relación con: el desempeño de la pesquería, la percepción de los agentes vinculados, la modalidad del funcionamiento histórico de los agentes, el flujo productivo-comercial, aspectos biológico-pesqueros, ecológicos y el marco normativo. Además, las alternativas de estrategias de manejo y explotación fueron evaluadas en función de la aplicabilidad, aceptación y entendimiento por parte de los diversos usuarios, considerando el marco normativo actual.

El análisis de las diversas alternativas de ordenamiento de esta pesquería, permite concluir que la estrategia con mayor viabilidad corresponde a la asignación de **Derechos de Uso Territorial (DUT)**, cuya implementación se propone sea



realizada mediante la aplicación de la medida de administración: **Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB)**. No obstante, la implementación de AMERBs de algas pardas, debe considerar las características particulares del recurso y de los agentes que las extraen. En este contexto, se debe evitar la replicación de AMERBs de invertebrados bentónicos (i.e. loco, lapa) para algas pardas; para lo cual es necesario definir ciertos criterios, los cuales son extensamente analizados en el presente Informe. Además, dentro de las medidas de manejo propuestas, se incluye: cierre de registros y prohibición de la remoción.

Dada la importancia de la participación de los agentes extractivos, quienes resultan ser los principales involucrados, y otros usuarios relacionados, se realizaron Talleres Estratégicos, de tal forma que la estrategia propuesta sea conocida y entendida por cada uno de ellos, condición que es fundamental para la factibilidad de implementación de la misma. En estos Talleres también se abordó la necesidad de que exista coherencia entre la estrategia de ordenamiento propuesta y las políticas de intervención sectoriales promovidas por los gobiernos regionales e instituciones relacionadas. En este marco, el presente informe da cuenta de una aceptación de las medidas propuestas por los diversos usuarios, centrándose actualmente la discusión en aspectos administrativos y normativos asociados a la implementación de la propuesta de ordenación, la cual es ampliamente analizada.



ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN EJECUTIVO.....	i
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE TABLAS, FIGURAS, LÁMINAS Y ANEXOS	xi
1. OBJETIVOS	1
1.1 Objetivo general.....	1
1.2 Objetivos específicos.....	1
2. ANTECEDENTES	3
3. METODOLOGÍA	7
3.1 Alcances metodológicos.....	7
3.2 Cobertura geográfica.....	8
3.3 Desarrollo metodológico por objetivos	9
3.3.1 Objetivo 1. Identificar y jerarquizar los principales parámetros, variables y factores ecológicos, económicos, sociales e institucionales/ normativos que inciden en la productividad y la producción de algas pardas en la zona norte de Chile (I – IV Región).....	9
3.3.2 Objetivo 2. Identificar, seleccionar o diseñar indicadores y punto de referencia biológicos – pesqueros, económicos y sociales aplicables a la explotación de algas pardas en la zona norte de Chile (I – IV Región).....	21
3.3.3 Objetivo 3. Validar la aplicación de indicadores biológicos pesqueros, económicos y sociales diseñados en el objetivo 2 en un número representativo de situaciones reales.....	24
3.3.4 Objetivo 4. Identificar y proponer las medidas de conservación u ordenamiento más convenientes de aplicar, considerando la institucionalidad y normativa nacional.....	35



3.3.5 Objetivo 5. Diseñar modelo(s) conceptual/cuantitativo que integre(n) los resultados del primer, segundo y tercer objetivo específico	38
4. RESULTADOS.....	59
4.1 Levantamiento y análisis de información.....	60
4.1.1 Caracterización de la pesquería de algas pardas	62
4.1.2 Caracterización de los agentes extractores	64
4.1.3 Caracterización de plantas de proceso y cultivos de abalón	68
4.1.4 Caracterización del mercado de algas pardas.....	72
4.1.5 Descripción de los principales procesos del sistema de algas pardas.....	73
4.1.6 Percepción de los usuarios.....	82
4.2 Identificación y jerarquización de los principales parámetros, variables y factores	87
4.3 Identificación, selección y diseño de indicadores y punto de referencia	92
4.3.1 Interpretación de los indicadores	101
4.4 Validación de indicadores biológico pesqueros, económicos y sociales en los casos de estudio.....	109
4.4.1 Diagnóstico espacial de los componentes asociados a la actividad productiva de algas pardas entre la I y IV Regiones.....	109
4.4.2 Diagnóstico general de la actividad extractiva en los casos de estudio entre la I a IV Regiones.....	115
4.4.3 Caracterización general del proceso económico productivo de la actividad extractiva de algas pardas.....	134
4.4.4 Relación entre el estado del recurso y la estructura de tallas de alga varada y removida	136
4.4.5 Situación diagnóstica del estado poblacional de <i>Lessonia nigrescens</i>	138
4.4.6 Situación diagnóstica del estado poblacional de <i>Lessonia trabeculata</i>	143
4.4.7 Situación diagnóstica del estado poblacional de <i>M. Integrifolia</i>	145
4.4.8 Aspectos comunitarios asociados a praderas de algas pardas	146
4.5. Diseño de modelo conceptual/cuantitativo de la pesquería de algas pardas.....	170
4.5.1 Parametrización de los procesos poblacionales de <i>L. Nigrescens</i>	174



4.5.2	Procesos poblacionales de <i>L. nigrescens</i> para la I a IV Regiones.	175
4.5.3	Estimaciones del potencial y nivel de uso del recurso <i>L. Nigrescens</i> .	178
4.5.4	Modelo sistémico sistema productivo de algas pardas.....	181
4.6.	Identificación y proposición de medidas de ordenamiento y Diseño de estrategia de explotación para algas pardas	197
4.6.1	Proposición de las medidas de manejo y diseño de estrategia de explotación.....	207
5.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	219
6.	CONCLUSIONES	225
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	227

TABLAS

FIGURAS

LAMINAS

ANEXOS

ANEXO A	Encuestas y formularios
ANEXO B	Antecedentes biológicos – poblacionales de algas pardas de importancia comercial en Chile
ANEXO C	Actas de talleres de trabajo.
ANEXO D	Análisis de alternativas de Derechos de Uso Territoriales (DUTS) para algas pardas
ANEXO E	Composición y Organización del Equipo de Trabajo
ANEXO F	- CD con Video - CD con Archivos del Informe



ÍNDICE DE TABLAS, FIGURAS, LÁMINAS Y ANEXOS

TABLAS

- Tabla 1.- Principales indicadores poblacionales de las praderas de *L. nigrescens*, de los sectores de estudio de la I a IV.
- Tabla 2.- Principales indicadores poblacionales de las praderas de *L. trabeculata*, de los sectores de estudio de la I a IV.
- Tabla 3.- Principales indicadores poblacionales de las praderas de *M. integrifolia*, de los sectores de estudio de la I a IV.
- Tabla 4.- Cobertura y densidad de organismos en los espacios interdiscos de *L. nigrescens*, en 9 localidades de estudio de la I a la IV Regiones.
- Tabla 5.- Índices de diversidad biológica en los espacios interdiscos de *L. nigrescens*, para 9 localidades de la I a la IV Regiones.
- Tabla 6.- Cobertura y densidad de organismos en los espacios interdiscos de *L. trabeculata*, en 7 localidades de estudio de la I a la IV Regiones.
- Tabla 7.- Índices de diversidad biológica en los espacios interdiscos de *L. trabeculata*, para 7 localidades de la I a la IV Regiones.
- Tabla 8.- Cobertura y densidad de organismos en los espacios interdiscos de *M. integrifolia*, en 3 localidades de estudio de la II a la IV Región.
- Tabla 9.- Índices de diversidad biológica en los espacios interdiscos de *M. integrifolia*, para 3 localidades de la II a la IV Regiones.
- Tabla 10.- Densidad (ind. / Kg) promedio de la macrofauna asociada a discos de *L. nigrescens*, en 7 localidades de estudio de la I a la IV Región.
- Tabla 11.- Abundancia total de la macrofauna asociada a discos basales de *L. nigrescens* en 7 localidades de estudio de la I a la IV Región.
- Tabla 12.- Índices de diversidad biológica de discos basales de *L. nigrescens* en 7 localidades de estudio de la I a la IV Región.



- Tabla 13.- Densidad (ind. / Kg) promedio de la macrofauna asociada a discos de *L. trabeculata*, en 6 localidades de estudio de la I a la IV Región.
- Tabla 14.- Abundancia total de la macrofauna asociada a discos basales de *L. trabeculata* en 6 localidades de estudio de la I a la IV Región.
- Tabla 15.- Índices de diversidad biológica de discos basales de *L. trabeculata* en 6 localidades de estudio de la I a la IV Región.
- Tabla 16.- Composición del desembarque en número y peso a la talla de *L. nigrescens*, de la I a IV Regiones.

FIGURAS

- Figura 1.- Desembarque anual de algas pardas para las Regiones I a IV en el periodo 1980-2001.
- Figura 2.- Desembarque anual de algas pardas por especie para las Regiones I a IV en el periodo 1980-2001.
- Figura 3.- Localización de plantas y cultivos de abalón y número de algueros. Las flechas indican el flujo del desembarque (origen-destino de algas pardas para la I a IV Regiones).
- Figura 4.- Exportación anual por especies de algas pardas en el periodo 1994- 2001.
- Figura 5.- Principales destinos de exportación de algas pardas en el periodo 1994-2001.
- Figura 6.- Precios de exportación por especies en el periodo 1994- 2001.
- Figura 7.- Cobertura de los sectores en estudio entre la I a IV Regiones.
- Figura 8.- Representación cualitativa de las variables espaciales asociadas a la actividad extractiva en la I Región.
- Figura 9.- Representación cualitativa de las variables espaciales asociadas a la actividad extractiva en la II Región.



- Figura 10.- Representación cualitativa de las variables espaciales asociadas a la actividad extractiva en la III Región.
- Figura 11.- Representación cualitativa de las variables espaciales asociadas a la actividad extractiva en la IV Región.
- Figura 12.- Estructura de talla del disco basal (cm) de algas varadas y removidas, en los sectores en estudio de la I a IV Regiones.
- Figura 13.- Densidad (Ind/m²) y biomasa (Kg/m²) de *L. nigrescens*, en los sectores en estudio de la I a IV Regiones.
- Figura 14.- Estructura de talla poblacional del disco basal (cm) de *L. nigrescens*, en los sectores en estudio de la I a IV Regiones.
- Figura 15.- Relación gravimétrica del diámetro de disco basal (cm) y peso total (g) de *L. nigrescens*, para las Regiones I a IV.
- Figura 16.- Estructura en peso (kg.) poblacional de *L. nigrescens*, en los sectores en estudio de la I a IV Regiones.
- Figura 17.- Abundancia poblacional de *L. nigrescens*, I Región.
- Figura 18.- Abundancia poblacional de *L. nigrescens*, II Región.
- Figura 19.- Abundancia poblacional de *L. nigrescens*, III Región.
- Figura 20.- Abundancia poblacional de *L. nigrescens*, IV Región.
- Figura 21.- Densidad (Ind/m²) y biomasa de *L. trabeculata*, en los sectores de estudio de la I a IV Regiones.
- Figura 22.- Estructura de talla poblacional del disco basal (cm) de *L. trabeculata*, en los sectores en estudio de la I a IV Regiones.
- Figura 23.- Relación del diámetro de disco basal (cm) y longitud total (cm) de *L. trabeculata*, para las Regiones I a IV.
- Figura 24.- Relación gravimétrica del diámetro de disco basal (cm) y peso total (g) de *L. trabeculata*, para las Regiones I a IV.
- Figura 25.- Estructura en peso (kg.) poblacional de *L. nigrescens*, en los sectores en estudio de la I a IV Regiones.



- Figura 26.- Abundancia poblacional de *Lessonia trabeculata*, en la I Región.
- Figura 27.- Abundancia poblacional de *Lessonia trabeculata*, en la II Región.
- Figura 28.- Abundancia poblacional de *Lessonia trabeculata*, en la III Región.
- Figura 29.- Abundancia poblacional de *Lessonia trabeculata*, en la IV Región.
- Figura 30.- Densidad (Ind/ m²) y biomasa (kg/m²) de *M. Integrifolia*, en los sectores en estudio de la I a IV Regiones.
- Figura 31.- Estructura de talla poblacional del disco basal (cm) de *M. Integrifolia*, en los sectores en estudio de la I a IV Regiones.
- Figura 32.- Relación del diámetro de disco basal (cm) y longitud (cm) de *M. Integrifolia*, para las Regiones I a IV.
- Figura 33.- Relación gravimétrica del diámetro de disco basal (cm) y peso total (g) de *M. integrifolia*, para las Regiones I a IV.
- Figura 34.- Estructura en peso (kg) poblacional de *M. Integrifolia*, en los sectores en estudio de la I a IV Regiones.
- Figura 35.- Parametrización de crecimiento a la talla (A,B), relaciones gravimétricas (C,D) y crecimiento en peso (E) de *L. nigrescens* para la zona central.
- Figura 36.- Estimación de mortalidades (A,B), producción máxima (C,D), reclutamiento (E) y asentamiento relativo estacional (F) de *L. nigrescens* para Chile central.
- Figura 37.- Relación diámetro de disco basal (cm) y longitud total(cm) de *L. nigrescens* para las Regiones I a IV.
- Figura 38.- Ajuste de crecimiento en la talla y peso de *L. nigrescens* para las Regiones I a IV, a partir de datos observados.
- Figura 39.- Curva de crecimiento de diámetro del disco (cm) y peso (kg) de *L. nigrescens* para las Regiones I a IV.
- Figura 40.- Composición de edad poblacional de *L. nigrescens*, en los sectores en estudio de la I a IV Regiones.



- Figura 41.- Mortalidad mensual de *L. nigrescens*, en los sectores en estudio de la I a IV Regiones.
- Figura 42.- Talla y edad de máxima producción de *L. nigrescens*, para las Regiones I a IV. (Lr – tr: Talla y edad de primera madurez esporofítica; Lc – tc: Talla y edad crítica).
- Figura 43.- Composición relativa a la talla (Diámetro del disco) y peso total del desembarque de *L. nigrescens* de la I a IV Regiones.
- Figura 44.- Productividad en biomasa, número de individuos y tasa de renovación anual de *L. nigrescens*, de las Regiones I a IV.
- Figura 45.- Desempeño de indicadores biológicos y económicos, bajo condiciones de restricción de acceso y no-remoción.
- Figura 46.- Desempeño de indicadores biológicos y económicos, bajo condiciones de restricción de acceso y remoción.
- Figura 47.- Desempeño de indicadores biológicos y económicos, bajo condiciones de libre acceso y remoción.

LÁMINAS

- Lámina 1.- Sistemas de recursos algales, cinturones naturales y varaderos.
- Lámina 2.- Actividad productiva de recursos algales en playa, recolección, tendido y extendido.
- Lámina 3.- Extracción en playa utilizando barretas y aparejos para la extracción.
- Lámina 4.- Sistema de proceso de algas pardas en plantas, carga, transporte, picado y almacenamiento.



ANEXOS

- ANEXO A** Encuestas y formularios
- ANEXO B** Antecedentes biológicos – poblacionales de algas pardas de importancia comercial en Chile
- ANEXO C** Actas de talleres de trabajo.
- ANEXO D** Análisis de alternativas de Derechos de Uso Territoriales (DUTS) para algas pardas
- ANEXO E** Composición y Organización del Equipo de Trabajo
- ANEXO F** - CD con Video
- CD con Archivos del Informe



1. OBJETIVOS

1.1. Objetivo general

Diseñar estrategias de explotación sustentable de algas pardas en la zona norte de Chile.

1.2. Objetivos específicos

- a) Identificar y jerarquizar los principales parámetros, variables y factores ecológicos, económicos, sociales e institucionales/normativos que inciden en la productividad y la producción de algas pardas en la zona norte de Chile (I – IV Región).
- b) Identificar, seleccionar o diseñar indicadores y punto de referencia biológicos – pesqueros, económicos y sociales aplicables a la explotación de algas pardas en la zona norte de Chile (I – IV Región).
- c) Validar la aplicación de indicadores biológicos – pesqueros, económicos y sociales diseñados en el objetivo 2 en un número representativo de situaciones reales.
- d) Identificar y proponer las medidas de conservación u ordenamiento más convenientes de aplicar, considerando la institucionalidad y normativa nacional.
- e) Diseñar modelo(s) conceptual/cuantitativo que integre(n) los resultados del primer, segundo y tercer objetivo específico.



2. ANTECEDENTES

La pesquería de algas pardas en la zona norte de Chile (I a IV Regiones), constituye una importante fuente de recursos económicos, que durante los últimos años ha registrado un considerable aumento en los niveles de desembarque, representado más del 90 % del desembarque nacional de algas pardas (SERNAPESCA, 1980-2001). Este aumento, se explica por una creciente demanda de materia prima que alcanza sus mayores volúmenes en los años 1995-1999, coincidente con la incorporación de nuevas plantas procesadoras.

Esta pesquería está compuesta por cuatro especies: ***Lessonia nigrescens***, ***Lessonia trabeculata***, ***Macrocystis*** y ***Durvillaea***, donde ***L. nigrescens*** (huir negro) ha representado más del 85% del desembarque en los últimos años, concentrándose la extracción en las Regiones III y IV. El recurso algas pardas, es destinado principalmente a la elaboración de alginatos, donde los principales mercados internacionales corresponden a Japón, Noruega, Reino Unido, Francia y, en los últimos años a China.

La incorporación de nuevas empresas y el incremento de la demanda, generó un aumento del precio del recurso, incentivando el ingreso de más usuarios a esta pesquería. El incremento de los agentes extractivos, ha llevado a que durante los últimos años se ha observado un cambio en la modalidad de extracción, pasando de recolectores de huiros varados a extractores directos (IFOP, 1994). Esta remoción activa, se lleva a cabo utilizando herramientas que alteran significativamente el hábitat que conforman estas algas.



La extracción directa es realizada preferentemente por usuarios eventuales que barrean el recurso; y en menor grado, por buzos que extraen el recurso en el submareal. La extracción activa (barroteo) de este tipo de recursos, puede tener implicancias ecológicas no dimensionadas, debido a que los huirales son reconocidos como áreas de refugio para el crecimiento de etapas juveniles de invertebrados bentónicos de importancia comercial, como erizo, loco, y lapa. (Santelices, 1989; Vásquez & Westermeier, 1993). Esta situación, es de mayor relevancia si se considera que el recurso loco y lapa, actualmente constituyen los principales recursos objetivos de las Áreas de Manejo de las Regiones de la Zona Norte de Chile (I a IV Regiones).

La importancia de las comunidades de macroalgas, está dada por la alta cobertura y biomasa de sus praderas, y por su rol estructurador de ecosistemas basado fundamentalmente en la alta diversidad de invertebrados que se albergan dentro de los discos adhesivos de las plantas, así como en los espacios entre discos, donde además, se encuentra una alta variedad de algas de menor tamaño. De esta manera, se puede establecer que la importancia ecológica de la conservación de las praderas de las macroalgas tendría alcances ecosistémicos, en el litoral de la zona norte, con énfasis en las Regiones III y IV.

La actividad extractiva de algas pardas, sustenta a comunidades costeras conformadas por recolectores que presentan altas barreras de salidas del sistema. Considerando que la actividad se lleva a cabo sin pautas de administración, y dada la creciente remoción de algas, es previsible suponer que de no existir pautas de ordenamiento para esta actividad, se genere un estado de sobreexplotación del recurso, con el consiguiente deterioro ecológico del sistema y las implicancias socioeconómicas negativas para el sector.



En este contexto, la creciente demanda del recurso, su importancia económica, social y ecológica, y la ausencia de medidas de administración, llevó a que el Fondo de Investigación Pesquera, incluyera el presente proyecto, a fin de desarrollar una estrategia que permita generar las bases técnicas necesarias para administrar esta pesquería, salvaguardando su conservación y la eficiencia económica de su explotación.



.....INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO.....



3. METODOLOGÍA

3.1 Alcances metodológicos

El proyecto se desarrolló, de acuerdo a una secuencia de pasos necesarios para abordar el principal objetivo del proyecto; el cual es establecer las pautas de ordenamiento y manejo de la actividad asociada a las algas pardas.

En las primeras etapas, se realizó un levantamiento general de información de la actividad extractiva de las algas pardas en el litoral de la I a IV Regiones; incluyendo aspectos poblacionales, agentes extractivos, niveles de producción, sistema de comercialización y proceso, entre otros. Por otra parte, a través de Casos de Estudios en sectores representativos de la actividad, se evaluaron factores, parámetros y variables relacionadas a la actividad productiva del recurso, a fin de establecer indicadores y puntos de referencia para el buen uso del recurso y el ordenamiento de la actividad. En estos sectores, se evaluaron aspectos relevantes del *recurso* (i.e. evaluaciones poblacionales puntuales de macroalgas, comunidades asociadas y potencialidad de los varaderos); y *agentes* (i.e. número de usuarios, regímenes de operación, artes extractivos, tipo de organización productiva, sistema de comercialización). Además, se sostuvieron reuniones con los diversos usuarios (i.e. algueros, otros pescadores, intermediarios, empresarios de plantas de proceso y cultivos de abalón, representantes de la institucionalidad pública relacionadas, tanto con la fiscalización, administración y fomento de la actividad).



3.2 Cobertura geográfica

El estudio se desarrolló en dos escalas espaciales: a) el litoral desde la I a IV Regiones y b) localidades seleccionadas para casos de estudio. Las localidades, seleccionadas como casos de estudio, correspondieron a sectores representativos de la actividad extractiva de algas pardas, de la I a IV Regiones, que a su vez muestran distintos escenarios productivos, socioeconómicos y regímenes de operación de la explotación de este recurso, a fin de entender los diversos procesos asociados al sistema en su conjunto.

Las localidades seleccionadas como casos de estudio en el litoral de la I a IV Regiones, corresponden a:

Región	Localidades
I Región	<i>Pisagua</i>
	<i>Caramucho</i>
II Región	<i>Cta. Constitución</i>
	<i>Cifuncho</i>
III Región	<i>Los Pozos</i>
	<i>Cta. Angosta</i>
	<i>Punta Lobos</i>
IV Región	<i>La Cebada</i>
	<i>Limarí</i>
	<i>Ñagué</i>
	<i>Cascabeles</i>



3.3 Desarrollo metodológico por objetivos

3.3.1 **Objetivo 1. Identificar y jerarquizar los principales parámetros, variables y factores ecológicos, económicos, sociales e institucionales/normativos que inciden en la productividad y la producción de algas pardas en la zona norte de Chile (I – IV Región).**

La identificación y jerarquización de los principales parámetros, variables y factores que tienen incidencia en la productividad y la producción de algas pardas en la zona norte de Chile (I – IV Regiones), se fundamentaron básicamente en criterios ecológico-pesqueros, socio-económicos y normativos.

El desarrollo de este objetivo incluye actividades dirigidas a: (I) levantamiento y análisis de información y (II) identificación y jerarquización de los principales parámetros, variables y factores asociados a la pesquería de algas pardas, considerando criterios biológico pesqueros, ecológicos, económicos y sociales; y la institucionalidad y normativa vigente.

a) Levantamiento y análisis de información

La identificación y jerarquización de los principales parámetros, variables y factores; requiere del levantamiento y análisis de información biológica pesquera, ecológica, económica y social, además de aspectos institucionales y normativos. De esta forma, se consideró la recopilación de información de los siguientes elementos: (i) caracterización de la pesquería; (ii) de los agentes extractivos; (iii) de las plantas de proceso y cultivos de abalón; (iv) del mercado de algas pardas, (v) la percepción de los usuarios y (vi) descripción de los procesos más relevantes del sistema de algas pardas, cuyos aspectos metodológicos se describen por separado.



Todos los antecedentes recabados fueron analizados en un Sistema de Información Geográfico (SIG), con el propósito de generar una base de información, y representación gráfica, de acuerdo a los requerimientos y oferta comprometida.

Dado lo extenso del área de estudio, la cobertura espacial de la actividad extractiva y el estado del recurso, del litoral de I- IV Regiones, fue caracterizada utilizando el sistema aerofotogramétrico, a través de un registro visual desde un avión, el cual fue posteriormente integrado a un sistema de Información geográfica y digitalización de imágenes, aplicando una escala cuali-cuantitativa arbitraria discreta.

Para realizar el registro visual, se llevaron a cabo filmaciones desde una altura promedio de 1000 pies, a una velocidad de 130 a 140 millas por hora. El vuelo se realizó seleccionando la mejor combinación de condiciones climáticas de vuelo y de períodos de bajamar. En la grabación se utilizó una cámara filmadora Cannon XL – 1 con un formato de grabación MDV.

La información y variables integradas al SIG corresponden a:

- Límite regional.
- Caminos principales y secundarios.
- Ciudades.
- Caletas pesqueras.
- Ubicación de plantas de proceso y centros de cultivo de abalón.
- Cobertura de praderas submareales.
- Cobertura de *L. nigrescens*.
- Topografía costera (accesibilidad).
- Presencia de actividad extractiva.
- Presencia de varaderos de algas.



Las cartas temáticas obtenidas se presentan a escala regional, realizando una diagnosis general de la información y variables consideradas para las Regiones en estudio.

La cobertura espacial de *L. nigrescens*, fue valorada mediante una escala cualitativa del grado de “presencia” del recurso, que posteriormente fue traducida a rangos de abundancia generales, a partir de las observaciones directas de cada sector de estudio, y de antecedentes disponibles, lo que permitió realizar estimaciones de la situación actual y potencial del recurso en cada Región.

La cobertura de las praderas submareales, presentes en las Regiones de estudio, se realizó sin hacer distinción entre *L. trabeculata* y *M. integrifolia*.

La topografía costera, se vinculó considerando la accesibilidad a los distintos sectores; mientras que la actividad extractiva, se vinculó a la presencia de actividad y disponibilidad de algas en los varaderos.

Todos los antecedentes recabados de la grabación de la cinta de video y demás fuentes de información relacionadas al proyecto, fueron analizados en un Sistema de Información Geográfico, con el propósito de generar una base de información, y representación gráfica.

- **Caracterización de la pesquería de algas pardas**

La pesquería de algas pardas fue descrita en escala temporal y espacial, con el propósito de conocer el desarrollo de esta pesquería en cada una de las Regiones de la zona norte.



Las bases de información analizadas provienen fundamentalmente de los registros estadísticos pesqueros del SERNAPESCA, correspondiente a una serie anual para el período 1980 – 2001. Es importante señalar que el registro de la actividad extractiva de algas pardas, por parte del Servicio Nacional de Pesca, comenzó el año 1980 (Anuarios Estadísticos de SERNAPESCA).

A partir de la información estadística de SERNAPESCA, y la recopilada en las visitas a terreno, se realizó un análisis de la información pesquera histórica de recolección-extracción.

- **Caracterización de agentes extractivos**

La caracterización de los agentes extractivos de recursos algales se realizó recurriendo a información existente en informes desarrollados en la zona norte (IFOP 1983a, 1983b, 1994; Edding *et al.*, 1998); así como también, al Registro Nacional de Pescadores Artesanales (RNPA) de SERNAPESCA, el cual ha sido actualizado durante el año 2001-2002. Además, se recopiló información complementaria a partir de la aplicación de una encuesta (Anexo A), la que consideró la siguiente información:

- Nombre, edad y sexo de los recolectores.
- Tipo de actividad (recolección, remoción).
- Inscripción en el Registro de Pesca Artesanal (SERNAPESCA) y afiliación a algún tipo de organización
- Sector(es) donde trabaja, indicando derecho sobre el sector
- Recursos que extrae y período
- Conocimiento de las medidas de administración pesquera
- Percepción sobre las actuales medidas de administración
- Percepción sobre las intervenciones del Estado con los algueros



- Expectativas de ingreso
- Intencionalidad de la pesca (recolección – remoción)
- Relación con los compradores
- Percepción sobre las instancias de participación
- Opinión sobre cómo manejar el “sistema”
- Apreciación de las Áreas de Manejo
- Expectativas de la implementación de medidas de administración

Además, en los sectores seleccionados se implementó a partir de inicios de marzo de 2001, un sistema de encuestas/formularios de la actividad extractiva del recursos huiro (**Anexo A**). Esta información permitió contar con los antecedentes pesqueros a fin de evaluar los indicadores de referencia establecidos para evaluar la actividad. El catastro de la pesquería tuvo por finalidad medir las siguientes variables: desembarque, número de extractores, artes de extracción, esfuerzo físico, captura por unidad de esfuerzo, precios y rendimiento económico de la actividad.

En los lugares seleccionados en cada Región, se establecieron vínculos con informantes calificados para la obtención de información adecuada para el cumplimiento de los objetivos específicos planteados. La información fue recabada estacionalmente, con el fin de registrar los niveles de producción y de rendimiento de cada sector utilizando formularios diseñados por IFOP (**Anexo A**).

Dentro de las principales variables consideradas se encuentran:

- Número de recolectores que operan en los sectores.
- Biomasa disponible de macroalgas en las áreas de extracción.
- Biomasa de macroalgas varadas en las áreas de extracción.



- Efecto del uso de herramientas en la explotación de huiros.
 - Rendimiento de extracción por unidad de esfuerzo.
 - Rendimiento económico de la actividad.
 - Importancia social de la actividad en la localidad.
-
- **Caracterización de plantas de proceso de algas pardas y cultivos de abalón**

La información concerniente al número y ubicación de las plantas procesadoras de algas pardas (*Lessonia nigrescens*, *L. trabeculata* y *Macrocystis integrifolia*) de cada Región, se obtuvo a partir de información proporcionada por las oficinas regionales del Servicio Nacional de Pesca y levantamiento de información en terreno, por medio de entrevistas a los Administradores y Gerentes de las empresas procesadoras y cultivos de abalón, mediante la aplicación de encuestas (**Anexo A**) y entrevistas estructuradas.

Tanto las plantas de proceso como los cultivos de abalón, fueron caracterizados en función de los efectos de sus procesos productivos sobre el sistema de algas pardas.

- **Caracterización del mercado de algas pardas**

A partir de la información disponible se realizó una descripción del mercado, en sus escalas nacional e internacional, en un contexto global donde se analizó el papel del mercado, fundamentalmente referido al efecto dinamizador de la demanda sobre el sistema de algas pardas.



Con el propósito de estimar el rol del mercado y de los diversos actores que participan en el flujo productivo comercial, se analizó la información existente y se evaluó con un enfoque sistémico. Lo anterior, dado que el mercado es un elemento clave en la dinámica de este sistema, el conocimiento y la identificación de los aspectos que pueden ser intervenidos para lograr mejoras del sistema, es fundamental.

La información referida a los productos requeridos por el mercado nacional e internacional, indicando períodos, destinos, precios y volúmenes, fue obtenida desde fuentes propias de IFOP, bases de información del Servicio Nacional de Aduanas e información entregada por las propias plantas de proceso.

- **Percepción de los usuarios y otros agentes relacionados**

Considerando la importancia de la percepción de los diversos grupos involucrados en este sistema, en la factibilidad de aplicación y monitoreo de la estrategia de ordenamiento propuestas, se sostuvieron reuniones con los diversos actores para recoger sus inquietudes y apreciaciones en relación con la implementación de diferentes medidas de administración.

Se realizaron reuniones de trabajo con algueros, pescadores artesanales, autoridades locales relacionadas con la fiscalización (SERNAPESCA), administración (Consejo Zonal de Pesca) y desarrollo de proyectos sectoriales (e.g. Gobiernos regionales, SERCOTEC); cuyas principales apreciaciones se entregan en este informe.

El desarrollo de estas acciones se ha realizado mediante la utilización de entrevistas semi-estructuradas y encuestas aplicadas a algueros, empresas e institucionalidad relacionada tendientes a recoger las percepciones, inquietudes,



motivaciones e intereses de cada uno de los diversos grupos involucrados. **(Anexo A)**. Los métodos ocupados están basados en la gestión de procesos grupales (Denkmodell, 1997) y el desarrollo de talleres participativos (O'Connor & Seymour, 1996).

Además, fue considerada la realización de Talleres de Trabajo ampliamente participativos, ocasión en que se ocuparon métodos modernos de moderación, apoyados de aplicaciones visuales de fácil comprensión, a partir de los resultados finales del proyecto. Lo anterior, dada la heterogeneidad de los participantes. En estos talleres se evaluaron las diversas alternativas de explotación y ordenamiento, con el propósito de recoger las particularidades de cada Región y las diversas percepciones de los distintos grupos involucrados.

a) Análisis de los principales procesos observados en el sistema de algas pardas.

Con el propósito de comprender el sistema de la pesquería de algas pardas, se realizó una descripción y análisis de los principales procesos ocurridos en las Regiones I a IV. En este análisis, se integró toda la información recopilada, incluyendo el efecto de las diferentes medidas de administración implementadas por la autoridad y las políticas de intervención sectorial de carácter local, llevada a cabo por cada uno de los gobiernos regionales e instituciones públicas relacionadas.

Los principales procesos analizados corresponden a:

- Desempeño de la pesquería
- “Regímenes” de explotación
- Dinámica de los agentes



Este análisis se realizó en una escala temporal y espacial, con el propósito de detectar cuáles fueron las situaciones que incidieron en las condiciones actuales en que se encuentra cada una de las Regiones; incluyendo el estado de otros recursos (i.e. Deterioro de pesquerías bentónicas), condiciones económicas (e.g. Recesiones – Cesantía; crisis asiática; incorporación de China al mercado; crisis de pequeña minería) y factores medioambientales (i.e. ENSO).

En este contexto, el desempeño de la pesquería de algas pardas se analizó en términos específicos, para un período comprendido entre 1980 y 2001, en base a las estadísticas pesqueras del SERNAPESCA.

Con respecto a los regímenes de explotación, se analizó la asignación de “derechos de hecho” (asignación de varaderos), libre acceso y la incipiente implementación de Áreas de Manejo de algas pardas en la III Región.

b) Identificación y jerarquización de parámetros, variables y factores

La identificación y jerarquización de los principales parámetros, variables y factores, del sistema de algas pardas, se realizó integrando el Análisis Sistémico y la Evaluación Multicriterio. Este análisis generó los insumos necesarios para definir los indicadores y puntos de referencia; así como también, las acciones y medidas requeridas para alcanzar los objetivos propuestos.

La identificación y jerarquización de los principales parámetros, variables y factores que tienen mayor incidencia en el funcionamiento de la pesquería de algas pardas en las Regiones I a IV, se basó en criterios de sustentabilidad, económicos, sociales y ecológicos, considerando la institucionalidad y normativa vigente.



La evaluación multicriterio, cual está basada en la lógica del Proceso Jerárquico Analítico (PJA), desarrollado por Saaty (1977), incluido dentro de las herramientas de análisis de decisión del programa de Sistema de Información Geográfico IDRISI v.2.0. El procedimiento contempló como una de sus herramientas metodológicas, la evaluación de los factores, en función de un objetivo único perseguido, por medio de la comparación de pares, dando como resultado una ponderación de éstos. En este contexto, cada uno de los factores se evaluó para los diversos objetivos planteados: de sustentabilidad biológico-pesquera y socioeconómico. Además, cada uno de estos objetivos de manejo fue analizado considerando el objetivo general, que corresponde a la generación de una estrategia de ordenamiento y explotación de la pesquería de algas pardas. A partir del resultado de este análisis, se estimó el peso global relativo de cada factor en el sistema, mediante la siguiente expresión:

$$PGf = \sum_{x=i}^k Pf_x \times POBmn_x$$

Donde:

PGf : Peso global del factor

Pf_x : Peso del factor en función del objetivo de manejo x

POBmn_x : Peso del objetivo de manejo x en función del objetivo general

x : Objetivos de manejo

La coherencia de la ponderación de factores se evaluó a través del Coeficiente de Consistencia (Cc), el cual analiza la lógica del proceso de asignación de los valores dados a cada factor, en función de una escala predefinida, indicando la probabilidad de que éstos hayan sido asignados en forma azarosa por el evaluador.

La interacción de los diversos factores se evaluó, a través de un análisis sistémico, determinando la magnitud y dirección de la influencia entre los diversos factores.



Este análisis se realizó a través de la aplicación de una Matriz de Influencia de doble entrada, donde se evaluó la interacción entre todos los factores definidos para el sistema de la pesquería de recursos bentónicos. Dicha Matriz se presenta a continuación:

↓ Influencia directamente a ⇨	A	B	C	D	E	F	G	H	I	S Activa
A										
B										
C										
D										
E										
F										
G										
H										
I										
S Pasiva										

El grado de influencia fue evaluado en relación con el efecto directo que ejerce un factor sobre otro, asignando valores discretos de 0 a 3, correspondiendo el 0 a la inexistencia de influencia directa; 1) débil; 2) media; y 3) fuerte.

A partir del peso de cada factor (ponderación global, según Evaluación Multicriterio), y la condición de cada factor para cada caso de estudio, se determinó el Índice de Condición Sistémica (ICS), el cual refleja el estado del sistema evaluado, representado por:

$$ICS = \frac{1}{3} \sum_{x=i}^k Cf_x \times PGf_x$$

Donde:

- ICS : Índice de condición sistémica
- Cf : Condición actual de cada factor
- PGf : Ponderación global de cada factor según Evaluación Multicriterio
- x : Factores del sistema de pesquería de recursos algales.
- 1/3 : Corresponde al escalar de condición del factor



La actividad de cada factor en el sistema de algas pardas, se determinó calculando el Índice de Actividad (IA), el cual relaciona la influencia del factor, sobre el resto de los factores (matriz de influencia) y la ponderación de los mismos (calculada mediante la Evaluación Multicriterio). El IA, está representado por:

$$IA = \frac{AC}{\sum_{x=i}^k AC_x}$$

Donde:

- IA : Índice de actividad
- AC : Actividad acumulada de un factor sobre el sistema
- X : Factores del sistema de algas pardas.

La actividad acumulada (AC) está representada por:

$$AC = PGf_y \sum_{x=i}^k PGf_x \times Acf_{y \rightarrow x}$$

Donde:

- PGf_y : Ponderación del factor evaluado
- PGf_x : Ponderación del factor x
- Acf_{y→x} : Nivel de influencia del factor y sobre el factor x
- x : Factores del sistema de algas pardas



3.3.2. Objetivo 2. *Identificar, seleccionar o diseñar indicadores y punto de referencia biológicos – pesqueros, económicos y sociales aplicables a la explotación de algas pardas en la zona norte de Chile (I – IV Región).*

Los puntos de referencia, se han identificado de acuerdo a lo señalado por Caddy & Mahon (1995) y Caddy (1998), siguiendo las orientaciones señaladas en el documento N° 8 de la FAO (2000); los cuales han sido identificados y seleccionados compatibilizando criterios ecológico-pesqueros, desde el punto de vista de la dinámica del recurso y de la pesquería, las implicancias socioeconómicas derivadas y la influencia que ejerce el mercado (plantas de proceso y exportaciones), sobre la dinámica de la actividad, destinadas a dar respuesta a los procesos extractivos del recurso.

Durante el desarrollo del proyecto, se consideraron los siguientes objetivos básicos y criterios asociados:

Objetivos biológico-pesqueros: Sustentabilidad de las pesquerías.

- Capacidad de los recursos para sustentar la pesquería.
- Capacidad de mantención de ecosistemas naturales.
- Potencialidad del recurso para cumplir con objetivos de renovación.

Objetivos económicos: Maximizar rendimiento económico de las pesquerías.

- Repercusiones socioeconómicas sobre los agentes; externalidades positivas y negativas.
- Incidencia de la actividad sobre el sector de proceso.

Objetivos sociales: Mejorar las condiciones sociales de los actuales agentes.

- Implicancias sobre el nivel y calidad de empleos generados, considerando los costos de oportunidad asociados a la actividad.
- Implicancias en el desarrollo y fortalecimiento organizacional y mejoramiento de las condiciones de vida.



Este análisis permitió evaluar los beneficios e impactos ecológicos-pesqueros y socioeconómicos producto de la implementación y administración de medidas de manejo, considerando los indicadores asociados a ellas.

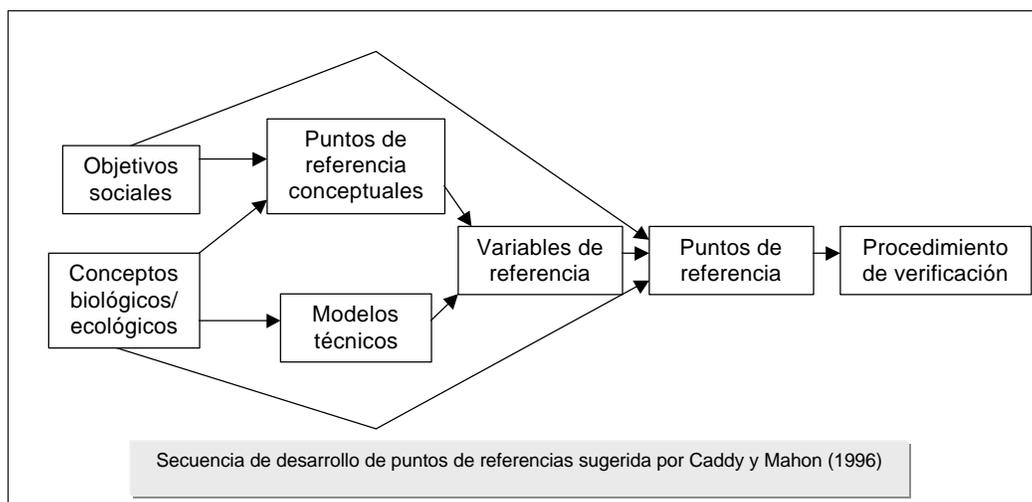
En este contexto, una vez analizados y reevaluados los indicadores y puntos de referencia, éstos fueron reformulados considerando que la pesquería de algas pardas tiene características particulares que la diferencian de las pesquerías tradicionales.

El procedimiento de validación de los indicadores, variables y puntos de referencia en los casos de estudio, se llevó a cabo mediante la evaluación e interpretación de cada uno de ellos, con el propósito final de proponer las medidas de ordenamiento más apropiadas.

Las proposiciones de implementación de medidas, se fundaron en el actual marco legal/administrativo y los objetivos de manejo basados en los criterios antes mencionados para los recursos algas pardas, considerando la viabilidad práctica, aceptación de los usuarios y autoridades, entendimiento, costo-eficiencia, disponibilidad de información actual y la requerida de acuerdo a los indicadores propuestos.

Para la proposición de los indicadores y puntos de referencia, se ha realizado un análisis considerando los objetivos y criterios predefinidos, los cuales fueron evaluados en los estudios de casos.

El procedimiento metodológico ocupado para diseñar los indicadores y puntos de referencia, se basó en la secuencia de desarrollo propuesta por Caddy & Mahon, 1995:



Para establecer los indicadores y puntos de referencia para el manejo de estos recursos, se consideraron los siguientes aspectos:

- **Criterios biológicos – pesqueros**

Desde una perspectiva biológica se cuenta con intervención básica para el manejo de *Lessonia*, la cual ha sido integrada a los criterios. De acuerdo a lo anterior, este estudio no contempló la intervención de experiencias de dinámica poblacional-pesquera, concentrándose los esfuerzos en la evaluación de intervención actual, donde se cuente con intervenciones antrópicas diferenciales entre distintos sectores.

- **Criterios socio-económicos**

Para identificar los indicadores económicos y sociales base, se han utilizado los siguientes criterios: 1) Grado de importancia económica de los recursos y 2) El grado de importancia social de éstos. Adicionalmente, se ha introducido, 3) El grado de conflicto actual o potencial por la asignación de territorios, como elemento de discusión/caracterización para medir el impacto de la implementación de este tipo de medidas.



3.3.3. Objetivo 3. *Validar la aplicación de indicadores biológicos – pesqueros, económicos y sociales diseñados en el objetivo 2 en un número representativo de situaciones reales*

La validación de los indicadores biológico – pesqueros, económicos y sociales, establecidos para la pesquería de algas pardas en la zona norte del país, se orientó hacia la formulación de un modelo de manejo y ordenamiento del sistema de algas pardas, en su conjunto.

Para la validación de los indicadores y puntos de referencia, se seleccionaron casos de estudio, correspondientes a sectores representativos con diversas condiciones de los diferentes factores.

Para la selección de los casos de estudio, se consideró diversos aspectos, tales como:

Ordenamiento en la extracción: sectores con sistemas autorregulados por la asignación de derechos sobre varaderos (derechos de hecho), sectores donde opera el libre acceso y sectores costeros decretados, o en trámite, como áreas disponibles para manejo de algas pardas.

Sistemas de extracción: sectores donde se presenten actividades de recolección (extracción pasiva de recursos varados) y/o actividades de extracción activa por medio de la intervención sobre praderas naturales. Este aspecto considera el grado de intervención.

Organización de los usuarios: sectores donde existan grupos de algueros organizados en sindicatos, asociaciones gremiales u otra figura jurídica, y otros usuarios que no estén organizados.



Cercanías a plantas de proceso y sectores poblados: sectores ubicados diferencialmente de los centros poblados y las plantas de proceso, en función de su influencia sobre los niveles de producción, número y tipo de usuarios relacionados con la actividad.

Presencia del recurso algas pardas: sectores con diferentes estado del recurso algal, tanto en varaderos como en poblaciones naturales. En este contexto, se definieron sectores destinados a recolección, donde se presentan varaderos de alta concentración de recurso algal y otros donde este disperso.

- **Reconocimiento general de los sectores**

A través de visitas a terreno, en conjunto con la información generada por los registros aerofotométricos, se realizó la caracterización general del litoral entre la I a IV Regiones. Se prospectaron las áreas deteniéndose en los sectores reconocidos por su aporte al desembarque regional. Esta etapa permitió obtener información acerca del grado de actividad; número de recolectores, artes utilizados, niveles de producción y productividad, presencia de varaderos, recursos explotados, abundancia de los mismos, régimen de operación, entre otros.

- **Estudios poblacionales y comunitarios**

En los sectores seleccionados como casos de estudios, se realizaron muestreos poblacionales y ecológicos de los recursos objetivos; y se caracterizó el régimen de operación de la actividad de producción de algas.

Las localidades que fueron evaluadas correspondieron a zonas en donde, de acuerdo a la información recopilada, se observaron los mayores volúmenes de algas recolectadas y la existencia de distintos regímenes de extracción (i.e.



extracciones por medio directo y/o recolección), con el propósito de comparar el estado de las poblaciones sometidas a estos dos regímenes de extracción, y sistemas de utilización de los sectores (“derechos de usos”).

Las principales actividades realizadas en los sectores seleccionados, fueron:

- **Evaluaciones directas de praderas de macroalgas**

Las evaluaciones directas de macroalgas pardas de importancias comerciales, intermareales y submareales, se realizaron en los sectores donde se observó una actividad significativa. Los resultados generados, se consideraron representativos del litoral de la I a IV Regiones, identificadas en la cobertura espacial del proyecto.

Las prospecciones submareales consideraron la evaluación directa de las algas pardas *Lessonia trabeculata* (huiró palo) y *Macrocystis integrifolia* (huiró canutillo). Las evaluaciones intermareales se orientaron principalmente al recurso *Lessonia nigrescens* (chascón o huiró negro).

- **Descripción de las comunidades bentónicas**

Para el estudio comunitario de las praderas de las macroalgas *L. nigrescens*, *L. trabeculata* y *Macrocystis integrifolia*, en cada sector seleccionado, se realizó una descripción cualitativa y cuantitativa de la comunidad asociada.



- **Evaluación de varaderos**

Para la cuantificación de la biomasa de algas varadas, se consideraron las zonas consignadas dentro de los sectores de estudios de caso. En cada sector de estudio, se realizó una estimación del potencial de los varaderos en términos de superficie, ubicación geográfica, acceso y especies que componen la varazón.

- **Análisis de los Casos de estudio**

En cada una de las localidades de estudio, se recopiló la información más relevante en relación con el sistema económico – productivo, estado poblacional del recurso y evaluación de comunidades asociadas.

- a) Caracterización de los procesos económicos – productivos de la actividad del recurso algas pardas.**

El análisis fue orientado a evaluar los principales indicadores relacionados con la actividad extractiva, a fin de incorporarlos en el análisis sobre medidas de administración propuestas por el estudio.

La caracterización de la actividad productiva, considera las siguientes variables:

- Número de recolectores que operan en los sectores.
- Uso de herramientas en la explotación de hueros.
- Rendimiento de extracción por unidad de esfuerzo.
- Rendimiento económico de la actividad.
- Régimen de operación.
- Proceso de comercialización.
- Accesibilidad.



b) Estado poblacional del recurso *L. nigrescens*

Los estudios poblacionales de los recursos algas pardas, fueron dirigidos a la comparación de las condiciones actuales entre localidades, con respecto a grados diferenciales de intervención, con especial énfasis en *L. nigrescens*, la que presenta un mayor grado de vulnerabilidad, dada su distribución espacial y el hábitat que ocupa.

En todos los sectores se realizaron evaluaciones directas de *L. nigrescens*, mientras que las prospecciones submareales de las algas *L. trabeculata* y *M. integrifolia* estuvieron condicionadas a la presencia de éstas especies en las diferentes localidades en estudio.

Las variables y/o parámetros obtenidos para las distintas localidades corresponden a los siguientes:

- Distribución espacial de las praderas.
- Densidad.
- Estructura de tamaños del disco de adhesión
- Parámetros morfo - gravimétricos de las algas (longitud total – diámetro del disco y diámetro del disco - peso).
- Condición reproductiva de las algas: estimación de talla primera madurez esporofítica.
- Estimación indirecta de la biomasa.
- Evaluación de abundancia y stock.
- Estructura comunitaria de los sectores.



- **Estimación de parámetros poblacionales**

La densidad por localidad corresponde al número de plantas por área evaluada (N° plantas/m²). La composición por tamaño de las plantas, realizadas a partir de las mediciones del diámetro máximo del disco basal y/o longitud de cada ejemplar, se representan en histogramas de frecuencia, con el fin de analizar el estado de las distintas praderas. Esta información también se utilizó para definir el stock, en función de los ejemplares de talla del disco igual o superior a la talla crítica (L_c).

La biomasa por área de cada localidad, se estimó de forma indirecta a través de la relación funcional de las variables diámetro mayor del disco y peso total (peso húmedo) de cada planta. Las plantas removidas fueron pesadas (peso húmedo) y medidas, determinándose la proporción de plantas con estructuras reproductivas, por medio de la presencia de estructuras reproductivas (soros).

La función peso/talla corresponde a una curva morfométrica de tipo alométrica :

$$W_k = a l_k^b$$

Donde

W_k : Representa el peso húmedo del ejemplar,

l_k : Talla máxima del disco basal del ejemplar

Alfa y beta son parámetros a estimar.

Esta metodología ha sido aplicada anteriormente para *L. nigrescens* (Santelices, 1989; IFOP, 1993a y b; 1994) y *L. trabeculata* (Vásquez, 1989,1991; IFOP, 1994), entregando ajustes significativos que sustentan su aplicación en el presente estudio. La curva de correlación se confeccionó a partir de plantas extraídas y/o



varadas en las distintas localidades evaluadas, considerando diferentes rangos de tamaño de planta. El número de plantas fluctuó de acuerdo a la disponibilidad de las mismas en cada sector.

Por medio del criterio del 50% se estimó la talla de primera madurez esporofítica de *L. nigrescens* ($L_{50\%}$), a través de la presencia de soros reproductivos en los individuos de la población a la talla. La estimación se realizó utilizando la función logística de la forma;

$$P_i = \frac{e^{a+bx_i}}{1 + e^{a+bx_i}}$$

donde, P_i es la proporción de ejemplares con presencia de soros en el i -ésimo tramo de longitud X_i ; a y b son constantes.

- **Evaluación de abundancia y stock**

La abundancia medida como número de ejemplares y biomasa por sector, se evaluó a través de una metodología mixta, a partir de los datos generados a través de la densidad y abundancia resultante de las evaluaciones directas, y la estimación de la cobertura espacial del alga obtenida de los registros visuales aéreos referenciados en una plataforma SIG. Los cálculos de abundancia (X_b) se realizarán de acuerdo a la siguiente relación:

$$\hat{X}_b = A d$$

Donde:

$$d = \frac{\sum_{r=1}^k \left(\frac{n_r}{a_r}\right)}{k}, r = 1, 2, \dots, k$$



- A = Extensión de la pradera (m²)
d = Densidad o biomasa media de ejemplares por m²
n_r = Número de ejemplares o biomasa dentro de la transecta o cuadrata r
a_r = Superficie de la transectos o cuadratas
k = Número de transectas o cuadratas

La estimación del área de distribución del recurso (A), se definió de acuerdo a las estimaciones del ancho promedio y longitud de la costa, obtenida en forma no lineal de acuerdo al contorno de la costa, considerando niveles de abundancia relativas del recurso alga, registrados en los videos aéreos .

El stock, ejemplares adultos, de *L. nigrescens* y *L. trabeculata*, se definió a partir de la estructura poblacional por tamaños de los discos basales (IFOP, 1993 a y b). Los datos de tallas, se agruparon en intervalos regulares y se graficaron como histogramas de frecuencia. Los estimadores utilizados para tal efecto fueron los siguientes:

1. Proporción de ejemplares de longitud del disco (l_d) mayor o igual a 20 cm:

$$\hat{P}[l \geq l_d] = \frac{n(l \geq l_d)}{n}$$

2. Número de ejemplares de longitud del disco (l_d) mayor o igual a 20 cm:

$$\hat{X}[l \geq l_d] = \hat{X} * \hat{P}[l \geq l_d]$$

A fin de establecer los niveles de stock de *L. nigrescens*, se estimó un indicador de talla (talla crítica), definiéndose a partir de la estructura poblacional por tamaños de los discos basales, observados en cada localidad.



c) Evaluación de comunidades asociadas a algas pardas

Los estudios comunitarios fueron realizados en los sectores intermareales (*L. nigrescens*) y submareales (*L. trabeculata* y *M. integrifolia*) en 9 de las 11 localidades seleccionadas como casos de estudio. Los muestreos se realizaron entre los meses de junio y octubre del año 2001. En el cuadro siguiente se resume la cobertura y tipo de análisis para cada una de las localidades.

Localidades	L. nigrescens		L. trabeculata		M. integrifolia	
	Inter-discos	intra-discos	Inter-discos	intra-discos	Inter-discos	intra-discos
Pisagua	●	●	●	●	†	†
Caramucho	●	●	●	●	†	†
Constitución	●	●	●	●	●	†
Cifuncho	●	†	●	●	†	†
Los Pozos	●	●	†	†	†	†
Caleta Angosta	●	†	†	†	●	†
Punta Lobos	●	●	●	●	†	†
Limari	●	●	●	●	●	†
La Cebada	●	●	●	●	†	†
Nague	†	†	†	†	†	†
Cascabeles	†	†	†	†	†	†

● Si † No

El criterio de selección de los sectores de muestreo y localidades estuvo relacionado con la presencia o ausencia del recurso, el grado de intervención antrópica y la accesibilidad a las praderas a ser evaluadas.

- **Descripción de las comunidades intermareales y submareales**
- **Comunidades intermareales**

El cinturón intermareal de *L. nigrescens* contiene cerca del 90% de la diversidad de la comunidad costeras el norte de Chile, concentrando más del 70 % de ésta, en los discos de fijación de esta especie. (Vásquez, 1998; Vásquez *et al.*, 1999; IFOP,



1999). Considerando estos antecedentes, el estudio intermareal contempló la evaluación de ambos tipos de comunidades, asociadas a discos de fijación de esta laminareal (Inter.-discos e intra-disco).

En cada sector de muestreo, los espacios inter-discos de la franja infralitoral, fueron evaluados con un mínimo de 16 cuadrantes ($0,25 \text{ m}^2$), distribuidos al azar sobre el sustrato rocoso. La abundancia de la flora y organismos sésiles registrados, fue medida a través de coberturas (porcentaje de área ocupada en una cuadrata reticulada de $0,25 \text{ m}^2$ con 49 puntos de intersección) y los organismos móviles a través de la densidad (número de individuos en $0,25 \text{ m}^2$).

Para el estudio de la comunidad intra-disco, se recolectaron, entre 6 a 8 grampones, teniendo cuidado de mantener los invertebrados dentro del disco, los cuales fueron dispuestos en bolsas plásticas, para su posterior análisis. Los invertebrados encontrados, fueron identificados y contados, para obtener datos relativos a la estructura comunitaria intra-disco para cada una de las localidades. De cada disco de fijación se obtuvo el peso húmedo, número de estipes y diámetro del disco.

La extracción se realizó en forma selectiva sobre los discos de tamaño medio o más representativo encontrados en cada localidad, con el propósito de caracterizar cuantitativamente las comunidades y realizar un análisis comparativo entre ellas mediante análisis de clusters y obtener, estimadores de densidad, cobertura, riqueza de especies, índices de diversidad de Shannon (H'), Uniformidad (J'), y especie dominante. (Pielou, 1975; Brower & Zar, 1977; Edgar, 1983).

- **Comunidades submareales**

La evaluaciones de la comunidades submareales de *L. trabeculata* y *M. integrifolia* se llevaron a cabo preferentemente frente a los sectores de recolección de algas en las localidades en estudio, realizando además una



caracterización general donde se consideraron los siguientes aspectos: 1) extensión de la pradera (superficie), 2) distribución batimétrica 3) tipo de morfología de las plantas 4) grado de exposición y 4) sustrato asociado, entre otros.

En cada localidad de estudio se realizó una evaluación de la comunidad asociada a las praderas de algas (Inter.-discos) mediante un número de mínimo de 12 cuadrantes de 0,25 m², distribuidos al azar sobre el sustrato rocoso. El muestreo contempló la evaluación de flora e invertebrados sésiles y móviles mediante el cálculo de coberturas y densidad de individuos presente entre los discos de *L. trabeculata* y *M. integrifolia*. Para la descripción comunitaria se determinaron estimadores de la densidad, cobertura, riqueza de especies, índices de diversidad de Shannon (H'), uniformidad (J'), y dominancia específica (D).

Dado el importante papel de los discos de fijación de *L. trabeculata* como reservorio de la biodiversidad costera (Vásquez *et al.*, 1999), en cada área de estudio se recolectaron entre 6 a 8 discos de fijación obtenida mediante acción mecánica directa desde el submareal. De cada uno de los discos de fijación se obtuvo el peso húmedo, número de estipes y diámetro del disco. Los invertebrados encontrados, fueron identificados y contados, para obtener datos relativos a la estructura comunitaria intra-disco para una de las localidades. Para realizar los análisis y hacer comparativa la información, los valores de densidad de los invertebrados asociados a los discos de fijación se estandarizaron por el peso del disco, el cual es el mejor descriptor de esta comunidad (Vásquez & Santelices, 1984; Villouta & Santelices, 1984; Vásquez *et al.*, 1999).



3.3.4. Objetivo 4. *Identificar y proponer las medidas de conservación u ordenamiento más convenientes de aplicar, considerando la institucionalidad y normativa nacional.*

El desarrollo de este objetivo es el resultado de la integración de la información generada, en conjunto con la opinión tanto de los usuarios directos (recolectores, intermediarios y empresas), así como de las entidades normativas y fiscalizadoras del sector.

La propuesta se centra en la caracterización general del sistema, considerando los aspectos poblaciones/ecológicos de los recursos algales, las variables y factores oceanográficos y climáticos que condicionan el sistema y el régimen operacional de los usuarios.

La componente metodológica de la propuesta consideró aspectos relacionados con:

- Definición de los principales parámetros poblacionales de los recursos.
- Estudio del rol ecológico de los recursos.
- La definición del sistema extractivo.
- Revisión de antecedentes del tipo y número de usuarios.
- La definición y dimensionamiento del potencial del recurso, tanto varado como poblacional, en el litoral de la I a IV Regiones.
- La dinámica del sector de proceso.
- La definición de información necesaria.

a) Desarrollo para establecer medidas de manejo

La propuesta de manejo se desarrolló en función del análisis de la información generada en el estudio, donde se definió el objetivo principal, la estrategia y las acciones a considerar para el ordenamiento de esta pesquería. Lo anterior, implica el



análisis de aplicabilidad de la medida, la que debe buscar asegurar la sustentabilidad del recurso, en términos de sus implicancias económicas y ecológicas, considerando las particularidades en la explotación del recurso en cada zona.

El análisis se centró en tres aspectos fundamentales: 1) Estudios referidos a los efectos biológico - pesqueros de la explotación de los recursos algales, evaluando escenarios de manejo alternativos, y las interacciones de éstas con el uso de otros recursos, 2) Análisis de las variables y factores que condicionan la compatibilidad de la medida en función de intereses múltiples y 3) Formulación de una propuesta de manejo integrada para el recurso.

El análisis de las estrategias de manejo para la pesquería de algas pardas, evaluó el impacto biológico – pesquero y económico de las medidas de manejo propuestas (e.g. asignación de áreas, restricciones de artes, normas extractivas en general), considerando escenarios que suponen diferentes estrategias de manejo y explotación: 1) Condiciones actuales de extracción (libre acceso), 2) Asignación de derechos de usos territorial (ej. áreas de manejo, concesiones y destinaciones) y 3) Restricción de arte extractivo

Una vez definidos los objetivos (jerarquizados) y las estrategias de conservación y explotación de los recursos objetivos, se procedió a identificar las acciones más relevantes y a realizar un análisis de las variables y factores que condicionan la compatibilidad de las medidas de administración, en función de intereses múltiples.

El análisis comprendió las variables relevantes involucradas en el funcionamiento de la pesquería, considerando los efectos de la aplicación de medidas, en función de los impactos bio-pesqueros y socioeconómicos, que resultarían de la implementación de éstas y de su viabilidad administrativa. Estos aspectos fueron abordados por medio



de tres fuentes: a) percepción de los usuarios y agentes públicos vinculados al sector pesquero, b) realización de talleres consultivos y 3) modelación y simulación del sistema productivo de algas pardas.

b) Proposición de medidas de ordenamiento administrativo

Las proposiciones de implementación de medidas de ordenamiento, se fundaron en el actual marco legal/administrativo y los objetivos de manejo basados en los criterios antes mencionados para los recursos algas pardas, considerando la viabilidad práctica, aceptación de los usuarios y autoridades, entendimiento, costo-eficiencia, disponibilidad de información actual y la requerida de acuerdo a los indicadores propuestos.

A partir de los antecedentes que se han recolectado y analizado, se establecieron indicadores asociados a los distintos criterios relacionados con la pesquería, y los respectivos Puntos de Referencia (PR).

Dada la importancia de la percepción de los diversos actores, para la aplicabilidad de la medida de administración, ésta ha sido recogida a partir de la aplicación de encuestas y entrevistas, tanto personales como vía telefónica. Además, se han realizado talleres consultivos a nivel zonal y regional, de tal forma de incorporar la opinión y percepción de los usuarios de las medidas propuestas.

Se realizó un análisis de las actuales medidas de administración que se están aplicando para las algas pardas. En este contexto, el análisis se concentró en la III Región, que corresponde a la Región que posee el mayor volumen de alga desembarcada y, por otro lado, la única que está experimentando la implementación de Áreas de Manejo.



Una vez analizadas las experiencias existentes, la percepción e intereses de los diversos actores (públicos y privados) y considerando el marco institucional normativo, se procedió a formular las propuestas de ordenamiento. Esta propuesta se concentró fundamentalmente en *L. nigrescens* dado que esta especie representa un porcentaje importante del desembarque y es la que está más expuesta a las intervenciones antrópicas, siendo la de mayor importancia económica. Para las especies restantes se entregan medidas de ordenamiento basadas en los antecedentes disponibles en la literatura y a la información recopilada en este proyecto.

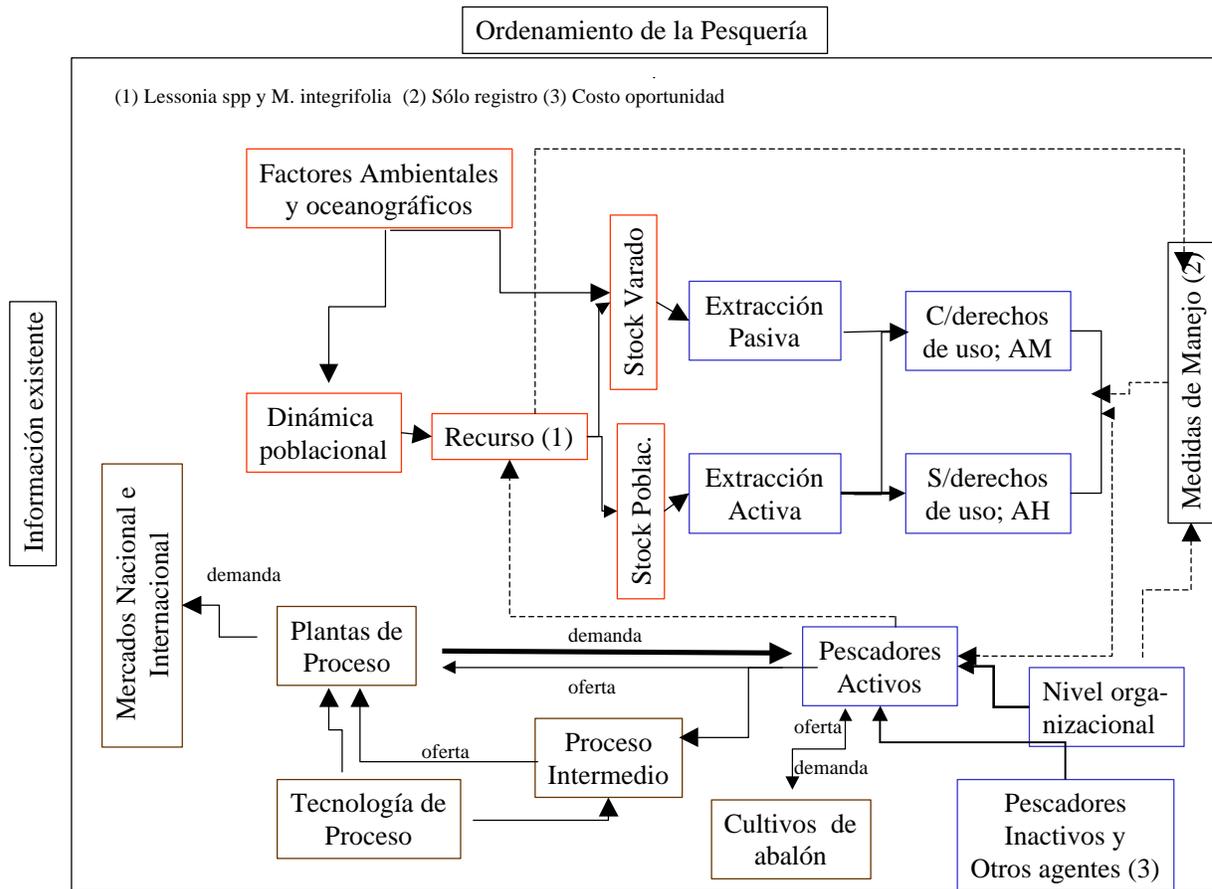
El análisis de las estrategias de manejo, consideró la evaluación de las respuestas asociadas a las medidas de manejo, regulación de esfuerzo, asignación de áreas (restricción de acceso), restricciones de artes y talla y, normas extractivas en general.

3.3.5. Objetivo 5. Diseñar modelo(s) conceptual/cuantitativo que integre(n) los resultados del primer, segundo y tercer objetivo específico.

La integración del sistema y los principales subsistemas que conforman la actividad productiva de algas pardas; fue abordada mediante la aplicación de Ciencias de Sistemas, la cual es considerada como una herramienta útil y robusta para el entendimiento de procesos funcionales interdependientes (Seijo *et al.*, 1997). Para lo anterior, se aplicó un Modelador Lógico de Sistemas (MLS), utilizando el software *Stella v 5.1*, desarrollado por *MM High Performance Systems*; el cual permite modelar el sistema, con el fin de visualizar los efectos, en dirección y magnitud, según el tipo de acción(es) o medidas sugeridas, permitiendo evaluar las acciones y medidas de manejo resultantes de una propuesta de ordenamiento y del diseño de estrategias de explotación sustentables de algas pardas.



En este marco, los antecedentes generados en la ejecución del proyecto; y la definición de indicadores y puntos de referencia; han sido integrados en la modelación conceptual/cuantitativa del sistema, considerando el modelo comprensivo señalado inicialmente, estableciendo los procesos de interrelación que se producen en las diferentes fases del sistema, como se indica en el siguiente esquema:



Modelo conceptual/cualitativo de la pesquería de algas pardas en el norte de Chile



El modelo se basa en el funcionamiento de tres subsistemas: i) El **recurso** y los procesos que determinan su dinámica poblacional; ii) Estructura y comportamiento de la **fuerza extractiva**; y iii) las **plantas de proceso**, que comprende la organización y funcionamiento de éstas.

Los centros de cultivos de abalón, entran al sistema bajo un esquema de proceso que demanda alga fresca, afectando el régimen extractivo, el cual tendría consecuencias directas sobre las poblaciones del recurso.

El modelo conceptual señala que la interacción entre la fuerza extractiva y el stock varado determina el nivel de extracción, generándose cambios en los niveles de esfuerzo, por medio de la incorporación de más agentes a la recolección de alga varada (extracción pasiva) y/o la extracción activa (remoción). Los reajustes en la oferta y demanda de la cantidad y tipo de alga, responde a factores de mercado, disponibilidad del recurso (factores oceanográficos y climáticos) y estacionalidad (estaciones húmedas/frías v/s secas/cálidas).

La existencia de derechos de uso histórico sobre varaderos, genera una condición de “**derecho-de hecho**” de uso territorial, cuyos agentes caen en la categoría de permanentes. En contraste, la condición de libre acceso, está asociada a la oportunidad y disponibilidad del momento, asociado a un mayor número de agentes esporádicos y facultativos. En ambas modalidades, se observa extracción pasiva y activa, aunque esta última es menos significativa en sectores regulados. La tecnología de extracción es mínima, donde los niveles de extracción están fuertemente influenciados por la producción de los varaderos.

El recurso posee una dinámica poblacional que es afectada por procesos de crecimiento individual, reclutamiento y mortalidad, condicionados a procesos interacciones ecológicas (competencia intra e ínter específica) y la influencia de los factores ambientales.



El comportamiento de las **plantas de proceso y cultivos**, como agentes demandantes, están íntimamente relacionados con su tecnología de proceso, ofertas de otras caletas y del mercado internacional. La demanda ejercida por el sector de procesos responde al sistema de maximización de beneficios de una empresa típica. En ello, un importante factor es la distribución geográfica de las plantas y su influencia en la conducta de los intermediarios.

Esta etapa comprende la evaluación de la información recopilada en los casos de estudio. Los procesos dinámicos, en especial los relativos al subsistema recurso y agentes, fueron siendo complementados a partir de la información disponible en literatura.

a) Enfoque de la modelación

El diseño de estrategias de ordenamiento/explotación, requiere la evaluación de las medidas en cuanto a los efectos deseados, para lo cual se han establecido los principales procesos vinculados a la actividad productiva de algas pardas. Este enfoque, permite evaluar la relación causa – efecto de las medidas de administración, en cuanto al comportamiento económico de las comunidades asociadas al sistema productivo de algas pardas.

La información existente, fue analizada en forma integrada, considerando una aproximación inicial de tipo conceptual, a partir de la diagnóstico de las principales parámetros, variables y factores que condicionan la actividad extractiva de algas pardas en el norte del país, de acuerdo a criterios biológico - pesqueros, económicos y sociales.



El análisis del sistema en función de los factores y variables más relevantes comprende la integración sistémica, bajo el enfoque del marco lógico, lo cual permitió evaluar estrategias de explotaciones coherentes y consistentes a partir de los antecedentes disponibles, y la institucionalidad y normativa nacional.

La aplicación del enfoque metodológico de ciencias de sistemas en pesquerías (Seijo *et al.*, 1997); ha comprendido las siguientes etapas:

- Definición de la información necesaria.
- Caracterización de las pesquerías en términos de la dinámica de los recursos, sus interdependencias con el esfuerzo extractivo y los instrumentos de manejo factibles de ser implementados.
- Modelación funcional de las interrelaciones entre los componentes del sistema productivo de algas pardas.
- Incorporación de datos recolectados de fuentes primarias y secundarias para estimar los parámetros de entrada del modelo.
- Evaluación del impacto biológico, económico y social de las estrategias de ordenamiento.

Este último aspecto fue evaluado en concordancia con objetivos de manejo establecidos para la pesquería, considerando en forma prioritaria la respuesta generada por la asignación de derechos de uso, y la regulación del arte de remoción activa.

En términos de la modelación funcional, el modelo consideró cuatro aspectos:

- Observaciones (condición): las cuales están relacionadas con las variables de estado (stock – agentes) más relevantes de cada componente del sistema.



- Proceso (Acción): esta etapa considera los procedimientos de ajuste del modelo a las observaciones y ecuaciones de estado (reclutamiento, extracción, alga varada, reorientación del esfuerzo, tasas de salida/entrada).
- Factores y variables de procesos, los cuales afectan los flujos de proceso y los niveles de stock (mortalidad natural, ambiente, precio del recurso, rendimientos físicos y económicos, y costos de oportunidad).
- Regulaciones del sistema, considera el efectos de decisiones de manejo (remoción v/s no remoción; derechos de usos v/s libre acceso y la combinación de ambos), sobre la dinámica del recurso y los agentes del sistema.

El procedimiento anterior, da cuenta del desarrollo del primer, segundo y tercer objetivo específico. Para establecer las ecuaciones de proceso se han definido supuestos relacionados con cambios de estado del recurso y del régimen de operación de los agentes. Entre estos se consideran los siguientes supuestos:

- El grado de explotación de las poblaciones afecta los posteriores niveles poblacionales.
- Existe proporcionalidad entre las cosechas y los niveles de esfuerzo en función de la abundancia del recurso.
- Los ingresos individuales y las expectativas de los usuarios, dan cuenta de los costos de oportunidad, el cual sería mayor para los agentes esporádicos.
- Los agentes permanentes son potencialmente facultativos para la extracción pasiva y la remoción activa.



- Las barreras de entrada y salida de los agentes externos están condicionadas a los costos de oportunidad establecidos por el recurso.
- Los agentes esporádicos operan en el sistema productivo como extractores activos.

Para la estimación de los efectos se ha considerado como unidad básica de análisis la respuesta en magnitud y dirección sobre un área estándar, utilizando una escala de evaluación anual, a fin de evaluar; la abundancia del recurso (densidad); los volúmenes de extracción; el ingreso/salida y reorientación de agentes al sistema, los ingresos medios anuales por tipo de agente/actividad y la condición del recurso en términos de su composición por edades.

De acuerdo a lo anterior, la etapa de modelación funcional ha incorporado las relaciones causa efecto especificadas para cada uno de los componentes del sistema, posibilitando la evaluación de los eventuales cambios en el esfuerzo extractivo y la dinámica del recurso, en consideración a funciones de sensibilización de parámetros; escala espacial del sistema (tamaño del área), número de agentes iniciales (permanentes) y potenciales (esporádicos), y cambios en el precio del recurso, entre los más relevantes.

Se debe indicar, que el análisis está sujeto al tipo, cantidad y calidad de la información existente, para lo cual se considerarán los siguientes aspectos:

- Consistencia y calidad de la información.
- Factibilidad de seguimiento.
- Relación costo/beneficio de la información.



Lo anterior, permitió establecer indicadores diagnósticos de la actividad, a fin de establecer las recomendaciones necesarias para el seguimiento de las mismas. En este sentido, en la interfase de simulación del modelo se ha incorporado un sistema de semáforos (“traffic light”), que indican los puntos de referencia seleccionados para el sistema (FAO, 2000; Caddy & Mahon, 1995).

El procedimiento de modelación ha tendido a conciliar los siguientes aspectos:

- Generalidad: incorporando submodelos al sistema.
- Realismo: adaptación del modelo para dar cuenta de los parámetros establecidos para la dinámica de la pesquería.
- Parsimonia: economía de parámetros con que se modelan los procesos.
- Precisión: grado de ajuste de las observaciones al modelo.

Lo anterior, ha permitido establecer indicadores diagnósticos de la actividad productiva de algas pardas, estableciendo los requerimientos necesarios para el seguimiento de indicadores de desempeño del recurso. Se debe indicar, que en la modelación se han omitido aspectos de optimización y variabilidad (incerteza – precisión), a fin de favorecer la parsimonia del modelo.

b) Diseño de modelo conceptual/cuantitativo de la dinámica productiva de algas pardas.

En términos generales el enfoque utilizado permite modelar sistemas complejos, que están conformados por subsistemas menores que interactúan entre sí, por medio de la generación de interfases. De esta forma, se puede evaluar el efecto de los cambios en las variables de estado y procesos asociados a la dinámica de los subsistemas, a través del desempeño de indicadores asociados de forma directa e indirecta al sistema general.



La configuración lógica del sistema, ha sido construida en base a cuatro componentes principales:

- Stocks, esquematizados por cajas, los cuales representan las variables de estados del modelo (i.e. cantidad de recurso, número de agentes, desembarques), los cuales son afectadas en el tiempo dependiendo del cambio de las variables de proceso.
- Flujos, esquematizados por flechas gruesas, asociadas a convertores, que permiten establecer los procesos de incremento y disminución del stock, de acuerdo a las funciones establecidas. Los flujos están asociados a variables de proceso (i.e. reclutamiento, extracción, cambio de actividad), representadas por las válvulas que controlan las tasas de cambios del flujo.
- Conectores, esquematizados por flechas delgadas, indicando la dependencia de una variable sobre las otras.
- Convertores, esquematizados por círculos. Estos permiten incorporar factores, variables, parámetros o funciones que controlan los procesos asociados a la dinámica de los stocks.

La estructuración del modelo cuenta de dos etapas:

- Establecimiento de los procesos en función de las relaciones existentes entre sus componentes (modelo cualitativo), el cual permite definir el Modelo lógico.



- Estimación y formulación de valores, ecuaciones y/o funciones que relacionan las variables de estado y proceso (modelo cuantitativo¹). A partir de esta estructuración es posible evaluar la dependencia de los sistemas y el efecto de cambios en las variables del modelo (Simulación de procesos).

Dada la complejidad de los procesos asociados a las pesquerías de algas pardas, el sistema se estableció mediante modelos de producción simples, en consideración a las entradas y salidas de los stocks, en función del tiempo y de acuerdo a las aproximaciones metodológicas propuestas por Seijo *et al.* (1997)..

En términos generales, el Stock Recurso, considerando su condición de espacial, ha sido definido en función de su abundancia referida a un área estándar (m^2), la cual está regulada por una función densodependiente tipo Ricker, modificada a respuesta “envolvente” (Orenzans, **com. pers.**), la cual controla el reclutamiento a la población (recurso), en función de densidades mínimas. Por otro lado, el recurso está sujeto al proceso de mortalidad natural, el que a su vez está regulado por efectos ambientales (función aleatoria de distribución normal), entregando como variable de desempeño el alga varada.

En consideración, a la relación entre al estado del recurso y su composición interna, al modelo general se ha incorpora un submodelo estructura a la edad (Hilborn & Walter, 1996), a fin de evaluar los cambios en la composición de la edad – talla del recurso.

En un escenario de sólo recolección del alga varada, el rendimiento productivo (CPUEvarada), está dado por los niveles de alga varada y el número de agentes pasivos (recolectores), bajo el supuesto de aprovechamiento total. Por su parte, el rendimiento económico (CPUE\$varado) da cuenta de la valorización de la CPUE física, de acuerdo al precio unitario del recurso.

¹ Las ecuaciones, funciones y parámetros específicas están explicitadas en el modulo de procedimiento de modelación matemática del software STELLA.



Por otra parte, el modelo global, considera dos situaciones no excluyentes de explotación directa (extracción). La primera da cuenta de la reorientación de los agentes permanentes desde “pasivos” hacia “activos”, regulada de acuerdo a una función de costos de oportunidad, evaluada por medio de los ingresos individuales (CPUE\$varada). Este proceso termina con la conformación de la “fuerza extractiva”. Por otra parte, una segunda situación considera el potencial ingreso de “agentes externos”, los cuales presentan una dinámica de entrada/salida del sistema productivo, de acuerdo a una función de costos de oportunidad evaluada a través del desempeño de los ingresos individuales resultantes de la extracción (CPUE\$activa). De esta forma, los agentes externos pasan a conformar a los “esporádicos”, los cuales finalmente se adicionan a la “fuerza extractiva”.

En condiciones de explotación (extracción – remoción), se ha supuesto una tasa de remoción, proporcional a los niveles de esfuerzo (fuerza extractiva), condicionada a la capacidad de remoción en función de la abundancia del recurso en área estándar (“capturabilidad” del recurso²).

El rendimiento extractivo (CPUE activa), resulta de la relación entre las capturas y el nivel de esfuerzo ejercido (fuerza extractiva), donde el rendimiento económico (CPUE\$act) es el producto de la cpue activa por el precio unitario del recurso³.

Por último, como consecuencia del proceso de extracción, el recurso es afectado a través del nivel de stock (abundancia y composición), y de la capacidad de reclutamiento al mismo.

El análisis de estrategias/medidas de explotación de algas pardas del norte de Chile, evaluó el impacto biológico – pesquero y económico de las medidas de manejo disponibles en la normativa:

² Este parámetro ha sido estimado a partir de observaciones en terreno de remociones comerciales, y se considera similar para activos y esporádicos.

³ Se considera un precio igual por unidad de alga, para el alga varada y removida.



- Ordenamiento basado en las condiciones actuales de extracción
- Asignación de derechos de usos territoriales (e.g. Áreas de Manejo).
- Restricción de remoción directa.

Las estrategias anteriores, no son excluyentes, pudiendo definir escenarios de manejo que incorporen elementos comunes.

La integración de los antecedentes generados ha permitido una primera aproximación a la modelación de los procesos que ocurren dentro del sistema productivo de algas pardas, a partir de una *representación* del sistema, *simulación* de la dinámica del mismo, análisis y entendimiento de las causas que provocan los cambios, lo cual permite visualizar tanto los resultados esperados, como los no deseados; y, en definitiva, determinar las bases para el ordenamiento de la actividad.

En este marco, se ha preferido diseñar el sistema de modelación/simulación en función de software de programación versátil, el cual permite visualizar de forma gráfica los componentes del sistema y sus inter-relaciones y, al mismo tiempo, evaluar los efectos generados por cambios en el sistema. Lo cual, lo convierte en una herramienta útil de transferencia, en especial para los no familiarizados con modelos cuantitativos, tradicionalmente utilizados en pesquerías.

c) Parametrización de los procesos poblaciones de *L. nigrescens*

Dada la alta importancia de establecer los procesos relevantes que condicionan la capacidad productiva y de renovación poblacional del recurso *L. nigrescens*, los cuales son fundamentales para establecer planes de manejo del recurso, se ha realizado una parametrización poblacional del recurso *L. nigrescens*.



En general, en la literatura se da cuenta de un gran número de estudios donde se reportan procesos poblacionales, que sin embargo a la fecha, no han sido integrados de forma modelística a fin de establecer criterios de explotación y evaluar el potencial de los recursos algales. En este marco, el enfoque de parametrización se basa en un análisis funcional de la información disponible en literatura y datos no publicados, para lo cual se ha tomado información de la zona central de Chile, lugar donde se ha desarrollado un mayor número de estudios. A partir de este análisis, se procedió a realizar estimaciones a nivel regional, tomando la mejor información disponible. Se debe señalar, que los resultados obtenidos deberán ser validados por medio de estudios de seguimiento en terreno para cada localidad.

A continuación, se desarrolla de manera resumida el protocolo de análisis para la estimación de los procesos poblacionales relevantes:

- **Relación Longitud máxima de la fronda y el diámetro del disco:** Esta función permite transformar los datos de longitud total a longitud en diámetro del disco, el cual ha sido seleccionado como variable de observación a fin de establecer las tallas de referencia poblacional. El tipo de ajuste paramétrico consiste en la adecuación de una función del tipo lineal, según:

$$Diametro.disco = a + b * Longitud.total$$

- **Relación diámetro del disco – peso de planta,** función gravimétrica que permite evaluar el peso en función de la talla del disco, prediciendo su aumento en peso en función del diámetro.

$$Peso = a * Diametro.disco^b$$



- **Crecimiento:** a partir de observaciones directas del aumento en longitud en el tiempo en la zona central de Chile (Anexo B), se estimaron los parámetros de crecimiento de *L. nigrescens* en función del modelo de crecimiento en talla de Von Bertalanffy. El procedimiento se realizó por medio de la minimización de residuales entre los datos observados y los ajustados por la función;

$$Longitud\ total = Loo * (1 - e^{-K(t-t_0)})$$

$$min = \sum (Li(obs) - Li(est))^2$$

Donde Loo, K y to, corresponden a los parámetros de crecimiento.

A partir de la relación Longitud total de la fronda v/s diámetro del disco se convirtieron los crecimientos a diámetro del disco, realizando una posterior parametrización por minimización de las constantes Doo, K, to en función del diámetro del disco. Donde la función de crecimiento en diámetro del disco, queda expresada de acuerdo a:

$$Diametro(t) = Doo * (1 - e^{-K(t-t_0)})$$

Las estimaciones de crecimiento para las Regiones IV y I, se realizaron sólo en función del diámetro del disco, utilizando la información gráfica de los trabajos de Vásquez & Tala, 1995, y Edding *et al.*, 1998, respectivamente. Las estimaciones para las Regiones II y III, se realizaron en función de ajustes no paramétricos a partir de los tamaños máximos de disco observados en cada Región, y la relación Phi – prima:

$$phi - prima(f) = Log(k) + 2 * Log(D_{\infty})$$



La cual indica que una misma especie debe mantener relaciones de tipo bioanalógicas entre sus parámetros de crecimiento.

Por otra parte, el crecimiento en peso en función del disco de la planta, fue estimado de acuerdo a:

$$Peso.total = Poo * [(1 - e^{-K(t-t_0)})^b]$$

Donde Poo = peso infinito y b, constante de la función Diámetro del disco – peso de la planta.

- **Sobrevivencia – mortalidad**

A partir de datos publicados del seguimiento mensual en densidad para a zona central (Santelices, 1989), se estimó la tasa de mortalidad mensual global y edad específica asociada a la densidad (individuos/0,25 m²). El procedimiento consistió en dos tipos de ajustes funcionales; a fin de verificar la consistencia de ambas estimaciones.

Tipo 1. Pendiente de la función logarítmica de mortalidad a la edad específica (mi) en densidad:

$$M_{t(meses)} = M * Ln(t_{meses}) + a$$

Donde

$$M_{t(meses)} = \frac{m_{t+1}}{m_t}$$

Donde M = pendiente, y b = intercepto de la función.



Tipo 2. Linearización de los logaritmos de sobrevivientes en densidad a través de los meses en densidad:

$$\ln(\text{densidad}) = M * t(\text{meses}) + a$$

Por su parte, la estimación de M para las Regiones I a IV, se realizó en base al ajuste TIPO 2, utilizando la estructura de tallas poblacionales convertidas a edad, de la forma:

$$\ln(N_t) = M * \text{edad}(\text{meses}) + a$$

Donde N_t = frecuencia numérica a la edad de los individuos de la población.

Las estimaciones de M, establecidas permiten estimar la sobrevivencia y mortalidad de acuerdo a las funciones de decaimiento exponencial:

$$N_{t+1,i} = N_{,it} * \exp^M$$

$$N_{t+1,i} = N_{,it} * (1 - \exp^M)$$

- **Estimación de edad – talla de máximo rendimiento.**

A partir de la integración del crecimiento del disco, relación diámetro del disco – peso de planta, mortalidad natural, se estimó la edad – talla crítica del recurso **L. nigrescens** ($T_c - L_c$), estimada de acuerdo a:

$$\frac{B(L,t)_{tot}}{\text{area}(m^2)} = \sum_{L,t=L_i,t_i}^{L,t(1)} \frac{N_{L,t}}{\text{area}(m^2)} e^{-M \sum_{L,t=L_i,t_i}^{L,t(1)} \Delta t(L_i,t_i)} * a * (L_i,t_i)^b$$



$$\Delta t(Li) = \frac{1}{K} * \ln\left(\frac{L_{\infty} - Li}{L_{\infty} - Li - 1}\right)$$

Donde:

- M = mortalidad natural
- Li = intervalos de tallas
- t = edad en meses asociado a Li
- L_∞, K = parámetros de crecimiento
- a y b = parámetros gravimétricos (longitud – peso)
- área (m²) = escalar de densidad

Este parámetro da cuenta del máximo rendimiento en biomasa de una cohorte, individuos reclutados en un mismo tiempo, dada una determinada mortalidad atribuible sólo a causas naturales, considerando un reclutamiento constante. Este punto se determina donde la derivada de la función en biomasa se iguala a cero con respecto a la talla –edad de la cohorte.

De acuerdo a la teoría tradicional la explotación de recursos de tamaños inferiores a la talla crítica, ocasiona en el tiempo un proceso de sobreexplotación por crecimiento, el cual trae asociado un desaprovechamiento del crecimiento en peso del recurso, con una tendencia a reducir progresivamente el peso por individuo extraído con la consiguiente ineficiencia bio-económica para la pesquería.

Sin embargo, dada la característica sésil de este recurso ha sido necesario incorporar un escalar espacial del recurso, en función de las densidades observadas en cada localidad, dado que los procesos de renovación poblacional están fuertemente condicionados por el reclutamiento y crecimiento de las cohortes precedentes.



Los ajustes para la estimación se realizan en función del diámetro mayor del disco, el cual ha sido identificado con un indicador predictivo del estado de las poblaciones.

- **Estimación de productividad anual (potencial) de *L. nigrescens***

La estimación de productividad fue evaluada en función de la tasa de renovación de la población. Este indicador permite estimar la productividad de forma analítica, en función de los niveles de reclutamiento y mortalidad a la talla – edad de la población referida a un área estándar (m^2). El procedimiento consiste en un modelo de progresión de cohorte inverso, para lo cual se realizaron ajustes en los niveles de reclutamiento pasados por medio de optimizaciones progresivas entre la estructura poblacional observada, referida a la densidad, y los resultados predichos por el modelo, de forma tal, que se recogen anualmente los niveles de algas removidas naturalmente.

En términos modelísticos, las ecuaciones básicas corresponden a:

$$\frac{B_{L,t}}{\text{area}(m^2)} = \sum \frac{N_{Li+1,t+1i}}{\text{area}(m^2)} * \exp^M * a * Li,t^b + R_i$$

Donde R_i , corresponde al reclutamiento anual predicho para el primer intervalo de edad de cada año.

Dado que no existe información que permita estimar relaciones – stock recluta para esta especie, y en consideración que esta alga está directamente relacionada con el uso de espacio, se procedió a adecuar un modelo de reclutamiento densodependiente tipo Ricker, a partir de datos observados de reclutamiento anual en estado de “equilibrio” de las poblaciones de la zona central (Santelices, 1989).



$$\frac{R}{\text{area}(m^2)} = \frac{N}{\text{área}(m^2)} * e^{a + (b * \frac{N}{\text{area}(m^2)})}$$

Donde N (número de individuos a la talla) condiciona el reclutamiento R, en función de la variable densodependiente, de forma tal que el reclutamiento máximo poblacional está limitado por la oferta de sustrato, y donde los parámetros alfa y beta controlan la tasa de entrada y el ajuste a la función de reclutas, respectivamente.

El procedimiento descrito, permite evaluar la cantidad de alga renovada mensualmente, por efecto de mortalidad natural, la cual queda expresada en términos de productividad natural en función del tiempo y área (Kg/año/m²), y por la tasa de renovación poblacional, la cual resulta de la relación entre el alga removida naturalmente, y los niveles medios de alga poblacional evaluada en términos de área (Standing stock).

Se debe señalar, que el reclutamiento anual no considera los períodos reproductivos y de asentamiento a través del año, aspectos que presentan una fuerte componente temporal (Santelices, 1989), información que debiera incorporarse en posteriores estudios, a fin de evaluar el efecto sobre la población dependiendo de la eventual época de remoción directa del recurso.

- **Estimación de eficiencia de uso (aprovechamiento) *L. nigrescens***

El nivel de uso del recurso por parte de los extractores (aprovechamiento), se realiza a nivel regional, comparando estimaciones de abundancia directa del recurso, la productividad, tasa de renovación y de utilización del recurso; de forma que el indicador se construye en base a la tasa entre la productividad anual y los volúmenes de desembarque anual, de la forma;



$$Eficiencia.de.uso = \frac{Biomasa.desembarcada(tn / año)}{Pr oductividad.global(tn / año)}$$

Para la estimación de la biomasa desembarcada a la talla – peso año/Región, se tomó el desembarque promedio de los últimos 4 años (Datos Sernapesca), a modo de evitar distorsiones producidas por el mercado, complementado con la evaluación de las estructuras de tallas del alga varada en terreno y el alga acopiada en las Plantas de Proceso, información que permitió estimar el número de ejemplares “desembarcados” promedio a nivel regional, expandiendo los volúmenes de acuerdo al peso relativo, en términos de su aporte al total regional, de los sectores con muestras de tallas.

El enfoque anterior, permitió evaluar por medio del modelo lógico de sistemas, el efecto biológico – pesquero y económico considerando escenarios alternativos de estrategias de ordenamiento y manejo de la actividad, bajo esquemas de intervención (extracción directa) y restricción de acceso.



.....INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO.....



4. RESULTADOS

El presente informe da cuenta del desarrollo del proyecto cuyo propósito es: “*Diseñar estrategias de explotación sustentable de algas pardas en la zona norte de Chile*”.

Para cumplir con los objetivos planteados, se levantó información relacionada con la actividad extractiva de las algas pardas entre la I a IV Regiones, cubriendo todos los centros de producción, incluyendo tanto los agentes extractivos, como el sistema de comercialización y proceso; así como, los centros de cultivo de abalón que están operando en las Regiones I a IV, los que se encuentran en fase de implementación y representarán una potencial demanda en alzas del alga.

A partir de la información recopilada, se identificó y jerarquizó los principales parámetros, variables y factores ecológicos, económicos, sociales e institucionales/normativos que inciden en la productividad y la producción de algas pardas en la zona norte de Chile. Con los resultados de esta primera fase, se seleccionaron los sectores de estudio, los cuales tuvieron el propósito de evaluar y validar los indicadores y puntos de referencia identificados y/o diseñados.

Toda la información recopilada y analizada fue integrada en un modelo sistémico, realizado para *L. nigrescens*, que corresponde a la especie de mayor importancia en términos económicos y de desembarque.

En cuanto a las medidas de ordenamiento aplicables a las algas pardas, considerando la institucionalidad y normativa vigente; y la percepción de los diversos actores; éstas fueron diseñadas en función de: los objetivos de ordenación, los indicadores y puntos de referencia, y la información asociada a los estudios de caso



considerados en el proyecto. En este análisis, la propuesta de ordenamiento, se evalúa en función de su aplicabilidad, aceptabilidad, entendimiento y consistencia con respecto a los objetivos de manejo.

Además, se adjunta una completa revisión bibliográfica de los principales estudios realizados en algas, dando cuenta de los principales aspectos biológicos y la dinámica poblacional de algas pardas de importancia comercial en Chile, de tal forma de recoger toda la información existente en la literatura, cuyo resultado se entrega en **Anexo B**.

El análisis de la información se entrega en forma separada, para fines prácticos; sin embargo, éstas siempre deben ser observadas en un contexto sistémico, considerando que existe una fuerte interdependencia de cada uno de los factores que se describen a continuación.

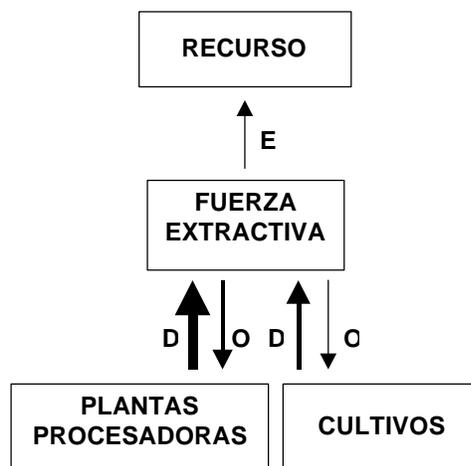
4.1. Levantamiento y análisis de información

La actividad productiva del aprovechamiento de algas está compuesta básicamente por pescadores artesanales o recolectores de orilla, quiénes extraen directa o indirectamente el recurso; intermediarios (proveedores); plantas de procesamiento intermedio (picado; son proveedores de plantas de proceso final); plantas de procesamiento (picado + refinado; generalmente son exportadoras); plantas de alginato y cultivos de abalón que operan en las III, IV y V Regiones.

Para entender el funcionamiento de la cadena productiva y como ésta puede ser abordada en términos de proponer medidas para el manejo y administración del recurso, se caracterizó cada uno de los componentes del proceso productivo ante señalado.



En este contexto, el sistema de las algas pardas queda bien reflejado por el siguiente esquema, donde la demanda está dada fundamentalmente por los requerimientos de materia prima de las plantas procesadoras de algas pardas, y en menor medida, por los centros de cultivo de abalón.



Componentes del sistema pesquero artesanal de algas pardas. E: **esfuerzo** ; D: **demanda**; O: **Oferta**.

Sin embargo, al analizar los requerimientos de alga por especie, que tienen las plantas y los cultivos, se visualizan presiones diferenciales ejercidas por estos agentes, que en definitiva se reflejan en la presión extractiva observada en los pescadores artesanales. Lo mismo ocurre en términos temporales, observándose una demanda ejercida por las plantas de proceso que varía en términos específicos, conforme a la temporada anual; lo cual contrasta, con la demanda constante en volumen y especies, ejercida por los centros de cultivo, los cuales requieren un volumen permanente de *Lessonia nigrescens* y *Macrocystis integrifolia*, durante todo el año. Se debe indicar que actualmente la demanda de algas pardas para cultivo de abalón está siendo dirigida a *L. trabeculata*, respondiendo a una mayor eficiencia alimenticia, unida a una mayor disponibilidad de esta especie y su menor precio.



4.1.1. Caracterización de la pesquería de algas pardas

A pesar de existir antecedentes de recolección de algas varadas en Chile desde hace más de 50 años, sólo recién el año 1980 comienzan a quedar registrados los desembarques por parte de Sernapesca. Al analizar los desembarques, los cuales siempre se han reconstruido a partir de la información entregada por las plantas de proceso, se pueden observar tres períodos (**Figura 1**). El primero, con desembarques en ascenso hasta el año 1982, coincidente con la ocurrencia del Fenómeno El Niño que tuvo un efecto sobre la disponibilidad de alga varada. El segundo período, corresponde al iniciado a partir del año 1988, donde se observa un nuevo incremento de los desembarques, asociado a la instalación de una planta de proceso de algas pardas de mayor capacidad. Por último, el tercer período parte el año 1995, donde se observan los mayores desembarques, lo cual se explica por el ingreso a la actividad de tres empresas, que actualmente tienen una participación mayor al 90% del mercado. El descenso observado a partir del año 1999, se explica por la crisis asiática y el ingreso de China al mercado, con altos volúmenes de alginatos a bajo precio, lo cual tuvo un efecto negativo sobre la demanda de algas pardas de Chile. Además, en el último período, se ha observado una mayor ocurrencia de remoción de algas. Sin embargo, la disminución de los desembarques no es un reflejo del estado del recurso, sino que ha sido un efecto del mercado sobre la demanda de algas pardas del país.

La pesquería de algas pardas, se comporta como una pesquería atípica de tipo secuencial, donde co-existe una producción pasiva (recolección) y en menor grado una activa (remoción directa). Esta característica explica la disminución de alga varada en algunos sectores del litoral, la cual estaría asociada a altos grados de remoción de alga.



La actividad productiva es continua a lo largo del año, afectándose por condiciones climatológicas; donde en verano se observa una mayor remoción natural y un mayor secado del alga. El factor de accesibilidad, ya sea por condiciones de restricción de uso (asignación de hecho sobre los varaderos), por limitación de ingresos a terrenos particulares y/o condiciones de accesibilidad costera, resulta ser el factor de mayor peso en el sistema, actuando como fuerza impulsora que condiciona la actividad productiva.

En cuanto a la composición de los desembarques históricos de las algas extraídas en la zona norte, conformadas por *L. nigrescens* (chascón o huiro negro), *L. trabeculata* (huiro palo) y *Macrocystis integrifolia* (huiro canutillo o flotador), la mayor incidencia en los desembarques, conforme a lo observado en terreno y a los reportes entregados por las plantas de proceso, corresponde a *L. nigrescens* (**Figura 2**). Es importante destacar que la estadística del Servicio Nacional de Pesca (Sernapesca), ha incluido en el desembarque de chascón a ambas especies de *Lessonia*, sin discriminar entre ambas especies, las que en conjunto aportan más del 95% del total del desembarque de algas pardas.

En los últimos años, las Regiones III y IV, han registrado los mayores desembarques de algas pardas a nivel nacional.

Los principales centros de desembarque de algas pardas, se han concentrado tradicionalmente en la Provincia del Huasco, entre Taltal y Antofagasta y la provincia del Choapa (IV Región), coincidiendo con el mayor aporte de estos sectores sobre el desembarque total.



4.1.2. Caracterización de los agentes extractores

En cuanto a los aspectos socioculturales, los algueros continúan siendo un grupo marginal entre los pescadores artesanales, con bajo nivel educacional, predominando personas de avanzada edad (40 años promedio) provenientes de otras actividades, fundamentalmente mineros (pirquineros u obreros), agricultores y trabajadores sin calificación, quienes por diversas circunstancias encontraron en la comercialización de algas pardas una fuente de ingreso para satisfacer sus necesidades básicas. Una práctica común entre los algueros, es el trabajo familiar, donde participan hombres, mujeres y niños, condición que se acentúa en la época de verano, coincidiendo los períodos de vacaciones con la temporada de mejores precios. Esta situación también genera que exista un importante ingreso de "algueros esporádicos" o "facultativos". El alguero esporádico, es aquel que se dedica a la recolección y/o extracción de algas sólo en la época de verano o por un tiempo determinado, ya sea porque están cesantes, o bien la actividad le reporta mejores ingresos, o porque están de vacaciones. En este caso el alguero esporádico se retira del sistema cuando consigue un empleo que le reporte ingresos que satisfagan sus necesidades o simplemente cuando termina la época estival; en cambio, el facultativo es aquel agente que pertenece al sector (buzo mariscador) que ingresa al sistema porque no hay recursos pesqueros que le permitan obtener ingresos que satisfagan sus necesidades. En este caso, el alguero facultativo sale del sistema cuando existen posibilidades de extracción de otros recursos pesqueros que le reporten mayores beneficios económicos.

En este escenario, el número de agentes que se dedican a las algas es fluctuante, estimando un número cercano a los 1.150 algueros permanentes entre la I a la IV Región (**Figura 3**), llegando a cerca de las 2.500 personas con el ingreso de algueros esporádicos y facultativos.



Conforme a lo anterior, para referirse al número de agentes recolectores/extractores de algas pardas, se debe tener en cuenta la compleja dinámica del sistema, donde existe un número de algueros que opera regularmente cercano al 40%, de los cuales alrededor de un 70% a 80% están inscritos en los registros del Sernapesca el 30% restante opera sin ninguna inscripción ni registro. En temporadas estivales, coincidente con períodos de vacaciones y períodos de veda de gran parte de los recursos bentónicos de importancia económica, ocurre un incremento significativo que duplica este número.

En cuanto al nivel de organización que poseen las personas dedicadas a la recolección y/o extracción de algas, sólo un 15% pertenecen a algún gremio y de estos gremios sólo 4 corresponden a organizaciones formadas mayoritariamente por algueros. El mayor número de organizaciones de algueros se presenta en la III Región, donde existen tres sindicatos formados exclusivamente por algueros. En este sentido, es importante señalar que la organización de los mismos estuvo gatillada porque requerían contar con una estructura de este tipo para optar a algún beneficio (proyectos, asistencias técnicas, PROFOS o Áreas de Manejo). En la IV Región, existen organizaciones que cuentan entre sus socios con algueros, estando sólo una de ellas conformada mayoritariamente por algueros (Sindicato de La Cebada). En las Regiones I y II, no existen organizaciones de este tipo.

En relación con el tipo de vivienda y las condiciones de trabajo que exhiben los algueros, existen diferencias significativas entre las cuatro Regiones. En la primera Región, la actividad es muy baja y los pocos agentes que se dedican a ella, lo hacen en forma temporal junto con la extracción de otros recursos, contando con “rucos” mientras permanecen en la zona. En este sentido, los “rucos” representan viviendas de tipo temporal, contando con viviendas en la ciudad. En la Segunda Región, es posible observar algueros que se dedican exclusivamente a las algas, permaneciendo



en la zona costera durante todo o gran parte del año, para lo cual cuentan con rucos que cumplen la función de vivienda. En la Tercera Región, se observan gran cantidad de “rucos” a lo largo de la costa, donde permanecen los algueros durante la época de recolección y/o extracción de alga, recibiendo al grupo familiar durante la época de verano. Sin embargo, en sectores donde los algueros se han organizado, la calidad de sus viviendas se ha visto mejoradas mediante el acceso a media-aguas, gestionadas por ellos en conjunto con los Municipios y profesionales del Servicio País. Esta situación se observa en los sectores de Los Bronces y Caleta Angosta; en este último caso, los algueros permanecen con sus familias durante todo el año, lo cual es posible, porque cuentan con locomoción, colegios cercanos (en Carrizal Bajo) y distribución de agua potable. Lo anterior, se facilita por la cercanía a centros poblados y la organización de los propios algueros.

En la Cuarta Región, la presencia de “rucos” es muy baja, fundamentalmente porque la mayoría de los terrenos son privados, por lo tanto la posibilidad de construirlos y que éstos permanezcan es muy baja. En esta Región, los algueros se desplazan por el día, muchas veces ayudados por los propios intermediarios, o si requieren quedarse por más tiempo lo hacen en “rucos” improvisados.

La producción promedio de un recolector y/o extractor, es de 2 a 4 t/mes de alga seca, pudiendo extraer hasta 9 t/mes en época de verano. En la temporada estival, se produce un incremento mayor al 100% en el número de agentes extractores. Cabe destacar, que en la época de verano es cuando existen menores varazones, lo cual genera condiciones que propician la remoción de alga, al existir mayor cantidad de personas trabajando. En cuanto al rendimiento, una vez secada el alga por parte de los algueros, es de un 50%. Sin embargo, dependiendo de la zona geográfica y la época de extracción éstos varían, dando rendimientos desde la extracción hasta la venta al intermediario, de 70% en invierno en zonas correspondientes a las Regiones III y IV; y de 35% en verano en



la zona de Taltal al norte. Estas diferencias, generan rendimientos variables en la producción de las plantas de proceso, por lo cual incide en los precios que se paga a los intermediarios y en definitiva a los algueros en playa. Así, tenemos que en verano los precios que se paga por el alga son mayores en la zona de Taltal al norte, con precios promedios de \$40/K para el huiro negro (*L. nigrescens*); \$20/K para el huiro palo (*L. trabeculata*); y \$30/K para el huiro pato (*M. integrifolia*). En esta misma época, en la zona de Taltal al sur, se paga \$35/K, \$15/K y \$23/K para los huiros negro, palo y pato, respectivamente. En época de invierno, la compra en la zona de Taltal al sur, presenta menores precios, debido a las condiciones de mayor humedad, pagándose precios de \$25/K y \$10/K para los huiros negro y palo, respectivamente. En esta época no se compra huiro pato, porque la exportación se realiza a comienzos de año y, además se descompone rápidamente. En la zona de Taltal al norte, dada las condiciones climáticas, los precios disminuyen en menor grado, con precios de \$35/K y \$15/K para los huiros negro y palo, respectivamente.

Los algueros actúan como proveedores de materia prima para los intermediarios, quienes son los que la transportan hasta las plantas, no existiendo mayor relación ni contacto con las plantas de proceso por parte de los algueros. Sólo en el caso de una agrupación de pescadores del sector de Caleta Angosta, III Región, se observa una situación distinta, donde 9 algueros constituyeron una sociedad para comercializar el alga directamente, con el apoyo de diversas instituciones. Sin embargo, cabe destacar que más del 60% de los intermediarios son algueros activos o ex-algueros. Entre los algueros y los intermediarios, se mantiene una relación dada por la habilitación debido a la entrega de víveres, agua y/o dinero, lo que genera cierto compromiso de entrega del alga; acentuada y fortalecida por “acuerdos” de asignación de zonas de trabajo, que se observan entre los intermediarios, las cuales son respetadas en gran medida por ellos.



4.1.3. Caracterización de plantas de proceso y cultivos de abalón

a) Plantas de proceso

En cuanto a las plantas de proceso de algas pardas, la instalación de éstas se concentran entre los años 1995 y 1997, período en el cual se incorporan las tres empresas que actualmente agrupan más del 90% del mercado nacional. Durante el año 2001, se observó una re-localización de estas empresas, las cuales actualmente se concentran en la Tercera Región (**Figura 3**). Sus ubicaciones están dadas por las características ambientales, debido a sus requerimientos de altas temperaturas y bajas precipitaciones necesarias para el secado, picado y mantención de las algas.

Las plantas de proceso, corresponden a los mayores demandantes de algas, con una participación del 97%; en contraste al 3% que demandan los cultivos de abalón.

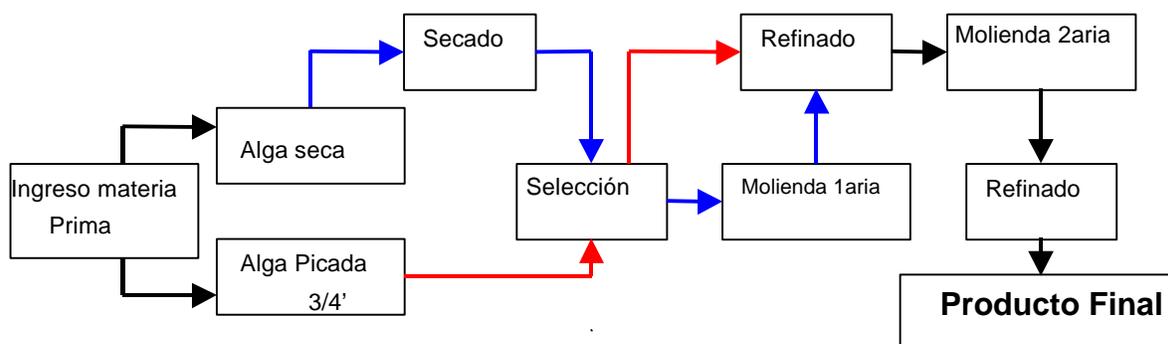
Estas plantas han tenido un importante desarrollo en los últimos cinco años, debido a las exigencias puestas por los mercados internacionales, lo cual ha significado la incorporación de nuevos profesionales y tecnología de proceso, contando en algunas empresas con más de 14 productos distintos. El tipo de producto está dado por el tipo y origen del alga, el diámetro del gránulo, el color y otras características exigidas por los compradores. Además, actualmente las plantas de proceso están desarrollando tecnología para facilitar el picado del alga en condiciones húmedas.

Las plantas de proceso se abastecen a través de proveedores, quienes son los que compran el alga en playa. Generalmente, se establecen acuerdos de compra-venta entre la planta y el proveedor (intermediario) los cuales están sujetos a rendimiento, el cual normalmente está entre el 50% y 60%. En otros casos, los proveedores realizan un proceso intermedio al alga, mediante un picado grueso (3/4');



no obstante, esta modalidad representa no más del 5% de la materia prima total ingresada a proceso, explicado fundamentalmente porque las plantas deben incorporar esta alga a las líneas de proceso, perdiendo control en lo referido a la calidad, y a causa de los mayores costos asociados. Cabe destacar que la materia prima (alga seca) representa el 90% de los costos de producción.

En el siguiente esquema se muestra en términos generales la línea de proceso de una planta de algas. Cabe destacar, que existen diferencias dependiendo de la especie, estado del alga (humedad), tecnología ocupada y producto final requerido, sin embargo, el esquema es representativo de una planta tipo de proceso de algas.



Esquema del flujo observado en una planta de proceso, de algas desde el ingreso de la materia prima hasta la obtención del producto final.

En cuanto a la demanda especie específica, del total de alga comprada, cerca del 80% corresponde a *L. nigrescens*; 10%, a *L. trabeculata*; 8%, a *M. integrifolia* y 2% a *D. antarctica*. Esta diferencia está dada por los requerimientos del mercado internacional, el cual responde a las necesidades de las diversas industrias que utilizan alginatos, cuya interacción en definitiva es la que establece qué tipo de alga se demanda.



En relación con la ocupación de mano de obra, una planta genera entre 30 y 60 puestos de trabajo en la temporada de verano, donde se concentra la compra de alga con menor humedad, lo que hace necesario que ingrese rápidamente a proceso. Durante la temporada de invierno, la mano de obra ocupada se reduce a la mitad.

Las plantas de proceso existentes en la zona norte, tienen una capacidad de producción de 300t/mes a 800t/mes, la cual aumenta en verano, dada las condiciones ambientales que aceleran el secado del alga.

b) Plantas de proceso intermedio

Estas plantas de proceso intermedio, funcionan en condiciones artesanales y la mayoría de las veces en forma precaria. La mayoría está instalada en la franja costera de los primeros 200 metros, lo cual disminuye la temporada de trabajo, debido a las condiciones ambientales (humedad), careciendo de galpones en gran parte de los casos. Sólo se dedican al picado de huiro negro, ya que los precios del huiro palo son menores y es de mayor dureza, lo cual dificulta el picado con los molinos que ellos poseen.

Estas plantas de proceso intermedio pertenecen a intermediarios que también proveen de algas en rama (alga seca) a las plantas, y realizan este proceso con el propósito de lograr mejores precios; por lo tanto, se autoabastecen. La entrega de huiro negro en rama por parte de los intermediarios, les reporta precios de \$45/K a \$60/K, en contraste a \$105/K de alga picada. Este proceso de picado, tiene un rendimiento de aproximadamente un 80%.

Estas plantas operan con dos o tres personas, incluido el dueño, durante el período de septiembre a abril.



En la III Región, existen 7 plantas de este tipo; sin embargo, sólo tres de ellas operan permanentemente, con producciones de 25t/mes. La entrega del alga picada está previamente acordada con las plantas de proceso, ya que éstas privilegian la compra de alga en rama, existiendo dificultades para la comercialización de alga picada, debido a los controles de calidad que se deben realizar y a los mayores costos asociados.

c) Plantas de alginato

En Chile existen seis plantas productoras de alginatos, que el año 1999 exportaron 658 toneladas. Las plantas de alginato se abastecen de alga picada proveniente de las plantas de proceso. El rendimiento de estas plantas es de un 28%, a partir del alga picada, lo cual significa un rendimiento del 7%, considerando el alga húmeda. En cuanto a los precios de exportación, éstos son significativamente mayores, superando los US\$6.000/t el año 2000.

d) Cultivos de abalón

A partir de 1995, el desarrollo de cultivos de abalón ha generado una creciente demanda de algas pardas (**Figura 3**). Durante el año 2000, la demanda de algas ascendió a 200 t/mes. Cabe destacar que los cultivos sólo se abastecen de frondas de *L. nigrescens* y *M. integrifolia*, las cuales son requeridas húmedas, recién extraídas o varadas. Esta condición significa para el alguero una venta inmediata del alga a un precio de \$35/K a \$40/K, sin pérdida del resto del alga (estipes y disco de fijación), ya que ésta es secada y vendida a los intermediarios. El abastecimiento de algas a los cultivos es realizado por algueros o intermediarios que han establecido relación con los centros de engorda, no siendo más de 2 ó 3 los proveedores, generándose una relación de confianza necesaria



para asegurar la continuidad en la entrega durante todo el año. Considerando las condiciones del alga requerida por los cultivos y la continuidad en la entrega, la cual debe ser semanal, éstos ejercen una mayor presión que influye en la extracción directa de algas, dado que deben mantener flujo de entrega permanente.

Conforme a las proyecciones del desarrollo de estos cultivos se puede esperar una demanda que se estabilice en las 500t/mes, considerando los centros en operación. Esta cifra se podría triplicar si se materializan nuevos cultivos en la zona norte. Actualmente, existen tres centros de cultivo operando, uno en la III Región, otro en la IV Región (en fases de inicio) y otro en la V Región.

4.1.4. Caracterización del mercado de algas pardas

El mercado de las algas pardas en Chile está conformado fundamentalmente por el mercado internacional; y en menor grado, por el nacional constituido por las plantas de alginato existentes en Chile y los cultivos de abalón. Los últimos 6 años, las exportaciones de alga han superado las 20.000 ton/año (**Figura 4**), generando ingresos anuales cercanos a los 3.600 millones de pesos. A nivel mundial, los alginatos son ampliamente usados en la industria textil (42%), alimentación (34%) papel (9,4 %), farmacéutica y productos dentales (5,3 %) y otros (3,2%) (Vásquez, 1999).

Los principales destinos de exportación corresponden a Japón, Noruega y China, países que han mantenido su importancia relativa en los últimos años (**Figura 5**). En cuanto a los precios de exportación, éstos han permanecido relativamente estables para las especies de *Lessonia*, las cuales constituyen más del 95% del total exportado (**Figura 6**)



4.1.5. Descripción de los principales procesos del sistema de algas pardas

El entendimiento del sistema de algas pardas, requiere del conocimiento de los principales procesos ocurridos, los cuales explican la condición actual de la pesquería en su conjunto. En este análisis se ha integrado toda la información recopilada, incluyendo aspectos de mercado, efecto de las diferentes medidas de administración en proceso de implementación y las políticas de intervención sectorial de carácter local, llevada a cabo por cada uno de los gobiernos regionales e instituciones públicas relacionadas.

a) Desempeño de la pesquería de algas pardas

La pesquería de algas pardas, ha mostrado una trayectoria similar a la de todos los recursos bentónicos, caracterizada por una fase inicial de crecimiento lento, dando paso a un rápido desarrollo, hasta alcanzar las fases de plena explotación, sobreexplotación y colapso. Esta secuencia es más evidente a una escala local.

El análisis de los desembarques no da cuenta del estado del recurso, ya que su magnitud responde a la demanda, respondiendo los algueros a los requerimientos de los intermediarios. En este sistema, el alguero acumula una cantidad de algas suficiente para satisfacer sus expectativas de ingreso (relación volumen – precio), sin saber si hay demanda de alga. Para este propósito, recurre a la recolección de alga varada en primera instancia y a la remoción si la primera es insuficiente. En este contexto, el registro de los desembarques da cuenta de cuando se compró al alga, pero no cuando se extrajo.

Actualmente, los algueros permanentes aprovechan gran parte del alga varada. No obstante, a nivel local el alga varada no satisface las expectativas de ingreso ni tampoco la demanda de las plantas de proceso. En contraste a lo anterior, a escala



global, según las estimaciones de biomasa y las tasas de mortalidad (que generan el varado), el alga varada no es aprovechada completamente. Esta situación, se explica por la existencia de asentamientos de algueros que operan en un área reducida, lo que conlleva a que en ausencia local de alga varada recurran a la remoción de las mismas, generando un ciclo reforzante característico de una pesquería de tipo secuencial.

La pesquería de algas pardas en la zona norte de Chile, está conformada casi exclusivamente por una sola especie, *L. nigrescens*, condición que da cuenta de un sistema de gran fragilidad, con barreras de salida de sus agentes más altas que el resto de pescadores artesanales.

Al analizar los desembarques por Región, se puede apreciar que la I Región, presentan niveles muy bajos a partir del año 1983, coincidente con la ocurrencia del Fenómeno El Niño del año anterior (1983), situación que tuvo un fuerte efecto sobre la biomasa de este recurso, mostrando un bajo grado de recuperación. En la II Región, el efecto El Niño, también fue evidente, conforme a lo señalado por los algueros de la Región. Los incrementos en los desembarques en la II Región, a partir del año 1989, se explican por la instalación de plantas de proceso los años 1989 y 1995. En la III Región, los desembarques muestran un incremento a partir del año 1988, el cual se incrementa fuertemente a partir del año 1995 producto de la instalación de nuevas plantas de proceso. La disminución de los desembarques a partir del año 1998, se explica por una disminución de la demanda de alga desde Chile, producto del ingreso de China al mercado con los alginatos de menor precio. No obstante, en cuanto al recurso, en el mismo período se reporta un incremento de la remoción de algas. En la IV Región, los desembarques muestran un incremento a partir del año 1995, explicado por la instalación de plantas de proceso en la Región.



En este contexto, es evidente el efecto de la demanda sobre la dinámica extractiva de algas pardas; donde las fluctuaciones de los desembarques no dan cuenta del estado del recurso, sino de las variaciones del mercado. El estado actual de la pesquería, el número de agentes extractivos y la particularidad de la pesquería permiten establecer que la pesquería de algas pardas se encuentra en un estado análogo al de plena explotación de un recurso pesquero tradicional.

b) “Regímenes” de explotación

El régimen de operación que ha operado para las algas pardas, ha sido el de acceso libre y abierto; no obstante, en algunos sectores las comunidades de algueros han establecido áreas exclusivas para la recolección de estas especies sedentarias (alga varada). Es importante destacar, que este grupo de agentes pesqueros, tiene sus orígenes en personas que fueron desplazadas de otros sectores productivos (principalmente pirquineros). Este origen explica, en cierta medida, la existencia de los Derechos de Uso Territoriales (DUT) de hecho, asociados a los varaderos de algas pardas, ya que el sentido de propiedad territorial es una característica internalizada por estos agentes, producto de la actividad anterior. Dado que la mayor actividad se concentra en la III Región, donde coexisten todas las variantes de DUTs existentes, la descripción de los mismos se basa en las observaciones realizadas en esta Región, las cuales corresponden a los siguientes:

- (1) DUTs sobre varaderos: en estos casos, el derecho lo ejerce quién primero llegó al sector, imponiendo su “derecho” sobre el sector, controlando el acceso al recurso algal, sin poner restricciones de acceso a otros recursos. Estos derechos, son heredables, continuando asociados a grupos familiares. En situaciones de “tenencia” de más de un varadero, se observan situaciones donde el “propietario” establece relación con otro alguero para que explote su



varadero, compartiendo los beneficios económicos, similar a la situación de los “medieros” que se observa en la agricultura.

- (2) Un segundo tipo de DUTs, corresponde a un derecho de tipo temporal, donde el derecho se ejerce por presencia y por la fuerza, evitando el ingreso de otros agentes. Esta situación se observa en las épocas de primavera – verano, donde la compra es mayor, dada las condiciones climáticas. Aunque este tipo de DUTs en términos individuales no ostenta la cualidad de tener un horizonte de largo plazo, a nivel comunitario si lo tiene.

Ambas, situaciones co-existen con DUTs comunitarios, los cuales son más evidentes cuando existe un grupo de individuos que comparten la percepción de la posesión de un “derecho” sobre los recursos algales en un territorio determinado. Este hecho, conforma un paraguas que brinda protección al grupo y genera condiciones que constituyen una barrera para la entrada de agentes externos.

En las Regiones I, II y IV, prevalece un esquema de libre acceso. Existiendo en la IV Región, situaciones de acceso restringido, sólo cuando los terrenos colindantes a la playa son de propiedad privada, siendo los propietarios quienes definen quién puede ingresar al sector y la modalidad de operación, prohibiendo la remoción de alga.

En la VI Región, también existen experiencias de DUTs establecidos por los propios alqueros, quiénes han operado históricamente de esa forma para explotar los recursos algales, conformados por luga, cochayuyo y chasca. Esta comunidad comparte una forma de operar que se ha traspasado de generación a generación, en la cual se ha “repartido” la costa.



Otra experiencia de DUTs de algas, se da en la zona de Tubul, en torno a la producción de alga **Gracilaria**, donde existe una estructura de tipo comunitaria basada en la definición clara de derechos, obligaciones, incentivos y sanciones, que en conjunto y unidas a otros elementos, constituyen un capital social que da sustentabilidad a este esquema.

Otra situación de DUTs, tiene su génesis con la implementación de las Áreas de Manejo, las que a pesar de contemplar sólo la columna de agua y el fondo marino, generaron una condición de seudoderecho sobre el sector de playa (espacio entre la baja y alta marea), entendido como un derecho con sustento legal por parte de las organizaciones que disponen de Areas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB). En este escenario, estas organizaciones negociaron con los alqueros la posibilidad de que continuaran operando en el sector, sólo si ellos asumían la vigilancia del Area de Manejo. Esta situación, existe en las Regiones III y IV. En el caso de la V Región, este acuerdo no ocurrió generando conflictos por el recurso alga entre los alqueros y las organizaciones que poseen Areas de Manejo.

Las AMERBs de algas pardas nacen como una alternativa para evitar el ingreso de otros agentes a las zonas de recolección y/o varado, propiciada por la autoridad local (desde arriba hacia abajo, “top – down”), la cual posteriormente fue tomada por los alqueros. No obstante, el alto costo de los estudios (ESBAs), el bajo precio del recurso, las características monoproductoras y las grandes extensiones de costa lineal que se requieren, hacen de esta medida sea de difícil adecuación para la explotación de las algas. Esta condición, motivó la generación de áreas disponibles para manejo (para algas) con dimensiones (Hà) que superaban los límites de distribución de la especie objetivo, dado que la autoridad propició la inclusión de otros recursos bentónicos (loco, lapa y erizo) para compensar la condición de baja rentabilidad del área (o incluso con rentabilidad



negativa), a pesar que los algueros no cuentan con las competencias necesarias para explotar esos recursos (de hecho actualmente no los explotan). En este escenario, la operativización de los planes de manejo, requerirá de la subcontratación de buzos para que realicen la extracción de recursos como loco, lapa y erizo. En este contexto, se iniciaron conversaciones en la III Región para hacer posible las Áreas de Manejo, bajo este esquema, el cual generó resistencia entre los buzos de la zona. Actualmente se establecieron los siguientes acuerdos: limitar las AMERBs de algas a una franja de 50 m de ancho y la propiedad del alga varada se atribuiría a las Áreas de Manejo, bajo el supuesto que el alga varada provendría de dichas áreas, recurriendo al pronunciamiento realizado en torno al alga varada de cultivos de **Gracilaria**.

Dado que el objetivo fue aplicar AMERBs para algas pardas y teniendo en la Región sólo experiencias de AMERBs de loco y lapa, se tendió a adecuar las algas a esta medida de administración, más que adecuar la medida al recurso. Además, la realización de estudios para establecer cuotas de explotación de algas pardas, no tiene mucho sentido, dado que de existir suficiente alga varada, la extracción activa no sería necesaria; constituyendo el estudio un costo fijo, del cual no siempre percibirían los beneficios los algueros. Así, la extracción activa debiera estar sujeta a la existencia de una demanda mayor de alga que la varada; y en este escenario, la extracción debiera incorporar el monitoreo de la actividad extractiva, utilizando indicadores indirectos, tales como: L50 poblacional v/s L50 de captura y limitaciones al área removida.

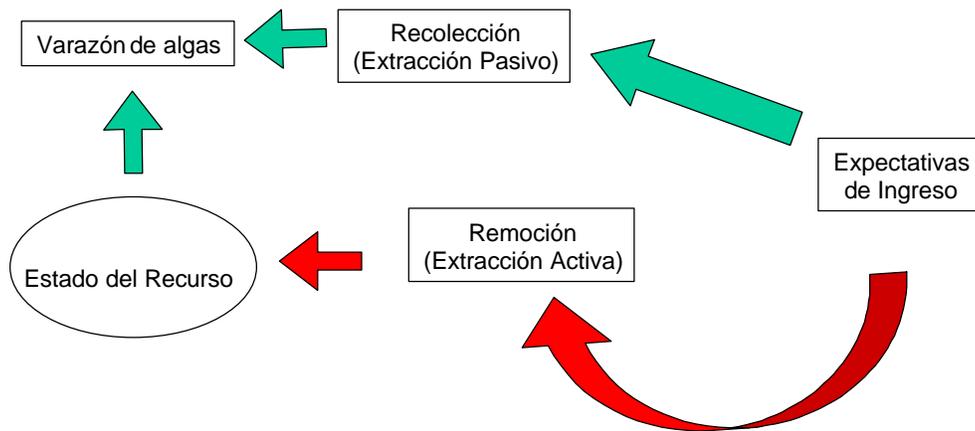
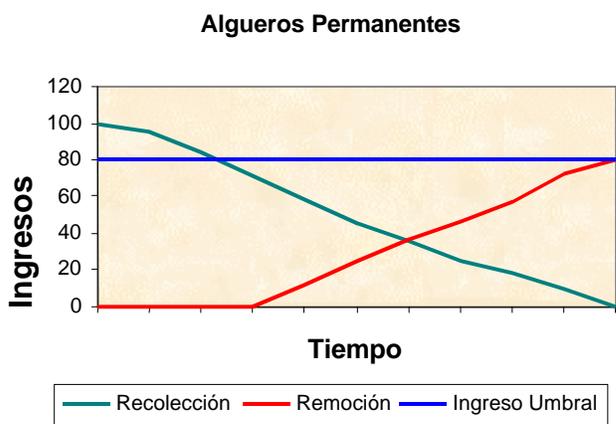
c) Dinámica de los agentes

La dinámica de los agentes extractivos de algas pardas debe partir reconociendo el origen de estos agentes, quienes provienen de sectores de otras actividades, fundamentalmente mineros (pirquineros u obreros), agricultores y trabajadores sin



calificación, quienes por diversas circunstancias encontraron en la recolección y comercialización de algas pardas una fuente de ingreso para satisfacer sus necesidades básicas.

En cuanto a los factores que inciden en que los algueros permanentes pasen desde una actividad de recolección de alga varada a una de extracción (remoción), está fuertemente influenciada por las expectativas de ingresos, las que al no ser cubiertas por la venta de alga varada, llevan a que exista extracción, tal como se muestra en el siguiente esquema.

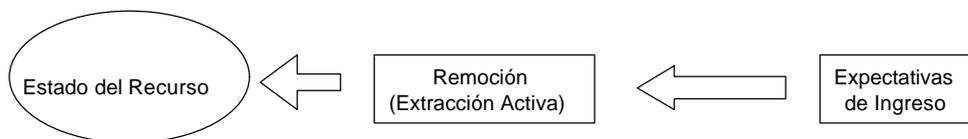
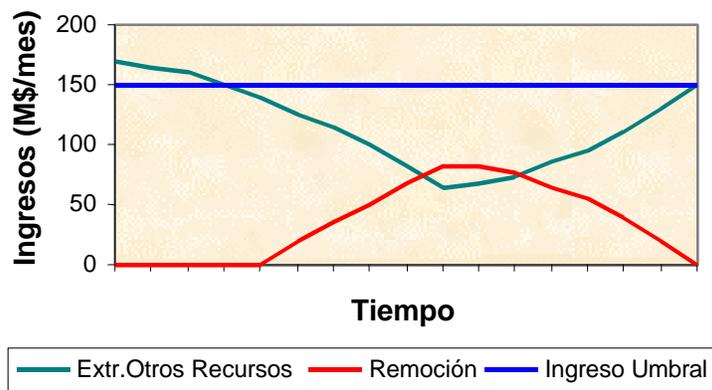




El ingreso umbral, corresponde a la moda de los antecedentes entregados por los usuarios. Sin embargo, se debe considerar que este valor presenta variaciones en los diversos centros de desembarque.

Del mismo modo, al analizar a los alqueros facultativos, se determinó a partir de los antecedentes recogidos en terreno, que éstos se incorporan a la pesquería de algas pardas cuando sus expectativas de ingreso no son cubiertas por la comercialización de los otros recursos que ellos extraen. Se debe recordar que el alquero facultativo, corresponde a un buzo que se dedica a la extracción de otros recursos marinos, y se incorpora o sale de la pesquería de algas pardas dependiendo del estado de los otros recursos, tanto por la disponibilidad como por los precios de los mismos. Este tipo de agente ingresa directamente a la pesquería de algas pardas con un arte de remoción, tal como se muestra en el siguiente esquema.

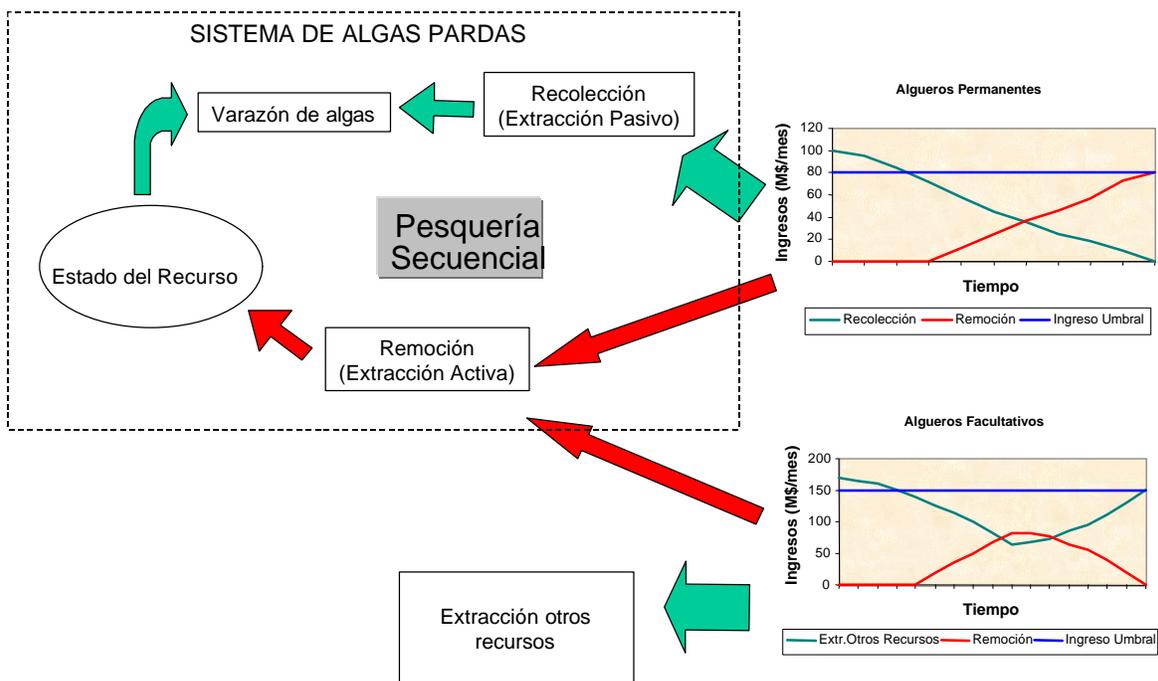
Alqueros Facultativos





En relación con los algueros esporádicos, las razones de ingreso de este tipo de agentes, en la gran mayoría no obedecen a aspectos de tipo económico, sino que está dado por la estacionalidad, concentrándose en la época estival, aprovechando el período de vacaciones para extraer alga.

Sin perjuicio de las razones que lleven a que el número de agentes aumente, este incremento genera condiciones para que la remoción de alga sea más probable, dando como resultado una pesquería de tipo secuencial, asociada al tipo de arte ocupado (recolección – remoción), donde la remoción del alga afecta la cantidad de alga varada, propiciando de esta forma que se extraiga alga para lograr los ingresos económicos requeridos por los diversos agentes. Así, se tiene que el ciclo de recolección – remoción, lleva a una interacción reforzante que afecta el estado del recurso, generando un aumento progresivo del alga removida en comparación al alga varada. Este tipo de interacción lleva a un colapso de cualquier sistema, ya que los factores se refuerzan mutuamente, siendo necesaria acciones que interrumpan el ciclo, de tal forma que contribuyan a evitar el colapso. Las relaciones que se observan en el sistema de algas pardas, que dan cuenta de una pesquería secuencial, se muestran en el siguiente esquema.



4.1.6. Percepción de los usuarios

Las estrategias de ordenamiento necesitan factibilidad administrativa y política, dado que su implementación involucra monitoreo y control, por lo que la viabilidad de su ejecución requiere que los diversos grupos relacionados cuenten con el entendimiento de las medidas de ordenamiento. En este contexto, un elemento central es el permanente contacto con los diversos usuarios, para difundir los resultados, analizar las alternativas de ordenamiento, conocer sus percepciones y recoger la actitud o reacción frente a las diversas alternativas propuestas.

Durante la ejecución del proyecto, se sostuvieron diversas reuniones de trabajo con pescadores artesanales, autoridades locales relacionadas con la fiscalización (Sernapesca), administración (Consejo Zonal de Pesca) y desarrollo de proyectos sectoriales (e.g. Gobiernos regionales, SERCOTEC, CORFO. (**Anexo C**))



Los resultados de estas reuniones y entrevistas llevadas a cabo, se entregan en la siguiente síntesis que recoge las apreciaciones, inquietudes e intereses de los diversos grupos con los cuales se trabajó.

a) Pescadores artesanales (buzos y algueros)

- Los algueros en términos generales perciben que el recurso debe ser resguardado, en términos de limitar el ingreso de nuevos agentes, principalmente referido a los eventuales (esporádicos y facultativos). Indicando que la falta de instrumentos que aseguren su acceso al recurso, y lo restrinjan a otros, es su principal problema.
- En la III Región, los algueros perciben que las Areas de Manejo solucionarán el problema de acceso al recurso; aunque no entienden la medida, sino que han recogido las sugerencias de la autoridad regional.
- En la III Región, los buzos, han aceptado las Areas de Manejo de algas, aunque inicialmente se oponían a ellas, dado que restringiría el acceso de los buzos a zonas históricas de pesca, que tampoco serían ocupadas por los algueros.
- La aceptación de las Areas de Manejo de algas, por parte de los buzos de la III Región, se generó dado que acordaron “prestar servicios” a los gremios de algueros para extraer los invertebrados bentónicos de las Areas de Manejo.
- En general, entre los algueros, existe la percepción de que la remoción del alga es “buena”, estimando que el alga se recupera rápidamente en un período de un año. Sin embargo, señalan que el daño se produce porque ingresan muchos agentes en la época de verano, no existiendo forma de controlar esa situación.



- Los buzos, reconocen el rol de las algas como zonas de crianza y existen diferencias entre ellos en cuanto a si se deben implementar o no Areas de Manejo para algas. Se debe señalar, que los acuerdos antes señalados se han generado entre organizaciones de buzos y alqueros y no representa una visión común del sector.

b) Servicio Nacional de Pesca

- En el Servicio Nacional de Pesca, existe una preocupación diferencial sobre el tema, explicada por la diferente incidencia de la actividad en cada Región.
- En la III Región, la autoridad pesquera cree que la solución de la remoción del alga y el ordenamiento del sector, puede ser alcanzada a través de la implementación de Areas de Manejo.
- En la II Región, el desarrollo de Areas de Manejo de algas pardas no es un tema central; sino que su interés se centra en regular la remoción del alga.
- En las Regiones I y IV, el tema no es de mayor relevancia.

c) Empresarios (de plantas de proceso y cultivos de abalón)

- Los empresarios de las plantas de proceso señalaron que uno de los problemas que ellos detectan está dado por las intervenciones que hace el gobierno a nivel de los alqueros, lo cual ha generado expectativas de mejoramiento de ingresos, y por ende precios, a través de acciones que no han generado ninguno de estos resultados.



- Además, indicaron que los recursos debieran ser dirigidos a mejorar la calidad del alga que entregan, pudiendo así obtener mejores precios, más que propiciar la eliminación de intermediarios, la incorporación de molinos de martillo o programas que tiendan a que los algueros sean “exportadores”.
- En cuanto a la necesidad de generar medidas de ordenamiento para la explotación del recurso, expresaron su acuerdo, dado que dependen sólo de ese recurso. Esto sin perjuicio de que una de las empresas participa en un mayor número de negocios, ya que la unidad productiva de la zona norte se dedica exclusivamente a las algas. En este contexto, se debe señalar que estas empresas son monoproductoras.
- Las medidas de manejo que los empresarios suponen más apropiadas son la definición de tallas mínimas de extracción y regulación de la remoción. Ellos estiman que la remoción debe ser permitida, pero en forma controlada. Reconociendo que existen limitantes de fiscalización, proponen que el traspaso de la responsabilidad considere su participación. En este contexto, la implementación de Areas de Manejo, la perciben positiva sólo si se acompaña con un programa de capacitación para los algueros y una participación de ellos en los planes de manejo.
- La definición de Áreas de Manejo y la consecuente definición de cuotas, las perciben como positivos para conocer en forma previa la disponibilidad de recurso y así planificar su producción. Dado que actualmente se “stockean” para poder cumplir con sus compromisos comerciales.
- Además, proponen que la autorización de nuevas plantas de proceso de algas pardas, incluya dentro de los requisitos la presentación de un contrato de compra-venta del recurso, que asegure que se dispone de un demandante.



- Los empresarios de los cultivos de abalón, expresaron su interés por regular la actividad extractiva de las algas pardas, permitiendo la remoción. Lo anterior, ya que requieren de alga fresca para alimentar los abalones.

d) Consejos Zonales de Pesca (COZOPE)

- Los Consejos Zonales de Pesca en general estiman que es necesario ordenar la actividad extractiva de algas pardas, dada su importancia ecológica, como estructuradora de ecosistemas y su relación con los procesos de reclutamiento y crianza de los recursos bentónicos de importancia económica en la zona norte.
- En cuanto a las medidas que pueden ser aplicables, el COZOPE III y IV Regiones, ha propiciado el desarrollo de Areas de Manejo en la III Región, como una forma de regular el acceso, facilitar el control y por los supuestos beneficios económicos de la implementación de la medida. Se debe recordar que para hacer rentable estas áreas, se ha promovido que los algueros incorporen recursos bentónicos (i.e. loco, erizo, lapa) de alto valor comercial, aunque no tienen las competencias para extraerlos.
- Sin embargo el COZOPE III y IV Regiones, ha expresado su preocupación por el supuesto alto nivel de definición de áreas disponibles para el manejo, estimando que la dimensión total de las áreas decretadas es muy alta en las Regiones III y IV. Lo cual es una señal contradictoria, dado que las Areas de Manejo de algas debieran tener una dimensión extensa, en cuanto a línea de costa se refiere.



e) Instituciones de fomento

- En la III Región, el sector de los algueros se reconoce como un sector que debe ser apoyado, privilegiando en este sentido la empresarización de los algueros, la eliminación de los intermediarios (vía transformación de algueros en intermediarios), la consolidación de los asentamientos y la diversificación hacia otros recursos bentónicos.
- En la IV Región, el sector es visto como un grupo marginal que debe recibir asistencia de tipo social; sin perjuicio, que en años anteriores se hayan propiciado acciones similares a las que promueve actualmente la III Región (excepto Areas de Manejo) con ningún resultado. Una visión similar, fue planteada por la institucionalidad de fomento de la II Región.
- En la I Región, la actividad es muy marginal y se plantea que la primera acción que se debe realizar son acciones tendientes a recuperar las praderas de algas, que fueron fuertemente afectadas por el Fenómeno El Niño.

Es importante destacar que las diversas acciones que se han realizado con los algueros o que se proyecta hacer, si bien buscan resultados similares, intervienen el sistema en diversos niveles, a partir de un conocimiento parcial del sistema. Esta situación lleva a que muchas acciones apunten en direcciones que divergen de los resultados esperados.

4.2. Identificación y jerarquización de los principales parámetros, variables y factores

Para identificar y jerarquizar los principales parámetros, variables y factores del sistema de algas pardas, se evaluaron los siguientes aspectos: cercanía a centros poblados, demanda, calidad de los accesos, desembarque, accesibilidad, normativa,



nivel organizacional, agentes eventuales, tipo de arte ocupado, cercanía de las plantas, extracción activa (remoción), estado del recurso, tipo de especie extraída, calidad del alga, expectativas de ingreso y número de usuarios.

Una vez analizados los diversos factores que ejercen influencia sobre el sistema de algas pardas, se seleccionó los siguientes factores, parámetros y variables, de acuerdo a su importancia relativa:

- Demanda,
- Accesibilidad,
- Normativa,
- Nivel organizacional,
- Agentes eventuales,
- Extracción activa (remoción),
- Estado del recurso,
- Expectativas de ingreso,
- Número de usuarios y
- Desembarque.

A continuación, se realiza una descripción de cada uno de estos factores, en el contexto del análisis sistémico, con el propósito de estandarizar las distinciones asociadas a cada uno de ellos, las que están referidas, a la condición que puede presentar un determinado factor en el sistema, la cual debe ser cuantificable para posteriormente permitir su calificación.

- **Demanda:** este factor está definido como la razón entre el alga demandada en un lugar y tiempo determinado y el alga varada disponible en condiciones de ser comercializada. Correspondiendo la expresión posible a situaciones donde la demanda es igual o menor al alga varada, hasta situaciones donde no hay disponibilidad de alga varada.



- **Accesibilidad:** este factor está referido a la facilidad de acceso al lugar de recolección y/o remoción de algas, considerando aspectos geográficos, de propiedad (terrenos privados), de usos de hecho (asignación de varaderos) o seudo derecho (sectores de playa colindantes a Areas de Manejo). Este factor se expresa en el sistema, desde una accesibilidad sin restricciones hasta una accesibilidad regulada por los agentes extractores.
- **Normativa:** este factor corresponde a la existencia de aspectos normativos que operan en los sectores de estudio, que cumplen algún rol en el sistema de algas pardas. Tales como requerimientos de inscripción en el RNPA, posesión de matrícula de la autoridad marítima, y criterios de la autoridad fiscalizadora (i.e. prohibición de remoción de alga y/o decomiso de herramientas utilizadas para la remoción de algas). La expresión de este factor es desde una situación de completo apego a la normativa y criterios aplicados en cada sector, hasta un total incumplimiento de las obligaciones legales existentes, así como también de los criterios ocupados por la autoridad fiscalizadora.
- **Nivel organizacional:** este factor está referido al grado de organización de los agentes que intervienen en la pesquería de algas pardas, la cual no necesariamente requiere de la existencia de una figura jurídica (i.e. sindicato, asociación gremial u otro tipo de sociedad). En este sentido, el factor recoge el grado de organización que poseen los alqueros en un sector determinado y se evalúa en referencia a su impacto sobre el sistema de algas pardas. Este factor se puede expresar desde la existencia de un nivel óptimo de organización hasta la inexistencia de cualquier tipo de organización entre los alqueros.



- **Agentes eventuales:** este factor dice relación con la presencia o ausencia de algueros que se incorporan a la actividad de recolección y/o remoción de algas pardas, inducidos por diversos aspectos (i.e. estacionalidad, costo de oportunidad, expectativas de ingreso), quienes se suman a los algueros permanentes. La expresión de este factor está dada por la razón entre el número de agentes eventuales y el de algueros permanentes.
- **Extracción (activa):** este factor está referido a la remoción de algas, expresada por la razón entre el alga removida y el alga total desembarcada en un sector determinado.
- **Estado del recurso:** este factor está referido a la biomasa, densidad y estructura de tallas de las algas pardas presentes en un sector determinado, el cual está condicionado al grado de intervención del sistema.
- **Expectativas de ingreso:** este factor está entendido como la razón entre el producto del alga total varada y/o removida y el precio, y el número de agentes en un sector en un tiempo determinado, teniendo como referencia las expectativas de ingreso de los algueros de ese mismo sector. Las expectativas de ingresos están referidas a aquellas con los cuales el pescador satisface sus necesidades, ya sea éste alguero permanente o facultativo. En relación con los algueros esporádicos, éstos ingresan a la actividad de recolección y/o remoción de algas, fundamentalmente por la estacionalidad.
- **Número de usuarios:** este factor está referido a la cantidad de agentes que se dedican a la recolección y/o remoción de algas en un sector y tiempo determinados, el cual es evaluado a través de la razón entre la valorización del alga varada y el número de usuarios, comparada con los



requerimientos de ingreso de los mismos.

- **Desembarque:** este factor está referido a la composición del desembarque en un sector y tiempo determinado. La expresión posible de este factor es de un desembarque conformado en un 100% por alga varada, hasta otro compuesto por un 100% de alga removida.

La influencia directa que ejerce cada factor, sobre el resto de los factores del sistema de algas pardas, se analizó a partir de los resultados obtenidos de la aplicación de una matriz de doble entrada, como se muestra a continuación:

↴ Influencia directamente a ⇨	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	S Activa
A Demanda		0	0	0	2	2	2	3	2	3	14
B Accesibilidad	3		0	0	3	3	2	3	3	3	20
C Normativa	0	2		1	3	3	1	3	3	1	17
D Nivel organizacional	0	2	0		2	2	2	1	1	0	10
E Agentes eventuales	0	0	1	0		3	0	3	3	3	13
F Extracción (activa)	0	0	1	0	0		0	3	0	3	7
G Expectativas de ingreso	0	0	0	0	2	3		3	2	3	13
H Estado del recurso	0	0	2	0	2	3	0		1	3	11
I Nº de usuarios	0	0	1	0	0	3	0	3		3	10
J Desembarque	0	0	0	0	0	0	0	2	0		2
S Pasiva	3	4	5	1	14	22	7	24	15	22	

A partir de este análisis es posible determinar cuáles son los que ejercen mayor influencia en el sistema, gatillando los diversos procesos que se observan. Estos factores corresponden a: expectativas de ingreso, accesibilidad y número de usuarios.

Factores como la demanda, accesibilidad, normativa y expectativas de ingreso constituyen aspectos que ejercen un alto grado de influencia en el sistema de algas pardas. Estos factores son los que impulsan los procesos de este sistema, ejerciendo un efecto reforzante sobre la extracción activa, el ingreso de agentes



eventuales, el número de usuarios y en definitiva sobre el estado del recurso. En este contexto, los factores sobre los cuales se debe actuar corresponden a los de mayor actividad; haciendo necesaria la incorporación de acciones que actúen sobre estos factores al momento de definir medidas de ordenamiento para la pesquería de algas pardas.

4.3. Identificación, selección y diseño de indicadores y punto de referencia

A nivel internacional, existen escasos reportes de experiencias de ordenamiento de pesquerías de recursos algales (Sinner *et al*, 2000; Sharp, 2001). Esto ha significado, que en el presente proyecto se haya debido desarrollar completamente los elementos básicos para definir los indicadores y puntos de referencia más apropiados, de tal modo que éstos sean científicamente válidos, viables y eficaces (en términos de costo/beneficio) y fáciles de entender.

La definición de puntos de referencia debe considerar las implicancias sociales en relación con la dinámica de la pesquería, incorporando la dinámica de salida y entrada de sus usuarios. Las características de los agentes en cada nivel del sistema y su interacción con los diversos factores, condicionan la dinámica del sistema productivo de algas pardas. En el último tiempo, se ha observado un sostenido incremento de la extracción activa de algas, lo cual se explica fundamentalmente por: mejoramiento del precio en playa de las algas, una baja observada en los desembarques de pesquerías de invertebrados bentónicos y un bajo nivel de desplazamiento de las agrupaciones de alqueros (territorialidad).

A partir de la información recabada durante el desarrollo del proyecto y el análisis de los casos de estudio, se concentró el trabajo en la estimación de la productividad, producción, tasa de renovación y tasa de uso del recurso, de tal forma de poder construir los indicadores y puntos de referencia necesarios.



De esta forma, se construyó una aproximación de la situación o estado actual del sistema, conforme a las observaciones realizadas en diez sectores de estudio: caleta Caramucho, Constitución, Cifuncho, Los Pozos, caleta Angosta, punta Lobos, Limarí, La Cebada, Ñagué y Cascabeles.

En cada caso de estudio se analizó la situación de cada factor, el cual fue comparado con su nivel óptimo, determinando el déficit sistémico de cada uno de ellos. Conforme a este análisis, se pueden diferenciar tres grupos. El primero, conformado por Los Pozos, Caramucho y Cifuncho, corresponde a sectores con un alto grado de intervención, presentando cada uno de los factores niveles muy por debajo de los óptimos. El segundo grupo, corresponde a caleta Angosta, Limarí, La Cebada y Constitución, las cuales presentan un nivel intermedio de intervención, lo que se refleja en la situación de cada uno de los factores. El tercer grupo, está formado por punta Lobos, Ñagué y Cascabeles, que corresponden a sectores que presentan una buena situación en términos globales, dada la situación particular de cada factor.

A continuación se analiza con mayor detalle cada grupo por separado, en relación a los tres tipos de indicadores (PRS):

El primer grupo de sectores; Cifuncho, Caramucho y Los Pozos presentan un bajo estado o **situación**, el cual es más agudo para el sector Los Pozos. En ambos sectores, los factores se encuentran bajo el estrato del 50% (tercer estrato); a excepción del factor Agentes Eventuales en Cifuncho, el cual se encuentra en un buen nivel (cuarto estrato), dada las características geográficas de este sector.

Las condiciones que han generado la **presión** para que en estos sectores la remoción de algas sea alta, ha estado dada por las expectativas de ingreso, el incremento en el número de usuarios (disipación de la renta) y las condiciones de



accesibilidad. Esta interacción entre factores, ha llevado a que la **respuesta** sea una remoción cada vez mayor, ampliando el radio de acción y actuando a una velocidad mayor a la tasa de recuperación de la población de algas. En el caso de Caramucho, su **situación** se explica por el efecto del Fenómeno del Niño, la cual es equivalente a la remoción de algas en gran magnitud.

La **situación** de los diversos factores en Cta. La Cebada, Constitución, Limarí y Caleta Angosta, se encuentra en un nivel intermedio, concentrándose la mayoría en el segundo estrato (50–75%). Los sectores de Constitución, La Cebada y Limarí, presentan una mejor condición que Caleta Angosta, lo cual se explica fundamentalmente por la accesibilidad y la existencia de agentes eventuales (algueros facultativos y esporádicos), lo cual incide fuertemente en la magnitud de la remoción de alga que se realiza.

Las diferentes **situaciones** de estos sectores dan cuenta de un proceso que responde a **presiones** que impulsan a estos sistemas hacia estratos inferiores, presentando patrones similares.

La consistencia de las diferentes **situaciones** observadas, dan cuenta de tendencias y procesos similares que están ocurriendo en los diversos sectores, que sólo pueden ser alterados a través de **respuestas** apropiadas.

En los sectores de Pta. Lobos, Ñague y Cascabeles, la **situación** de los factores es cercana a la óptima. La gran mayoría de los factores, se encuentran en el primer estrato (75 – 100%), reflejando una buena condición sistémica.

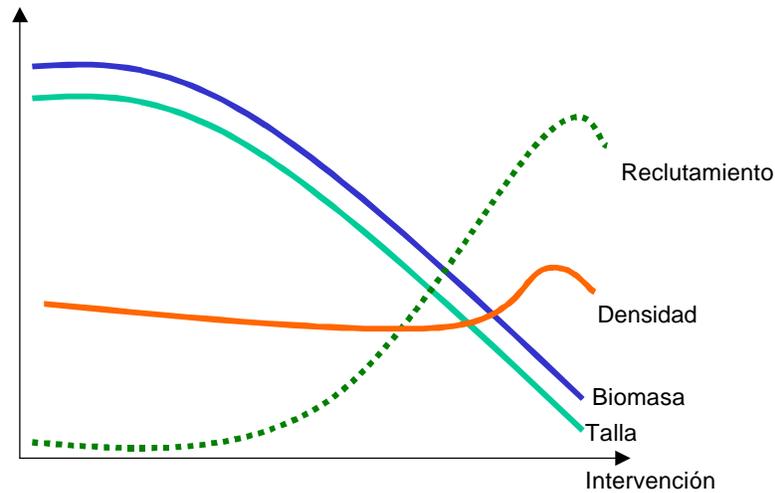
La buena **situación** de estos factores está dada fundamentalmente por la presión ejercida por la accesibilidad, al igual que en los otros sectores analizados anteriormente. Sin embargo, en estos sectores la **presión** que ejerce la accesibilidad, es en sentido contrario a los casos anteriores, conteniendo el desplazamiento hacia estratos inferiores.



Esta condición se explica, porque existen restricciones de accesibilidad, ya sea por que los sectores son aledaños a Areas de Manejo y/o están ubicados en terrenos privados, con acceso restringido. Lo anterior, corresponde a la **respuesta** que se dio en estos sectores, ante la eventualidad de que existiese una remoción incontrolada de alga, que provino de las organizaciones beneficiarias de las Areas de Manejo y de los propietarios de los terrenos.

A continuación, se desarrollan conceptualmente los principales procesos y tendencias que se presentan en el sistema de algas pardas, basado en un enfoque sistémico (DenKmodell Design, 1997) y en un marco Presión – Situación – Respuesta (PSR) (FAO, 2000).

Al analizar como responde el sistema ante diversos grados de intervención, entendida como el nivel de remoción, tenemos que en términos del estado del recurso, a medida que el sistema es más intervenido, la biomasa de algas pardas disminuye hasta llegar a niveles que hacen difícil o muy lenta su recuperación. Dado que el reclutamiento aumenta en forma proporcional a la disminución de la biomasa, producto de la mayor disponibilidad de sustrato. Esta situación lleva a que la talla media de la población disminuya, manteniendo niveles de densidad similares a los iniciales. Al descender, bajo los niveles umbrales de biomasa parental, el reclutamiento comienza a disminuir afectando fuertemente las posibilidades de recuperación de la pradera. La interrelación de estas variables se grafican a continuación.

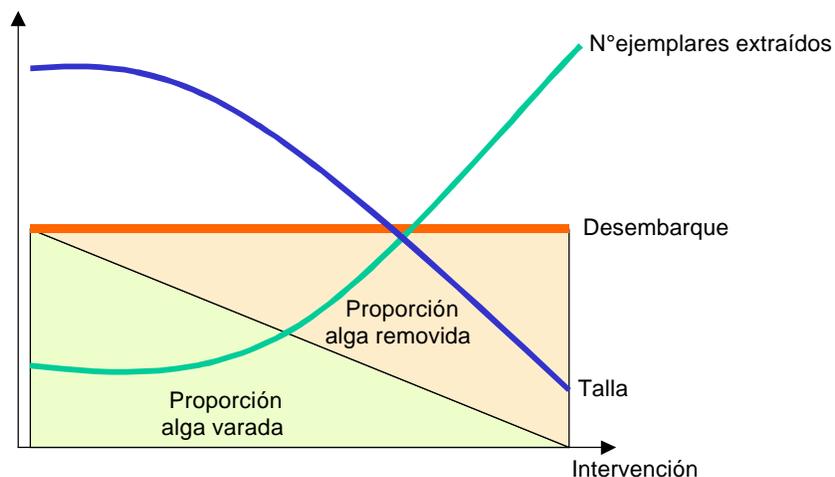


Esta situación límite, no se presenta en los diversos casos de estudio; sin embargo, eventos como el de El Niño (ENSO) ocurrido los años 1982-1983 (Camus, 1994), avalan los supuestos de existencia de niveles umbrales de biomasa parental que condicionan la recuperación de las poblaciones de algas pardas. Esta situación del recurso algal, es reportada por Vázquez & Santelices (1990), quienes indican que niveles altos de remoción pueden generar áreas desérticas que tardan mucho tiempo en volver a repoblarse. La relación de la biomasa parental con el nivel de reclutamiento fue reportada por Bustamante y Castilla (1989), quienes señalaron la dependencia de estas variables para *L. nigrescens*.

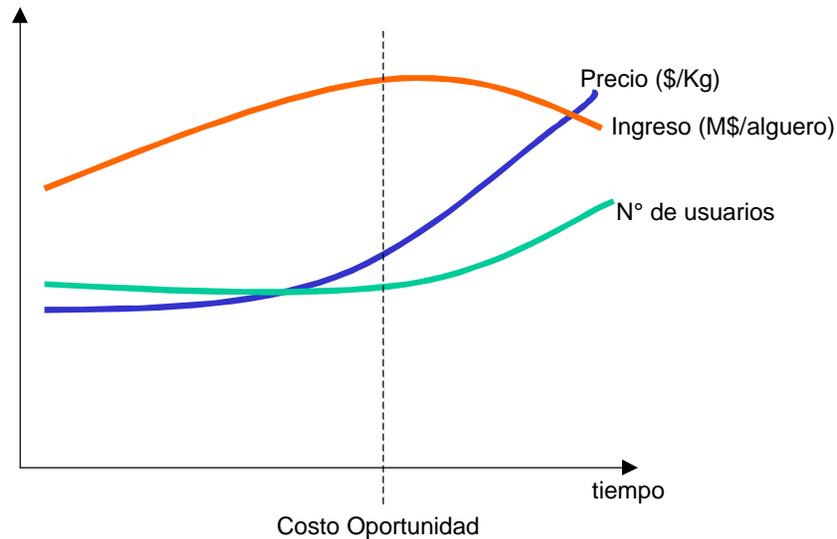
En el esquema anterior, se analizaron las interacciones en términos poblacionales. Al realizar este mismo análisis en relación con la captura, tenemos que el desembarque no está afectado en su magnitud, dado que cuando el alga varada disminuye, la diferencia es cubierta por alga removida. En este contexto, se observa que el aumento en la intervención en el sistema de algas pardas, no se refleja en los niveles de desembarque. Sin embargo, la estructuración del desembarque es fuertemente afectada, observándose un incremento en el número de ejemplares extraídos y una



disminución en la talla media. La interrelación entre estas variables se muestra en el siguiente gráfico.

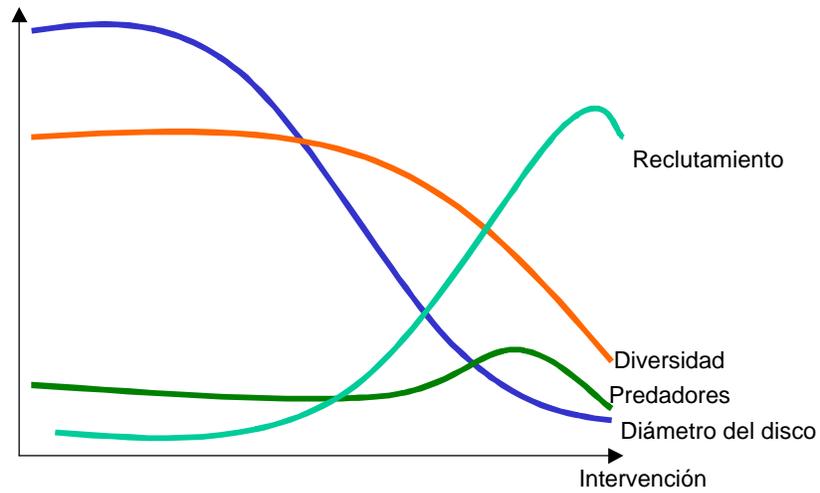


Desde el punto de vista económico, el incremento en el precio de playa, experimentado durante los últimos años, unido al descenso de los desembarques de recursos bentónicos de interés comercial, llevó a que la brecha entre el ingreso posible de obtener por concepto de la extracción de algas y el costo de oportunidad de los buzos mariscadores fuese más estrecho, favoreciendo el ingreso de estos agentes de manera facultativa. Este ingreso permanece hasta que las condiciones de los otros recursos se tornan nuevamente atractivas, en términos económicos. Esta condición, produjo que el recurso fuera afectado, debido a la mayor proporción de alga removida. Dado que la pesquería de algas pardas, muestra un comportamiento de tipo secuencial, desde el punto de vista del tipo de arte ocupado, se genera un círculo reforzante que incide en un sostenido aumento de la actividad de remoción de algas, tanto por agentes permanentes, como por agentes eventuales (facultativos y esporádicos). Este proceso descrito, presenta una ocurrencia cíclica, con un fuerte incremento en el número de usuarios durante los meses de verano. La interacción de estas variables en el sistema de algas pardas, se muestra en la siguiente gráfica:



Cabe destacar que el sistema es muy sensible a incrementos en los precios de playa pagados por el alga, dado que acerca los ingresos potenciales al costo de oportunidad de los agentes eventuales, principalmente alquileres facultativos.

En términos ecológicos, se puede observar que a mayor grado de intervención del sistema de algas pardas, el diámetro del disco disminuye fuertemente, afectando la diversidad del sistema, dado que la remoción provoca cambios en los patrones de ocupación espacial, producto del aumento del número de herbívoros (Vázquez & Santelices, 1990), afectando el hábitat de las especies que reclutan en este ecosistema. La importancia del disco adhesivo de las algas pardas, como constitutivas de hábitats para organismos invertebrados, han sido descritas por Cancino & Santelices (1984), quienes describieron un alto número de especies asociados a ellos. La interacción observada entre estas variables, se muestra en el siguiente gráfico:



En este sistema, la componente estacional tiene gran impacto en alguno de los procesos que se observan. El ingreso de nuevos agentes, está fuertemente influenciado por este componente, donde en época de verano se observa un incremento significativo, debido a la incorporación de alqueros facultativos y esporádicos. Los primeros, ingresan dado que el costo oportunidad es mayor en la pesquería de algas que en el resto de recursos bentónicos. Por otro lado, los alqueros esporádicos ingresan a la actividad, aprovechando el período de vacaciones. En estos meses, se observan los mayores precios y, dada las condiciones ambientales, el tiempo de secado es menor, condiciones que llevan a que las plantas de proceso se abastescan de gran cantidad de materia prima.

La identificación de indicadores relevantes ha sido enfocada desde una visión sistémica, a fin de realizar el análisis técnico de los mismos a partir de casos de estudios que representen la situación de la pesquería y la población, cuyas características sean útiles para el ordenamiento global de la actividad. Los indicadores y los respectivos puntos de referencia definidos a partir del análisis del sistema de algas pardas, se muestran en el siguiente cuadro:



INDICADORES Y PUNTOS DE REFERENCIA

Objetivos/criterios	Indicadores/Variables Asociadas	Puntos de Referencia Conceptuales
Producción sustentable Criterio: Biológico – pesquero	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diámetro del disco ▪ L₅₀ poblacional (de una población no intervenida) ▪ Composición del desembarque 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ PRO: diám > 20 cm PRL : diám > 13 cm ▪ PRL : L₅₀ extracción ≥ L₅₀ poblacional ▪ PRL : alga removida ≤ X% del desembarque total
Maximizar Rendimiento económico Criterio: Económico	<ul style="list-style-type: none"> ▪ N° de usuarios ▪ Ingresos (M\$/mes) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ PRL : N° usuarios ≤ N° algueros permanentes ▪ PRO : N° usuarios necesarios para hacer uso eficiente de toda el alga varada ▪ PRO :Ingresos ≥ expectativas (proveniente sólo de venta de alga varada) ▪ PRL : Ingresos < expectativas
Mejorar condiciones sociales de los agentes recolectores Criterio: Social	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nivel organizacional 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ PRO : Organizado ▪ PRL : No organizado
Mantener la diversidad Criterio: ecológico	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diámetro del disco 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ PRO : diám > 20 cm

Cada uno de estos indicadores y puntos de referencia, fueron analizados para su posterior selección, de acuerdo a su aplicabilidad y utilidad para monitorear el desempeño de la pesquería. Para este propósito, cada indicador fue interpretado y analizado, en función de los PR definidos.



4.3.1 Interpretación de los indicadores

a) Diámetro del disco

Bajo del punto de referencia límite (PRL): si el indicador llega a valores por debajo del PRL, definido por un diámetro de 13 cm, que corresponde a la talla de primera madurez esporofítica, significa que está gravemente afectada la sustentabilidad del recurso por sobreexplotación por reclutamiento y la diversidad de especies; resultando necesaria la adopción de medidas correctivas de ordenación.

Cerca del punto de referencia límite: si el indicador está cerca del PRL, significa que la remoción está siendo direccionada sin distinción de tallas, resultando necesario adoptar medidas de ordenación preventivas para asegurar que no haya probabilidades de superar el límite y permitir la mejora de la situación.

En el punto de referencia objetivo o encima de él: si el indicador está en el PRO o encima de él, que corresponde a un diámetro mínimo de 20 cm, asociado a plantas que se han reproducido al menos dos veces y tienen buen rendimiento productivo (peso húmedo/peso seco); significa que la pesquería está funcionando eficazmente, tanto en términos de sustentabilidad como de diversidad.

b) L_{50%} poblacional

Bajo del punto de referencia límite: si el indicador llega a valores por debajo del PRL, correspondiente al L₅₀ de una población que no ha sido intervenida, significa que no hay selectividad y se está extrayendo ejemplares sin distinción de talla; resultando necesaria la adopción de medidas correctivas de ordenación. Este indicador puede ser visto en el desembarque, sin importar la composición del mismo (varado/removido).



Cerca del punto de referencia límite: si el indicador está cerca del PRL, significa que se requiere adoptar medidas de ordenación preventivas para asegurar que no continúe la extracción de individuos de tallas inferiores y permitir la mejora de la situación. La cercanía al PRL, da cuenta de una sobreexplotación por crecimiento, con una disminución de la talla poblacional.

c) Composición del desembarque

Por encima del punto de referencia límite: si el indicador llega a valores superiores al PRL, correspondiente a una proporción de alga removida en el desembarque total, significa que los niveles de remoción ponen en riesgo la sustentabilidad del recurso, debido a la disminución de la biomasa parental, lo cual tendería a una fuerte caída, dada la mayor presión por remover, debido a la consecuente disminución del alga varada; resultando necesaria la adopción de medidas correctivas de ordenación.

Cerca del punto de referencia límite: si el indicador está cerca del PRL, significa que los niveles de remoción están llegando a niveles críticos para la sustentabilidad del recurso, resultando necesaria la adopción de medidas de ordenación preventivas para asegurar que no continúe la remoción y existan probabilidades de superar el límite y permitir la mejora de la situación.

d) Número de usuarios

Por encima del punto de referencia Límite: si el indicador está en valores por encima del PRL, definido como el número actual de alqueros permanentes; es decir, existe ingreso de alqueros eventuales (facultativos y/o esporádicos), implicando la disipación de la renta; resultando necesaria la adopción de medidas correctivas de ordenación que generen barreras de ingreso a este tipo de agentes.



Cerca del punto de referencia Límite: si el indicador está cerca del PRL, significa que la adopción de medidas de ordenación implementadas están dando resultados apropiados; sin embargo, se requiere reforzar las medidas tendientes a restringir el ingreso de nuevos agentes, para aumentar las probabilidades de alcanzar el PRO.

En el punto de referencia objetivo o bajo de él: si el indicador está en el PRO, significa que el número de algueros permanentes permite la obtención de un buen rendimiento económico; reflejando un funcionamiento eficaz de la pesquería. Si está bajo el PRO significa que está ocurriendo un uso ineficiente del alga varada.

e) Ingresos

Bajo del punto de referencia límite: si el indicador llega a valores por debajo del PRL, el cual corresponde a ingresos menores a las expectativas, producto sólo de la venta de alga varada; significa que existe un fuerte aumento de la presión por remover alga, dado que el alga varada no cubre las expectativas de ingreso. Está condición hace necesaria la adopción de medidas correctivas de ordenación.

Cerca del punto de referencia límite: si el indicador está cerca del PRL, significa que el alga varada no cubre completamente las expectativas de ingreso y existe una presión por remover alga que puede ir creciendo, de no adoptarse medidas de ordenación preventivas para asegurar que no haya probabilidades de superar el límite y permitir la mejora de la situación.

En el punto de referencia objetivo o encima de él: si el indicador está en el PRO o encima de él, que corresponde a ingresos por alga varada iguales o mayores a las expectativas; significa que la pesquería está funcionando eficazmente en términos económicos; no existiendo presión por a remover alga.



f) Nivel Organizacional

En el punto de referencia límite: si el indicador está en el PRL, definido por una condición de no organizado, sea ésta de carácter formal o informal; resulta necesario la adopción de medidas de ordenación que incentiven la organización de los algueros.

En el punto de referencia objetivo: si el indicador está en el PRO, que corresponde a la condición de organizado; significa que el tipo de organización de los algueros permanentes es el apropiado para el funcionamiento de la pesquería, conforme a las medidas de ordenamiento asociadas a este concepto.

Cada una de las posibles situaciones en que puede ser encontrado un indicador en relación a los PRO ó PRL, hace necesaria la implementación de seguimientos de los indicadores, cuya frecuencia y escala variará conforme al tipo de indicador y la situación del mismo

La identificación de los indicadores, ha sido enfocada desde una visión sistémica, incluyendo un análisis técnico de los mismos a partir de los casos de estudios. En este contexto, es importante que los indicadores representen la situación de la pesquería y la población, de tal forma que sean útiles para el ordenamiento global de la actividad.

Los indicadores y sus respectivos puntos de referencia, definidos previamente, son analizados en función de la información disponible, para la principal especie de algas pardas (*L. nigrescens*).



g) Diámetro del disco

Desde el punto de vista biológico-pesquero se tiene que en cuanto a este indicador, la talla crítica presenta variaciones dependiendo del sector evaluado, el cual se expresa en un rango del diámetro del disco que va desde los 22 a los 26 cm. En este contexto, la talla de primera madurez esporofítica, también presenta variaciones. Este indicador presenta contradicciones si se analiza desde el punto de vista ecológico o biológico pesquero. Mientras en el primero un diámetro mayor a 20 cm corresponde al PRL (para mantener la diversidad biológica), desde el punto de vista biológico pesquero este diámetro representa el PRO, correspondiendo el PRL a un diámetro de 13 cm, que es la talla de primera madurez esporofítica.

h) $L_{50\%}$ poblacional

Este indicador constituye uno de los de mayor utilidad para esta pesquería, dada las particularidades de la misma. En este contexto, el PRL definido inicialmente, en términos de que el $L_{50\%}$ de la extracción fuera mayor o igual al $L_{50\%}$ poblacional, presenta un cambio radical, ya que debe ser expresado como PRO de la siguiente forma:

$$L_{50\%} \text{ extracción} \cong L_{50\%} \text{ poblacional}$$

La anterior relación se explica, porque lo que se sugiere es mantener la estructura poblacional. De este modo, la remoción antrópica debe “imitar” la remoción natural del recurso.



i) Composición del desembarque

Considerando los resultados obtenidos a partir de la información de literatura y validada en los estudios de caso, se ha llegado a determinar que la productividad de una pradera de algas es del orden del 70% anual. Considerando estos antecedentes, más que definir un porcentaje “aceptable” de remoción, como se sugirió inicialmente, el PRL se debe expresar de la siguiente forma:

Alga removida + Alga varada $\leq 70\%$ de la productividad de la pradera

Al resultar la productividad estimada de una pradera un 70%, se obtiene que una remoción global sugerida cercana a un 50%. Lo anterior, bajo el supuesto que de todas maneras existiría una fracción de remoción natural (mortalidad natural) que no podrá ser aprovechada.

j) Número de usuarios

Aunque uno de los objetivos de ordenamiento debiera estar dirigido a evitar el ingreso de agentes eventuales, este propósito por sí solo no constituye un PR, dado que no existe posibilidad de restringir el ingreso de nuevos agentes permanentes (cierre de registros), a menos que se entienda que ésta es una pesquería atípica, de alta fragilidad, donde existe un aprovechamiento apropiado del alga disponible y los niveles de remoción han alcanzado niveles altos a escala local. Se debe considerar que la LGPA, establece que el cierre de registro está condicionado al estado del recurso y no al estado de la actividad. En este escenario, el objetivo de maximizar el rendimiento económico, necesariamente debe estar relacionado a la productividad, la valorización de la fracción utilizable, el número de usuarios y las expectativas de ingreso. En este contexto, el indicador más apropiado es el ingreso, el cual se analiza en el siguiente punto;



prescindiendo de esta forma del N° de usuarios para evaluar esta pesquería, dado que constituye una variable y no un indicador por sí solo.

k) Ingresos

Considerando que la motivación que lleva al alguero a pasar de la recolección a la remoción, está gatillada por un factor económico, este elemento constituye un aspecto de utilidad para evaluar el desempeño de la actividad. En este contexto, el PRO y PRL queda expresado de la siguiente forma:

PRO: valorización del desembarque/N° usuarios \geq expectativas de ingreso

Sí y sólo si la composición del desembarque sea consistente con el PRL asociado a ese indicador.

PRL: valorización del desembarque/N° usuarios $<$ expectativas de ingreso

Donde el desembarque esté en el límite asociado al PRL definido para ese indicador.

l) Nivel organizacional

Considerando la importancia de la organización entre los algueros, ya sea para dar una mayor viabilidad a las medidas de administración que se dispongan; como para acceder a diversos instrumentos del Estado, los que bien utilizados pueden mejorar significativamente sus condiciones socio económicas. En este contexto, el nivel de organización y el PRO asociado, que corresponde a un alguero organizado, a través de cualquier figura jurídica, constituye un indicador fácil de monitorear. Indicadores y puntos de referencia asociados a la calidad de la organización, son más complejos de monitorear y de alto costo, aunque existen las metodologías para hacerlo (IFOP, 2001).



Luego de este análisis, los Indicadores y PRs asociados, para cada objetivo, quedan expresados de la siguiente forma:

INDICADORES Y PUNTOS DE REFERENCIA PROPUESTOS PARA CADA OBJETIVO

Objetivos/criterios	Indicadores/Variables Asociadas	Puntos de Referencia Conceptuales
Producción sustentable <u>Criterio:</u> Biológico – pesquero	<ul style="list-style-type: none"> ▪ L₅₀ poblacional (de una población no intervenida) ▪ Composición del desembarque ♦ Diámetro del disco 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ PRO: L₅₀ extracción \equiv L₅₀ poblacional ▪ PRL: (alga varada +alga removida) \leq 70% de la productividad ▪ PRO: diámetro \geq 20 cm ▪ PRL : diámetro \leq 13 cm
Maximizar Rendimiento económico <u>Criterio:</u> Económico	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ingresos (M\$/mes) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ PRO: valoriz. Desemb/Nº us. \geq expectativas de ingreso ▪ PRL: valoriz. Desemb/Nº us. $<$ expectativas de ingreso
Mejorar condiciones sociales de los agentes recolectores <u>Criterio:</u> Social	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nivel organizacional 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ PRO: Organizado ▪ PRL: No organizado
Mantener la diversidad <u>Criterio:</u> ecológico	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diámetro del disco 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ PRL: diám $>$ 20 cm



4.4. Validación de indicadores biológico pesqueros, económicos y sociales en los casos de estudio.

La validación de los indicadores derivados del análisis de la pesquería de algas pardas, da cuenta de 11 sectores representativos de las diversas condiciones del estado actual de la actividad productiva de algas pardas (**Figura7**).

El estudio de casos de los sectores consideró las características diferenciales relacionadas con los niveles poblacionales y de producción, número de usuarios, nivel organizacional, arte de producción (recolección de alga varada o remoción), y en general, los que satisfacen los requerimientos básicos de la identificación de indicadores de la actividad. Esta etapa consideró además, la caracterización de los componentes que condicionan la actividad productiva de algas pardas entre la I a IV Regiones.

4.4.1. Diagnósis espacial de los componentes asociados a la actividad productiva de algas pardas entre la I y IV Regiones.

Las principales variables y/o factores espaciales asociadas a la actividad extractiva de algas pardas en el litoral entre la I a IV Regiones, han sido definidas, interpretadas y asociadas espacialmente, a través de atributos vectoriales cuali-cuantitativos, a escala regional (**Figuras 8 a 11**).

La cobertura de *L. nigrescens* en el intermareal de la I Región (Figura 8), presenta un gradiente de intensidad que aumenta de norte a sur. Esta especie, en el sector comprendido entre Arica a Iquique, presenta una baja cobertura, sólo observándose individuos aislados, en especial en los alrededores de las caletas Victor, Camarones y Pisagua. En el resto de la costa, sólo se observan individuos ocasionalmente, no existiendo varazones. En este tramo la línea costera es



escarpada con arrecifes que presentan frecuentes derrumbes, lo cual limita el acceso.

La formación de cinturones de *L. nigrescens* comienza al sur de Iquique, entre Caramucho y Patache. A partir de este último sector hacia el sur, los cinturones de *L. nigrescens* alcanzan una mayor cobertura, interrumpiéndose sólo en las costas con playas de arena.

Las praderas de macroalgas submareales se restringen al sector sur de la Región, coincidente con la presencia de varaderos, una mayor actividad extractiva, y una mayor accesibilidad a la zona costera, comparación a la zona centro – norte de la Región.

En esta Región, se pudo establecer sectores donde eventualmente se efectúa recolección, evidenciado por la presencia del recurso apilado en pequeños atados, pero sin presencia de alqueros. Esta situación, aunque poco significativa, se repitió en diferentes playas y caletas ubicadas en el sector sur de la Región: Los Verdes, Seremeño, Caramucho, San Marcos y Chipana. En la I Región, habrían alrededor de 20 personas que se dedican a recolectar alga.

Es importante señalar que la actividad en la zona ha bajado significativamente, debido a la ocurrencia del evento de El Niño, el cual ha afectado la biomasa del recurso (principalmente *L. nigrescens*); y a la contaminación del río Loa por los relaves de empresas mineras, lo que implicó la suspensión inmediata de la compra del alga.

En la II Región *L. nigrescens*, presenta una mayor cobertura en relación a la I Región, con cinturones continuos, interrumpido por playas de arena y bahías protegidas (**Figura 9**). Desde el sector de Antofagasta al sur, los cinturones se



presentan con una mayor abundancia, conformando cinturones discontinuos a partir de Punta Coloso, los que se van consolidando hacia el sector de Cifuncho. Sin embargo, también se registran sectores rocosos discretos, con una marcada disminución de la cobertura de algas, destacándose los sectores de: El Cobre, caleta Colorada y Paposo. En esta Región, se observa una mayor frecuencia de zonas de varaderos en los sectores comprendidos entre caleta El Cobre y Taltal. En este tramo la accesibilidad está condicionada a caminos costeros que bordean acantilados y quebradas, lo cual restringe la actividad extractiva. La presencia de praderas submareales se circunscribe a sectores muy específicos del litoral.

Desde el río Loa al sur, existen varaderos importantes, asociados a un mayor número de personas dedicadas a la recolección. En el sector comprendido entre punta Chilena y caleta Lautaro, se observó el apilamiento de atados de *L. nigrescens* y *L. trabeculata*. Más al sur, destaca el sector de caleta Punta Arenas, donde se realiza recolección y remoción de alga utilizando barretas. Otro sector importante para la recolección es Piedras Negras, mientras que desde este sector hasta Tocopilla, la actividad disminuye.

Desde Tocopilla al sur, la actividad presenta características similares, pero sin varaderos definidos, situación que continua hasta Cobija. Posteriormente, la actividad se reanuda en el sector de caleta Constitución (isla Santa María), tornándose más importante y significativa, existiendo algueros con dedicación exclusiva y permanente a la recolección y/o remoción del alga (remoción).

En el sector de caleta el Cobre hasta Cifuncho, existe una importante actividad de algueros, producción que se destina a plantas de Antofagasta y Taltal. En este sector hay alrededor de 60 recolectores, donde más de dos tercios no están inscritos, y que en su mayoría corresponden a ex-mineros y recolectores de orilla. Los principales sectores de extracción se distribuyen entre Paposo y caleta



Colorada, coincidiendo con importantes varaderos (Chuminga, punta del Viento, punta Plata, Rancho Monte, y Loreto). En este sector, en general, no se presentan problemas en el uso de los varaderos, los cuales son compartidos, sólo marcando “derechos” sobre los sectores de tendido.

El último sector productivo de la II Región corresponde a caleta Cifuncho, donde los extractores indican que existe una importante actividad de barroteo. Debido a la topografía de la costa, los sectores de trabajo son sólo accesibles desde botes, extendiéndose hacia el sector sur (La Ballena – Esmeralda).

El sector centro – norte de la III Región (**Figura 10**), se caracteriza por presentar una baja abundancia de *L. nigrescens*, en especial el tramo comprendido entre Chañaral y Caldera. Hacia al sur, se registran sectores de mayor cobertura de esta especie, las que alcanzan sus mayores niveles en los sectores de Barranquilla y Totoral Bajo. Sin embargo, la cobertura algal se ve interrumpida por la presencia de grandes sectores de playas de arena, donde se presentan praderas submareales, alejadas de la costa. En el sector sur de la Región (Provincia de Huasco), se concentra la mayor abundancia de *L. nigrescens* y presencia de praderas submareales de algas pardas. Esta situación, explica la mayor presencia de actividad extractiva en esta zona, la cual se ve favorecida por un buen acceso, dada la topografía costera, consistente de caminos secundarios de buena calidad, lo cual facilita las actividades de recolección.

La actividad extractiva en esta Región comienza desde el sector sur del puerto de Chañaral. Entre caleta Zenteno y Caldera, se distribuyen aproximadamente 24 extractores, en su mayoría informales, los cuales abastecen de alga seca a tres plantas de picado primario ubicadas en el sector.



La actividad extractiva reaparece al sur de Caldera, incluyendo un gran sector: caleta Barranquilla, bahía Salado, caleta Maldonado, caleta Pajonales y Totoral Bajo. Estos sectores se caracterizan por su lejanía de la Ruta 5. Aquí se presenta un alto número de recolectores distribuidos a lo largo del litoral (150 aprox.), los cuales en su mayoría están con sus familias en época de verano. Se observó una fuerte actividad de extracción directa de huiro negro, con usos de barretas, embarcaciones y sistemas de mallas (chinguillos), situación generalizada entre los miembros de los sindicatos del sector de Barranquilla. Los efectos del barroteo son observables en amplios sectores de la costa, evidenciándose poblaciones compuestas principalmente de algas juveniles.

En la III Región, el sector de mayor producción se concentra en la provincia del Huasco. Entre Carrizal – Huasco, se concentra el mayor número de extractores de la Región (71%), donde existe un alto número de varaderos (sobre 40), cuyo uso es distinto de acuerdo a cada localidad; reconociéndose sectores donde sólo se extrae alga varada, los cuales corresponden a sectores destinados para Areas de Manejo; (punta Lobos–caleta Angosta), sectores donde se presentan derechos de uso históricos (caleta Angosta–Hualtata), y sectores donde el sistema funciona bajo libre acceso, observándose alta concentración de extractores esporádicos y buzos de caleta Carrizal Bajo, donde es frecuente la práctica de barroteo.

Desde Huasco a Chañaral de Aceituno, la actividad se concentra principalmente en el sector de Los Bronces (45 extractores), en su mayoría pertenecientes a un sindicato de algueros, los cuales han gestionado un Area de Manejo para algas pardas. En este sector la extracción de alga estaría concentrada en la recolección de alga varada, dada la buena “calidad” de los varaderos del sector.

El litoral de la IV Región (**Figura 11**), se caracteriza por la presencia continua de cinturones de *L. nigrescens*, que en algunos sectores es altamente abundante,



siendo sólo interrumpido por la presencia de sectores de playa. Entre puerto Aldea y Pichidangui, se observó la mayor cobertura de *L. nigrescens*, destacándose tanto la continuidad de los cinturones, así como su extensión en el intermareal, sólo presentando discontinuidades en las zonas de playas de arena (Agua Buena, Conchalí y Pichidangui). La mayor cobertura de alga en la zona centro – sur de la Región, coincide con la mayor actividad extractiva, la cual se realiza en sectores cercanos a las caletas. La presencia de acantilados y quebradas, condiciona fuertemente la actividad extractiva, observándose varaderos no utilizados dado su difícil acceso, en especial desde caleta Totoral hasta Huentelauquén, siendo posible el acceso sólo donde hay quebradas. A partir de Huentelauquén al sur, se atenúa la topografía costera, con un mayor número de accesos, a través de senderos, sin embargo, debido que la costa se encuentra distante de los caminos principales, existen dificultades asociadas al traslado del recurso alga hacia las plantas de proceso. A lo anterior, se suman las restricciones de acceso a los sectores costeros colindantes con terrenos particulares.

En la IV Región la actividad productiva está concentrada en las Provincias del Choapa (Los Vilos) y Limarí (La Cebada) y en menor grado en el sector de punta de Vaca - San Lorenzo (Provincia de Elqui). La actividad se concentra en el sector Los Vilos – Puerto Manso, estimándose un total de 250 extractores. Este sector corresponde a un extenso litoral con un alto número de varaderos (sobre 60). En general, no existen derechos de uso sobre los varaderos, lo cual genera frecuentes conflictos entre los extractores. En este sector se registra una intensa actividad de barroteo, efectuada principalmente por agentes esporádicos provenientes del sector rural campesino, de la provincia del Choapa. Al sur de Los Vilos, en caleta Cascabeles, el Sindicato se encuentra tramitando la solicitud de un Área de Manejo para el recurso alga, cuyos socios impiden las actividades de barroteo sobre el sector. Otro sector importante, es el comprendido entre río Limari–La Cebada, donde los extractores son de la categoría tradicional,



restringiéndose a la recolección de alga varada. Por último en el sector de Totoral – Talcuraca, se registraron 32 extractores, los cuales se dedican exclusivamente a la recolección.

En general, se observa una fuerte vinculación espacial de los factores que condicionan la pesquería de algas pardas; donde sectores de mayor abundancia del recurso algal, se relacionan con una mayor cantidad de varaderos, y por consiguiente con una mayor actividad extractiva, resultando un alto número de agentes y niveles de desembarque. A su vez, las plantas de proceso, se localizan en sectores estratégicos, considerando la distancia a los sectores de producción, y las condiciones climáticas que permiten el secado del alga. Este esquema se ve interrumpido, principalmente, por las características de accesibilidad a los sectores costeros, registrando en la III y IV Región, una alta abundancia del recurso en sectores de baja accesibilidad, presentando restricciones al ingreso.

4.4.2 Diagnóstico general de la actividad extractiva en los casos de estudio entre la I a IV Regiones.

- **I Región.**

En la I Región las localidades seleccionadas como sectores de estudio correspondieron a Pisagua y Caramucho, estos sectores se encuentran en la Provincia de Iquique. En la primera localidad no se registró actividad extractiva o de recolección de macroalgas, mientras que en Caramucho, el principal recurso recolectado fue *L. nigrescens*.



▪ **Pisagua**

La localidad de Pisagua (19°35' S) se sitúa a unos 180 km al norte de la ciudad de Iquique. Ubicada al costado sur de la bahía de Piragua, se caracteriza por la presencia de grandes acantilados y cordones montañosos, típicos del litoral costero de la I Región. En este sector, aunque se registró la presencia del recurso ***L. nigrescens***, no se observaron actividades asociadas a la recolección o extracción de algas. Según los antecedentes recopilados, esta situación estaría dada principalmente por la falta de poder comprador debido, a la lejanía de los centros procesadores del recurso y la baja rentabilidad obtenida por parte de los intermediarios.

▪ **Caramucho**

La localidad de Caramucho (20°38'S) se encuentra a situada a unos 50 km al sur de la ciudad de Iquique. La actividad de recolección de ***L. nigrescens*** se concentra principalmente hacia el sector sur de la caleta. Los agentes extractivos que realizan esta actividad, se componen de alqueros: 6 permanentes 4 facultativos y 2 esporádicos. Los alqueros no poseen una organización formal y la accesibilidad a las zonas de extracción no está sujeta a ninguna restricción de uso territorial, desarrollando su actividad en forma individual a lo largo de la costa.

En este sector, no se observan diferencias importantes en la actividad extractiva de algas a través del año, donde los indicadores productivos anuales, se resumen en el siguiente cuadro:



	Algueros permanentes	Algueros facultativos	Algueros esporádicos	Total Anual
Desembarque total (ton/mes)	12-15	2-4	1-2	216
Precio (M\$/ton)	40	40	40	40
Ingreso-Total (M\$/mes)	480-600	80-160	40-80	8,640
Nº de Algueros	6	4	2	12
Desembarque-Algueros (ton/mes)	2-2,5	0,5-1	0,5-1	44.0
Ingreso-Algueros (M\$/mes)	80-100	20-40	20-40	1800

La mayor producción la generan los algueros permanentes, con un ingreso individual que oscila entre los 80 y 100 pesos mensuales, mientras que los algueros facultativos y esporádicos obtienen ingresos entre los \$20 y \$40 mil pesos.

En este sector la remoción directa es ejercida principalmente por los algueros esporádicos, representando en el último año aproximadamente un 10% de la producción total del alga comercializada.

La producción algal, es transportada por 2 intermediarios a las plantas procesadoras localizadas en la ciudad de Antofagasta; Prodalmar y la Sociedad Seaweeds of Pacific. Se debe mencionar que el intermediario más importante de esta localidad, mantiene una planta picadora de algas, la que procesa más del 70 % de la producción algal siendo transportada luego, a las plantas de la II Región.

b) II Región

En la II Región se establecieron como sectores de estudio las localidades de caleta Constitución y caleta Cifuncho. Estos sectores presentan características particulares relacionadas con su nivel de desembarque, niveles de ingreso, acceso, tipo de agentes y su régimen operacional.



El principal recurso extraído, en estas localidades corresponde a ***L. nigrescens***. La actividad la realizan fundamentalmente grupos de algueros permanentes, los que están establecidos en asentamientos provisorios, cercanos a las zonas de extracción. No están organizados formalmente, ni cuentan con un ordenamiento interno para desarrollar la actividad. En ambas localidades, se presentan niveles diferenciales de remoción activa del recurso, por medio de barroteo.

- **Caleta Constitución (Santa María)**

Caleta Constitución (23° 25`S), se encuentra ubicada a unos 40 kilómetros al noroeste de la ciudad de Antofagasta. En esta localidad, la actividad de recolección y extracción de macroalgas pardas, se concentra principalmente en ***L. nigrescens*** (Huiro negro), desarrollándose en las zonas costeras de la Isla Santa María; y extendiéndose unos 4 km al norte de la caleta, hasta El Islote Las Guaneras. Este sector se caracteriza, por la presencia de acantilados y sectores de playa rocosa desde donde los algueros acceden al recurso. El acceso está condicionado por la disponibilidad de embarcaciones para cruzar a la Isla y de vehículos apropiados debido al estado irregular de los caminos.

El esfuerzo extractivo lo realizan 18 personas, que se distribuyen en asentamientos provisorios a lo largo de la costa, ubicadas frente al Área de Manejo El Largarto, que pertenece a la organización de pescadores artesanales de Caleta Constitución. Los agentes extractivos que realizan esta actividad, se componen de algueros facultativos, permanentes y algueros esporádicos. Estos últimos tienen como principal actividad la extracción de güano de la concesión minera Islote Las Guaneras.



Los algueros no poseen una organización formal y la accesibilidad a las zonas de extracción no está sujeta a ninguna restricción de uso territorial, desarrollando su actividad en forma individual a lo largo de la costa.

En este sector no se observan diferencias importantes en la actividad extractiva de algas a través del año. Los principales indicadores productivos anuales por tipo de agentes extractivos se resumen en el siguiente cuadro:

	Algueros facultativo	Algueros permanentes	Algueros esporádicos	Total Anual
	Indicadores anuales			
Desembarque (ton/mes)	1 – 2	30-40	3 – 4	470
Ingreso – Total (M\$/mes)	42-84	1500-2000	130-170	21150
	Indicadores mensuales			
Precio (M\$/ton)	42	50	42	45
Nº de Agentes	1	10	7	18
Desembarque/ Agente (ton/mes)	1-2	3-4	0,4-0,6	2
Ingreso-Agentes (M\$/mes)	42-84	150-200	17-25	98

La mayor producción la generan los algueros permanentes, representando una actividad alternativa para los algueros facultativos y esporádicos, lo cual se refleja en los menores niveles de ingreso de estos agentes.

La actividad de remoción directa, es ejercida principalmente por los algueros permanentes, representando en el año 2001, aproximadamente un 20 % de la producción total del alga comercializada. Esta situación estaría gatillada por la disminución paulatina de sus ingresos en los últimos años, debido a una baja en los niveles históricos de alga varada.

En este sector se cuantificó en terreno la incidencia de la actividad de remoción. En un día un alguero extrajo en forma selectiva 80 plantas con un peso medio de 15 kg, significando una extracción de 1.200 kg húmedo, que corresponden a 360



kg secos. Este volumen es equivalente a \$ 18.000. Para lograr este monto de ingreso debió intervenir 40 m² de costa, que en términos lineales equivalen a 4 metros. Los niveles de ingreso diarios que se pueden alcanzar son un incentivo atractivo para que otros agentes se incorporen a la actividad, dado que existen poblaciones que aún presentan bajos grados de intervención.

La producción algal, es transportada por los algueros permanentes a 2 plantas procesadoras localizadas en la ciudad de Antofagasta; Prodalmar y la Sociedad Seaweeds of Pacific, actuando además como intermediarios para el resto de los agentes extractivos, lo cual explica los menores precios alcanzados por el alga para los otros agentes.

- **Caleta Cifuncho**

Caleta Cifuncho (25° 38`S) se encuentra ubicada a unos 30 km al sur de la ciudad de Taltal. En esta localidad, la actividad extractiva se concentra en *L. nigrescens*, realizándose en la zona de Barquilla Alta, a unos 4 km al sur de la caleta.

El esfuerzo extractivo, lo realiza un grupo compuesto de 4 a 6 personas, que mantienen un asentamiento provisorio a 1 km al sur de la caleta. En este sitio se acopia y comercializa el recurso. El tipo de agente corresponde a algueros permanentes, los que no se encuentran organizados formalmente, y en su mayoría no están inscritos en los registros de Sernapesca y la Armada de Chile.

La zona de operación se encuentra actualmente sin restricción de uso. La falta de caminos y la presencia de acantilados y senderos de difícil acceso, condiciona que la actividad se debe realizar con apoyo de animales de carga.



Los niveles de producción e ingreso anual de este grupo de agentes productivos se resume en el siguiente cuadro:

	Primavera-Verano	Otoño-Invierno	Media anual
Desembarque total (ton/mes)	15-20	10-15	15
Precio (M\$/ton)	40	35	38
Ingreso-Total (M\$/mes)	600-800	350-525	569
Nº de Agentes	4-6	4-6	4-6
Desembarque / Agente (ton/mes).	3-4	2-3	3
Ingreso /-Agente (M\$/mes)	120-160	70-105	114

Este sector muestra una variación estacional en la producción e ingresos generados, con menores valores en los meses de invierno, situación que se explica principalmente por la menor presencia de los algueros durante esos meses.

En esta localidad la actividad de remoción, representó en el último año aproximadamente el 50 % de la producción anual. La remoción se acentúa durante los meses de verano, siendo altamente selectiva sobre las plantas de mayor tamaño. Esta estrategia de explotación, acordada por los algueros, sería producto de los bajos ingresos obtenidos en el último año, debido a una disminución de alga varada. Se debe mencionar, que esta situación se habría presentado en otras oportunidades, y la estrategia utilizada por este grupo de algueros, fue la remoción selectiva en distintos sectores, regresando a sus ciudades de origen por un periodo de entre 4 a 6 meses, a fin de permitir la recuperación del recurso, para luego iniciar nuevamente la actividad.

La producción es vendida a un intermediario de la Ciudad de Taltal, quien entrega a la planta procesadora Algas Mar de esa ciudad.



c) III Región

En la III Región los sectores para casos de estudios corresponden a las localidades de Los Pozos, Caleta Angosta y Punta Lobos. Estos sectores se encuentran ubicados en la provincia del Huasco y se caracterizan por presentar la mayor actividad extractiva en la Región, reflejada por sus niveles de desembarque, número de agentes extractores asociados a los diferentes regímenes operacionales.

En las tres localidades el principal recurso extraído corresponde a *L. nigrescens*, la actividad es realizada por algueros permanentes y esporádicos, quienes presentan distintos grados de organización, comercialización y de medidas de regulación del esfuerzo y estrategias de explotación del recurso.

Las tres localidades en estudio se encuentran relativamente cercanas a plantas de proceso y sectores poblados, lo cual influye tanto en el número, como en el tipo de agente.

En los párrafos siguientes se presenta una descripción detallada de la actividad productiva de cada localidad.

▪ Los Pozos

La localidad de Los Pozos (28° 10` S), se encuentra ubicada, a 35 km al norte de la ciudad de Huasco. Este sector se caracteriza por presentar sectores de playa rocosa, de baja pendiente y de caminos de acceso en buen estado. La actividad extractiva, se concentra principalmente en las especies de *L. nigrescens* y *L. trabeculata*.



El esfuerzo extractivo, es realizado por un grupo de 20 y 25 algueros permanentes quienes viven en asentamientos provisorios, ubicados frente a las zonas de trabajo. En temporada de verano, se incorporan un alto número de algueros esporádicos, que fluctúa entre las 20 y 40 personas. El régimen de operación extractiva en esta localidad es de libre acceso, no existiendo una organización formal de pescadores, ni regulación para desarrollar esta actividad. El alto nivel de intervención de este sector, en los últimos años, ha producido una baja considerable en los niveles de desembarque del recurso, que actualmente se ha traducido en que la mayor parte de la producción, se derive de la actividades de remoción activa, la cual alcanzaría a valores cercanos al 40%. Los algueros justifican la remoción bajo el punto de vista, que al no existir derechos de uso, ni regulaciones, se produce una carrera por remover primero el alga, antes que otros lo hagan, en especial los algueros esporádicos.

Los niveles de producción e ingreso por especies, obtenidos por los algueros permanentes, se resumen en el siguiente cuadro:

	L. nigrescens		L. trabeculata		Media anual
	Primavera-Verano	Otoño-Invierno	Primavera-Verano	Otoño-Invierno	
Desembarque total (ton/mes)	50-60	25-30	15-20	5-10	54
Precio (M\$/ton)	42	33	21	15	34
Ingreso-Total (M\$/mes)	2.100-2.520	825-990	315-420	75-150	1.861
Nº de Agentes	40-50	20-25	40-50	20-25	34
Desembarque-Agentes (ton/mes).	1,1-1,3	1,1-1,3	0,3-0,4	0,2-0,4	1,6
Ingreso-Agentes (M\$/mes)	46-55	36-43	6-9	3-6	55

En este sector, la estacionalidad incide fuertemente en los niveles de producción. Los mayores volúmenes se presentan en verano, debido a una mayor varazón, mayor grado de remoción directa de alga y a un menor tiempo requerido para el secado. Sin embargo, producto de la entrada de algueros esporádicos en verano,



la mayor presencia de alga no se refleja en los ingresos individuales, dado que se produce la disipación de la renta.

Los bajos niveles de varamiento de alga, ha llevado a elevar los niveles de remoción directa, lo que ha generado un drástico deterioro de las poblacionales de *L. nigrescens*. La remoción de plantas juveniles de peso medio inferior a 3 kg, es una práctica común de los algueros permanentes del sector. Esta actividad aunque genera bajos ingresos, permite la mantención de los algueros.

Gran parte de las algas recolectadas y/o extraídas son comercializadas a través de una sociedad comercializadora caleta Angosta. Esta sociedad entrega el alga, a la empresa Multiexport de la ciudad de Vallenar, ubicada 70 km de la caleta. El resto de la producción es entregada a intermediarios, quienes operan como habilitadores de los algueros.

- **Caleta Angosta**

Caleta Angosta (28°16`S) se encuentra situada a 28 kilómetros al norte de Huasco. En este sector, la actividad de recolección y extracción de macroalgas pardas, se concentra en las especies de *L. nigrescens* y *L. trabeculata*. Esta localidad, se caracteriza por presentar sectores de playa rocosa y de alta accesibilidad, con caminos en buen estado.

La extracción es realizada por un grupo de algueros permanentes formado por 25 a 35 personas, pertenecientes a la organización de pescadores de Caleta Angosta. Este grupo tiene un sistema de autorregulación, basado en la asignación de derechos de uso (acceso de hecho) sobre los varaderos que se encuentran en esta localidad, los que presentan una alta variación productiva, y cuya asignación no es proporcional al esfuerzo.



En época de verano, se incorporan algueros esporádicos, provenientes de otras actividades productivas de la Región, que poseen viviendas en esta localidad, alcanzando un número total de agentes extractivos del orden de las 40 a 50 personas.

Los niveles de producción e ingreso generados por especie, se resumen en el siguiente cuadro:

	L. nigrescens		L. trabeculata		M. integrifolia		Media anual
	Primavera-Verano	Otoño-Invierno	Primavera-Verano	Otoño-Invierno	Primavera-Verano	Otoño-Invierno	
Desembarque total (ton/mes)	80-90	40-50	40-50	25-35	5-10	2-3	94
Precio (M\$/ton)	42	33	21	15	21	15	35
Ingreso-Total (M\$/mes)	3.360-3.780	1.320-1.650	840-1.050	375-525	105-210	30-45	3.320
Nº de Agentes	50-60	25-35	50-60	25-35	50-60	25-35	42
Desembarque-Agentes (ton/mes).	1,5-1,6	1,3-1,5	0,7-0,9	0,8-1,2	0,1-0,2	0,06-0,1	2
Ingreso-Agentes (M\$/mes)	61-69	44-55	15-20	13-18	2-4	1-1,5	79

En este sector se combina la actividad de recolección (en mayor grado), y la remoción activa (moderada) sobre praderas naturales por parte de los algueros permanentes, en sus varaderos asignados. La remoción alcanzaría, en época de invierno, aproximadamente al 30 % de la producción. Esta situación no es regulada por acuerdos establecidos por la organización de pescadores, registrándose sectores donde existe selectividad extractiva a la talla, y en otros no.

En el siguiente cuadro, se entregan los antecedentes registrados de remoción directa en dos sectores de caleta Angosta, en el mes de junio del año 2001.

Sectores	Area Removida m ²	Plantas Extraídas N	Peso Medio Kg	Peso total (Kg)	Peso Seco (Kg)	Ingreso \$
Sector 1	550	1.110	3,0	3300	990	32.670
Sector 2	200	190	8,0	1520	456	15.048



Las estimaciones de costa intervenida, considerando un ancho intermareal de 10 metros y la densidad observada en estos sectores; indica para el sector 1, que bajo una remoción no selectiva, con peso medio de plantas de 3 kg, alcanzaría a los 55 metros de costa. Este alguero trabajó 3 días, generando un ingreso diario de \$11.000, requiriendo remover 18 metros de costa/día. Para el caso del sector 2, donde la remoción fue selectiva con plantas de peso medio de 8 kg, el alguero intervino 20 metros de costa, con un ingreso día de \$15.048.

Los casos anteriores, además de reflejar un grado diferencial de intervención directa sobre la población, muestran una situación en proceso, que si bien actualmente reporta ingresos interesantes, podría terminar en el mismo escenario observado en el sector Los Pozos. Esta tendencia se ve empeorada por las restricciones generadas por la asignación de derechos de uso entre los socios de la organización, lo cual resulta altamente ineficiente en términos de aprovechamiento de alga varada, dado que los distintos varaderos no presentan rendimientos proporcionales al esfuerzo.

En la misma ocasión, se cuantificó un varadero donde trabaja sólo 1 persona, estimándose una biomasa a extraer de 5.660 kg, que rindió 1.698 kg de alga seca, generando un ingreso de \$ 56.000 en tres días de trabajo, es decir, un ingreso diario de \$18.700. En este varadero el aprovechamiento del alga fue parcial, dado que la capacidad de recolección, es menor que el alga disponible en el varadero.

La producción de esta localidad es comercializada principalmente a través de la Sociedad Comercializadora de caleta Angosta, formada por los propios socios de la organización de pescadores. Se debe mencionar que esta Organización ha realizado, últimamente, los trámites para solicitar la zona costera de esta localidad, como Area de Manejo de algas pardas.



- **Caleta punta de Lobos**

Caleta Punta de Lobos (28°18`S) se encuentra ubicada, a unos 20 km al norte de la ciudad de Huasco. En este sector, se realiza una actividad de recolección pasiva de algas, fundamentalmente *L. nigrescens* y *L. trabeculata*. Esta localidad, se caracteriza por presentar sectores de acantilados de difícil acceso y de caminos en regular estado, interrumpidas por zonas de playas rocosas y arena donde existen varaderos del recurso huiro. La costa está asociada al Area de Manejo de recursos bentónicos Los Corrales - Pta de Lobos, perteneciente a la organización de pescadores SITRAMAR. Por cuanto, la operación se encuentra actualmente con restricción de uso impuesta por la misma organización de pescadores, los cuales mantienen una prohibición de ejercer la remoción activa (barroteo), dentro de los límites del Area de Manejo, autorizando sólo la recolección a un número definido de algueros, los cuales a vez cumplen con la vigilancia del sector de orilla.

El esfuerzo extractivo lo realizan 18 personas, distribuidos a lo largo de la costa adyacente al sector de la caleta. Los agentes extractivos corresponden a algueros facultativos y permanentes, que en su mayoría pertenecen a la organización.

Los niveles de producción e ingreso generados por este grupo de algueros por especie, se resume en el cuadro siguiente:

	L. nigrescens		L. trabeculata		M. integrifolia		Media anual
	Primavera-Verano	Otoño-Invierno	Primavera-Verano	Otoño-Invierno	Primavera-Verano	Otoño-Invierno	
Desembarque total (ton/mes)	25-30	15-20	25-30	8-10	2-3	2-3	43
Precio (M\$/ton)	42	33	21	15	20	15	28
Ingreso-Total (M\$/mes)	1.050-1.260	495-660	525-735	120-150	40-60	30-45	1.293
Nº de Agentes	12	12	12	12	12	12	12
Desembarque-Agentes (ton/mes).	2-2,5	1,2-1,6	1,4-1,9	0,6-0,8	0,1-0,2	0,1-0,2	4
Ingreso-Agentes (M\$/mes)	87-105	41-55	30-40	10-12	3-5	2-4	108



En este sector, la producción disminuye considerablemente en los meses de otoño e invierno, debido a una menor disponibilidad de alga varada, limitando los ingresos de los algueros, debido a la prohibición de realizar remociones directas.

En este sector, la producción de algas es comercializada directamente a través de Multiexport- Vallenar, por medio de camiones arrendados para tal efecto.

d) IV Región

En la IV Región los sectores seleccionados para casos de estudios, corresponden a las localidades de caleta Limarí, La Cebada, Ñagué, y Cascabeles. Estos sectores se encuentran ubicados en las provincias de Limarí y Choapa. Su selección se justificó por características particulares relacionadas con su nivel de accesibilidad, derechos de uso, desembarque, ingresos, tipo de agentes y su régimen operacional.

En las localidades en estudio, los principales recursos corresponde a ***L. nigrescens*** y ***L. trabeculta***, cuyo esfuerzo extractivo es realizado, principalmente por algueros permanentes los que en su mayoría pertenecen a organizaciones de pescadores, que cuentan con Areas de Manejo de recursos bentónicos o están relacionados con ellas.

- **Limarí**

La localidad de Limarí (30°43`S) se encuentra ubicada a unos 70 kilómetros al nor-oeste sur de la ciudad de Ovalle, al costado sur de la desembocadura del río Limarí. Este sector se caracteriza por su alta exposición al oleaje y difícil acceso. La actividad de recolección macroalgas pardas, se concentra principalmente sobre los recursos ***L. nigrescens*** y ***L. trabeculata***, la que es realizada por un grupo de algueros permanentes formado por 20 personas, en su mayoría familiares de socios de la organización de pescadores. Ocasionalmente, se incorporan a la actividad de extracción, algueros facultativos (pescadores), cuando las condiciones de mar no les permiten su actividad habitual.



En esta localidad existen dos sectores principales de recolección. El sector costero del Parque Nacional Fray Jorge y al costado sur de las caletas de pescadores.

Los niveles de producción e ingreso generados por este grupo de alqueros por especie, se resume en el cuadro siguiente:

	L. nigrescens		L. trabeculata		M. integrifolia		Total anual
	Primavera-Verano	Otoño-Invierno	Primavera-Verano	Otoño-Invierno	Primavera-Verano	Otoño-Invierno	
Desembarque total (ton/mes)	60-70	10-15	20-25	4-5	1-2	-	630
Precio (M\$/ton)	35	30	27	25	20	-	32
Ingreso-Total (M\$/mes)	2100-2450	300-400	540-675	100-125	20-40	-	20160
Nº de Alqueros	20-25	20-25	20-25	20-25	5-10	-	25
Desembarque-Alqueros (ton/mes)	2,6-3,0	0,4-0,6	0,8-1,0	0,1-2	0,1-0,3	-	25,2
Ingreso-Alqueros (M\$/mes)	100	16	26	5	4	-	906

La actividad de recolección se combina con la remoción activa del recurso alcanzando esta última aproximadamente un 20 % de la producción total de la localidad.

La producción de esta localidad es comercializada principalmente a través de 1 intermediario de la propia localidad y transportada a la planta de Prodalmar en la ciudad de Ovalle.

- **La Cebada**

Caleta La Cebada (30° 57`S), se encuentra ubicada, a 70 kilómetros al sur- oeste de la ciudad de Ovalle. En este localidad, la actividad de recolección y extracción de macroalgas pardas, se concentra en las especies de **L. nigrescens** y **L. trabeculata**. Los sectores de varaderos se sitúan en zonas de playas rocosas, a las cuales se llega por caminos en regular estado.



El esfuerzo extractivo, lo realiza un grupo compuesto por 10 a 15 personas, quienes habitan en su mayoría en la localidad de La Cebada, distante a 3 Km del sector. La zona de trabajo se ubica, frente al área de manejo y al costado sur de la misma, perteneciente a la organización de algueros del sector. Los tipos de agentes extractivos, se componen de pescadores facultativos, que alcanzan a un número de 6 personas, y de algueros permanentes (9 personas), los cuales no poseen una organización formal. La zona de operación se encuentra actualmente sin restricción de uso para acceder al recurso; a excepción del Area de Manejo donde se mantiene la prohibición de la remoción de alga. No obstante, la remoción es realizada en el área, representando 10 % de la producción total mensual, en época de invierno.

Los niveles de producción e ingresos generados por los diferentes tipos de agentes son similares, y se resumen en el siguiente cuadro.

	L. nigrescens		L. trabeculata		M. integrifolia		Media anual
	Primavera-Verano	Otoño-Invierno	Primavera-Verano	Otoño-Invierno	Primavera-Verano	Otoño-Invierno	
Desembarque total (ton/mes)	20-25	10-15	5-7	2-4	2	1	24
Precio (M\$/ton)	40	35	27	25	25	25	36
Ingreso-Total (M\$/mes)	800-1.000	350-525	135-190	50-100	50	25	870
Nº de Agentes	10-15	10	10-15	10	10-15	10	11
Desembarque / Agentes (ton/mes)	2,0-2,5	1-2	0,5-0,7	0,2-0,4	0,2	0,1	2
Ingreso-Agentes (M\$/mes)	65-80	35-50	10-15	5-10	4-8	2	79

En esta localidad se registra una disminución considerable en los ingresos durante los meses de otoño e invierno, producto de la disminución del alga varada, y el mayor tiempo de secado que requiere. Esta situación incentiva la remoción, la cual es realizada de forma selectiva.



La producción en este sector es trasladada por 2 intermediarios, pertenecientes a la misma localidad, a las plantas procesadoras; Prodalmar Ltda. y Multiexport, localizadas en Ovalle y Tambillo, respectivamente.

- **Ñague**

La localidad de Ñagué, (31° 50`S) se encuentra ubicada, en el extremo norte de la Bahía Conchalí, a 5 Km de la ciudad de Los Vilos. Este sector, se caracteriza por presentar acantilados y sectores de playa rocosa de baja pendiente, desde donde se accede al recurso. La actividad de producción sólo considera la recolección pasiva de algas varadas, principalmente compuestas de *L. nigrescens* y *L. trabeculata*.

La zona de operación está actualmente con restricción de uso, debido a que se encuentra en propiedad privada, donde se permite el ingreso sólo de un grupo de alqueros, quienes están autorizados a trabajar en esta actividad. Por otra parte, también existe una restricción formal del tipo de arte ocupado convenido entre la organización de pescadores de Los Vilos beneficiaria del Area de Manejo Ñagué, y los dueños de los terrenos, quienes no permiten la extracción activa del recurso.

El esfuerzo extractivo lo realizan 7 personas, que se encuentran en asentamientos provisorios, ubicadas en el sector costero del Area de Manejo. Los agentes extractivos corresponden a alqueros permanentes, los cuales no se encuentran organizados formalmente, y en su mayoría no están registrados en Sernapesca o la Armada de Chile.

Los niveles de producción e ingreso generados por los diferentes tipos de agentes extractivos se resumen en el siguiente cuadro:



	L. nigrescens		L. trabeculata		M. integrifolia		Media anual
	Primavera-Verano	Otoño-Invierno	Primavera-Verano	Otoño-Invierno	Primavera-Verano	Otoño-Invierno	
Desembarque total (ton/mes)	45-50	25-30	3-4	2	2	1	42
Precio (M\$/ton)	45	35	25	25	20	20	39
Ingreso-Total (M\$/mes)	2.030-2.240	840-1.050	70-98	50	40	20	1.637
Nº de recolectores	7	7	7	7	7	7	7
Desembarque-recolector (ton/mes).	6-8	3-4	0,4-0,6	0,2	0,2	0,1	6
Ingreso-recolector (M\$/mes)	290-320	120-150	10-14	7	6	3	234

Los ingresos de los algueros que trabajan en este sector, registran una disminución en temporada de invierno, debido a las dificultades asociadas al secado del recurso, generando una alta pérdida del recurso varado.

En este sector se realizó una cuantificación de los dos principales varaderos de trabajo, estimándose 20.822 kg de alga varada, que en peso seco equivalen a 6.200 kg, generando \$ 218.600. Esta cantidad de recurso fue extraído en tres días de trabajo, por los 7 algueros del sector.

En esta localidad, existe un varadero en sector rada Tablas, compuesto exclusivamente de **L. trabeculata**, el cual no es aprovechado, debido a que no cuentan con la autorización de los dueños del terreno para acceder a su recolección. La cuantificación del alga varada en este sector alcanzó a 34.251 kg, lo cual representaría un ingreso de \$260.000, Esta situación es permanente, generando una pérdida del recurso varado durante todo el año.

El total de la producción en este sector es trasladada por un intermediario, a la planta procesadora de Prodalmar, ubicada en Ovalle. Este intermediario es el único autorizado para ingresar y comprar el recurso, el que debe pagar al administrador de los terrenos, un peaje de \$14.000 por cada ingreso al sector.



- **Cascabeles**

Caleta Cascabeles (31° 58`S), se encuentra ubicada unos 15 km al sur de la ciudad de Los Vilos. En esta localidad, la actividad de recolección de macroalgas pardas, se concentra principalmente en las especies de **L. nigrescens** y **M. integrifolia**, Estos varaderos se caracterizan por ser playas rocosas que se ubican entre zonas de acantilados, cercanas a la carretera.

En esta localidad, el esfuerzo extractivo lo realizan 21 algueros permanentes pertenecientes a la organización de pescadores; 8 de los cuales se dedican casi exclusivamente a la poda (raleo) de plantas submareales de **M. integrifolia**, para abastecer el centro de cultivo de abalon de Los Molles V Región, alcanzando una producción media de 80 ton mensuales, con ingresos individuales cercanos a los \$ 250.000.

Actualmente, la zona de operación intermareal se encuentra con restricción de uso, impuesta por la organización de pescadores, quienes mantienen una prohibición de ejercer la remoción activa (barroteo), dentro de los límites del área de manejo. Sin embargo, la organización en el pasado realizó remociones directas de forma conjunta.

Los 13 algueros que explotan los varaderos cercanos, a lo largo de la costa, registran los indicadores de producción, que se resumen en el siguiente cuadro:

	L. nigrescens		L. trabeculata		M. integrifolia		Media anual
	Primavera-Verano	Otoño-Invierno	Primavera-Verano	Otoño-Invierno	Primavera-Verano	Otoño-Invierno	
Desembarque total (ton/mes)	20-25	12-15	6-12	2-4	6-8	1-2	28
Precio (M\$/ton)	35	25	25	20	30	30	28
Ingreso-Total (M\$/mes)	700-875	300-375	150-300	40-80	180-240	30-60	833
Nº de recolectores	13	13	13	13	13	13	13
Desembarque-recolector (ton/mes).	1,5-2,0	1,0-1,5	0,5-1,0	0,1-0,3	0,4-0,6	0,5-1,0	2
Ingreso-recolector (M\$/mes)	52-70	23-29	11-23	3-6	14-18	2-5	64



Los algueros recolectores de *Lessonia spp.*, alcanzan ingresos inferiores a los dedicados a la actividad de cosecha de *M. integrifolia*. Se debe señalar que éstos corresponden a personas de edad avanzada, que no pueden realizar actividades de remoción activa.

La evaluación de tres varaderos en esta localidad, entrega volúmenes potenciales de alga a extraer, mayores a la capacidad de extracción que tendrían los algueros que trabajan en ellos, no existiendo una correspondencia alga varada/ n° de algueros, lo cual provoca una alta pérdida del alga varada, como se indica en el siguiente cuadro:

Varaderos	Alga varada Kg	Número de Algueros
Corral de mulas	7.611	1
Los Changos	26.352	1
Sajonia	8.983	1

La producción del sector litoral de Cascabeles es transportada por un intermediario a dos destinos según las especies a comercializar, y el estado de la misma. *Lessonia spp.* es vendida a la planta procesadora Prodalmar Ltda. y *M. integrifolia* en estado húmedo, es vendida al Cultivo de Abalones de Los Molles. (V Región)

4.4.3 Caracterización general de los procesos económicos – productivos de la actividad extractiva de algas pardas

La extracción y recolección de algas pardas en la zona norte de Chile, está determinada fundamentalmente por 4 aspectos que condicionan el nivel productivo: a) abundancia del recurso; b) nivel de acceso al recurso, que determina la disponibilidad del mismo; c) existencia de un poder comprador en el sector, y d) presencia de usuarios del recurso (recolectores). Los distintos niveles de incidencia de estos aspectos, caracterizan la actividad extractiva y establecen



diferencias en los indicadores económico-productivos, tanto a nivel global como particular, dentro del grupo de usuarios directos del recurso.

En el siguiente cuadro se resumen los antecedentes económicos productivos, recopilados para las localidades seleccionadas como casos de estudio:

Región	Localidades	Nº de Usuarios				Indicadores económicos-productivos		
		Nº Algueros Permanentes	Nº Algueros Facultativos	Nº Algueros Esporádicos	Total Agentes	Producción Anual (t)	Precio medio Anual (\$)	Ingreso Anual Total (\$M)
I	Pisagua	-	-	-	-	-	-	-
	Caramucho	6	4	2	12	216	40	8.640
II	Constitución	10	1	7	18	470	45	21.150
	Cifuncho	4-6	-	-	4-6	180	38	6.840
III	Los Pozos	20-25	1-3	20-25	47	648	34	22.032
	Caleta Angosta	25-35	1-3	20-25	55	1128	35	39.480
	Punta Lobos	10	2	-	12	516	28	14.448
IV	Limari	20	5	-	25	630	32	20.160
	La Cebada	9	6	1-2	16	288	36	10.368
	Ñagué	7	-	-	7	504	39	19.656
	Cascabeles	10	3	-	13	336	28	9.408

Basados en los antecedentes generados para las distintas localidades, se puede desprender que la existencia de los grupos de algueros facultativos y esporádicos en el sistema, se debe principalmente a una disminución de los recursos bentónicos tradicionales, en los últimos años, acompañado de una mayor demanda por el recurso alga. Por otro lado, la falta de restricción de acceso a varaderos y sectores de costa, donde los algueros esporádicos se incorporan al sistema extractivo, sin mayor regulación, afecta negativamente a los usuarios permanentes del sistema. Ambas situaciones se han observado principalmente en las localidades de la III y IV Regiones, a pesar de la existencia de barreras de entrada a la actividad, ya sea por asignación de varaderos (situación de hecho), propiedad privada o resguardo de sectores de orilla, por parte de los pescadores destinatarios de Areas de Manejo de recursos bentónicos.

Los niveles productivos y el estado general del recurso en las localidades de estudio, están en general, directamente relacionados. Sin embargo, se observaron excepciones en las localidades de Pisagua, Los Pozos y Ñagué, las que pueden



ser explicadas por la incidencia de los aspectos anteriormente señalados. En el caso de Pisagua, se detuvo la extracción de algas producto de la falta de un poder comprador. En el sector Los Pozos, la actividad extractiva del recurso, en años anteriores, estuvo orientada a la remoción del alga de mayor tamaño. Esta estrategia de explotación autoimpuesta por los propios usuarios, terminó por deteriorar la condición del recurso, debido a la disminución de la biomasa parental (reproductiva). Por otra parte, en la localidad de Ñagué se observa una sub-utilización del recurso debido, a restricciones de acceso por parte del dueño del terreno, quien no autoriza la remoción de algas.

Lo señalado en los párrafos anteriores, tiene especial relevancia al estimar los ingresos individuales de los usuarios del sistema, donde se evidencia un proceso de disipación de renta, en los sectores intervenidos, en las cuales el número de usuarios sobrepasa a la capacidad de producción natural (varado) del recurso. Este proceso ocurre con distinto grado dependiendo de las localidades en estudio, como respuesta a la mantención de las expectativas de ingreso de los alquileres, la cual es independiente del estado del recurso y/o la incorporación de nuevos agentes al sistema.

4.4.4. Relación entre el estado del recurso y la estructura de tallas de alga varada y removida.

En los sectores de estudio, donde se registró la estructura de tamaños del disco de adhesión del alga varada y removida, se observó una situación de selectividad diferencial asociada al estado poblacional del recurso.

En el sector de Santa María, los tamaños de plantas de *L. nigrescens*, que componen el alga varada, guardan una estrecha relación con las estructuras poblacionales. Sin embargo, en los sectores Punta de Lobos, Caleta Angosta, y



Ñague, el tamaño medio del alga varada registró un menor valor en relación al tamaño poblacional (**Figura 12**). Esta misma situación, se observó para el caso de *M. integrifolia* en la localidad de Cascabeles. Lo anterior, indicaría una mortalidad diferencial de los individuos de talla intermedia de la población.

Por su parte, en los sectores donde se observaron actividades de remoción directa, como los sectores de Santa María y Cifuncho, la remoción es de tipo selectiva, orientada a las plantas de mayor tamaño, y por consiguiente de mayor peso, indicando un escenario de intervención moderada sobre la población, que explicaría la baja disponibilidad de ejemplares en la fracción de stock. En estos sectores, la práctica de remoción, responde a un régimen ocasional, bajo un esquema de rotación de sectores, donde la principal actividad está asociada a la recolección de alga varada.

De igual forma, el sector de caleta Angosta representa un estado intermedio de remoción, con una remoción directa selectividad a la talla, afectando principalmente a plantas por sobre los 16 cm de diámetro del disco. En este sector, la intensidad espacial de remoción del alga se ve restringida a la extensión de costa adyacente a los varaderos asignados para cada recolector, observándose niveles diferenciales de intervención en función de la disponibilidad de alga en los varaderos.

Una situación distinta, se observó en la composición de talla del alga removida en el sector Los Pozos, donde la distribución de tallas fue similar a la observada en la población, situación que refleja una extracción no selectiva, que estaría asociada a un sobreexplotación por crecimiento sobre la población por parte de los extractores directos. De forma tal, que en la medida que no se presentan varazones, se genera un incentivo para realizar remoción directa, observándose la remoción de individuos juveniles por debajo del tamaño mínimo reproductivo de 13 cm de diámetro del disco (**Figura 12**).



Sobre las poblaciones de *L. trabeculata* y *Macrocystis integrifolia*, no realizan actividades de extracción directa, lo cual es coincidente con lo observado en los varaderos de los sectores de Ñague y Cascabeles, donde el recurso se compone en su mayoría de plantas de gran tamaño, en especial para *L. trabeculata*.

4.4.5. Situación diagnóstica del estado poblacional de *Lessonia nigrescens*

Las poblaciones de *L. nigrescens* de las 11 localidades evaluadas (**Tabla 1**), presentan una alta variación en densidad, con un patrón de disminución norte - sur, con valores extremos de 4,5 en Pisagua (I Región) y 0,7 ind/m² en La Cebada (IV Región). La principal fuente de variación en densidad está dado entre Regiones, donde las mayores densidades registradas en las Regiones I y II, están asociadas a altas variaciones, a diferencia de las localidades de la IV Región la cual registra una menor dispersión de los valores medios de densidad (**Figura 13**).

El indicador de biomasa poblacional (kg/m²), registra una alta variación entre Localidades y Regiones, con valores que fluctúan entre 29,0 (Cifuncho, II Región) y 5,0 kg/m² (Los Pozos, III Región). Se observa una alta correspondencia entre la biomasa y los niveles de densidad observados en cada localidad, a excepción del sector Ñague (IV Región), el cual presenta una mayor biomasa en relación a su densidad (**Figura 13**).

La distancia inter-planta promedio en las localidad estudiadas, variable que se relaciona con el grado de distribución espacial, presenta una tendencia inversa en relación con las densidades, en especial para las localidades de la IV Región, asociándose con menores densidades y un mayor grado de dispersión de las plantas (**Tabla 1**).



La estructura de tallas poblacionales de las poblaciones, establecida por medio de los discos adhesivos de las plantas (**Figura 14**), muestra una alta heterogeneidad entre localidades, evaluada en función de la presencia de individuos de tallas que conforman el stock poblacional, los cuales han sido establecidos en función de su talla crítica (L_c) y de la fracción de reclutas poblacionales ($< a 3$ cm). Las poblaciones extremas, localizadas en las Regiones I y IV, se caracterizan por un amplio rango de distribución de tallas, con mayores tallas medias poblacionales, a diferencia de las localidades de la II y III Regiones, donde la fracción del stock es comparativamente menor.

De acuerdo, a la información proporcionada por los alqueros de estas localidades, las poblaciones de Santa María, Cifuncho y caleta Angosta, estarían sujetas a una intervención moderada de remoción selectiva, bajo un esquema de rotación de sectores, lo cual explicaría la baja disponibilidad de ejemplares en la fracción del stock (**Tabla 1**).

La predominancia de plantas adultas, y por consiguiente de mayor biomasa, observada en la localidad punta Lobos, representa un escenario de no intervención sobre la población, situación que se contrapone al sector Los Pozos, donde la población se compone de plantas juveniles asociada a una baja biomasa, como resultado de altas tasas de remoción. Por su parte, el sector de caleta Angosta representa un estado intermedio, donde la remoción directa de plantas presentaría una selectividad a la talla, afectando principalmente a plantas por sobre los 20 cm de diámetro del disco, lo cual refleja una tendencia a la sobreexplotación local por crecimiento.

Por otra parte, los mayores niveles de reclutamiento observados en el sector Los Pozos, sería el resultado de la disponibilidad de sustrato liberado por efectos de la remoción directa. Lo anterior, puede ser interpretado a través de una relación



denso - compensatoria, donde mayores densidades de plantas adultas, generan una disminución del número de reclutas, y viceversa. De esta forma, las mayores tallas medias, y la ausencia de reclutas registradas desde punta de Lobos (III Región) hacia el sur (IV Región), estarían dando cuenta de las menores densidades observadas en estas localidades. Se debe señalar que las estructuras de tallas corresponden a una visión estática del sistema, siendo necesario a futuro realizar seguimientos estacionales de la composición poblacional. En la literatura, se ha reportado el efecto de la densopendencia (saturación de espacio), entre la presencia de individuos adultos y los niveles de reclutamiento, indicando que estas poblaciones de encuentran en estado de “equilibrio”, a diferencia del sector Los Pozos, cuya estructura de tallas está básicamente compuesta de ejemplares de bajo tamaño (**Figura 13**).

La estructura en peso de la población, la cual ha sido estimada de la relación media regional de las variables diámetro del disco - peso total de la planta, muestra una adecuada capacidad predictiva (**Figura 15**), con una tendencia de aumento en la composición de peso norte – sur. De esta forma, las localidades de las Regiones I y II, registran sobre el 70% de individuos bajo los 8 kg, a diferencia de las poblaciones de las localidades de la IV Región, donde las plantas presentan un alto porcentaje de ejemplares por sobre los 12 kg. En el caso especial de Los Pozos y caleta Angosta, sobre el 80% de los individuos se distribuyen bajo los 8 kg, respondiendo a una población rejuvenecida, producto de la remoción directa de las plantas de mayor tamaño, permaneciendo las plantas de menor peso (**Figura 16**).

Considerando los aspectos, antes mencionados, las mayores biomásas observadas por sector resultan de la conjugación de los niveles de densidad, la estructura de talla y la relación entre el tamaño de las plantas y su peso. El efecto de esta última variable, se aprecia claramente en el sector de Pisagua, donde a pesar de presentar



una amplia estructura de tallas, la composición en peso se restringe básicamente a valores por bajo los 4 kg, lo que indica el menor rendimiento individual en peso de las plantas en función de su tamaño (**Figura 15 y 16**).

Por otra parte, se observa que el grado de intervención antrópica sobre las poblaciones, se ve reflejado a través de los indicadores de tamaño y biomasa poblacional, donde la densidad se ve compensada por mayores reclutamientos. De esta forma, nos encontramos frente a poblaciones que han sido sometidas a remoción en forma reciente, como son Los Pozos y caleta Angosta; y por otro lado, sectores que no han presentado intervención, como punta de Lobos, Ñague y La Cebada.

En un nivel intermedio, se ubican las localidades de Santa María, Limarí y Cascabeles, los cuales de acuerdo a los extractores locales, fueron intervenidas entre los años 1999 y 2000, caracterizándose por presentar actualmente una menor incidencia de ejemplares en la fracción del stock, en comparación a localidades vecinas no intervenidas.

La estimación a nivel regional de una “talla de primera madurez esporofítica”; entendida ésta como la talla donde el 50% de los esporofitos (plantas) registran la presencia de soros, portadores de gametofitos, fluctúa entre 15,6 y 12,7 cm de diámetro de disco basal, donde los valores más altos se estiman para las Regiones I y II (**Tabla 1**). Esta talla de primera madurez esporofítica, indica la talla mínima poblacional reproductiva, la cual es tradicionalmente utilizada en pesquerías para establecer un criterio mínimo de talla de extracción. Futuros estudios deberán dar cuenta del potencial reproductivo en función de la cantidad de soros por peso de planta y los niveles de producción total de esporas, los cuales están escasamente documentados, y resultan necesarios para estimar el potencial reproductivo y de renovación del recurso.



- **Estimación de abundancia poblacional de *L. nigrescens* para las Regiones I a IV.**

Las estimaciones de abundancia poblacional en biomasa y número para la I a la IV Regiones se presentan en las **Figuras 17 a 20**, donde la abundancia a la talla expandida para cada Región, han sido estimadas a partir de la densidad observada en los casos de estudios, calibración de las escalas cualitativas obtenidas por filmaciones áreas en plataforma SIG, y complementadas por información existente (Rivera *et al.*, 1994, Edding *et al.*, 1998; Avila *et al.*, 2001), utilizando como indicadores medio, localidades tipos representativas de la costa entre la I y IV Regiones. La información consolidada a nivel regional se muestra en el siguiente cuadro:

Cobertura	Area (m ²)	Densidad (Ind/m ²)	Biomasa (Kg/m ²)	Abundancia Peso (ton)	Abundancia Número (miles)
I Región	1.258.756	2,80	16,79	19.477	2.749,2
II Región	3.691.280	3,85	21,67	80.272	14.434,4
III Región	9.705.579	3,43	19,69	224.402	32.135,0
IV Región	6.571.181	1,74	19,40	124.179	13.812,1

La III Región registra las mayores abundancias que alcanzan a 224.402 toneladas, registrándose la menor abundancia en la I Región, la que sólo alcanza a las 19.477 toneladas. La estimación de los niveles de abundancia poblacional, están fuertemente condicionados a las estimaciones de distribución longitudinal y ancho de la franja intermareal. En este sentido, el uso de la plataforma de información georreferenciada (SIG), permitió una mejor estimación del sustrato apto de distribución del recurso.

Para la III Región, estudios anteriores han indicado la existencia de valores entre las 500.000 y 130.000 t. (Rivera *et al.*, 1994 y Edding *et al.*, 1998,



respectivamente), lo cual refleja en gran medida que la variable área apta de distribución, tiene una mayor incidencia que los estimados de densidad.

Aunque, los valores obtenidos son susceptibles de ser mejorados, las estimaciones realizadas nos permiten establecer tendencias regionales en la abundancia del recurso *L. nigrescens*.

4.4.6. Situación diagnóstica del estado poblacional de *Lessonia trabeculata*

El recurso *L. trabeculata*, se registró en 8 de las localidades de estudios. Esta especie se distribuye en praderas discontinuas a lo largo de la costa, formando bosques discretos (kelp), de extensiones variables, asociados principalmente al sustrato rocoso, en profundidades entre los 4 y 25 metros de profundidad, extendiéndose aproximadamente a unos 120 metros mar afuera. Este recurso, se encuentra asociado a praderas de *Macrocystis*, en las localidades de Santa María (II Región), caleta Angosta (III Región) y río Limarí (IV Región).

La densidad de *L. trabeculata* (Figura 21), registró fluctuaciones significativas entre sectores, con valores entre 1,1 y 2,2 ind/m² (Tabla 2), y una tendencia a mayores valores en los extremos de la cobertura del estudio. Por su parte, la biomasa está asociada a un patrón de aumento de norte a sur (Figura 21), con valores entremos entre 3,1 y 13,1 kg/m², correspondientes a la localidades de Caramucho (I Región) y La Cebada (IV Región), respectivamente (Tabla 2).

En general, las distintas poblaciones presentan estructuras de tallas de los discos adhesivos similares, distribuyéndose entre los 3 y 35 cm de diámetro, con una mayor concentración en los rangos intermedios 12 a 23 cm (Figura 22). La población de Pisagua, registró una mayor fracción de individuos juveniles, este sector y Caramucho, fueron los únicos donde se observaron ejemplares bajo los 3



cm, asociados a menores tamaños del stock, diámetro medio, y L50% poblacional. (**Tabla 2**). Por su parte, las poblaciones de caletas Angosta y punta de Lobos, presentaron una facción mayor de individuos adultos en la población, lo cual se reflejó en mayores tallas poblacionales y fracción del stock.

La tendencia norte – sur en los niveles de biomasa, se ve explicado por un mayor peso medio de los individuos, en especial en los sectores de la IV Región de río Limarí y La Cebada (**Tabla 2**). En este sentido, se debe indicar que existe una alta correlación entre longitud de planta y el diámetro del disco basal (**Figura 23**), condición que se asocia a buenos ajustes entre el diámetro del disco y el peso total de planta, de acuerdo a una función de tipo potencial alométrica, con rendimientos en peso a la talla diferenciales entre Regiones, donde los mayores rendimientos se presentan en las Regiones II y IV (**Figura 24**).

La relación diámetro del disco – peso de la planta, en conjunto con la estructura de tallas de la población, explica las mayores biomásas observadas en las localidades situadas al sur de la cobertura de estudio, en especial para el sector La Cebada IV Región, el cual registró una estructura en peso con mayores incidencias de individuos por sobre los 6 kg. (**Figura 25**).

La similitud entre localidades de la estructura de tallas y pesos en función de los discos adhesivos de *L. trabeculata*, estarían dando cuenta de poblaciones no intervenidas, caracterizadas por una alta proporción de individuos adultos.

- **Estimación de abundancia poblacional de *L. trabeculata* para las Regiones I a IV.**

La abundancia poblacional en biomasa y número de *L. trabeculata* por Región se presentan en las **Figuras 26 a 29**. Al igual que para *L. nigrescens*, la



abundancia a la talla expandida para cada Región, ha sido estimada a partir de la densidad observada en los casos de estudios, y complementada con información existente (Rivera *et al.*, 1994, Edding *et al.*, 1998), para localidades tipo de cada Región. La información consolidada a nivel regional se muestra en el siguiente cuadro:

Cobertura	Area (m ²)	Densidad (Ind/m ²)	Biomasa (Kg/m ²)	Abundancia Peso (ton)	Abundancia Número
I Región	8.880.000	1,45	3,1	27.658	12.888,8
II Región	12.571.200	1,2	3,6	44.924	15.908,3
III Región	30.509.200	0,7	3,5	133.238	27.897,8
IV Región	17.592.600	1,9	10,5	181.112	33.085,4

De acuerdo a estos antecedentes, las mayores abundancias del recurso, se localizarían en las Regiones III y IV, con abundancias menores a las registradas para *L. nigrescens*.

Para la III Región, estudios anteriores han establecidos valores extremos de 70.902 ton (Rivera *et al.*, 1994) y 2.461.621 ton (Edddin *et al.*, 1998), lo cual refleja que los estimados presentan una baja precisión, estando condicionadas a los supuestos asociados al área de distribución del recurso. En este sentido, la estimación del presente estudio, da cuenta de información de distribución de praderas discretas, en cada Región conocidas por parte de pescadores, la cual ha sido incorporada a las bases de datos del SIG.

4.4.7. Situación diagnóstica del estado poblacional de *M. integrifolia*.

Este recurso fue registrado en 4 de los sectores de estudio, observándose una alta heterogeneidad en la densidad media entre sectores, fluctuando entre 0,8 y 4,4 ind/m²; Ñague y caleta Limarí, respectivamente (**Figura 30**). La biomasa presenta una tendencia opuesta con la densidad por sector, registrándose una mayor



biomasa en el sector Santa María (7,1 kg/m²), en comparación al sector río Limarí (2,2 kg/m²), respondiendo a un menor peso medio de las plantas en este último sector (**Tabla 3**).

La estructura de tamaños, en función del diámetro del disco (**Figura 31**), presenta una distribución entre los 4 y 40 cm de longitud entre los distintos sectores, observándose los mayores tamaños en el sector Ñague. Sin embargo, la estructura en peso de las plantas de este sector (**Figura 34**), es menor a la registrada en Santa María, lo anterior está asociado a una mayor relación entre el diámetro del disco y la longitud de la planta (**Figura 32**), lo cual en último término se expresa en un mayor rendimiento en peso individual, en respuesta al ajuste entre diámetro del disco y el peso de la planta (**Figura 33**). Esta situación, da cuenta de una morfología más arbustiva de las plantas en el sector Santa María, por tanto, las relaciones funcionales entre longitud – diámetro del disco y peso total de la planta, si bien presentan buenas relaciones, no son estrictamente comparables entre localidades.

Para la especie *M. integrofolia* no se han realizados estimaciones de abundancia regional, dada la alta variabilidad observada en las praderas estudiadas, que se presentan tipo parches, las cuales tendrían una alta dinámica anual de su cobertura y abundancia espacial, de acuerdo a lo indicado por pescadores locales.

4.4.8. Aspectos comunitarios asociados a praderas de algas pardas

La importancia ecológica de los discos basales de *L. nigrescens*, como estructuradores de las comunidades de macroinvertebrados, sus relaciones gravimétricas y la abundancia de invertebrados, en relación al tamaño del disco, ha sido bien documentada en la literatura existente (i.e. Cancino & Santelices, 1984; Vásquez & Santelices, 1984; Santelices, 1989). Estos antecedentes han



permitido establecer funciones específicas entre las que destacan:

- Hábitat casi exclusivo de algunas especies de invertebrados.
- Actúan como sustrato de asentamiento de larvas para numerosas especies.
- Actúan como refugio contra el embate de las olas, permitiendo a algunas especies incursionar en sitios expuestos.

A continuación, se realiza una descripción de las comunidades intermareales y submareales de las localidades en estudio.

➤ **Pisagua (I Región)**

Los estudios poblacionales y comunitarios de *L. nigrescens* y *L. trabeculata* se realizaron en el sector sur de la bahía de Pisagua, el cual se encuentra protegido del oleaje y con la presencia de acantilados y roqueríos altos.

• **Zona intermareal**

La zona intermareal de esta localidad, está condicionado por la existencia de acantilados, lo cual determina la conformación de un estrecho cinturón de *L. nigrescens* que varía entre 0,5 y 1,0 m. Entre los espacios Inter-discos se determinó la presencia de 9 taxa, (2 algas y 7 invertebrados). Las algas presentes corresponden a coberturas de **crustosas calcáreas** con un 66 % y ***Corallina sp*** con un 1%. La fauna asociada a este ambiente, está principalmente compuesta por ***Fissurella sp*** y ***Chiton sp*** con una media de 1,3 ind./0,25 m², seguida de ***Actinia*** indet con 1,2 ind./0,25 m² y del asteroideo ***H. helianthus*** con 0,31 ind./0,25 m². (**Tabla 4**). Los parámetros comunitarios indican valores intermedios de diversidad ($H' = 0,68$) y una dominancia específica de ***Fissurella spp*** (27%), los cuales dan cuenta de las relaciones numéricas entre las especies (**Tabla 5**).



- **Zona Submareal**

Bajo los acantilados de la zona de muestreo, la pradera de ***L. trabeculata*** domina desde los 3 hasta los 12 metros de profundidad. El sustrato estaba compuesto por una plataforma rocosa y bolones, con incursiones importantes de conchuela. La morfología de las plantas es de tipo arborecente la que se concentra principalmente hacia el centro de la pradera.

Entre los espacios Inter.-discos de ***L. trabeculata***, se registró una riqueza de 15 taxa (2 algas y 13 invertebrados). Las mayores coberturas las registraron algas *crustosas calcáreas* y el sustrato conchuela con un 63 y 30 %, respectivamente, observando además, agregaciones de ***Cirripedia*** y ***Pyura chilensis***, con coberturas de menores al 3%. La mayor densidad de invertebrados la registró ***T. cingulata***, (7,1 ind/0,25 m²), asociada a los sectores de conchuela y bolones, seguida del ***C. cassilabrum*** (3,3 ind/0,25 m²) y de ***T. tridentata*** (3,1 ind/0,25 m²) esta última asociada preferentemente a los discos de fijación de ***L. trabeculata***. (Tabla 6). En este ambiente, la comunidad invertebrados registró una alta diversidad ($H' = 0,77$), lo que podría ser explicado por la variabilidad de tipo de sustrato. Por su parte la especie dominante (***Turritella cingulata***) alcanzó una dominancia específica de 39 %, en relación a los otros invertebrados (Tabla 7).

- **Caramucho (I Región)**

En esta localidad las zonas de muestreo se encuentran ubicadas frente a la caleta del mismo nombre y dentro de los límites del Área de Manejo de la organización de pescadores.



- **Zona intermareal**

El sector de muestreo se encuentra expuesto al oleaje y está conformado por una plataforma rocosa, de pendiente moderada que deja expuesta unos 15 m de extensión (marea baja), donde *L. nigrescens* conforma cinturones continuos y densos. Entre los discos de esta planta se observa una riqueza de 8 taxa (3 algas y 5 invertebrados). La cobertura algal compuesta principalmente por *crustosas calcáreas* (71%) y *Corallina sp* (14%). La fauna asociada a este ambiente presenta una baja densidad de organismos y está representada por *Actinia indet.* (0,38 ind./0,25 m²), *L. albus*, *T. tridentata* (0,31 ind./0,25 m²) y *Fissurella sp* (0,19 ind./0,25 m²) (**Tabla 4**). Esta localidad presenta un índice de diversidad considerado intermedio ($H' = 0,68$), explicado principalmente por la alta uniformidad ($J' = 0,98$), entre las especies encontradas. La especie dominante (*Actinia indet.*) alcanza un 27%, de la abundancia total de invertebrados (**Tabla 5**).

- **Zona Submareal**

En esta localidad las praderas de *L. trabeculata* se ubican sobre bajeras sumergidas interrumpidas por sectores de conchuela y arena. Su rango batimétrico se encuentra entre los 3 a 12 metros alcanzando un ancho aproximado de 100 m. Su morfología corresponde al tipo arbustiva, lo que está posiblemente determinado por su alta exposición y la presencia de fuertes corrientes de fondo. Entre los espacios Inter-discos, se registró una riqueza de especies de 17 taxa (4 algales y 13 invertebrados). La mayor cobertura la registraron las algas *crustosas calcáreas* (60 %) y el sustrato conchuela (22 %), destacando por su importancia trófica para el recurso loco (especie objetivo del Área de Manejo), la cobertura de *Cirripedia* y *P. chilensis* con un 12 y 1,7 % respectivamente (**Tabla 6**). La mayor densidad de invertebrados la registró *T. tridentata* (15,3 ind/0,25 m²), que ocurrió preferentemente asociado a los discos de fijación de



L. trabeculata y por ***T. cingulata***, (5 ind/0,25 m²), la que se encontró asociada a los sectores de conchuela.

Se destaca además la presencia del mitílido ***Aulacomya ater***, con una densidad media de (2,7 ind/0,25 m²), aunque sólo se registraron individuos aislados entre los bolones del fondo. La comunidad asociada a este ambiente, presenta una diversidad intermedia ($H' = 0,64$), determinada principalmente por la dominancia específica de ***Tegula tridentata***, la que alcanza al 56 % (Tabla 7)

➤ Constitución (II Región)

En esta localidad, la zona de muestreo de intermareal (***L. nigrescens***), se ubicó en el sector nor-oeste de la caleta de pescadores, conformada por una pequeña ensenada de alta exposición al oleaje y de pendiente moderada. El sector evaluado de ***L. trabeculata***, se ubicó en la cabecera norte de la isla Santa María y la zona de ***M. integrifolia*** se situó al costado este de la Isla. Estos últimos sitios de evaluación, tienen una moderada exposición a la acción del viento y al oleaje.

• Zona intermareal

La zona intermareal se caracterizó por formar un marcado cinturón de ***L. nigrescens*** de un ancho aproximado 10 a 15 m (baja marea), donde el sustrato rocoso de la plataforma y bolones se mezcla con la inserción de sustratos de conchuela y arena, en el sector de la orilla. Entre esta laminar se registraron 5 taxa algales y 8 taxa de invertebrados. Las coberturas de mayor representatividad correspondieron a las ***crustosas calcáreas*** (63%) y al sustrato primario (18 %), mientras que la fauna asociada a este ambiente está principalmente compuesta por ***Scurria sp*** (0,44 ind./0,25 m²) y ***Actinia indet.*** (0,38 ind./0,25 m²) (Tabla 4). Esta localidad presenta un alto índice de diversidad ($H' = 0,79$), dado por la baja dominancia específica de la



especie ***Scurria sp*** (26%), en relación a los otros invertebrados presentes (Tabla 5)

- **Zona Submareal**

- ***L. trabeculata***

En esta localidad el bosque de ***L. trabeculata*** posee una morfología de tipo arbustiva y ocupa una extensión aproximada de 100 m de ancho. Su rango batimétrico se encuentra entre los 3 a los 15 mts de profundidad, con sectores de bajeras planas y conchuela. Entre los espacios Inter-discos, se registró una riqueza de 14 taxa (1 algal y 13 invertebrados). La mayor cobertura la registraron las algas *crustosas calcáreas* (58 %) y el sustrato conchuela (23 %), seguida de ***Rodophyta indet.*** con un 18 % de cobertura. La mayor densidad de invertebrados la registró ***T. tridentata*** (6,3 ind/0,25 m²), y por ***T. cingulata*** (3,6 ind/0,25 m²), esta última asociada preferentemente en sectores de conchuela y bolones (**Tabla 6**) En términos comunitarios esta localidad presenta una baja diversidad de invertebrados ($H' = 0,54$), la que está determinada principalmente por la dominancia específica de ***T. tridentata***, que alcanzó un 55 % (**Tabla 7**).

- ***M. integrifolia***

Al costado Este de la Isla Santa María, la pradera de ***M. integrifolia*** conforma una pradera de aproximadamente 1 Ha. El sustrato está compuesto por bajeras planas, conchuela y bolones. Su rango batimétrico va desde de 2 a 5 metros de profundidad. Entre los espacios Inter-discos, se registró una riqueza de 13 taxa (5 algales y 8 invertebrados). Los mayores valores de cobertura la registraron el sustrato conchuela (41 %), y las algas ***Halopteris sp*** (25 %), *crustosas calcáreas* (21%) y plantas juveniles de ***L. trabeculata*** (9 %). Los invertebrados bentónicos estuvieron representados principalmente por ***T. cingulata*** (2,5 ind/0,25 m²), y



T. tridentata (2,2 ind./0,25 m²), esta última asociada preferentemente a los discos de fijación de las laminareales presentes (**Tabla 8**). En términos comunitarios esta localidad presentó una alta diversidad de invertebrados ($H' = 0,75$), lo que está determinado principalmente por la baja dominancia específica de *T. cingulata*, la que alcanzó un 27% (**Tabla 9**)

➤ Cifuncho (II Región)

La zona de muestreo de las praderas de *L. nigrescens* y *L. trabeculata* se ubica aproximadamente a 4 km, al sur de la caleta de pescadores, en el sector de Barquilla alta, donde actualmente se realizan actividades de recolección y extracción de algas.

• Zona intermareal

El sector de muestreo, presenta un cinturón continuo de *L. nigrescens*, protegido al oleaje y de ancho aproximado de 1,0 a 1,5 metros. Entre esta laminaral se registraron 5 taxa algales y 7 taxa de invertebrados. Las mayores coberturas correspondieron a algas *crustosas calcáreas* (46%) y al sustrato primario (39 %). La fauna asociada a este ambiente está principalmente compuesta por *Scurria sp* (0,56 ind./0,25 m²), *Chiton sp* y por el asteroídeo *H. helianthus*, con densidades medias de 0, 12ind./0,25 m² (**Tabla 4**). Con respecto a la comunidad, la dominancia de *Scurria sp* (56%) y la abundancia relativa del resto de invertebrados determinan una diversidad baja de $H' = 0,59$ (**Tabla 5**).

• Zona Submareal

La pradera prospectada de *L. trabeculata*, posee una morfología mixta con plantas tipo arbustiva y arborecente y posee un ancho aproximado de 50 m. El sustrato rocoso está conformado preferentemente por bajerías planas y sectores



de conchuela. El rango batimétrico de la pradera se encuentra entre los 4 a 12 m, determinada por una pronunciada pendiente. Entre los espacios Inter-discos, se registró una riqueza de 12 taxa (2 algales y 10 invertebrados). La mayor cobertura la registraron las algas *crustosas calcáreas* (51 %) y *Halopteris sp* (32 %), seguida del sustrato conchuela con un 14 % de la cobertura observada. La mayor densidad de invertebrados la registró *T. tridentata* (3,9 ind/0,25 m²), y *T. cingulata* (2,3 ind/0,25 m²), esta última asociada preferentemente en sectores de conchuela (**Tabla 6**). La comunidad de organismos Inter.-plantas de esta localidad, presenta una baja diversidad de invertebrados ($H' = 0.55$), lo que está determinado principalmente por la dominancia específica de *T. tridentata*, la que alcanzó 53 % (**Tabla 7**).

➤ Los Pozos (III Región)

La zona intermareal de esta localidad está conformada por una playa rocosa (bolones) de baja pendiente, de alta exposición al oleaje y de ancho aproximado de 15 m (marea baja). En esta localidad no se realizaron muestreos submareales.

• Zona intermareal

En este sector *L. nigrescens*, se distribuye en parches y plantas juveniles aisladas. En el espacio interplantas se registró una baja riqueza de especies, la que estuvo representada por 2 taxa algales y 5 de invertebrados. Las principales coberturas correspondieron a sustrato primario con un 97 % de la superficie evaluada, seguida de algas *crustosas calcáreas* (2,5 %). Los invertebrados bentónicos estuvieron representados principalmente por *T. niger* (9,1 ind./0,25 m²), y *T. tridentata* (3,1 ind./0,25 m²), los que en algunas ocasiones cubrían gran parte de la planta (**Tabla 4**) Con respecto a la comunidad, la alta dominancia específica de *T. niger* (73%) y la baja abundancia relativa del resto de invertebrados grafican la baja diversidad registrada ($H' = 0,29$) (**Tabla 5**).



➤ **Caleta Angosta (III Región)**

En esta localidad se realizaron evaluaciones intermareales de *L. nigrescens* y en la zona submareal, de *M. integrifolia*, ubicadas frente a la caleta de pescadores.

• **Zona intermareal**

La zona de muestreo presenta plataforma rocosa, de alta exposición al oleaje y de ancho aproximado de 3 m (marea baja). En este sector *L. nigrescens* conforma, en algunas zonas, cinturones continuos interrumpidos por sitios donde se registran una distribución en parches. Entre los espacios Inter-discos se registró la presencia de 8 taxa, compuesta por 4 taxa algales y 4 de invertebrados. Las principales coberturas correspondieron a algas *crustosas calcáreas* y sustrato primario con un 61 y 29 %, respectivamente. La densidad de invertebrados estuvo representada principalmente por *Collisella sp* (0,88 ind./0,25 m²) y por *Fissurella spp* (0,50 ind./0,25 m²) (**Tabla 4**). La comunidad registró baja diversidad ($H' = 0,51$), dada por la dominancia específica de *Collisella sp* (50%) y la baja abundancia relativa del resto de invertebrados (**Tabla 5**).

• **Zona Submareal**

▪ *M. integrifolia*

Frente al sector de evaluación intermareal se prospectó la pradera de *M. integrifolia*, de un ancho aproximado de 50 metros. De pendiente moderada, el tipo de sustrato está representado por bolones y conchuela. Su rango batimétrico va desde los 1,5 a 3,0 m de profundidad. En este lugar se registró un número de 10 taxa en los espacios Inter-discos (5 algas y 5 invertebrados). Los mayores valores de cobertura lo registraron las algas *crustosas calcáreas*, (55 %) y



Halopteris sp (18%). La fauna asociada a este ambiente, está compuesta principalmente por ***T. tridentata*** y ***Actini indet*** con densidades medias de 2,67 y 0,75 ind./0,25 m², respectivamente (**Tabla 8**). La comunidad de este sector, presenta una baja diversidad ($H' = 0,51$), dada principalmente por la alta dominancia específica de ***T. tridentata***, que alcanzó un 60 % (**Tabla 9**).

➤ **Punta de Lobos (III Región)**

En esta localidad, la zona de muestreo intermareal se ubicó a 1 km hacia el sur de caleta Los Corrales, dentro de los límites del Area de Manejo y cercana al sector de acantilados. En tanto la zona submareal evaluada, se situó frente a la caleta de pescadores.

• **Zona Intermareal**

Este sector presenta una alta exposición al oleaje, donde ***L. nigrescens***, forma cinturones continuos de un ancho aproximado de 1,5 metros. Entre los discos de esta laminareal, se registró un total de 12 taxa (3 algales y 9 de invertebrados). La mayor cobertura estuvo representada por algas *crustosas calcáreas* (86 %) y por el sustrato primario que alcanzó el 11 % de la superficie evaluada. La densidad de invertebrados bentónicos está compuesta fundamentalmente por ***Collisella sp*** (0,69 ind./0,25 m²), y por ***Fissurella spp*** y ***Chiton spp***, los que alcanzaron densidades medias de 0,13 ind./0,25 m² (**Tabla 4**) Por su parte, los índices comunitarios muestran valores de dominancia de 48 % para ***Collisella sp*** y una diversidad de $H' = 0,72$ unidades (**Tabla 5**).



- **Zona Submareal**

En esta localidad la pradera de *L. trabeculata* se encuentra a unos 80 m de la orilla, sobre sustrato rocoso el cual presenta incursiones importantes de arena. Su morfología es de tipo arbustiva y el ancho promedio corresponde a unos 80 m. El rango batimétrico va entre los 3 a 10 m de profundidad. Entre los espacios Interdiscos, se registró una riqueza de 12 taxa (2 algales y 10 invertebrados). La mayor cobertura la registraron las algas *crustosas calcáreas* (78 %) y el alga *Halopteris sp* (10 %), la cual conformaba praderas más allá de los límites del bosque de *L. trabeculata* (sobre los 10 m de profundidad). La mayor densidad de invertebrados la registró *T. tridentata* (5,4 ind/0,25 m²), y por *Actinia indet* (3 ind/0,25 m²) (Tabla 6). En este ambiente la comunidad de organismos Inter-plantas, presenta una baja diversidad de invertebrados ($H' = 0,56$), lo que está determinado principalmente por la dominancia específica de *T. tridentata*, la que alcanzó 52 % (Tabla 7).

- **Limarí (IV Región)**

Los sectores de muestreo en esta localidad, se encuentran dentro de los límites del Área de Manejo de la organización de pescadores y se caracterizan por presentar una alta exposición al oleaje. El sector intermareal se sitúa al costado sur de la caleta de pescadores, mientras que las zonas de evaluación submareal de *L. trabeculata* y *M. itegrifolia* se ubican en los sectores denominados el Morel (costado norte de la desembocadura del río Limarí) y el Toro, respectivamente.

- **Zona Intermareal**

En esta localidad, la zona intermareal posee una extensión aproximada de 10 m de extensión (baja marea), de pendiente moderada la cual está conformada por roqueríos altos y de difícil acceso. En este ambiente *L. nigrescens*, conforma



cinturones continuos de un ancho aproximado de 1,5 m. Entre los espacios Inter-discos, se registraron un total de 9 taxa (3 algales y 6 invertebrados). La principales coberturas corresponden a algas *crustosas calcáreas* (78 %), seguida de sustrato primario (8%) y *Cirripedia* (7%). Las principales densidades de invertebrados corresponden a *Chiton sp* y *Collisella sp* con medias de 0,81 ind./0,25 m² y de *Fissurella spp* con 0,38 ind./0,25 m² (Tabla 4). Los índices comunitarios mostraron una baja diversidad ($H' = 0,58$), marcada preferentemente por la baja riqueza de especies encontradas, dado que la dominancia específica registró un 36% (*Chiton sp*) (Tabla 5).

- **Zona Submareal**

- ***L. trabeculata***

La pradera de *L. trabeculata*, se encuentra ubicada sobre sustrato rocoso conformado por bolones y bajerías altas. La morfología de la pradera corresponde al tipo arbustiva y el rango batimétrico fluctúa entre los 4 a 12 m de profundidad. Entre los espacios Inter-discos, se registró una riqueza de especies de 13 taxa (4 algales y 8 invertebrados). La mayor cobertura la registraron las algas *crustosas calcáreas* (88 %) y *Plocamium sp* (5 %), esta última conformando pequeños parches entre los discos de *L. trabeculata*. En cuanto a la presencia de invertebrados, destacaron las densidades de *T. tridentata* y *Fissurella spp*, con valores de 2,2 y 0,6 ind/0,25 m², respectivamente (Tabla 3). Con respecto a la comunidad, ésta presenta una diversidad intermedia de invertebrados ($H' = 0,62$), lo que está determinado principalmente por la dominancia específica de *T. tridentata*, la que alcanzó 56 % (Tabla 5).



- ***M. integrifolia***

En esta localidad, las praderas de ***M. integrifolia***, se extienden hacia el sector sur de la caleta aproximadamente de 2 km de largo por unos 30 m de ancho, sectores donde predomina una plataforma rocosa con incursiones importantes de conchuela. El rango batimétrico de la pradera oscila entre los 1,5 a 3,0 mts de profundidad. Entre los espacios Inter-discos de esta laminaral, se registró una riqueza que involucra a 11 taxa. (5 algales y 6 invertebrados). La mayor cobertura la registraron las algas *crustosas calcáreas* (42 %), ***Rhodophyta indet.*** (23%) y el sustrato conchuela que alcanzó una cobertura media de 14 %. La densidad de invertebrados bentónicos estuvo representada principalmente por ***T. tridentata*** (2,1 ind/0,25 m², ***Actinia*** indet. (0,67 ind/0,25 m²), siendo destacable además la presencia de especies ***Fissurella spp*** y del pepino de mar ***Athyridium chilensis*** con valores de densidad de 0,25 ind/0,25 m² (**Tabla 8**). En términos comunitarios, este ambiente presentó un bajo valor de diversidad ($H' = 0,56$) lo que está determinado principalmente por la dominancia específica de ***T. tridentata***, la que alcanzó 58 % (**Tabla 9**).

- **La Cebada (IV Región)**

Las zonas de muestreo de los ambientes intermareales y submareales de esta localidad, se encuentran con un alto grado de exposición al oleaje y dentro de los límites del Área del Manejo de la organización de pescadores.

- **Zona Intermareal**

La plataforma rocosa del intermareal, posee una pendiente moderada que determina un ancho aproximado de 5 m (marea baja). En esta zona, ***L. nigrescens***, conforma cinturones continuos de grandes dimensiones y con un ancho aproximado de 1,5 m. La riqueza de especies está determinada por 10 taxa



de organismos, de los cuales 4 son algales y 6 corresponden a invertebrados. La mayor cobertura la registran las algas *crustosas calcáreas* (75%), ***Codium spp*** (8%) y ***Corallina spp*** (6%). Por su parte, la densidad de organismos móviles están representadas principalmente por ***Fissurella spp*** y ***Chiton spp***, con densidades de 0,44 y 0,25 ind./0,25 m², respectivamente (**Tabla 4**). La comunidad asociada a los espacios Inter-discos, de ***L. nigrescens***, presenta valores intermedios de diversidad ($H' = 0,65$) y una dominancia de ***Fissurella spp*** 36 % (**Tabla 5**).

- **Zona Submareal**

En esta localidad el sector de muestreo, se ubicó al costado norte del humedal El Teniente y se caracteriza por presentar bajarías y un sustrato rocoso plano, con incursión esporádica del sustrato arena. De este sector hacia el norte, se encuentra una extensa pradera de ***L. trabeculata***, con un ancho aproximado de 150 metros. La morfología de la pradera corresponde al tipo arbustiva y su rango batimétrico fluctúa entre los 3 a 15 m de profundidad. La flora y fauna asociada a los espacios Inter-discos registró una riqueza de 12 taxa (4 algal y 8 invertebrados). La mayor cobertura la registraron las algas *crustosas calcáreas* (86 %) y ***Cirripedia*** (7 %), seguida de ***Plocamium sp.*** con un 5 % de la cobertura observada. Por su parte, los mayores valores de densidad de invertebrados la registraron ***Fissurella spp*** y ***A. echinata*** con 0,92 y 0,42 ind./0,25 m², respectivamente (**Tabla 6**). En términos comunitarios esta localidad presenta una alta diversidad de invertebrados ($H' = 0,78$), lo que está determinado principalmente por la uniformidad ($J' = 0,87$) registrada y por la dominancia específica de ***T. tridentata***, la que alcanzó sólo al 36 % (**Tabla 7**).



- **Análisis de las comunidades asociadas a los discos basales de *L. nigrescens* y *L. trabeculata***

Las especies del género *Lessonia*: *L. nigrescens* y *L. trabeculata*, son respectivamente, las algas pardas de mayor cobertura y biomasa en ambientes, intermareales y submareales rocosos, de la zona norte de Chile (Santelices, 1982; Vásquez, 1989). La importancia ecológica de los discos basales de estas macroalgas, está dada por su rol estructurador de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos, la que ha sido documentado en la literatura existente (**Anexo B**).

El disco de adhesión de éstas macroalgas, constituye el más importante indicador del crecimiento, fertilidad y estructura comunitaria de las especies asociadas a las plantas, pues es el de mayor capacidad predictiva del peso y tamaño de las plantas y tendría una relación definida con el número y diversidad de especies que habitan en ellos (Santelices, 1982; Vásquez, 1989).

Según estos antecedentes, al recolectar para las distintas localidades de estudio los discos de fijación de tamaño medio o más representativo, se podría obtener una perspectiva del estado de las comunidades en cada sitio de estudio.

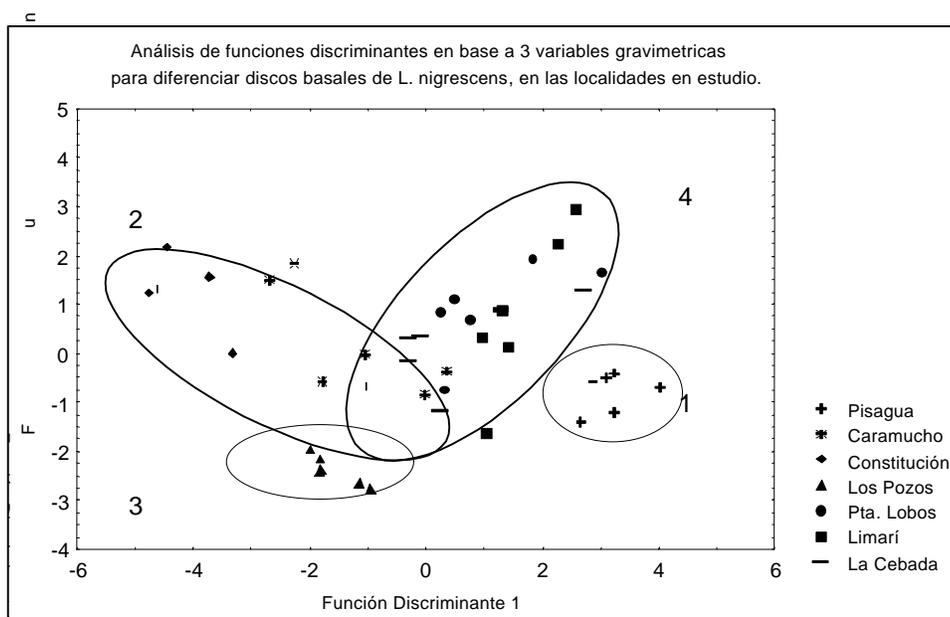
- ***L. nigrescens***

Los principales estadígrafos de las variables gravimétricas registradas en 42 discos *L. nigrescens* analizados se presentan en el siguiente cuadro:



Región	Localidades	Variables gravimétricas					
		Peso-disco (Kg)		Nº de estipes		Diámetro disco (cm)	
		Media	sd	Media	sd	Media	sd
I	Pisagua	3,58	0,45	19,17	3,31	26,17	2,48
	Caramucho	2,73	0,63	33,00	9,63	24,67	2,42
II	Constitución	2,38	0,57	41,50	10,52	24,83	6,01
III	Los Pozos	0,24	0,17	11,83	3,49	11,00	2,97
	Punta Lobos	4,21	1,16	34,83	6,31	29,50	5,36
IV	Limarí	4,25	1,65	32,33	11,98	26,50	7,37
	La Cebada	3,53	1,19	31,67	7,00	29,67	8,16

Con el propósito de identificar localidades de estudio que presenten discos con relaciones gravimétricas semejantes, se realizó un análisis discriminante entre estas variables, obteniendo agrupaciones o similitudes que conformaron 4 “tipos de discos”; observados para las distintas localidades. Estos corresponden a: 1) Pisagua; 2) Caramucho-Constitución; 3) Los Pozos; y 4) punta de Lobos-Limarí - La Cebada, los cuales se muestran en la siguiente gráfica:





Las diferencias observadas en el tamaño de los discos entre localidades, pueden ser atribuidas a lo menos a 2 factores: a) la adaptación a las condiciones física-biológicas locales (i.e. el grado de exposición al oleaje, desecación o presión de herbivoría), y b) el grado de presión extractiva del recurso en las diferentes localidades.

Las comunidades asociadas a discos basales de *L. nigrescens*, en las 7 localidades en estudio, registraron un total de 34 taxa de macroinvertebrados bentónicos. Entre los grupos identificados el de mayor representación numérica corresponde al *Phylla Mollusca* con 12 taxa; seguido de la clase *Crustacea*, con 10; *Anellida*, con 5; *Echinodermata*, con 4, y; *Chordata*, con 1. Los valores de densidad promedio y de abundancia de cada uno de los taxa presentes en estas comunidades, se entregan en las **Tablas 10 y 11**.

La estimación de índices de diversidad biológica de las comunidades asociadas a los discos de fijación, para cada una de las localidades, se muestra en la **Tabla 12**. La mayor diversidad se registró en los sectores de la III y IV Región (punta Lobos, Limarí y la Cebada), cuyos valores fluctuaron entre los 1,158 a 0,975 unidades. Destaca por su bajo índice de diversidad, la localidad de Los Pozos, donde los menores tamaños poblacionales del recurso y la probada relación entre el número de especies y tamaño de disco, se corresponden a los valores registrados en esta localidad.

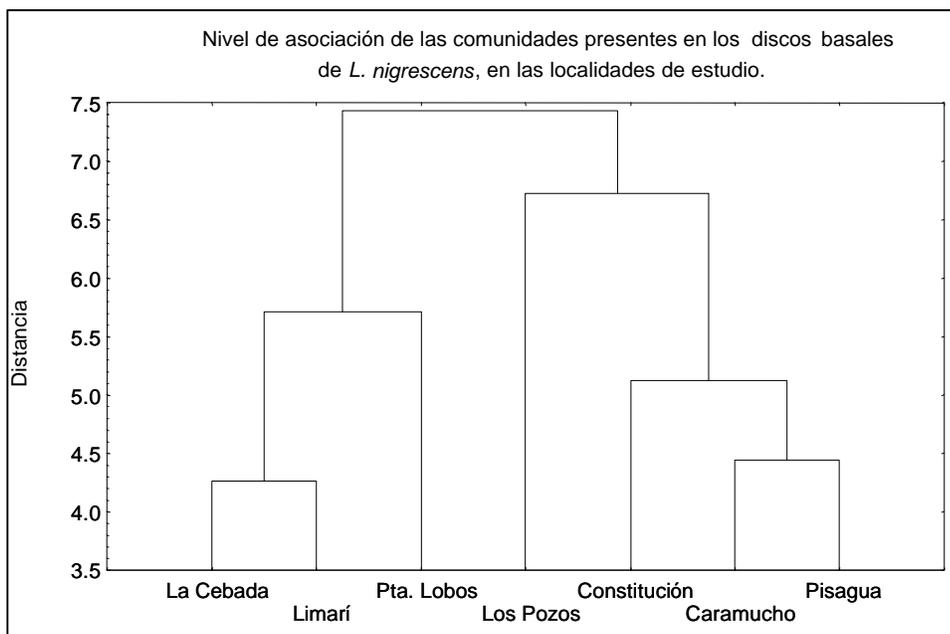
La riqueza específica registrada da cuenta de un rango entre 6 a 23 taxa por localidad, registrando las localidades de punta de Lobos y Los Pozos (III Región), el mayor y menor valor observado, respectivamente. Por su parte, la dominancia específica muestra que en la I y II Regiones la especie dominante en los discos de fijación de *L. nigrescens*, es *Semimytilus algosus*, con valores de 36 a 65 % de la abundancia total. En la III Región, las especies dominantes corresponden a



T. niger y *Gammaridae indet* con valores de 45 y 27 %, respectivamente. Para las localidades de la IV Región, el taxa más representado corresponde *Nereidae indet* con valores cercanos al 20 % de la abundancia registrada.

En general, los valores de uniformidad, dominancia y diversidad estimados para las distintas localidades en estudio, sugieren que las comunidades de *L. nigrescens* presentan una alta diversidad, con una distribución relativamente uniforme del número de individuos en la mayor parte de los taxa presentes. Esta situación se ve alterada cuando se observan poblaciones altamente perturbadas, como en el caso de la localidad de Los Pozos, donde la mayor intervención es producto de las actividades de remoción directa de plantas, por parte de los propios usuarios del recurso.

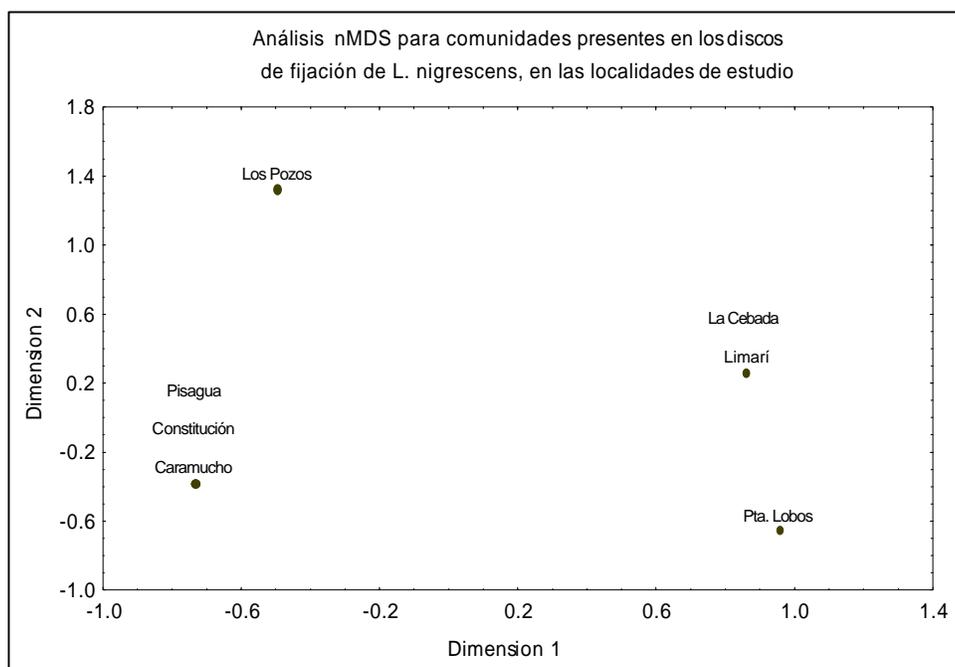
El grado de asociación de las comunidades presentes a los discos basales para las diferentes localidades se representa en el siguiente esquema:





El análisis de agrupamiento, en función de valores de similitud de la composición numérica de cada uno de los taxa presentes en los distintos sectores, muestra que en general, las comunidades presentan similitudes asociadas a la gradiente latitudinal, conformando 4 grupos de localidades: 1) Pisagua, Caramucho y Constitución; 2) Los Pozos; 3) Punta de Lobos y 4) La Cebada-Limarí. La excepción la constituye el sector Los Pozos, donde la alta perturbación de la población, rompe la tendencia general.

El análisis de escalamiento no métrico multidimensional (nMDS), estimado a través de los valores de abundancia de los invertebrados presentes en los discos de fijación, muestra la segregación existente entre los 4 grupos identificados anteriormente. La posición relativa de los grupos sugiere una fortaleza en el grado de similitud dentro de cada uno de ellos, en relación a la composición específica y a la distribución de la abundancia, dentro de las comunidades estudiadas.





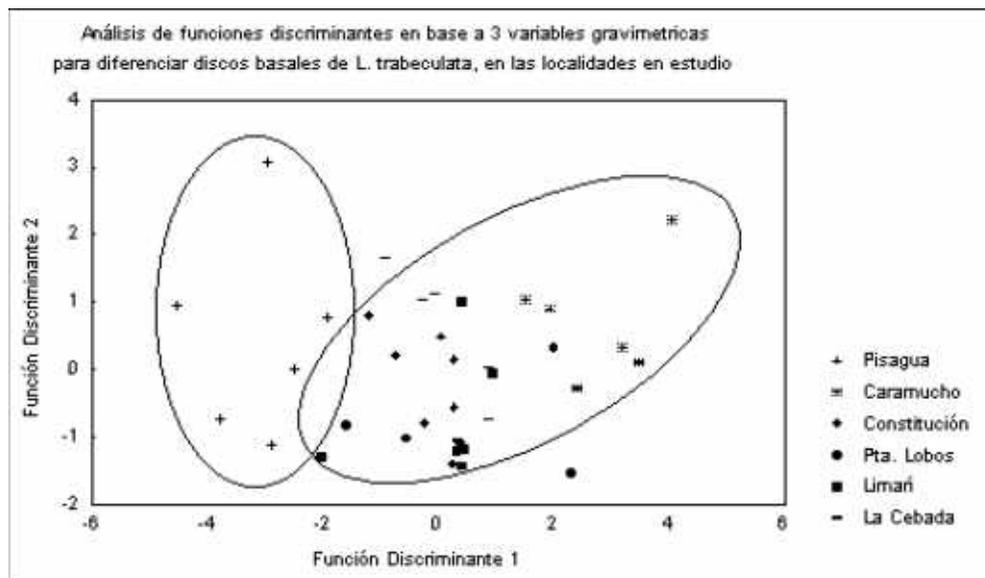
El análisis de las comunidades asociadas a los discos de fijación de *L. nigrescens* en las localidades de estudio, establece que en general, éstas muestran una alta diversidad y riqueza de especies, en las localidades donde las perturbaciones poblacionales, son menores. Por otro lado, estos mismos antecedentes permiten evidenciar los efectos ecológicos negativos derivados de la actividad de remoción directa de plantas, por parte de los usuarios del recurso.

- *L. trabeculata*

Los principales estadígrafos de las variables gravimétricas registradas en 36 discos *L. trabeculata* analizados, se presentan en el siguiente cuadro:

Región	Localidades	Variables gravimétricas					
		Peso-disco (gr)		Nº de estipes		Diametro disco (cm)	
		Media	sd	Media	sd	Media	sd
I	Pisagua	2948,00	274,75	4,83	1,33	27,00	4,65
	Caramucho	1203,50	219,21	9,00	1,90	16,33	1,86
II	Constitución	2031,67	231,49	7,50	1,38	19,83	2,99
III	Punta Lobos	1791,17	448,77	6,83	1,94	16,50	3,27
IV	Limarí	1886,50	392,60	7,33	3,83	17,33	4,32
	La Cebada	2007,83	338,69	6,17	3,19	21,00	4,73

Con el propósito de identificar localidades de estudio que presenten discos con relaciones gravimétricas semejantes, se realizó un análisis discriminante entre estas variables observadas, obteniendo agrupaciones o similitudes que conformaron 2 “tipos de discos”; los que estarían determinados por las condiciones físico-oceanográficas locales de los sectores de estudio. De este modo, discos grandes con un bajo número de estipes se encontrarían en sectores protegidos o de baja intensidad de corrientes, mientras que en sectores de alta exposición e intensidad de corrientes, los discos de fijación tendrían las características contrarias. Tal situación puede observar en la pradera del sector de Pisagua, ubicada en un sector protegido, el resto de las localidades donde las praderas estudiadas se ubicaron en sectores expuestos y semi expuestos, donde las corrientes de fondos son más intensas.



La observación anterior, estaría relacionada con lo expuesto por Vásquez, 1992, el cual relaciona los tipos de morfología arborescente y arbustiva condicionada con el grado de exposición al oleaje y al efecto de draga de las corrientes de fondo en un sitio en particular.

Las comunidades asociadas a discos basales de *L. trabeculata*, en las 6 localidades en estudio, registraron un total de 30 taxa de macroinvertebrados bentónicos. Entre los grupos identificados el de mayor representación numérica corresponde al *Phylla Mollusca* con 16 taxa; seguido de la clase *Crustacea*, con 8 *Echinodermata* con 3, *Anellida*, con 2, y *Chordata*, con 1. Los valores de densidad promedio y de abundancia de cada uno de los taxa presentes en estas comunidades, se entregan en las **Tablas 13 y 14**.

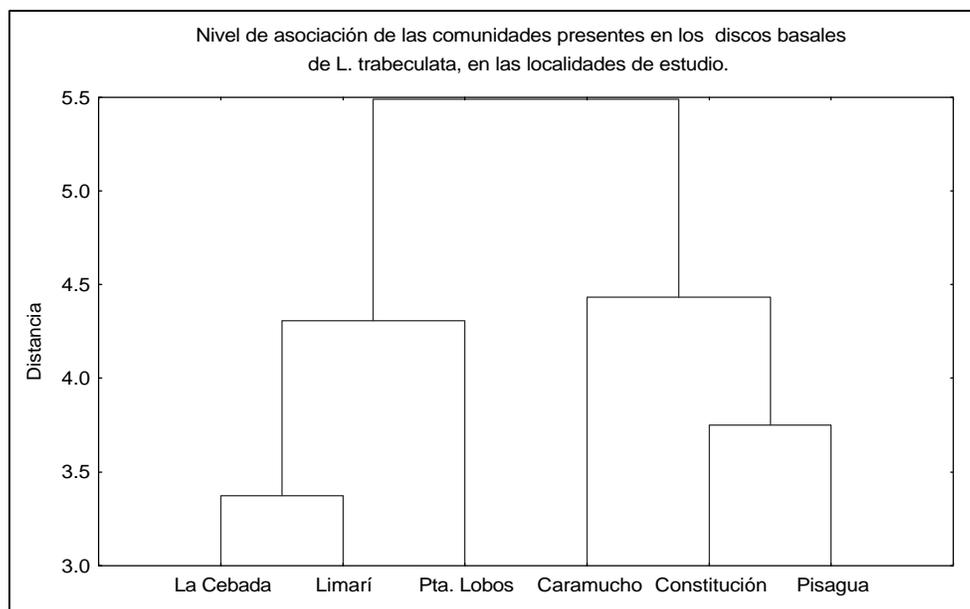
La estimación de índices de diversidad biológica de las comunidades asociadas a los discos de fijación, para cada una de las localidades, se muestra en la **Tabla 15**. En general las comunidades intra-discos registraron altos valores de diversidad en todas las localidades estudiadas alcanzando sus mayores valores en las localidades de Limarí y Caramucho con 0,91 y 1,02 unidades, respectivamente.



La riqueza específica registrada da cuenta de un rango entre 12 a 19 taxa por localidad, registrando las localidades de Caramucho y Constitución el mayor y menor valor observado, respectivamente. Por su parte, la dominancia específica muestra que para las localidades de Caramucho, punta Lobos y La Cebada, la especie dominante, fue el mítílido ***B. granulata*** con valores entre el de 35 y 42 % de la abundancia total. En las localidades de la Pisagua y Constitución la especie dominante correspondió a ***T. tridentata*** (38 %), mientras que la localidad de Limarí, la comunidad de los discos de adhesión de ***L. trabeculata*** fue ***Gammaridae indet*** con un 25 % de la abundancia total.

En general, los valores de uniformidad, dominancia y diversidad estimados para las distintas localidades en estudio, sugieren que las comunidades de ***L. trabeculata*** presentan una alta diversidad, con una distribución relativamente uniforme del número de individuos en la mayor parte de los taxa presentes.

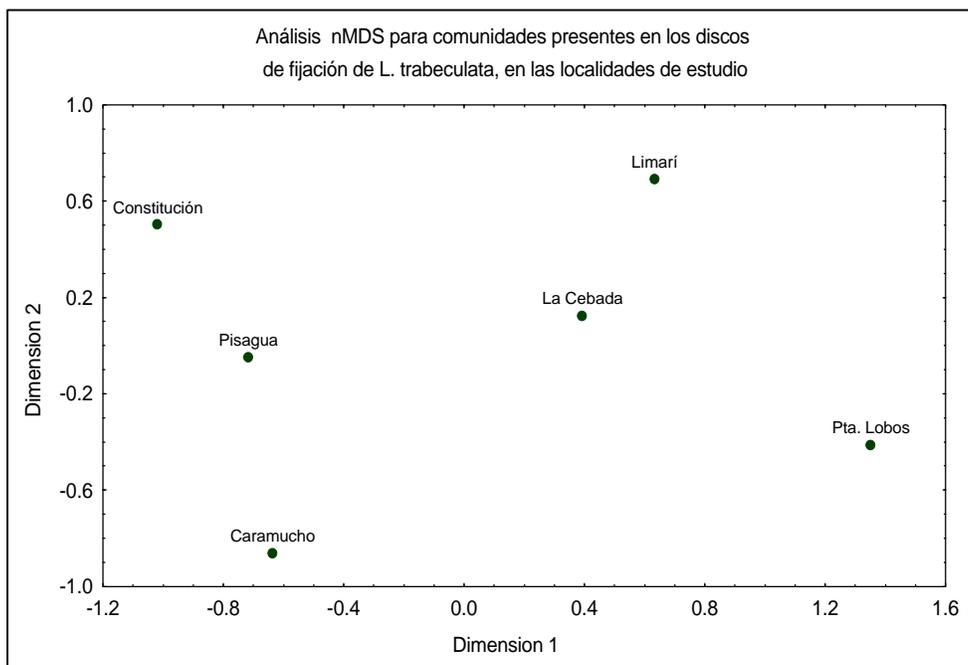
El grado de asociación de las comunidades presentes a los discos basales para las diferentes localidades se representa en el siguiente esquema:





El análisis de agrupamiento, en función de valores de similitud de la composición numérica de cada uno de los taxa presentes en los distintos sectores, muestra que en general, las comunidades presentan similitudes asociadas a la gradiente latitudinal, conformando 4 grupos de localidades: 1) Pisagua -Constitución 2) Caramucho 3) punta de Lobos y 4) La Cebada-Limarí.

El análisis de escalamiento no métrico multidimensional (nMDS), estimado a través de los valores de abundancia de los invertebrados presentes en los discos de fijación, muestra la segregación existente entre los 4 grupos identificados anteriormente. La posición relativa de los grupos sugiere que el grado de similitud dentro de cada uno de ellos, en relación a la composición específica y a la distribución de la abundancia, no está fuertemente determinado, dentro de las comunidades estudiadas, por lo que el agrupamiento observado en el esquema anterior, no es concluyente, como se muestra en el siguiente esquema.





El análisis de las comunidades asociadas a los discos de fijación de *L. trabeculata* en las localidades de estudio, establece que en general, éstas muestran una alta diversidad y riqueza de especies. Las diferencias registradas serían producto de las variaciones de las condiciones físico-oceanográficas de las distintas localidades, ya que esta especie no está siendo explotada directamente del submareal.

- **Consideraciones sobre la conservación de la biodiversidad**

La información recopilada en las 9 localidades estudiadas de la I a la IV Región, muestra un total de 58 taxa animales y 11 taxa de algas asociados a las praderas de *L. nigrescens* y *L. trabeculata* en los ambientes intermareales y submareales. Los discos de fijación de *L. nigrescens* analizados, concentraron el 81 % del total de los taxa observados en el sector intermareal, mientras que en la zona submareal los discos de *L. trabeculata* albergaron el 68 % de los taxa registrados para este ambiente. Esta información muestra la importancia de estas macroalgas como reservorios de biodiversidad y estructuradores de ecosistemas como ha sido reportado en numerosas publicaciones (Cancino & Santelices, 1984; Santelices, 1989; Vásquez 1992; Vásquez, 1989).

Los resultados indican que en general las zonas intermareales que presentan altos grados de intervención producto de la remoción directa de plantas de *L. nigrescens*, registraron los menores índices de diversidad y riqueza de especies, tanto dentro de los discos de fijación, como en los espacios Inter-discos, lo cual genera una alta perturbación local de las comunidades afectadas por este tipo de arte extractivo.

Si consideramos que actualmente este tipo de intervención se realiza sin un mayor control en la mayoría de los sectores costeros de la zona norte de Chile, la consecuencia lógica nos hace suponer que se estaría produciendo un proceso



importante de perturbación en la dinámica natural de las poblaciones de *L. nigrescens*, y por ende, de las especies asociadas a los discos de fijación de esta especie. La tendencia anterior podría ser una voz de alerta, sobre las medidas de administración que permitan o autoricen la remoción directa de plantas de la zona intermareal o submareal (*L. trabeculata*), como parte de una estrategia de explotación para estos recursos.

Si bien se han establecido formas de explotación directa para estos recursos, que consideran aspectos ecológicos, biológicos y reproductivos de estas macroalgas (Santelices, 1989 y Edding *et al.*, 1998), el promover la remoción directa de plantas, constituiría una señal negativa para los usuarios de la pesquería en general.

4.5. Diseño de modelo conceptual/cuantitativo de la pesquería de algas pardas

El desarrollo de este objetivo ha respondido a la aplicación del enfoque ciencias de sistemas, (Seijo *et al.*, 1997); donde se ha definido la información necesaria de acuerdo a los componentes más relevantes del sistema: i) **recurso**; ii) **fuerza extractiva** y iii) **plantas de proceso**.

Dentro del componente recurso, la dinámica de los procesos de crecimiento individual, reclutamiento y mortalidad, condiciona la dirección y magnitud del sistema productivo, dado que éste se mantiene principalmente en función de los niveles de alga varada.

En este sentido, resulta necesario entender los procesos antes mencionados, situación que hizo imperativa su evaluación, a pesar de no estar comprometida en la Propuesta Técnica del proyecto. La evaluación de los aspectos poblacionales, se realiza con la incorporación de datos recolectados de fuentes primarias (ejecución del estudio) y secundarias (literatura), para estimar los parámetros de entrada del modelo.



4.5.1 Parametrización de los procesos poblacionales de *L. nigrescens*

A continuación se presentan de forma sintética el análisis de los principales parámetros poblacionales de *L. nigrescens*. En Chile, en especial en la zona central se ha generado información, por numerosos investigadores, valiosa para el manejo de *L. nigrescens*, en función de estudios experimentales de crecimiento en longitud de frondas, fertilidad, asentamiento - reclutamiento y mortalidad, relaciones funcionales, sistemas comunitarios, entre otros (Anexo B). La información anterior ha sido parametrizada, como se muestra en las **Figuras 35 y 36**.

a) Estimación del crecimiento en talla función del diámetro del disco

El crecimiento de *L. nigrescens*, presenta un buen ajuste entre el incremento de las observaciones y los crecimientos estimados de acuerdo al modelo de Von Bertalanffy (**Figura 35**), función que está expresada por los siguientes parámetros.

$$L_t = 386,6 * (1 - e^{-0,04*(t-1,4)})$$

Debido a que el diámetro del disco ha sido seleccionado como variable de observación, a fin de establecer las tallas de referencia poblacional, se analizó el ajuste de las variables longitud máxima de la fronda v/s el diámetro del disco, función que presenta un adecuado ajuste predictivo entre ambas variables (**Figura 35**), aspectos ampliamente reportados en la literatura, lo anterior permitió transformar los datos de crecimiento de longitud total a crecimiento en base al diámetro del disco, con lo cual se estimaron, por medio de minimización, las constantes de Doo, K, to, la cual entregó una adecuación consistente entre los datos predichos (funcionales) del diámetro del disco y los estimados para la misma variable (Figura 35). De esta forma, el crecimiento en función del diámetro queda expresada por:



$$L_t = 62,4 * (1 - e^{-0,04*(t-2,25)})$$

Se debe señalar que las estimaciones utilizando la variable longitud de fronda o diámetro del disco, ajustan de la misma forma los parámetros K y t_0 , reflejando la relación directa entre ambas variables.

De acuerdo a estas estimaciones los individuos alcanzarían las tallas máximas observadas, talla media de los ejemplares de mayor tamaño poblacional, aproximadamente entre los 5 y 6 años.

b) Estimación del crecimiento en peso en función del diámetro del disco

Para estimar el crecimiento en peso, se utilizó la relación diámetro del disco–peso de planta, función gravimétrica que permite predecir el peso del alga en función de la talla del disco (**Figura 35**), dado el buen ajuste entre ambas variables. De esta forma el crecimiento en peso, el cual permite predecir los pesos medios a la edad, queda expresado de acuerdo a:

$$W_t = 87,95 * [(1 - e^{-0,04*(t-2,25)})]^{2,08}$$

c) Estimación de sobrevivencia – mortalidad (M).

A partir de datos de seguimiento de 15 meses de cambios en densidad (reclutas/0,25 m²), se estimaron tasas de mortalidad mensual (**Figura 36**). La estimación de M constante a partir de la pendiente linearizada de los logaritmos de sobrevivencia en densidad, arroja un valor de 0,105 en base mensual. Por su parte, la pendiente de la función logarítmica de la mortalidad edad específicas (*mi*), entrega un valor de *Mi* medio de 0,137 mensual, encontrándose una alta consistencia entre ambos valores de M global, obtenidos por los métodos utilizados.



La estimación de la función de m a la edad específica permite asignar tasas de mortalidad considerando la edad-talla de la población, enfoque que resulta más adecuado considerando los procesos de mortalidad densodependientes a la talla, que se presentarían para este recurso.

Si conjugamos la mortalidad y tallas máximas individuales observadas, podemos decir que este recurso tendría una longevidad alrededor de los 5 a 7 años, lo cual es coincidente con las observaciones de terreno, donde se ha estimado una longevidad máxima de entre los 6 y 7 años (Ojeda, Com. Pers).

d) Estimación de talla - edad crítica del recurso *L. nigrescens*

Aplicando la metodología planteada, se han integrado los parámetros de crecimiento del disco, su relación con el peso y la estimación de mortalidad natural, estimándose la talla-edad crítica ($L_c - T_c$), indicador que da cuenta de la máxima biomasa de un grupo de individuos reclutados en un mismo tiempo (**Figura 36**).

El valor estimado de L_c corresponde a los 24 cm, con una edad equivalente de 14 meses. Esta talla está asociada a una producción de 21,0 kg/0,25 m² (Standing Crop), indicador que es específico para la zona central, ya que es dependiente de los valores de densidad observados y de las funciones gravimétricas. Dadas las características particulares de la costa, las estimaciones anteriores requieren de estudios específicos para cada población del recurso.



e) Estimación de la productividad anual y tasa de renovación de la población

La productividad da cuenta de los niveles de producción por área y tiempo de un recurso. En el caso particular del recurso analizado, este parámetro se debe entender como el alga removida naturalmente de la población, donde sólo una fracción de ella se vara, y de la cual sólo una fracción es recolectada. Por otra parte, la tasa de renovación es un indicador de cambio medio de la población a través del tiempo.

La estimación de los parámetros anteriores, es altamente dependiente de los valores de reclutamiento y de los patrones de mortalidad históricos, los que determinan la estructura estática de tallas en una localidad dada (criterio de pseudocohorte).

De acuerdo a lo anterior, el modelo de reclutamiento, en base a datos observados de reclutamiento, y densidad en estado de “equilibrio” de las poblaciones, condiciona un desempeño de tipo dendodependiente (**Figura 36**). Esta aproximación, si bien, da cuenta de un proceso de saturación de espacio reportado por estudios afines, sólo incorpora de manera general los procesos de asentamiento mensual, el que estaría indicando de forma indirecta – con retraso de 1 a 2 meses – los niveles de fertilidad de *L. nigrescens*.

Los procesos anteriores, estarían condicionados a una localidad y épocas del año específicas, observable a través de individuos de talla < a 3 cm (valor arbitrario definido en este estudio). Por otra parte, el modelo señala no-reclutamiento en condiciones de ausencia de plantas adultas a escala espacial de muestreo (0,25 m²), por tanto para alcanzar una mejor aproximación se trabajó en la obtención de una función de “tipo envolvente”, que considera el reclutamiento de acuerdo a la presencia de plantas vecinas, enfoque que permitió evaluar de forma genérica,



eventuales estrategias de manejo de rotación de áreas y remoción en mosaico. Se debe indicar, la necesidad de generar información relativa a la potencialidad reproductiva del recurso, en función de su fertilidad, periodos de máxima reproducción y éxito de los procesos de reclutamiento a la población, los cuales deben dar cuenta de situaciones a escalas regionales.

4.5.2 Procesos poblacionales de *L. nigrescens* para la I a IV Regiones

Este análisis anterior permite establecer los procesos poblacionales de acuerdo a la consistencia de la información existente, la cual es utilizada de referencia para evaluar los parámetros de dinámica poblacional de *L. nigrescens* de las Regiones I a IV.

a) Crecimiento en talla y peso en función del disco

El buen ajuste de la variable longitud total v/s diámetro del disco de la planta, para cada Región (**Figura 37**), permite establecer el crecimiento en función del disco basal, lo cual resulta práctico, en términos de establecer la composición de edades de una población y su posterior seguimiento. De esta forma las tallas de referencia biopesquera son establecidas en base al diámetro del disco.

Las curvas de crecimiento en talla y peso de *L. nigrescens*, para las Regiones IV y I, ajustados a partir de información gráfica de incremento en tallas de los estudios de Vázquez y Tala (1995) y Edding *et al.* (1998), se muestran en la **Figura 38**.

El crecimiento estimado para las Regiones I a IV (**Figura 39**), presenta una alta consistencia de los parámetros obtenidos, lo cual se ve expresado de acuerdo al parámetro bioanalógico Phi- prima:



Parámetros de crecimiento de <i>L. nigrescens</i>				
Parámetro	I Región	II Región	III Región	IV Región
Diámetro Inf. (cm)	52,80	56,47	55,00	56,80
K (mensual)	0,033	0,043	0,046	0,048
To (meses)	1,20	2,15	2,29	2,60
Peso inf. (kg)	53,2	58,5	71,8	65,6
Phi – prima	1,98	2,14	2,14	2,19

El menor ajuste de phi-prima para la I Región, es consistente con la menor tasa de crecimiento estimada. Según datos puntuales citados por Pinto (1989), *L. nigrescens* presentaría una talla de 9 cm a los 6 meses y 18 cm alrededor de los 2 años, lo cual se ajusta con las observaciones realizadas por Edding *et al.* (1998), y las obtenidas en este estudio. Este menor crecimiento en talla, se ve expresado, a su vez en términos de crecimiento en peso, donde la función diámetro–peso del alga, mantiene una menor relación de rendimiento, en comparación a las Regiones III y IV, las cuales presentan relaciones gravimétricas similares.

b) Estructura etaria de las poblaciones

La estimación de crecimiento del disco, permitió establecer la estructura de edad de las poblaciones, con lo cual es posible asignar edades a la composición poblacional, independizándose de la comparación de tallas poblacionales, la cual responde a condiciones locales de crecimiento. En la **Figura 40**, se muestra la estructura de edades a intervalos de 6 meses, donde se puede apreciar que las localidades extremas se caracterizan por presentar poblaciones con una mayor estructuración de edades, las cuales pueden considerarse como poblaciones maduras, a diferencia de las localidades ubicadas en el centro de la distribución, las cuales se componen en su mayoría por individuos de edades que no superan



los dos años. Destaca el sector Los Pozos y caleta Angosta (III Región), por presentar sobre el 90% de la población en edades bajo los 12 meses, lo cual estaría respaldando el argumento de una sobreexplotación por crecimiento en estos sectores.

c) Estimación de mortalidad

A partir de la curva linearizada de los logaritmos de la estructura de edades de las poblaciones muestreadas, se obtuvieron los valores de mortalidad del recurso (**Figura 41**). Este indicador da cuenta del proceso de extinción de grupos de edad sucesivos, tratamiento de pseudocohorte, bajo el supuesto de un patrón de reclutamientos constante. Los valores son consistentes con las observaciones directas de la zona central de Chile, en especial para los sectores no intervenidos; Pisagua (I Región); punta Lobos (III Región) y las localidades de la IV Región, cuyos valores fluctúan entre 0,08 y 0,135 en base mensual, estos valores de mortalidad serían atribuibles sólo a factores poblacionales (mortalidad natural). En el caso de los sectores de caleta Los Pozos y Angosta (III Región), e Isla Santa María (II Región), la mayor mortalidad estimada se asociaría a distintos grados de intervención antrópica, en especial para la primera localidad (valor de 0,284), donde los pescadores constantemente están removiendo alga.

d) Estimación de talla – edad de máxima producción (talla – edad crítica)

Las estimaciones de talla – edad de máxima producción por m² para las Regiones I a IV, se presenta en la **Figura 42**. Esta estimación se ha realizado para los sectores de Pisagua (I Región), Cifuncho (II Región), punta de Lobos (III Región) y Ñagué (IV Región), sectores que no estarían bajo intervención, representando sectores tipos a nivel regional.



Como se mencionó, la producción a la talla–edad (Kg/m^2), está asociado a los niveles de biomasa y tasa de renovación poblacional observado en cada localidad. Se presenta un claro patrón descendente norte–sur en términos de la producción asociada a las tallas críticas, el cual fluctuó entre los 25 y 60 Kg/m^2 , con edades asociadas entre 12 y 17 meses, donde el menor valor se estimó para el sector Ñagué (IV Región), lo cual responde a su mayor talla media, reflejando una menor tasa de renovación de la población.

Por otra parte, si bien en la I Región se estimó una talla crítica de 22 cm, ésta se asocia a una mayor edad (17 meses), en relación a los sectores ubicados hacia el sur, situación que se explicaría por una menor tasa de crecimiento observada para esta Región.

A modo de contar con un punto de referencia reproductivo, se ha incorporado el valor estimado de talla - edad de “primera madurez esporofítica”, a fin de establecer el límite inferior de referencia a la talla – edad.

4.5.3 Estimaciones del potencial y nivel de uso del recurso *L. nigrescens*

Para establecer el potencial de producción y su nivel de uso por parte de los usuarios (aprovechamiento), se realizó una aproximación a nivel regional, integrando:

- Las estimaciones de abundancia del recurso por Región.
- Los volúmenes y composición a la talla – peso del desembarque promedio de los últimos 4 años y,
- Las estimaciones modelísticas de productividad, tasa de renovación y de utilización del recurso.



a) Desembarque a la talla promedio anual para los últimos 4 años

La expansión numérica de los desembarques del recurso que llega a las plantas de proceso, se entrega en la **Tabla 16**. De acuerdo, a esta información se observa que la composición de los desembarques está conformada por sobre el 80% de individuos bajo los 20 cm de diámetro, los cuales están asociados a pesos medios que no superan los 10 Kg. Debe destacarse la alta similitud de la composición de tallas del alga desembarcada entre las Regiones I a III (**Figura 43**), tallas que guardan una estrecha relación con las estructuras poblacionales observadas.

Lo anterior, indica que no existiría una mayor mortalidad natural (componente de selectividad de remoción natural), hacia los individuos viejos de la población. Más aún, el tamaño medio de algas varadas en algunos sectores evaluados, es inferior a la media poblacional, señalando una mortalidad diferencial a la talla hacia individuos distribuidos en el centro de la distribución.

De acuerdo a lo antes señalado, es cuestionable que los criterios de talla crítica (L_c) y talla reproductiva de primera madurez esporofítica (L_r), tradicionalmente utilizado en pesquerías, estén asociados a evitar procesos de sobreexplotación por reclutamiento y/o crecimiento poblacional, al considerar que los recursos recolectados están compuestos en su gran mayoría por individuos que no responden a estos criterios, en especial para la talla crítica. Por otra parte, este hecho apoya la hipótesis de un proceso constante de renovación poblacional, en base a la remoción de plantas de talla media en las poblaciones naturales (**Figura 43**), probablemente explicada por procesos densodependientes, aspecto interesante de considerar en posteriores estudios de dinámica poblacional para el recurso *L. nigrescens*.



b) Estimaciones de productividad, tasa de renovación y de utilización del recurso.

En la **Figura 44**, se muestran los desempeños anuales de productividad en biomasa y número (dinámica de biomasa poblacional removida naturalmente) y las tasas de renovación para localidades tipos no intervenidas de la I a IV Regiones. Los niveles de productividad en biomasa anual, entre Regiones fluctúan entre 28 y 20 (Kg/m²/año), asociados a tasas de renovación anual entre 0,55 y 0,79, lo cual indica que las poblaciones son reemplazadas en promedio en un año y medio, periodo de remplazo que está asociado a la biomasa del recurso (Standing stock), estableciendo una longevidad entre 4 y 6 años para los individuos que componen la población.

En función de los niveles de productividad anual por área (Kg/m²/año), escalada a la superficie apta de distribución del recurso para cada Región y su tasa de renovación anual, se estima que la biomasa potencial anual alcanza los niveles que se entregan en el cuadro adjunto.

Región	Abund. tn	Tasa renovación	Prod. (tn/año)	Desemb. tn	Tasa uso anual
I Región	19477	0,55	10712	1648	0,15
II Región	80272	0,76	61007	21202	0,35
III Región	224307	0,79	177203	56306	0,32
IV Región	124190	0,78	96868	25118	0,26
Total	448246	0,77	345790	104274	0,30

De acuerdo, a un estimado grueso de la eficiencia de uso del recurso, fracción recolectada desde los varaderos anualmente (desembarque), se puede señalar que el aprovechamiento del recurso fluctuaría entre el 15% y 35%, anualmente. Para ésto, se debe considerar que no toda el alga renovada anualmente vara en la costa, y por otra parte que no toda el alga varada es aprovechada. Aunque en las



localidades estudiadas se observó un uso eficiente de los varaderos, debe considerarse que la actividad extractiva está concentrada en zonas particulares de la costa, con lo cual existe una gran cantidad de recurso potencial no utilizado. Por otra parte, debe considerarse la estacionalidad asociada a mayores varazones (volumen) en época estival, lo cual responde a una mayor periodicidad de las varazones, que permite el “llenado” del varadero (entre 1 y 2 veces por semana), a diferencia de los meses de invierno donde el “llenado” es de menor potencia y periodicidad (2 a 3 veces al mes).

4.5.4. Modelo sistémico sistema productivo de algas pardas.

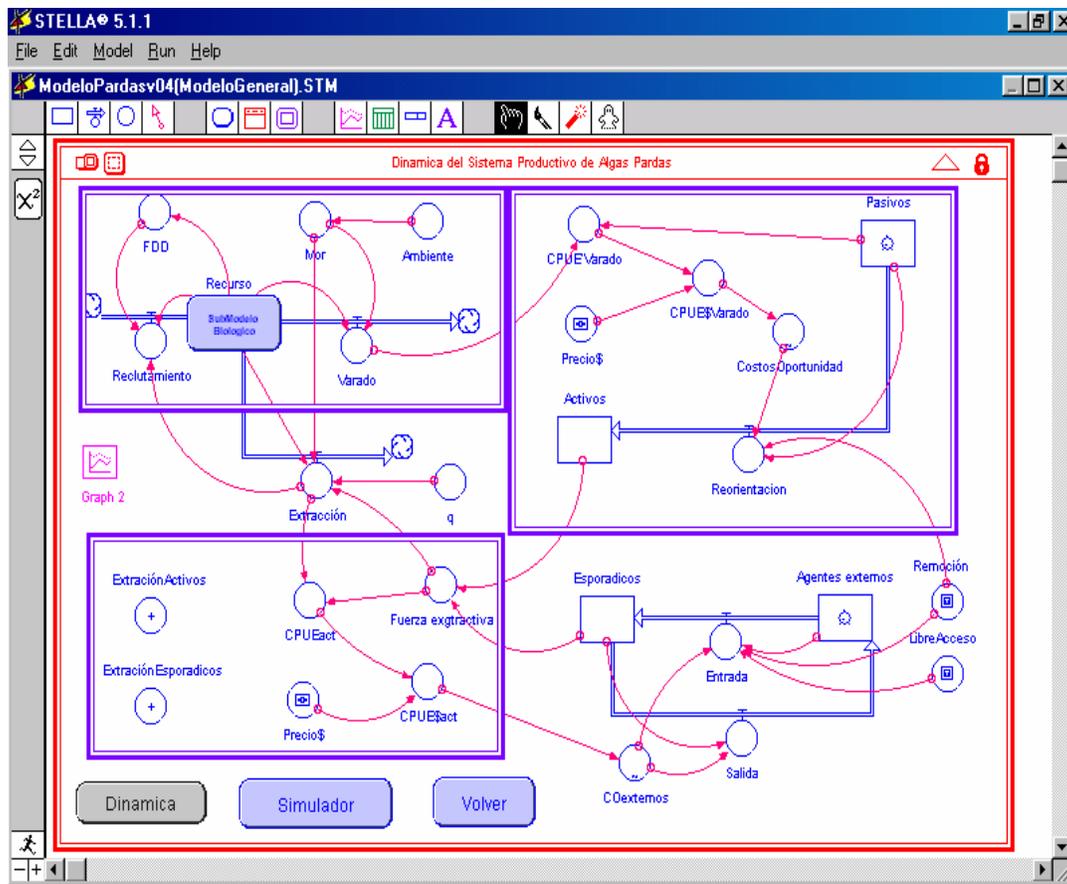
La complejidad del sistema productivo, en cuanto a sus procesos ha hecho necesario el uso de un enfoque moderno de modelación sistémica, el cual da cuenta de las externalidades derivadas de la situación de sus componentes y los reacomodos de los agentes extractivos en función de las variables de desempeño de la actividad. Este enfoque permite evaluar los factores y variables, en un marco presión - situación - respuesta (PSR), que posibilita reconocer los aspectos de mayor actividad sobre el sistema, y sobre los cuales se puede intervenir.

a) Dinámica del sistema productivo de algas pardas.

El modelo básico que explica la dinámica de las actividad extractiva de algas pardas, lo componen los subsistemas: Recursos, Extracción y Plantas de Proceso, los cuales se interrelacionan a través de flujos concadenados bajo un sistema administrativo, los cuales deben ser considerados en la proposición de estrategias de ordenamiento.



En este marco, la modelación lógica de sistemas, comprende la formulación de un modelo simplificado de los principales procesos asociados a la dinámica productiva de algas pardas (esquema adjunto), con el objeto de comprender y predecir situaciones complejas. En este sentido se han evaluados los subsistemas; Recurso y Agentes. El subsistema Proceso ha sido considerado de forma implícita a través de la sensibilización de precios del recurso en playa, de forma tal que los niveles de precios reflejan la dinámica de demanda de la empresa, supuesto que se basa en la existencia de un mercado comprador de tipo oligopsónico, el cual tiende a la fijación de precios del recurso, de acuerdo a su disposición de compra.





En el modelo se han establecido dos niveles de agentes: el análisis de la actividad en condiciones de aprovechamiento/explotación sólo por parte de los algueros permanentes (sistema cerrado), los cuales eventualmente remueven el recurso (sin restricción de arte); y el análisis del sistema abierto con entrada/salida de agentes externos, situación que se presentaría en condiciones de no restricción de arte. De esta forma, agentes permanentes y esporádicos conforman la fuerza extractiva (remoción) del recurso alga. La reorientación de los agentes pasivos a agentes activos, y la entrada/salida de los esporádicos está condicionada por costos de oportunidad diferenciales, representando la remoción un complemento en los ingresos para los pasivos y por tanto con una brecha económica menor, en comparación a los esporádicos, los cuales presentan un mayor costo de oportunidad, vinculado a una condición necesaria de agentes activos dentro del sistema.

De esta forma, la disminución de los ingresos individuales de los agentes pasivos, por una disminución de los niveles de alga varada, da cuenta de la reorientación del esfuerzo hacia la actividad de remoción (activos), generándose externalidades extractivas interdependientes de tipo secuencial (alga varada–alga removida–alga varada) entre los agentes pasivos y los activos. La condición anterior, bajo el escenario de ingreso de agentes esporádicos genera un ciclo reforzante negativo.

b) Subsistema Recursos

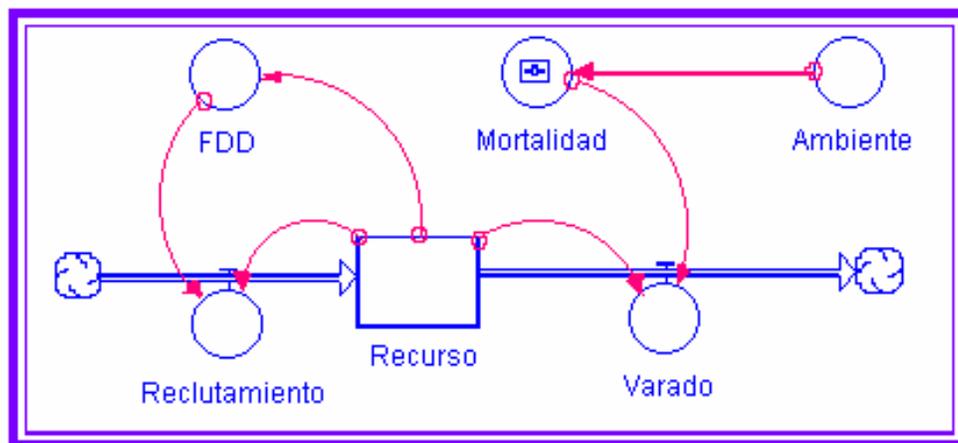
La actividad productiva de algas pardas en el norte de Chile, está constituida principalmente por la especie *Lessonia nigrescens* (sobre el 85% de los desembarques), la cual tiene mayores precios de compra. Por otra parte, esta especie cuenta con la mayor información relativa al manejo del recurso, incluyendo la desarrollada en el presente estudio. Dadas estas condiciones, se ha procedido a la modelación basada en este recurso particular, cuya dinámica



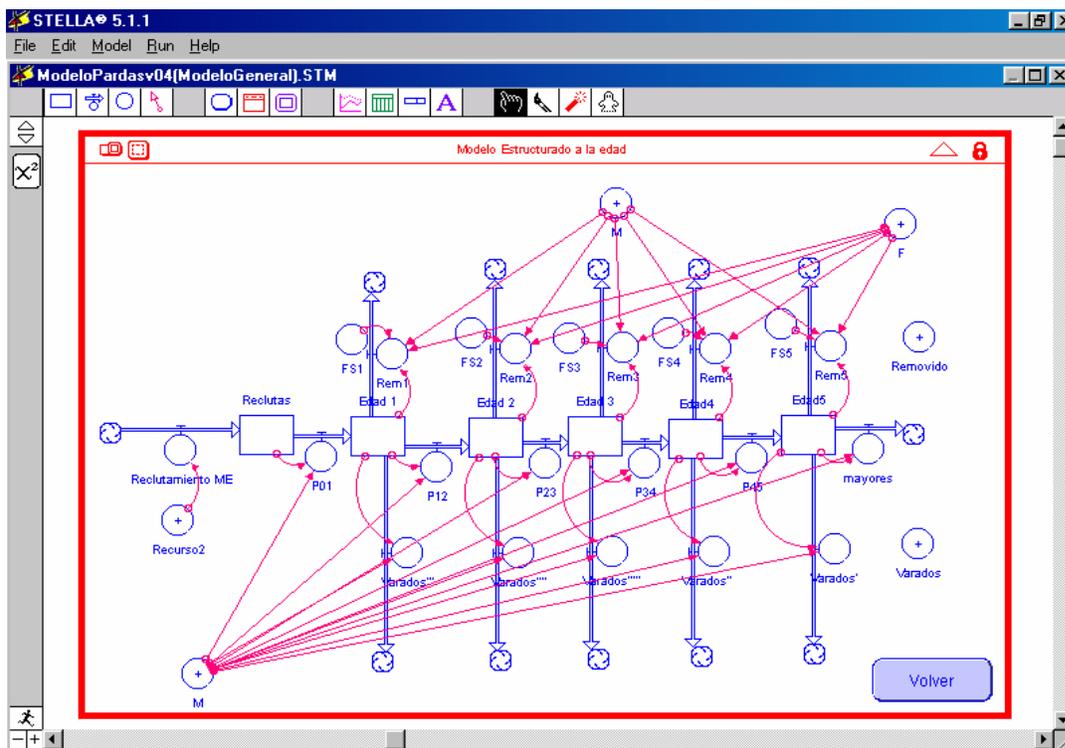
productiva respondería a patrones similares dentro del sistema para el conjunto de especies asociadas a la actividad.

- **Dinámica del Recurso**

El stock del recurso alga, constituye el subsistema base, el cual posee una dinámica poblacional que está controlada por factores que ejercen efectos antagónicos en su tamaño (esquema adjunto). El proceso de renovación del recurso, considera el reclutamiento al stock, el cual está controlado por una función de densodependencia, dada su condición de recurso sésil. Como valores de estabilización se ha utilizado la densidad media anual por área observada en los casos de estudio. Por su parte, el crecimiento individual, presenta una dinámica de progresión modal de edades, para lo cual se ha generado una interfase de modelo estructura a la edad, convertible a talla de acuerdo a una matriz edad – talla (esquema adjunto).



Por su parte, la mortalidad natural provocada por la influencia de factores ambientales, actúa como factor negativo reduciendo el tamaño del stock. Para esto el modelo considera una función de influencia aleatoria sobre la mortalidad.



c) Dinámica agentes extractivos

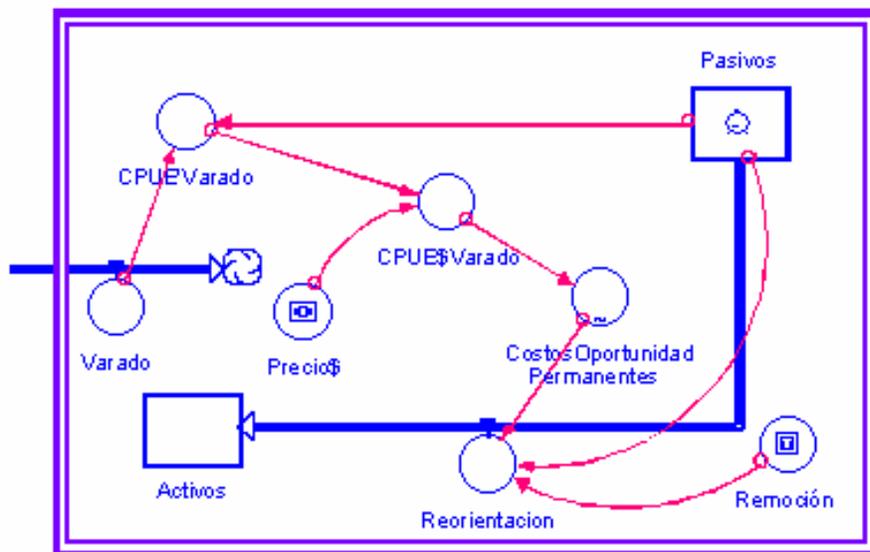
- **Dinámica extractiva de agentes permanentes**

La actividad productiva de algas pardas es ejercida principalmente por agentes permanentes, que basan su actividad en la recolección de algas (pasivos). Los niveles de recolección guardan relación con el número de agentes (esfuerzo) y la abundancia del recurso varado.

En el esquema adjunto se muestra la dinámica extractiva de los agentes pasivos (recolectores) y los parámetros pesqueros asociados; rendimientos extractivos (CPUE-varado) y el consecuente CPUE-económico (CPUE\$varado), este último dependiente de los niveles de rendimiento y precios del recurso. Esta dinámica está condicionada a los niveles de ingresos, los cuales determinan los costos de



oportunidad de la extracción pasiva, el cual a su vez genera las presiones para respuestas de mantención y/o reorientación de esfuerzo hacia la dinámica extractiva (agentes activos).

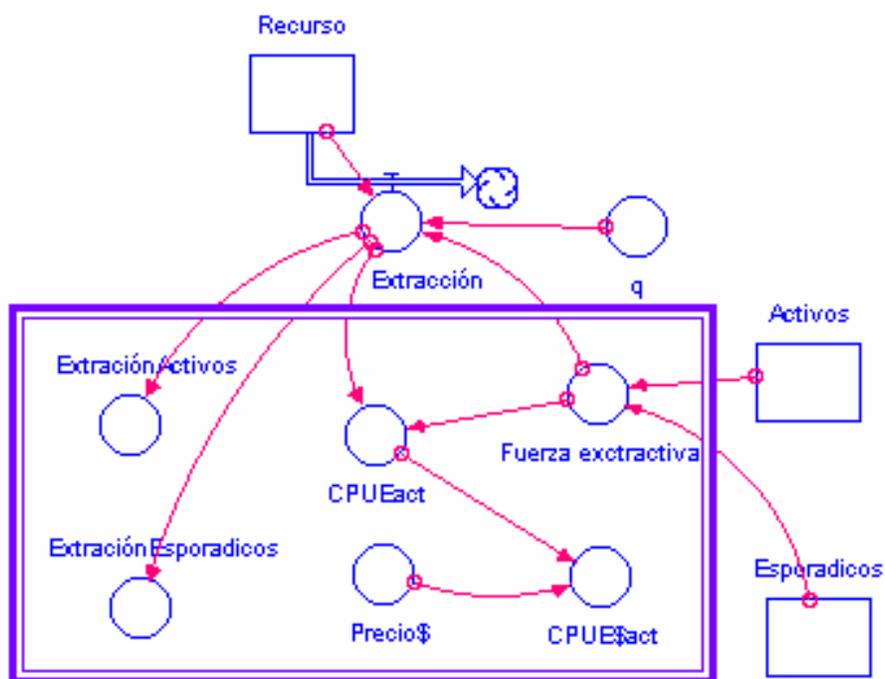


Las interacciones que se dan entre la dinámica pasiva y activa, está condicionada principalmente a los niveles de alga varada y el número de agentes pasivos, de forma que una disminución del alga varada genera los incentivos para la reorientación del esfuerzo, o bien si se produce un desbalance entre alga varada v/s número de agentes, que en términos de indicadores se terminan reflejando en la disminución de CPUE-económica.

El factor precio del recurso (Precio\$), condiciona los niveles de ingresos individuales (CPUE\$varado), de forma tal que incrementos del precio reducen la tasa de reorientación y viceversa. En este sentido, se debe considerar las combinaciones múltiples entre alga varada, número de agentes pasivos y precio del recurso.

- **Dinámica extractiva de agentes activos**

En condiciones de remoción, sin restricción del arte, la extracción genera un efecto negativo sobre el stock del recurso, a través de la adición de la mortalidad por pesca, la cual depende del tamaño del esfuerzo (fuerza extractiva actuando sobre el recurso) y la capacidad de remoción por área (anual por unidad de esfuerzo) del recurso (q). Esta dinámica se ve reflejada por el desempeño del rendimiento extractivo ($CPUE_{act}$), la cual en último término se refleja en el indicador de rendimiento económico activo ($CPUE_{\$act}$), como se indica en el esquema adjunto:



De esta forma, el proceso de extracción intensiva está vinculado a situaciones de disminución de la densidad y abundancia del recurso a nivel espacial (área de acción), esto último como consecuencia de una estructura de edades-tallas compuesta de individuos de menor tamaño. Ambas situaciones, son homologables en

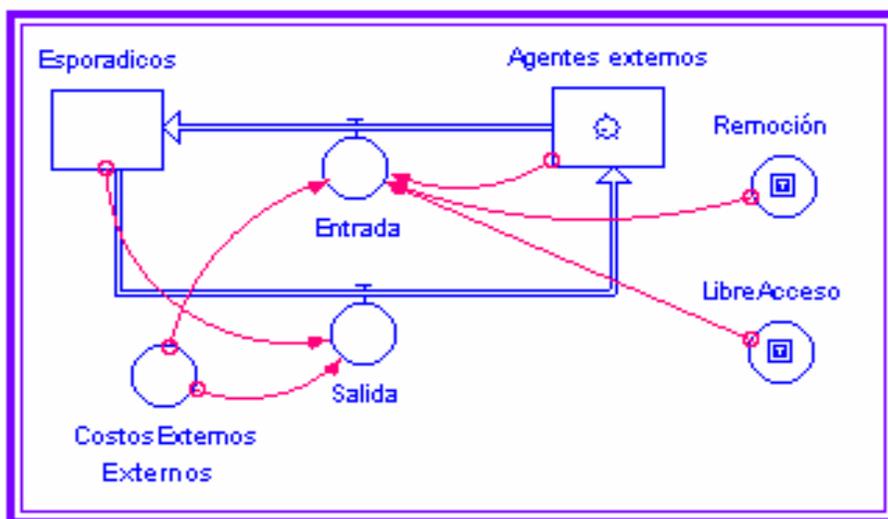


su grado avanzado a los procesos de sobreexplotación por reclutamiento y crecimiento, respectivamente. Adicionalmente, si la sobreexplotación por crecimiento alcanza niveles de tallas inferiores a la talla de primera madurez esporofítica, eventualmente afectaría en forma aditiva el proceso de sobreexplotación por reclutamiento. En este sentido, este proceso no se presentaría de forma permanente, en condiciones de intervención a menor escala, donde existe la probabilidad de aporte de propágulos de sectores aledaños. Por lo cual, los efectos de la remoción de la población a nivel local generaría situaciones distintas dependiendo de la escala de intervención espacial y el grado de remoción por área.

- **Dinámica extractiva agentes esporádicos**

En condiciones de libre acceso (sin derechos de uso territorial) y sin restricción del arte, se generan las condiciones de entrada a la actividad de remoción, en respuesta a los costos de oportunidad asociados a la actividad, en comparación a los costos de oportunidad externos, los cuales dependerán de la situación de otros recursos bentónicos (i.e. buzos y orilleros), otras actividades (i.e. campesinos y/o mineros en su mayoría), o bien estarían asociados a costos de oportunidad 0 (i.e. veraneantes y familiares).

Este régimen genera una dinámica de entrada/salida del sistema en función de las expectativas económicas, de forma tal que los flujos económicos entre los componentes del sistema asociado a la restricción de arte y precio del recurso definen la conducta de los agentes externos. En este sistema, los agentes externos operan bajo la condición de “pesquerías de pulsos”, saliendo del sistema cuando los rendimientos económicos no responden a las expectativas de ingreso, el cual tiende a disminuir con el aumento de más agentes al sistema, producto del sobredimensionamiento del esfuerzo y en función de la disminución de los niveles de abundancia del recurso, como se indica en el siguiente esquema:



d) Proceso de simulación de indicadores de desempeño

A fin de validar las tendencias observadas en los casos de estudios, en función de las simulaciones del modelo, se analizaron las respuestas de los siguientes indicadores de desempeño:

- Abundancia del recurso
- Composición de edades del recurso (asociada a la talla del disco)
- Cambios en la composición de agentes pasivos v/s activos
- Cambios en la composición de alga varada y extraída
- Ingresos de agentes activos y pasivos
- Tasa de entrada y salida de agentes esporádicos.

Estos indicadores son evaluados en función de la sensibilización de los factores:

- Nivel de precios del recurso
- Número de agentes pasivos
- Número de agentes externos al sistema



A su vez las variables de desempeño y los factores, consideran dos medidas de manejo;

- Restricción v/s no restricción de actividades de remoción (arte)
- Libre acceso v/s derechos de usos territoriales (DUTs)
- Escenarios sin restricción de arte con DUTs.

El último escenario resulta del supuesto que los agentes externos entran al sistema directamente a ejercer actividades de remoción directa.

Como resultado de la integración de los variables estados, factores y medidas de manejo, se desarrolló una interfase de simulación múltiple con sensibilización de factores, a fin de evaluar las respuestas de las variables de desempeño, en función de puntos de referencia (biológicos y económicos), preestablecidos. La interfase permite la evaluación cualitativa (tendencias) y cuantitativas (magnitudes) de situaciones particulares de acuerdo a los componentes del sistema (casos de estudios), y los eventuales cambios en los factores del mismo, en función de medidas de ordenamiento alternativas.

Dado el alto número de situaciones observadas en los casos de estudios, a continuación se evalúa una condición estándar para el sistema productivo de algas pardas del norte de Chile, el cual está dirigido a establecer las tendencias generales de los indicadores de desempeño.

e) Análisis general de las variables de desempeño del sistema productivo de algas pardas.

Los casos de estudios son analizados en función de los artes utilizados: pasivos (recolección) y activos (remoción de alga); y de los regímenes de acceso: con/sin



entrada de agentes esporádicos. Las distintas situaciones son comparadas en función de su dinámica propia y las relativas a situaciones alternativas.

- **Situación de agentes permanentes con restricción de arte (pasivos) y restricción de acceso.**

En los casos de estudios de punta de Lobos (III Región) y Ñagué (IV Región), la situación del sistema está restringida a un número de agentes permanentes, operando bajo un esquema de DUTs, con prohibición del arte de remoción. Por tanto, la actividad sólo da cuenta de recolección de alga varada (agentes pasivos).

En este escenario (**Figura 45**), el Recurso, en términos de su abundancia y estructura de edades de la población, se encuentra estabilizado, a través de los procesos compensatorios entre mortalidad (varado) y reclutamiento. Los rendimientos extractivos y económicos son proporcionales al número de agentes permanentes, manteniéndose en condiciones de estabilidad del recurso. La sensibilización con respecto al precio del recurso se refleja en una relación directa sobre los rendimientos económicos.

Este escenario de ordenamiento, no está asociado a problemas de sustentabilidad del recurso/sistema, sin embargo se presentarían ineficiencias en términos del aprovechamiento del alga varada, en situaciones de grandes varazones, lo cual ocurre frecuentemente en el sector Ñague, dado el bajo número de agentes recolectores autorizados para trabajar en el sector.

En este sentido, las simulaciones sensibilizando el número de agentes permanentes pasivos en un sector, indica que una estrategia de ordenamiento bajo régimen DUTs, debe ser evaluado en función del balance entre el potencial del recurso varado y el número de agentes pasivos, que de ser así generarían procesos de disipación de renta o bien de subutilización del recurso varado.



Esta condición de ordenamiento; DUTs y Restricción del arte, es comparable a la actividad tradicional de los algueros, los cuales operaban bajo un esquema de derechos de hecho sobre varaderos, distribuyéndose a lo largo de la costa, en función de la disponibilidad de varaderos con potencial suficiente para mantener la actividad.

- **Situación de agentes permanentes sin restricción de arte (agente pasivo – activo), y con restricción de acceso.**

Esta situación corresponde a la generalidad observada en los casos de estudios de: Camamucho (I Región); Constitución y Cifuncho (II Región); y Limarí, La Cebada y Cascabeles (IV Región).

En estos sectores se presenta un régimen de operación mixto entre recolección y remoción, esta última con grados diferenciales de acuerdo al número de agentes permanentes en cada sector de estudio. Las prácticas de remoción de baja intensidad, genera una disminución de la abundancia y de los individuos de mayor edad dentro de la población, lo cual trae asociado una mayor fluctuación de los niveles de reclutamiento, a fin de compensar el efecto de la remoción (Figura 46). En este sistema, se genera una pesquería cíclica secuencial donde la remoción disminuye el alga poblacional, afectando a su vez los niveles de algas varadas, de esta forma se genera una compensación entre ambos sistemas productivos, obteniendo un mayor rendimiento del recurso (alga varada + alga removida), en comparación al régimen sin remoción (**Figura 45**).

La dinámica de reorientación del esfuerzo pasivo a activo, está condicionada a un mayor costo de oportunidad (mayores ingresos) por parte de una fracción de los agentes permanentes, lo cual genera una mayor disponibilidad de alga varada para los pasivos, dada la disminución del esfuerzo, lo que se traduce en mayores



rendimientos extractivos y por tanto económicos. Por su parte, la fracción de agentes activos dedicados a la remoción, genera mayores ingresos en relación a los agentes pasivos. De esta forma, el sistema se presenta con una mayor eficiencia en el uso de recurso, producto del aprovechamiento de los excedentes productivos de la población.

De acuerdo a la sensibilización de los factores de precios y número de agentes permanentes en el sector, se establece que un aumento en los niveles de precios, manteniendo el mismo número de agentes, tiende a una menor tasa de reorientación de pasivos hacia activos, dado que se cumplen las expectativas de ingresos de los agentes pasivos. Sin embargo, un aumento del número de agentes permanentes, tiende a producir mayores tasas de orientación hacia la actividad de remoción, afectando negativamente los indicadores de desempeño poblacional y económico.

- **Situación sin restricción de arte (agente pasivo – activo), y sin restricción de acceso (agentes esporádicos).**

Esta situación corresponde a condiciones particulares observadas en los casos de estudio de caleta Angosta y Los Pozos. En estos sectores existe una fuerza permanente, con un régimen de producción mixto; pasiva–activa, a la cual se le adicionan agentes esporádicos que aumentan la fuerza extractiva (remoción).

Este escenario, es homólogo a un grado avanzado de intervención en comparación a la situación anterior, donde la entrada de agentes esporádicos al sistema, genera una disminución del recurso, y por tanto de los niveles de alga varada, lo cual tiende a incrementar la tasa de reorientación de pasivos a activos. El aumento de la fuerza extractiva, responde a una dinámica de entrada y salida de los esporádicos en función de los niveles de abundancia del recurso. Sin



embargo, mantiene una mayor fracción de agentes permanentes en condición de activos, en comparación al escenario anterior, con niveles de ingresos económicos cercanos para agentes pasivos y activos (**Figura 47**).

En términos de los indicadores de desempeño del recurso, el mayor grado de intervención genera una inestabilidad en la abundancia del mismo, respondiendo el reclutamiento con una alta variabilidad densodependiente, a fin de compensar la mayor mortalidad del recurso, estabilizando la abundancia en niveles inferiores al escenario anterior, acompañado por la disminución de los grupos de edad-talla superiores.

Este escenario es altamente sensible al número de agentes permanentes y esporádicos que conforman el sistema, donde el aumento de éstos genera una situación de colapso del recurso, lo cual trae asociado la caída de los ingresos económicos de ambos agentes y por tanto la salida de los esporádicos provocando la cesación de éstos en el sistema productivo y la mantención de los agentes permanentes en la actividad extractiva bajo un régimen activo. En este proceso la sensibilización de precios, está asociado a una aceleración del tiempo de colapso del recurso.

f) Efectos asociados al componente manejo.

El análisis de tendencia de los indicadores de desempeño ha establecido el impacto que generarían medidas como la restricción de acceso y de tipo de artes. Dada la particularidad la actividad productiva de algas pardas, la cual mayoritariamente no responde a una pesquería típica, dado que se abastece de recurso muerto, las medidas de manejo están asociadas a diferentes respuestas de acuerdo a la utilización de cada una de ellas por separado o bien por la implementación de combinaciones de las mismas;



- Restricción de arte (no remoción)
- Restricción de acceso (DUTs)
- Restricción de arte con restricción de acceso (DUTs)
- Restricción de acceso – Sin restricción de arte (remoción).

El establecimiento normativo de estas modalidades productivas, generaría impactos diferenciales en los actuales régimen operacional de los agentes, dado que en la práctica a nivel local/regional se presentan todas las combinaciones anteriores, observándose una gran variedad de estados del sistema, en función de los factores analizados que influyen la dinámica productiva de algas pardas (i.e. número de agentes, disponibilidad de recurso, accesibilidad, niveles organizaciones, cercanías a centros poblados), los cuales hacen altamente sensibles las respuestas de desempeño de la actividad a nivel local.

En este marco, considerando, que la administración pesquera debe cumplir con objetivos múltiples; biológicos (sustentabilidad del recurso), económicos (maximizar beneficios o evitar la disipación de la renta), y social (mantener y/o generar una mayor cantidad de empleos). La proposición de estrategias de explotación, debe conciliar los criterios anteriores. En este sentido una estrategia centrada en la sustentabilidad del recurso, está asociada al cumplimiento de los objetivos de carácter económico y social. Bajo este criterio, el componente crítico para la sustentabilidad del recurso está dado por el número de agentes esporádicos que ingresa al sistema sin regulaciones del arte, concentrando el esfuerzo en sectores determinados de la costa, generando una disipación de la renta individual de los agentes que operan permanente en el sistema.

En consideración a la baja viabilidad de control sobre estos agentes esporádicos, la asignación de derechos de uso y/o formalización de los mismos, genera las condiciones necesarias, para establecer en una primera etapa el ordenamiento del



sistema, que sienta las bases para medidas de manejo tendientes a una mayor eficiencia de actividad, por medio del manejo controlado de los excedentes del recurso (actividades de remoción) que responda a criterios de mantención de la actividad, más que a su maximización.

De no darse la condición de restricción de accesos (DUTs), la condición de libre acceso – no regulado territorialmente - tiende a generar una mayor dinámica en los agentes esporádicos, en respuesta a las expectativas económicas que genera la explotación activa del recurso (costos de oportunidad alternativos). En este sentido, debiera prohibirse el arte de remoción (barreteo), dada la imposibilidad de controlar la selectividad e intensidad de la remoción en un régimen sin DUTs.

g) Consideraciones al diseño y validación del modelo cuali/cuantitativo del sistema productivo de algas pardas.

La aproximación a la modelación dinámica de los procesos productivos de un sistema global, es una tarea compleja ya que se deben considerar las interdependencias del recurso con la dinámica de los agentes, la cual está condicionada por factores y variables que presentan alta incerteza o baja precisión. Además de la incorporación de aspectos relativos a las preferencias de los usuarios (costos de oportunidad) y la normativa vigente, entre otros. En este sentido, la modelación da cuenta de las relaciones funcionales entre los componentes del sistema productivo de algas pardas, incorporando la mejor información disponible. Por tanto, en el mejoramiento de los modelos dependerá en gran medida en la generación de una mayor cantidad (tipo y calidad) de antecedentes, en especial los relativos a la dinámica del recurso, asociado a su capacidad de renovación poblacional.



A pesar de las limitantes antes mencionadas, el modelo desarrollado permite el entendimiento esquemático y de forma simple de los principales procesos asociados al sistema productivo de algas pardas, facilitando la evaluación de las consecuencias derivadas de la implementación de estrategias alternativas de ordenamiento/explotación del recurso. Por otra parte, dada la simplicidad del mismo, se presenta como una herramienta de gran utilidad en el momento de transferir conocimientos a los agentes vinculados al sector, los cuales se caracterizan por su heterogeneidad en el conocimiento y entendimiento de modelos de simulación computacionales.

En este sentido, durante el mes de junio del presente año, se desarrollaran talleres de trabajo a nivel regional, entre los distintos agentes vinculados al sector (usuarios directos, agentes vinculados productivo – pesquero; normativo, fiscalizador, investigación y fomento), a fin de generar las instancias de participación tendientes a discutir y validar las propuestas resultantes del desarrollo del proyecto, cuyos resultados son analizados dentro del marco administrativo en el siguiente punto.

4.6. Identificación y proposición de medidas de ordenamiento y diseño de estrategia de explotación para algas pardas

De acuerdo a Hilborn & Walters (1992), una estrategia de manejo no es un set de regulaciones anuales, sino que debe ser un plan robusto ante las fluctuaciones biológicas que son esperables del stock, las que generalmente se caracterizan por ser impredecibles e incontrolables. La implementación de la estrategia, puede requerir ajustes anuales, que constituyen las tácticas necesarias para su operativización.



El diseño de la estrategia propuesta, se ha desarrollado considerando los objetivos biológicos, ecológicos, económicos y sociales e incorporando la opinión de los diversos actores vinculados, así como antecedentes referidos a: institucionalidad y normativas relacionadas, estudios orientados al ordenamiento de algas pardas, derechos de uso territorial, aspectos legales de las AMERBs de algas pardas e incentivos e intervención sectorial.

a) Institucionalidad y normativa relacionada con la pesquería de algas pardas

En cuanto a la normativa vigente, el único requisito que deben cumplir los algueros es estar inscritos en los registros del Sernapesca y tener inscrito el recurso, siendo sancionadas aquellas personas que no cumplan con esta condición.

Durante las sesiones de trabajo con funcionarios del Servicio Nacional de Pesca en las cuatro Regiones, se pudo comprobar que existe una forma de operar común en esta institución en relación con los criterios ocupados para resguardar las algas pardas, a pesar de que la actual normativa pesquera (Ley General de Pesca y Acuicultura) no define ninguna medida de administración que sea claramente aplicable a este recurso. En este sentido, los funcionarios de Sernapesca sancionan la remoción (barroteo o corte) de alga, requisando las barretas y procediendo a cursar el parte correspondiente, recurriendo a lo señalado en el Artículo 5° de la Ley de Pesca y Acuicultura, que menciona lo siguiente: *“Prohíbense las actividades pesqueras extractivas con artes, aparejos y otros implementos de pesca que afecten el fondo marino en el mar territorial dentro de una franja de una milla marina”*. La aplicación de este artículo, que tiene como propósito proteger el fondo marino frente a la pesca de arrastre, no ha tenido buenos resultados en el ámbito de los Juzgados de Policía Local, debido al



débil sustento legal de la sanción. Sin embargo, ha tenido resultados satisfactorios en algunos grupos de algueros que han acatado las recomendaciones de Sernapesca, lo cual además ha permitido que entre los algueros tradicionales exista conciencia en cuanto al cuidado del alga.

En la III Región, el Sernapesca ha promovido las Áreas de Manejo de algas pardas entre los algueros, existiendo tres áreas decretadas, una de las cuales se encuentra en trámite de solicitud por parte del gremio. Además, organizaciones de buzos mariscadores han incorporado el recurso *Lessonia spp.* entre sus especies objetivo. Sin embargo, las Áreas de Manejo no resguardan la explotación del alga varada, ya que las destinaciones están referidas a fondo de mar y columna de agua, quedando excluído el intermareal que es el lugar donde se deposita el alga que vara.

Además, es importante destacar que la institucionalidad de los pescadores artesanales, representada a través de los sindicatos, asociaciones gremiales y federaciones, han expresado su preocupación ante la creciente extracción de algas utilizando barretas, existiendo una posición definida en cuanto a su oposición a la remoción de algas pardas.

b) Estudios orientados a la ordenación de la pesquería de algas pardas

Debido a la importancia que ha tomado la pesquería de huiros, en los últimos 8 años se han realizado diversos estudios, tendientes a generar información necesaria para la administración de este recurso. En la IV Región, se realizó un diagnóstico de las macroalgas (IFOP, 1993 a) y un estudio del estado de explotación y aprovechamiento de macroalgas varadas (IFOP, 1993 b), los cuales tuvieron como finalidad realizar el diagnóstico de la distribución, abundancia y nivel de explotación de las principales macroalgas de interés en el litoral de la IV Región.



En la III Región, se realizó un diagnóstico de la pradera de algas (IFOP, 1994), el cual da cuenta de los principales sectores de extracción, los volúmenes y agentes involucrados, entregando pautas tendientes al ordenamiento de la actividad, las cuales fundamentalmente estuvieron dirigidas a la prohibición de la extracción de *L. nigrescens*, mediante cualquier otro método distinto a la recolección de alga varada, debido a la falta de criterios de explotación y la importancia ecológica de los huiros.

Para las otras algas pardas comerciales, no se entregaron recomendaciones, ya que en el período que se realizó este estudio la actividad extractiva de algas se limitaba sólo a la explotación del huiro negro.

Durante los años 1997-1998, se realizó el estudio: “Investigación y manejo para la extracción de huiros, III Región” (Edding *et al.*, 1998), el cual tuvo como objetivos (1) Evaluar la pesquería de macroalgas, (2) Determinar el estado de la explotación de huiros y (3) Diseñar una estrategia de explotación para una extracción sustentable de huiros.

La propuesta entregada en este estudio, sugiere la prohibición de la remoción de algas pardas cuando no estén insertas en sectores de Áreas de Manejo y la incorporación de tecnología para la extracción del alga varada (huinches y tecles). La extracción se sugiere bajo la medida de administración de Areas de Manejo, aunque éstas se proponen fundamentalmente como una medida de administración que solucione la situación de conflicto de la tenencia de los varaderos. Además, de sugerir la extracción de alga utilizando herramientas (barreteo), se recomienda el repoblamiento con algas. Por otro lado, se recomienda que se incorpore la explotación de otras especies bentónicas de alto valor comercial, tales como loco, lapa y erizo. No obstante, esta propuesta posee inconsistencias en términos de la viabilidad práctica, costo - eficiencia, aplicabilidad, entendimiento, características y competencias de los usuarios.



c) Derechos de Uso Territorial (DUT)

El libre acceso, ha sido una característica de la mayoría de las pesquerías marinas, cuyas consecuencias está ampliamente documentada por diversos autores (i.e. Christy & Scott, 1965). A causa del libre acceso se generan varias consecuencias, dentro de las cuales destacan: la tendencia a agotar los recursos, sobreinversión, disipación de la renta y aparición de conflictos por uso de los recursos (Christy, 1983).

El derecho de uso territorial (DUT) para el manejo de pesquerías bentónicas, puede suprimir en cierto grado, la condición de libre acceso. Los DUTs en pesquerías han existido históricamente, cuando las circunstancias han permitido la fácil adquisición y defensa de derechos exclusivos (Christy, 1983). Esta modalidad de administración fue “descubierta” durante la década de los 70, por antropólogos pesqueros en Oceanía (Orenzans, 2001). Los recursos sedentarios, como ostras, mejillones y algas marinas, durante mucho tiempo han estado sometidos a los derechos de propiedad (Christy, 1983). La aplicación de DUTs para el manejo de pesquerías bentónicas, está ampliamente documentado en la literatura (Christy, 1983; Schug, 1996; Orenzanz, 1999; 2001; Bacigalupo, 2000).

d) Aspectos legales asociados a las AMERBs de algas pardas

La Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA), establece en su Art. 48º, letra d, la medida de administración denominada: “Áreas de Manejo y explotación de recursos bentónicos” (AMERB). La operativización de esta medida, se norma a través del reglamento de Áreas de Manejo, mediante el DS N° 355.



Las algas, por corresponder a organismos bentónicos, son susceptibles a que esta medida se aplique sobre ellas. Sin embargo, conforme a lo establecido en el DS Nº 355, la medida de AMERB sólo sería aplicable sobre recursos bentónicos submareales, dado que el territorio correspondería a la columna de agua y el fondo marino, no considerando el sector de playa. En este escenario, la principal especie explotada, *Lessonia nigrescens*, quedaría excluida por tener una distribución en el intermareal.

Por otro lado, se tiene que la “pesquería” se basa fundamentalmente en alga varada; por lo tanto, parte del desembarque, no constituye una pesquería propiamente tal. Sólo el alga que es removida, corresponde ser analizada como una “pesquería”. Por lo tanto, la implementación de AMERBs para “manejar” alga varada no tiene sentido. En contraste, la estimación de una fracción explotable de alga, sólo tiene sentido si la remoción va a ser realizada. No obstante, en temporadas donde existan niveles de alga varada que cubran la demanda (o en su defecto las expectativas de ingreso del alguero), el cálculo de una fracción a remover no se justifica. En este contexto, de ser aplicable la medida de las AMERBs para las algas pardas, los planes de manejo debieran estar fundamentados en base a indicadores que den cuenta del estado del recurso, más que en cuotas de extracción (evaluación indirecta en base a las capturas).

De este modo, la aplicabilidad de las AMERBs para el recurso alga en la zona norte de Chile, en primer lugar requiere que se extienda la cobertura territorial al sector de playa.

Es importante destacar, que dada la naturaleza de los recursos bentónicos, la asignación del control del manejo a las propias organizaciones de pescadores, conlleva a avanzar en el cumplimiento de los objetivos de sustentabilidad y eficiencia, con una intervención menor por parte del gobierno (Orensanz, 1999).



Esto se explica, porque la forma más efectiva de regulación pasa por el control local de los recursos. Sin embargo, este mismo autor reconoce tres impedimentos para la masificación de las Áreas de Manejo, los cuales cobran mayor relevancia para el caso de las algas: (1) resistencia por parte de las autoridades a otorgar derechos de uso exclusivo en vastas extensiones del litoral (condición que sería necesaria para que las AMERBs de algas sean viables); (2) requerimientos muy detallados (ESBAs y PMEAs) que desalientan o entran el ingreso de nuevas solicitudes de AMERBs (los requerimientos actuales de ESBA y PMEAs, no se ajustan para una “pesquería” como las algas pardas); y (3) el sistema de impuesto (patentes) desalienta la solicitud de nuevas áreas o áreas de mayor extensión (Esta situación se acentúa en las algas, ya que éste es un recurso de bajo precio). En este contexto, este sistema de pago debe ser perfeccionado para lo cual se debe construir un método de cálculo del pago, donde se incorpore la producción valorizada. Cabe destacar que este aspecto no está incluido en las proposiciones de modificación de la Ley de Pesca, sólo proponiéndose el no pago de patente en condiciones de no existir extracción o por la ocurrencia de eventos impredecibles. En la sección 4.6.1 se entrega una propuesta para el pago de patente, donde se incorporan estos aspectos en el cálculo.

En la III Región, las Áreas de Manejo surgen como una alternativa para regular el acceso; no obstante, se aplica la medida bajo el paradigma de un Área de Manejo del recurso loco. Por lo tanto, no se vivió el proceso de desarrollo de una medida para las algas pardas (o adecuación de una existente), sino que se optó por aplicar una medida de administración que ha sido exitosa para el loco, sin considerar las particularidades de las algas.

No por exitosa una medida en un territorio y para un recurso determinado, significa que será exitosa para cualquier territorio y recurso. En este contexto, existen innumerables factores que definen el nivel de implementabilidad de una medida,



tales como: las características del usuario, del recurso y del territorio. En este sentido, Orensanz (1999) señala que no existen “recetas” para la implementación del co-manejo, pues cada comunidad es única. En consecuencia, es necesario reconocer esa diversidad, entendiendo que ésta provee un medio para la adaptación del conjunto del sistema pesquero.

La promoción del desarrollo de Areas de Manejo de algas, bajo el paradigma de “Area de Manejo de loco”, hace a estas áreas no rentables si se basan sólo en el recurso alga. Por lo tanto, para hacerlas rentables, se incentivó la incorporación de otras especies, de mayor relevancia comercial (i.e. loco), que no constituyen las especies que extraen los algueros (la mayoría las extrae sólo para autoconsumo). Se debe recordar que los algueros no tienen las competencias ni el equipamiento necesario para extraer recursos bentónicos distintos a las algas; pero, tampoco se debe olvidar que la inversión necesaria para hacerlo es relativamente baja. Considerando lo anterior, se tiene que la promoción de Areas de Manejo de algas pardas, está actuando como un incentivo al ingreso de más agentes a las pesquerías de invertebrados bentónicos, las cuales ya están deprimidas. Esta situación, puede llevar a un resultado que no aporte a la eficiencia y el mejoramiento del bienestar de los pescadores en su contexto global. Actualmente, el desarrollo de Areas de Manejo de algas en las Regiones III y VI, promueve entre los algueros la adquisición de equipos para poder explotar recursos como loco, lapa y erizo; sugiriendo la ejecución de programas de capacitación en buceo extractivo. Lo anterior, deja en evidencia una contradicción, donde por un lado se realizan intentos por ordenar las pesquerías bentónicas, reconociendo que el esfuerzo está sobredimensionado y los recursos sobreexplotados; y por otro, se generan incentivos para la incorporación de nuevos agentes.



Actualmente, se observan dos situaciones asociadas a las Areas de Manejo. La primera es la solicitud de Areas de Manejo para el recurso alga; y la segunda, corresponde a la incorporación del recurso alga, como especie objetivo. A modo de ejemplo, el área de Los Corrales, de la III Región, incorporó las algas pardas como especie objetivo, y la unidad técnica que los asesora propuso una cuota de extracción para *Lessonia nigrescens*. En la V Región, algunas organizaciones que poseen Areas de Manejo, han expresado reiteradamente su intención de incorporar a las algas como especies objetivo. En la IV Región, los pescadores artesanales reconocen el papel estructurador de las algas, destacándola como zona de crianza, condición que explica que no existan solicitudes para incorporar a las algas pardas como especie objetivo.

e) Incentivos e intervención sectorial

En cuanto a las políticas de intervención, tanto públicas como privadas, éstas deben partir de un conocimiento global del sistema. En términos generales, las condiciones de vida de los algueros y sus familias (de aquellos que permanecen con sus familias en la playa), son de las más bajas entre los pescadores artesanales y otros habitantes del medio rural. Esta afirmación, no está relacionada necesariamente con los ingresos económicos, sino que más bien con el acceso a la educación, salud, servicios básicos y beneficios sociales; los cuales mantienen a los pescadores de esta categoría en un grado de marginalidad mayor que a otros pescadores artesanales.

En este contexto, la administración de los recursos pesqueros, no sólo dice relación con medidas de ordenamiento pesquero, sino que también cumplen un papel importante las intervenciones sectoriales que se promueven en cada localidad. Estas intervenciones, pueden generar incentivos para la entrada o salida de nuevos agentes, en cualquier nivel de la cadena productiva asociada a un



recurso determinado, o distorsiones en el sistema con implicancias generalmente inesperadas. Las diversas acciones que tienen como receptores a los pescadores artesanales, tienen su origen en una diversidad de instituciones, tanto públicas como privadas, incluídas instituciones que desconocen el sector o sólo lo conocen parcialmente. Entre las instituciones que intervienen en el sector se cuentan las siguientes: FFFA (inversión y capacitación), FIP (estudios), Gobiernos Regionales (FNDR), CORFO (FAT, PROFOS), SERCOTEC (Programas Asociativos y Asistencias Técnicas), SENCE (Capacitación), FOSIS (Inversión y Capacitación), Municipios, Servicio de Salud, Fundaciones, Servicio País, Ministerio del Trabajo y otras instituciones. Muchas de estas intervenciones, tienen como propósito objetivos plausibles; no obstante, es común que los resultados finales disten de los esperados. A modo de ejemplo, en la zona norte fue común durante los años 1995 a 1999, la ejecución de proyectos para la implementación de molinos de martillo, traspasados a grupos de alqueros (Sindicatos o AG), con el propósito de mejorar los ingresos. Sin embargo, todos estos molinos actualmente están en desuso y la gran mayoría nunca fueron ocupados. Los pocos molinos que operaron, generaron una distorsión en el mercado, ya que al ser subsidiados, quienes los operaron, por un lado aumentaron los precios del alga en playa y por otro disminuyeron los precios de venta a los exportadores (ya que entregaban en forma directa a compradores del mercado asiático). Esta situación generó una disminución de los precios de exportación y en consecuencia, un descenso de los precios pagados en playa; obteniendo en términos globales un efecto totalmente contrario al inicial. Las pequeñas ganancias de un grupo reducido (que generalmente funcionó sólo durante un año), enmascararon el efecto negativo sobre el sistema global, el cual sufrió grandes pérdidas, que en gran parte fueron traspasadas al primer eslabón de la cadena (los alqueros). El conocimiento parcial del sistema, genera resultados inesperados, que no son vistos por el interventor al momento de hacer la acción ni tampoco posteriormente.



Por otro lado, la promoción de AMERBs de algas pardas, desde la perspectiva de las actuales Areas de Manejo en operación (fundamentalmente de loco), genera incentivos para que un gran número de algueros se incorpore a las pesquerías de invertebrados bentónicos, con el consecuente efecto sobre estas pesquerías que ya se encuentran deprimidas. Los pescadores asociados a las actuales Areas de Manejo de algas en proceso de implementación, tanto en la III y VI Regiones, están siendo incentivados a adquirir embarcaciones, capacitarse para el buceo extractivo e incorporarse a la extracción de recursos como el loco, lapa y erizo. Si bien es cierto, estas acciones pueden generar beneficios a un grupo aislado de pescadores, el resultado global es una actividad más ineficiente, una mayor disipación de la renta y una menor rentabilidad de la actividad en su conjunto.

4.6.1. Proposición de las medidas de manejo y diseño de estrategia de explotación.

Conforme a los antecedentes analizados y las características de esta pesquería, la aplicabilidad de los DUTs como estrategia de manejo de algas, surge como la alternativa más viable, dada las características de este recurso, propia de un recurso bentónico; donde la fiscalización se torna difícil y a menudo imposible. Los sistemas basados en incentivos, han mostrado ser más exitosos que aquellos basados en la fiscalización (Christy, 1983). En estas condiciones, los intereses de los pescadores son consistentes con los objetivos y prioridades de la sociedad (Orensanz, 2001).

Considerando la experiencia de las AMERBs, los diversos actores (públicos y privados) se perciben los siguientes beneficios, problemas y resistencias en torno a los DUTs:



Beneficios percibidos de los DUTs

- Motivación para la organización de los pescadores (algueros)
- Conservación de los recursos
- Conservación del ecosistema
- Beneficios económicos
- Condiciones más favorables para la comercialización
- Acceso a otros recursos (considerando contratación de buzos para la extracción de invertebrados bentónicos de importancia comercial)
- Consolidación de asentamientos humanos
- Estabilización del número de agentes extractivos

Problemas percibidos de los DUTs.

- Categoría poco especializada (algueros), monoprodutora, sin competencias para extraer otros recursos
- Efecto sobre los invertebrados bentónicos (dada la remoción de alga)
- Aumento del esfuerzo al incorporar a los algueros a la extracción de otros recursos presentes en el área
- Tamaño de las áreas para algas pardas, donde se requerirían extensas zonas de la costa
- Manejo de un recurso muerto (alga varada)
- Distribución espacial fuera de los límites de las Areas de Manejo (i.e. *L. nigrescens*)
- Costos asociados al pago de patente, el cual es muy alto considerando el valor comercial de los recursos algales



Resistencia a los DUTs

- Percepción de muchas AMERBs entregadas, lo cual para el caso de las algas tiene mayor efecto, dado que se requerirían grandes extensiones para que sean rentables
- Imposibilidad legal de explotar cualquier otro recurso por parte de otros agentes (i.e. buzos tradicionales)
- Posibles efectos en el ecosistema, si se efectúa remoción, considerando la función ecológica de las algas pardas

Considerando estas percepciones y dada las características de los DUTs se proponen como estrategia de ordenamiento y explotación de la pesquería de algas pardas la Asignación de Derechos de Uso Territorial. Esta estrategia corresponde a la de mayor viabilidad y concordante con los objetivos biológicos, ecológicos, económicos y sociales establecidos. En Anexo D, se analiza las diversas alternativas de DUTs aplicables para algas pardas.

La asignación de DUTs, constituye una medida que sería aceptada más fácilmente por los alqueros, dada la tradición que existe en algunas comunidades en cuanto a DUTs informales, siendo un sustrato favorable para la implementación de una estrategia basada en derechos de uso territoriales. Sin embargo, es esperable resistencia de aquellos alqueros “propietarios” de más de un varadero o de varaderos altamente productivos. No obstante, es conocido en la literatura, los efectos perjudiciales de los DUTs individuales; reconociendo en los DUTs comunitarios su contribución a mejorar el bienestar de las comunidades (objetivo social) corrigiendo este tipo de situaciones (Christy, 1983).

Al momento de definir una estrategia de ordenamiento, considerando la actual normativa e institucionalidad, está referido a si los DUT deben incluir sólo una población determinada o a la totalidad de los recursos presentes en un territorio



determinado, lo cual es más relevante en el caso de las algas, donde los usuarios recolectan o extraen sólo (o casi exclusivamente) estos recursos. En este contexto, se debe tener en consideración que a nivel mundial los DUTs no suponen una propiedad del recurso ni del territorio, sino la propiedad de un derecho de uso sobre el recurso, restringido a un territorio determinado. En cuanto a las AMERBs, éstas condicionan conceptualmente el DUT a un polígono. Lo cual es recogido por el Reglamento de AMERBs (DS N° 355). No obstante, para el caso de las algas, donde los agentes extractores son “monoproductores”, los límites territoriales bastarían con estar definidos latitudinalmente. De hecho los conflictos que han ocurrido en la III Región, producto de la promoción de las AMERBs de algas, estuvo centrada en el acceso a los otros recursos, por parte de los buzos. Se debe recordar, que las AMERBs son percibidas por los alqueros permanentes, como un instrumento que permitiría restringir el acceso de otros “alqueros”, no existiendo en primera instancia interés por otros recursos.

La asignación de DUTs, debe definir los criterios que se deben considerar para la asignación de estos derechos, de tal modo de aprovechar en forma eficiente los recursos algales. En este sentido, se deben estimar las dimensiones que debe tener un área, de acuerdo a la potencialidad del sector y el número de alqueros.

En este escenario, la propuesta considera lo siguiente:

- **Asignación de DUTs, mediante la implementación de AMERBs**

La implementación de AMERBs debe considerar los siguientes aspectos y criterios:

- Asignación de derechos de uso sobre el recurso algas pardas (alga varada) presentes en un polígono determinado (sector de costa) a comunidades de



algueros organizados en alguna figura jurídica apropiada. Se entenderá por alga varada a todo individuo que se haya desprendido del sustrato de fijación y se encuentre flotando, depositado en el fondo marino o en el intermareal o más allá de este límite.

- No habrá restricción para que otros pescadores (de todas las categorías, excepto orilleros o algueros) trabajen en el área (extracción de invertebrados bentónicos, peces y otras especies animales) mediante el uso de cualquier arte que se ocupe desde una embarcación (incluido buceo).
- El derecho será sobre el recurso varado y en caso de requerir remover alga, no será necesario contar con un plan de manejo previo, prescindiendo de una evaluación del recurso algal, dado que el plan deberá estar basado en los criterios que se indican en el siguiente punto.
- La remoción deberá estar basada en los siguientes criterios:
 - Para ***L. nigrescens*** se define una talla mínima de extracción de 20 cm de diámetro de disco.
 - El alga deberá ser removida completa, quedando prohibido el segado de esta alga.
 - Se podrá remover una franja de un metro de ancho, dejando inmediatamente después una franja de al menos dos metros sin remover (Explotación en mozaico).
 - Los períodos de remoción sucesivos sobre una misma franja deberán considerar un período mínimo de descanso de 16 meses (Rotación de áreas).
 - Para ***L. trabeculata*** se define una talla mínima de 20 cm.



- El alga deberá ser removida completa, quedando prohibido el segado de esta alga.
 - La remoción de **Macrocystis** sólo se podrá realizar mediante la poda a una profundidad máxima de 1,5 m de la superficie.
- El tamaño del área deberá ser estimado en función de la siguiente relación:

$$L = IT \times (VC \times A)^{-1}$$

Donde:

L : Longitud de línea de costa (m)

IT : Ingresos totales anuales (\$/año)

VC : Valorización anual del desembarque (\$/m²/año)

A : Ancho de la franja explotable (m)

En esta expresión, los ingresos totales anuales del área quedan expresados por:

$$IT = I_f \times f$$

Donde:

I_f : Ingreso mínimo individual anual esperado (\$/ind/año)

f : Número de alqueros (ind)

Y la valorización anual del desembarque, estará expresada por:

$$VC = P \times \xi \times p$$

Donde:

P : excedente productivo (Kg/m²/año)

ξ : tasa de aprovechamiento anual del excedente productivo

p : precio (\$/Kg)



Además, se deberá prohibir la remoción de alga (veda extractiva) cuando no existan AMERBs, dada la complejidad de fiscalizar esta medida en un régimen de libre acceso.

Por otro lado, se sugiere el cierre de registros para algas pardas en la zona norte (I a IV Regiones), considerando: las particularidades de esta pesquería, el alto número de agentes extractivos, la relación alqueros y potencialidad del recurso y el rol ecológico; las cuales generan una situación análoga al estado de explotación, requerido para declarar el cierre de una pesquería, en conformidad a la LGPA.

La propuesta antes señalada, fue analizada con los diversos usuarios en el marco de los Consejos Zonales de Pesca ampliados (con participación de representantes relacionados con la actividad de algas pardas, incluidos representante del FIP y la Subsecretaría de Pesca). En estos talleres, la propuesta de ordenación tuvo un nivel amplio de aceptación, por parte de los diversos usuarios, centrándose la discusión a nivel administrativo en la forma en cómo implementar las medidas propuestas. Cabe destacar que el Consejo Zonal de Pesca (COZOPE) III y IV Regiones, en base a los resultados del presente proyecto, propuso la definición de una veda extractiva para los recursos que constituyen la pesquería de algas pardas (Borrador Informe Técnico Subpesca, 2002)⁴, la cual está siendo analizada en el seno de la Subsecretaría de Pesca y el COZOPE. Esta propuesta tiene como propósito evitar la remoción de algas pardas, en ausencia de planes de manejo asociados a la asignación de DUTs. Sin embargo, en el marco de la Subsecretaría de Pesca se ha cuestionado la aplicabilidad de la implementación de una veda extractiva, señalando que ésta impediría la continuidad de la actividad argumentando que la medida implica la prohibición de tenencia, transporte,

⁴ Veda extractiva para el recurso algas pardas de importancia comercial entre las regiones I y IV. Informe Técnico (R. Pesq.). Valpo., junio 17 de 2002 (Borrador)



proceso y comercialización del recurso. No obstante, se debe considerar que la veda extractiva tiene como objetivo la conservación, lo cual no es aplicable al aprovechamiento de alga muerta. En este contexto, la particularidad de la pesquería de algas pardas, debe ser considerada al momento de evaluar la aplicabilidad de la medida (veda). Esto significa que la promulgación de una veda extractiva sobre algas pardas, implica la prohibición de la remoción de alga, sin restringir la recolección del recurso varado y sólo permitiéndose la remoción cuando existan AMERBs de algas pardas.

Otro aspecto a considerar es que una veda debe estar acotada a un período de tiempo definido, lo cual implica determinar por cuánto tiempo debe ser implementada la medida. En este contexto, es importante recordar el propósito de una veda extractiva, el cual es la conservación; donde la Ley de Pesca no explicita que la conservación esté referida al recurso sobre el cual se ejerce la veda; por lo tanto, considerando que las algas pardas cumplen un rol estructurador, el fin de la conservación se justifica porque el objeto de cuidado es el sistema. Así, definir un período para la veda no tiene fundamento, porque el rol de las algas pardas se presume permanente.

Otro elemento a considerar es el pago de patente, que no sólo es un tema de preocupación para las AMERBs de algas pardas. En este contexto, se propone que el pago esté asociado al desempeño productivo – económico del área, en base al siguiente factor de pago:

$$fP = \frac{UTM}{pVHa}$$

Donde:

fP : factor productivo

UTM : valor UTM

pVHa : producción anual valorizada del AMERB por hectárea



La producción anual valorizada del AMERB, corresponderá a los ingresos netos generados por el área durante un año calendario, producto de la comercialización de los recursos extraídos, divididos por el total de hectáreas del área, como se muestra en seguida:

$$pVHa = \frac{IT}{Ha}$$

Donde:

- IT* : Ingresos totales generados por el AMERB durante el período de un año calendario
- Ha* : Número total de hectáreas del AMERB, incluyendo tanto hectáreas aptas como no aptas.

Conforme al valor de fP, el pago de patente por hectárea se propone tenga los siguientes valores:

Factor productivo (fP)	Monto pago patente
$fP \leq 0,02$	1 UTM
$0,02 < fP \leq 0,05$	0,5 UTM
$fP > 0,05$	Excepción de pago

Modelo de intervención para la implementación de la propuesta de ordenación de algas pardas

La implementación de una medida de este tipo, requiere de la existencia de un plan de intervención (modelo de intervención) que permita generar las condiciones necesarias para el éxito de la medida. La promulgación de una o varias medidas, por sí solas no generan cambios, si no van acompañadas a procesos de



transferencia, educación y sensibilización sobre los diversos usuarios, tanto privados como públicos. Se debe recordar que el éxito de las medidas en el ámbito pesquero han ocurrido básicamente cuando los procesos han sido “bottom-up”; por lo tanto, se deberán destinar los recursos (financieros y humanos), en la cantidad y tiempo necesarios para alcanzar los objetivos propuestos. En este contexto, es donde las diversas instancias locales (institucionalidad pública) juegan un rol relevante, siendo imprescindible un alineamiento de dichas instituciones con la propuesta de ordenación. Dentro de estas instancias locales, destacan los gobiernos regionales, Sernapesca, Corfo, Sercotec y Municipios.

En esta etapa de intervención, el sistema público debe considerar al menos los siguientes aspectos:

ORGANIZACIONALES

- Fortalecimiento organizacional (liderazgo, cohesión, capacidades)
- Promover la organización informada de los usuarios (algueros)
- Considerar la identidad cultural de los agentes pesqueros (origen: campo, ciudad; tradición; motivaciones)
- Conocer el tipo de relación entre los usuarios (análisis de potencialidad de conflictos)
- Transferir las medidas de ordenación, de tal modo de que exista un conocimiento acabado, facilitando la aceptabilidad y entendimiento de la medida de área de manejo por parte de los usuarios



ECONÓMICOS

- Conocer la magnitud de la actividad en los distintos niveles (local, regional, nacional) y el impacto de la misma.
- Conocer los niveles de producción e ingresos a nivel regional, por sector y por pescador
- Conocer las interacciones y dependencias económicas sobre la actividad, por parte de los usuarios
- Fortalecer o generar las condiciones apropiadas para mejorar la comercialización
- Conocer y considerar las expectativas económicas de los usuarios y el efecto de diversas acciones sobre esta percepción del usuario

.PESQUEROS

- Conocer las zonas de recolección y/o extracción históricas
- Conocer el número de usuarios actuales por zona y el nivel de organización de los mismos
- Conocer la tendencia de los desembarques de los recursos algales

NORMATIVOS

- Conocimiento de los aspectos legales de las Áreas de Manejo
- Reconocer la necesidad de adecuaciones legales de las organizaciones para operar bajo este esquema (Sindicatos, A.G., Cooperativas, Federaciones o agrupaciones de organizaciones).



En este sentido, el modelo de intervención debe partir por una interiorización de todos los actores involucrados (y también los que estén relacionados, pero no estén involucrados) de los principales componentes del sector, de tal forma de conocer y entender el sistema, antes de realizar cualquier acción. Posteriormente, se debe concluir con un Programa Estratégico para la Implementación de las Areas de Manejo de algas pardas en cada Región, que defina como se inicia el proceso, cómo se va a apoyar y cuáles serán los objetivos definidos para el sistema en su globalidad, de tal forma que sirvan de guía a las diversas instituciones que intervienen el sector. Cuando existen condiciones donde la medida aun no ha sido implementada, es importante definir con cuáles organizaciones se parte y con qué áreas; ya que es recomendable partir con áreas de gran factibilidad, de tal modo que generen - por un efecto demostrativo - el impulso de la implementación de la medida.



5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A partir de la información generada en el proyecto, se han analizado en el desarrollo de los distintos objetivos específicos, las implicancias de los factores, variables, indicadores, aspectos normativos y de manejo, entre otros, que condicionan la actividad productiva de algas pardas en la zona norte de Chile.

Se ha establecido que la actividad productiva de algas pardas desarrollada en el norte de Chile, es una pesquería atípica, basada históricamente en el aprovechamiento de alga varada por parte de recolectores distribuidos a lo largo de la costa (aprox. 1.150 personas), actividad que obviamente no implica problemas directos desde un punto de vista de la sustentabilidad del recurso. Sin embargo, el aumento creciente de la actividad de remoción en los últimos años, por parte de agentes activos, ha generado una situación de producción mixta asociada a un tipo de pesquería secuencial, la cual se caracteriza por la existencia de ciclos reforzantes, donde la remoción afecta negativamente la disponibilidad de alga varada, lo cual incide en una mayor remoción, a fin de satisfacer los requerimientos económicos de los usuarios del sistema. Este proceso productivo repercute tanto en el ordenamiento de la actividad tradicional, como sobre la sustentabilidad del recurso a escala local. La situación anterior, se ha visto agravada por la incorporación de agentes externos, del sistema pesquero o de otras actividades asociadas a bajos costos de oportunidad alternativos, los cuales operan de forma esporádica sobre el sistema incrementando la fuerza activa, especialmente en la III Región.

Las características propias de las distintas localidades en cuanto a: condiciones de acceso, número de usuarios permanentes, demanda por parte de la empresa, niveles organizacionales, tipo de artes utilizados, dinámica de los agentes eventuales y las



expectativas de ingresos, entre otros, han generado diversas realidades que co-existen en la zona norte; las cuales dan cuenta de diferentes niveles de explotación, estado del recurso y regímenes de explotación: asignación de derechos de uso de hecho, libre acceso y fases primarias de implementación de Areas de Manejo.

De esta forma, el estado del recurso puede ser observado en las diversas fases de una pesquería bentónica típica, en diferentes localidades. En este contexto, definir que el recurso está sobreexplotado o subutilizado, sólo puede ser estimado a escala local. Si bien, la pesquería de algas pardas, está compuesta por tres especies en la zona norte de Chile: ***L. nigrescens***, ***L. Trabeculata*** y ***Macrocystis; pirifera; L. Nigrescens*** es la especie más expuesta a sobreexplotación, si se consideran los volúmenes de desembarque, las condiciones de accesibilidad y los requerimientos del mercado; aunque se ha observado una mayor demanda por ***L. Trabeculata***, tanto por parte de los cultivos de abalón, como por las empresas procesadoras de algas pardas. En consecuencia, es factible esperar un aumento de los desembarques de esta especie, aunque es necesario el desarrollo de métodos de extracción que permitan aprovechar una gran cantidad de algas que quedan depositadas en el fondo marino, sin ser actualmente utilizadas.

El efecto de los algueros sobre el recurso presenta una fuerte componente espacial en función del radio de acción de los mismos, de forma que en los sectores donde existen asentamientos (caletas), la presión por remover alga es mayor, cuando el alga varada es insuficiente. Lo anterior, contrasta con grupos de algueros (esporádicos), que se desplazan en áreas más extensas, quiénes aunque remuevan un mayor volumen de alga, lo hacen en una forma más desconcentrada.



De acuerdo a los procesos anteriores, se identifican a los factores: accesibilidad, número de usuarios (permanentes y esporádicos) y las expectativas de ingresos de éstos, como los de mayor influencia en el sistema productivo de algas pardas, afectando el estado del recurso y la rentabilidad individual (disipación de renta), como efecto de la reorientación de pasivos a activos, lo que en último término condiciona el ordenamiento de la actividad.

Los estudios de casos, permiten establecer como variables de desempeño para el estado del recurso, indicadores asociados a: densidad, biomasa por área, tallas y niveles de reclutamiento, de los cuales la talla poblacional, evaluada a través del diámetro del disco basal, resulta de mayor utilidad a nivel local. Este indicador a su vez, da cuenta de la diversidad y riqueza de especies asociadas al ecosistema, dado que se observan efectos ecosistémicos negativos en los sectores con mayor grado de intervención antrópica, asociados a poblaciones rejuvenecidas. Es importante destacar que los registros de desembarques espaciales y temporales no reflejan el estado del recurso; sino que representan la dinámica de la compra de alga por parte de las empresas.

Los antecedentes generados indican que uno de los principales problemas a abordar, en función del establecimiento de estrategias de ordenamiento, dice relación con la falta de restricción de acceso a varaderos y sectores de costa, dado que agentes externos (esporádicos) se incorporan al sistema extractivo directamente al realizar actividades de remoción no selectiva, lo cual afecta negativamente a los usuarios permanentes del sistema. Esta situación, se presenta con alta frecuencia en las III y IV Regiones, por cuanto son las que requieren una intervención anticipada para la implementación de las medidas de ordenamiento propuestas.



De acuerdo a lo anterior, considerando la modalidad de explotación, los factores antes señalados y las características particulares de esta pesquería, la asignación de DUTs para algas pardas se visualiza como la estrategia de manejo más apropiada, modalidad de explotación que ha operado históricamente sobre varaderos de algas en el norte de Chile. La aplicabilidad de esta medida de administración para recursos bentónicos ha sido ampliamente documentada por diversos autores (Christy, 1982; 1983; Schug, 1996; Orensanz, 1999; 2001; Bacigalupo, 2000).

La existencia histórica de DUTs informales entre los algueros, constituye una condición que favorece la implementación de este tipo de medida. Considerando la actual normativa, la aplicación de la medida Areas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) para algas pardas representa una alternativa viable. Sin embargo, la aplicación de esta medida requiere que las AMERBs se adecúen a las características de este recurso y a los agentes que las extraen. En este contexto, las AMERBs de algas pardas deben tener como especies objetivo sólo a las algas pardas⁵; no deben limitar el acceso de otros pescadores (buzos) para extraer invertebrados bentónicos; deberán basarse fundamentalmente en alga varada; y no deberán requerirse evaluaciones previas para realizar remoción, sino que ésta deberá basarse en los criterios propuestos en una estrategia de explotación general.

La implementación de AMERBs para algas pardas, según lo señalado anteriormente, da una respuesta apropiada a los principales problemas observados en esta pesquería, permitiendo restringir la accesibilidad, regular el número de usuarios e incorporar prácticas de remoción y rotación de áreas de acuerdo a criterios de sustentabilidad del recurso y del ecosistema.

⁵ A menos que algueros efectúen labores extractivas sobre invertebrados bentónicos. Las AMERBs no deben transformarse en una medida que promueva el aumento del esfuerzo sobre recursos que están sobreexplotados.



Además, se debe considerar una asignación eficiente de los sectores, en función del número de usuarios, la potencialidad del sector y las expectativas de ingreso. En este contexto, la factibilidad de la implementación de la estrategia de ordenamiento basada en DUTs, debe tender a regularizar la situación actual, más que a incorporar nuevas formas de operar que pueden resultar en una baja aceptabilidad y la generación de conflictos entre los diversos usuarios del territorio.

En cuanto a la remoción, se debe considerar que dada la contradicción entre los objetivos biológicos pesqueros y ecológicos, donde el indicador diámetro del disco para el primero tiene como PRO un valor de 20 cm; el cual del mismo modo, constituye un PRL en términos ecológicos, indica que la remoción deberá estar prohibida, a menos que exista asignación de DUTs, en beneficio a los criterios de conservación de los ecosistemas litorales, e indirectamente en la sustentabilidad de los recursos bentónicos asociados a este ambiente.

Conforme a los resultados obtenidos, la asignación de DUTs, mediante la implementación de AMERBs, debiera iniciarse con la definición de derechos de uso anticipado sobre los principales sectores donde se lleva a cabo esta actividad, a fin de evitar un mayor deterioro de los mismos.

En cuanto a las medidas sugeridas en el estudio, esto es: cierre de registros y el establecimiento de una veda extractiva; éstas deben ser analizadas y evaluadas, sin olvidar que la pesquería de algas pardas constituye una pesquería atípica y secuencial; además, con un importante rol estructurador de ecosistemas marinos. Estas características complejizan el análisis; lo cual es evidente en la actual discusión en torno a la factibilidad de dichas medidas (fundamentalmente la veda extractiva), en función de la actual normativa. Lo anterior, dado que el Consejo Zonal de Pesca (COZOPE) III y IV, propuso estas medidas administrativas a partir de los resultados del presente proyecto. Sin embargo, dadas las particularidades



de esta pesquería, se establece en el presente estudio que las medidas propuestas son viables, considerando la actual normativa e institucionalidad.



6. CONCLUSIONES

Las principales conclusiones del proyecto están relacionadas con el objetivo general, el cual es: ***Diseñar estrategias de explotación sustentable de algas pardas en la zona norte de Chile***. En este contexto, las conclusiones corresponden a:

- ☑ La pesquería de algas pardas, se comporta como una pesquería atípica de tipo secuencial, conformada por recurso varado (muerto) y removido (vivo).
- ☑ Dada las características particulares de las algas pardas, y los problemas detectados en este sistema, se propone como estrategia de ordenación: la asignación de derechos de uso territoriales (DUTs), como la alternativa más viable.
- ☑ La implementación de la estrategia se deberá realizar mediante la implementación de AMERBs, cuidando que este proceso no replique AMERBs de loco, sino que se desarrolle en forma coherente a las características de las algas pardas.
- ☑ Las AMERBs de algas pardas, deberán ser exclusivas para algas, y se deberá prescindir de la incorporación de otros recursos bentónicos (invertebrados) como especies objetivo.
- ☑ Las AMERBs deberán basarse fundamentalmente en el alga varada, siendo alternativa la remoción de algas cuando el alga varada sea insuficiente.
- ☑ Las AMERBs de algas pardas deberán prescindir de evaluaciones previas, sólo debiendo cumplir con el protocolo general propuesto, cuando se realice remoción.



- ☑ En las AMERBs, la remoción de algas pardas deberá considerar las siguientes medidas de manejo: talla mínima de extracción, modalidad de extracción (i.e. desprendimiento, poda) y manejo espacio temporal de la pradera.

- ☑ La remoción de algas pardas deberá prohibirse en las áreas de libre acceso, a través del establecimiento de una veda extractiva.

- ☑ El registro pesquero para las especies de algas pardas deberá cerrarse; considerando que dada las particularidades de esta pesquería, ésta se encuentra en una fase análoga a la de plena explotación.

- ☑ Se propone la modificación de la modalidad de pago de patente para las AMERBs, considerando el bajo valor comercial de las algas. Esta propuesta es aplicable para cualquier Área de Manejo, sin importar el o los recursos objetivos.

- ☑ Las políticas de intervención sectorial a nivel local, deberán ser coherentes con la estrategia de explotación propuesta, para propiciar un ambiente favorable para alcanzar los objetivos biológico-pesqueros, ecológicos, económicos y sociales; en conformidad al modelo de intervención propuesto.

- ☑ Considerando la escasa información biológica pesquera y ecológica de las especies de algas submareales, se requiere la realización de estudios que aborden esta temática.



7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Avila M, 2001. Manejo Repoblamiento de *Lessonia nigrescens* en la I Región. Informe final. FNDR.

Bacigalupo, H. 2000. Pesquerías concesionadas a pescadores artesanales en Chile. Reporte técnico presentado en Taller sobre manejo y asignación de recursos pesqueros a pescadores artesanales en América Latina. Valparaíso, Chile.

Brower, J.& J. Zar 1977. Field and laboratory methods for general ecology. WM C. Brown Company Publishers. Iowa 194.pp.

Bustamante R.H. & J.C. Castilla 1989. Impact of human exploitation on populations of the intertidal Southern Bull-kelp *Durvillea antarctica* (Phaeophyta, Durvilleales) in Central Chile. Estación costera de Investigaciones Marina (ECIM) . Las Cruces, Departamento de Ecología, Universidad Católica de Chile, Casilla 114-D, Santiago Chile.

Caddy, J. 1998. A Short Review of Precautionary Reference points and Some Proposals or Their Use in Data-Poor Situations. FAO. Fisheries Technical Paper. N° 379. 30 pp.

Caddy, J.F.& R. Mahon, 1995. Reference point for fisheries management. FAO. Fisheries Technical Paper. N° 349. 83 pp.



- Camus, P. 1994.** Dinámica geográfica en poblaciones de *Lessonia nigrescens* Bory (Phaeophyta) en el norte de Chile: importancia de la extinción local durante eventos El Niño de gran intensidad. Revista de investigación científica tecnológica. Serie Ciencias del Mar. 3: 58-70.
- Cancino, J & B. Santelices 1984.** Importancia ecológica de los discos adhesivos de *Lessonia nigrescens* Bory (Phaeophyta) en Chile central. Revista Chilena de Historia Natural 56(2): 23-33.
- Christy, F.T. & A.D. Scott. 1965.** The common wealth in ocean fisheries. Baltimore, Johns Hopkins Press. 281 pp.
- Christy, F.T. Jr. 1983.** Derechos de uso territorial en las pesquerías marítimas: definiciones y condiciones. FAO, Doc.Tec.Pesca, (227): 11 pp.
- Denkmodel Desing. 1997.** Métodos planificación sistémica. Cart Dusberg Gesellschaft, Koln, Alemania.
- Edding M., F. Tala, A. Vega & A. Smith, 1998.** Investigación y manejo para la extracción de huiros, III Región. Informe Final FNDR III Región. 199 pp.
- Edgar, G. J. 1983.** The ecology of south-esat Tasmania phytal animal Commuunities III. Patterns of species, diversity. J. Exp. Mar Biol. Ecol. Vol. 70, 181-203.
- FAO, 2000.** Indicadores para el Desarrollo Sostenible de la Pesca de Captura Marina. Documento Técnico N° 8. 68 pp.



- Hilborn, R. & C.J. Walters. 1992.** Quantitative fisheries stock assessment. Choice, dynamics and uncertainty. Chapman & Hall, New York, London. 570 pp.
- IFOP, 1993a** Perspectivas de explotación de macroalgas pardas varadas en la Provincia de Choapa, IV Región, Chile. Rev. Investigaciones Ciencia y Tecnología, Ser. Cienc. Mar. 3: 47 – 57 (Iquique).
- IFOP, 1993b** Diagnóstico macroalgas en la zona costera Punta Lengua de Vaca IV Región, Coquimbo. Informe Final, SERPLAC IV Región. 49 pp.
- IFOP, 1994.** Diagnóstico de las praderas en el litoral de la III Región, Informe Final Gobierno Regional de Atacama. 88pp
- IFOP, 1999.** Estudio piloto ecológico y socio-económico en áreas potenciales de reserva marina en la III y IV Regiones. FIP. N° 97-45. 194 pp
- O' Connor, J & J. Seymour 1996.** PNL para formadores. Manual para directivos, formadores y comunicadores. Edición Urano-Barcelona. España.
- Orensanz, J.M. 1999.** Evaluación y manejo de recursos bentónicos – Hacia la implementación de un sistema de derechos de uso territorial en Chile. Reporte de Conferencia y Taller de expertos internacionales. Valparaíso, Chile.
- Orensanz, J.M. 2001.** Perspectivas sobre los derechos de uso territorial (“TURFs”) como instrumento para el manejo de pesquerías bentónicas costeras. Reporte técnico presentado en el Taller: Modernización e integración de pesquerías artesanales bentónicas en sistemas productivos costeros de la zona norte de Chile. IFOP, III Región.



- Pielou, E C. 1975.** Ecological Diversity. John Wiley & Sons, Inc. Usa. 159 pp.
- Rivera G., A. Vega, P. Larco y C. Larco, 1994.** Diagnóstico de la pradera de algas pardas en el litoral de la Tercera Región. Informe Final FNDR. III Región. 94 pp.
- Saaty T. 1977.** The Analytic Hierarchy Process (New York: Mc Graw – Hill). 678 pp.
- Santelices, B. 1982.** Bases biológicas para el manejo de *Lessonia nigrescens* (Phaeophyta; Laminariales) en Chile central. Monografías Biológicas (Chile). 2: 135-150.
- Santelices, B. 1989.** Algas marinas de Chile. Distribución, Ecología, Utilización, Diversidad. Ediciones Universidad Católica de Chile. 399 pp.
- Schug, D.M. 1996.** The revival of territorial use rights in Pacific Island inshore fisheries. In Coastal Management. The University of Chicago. pp. 235 – 246.
- Seijo J. C., O. Defeo & S. Salas, 1997.** Bioeconomía, Pesquera. Teoría, modelación y manejo. FAO. Documento Técnico de Pesca. Nº 368
- Seijo J. C., O. Defeo & S. Salas, 1997.** Bioeconomía, Pesquera. Teoría, modelación y manejo. FAO. Documento Técnico de Pesca. Nº 368
- SERNAPESCA 1980-2000.** Anuarios Estadísticos de Pesca. Servicio Nacional de Pesca.



- Sharp G. 2001.** *Ascophyllum nodosum* and its harvesting in Eastern Canada. Invertebrate and Marine Plants Division. Fisheries Research Branch. Fisheries and Oceans Canada. Halifax, Nova Scotia, Canada.
- Sinner J. Forrest B. Taylor M. Dodgshun T. Brown S. Gibbs W. 2000.** Options for managing the Asian Kelp *Undaria*. Ministry of Fisheries Te Tautiaki I nga tini a Tangaroa.
- Tala, F.1994.** Aspectos morfológicos y reproductivos de *Lessonia trabeculata* (Laminariales, Phaeophyta). Una comparación entre localidades (IV Región-Chile). Tesis para optar al título de Biólogo Marino Universidad Católica del Norte. Facultad de Ciencias del Mar. 153 pp.
- Vásquez, J.A & B. Santelices 1984.** Comunidades de macroinvertebrados en discos adhesivos de *Lessonia nigrescens*. Bory (Phaeophyta) en Chile central. Revista Chilena de Historia Natural.
- Vásquez, J. & B. Santelices 1990.** Ecological effects of harvesting *Lessonia* (Laminariales , Phaeophyta) in central Chile. Hydrobiologia 204/205: 41-47.
- Vásquez, J. A 1999.** The effect of harvesting of brown seaweeds: a social, ecological and important resource. World Aquaculture Vol. 30: 139-142.
- Vásquez, J.A & R. Westermeier, 1993.** Limiting factors in optimizing seaweed yield in Chile. Hydrobiología 260/261: 313-320.
- Vásquez, J.A. & F. Tala, 1995.** Repopulation of intertidal areas with *Lessonia nigrescens* in northern Chile. Journal of applied Phycology. 7:347 – 349.



Vásquez, J.A. . 1995. Ecological Effects of Seaweed Harvesting. *Botánica Marina*.
Vol 38: 251-257.

Villouta, E & Santelices 1984. Estructura de la comunidad submareal de
Lessonia (Phaeophyta: Laminariales) en Chile norte central. *Revista
Chilena de Historia Natural*.

T A B L A S

Tabla 1. Principales indicadores poblacionales de las praderas de *L. nigrescens*, de los sectores de estudio de la I a IV regiones.

Estimador	Unidad	Localidades										
		Pisagua	Caramucho	Santa Maria	Cifuncho	Los Pozos	Caleta Angosta	Punta Lobos	Rio Limari	La Cebada	Ñague	Cascabeles
Densidad	Ind./m ²	4,54	2,38	4,00	4,06	2,25	1,81	2,93	1,13	0,65	1,56	0,88
Biomasa	Kg/m ²	22,79	11,92	21,50	29,25	5,91	9,20	22,11	10,02	8,92	34,93	9,37
Distancia Interplanta	cm	28,26	18,05	29,17	23,43	39,96	35,06	26,00	17,63	39,26	42,05	39,70
Diámetro Medio	cm	14,69	20,08	11,77	14,10	8,19	12,44	15,43	16,62	23,98	29,41	18,28
Peso Medio	kg	8,94	13,10	5,37	7,21	2,63	5,08	7,55	8,91	15,94	22,36	10,71
% Stock (> Lc cm)	cm	24%	45%	9%	22%	2%	3%	11%	10%	32%	46%	17%
% Reclutas (< 3 cm)	cm	22%	16%	2%	3%	17%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
L50% Diámetro	cm	11,25	21,67	13,35	17,03	6,79	11,70	13,57	14,00	23,50	26,44	18,20
L50% Reproductivo	cm	15,30	15,30	15,59	15,59	13,83	13,83	13,83	12,75	12,75	12,75	12,75

Tabla 2. Principales indicadores poblacionales de las praderas de *L. trabeculata*, de los sectores de estudio de la I a IV regiones.

Estimador	Unidad	Localidades							
		Pisagua	Caramucho	Santa Maria	Cifuncho	Caleta Angosta	Punta Lobos	Rio Limari	La Cebada
Densidad	Ind./m ²	1,50	1,41	1,33	1,14	1,07	1,80	1,68	2,12
Biomasa	Kg/m ²	3,12	3,11	3,56	3,60	3,99	6,49	7,96	13,08
Diámetro Medio	cm	12,53	13,07	15,02	16,94	19,36	19,00	15,50	21,00
Peso Medio	kg	2,10	2,23	2,69	3,16	3,74	3,61	4,37	6,17
% Stock (> Lc cm)	cm	9%	3%	20%	31%	33%	29%	11%	19%
% Reclutas (< 3 cm)	cm	16%	5%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
L50% Diámetro	cm	12,00	12,33	13,78	15,83	17,67	17,67	15,00	20,00

Tabla 3. Principales indicadores poblacionales de las praderas de *M. integrifolia*, de los sectores de estudio de la I a IV regiones.

Estimador	Unidad	Localidades			
		Santa Maria	Caleta Angosta	Rio Limari	Ñague
Densidad	Ind./m ²	1,83	1,81	4,40	0,77
Biomasa	Kg/m ²	7,13	0,67	2,21	0,54
Diámetro Medio	cm	17,22	11,43	14,75	22,19
Peso Medio	kg	3,89	0,37	0,50	0,71
% Stock (> Lc cm)	cm	20%	3%	8%	47%
% Reclutas (< 3 cm)	cm	0%	2%	0%	0%
L50% Diámetro	cm	15,83	10,40	13,40	12,07

Tabla 4. Cobertura y densidad de organismos en los espacios interdiscos de **L. nigrescens** (0,25 m²), en 9 localidades de estudio de la I a la IV regiones.

Taxa	Localidades																	
	Pisagua		Caramucho		Constitución		Cifuncho		Los Pozos		Cta. Angosta		Punta Lobos		Limari		La Cebada	
	Media	sd	Media	sd	Media	sd	Media	sd	Media	sd	Media	sd	Media	sd	Media	sd	Media	sd
CRUSTACEA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cirripedia	21,56	25,08	-	-	6,25	9,40	0,94	2,02	-	-	-	-	2,19	4,07	7,19	8,56	3,44	7,00
ALGAE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Crustosa calcarea	65,94	22,75	71,25	22,84	62,50	14,26	46,25	33,99	2,50	6,58	60,63	21,59	85,94	20,02	78,44	13,75	74,69	22,69
Ulva sp	-	-	0,31	1,25	1,56	2,39	4,38	7,50	-	-	-	-	0,63	1,71	1,56	3,52	2,19	6,57
Rodophyta indet.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,88	3,59	-	-	4,69	7,85	-	-
Colpomenia sp	-	-	-	-	0,63	1,71	1,25	2,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gellidium sp	-	-	-	-	3,44	4,37	6,28	7,24	-	-	-	-	0,31	1,25	-	-	-	-
Corallina sp	1,25	3,87	13,75	15,33	0,94	2,02	2,19	3,15	0,63	1,71	5,94	5,84	-	-	-	-	6,25	20,29
Codium sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,81	6,05	-	-	-	-	8,13	16,01
SUSTRATO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Conchuela	-	-	-	-	6,25	11,62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sustrato primario (roca desnuda)	11,25	15,97	14,69	19,87	18,44	15,78	38,75	34,08	96,88	7,04	28,75	20,45	10,94	20,59	8,13	12,37	5,31	9,57
ANTHOZOA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Actinia indet.	1,25	1,39	0,38	1,02	0,38	0,89	0,06	0,25	0,13	0,34	0,19	0,40	0,06	0,25	0,06	0,25	0,13	0,34
MOLLUSCA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fissurella spp.	1,31	1,82	0,19	0,54	0,19	0,40	0,06	0,25	-	-	0,50	0,73	0,13	0,34	0,38	0,62	0,44	0,89
Tegula tridentata	0,44	1,50	0,31	1,25	-	-	-	-	3,13	4,62	-	-	-	-	-	-	-	-
Chiton spp	1,31	2,06	-	-	0,19	0,54	0,13	0,34	0,06	0,25	0,19	0,40	0,13	0,34	0,81	1,68	0,25	0,58
Scurria sp	-	-	-	-	0,44	0,73	0,56	1,09	-	-	-	-	0,19	0,54	-	-	-	-
Collisella sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,88	1,20	0,69	1,40	0,81	1,17	0,19	0,54
ECHINODERMATA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Athyonidium chilensis	-	-	-	-	0,13	0,34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tetrapygyus niger	-	-	-	-	0,31	0,87	-	-	9,06	9,15	-	-	-	-	-	-	-	-
Loxechinus albus	0,13	0,34	0,31	0,70	-	-	-	-	-	-	-	-	0,06	0,25	-	-	-	-
Strichaster striatus	-	-	-	-	-	-	0,06	0,25	-	-	-	-	0,06	0,25	-	-	-	-
Heliaster helianthus	0,31	0,79	0,19	0,54	0,06	0,25	0,13	0,34	0,06	0,25	-	-	0,13	0,34	0,19	0,40	0,19	0,54

* Valores de cobertura (%) en negrita

Tabla 5. Indices de diversidad biológica en los espacios interdiscos de **L. nigrescens**, para 9 localidades de la I a la IV regiones.

INDICES DE DIVERSIDAD	Localidades									
	Pisagua	Caramucho	Constitución	Cifuncho	Los Pozos	Cta. Angosta	Pta Lobos	Limari	La Cebada	
Riqueza de especies (S')	9	8	13	12	7	8	12	9	10	
Especie Dominante	Fissurella spp.	Actinia indet.	Scurria sp	Scurria sp	T. niger	Collisella sp	Collisella sp	Chiton spp	Fissurella spp.	
Dominancia Especifica (%)	27,63	27,27	25,93	56,25	72,86	50,00	47,83	36,11	36,84	
Diversidad Shannon H' (Log ₁₀)	0,68	0,68	0,78	0,59	0,29	0,51	0,72	0,58	0,66	
Diversidad Shannon Hmax (Log ₁₀)	0,78	0,70	0,85	0,78	0,70	0,60	0,90	0,70	0,70	
Uniformidad Shannon (J')	0,87	0,98	0,93	0,76	0,42	0,85	0,80	0,83	0,94	

Tabla 6. Cobertura y densidad de organismos en los espacios interdiscos de *L. trabeculata* (0,25 m²), en 7 localidades de estudio de la I a la IV regiones.

Taxa	Localidades													
	Pisagua		Caramucho		Constitución		Cifuncho		Punta Lobos		Limari		La Cebada	
	Media	sd	Media	sd	Media	sd	Media	sd	Media	sd	Media	sd	Media	sd
MOLLUSCA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Brachidontes granulata	-	-	-	-	0,42	1,44	-	-	-	-	-	-	-	-
CRUSTACEA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cirripedia	2,52	4,02	11,67	14,67	-	-	-	-	1,67	3,26	-	-	7,08	9,16
ALGAE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Crustosa calcarea	62,95	27,94	59,56	25,29	58,33	23,96	51,25	27,81	78,33	11,35	87,92	12,15	85,83	10,41
Rodophyta indet.	1,67	3,26	-	-	18,33	14,51	-	-	4,58	7,22	3,33	6,15	-	-
Halopteris sp	-	-	-	-	-	-	31,67	30,10	10,00	15,23	-	-	-	-
Gellidium sp	-	-	0,83	1,95	-	-	-	-	-	-	2,50	3,99	0,83	1,95
Plocamium sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,58	7,82	5,00	6,74
Glossophora kunthii	-	-	4,17	5,97	-	-	2,92	7,53	-	-	1,67	3,26	1,25	3,11
CHORDATA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pyura chilensis	2,52	4,02	1,70	5,89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUSTRATO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Conchuela	30,42	28,16	22,08	27,92	22,92	20,72	14,17	15,05	-	-	-	-	-	-
Arena	-	-	-	-	-	-	-	-	5,42	8,91	-	-	-	-
ANTHOZOA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Actinia indet.	0,17	0,39	0,08	0,29	0,25	0,45	0,17	0,39	3,00	3,59	0,33	0,89	0,08	0,29
MOLLUSCA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Concholepas concholepas	0,08	0,29	0,58	1,16	0,08	0,29	0,08	0,29	-	-	0,25	0,62	0,33	0,65
Fissurella spp.	0,58	1,00	0,67	0,78	0,17	0,39	0,25	0,62	0,25	0,62	0,67	1,07	0,92	1,24
Tegula tridentata	3,08	4,23	15,33	17,19	6,25	7,58	3,92	7,82	5,42	6,49	2,25	4,22	-	-
Oliva sp	-	-	0,42	1,44	0,25	0,87	-	-	-	-	-	-	-	-
Priene rude	0,42	1,00	0,67	0,98	0,25	0,45	0,33	0,89	0,08	0,29	-	-	-	-
A. echinata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,17	0,39	0,42	1,00
Chiton spp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,17	0,58	-	-
Crassilabrum crassilabrum	3,33	5,53	1,00	3,46	-	-	-	-	1,08	1,68	-	-	-	-
Aulacomya ater	1,00	1,65	2,67	5,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Turritella cingulata	7,17	9,02	5,00	10,84	3,58	4,42	2,33	7,48	-	-	-	-	-	-
ECHINODERMATA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tetrapyus niger	1,92	3,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Patiria chilensis	0,33	0,65	0,25	0,62	0,17	0,39	0,08	0,29	0,17	0,39	-	-	-	-
Strichaster striatus	-	-	-	-	0,17	0,39	0,17	0,39	0,33	0,65	0,08	0,29	0,25	0,87
Heliaster helianthus	0,33	0,65	0,42	0,67	0,08	0,29	0,08	0,29	0,17	0,39	-	-	0,17	0,39
Meyenaster gelatinosus	-	-	0,17	0,39	0,08	0,29	-	-	-	-	0,08	0,29	0,08	0,29

* Valores de cobertura (%) en negrita

Tabla 7. Indices de diversidad biológica en los espacios interdiscos de *L. trabeculata*, para 7 localidades de la I a la IV regiones.

INDICES DE DIVERSIDAD	Localidades						
	Pisagua	Caramucho	Constitución	Cifuncho	Pta Lobos	Limari	La Cebada
Riqueza de especies (S')	15	17	14	12	12	13	12
Especie Dominante	Turritella cingulata	Tegula tridentata	Fissurella spp.				
Dominancia Especifica (%)	38,91	56,27	55,15	52,81	51,59	56,25	36,67
Diversidad Shannon H' (Log ₁₀)	0,77	0,64	0,54	0,55	0,57	0,62	0,78
Diversidad Shannon Hmax (Log ₁₀)	1,04	1,08	1,04	0,95	0,90	0,90	0,90
Uniformidad Shannon (J')	0,74	0,59	0,52	0,58	0,63	0,69	0,87

Tabla 8. Cobertura y densidad de organismos en los espacios interdiscos de **M. integrifolia** (0,25 m²), en 3 localidades de estudio de la II a la IV regiones.

Taxa	Localidades					
	Constitución		Cta. Angosta		Limari	
	Media	sd	Media	sd	Media	sd
ALGAE	-	-	-	-	-	-
Crustosa calcarea	21,25	20,57	54,58	28,96	41,67	33,73
Clorophyta indet.	2,08	3,34	-	-	-	-
Lessonia trabeculata	9,17	15,05	2,92	6,89	2,92	7,53
Corallina sp	-	-	3,75	6,08	-	-
Rodophyta indet.	-	-	-	-	23,33	22,29
Halopteris sp	25,00	22,96	18,33	24,71	-	-
Plocamium sp	-	-	-	-	5,83	11,84
Glossophora kunthii	1,67	3,26	2,92	4,50	4,17	8,75
SUSTRATO	-	-	-	-	-	-
Conchuela	40,83	28,67	10,00	22,96	14,58	14,84
Sustrato primario (roca desnuda)	-	-	7,50	15,30	7,92	10,97
ANTHOZOA	-	-	-	-	-	-
Actinia indet.	0,42	0,90	0,75	1,60	0,67	1,07
MOLLUSCA	-	-	-	-	-	-
Fissurella spp.	-	-	0,33	0,65	0,25	0,45
Tegula tridentata	2,25	4,22	2,67	4,31	2,08	4,14
Priene rude	0,42	0,79	-	-	-	-
Prisogaster niger	1,33	2,10	-	-	-	-
A. echinata	-	-	0,17	0,39	0,17	0,39
Chiton spp	-	-	0,50	1,45	0,17	0,39
Crassilabrum crassilabrum	1,67	2,71	-	-	-	-
Turritela cingulata	2,33	5,60	-	-	-	-
ECHINODERMATA	-	-	-	-	-	-
Athyonidium chilensis	-	-	-	-	0,25	0,62
Asteroideo indet	0,17	0,39	-	-	-	-
Meyenaster gelatinosus	0,08	0,29	-	-	-	-

* Valores de cobertura (%) en negrita

Tabla 9. Indices de diversidad biológica en los espacios interdiscos de **M. integrifolia**, para 3 localidades de la II a la IV regiones.

INDICES DE DIVERSIDAD	Localidades		
	Constitución	Cta. Angosta	Limari
Riqueza de especies (S')	13	10	11
Especie Dominante	Turritela cingulata	Tegula tridentata	Tegula tridentata
Dominancia Específica (%)	26,92	60,38	58,14
Diversidad Shannon H' (Log ₁₀)	0,75	0,51	0,56
Diversidad Shannon Hmax (Log ₁₀)	0,90	0,70	0,78
Uniformidad Shannon (J')	0,83	0,73	0,72

Tabla 11. Abundancia total de la macrofauna asociada a discos basales de **L. nigrescens** en 7 localidades de estudio de la I a la IV región. (n= 42 total).

Taxa	Localidades						
	Pisagua	Caramucho	Constitución	Los Pozos	Pta Lobos	Limari	La Cebada
ANTHOZOA	-	-	-	-	-	-	-
Actinia indet.	-	-	-	-	11	15	4
Phymantis clematis	3	2	-	-	-	-	-
Anthothoe chilensis	-	-	-	27	-	5	-
MOLLUSCA	-	-	-	-	-	-	-
Concholepas concholepas	4	2	4	-	1	3	-
Fissurella spp	8	10	-	-	2	9	2
Chiton spp	10	-	5	-	-	1	2
Acanthopleura echinata	1	3	-	2	1	-	-
Tegula atra	6	2	-	-	-	-	-
Tegula tridentata	-	-	-	7	2	-	-
Calyptrea trochiformis	-	-	-	-	-	6	-
Semimytilus algosus	57	76	193	4	31	-	20
Littorina peruviana	2	-	-	-	2	7	2
Brachidontes granulata	18	55	19	-	2	13	15
Perumytilus purpuratus	-	-	22	-	-	-	-
Scurria scurra	-	-	11	-	34	9	16
CRUSTACEA	-	-	-	-	-	-	-
Acanthocycclus gayi	-	-	-	-	24	10	24
Allopetrolisthes spp	4	2	10	-	7	-	-
Gammaridae indet.	-	-	-	-	80	10	12
Pachycheles spp	7	6	7	-	23	6	5
Petrolisthes spp	3	12	2	-	2	7	2
Pilumnoides perlatus	4	13	1	-	1	-	-
Taliepus spp	-	1	-	-	2	2	1
Tricolia macleani	-	-	-	-	-	11	-
Synalpheus sp	-	22	5	-	15	-	-
Pagurus sp	-	-	-	-	1	-	-
ECHINODERMATA	-	-	-	-	-	-	-
Helianthus helianthus	1	2	2	-	1	-	-
Tetrapygyus niger	-	2	7	34	1	6	-
Patiria chilensis	-	1	-	-	-	-	-
ANNELIDA	-	-	-	-	-	-	-
Nereidae indet.	-	-	-	-	31	32	32
Phragmatopoma moerchi	-	-	-	-	2	-	-
Nemertea indet.	-	-	-	-	-	9	22
Syllidae indet	3	-	-	-	10	-	-
Lumbrineridae	6	-	6	1	-	-	-
CHORDATA	-	-	-	-	-	-	-
Pyura chilensis	2	-	-	-	-	-	-

Tabla 12. Índices de diversidad biológica de discos basales de **L. nigrescens** en 7 localidades de estudio de la I a la IV región. (n= 42 total)

INDICES DE DIVERSIDAD	Localidades						
	Pisagua	Caramucho	Constitución	Los Pozos	Pta Lobos	Limari	La Cebada
Riqueza de especies (S')	17	16	14	6	23	18	14
Especie Dominante	Semimytilus algosus	Semimytilus algosus	Semimytilus algosus	Tetrapygyus niger	Gammaridae indet.	Nereidae indet.	Nereidae indet.
Dominancia Específica (%)	41,01	36,02	65,65	45,33	27,97	19,88	20,13
Diversidad Shannon H' (Log ₁₀)	0,94	0,83	0,62	0,55	1,02	1,16	0,98
Diversidad Shannon Hmax (Log ₁₀)	1,23	1,20	1,15	0,78	1,36	1,26	1,15
Uniformidad Shannon (J')	0,76	0,69	0,54	0,70	0,75	0,92	0,85

Tabla 13. Densidad (ind. / Kg) promedio de la macrofauna asociada a discos de *L. trabeculata*, en 6 localidades de estudio de la I a la IV región. (n= 36 total).

Taxa	Localidades											
	Pisagua		Caramucho		Constitución		Pta Lobos		Limari		La Cebada	
	Media	sd	Media	sd	Media	sd	Media	sd	Media	sd	Media	sd
MOLLUSCA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Concholepas concholepas	0,06	0,15	0,54	1,32	-	-	-	-	-	-	-	-
Fissurella spp	0,20	0,36	0,41	0,67	0,17	0,41	0,23	0,57	0,07	0,16	0,17	0,27
Collisella sp	-	-	1,15	1,28	-	-	0,15	0,23	-	-	-	-
Chiton spp	0,13	0,31	0,63	1,00	0,17	0,26	-	-	-	-	-	-
Tegula tridentata	1,40	1,58	3,24	4,41	1,71	2,90	0,10	0,25	0,38	0,93	0,31	0,76
Tegula quadricostata	-	-	-	-	-	-	-	-	0,59	0,60	0,11	0,27
Crepidula sp	-	-	-	-	-	-	3,26	2,38	0,75	0,79	0,72	1,17
Tonicia sp	-	-	-	-	-	-	0,14	0,33	-	-	-	-
Calyptraea trochiformis	-	-	0,29	0,46	-	-	0,27	0,66	0,10	0,25	0,86	1,14
Turritella cingulata	-	-	-	-	0,26	0,43	0,26	0,41	-	-	-	-
Brachidontes granulata	0,83	1,29	5,72	5,95	1,51	1,84	7,50	6,06	0,95	1,11	1,95	3,31
Oliva peruviana	-	-	-	-	0,08	0,20	-	-	-	-	-	-
Doridacea sp	-	-	0,13	0,31	-	-	-	-	-	-	-	-
Nassarius sp	-	-	0,32	0,79	-	-	-	-	-	-	-	-
Priene spp	0,24	0,44	0,14	0,33	-	-	-	-	-	-	-	-
Scurria scurra	-	-	0,47	0,76	0,21	0,35	-	-	0,15	0,23	-	-
CRUSTACEA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Allopetrolisthes spp	0,15	0,25	0,31	0,49	-	-	0,12	0,29	-	-	0,11	0,27
Balanus sp	-	-	0,13	0,31	-	-	-	-	-	-	-	-
Gammaridae indet.	-	-	-	-	-	-	3,36	3,73	1,54	2,48	-	-
Pachycheles spp	0,22	0,39	0,21	0,52	-	-	0,68	1,31	0,18	0,44	0,63	0,91
Pilumnoides perlatus	-	-	-	-	-	-	-	-	0,27	0,66	0,08	0,18
Taliepus spp	0,05	0,12	0,14	0,33	0,52	0,85	0,45	0,54	0,32	0,36	0,18	0,29
Synalpheus sp	-	-	-	-	-	-	0,44	0,86	0,18	0,29	0,30	0,56
Pagurus sp	-	-	0,47	0,76	-	-	0,07	0,17	-	-	-	-
ECHINODERMATA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Heliaster helianthus	-	-	-	-	0,07	0,17	-	-	-	-	-	-
Tetrapygus niger	-	-	-	-	-	-	-	-	0,58	1,08	-	-
Patiria chilensis	0,06	0,14	0,16	0,39	0,17	0,26	0,68	0,84	0,28	0,43	0,08	0,18
ANNELIDA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nemertea indet.	-	-	0,13	0,31	-	-	-	-	-	-	-	-
Lumbrineridae	0,28	0,45	-	-	0,43	0,70	-	-	-	-	-	-
CHORDATA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pyura chilensis	0,12	0,30	0,11	0,26	-	-	-	-	0,13	0,32	0,08	0,20

Tabla 14. Abundancia total de la macrofauna asociada a discos basales de **L. trabeculata** en 6 localidades de estudio de la I a la IV región. (n= 36 total).

Taxa	Localidades					
	Pisagua	Caramucho	Constitución	Pta Lobos	Limari	La Cebada
MOLLUSCA	-	-	-	-	-	-
Concholepas concholepas	1	3	-	-	-	-
Fissurella spp	4	3	2	3	1	2
Collisella sp	-	9	-	2	-	-
Chiton spp	2	4	2	-	-	-
Tegula tridentata	26	21	20	1	4	4
Tegula quadricostata	-	-	-	-	7	1
Crepidula sp	-	-	-	38	10	10
Tonicia sp	-	-	-	2	-	-
Calyptrea trochiformis	-	2	-	2	1	12
Turritella cingulata	-	-	3	3	-	-
Brachidontes granulata	15	40	20	89	12	25
Oliva peruviana	-	-	1	-	-	-
Doridacea sp	-	1	-	-	-	-
Nassarius sp	-	3	-	-	-	-
Priene spp	4	1	-	-	-	-
Scurria scurra	-	3	3	-	2	-
CRUSTACEA	-	-	-	-	-	-
Allopetrolisthes spp	3	2	-	1	-	1
Balanus sp	-	1	-	-	-	-
Gammaridae indet.	-	-	-	43	20	-
Pachycheles spp	4	2	-	9	2	7
Pilumnoides perlatus	-	-	-	-	3	1
Taliepus spp	1	1	6	6	4	2
Synalpheus sp	-	-	-	5	2	4
Pagurus sp	-	3	-	1	-	-
ECHINODERMATA	-	-	-	-	-	-
Heliaster helianthus	-	-	1	-	-	-
Tetrapygyus niger	-	-	-	-	7	-
Patiria chilensis	1	1	2	9	3	1
ANNELIDA	-	-	-	-	-	-
Nemertea indet.	-	1	-	-	-	-
Lumbrineridae	5	-	6	-	-	-
CHORDATA	-	-	-	-	-	-
Pyura chilensis	2	1	-	-	2	1

Tabla 15. Índices de diversidad biológica de discos basales de **L. trabeculata**, en 6 localidades de estudio de la I a la IV región. (n= 36 total)

INDICES DE DIVERSIDAD	Localidades					
	Pisagua	Caramucho	Constitución	Pta Lobos	Limari	La Cebada
Riqueza de especies (S')	12	19	11	15	15	13
Especie Dominante	Tegula tridentata	Brachidontes granulata	Tegula tridentata	Brachidontes granulata	Gammaridae indet.	Brachidontes granulata
Dominancia Específica (%)	38,24	39,22	30,30	41,59	25,00	35,21
Diversidad Shannon H' (Log ₁₀)	0,84	0,91	0,82	0,77	1,02	0,87
Diversidad Shannon Hmax (Log ₁₀)	1,08	1,28	1,04	1,18	1,18	1,11
Uniformidad Shannon (J')	0,77	0,71	0,79	0,66	0,87	0,78

Tabla 16. Composición del desembarque¹ en número y peso a la talla de *L. nigrescens*, de la I a IV regiones.

Diámetro del disco	I Región		II Región		III Región		IV Región		Total Regiones	
	Numero	Peso (ton)	Numero	Peso (ton)	Numero	Peso (ton)	Numero	Peso (ton)	Numero	Peso (ton)
1-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5-8	0	0	0	0	6307	13	36381	68	42688	80
9-12	23420	99	401012	1750	718971	2738	847153	3240	1990556	7827
13-16	75881	505	985343	6749	1996091	12448	1450035	8836	4507350	28538
17-20	62766	588	687449	6742	1787968	16947	815969	7361	3354152	31637
21-24	21547	283	320809	4168	785192	10738	332624	4325	1460173	19514
25-28	6558	112	103117	1793	507695	9249	57170	958	674539	12112
29-32	1874	39	0	0	116675	2731	15592	330	134141	3100
33-36	937	23	0	0	40994	1201	0	0	41931	1224
37-40	0	0	0	0	6307	240	0	0	6307	240
41-44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45-48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
49-52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
53-56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
57-60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Región	192982	1648	2497730	21202	5966201	56305	3554924	25118	12211836	104273
Diámetro Medio (cm)	16,91	-	16,51	-	17,78	-	15,42	-	17,09	-
Peso Medio (kg)	-	8,54	-	8,49	-	9,44	-	7,07	-	8,54

FIGURAS

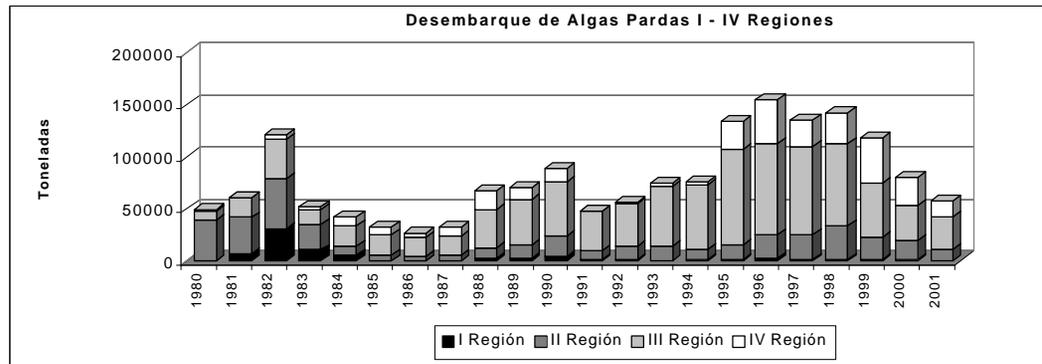


Figura 1.- Desembarque anual de algas pardas para las regiones I a IV en el periodo 1980-2001.

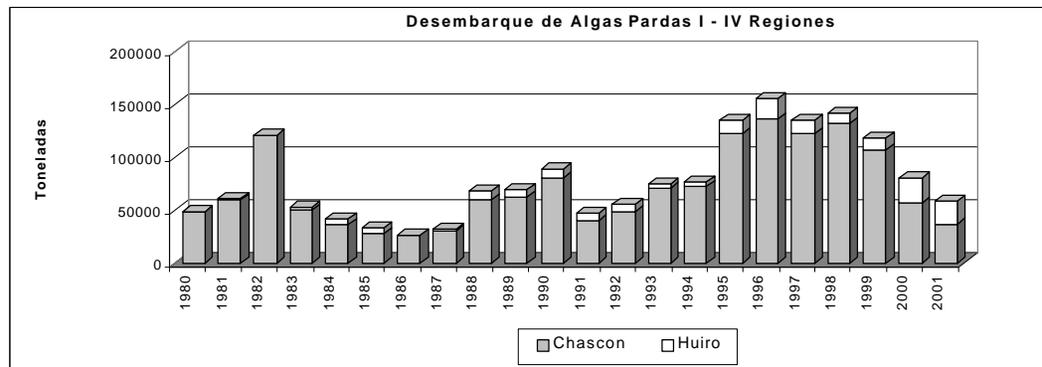


Figura 2.- Desembarque anual de algas pardas por especie para las regiones I a IV en el periodo 1980-2001.

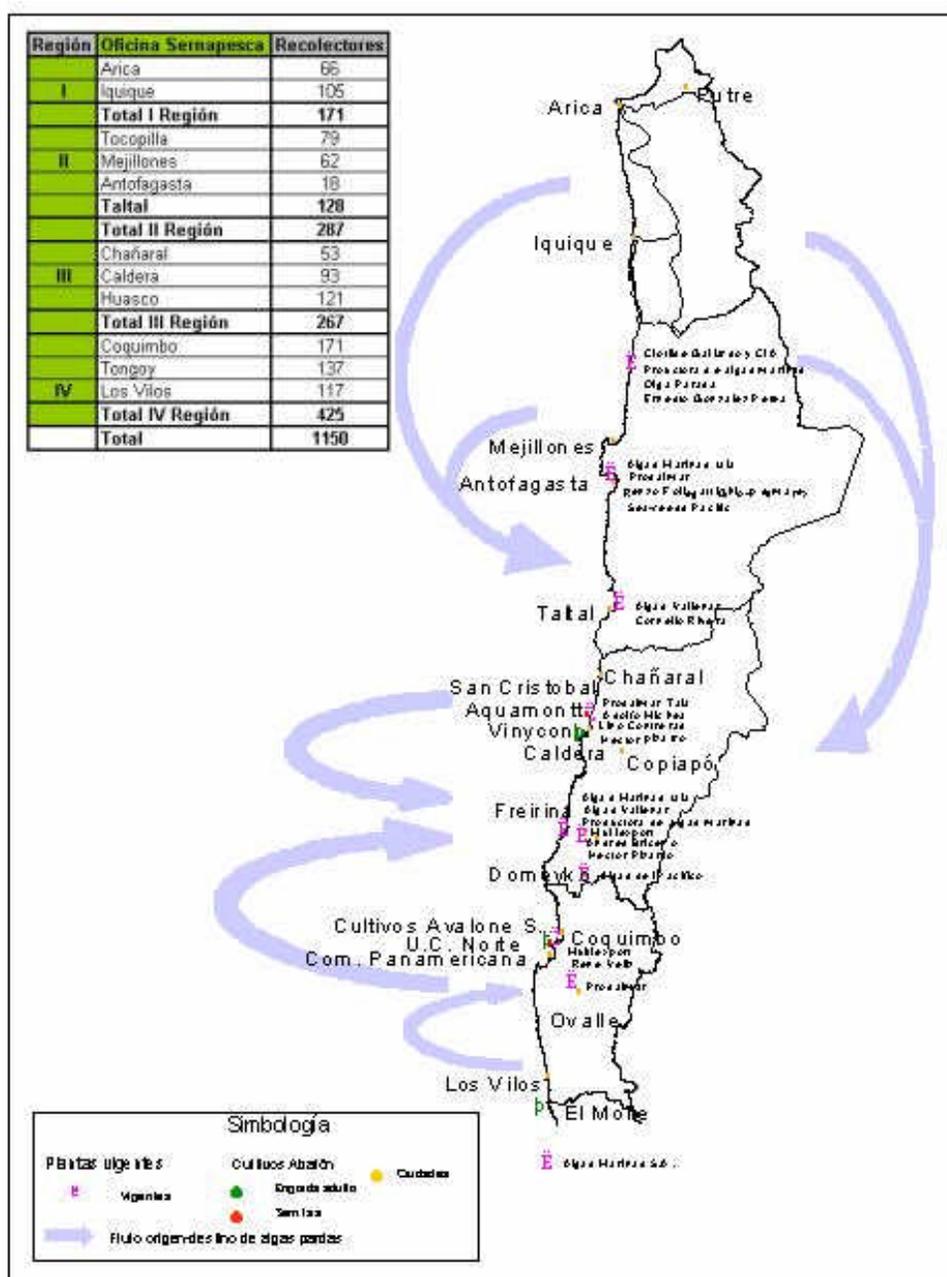


Figura 3.- Localización de plantas y cultivos de abalón y número de alqueros. Las flechas indican el flujo del desembarque (origen-destino de algas pardas para la I a IV Regiones).

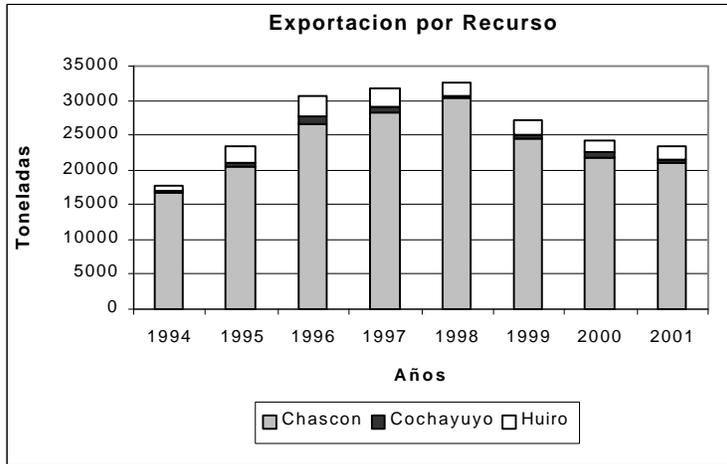


Figura 4.- Exportación anual por especies de algas pardas en el periodo 1994- 2001.

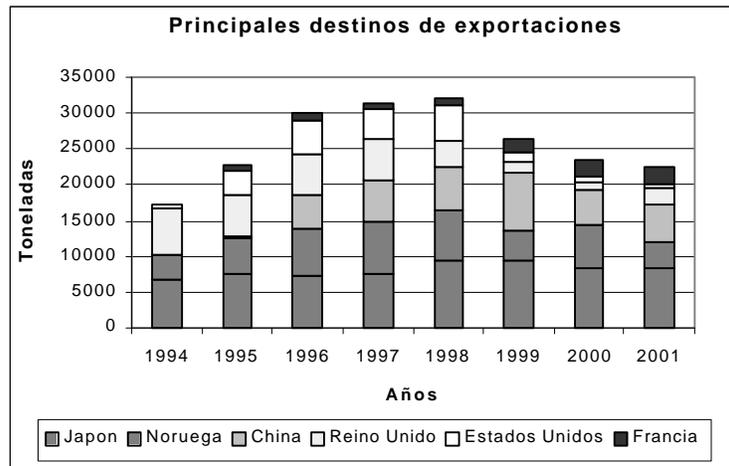


Figura 5.- Principales destinos de exportación de algas pardas en el periodo 1994-2001.

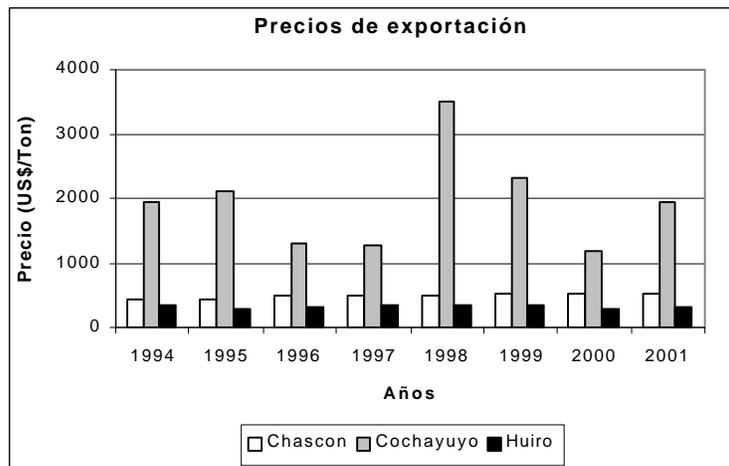


Figura 6.- Precios de exportación por especies en el periodo 1994- 2001.

CASOS DE ESTUDIO ENTRE LA I y IV REGIONES

Caramucho



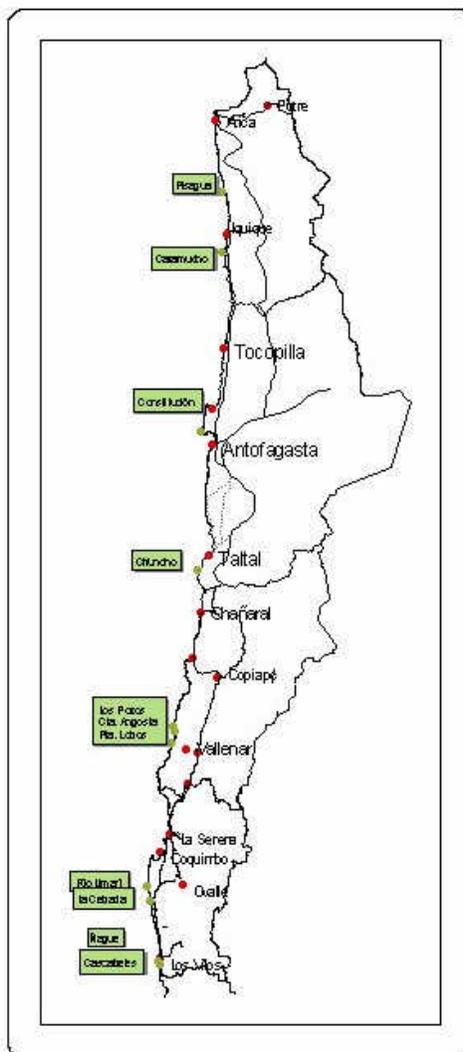
Constitución



Cta. Angosta



La Cebada



Simbología

•	•	/	/	/
Casos pequeños	Ciudades	Carreteras principales	Carreteras secundarias	

Figura 7.- Cobertura de los sectores en estudio entre la I a IV Regiones.

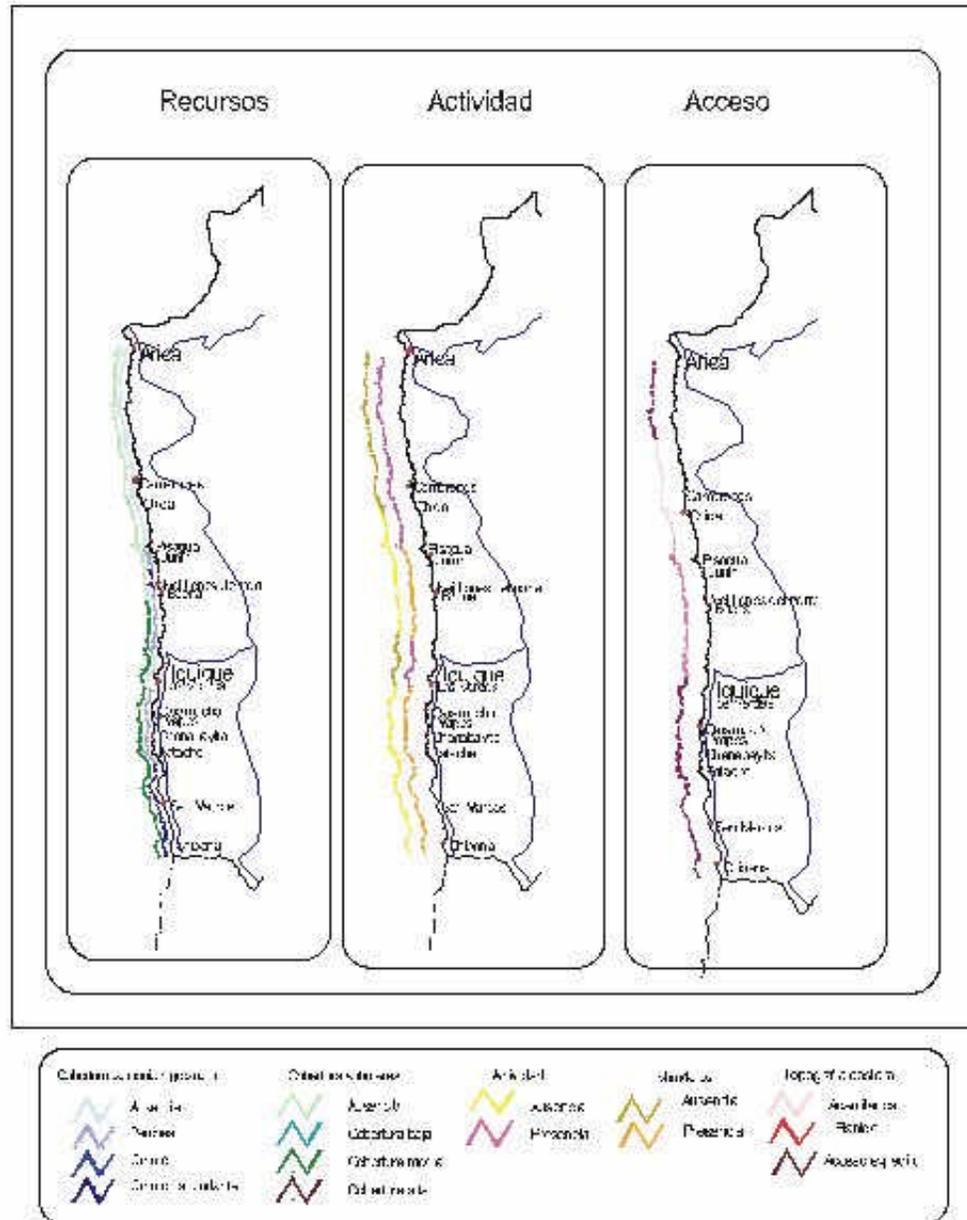


Figura 8.- Representación cualitativa de las variables espaciales asociadas a la actividad extractiva en la I Región.

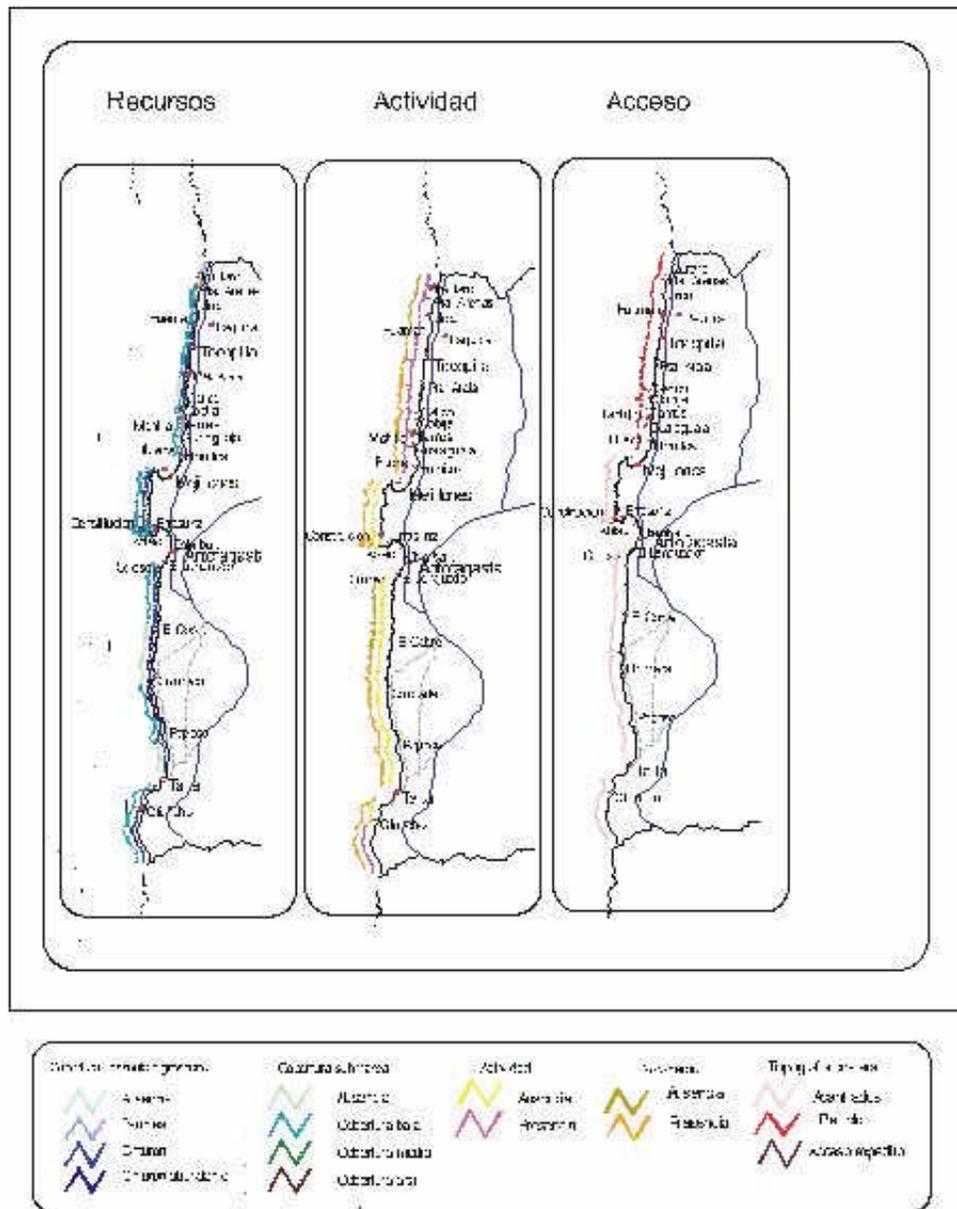


Figura 9.- Representación cualitativa de las variables espaciales asociadas a la actividad extractiva en la II Región.

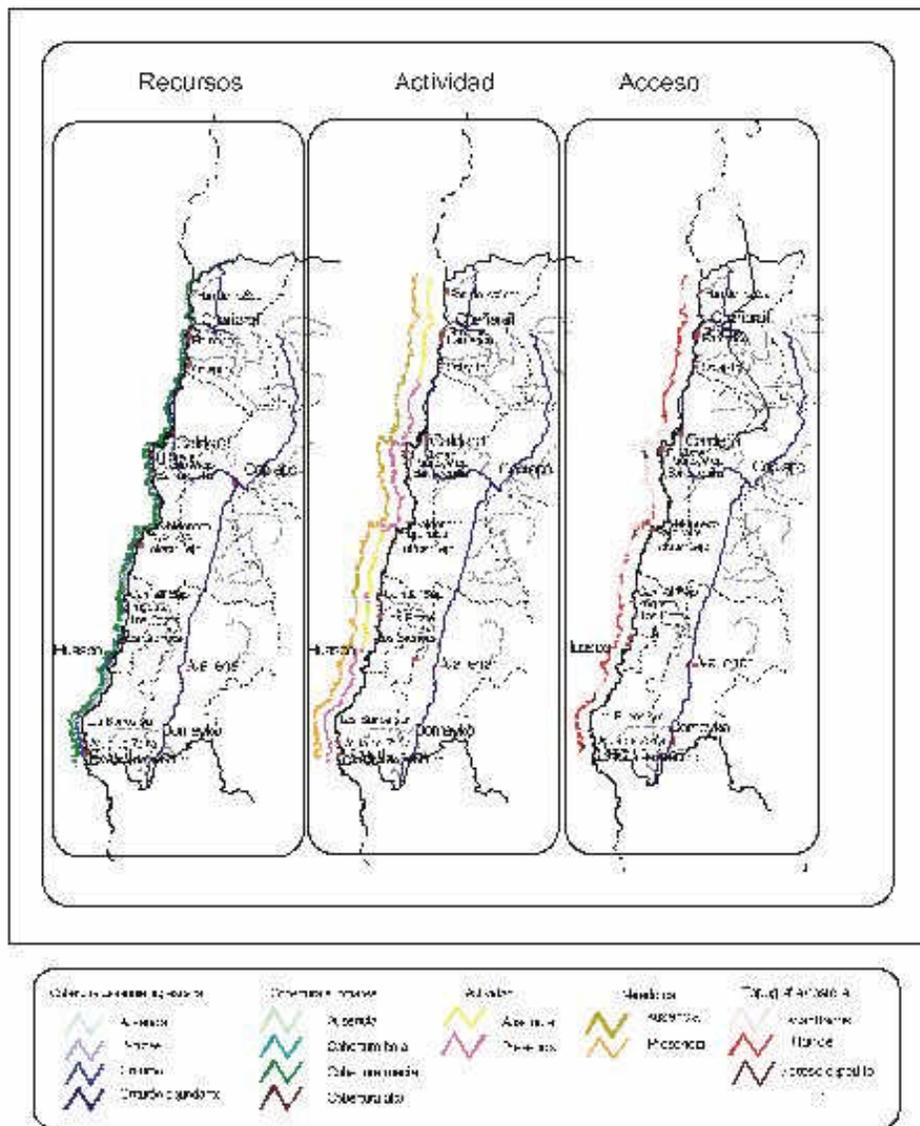


Figura 10.- Representación cualitativa de las variables espaciales asociadas a la actividad extractiva en la III Región.

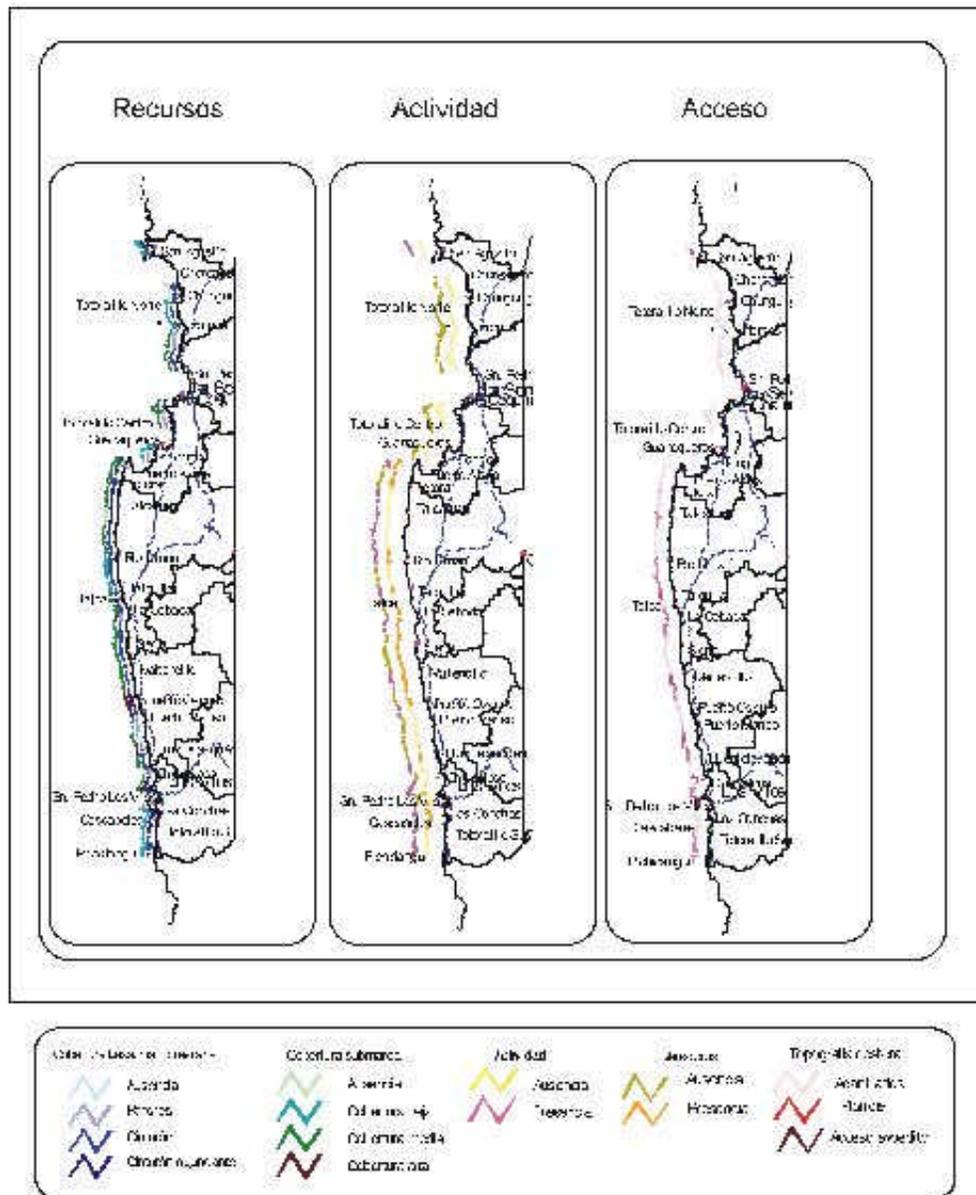


Figura 11.- Representación cualitativa de las variables espaciales asociadas a la actividad extractiva en la IV Región.

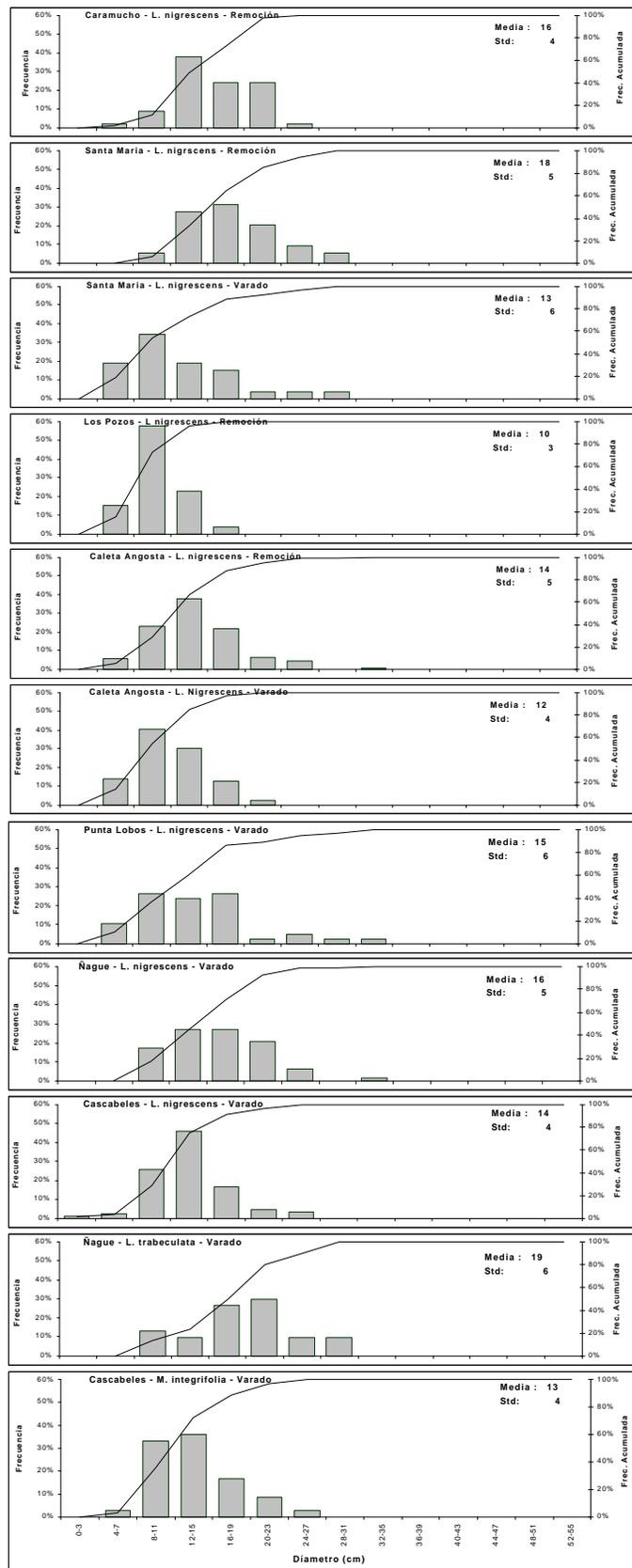


Figura 12.- Estructura de talla del disco basal (cm) de algas varadas y removidas, en los sectores en estudio de la I a IV regiones.

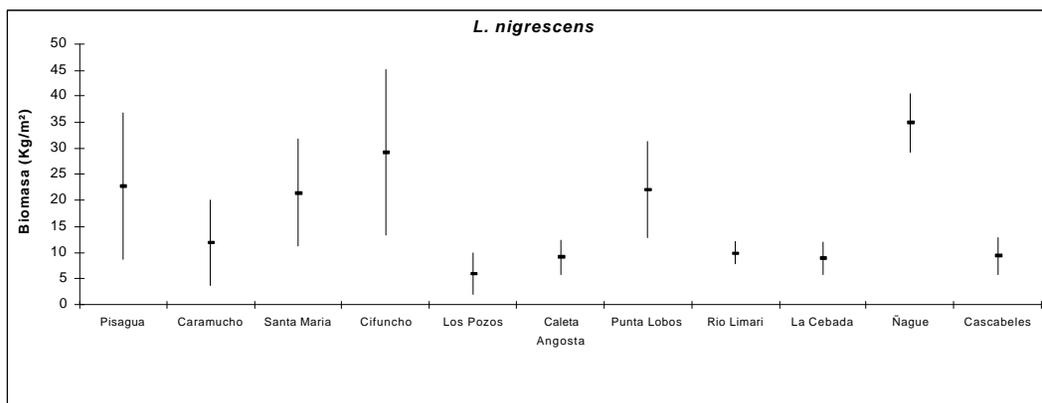
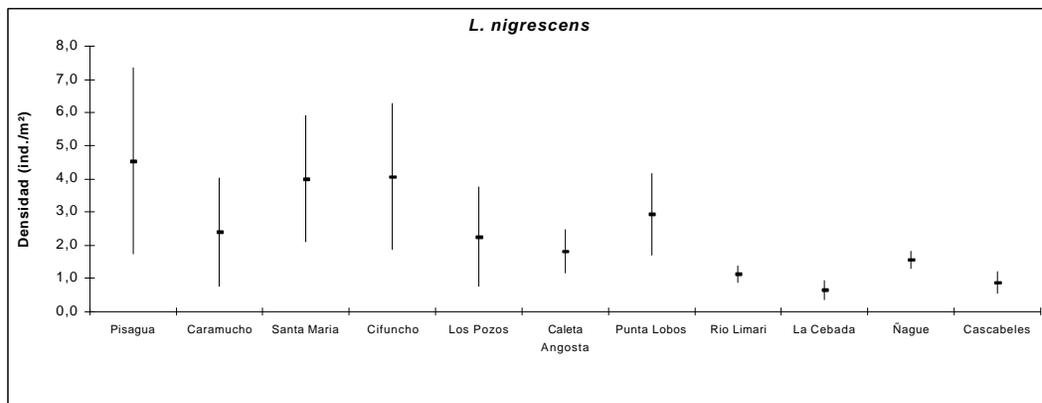


Figura 13.- Densidad (Ind/m²) y biomasa (Kg/m²) de *L. nigrescens*, en los sectores en estudio de la I a IV Regiones.

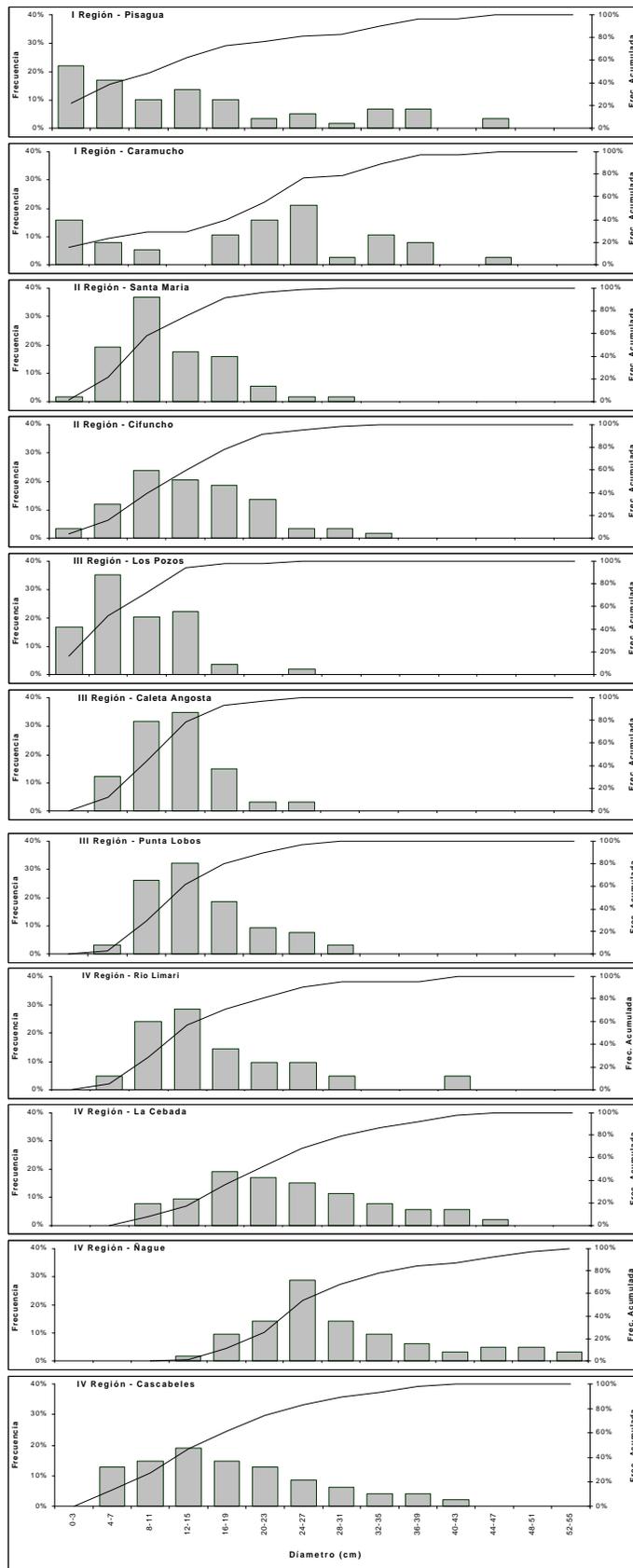


Figura 14.- Estructura de talla poblacional del disco basal (cm) de *L. nigrescens*, en los sectores en estudio de la I a IV Regiones.

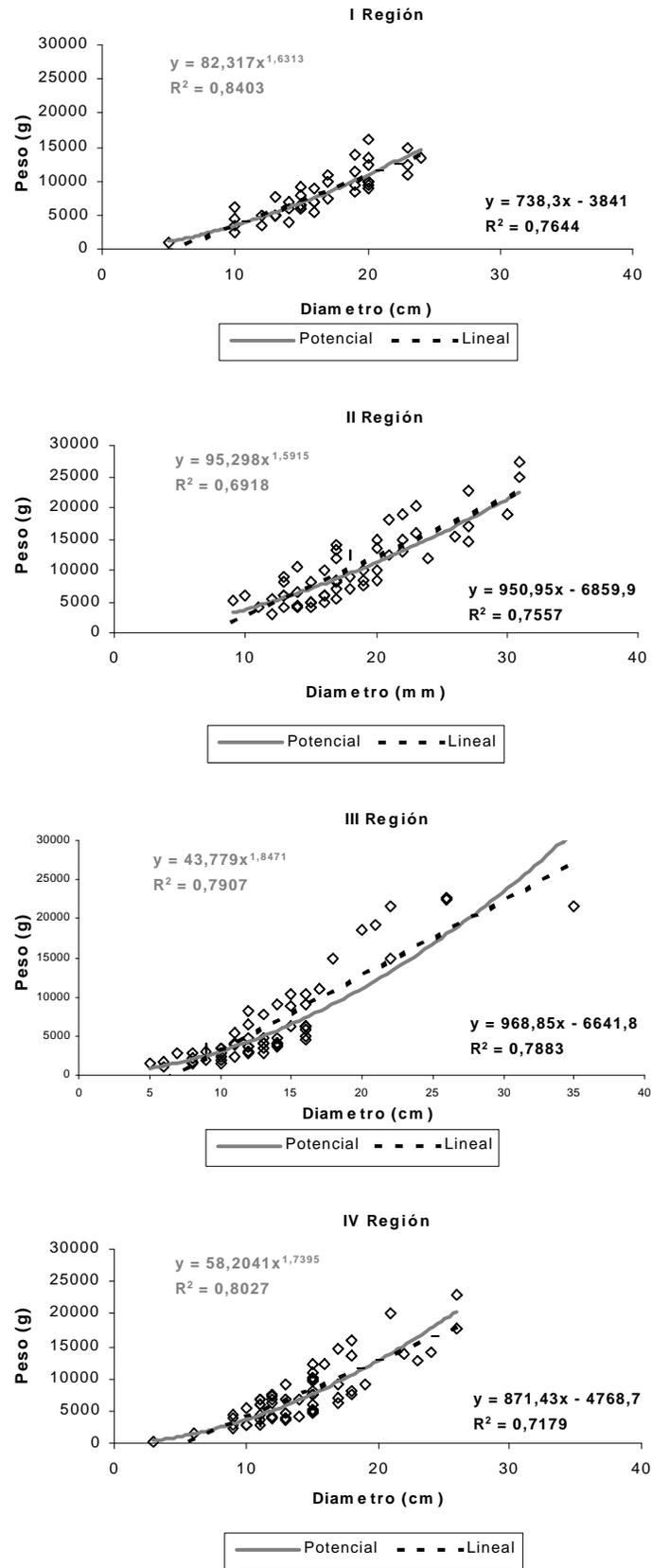


Figura 15.- Relación gravimétrica del diámetro de disco basal (cm) y peso total (g) de *L. nigrescens*, para las Regiones I a IV.

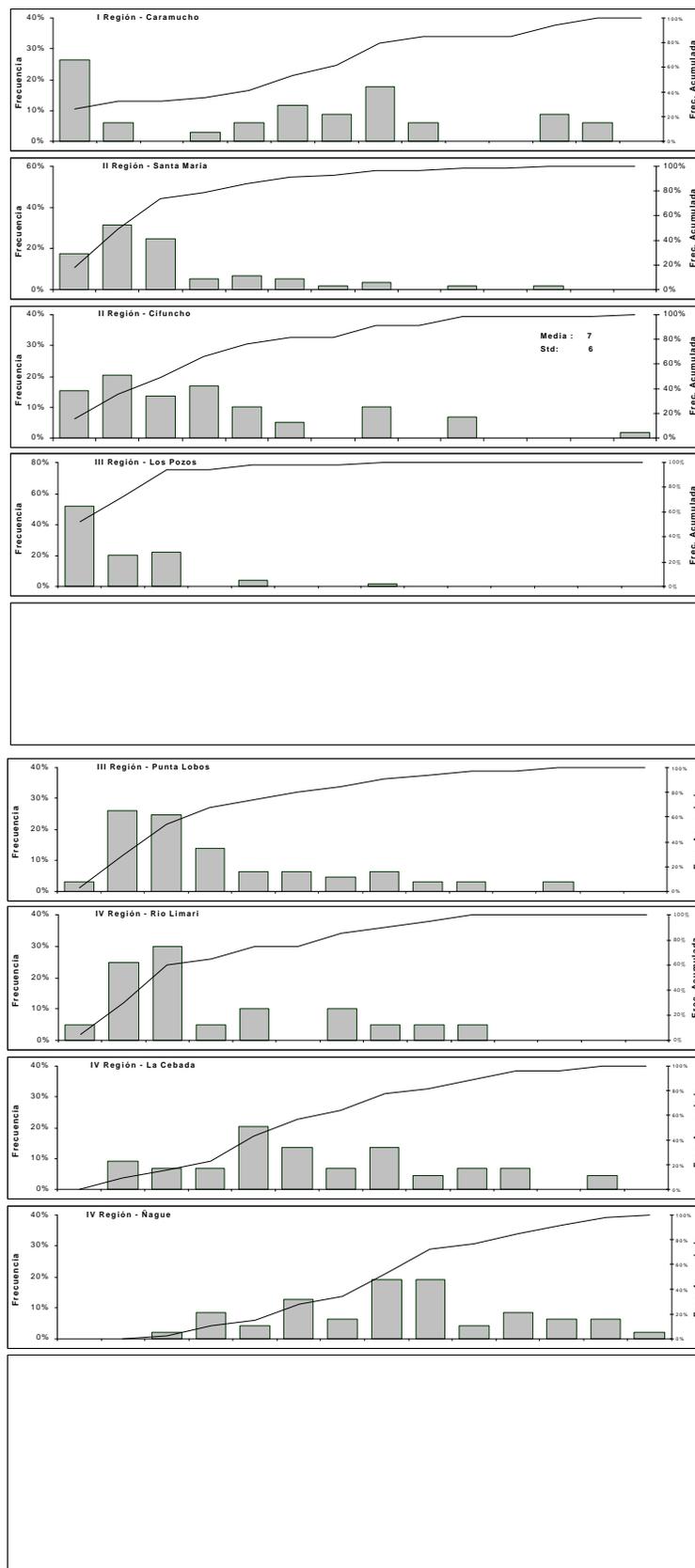
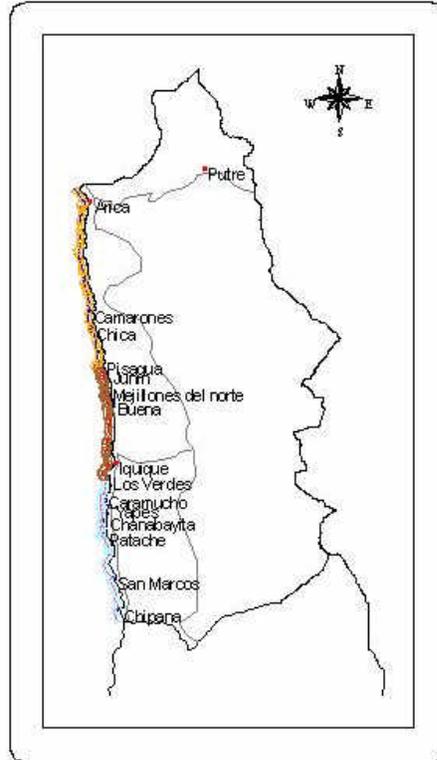
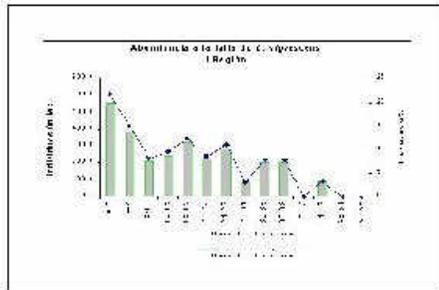


Figura 16.- Estructura en peso (kg.) poblacional de *L. nigrescens*, en los sectores en estudio de la I a IV Regiones.

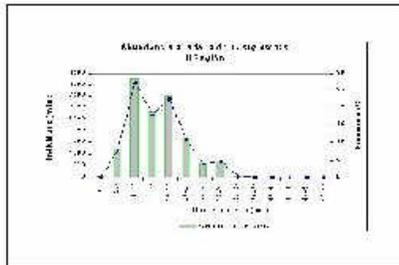
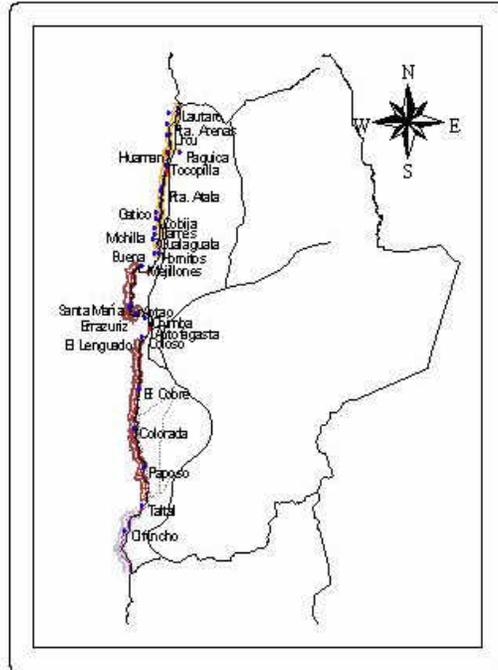
Primera Región



Comandancia	Bonanza	Ind. (kg/m²)	Ind. (ind/m²)	Ind. (kg/m²)	Ind. (ind/m²)	Ind. (kg/m²)	Ind. (ind/m²)
Arica	3	3	1	149428	47961	174	347537
Pisagua	2	23	4	77500	31110	702	140123
Mejillones del norte	4	23	5	14500	3400	212	32571
Los Verdes	4	23	1	43142	17480	87	17480
Putre	2	25	1	87322	85465	1620	17422
Pta. Iquique	1	13	1	00000	21200	272	28200
San Marcos	14	120	23	444000	1520000	15467	2949111

Figura 17.- Abundancia poblacional del recurso **Lessonia nigrescens**, en la I Región.

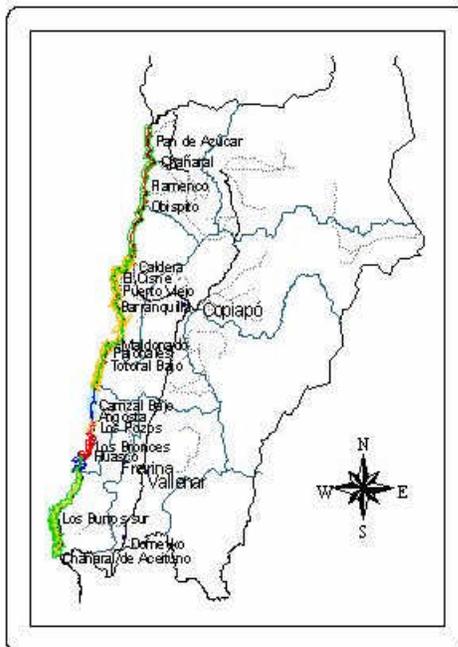
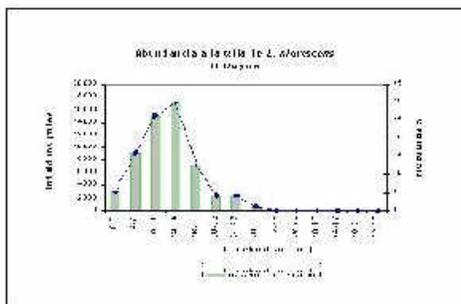
Segunda Región



Localidad	A. franja	Bio. kg/m²	Des. dn/m²	L. franja(m)	Área (m²)	Abun. peso(tn)	Abun. num
Tocopilla	4	16.0	3.6	19060E	75200C	11430	2567000
Sta. María	10	21.4	4.0	21783E	210750C	44957	8301900
Orincho	10	28.8	4.1	3540E	85408C	24452	3468900
Total Región	8.0	21.67	3.85	481428	37631280	80272	14434360

Figura 18.- Abundancia poblacional del recurso **Lessonia nigrescens**, en la II Región.

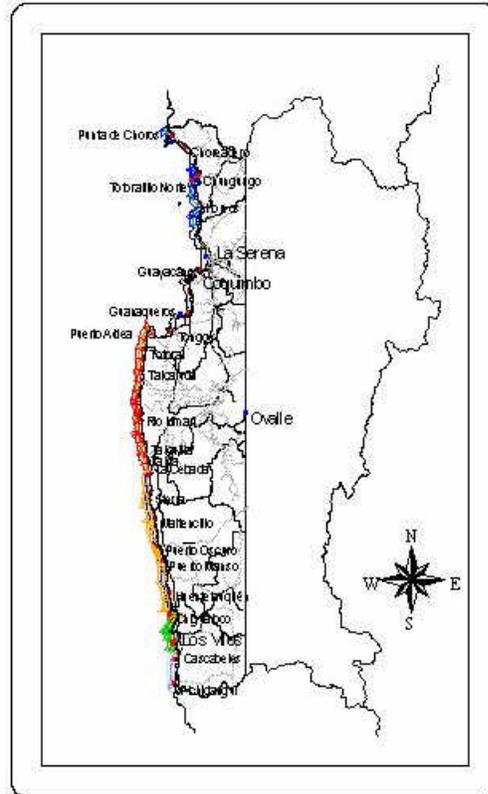
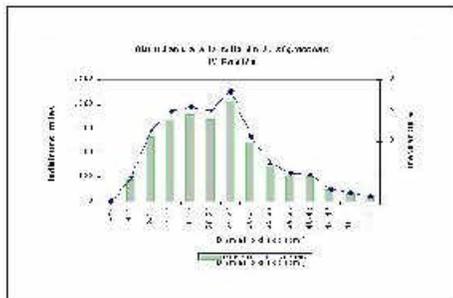
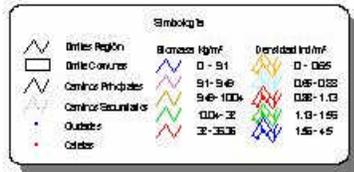
Tercera Región



Localidad	Área (m²)	Dens. (n/m²)	Ind. (n/m²)	Área (m²)	Abund. (n/m²)	Abund. (n/m²)	
Caldera	20	30.7	4.0	130788	2509760	62758	12436740
Barranquilla	20	24.9	1.0	130788	3105280	74826	573652
Ciudad Anjasta	17	9.1	1.0	14229	242573	2207	436772
Los Pozos	20	6.2	1.0	42008	382126	4609	109754
Pta. Lobos	18	19.7	1.0	21500	387200	7631	113125
Huasco	20	30.0	1.0	141127	382571	7346	189757
Ch. Acuña	20	32.6	1.0	114826	2586500	75326	1263280
Los Bunchos	20	11.62	3.42	407912	1205573	24982	3271500

Figura 19.- Abundancia poblacional del recurso *Lessonia nigrescens*, en la III Región.

Cuarta Región



Localidad	A franja	Bio (kg/m²)	Den (ind/m²)	L. franja(m)	Area (m²)	Abun. peso (t)	Abun. num.
Pta. Choros	2,0	32,0	4,0	104715	2094300	67018	842350
Rio Limari	27	77,0	1,1	95572	1911440	13129	2162835
La Cebada	17	0,1	0,7	103260	1734760	15513	1108034
Pozo	21	06,4	1,0	25345	532240	19074	331633
Cascabeles	14	9,9	0,9	23274	325000	3093	205137
Total Región	26	19,40	1,74	340346	6571161	121129	13812049

Figura 20.- Abundancia poblacional del recurso *Lessonia nigrescens*, en la IV Región.

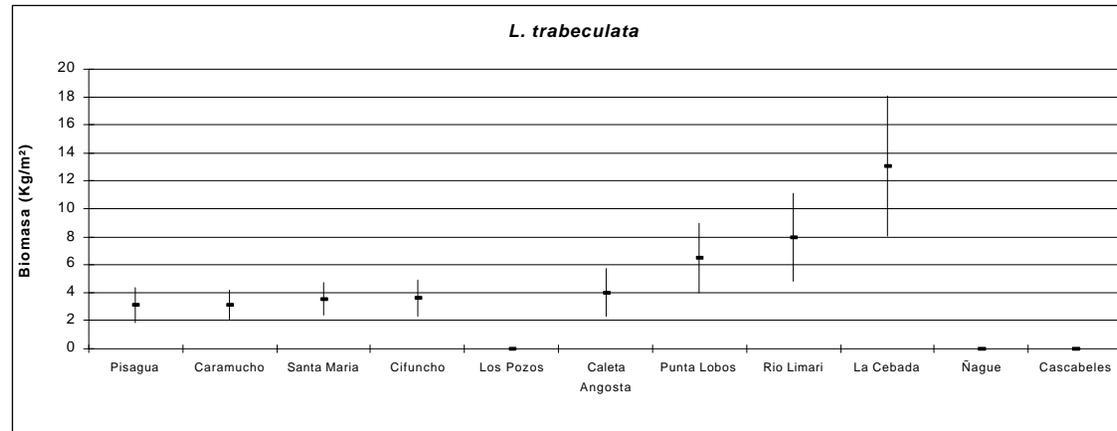
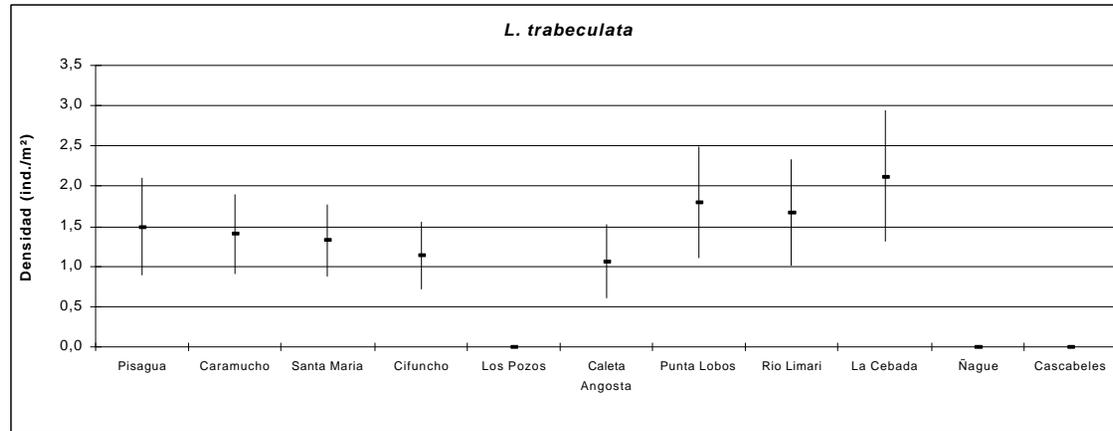


Figura 21.- Densidad (Ind/m²) y biomasa de *L trabeculata*, en los sectores de estudio de la I a IV Regiones.

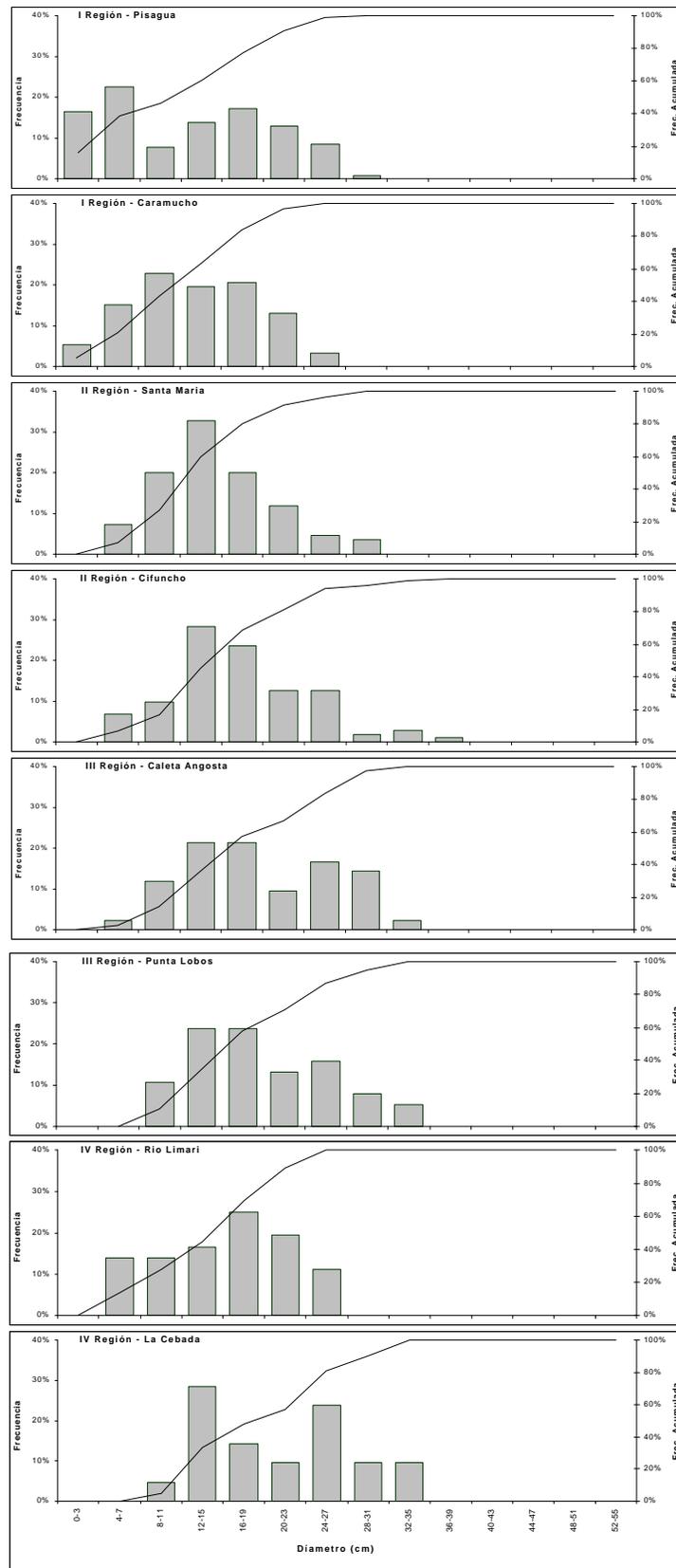


Figura 22.- Estructura de talla poblacional del disco basal (cm) de *L. trabeculata*, en los sectores en estudio de la I a IV Regiones.

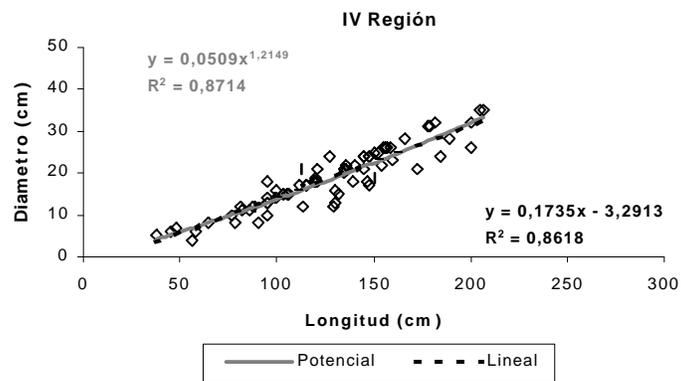
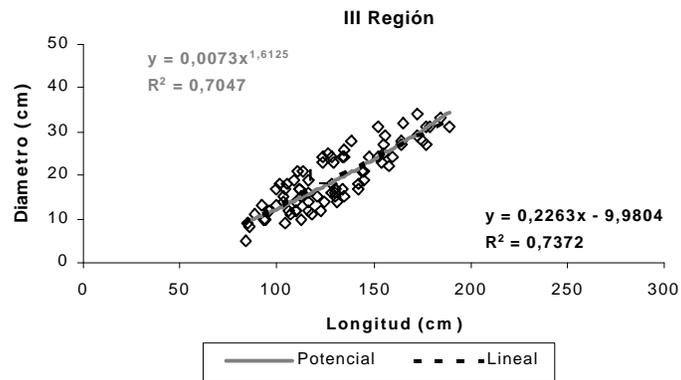
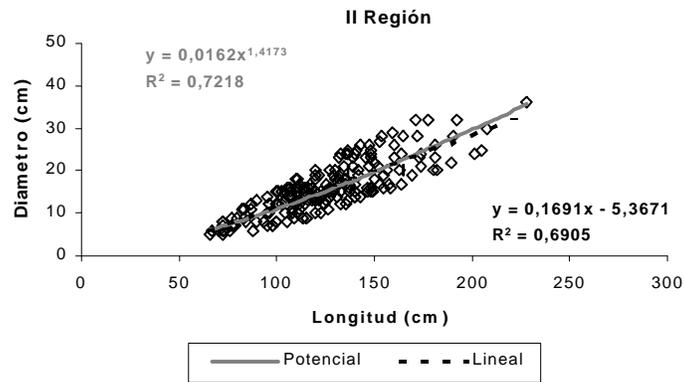
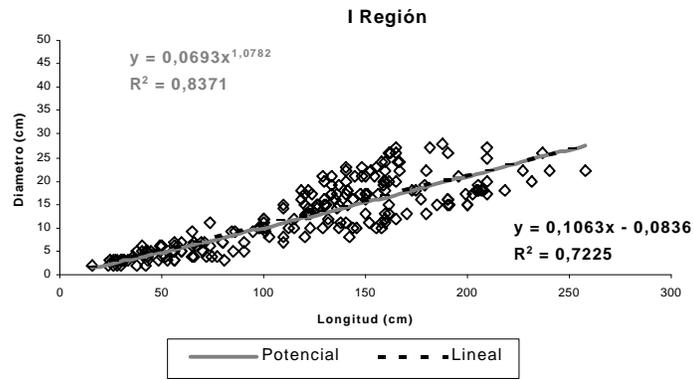


Figura 23.- Relación del diámetro de disco basal (cm) y longitud total (cm) de *L trabeculata*, para las Regiones I a IV.

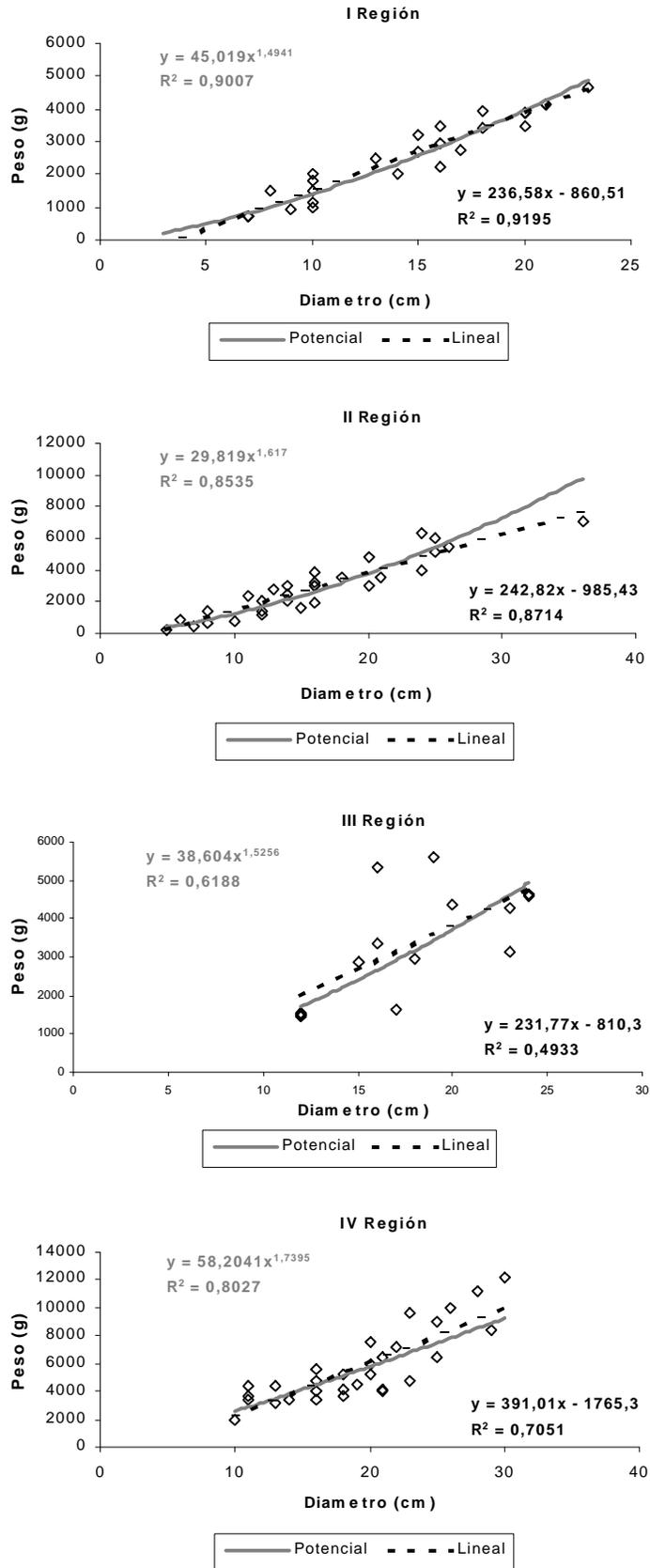


Figura 24. Relación gravimétrica del diámetro de disco basal (cm) y peso total (g) de *L. trabeculata*, para las Regiones I a IV.

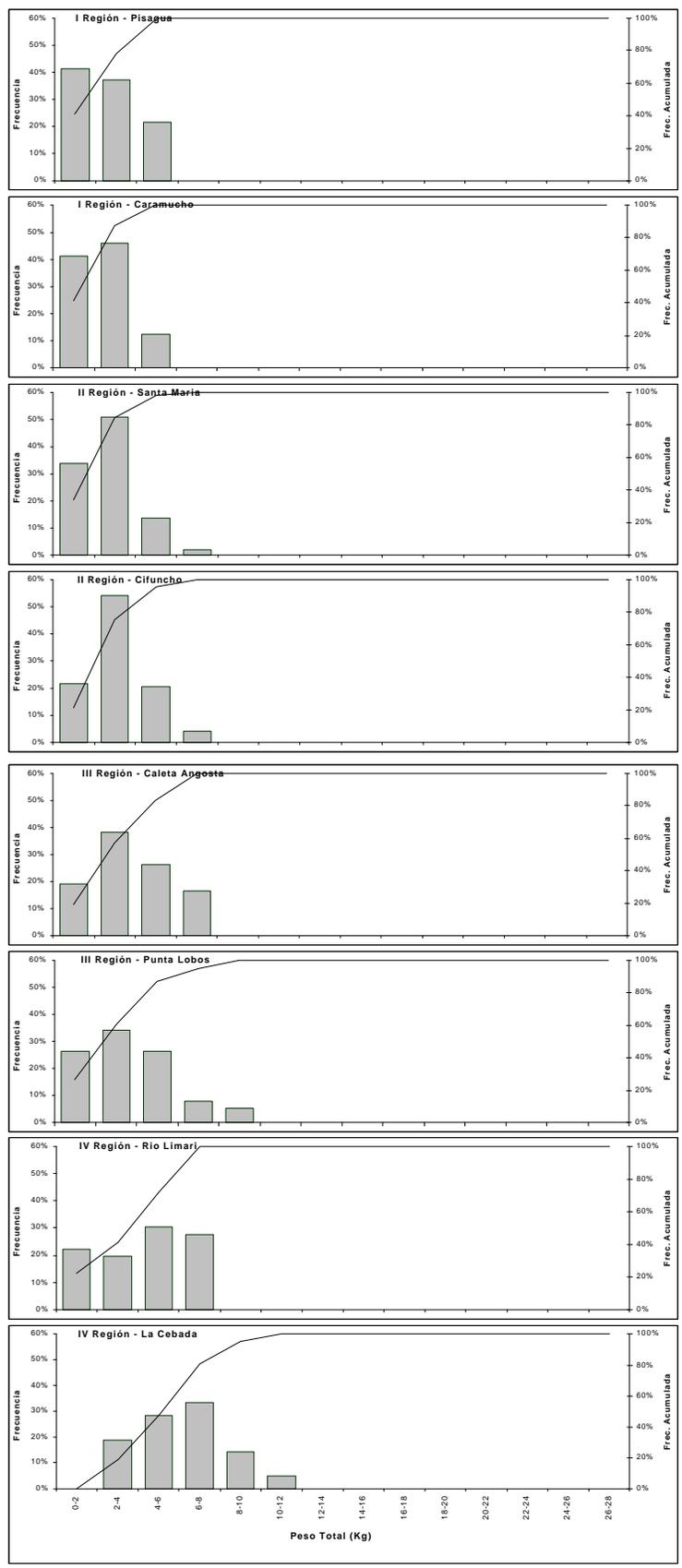
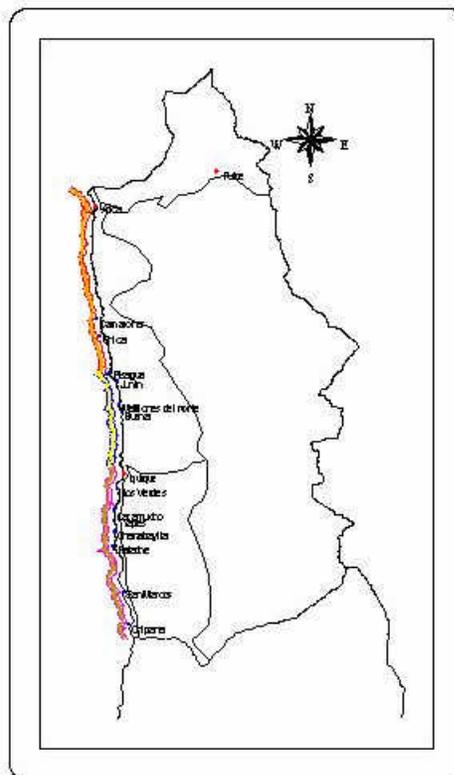
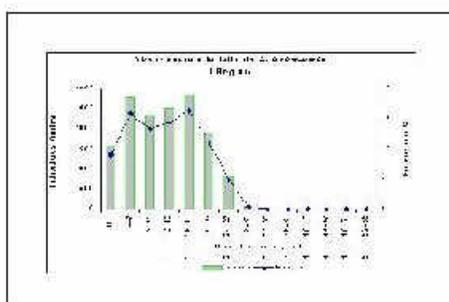


Figura 25.- Estructura en peso (kg.) poblacional de *L. nigrescens*, en los sectores en estudio de la I a IV Regiones.

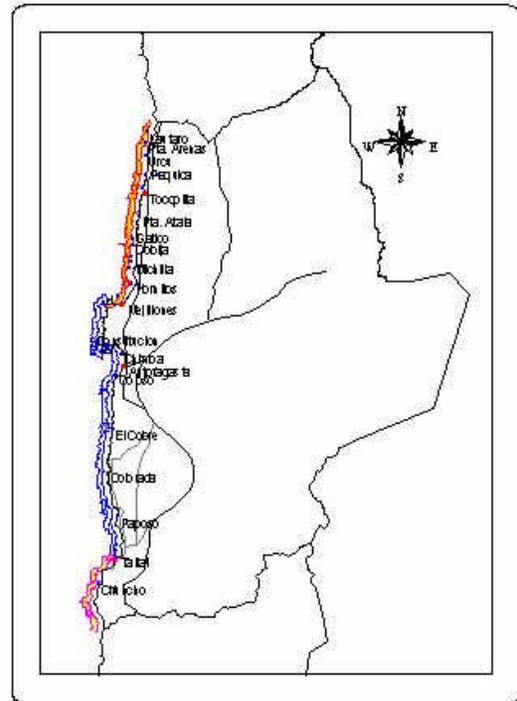
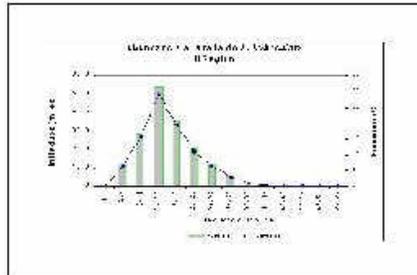
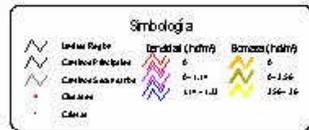
Primera Región



Localidad	A franja	Bio. (kg/m ²)	Den. (ln/m ²)	L. franja(m)	Area (m ²)	Abun. peso(tn)	Abun. num
Pisagua	40	3.12	1.5	132000	4080000	12730	6120000
Caramucho	40	3.11	1.41	120000	4800000	14928	6768000
Total Región	40	3.12	1.46	381948	8880000	27658	12888000

Figura 26.- Abundancia poblacional del recurso *Lessonia trabeculata*, en la I Región.

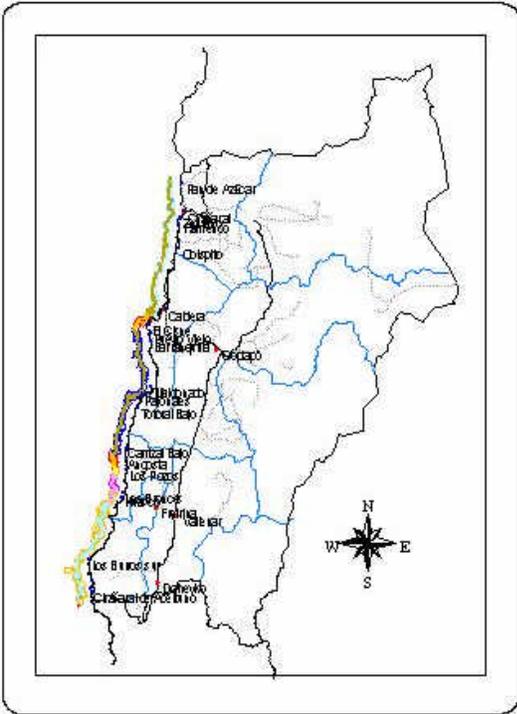
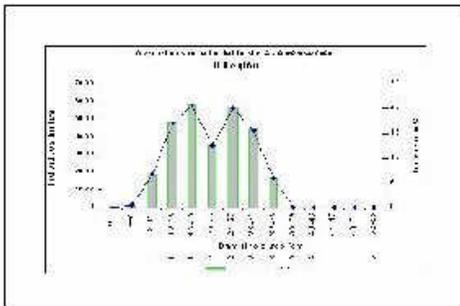
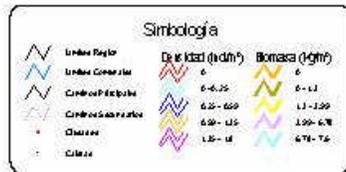
Segunda Región



Localidad	A. franja	Bio. (kg/m ²)	Dens. (hab/m ²)	I. franja(m)	Área (m ²)	Abun. pesa (kg)	Abun. num.
Sta. María	40	3.56	1.33	207520	8500800	29551	11040084
Cifuncho	60	3.6	1.14	35408	4273400	15373	4868256
Total Región	45	3.58	1.24	433428	12774200	44924	15908340

Figura 27.- Abundancia poblacional del recurso *Lessonia trabeculata*, en la II Región.

Tercera Región



Localidad	A. Inmja	Hm. (m/m²)	Dens. Inmja	Inmja (m²)	Area (m²)	Ahus. (m/m²)	Ahus. num
Cabasa	5L	1.3	0.22	2043L	0.22400	0432	162700
Tarranguilla	4	1.1	0.19	10214	0.17700	0714	60000
Cta. Augusta	111	3.83	1.2	1354	0.41100	5813	152683
Pta. Lebas	100	6.43	1.8	21500	2.15000	3954	387000
Huasco	100	6.78	3.5	14127	4.2700	9578	1907145
Ch. Achuno	100	7.6	1.2	11805	1.180500	67237	1377900
Total Región	03.03	3.40	0.73	407460	30590200	130230	27407791

Figura 28.- Abundancia poblacional del recurso *Lessonia trabeculata*, en la III Región.

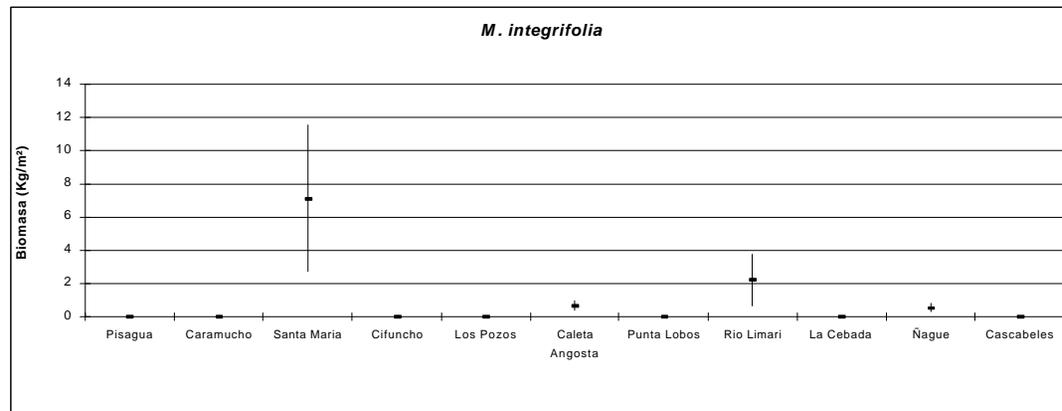
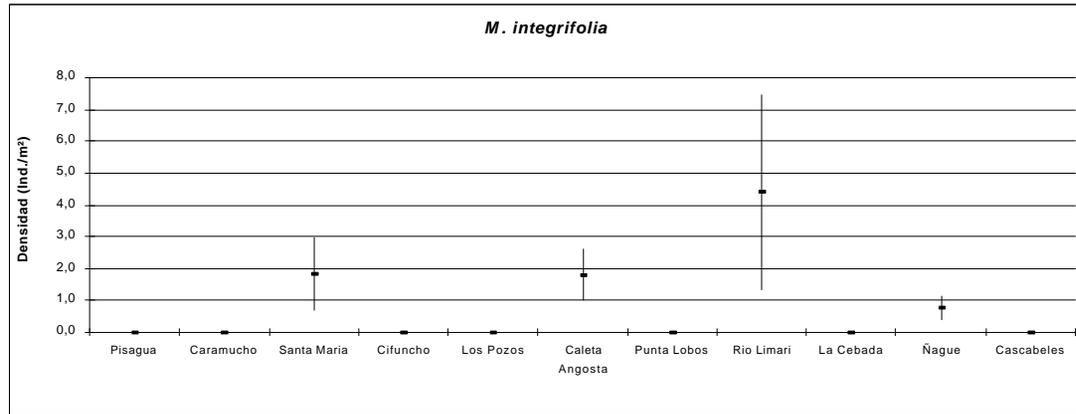


Figura 30.- Densidad (Ind/ m²) y biomasa (kg/m²) de *M. Integrifolia*, en los sectores en estudio de la I a IV Regiones.

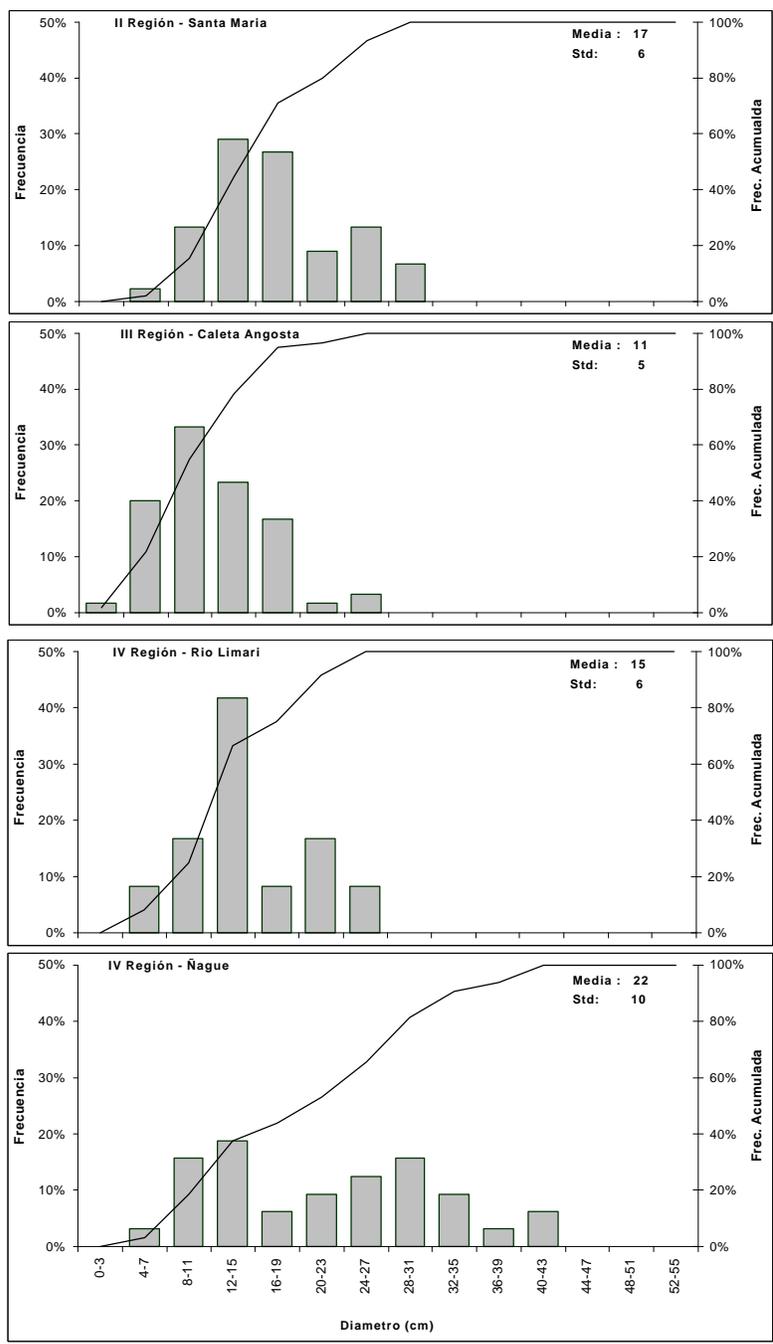


Figura 31.- Estructura de talla poblacional del disco basal (cm) de *M. Integrifolia*, en los sectores en estudio de la I a IV Regiones.

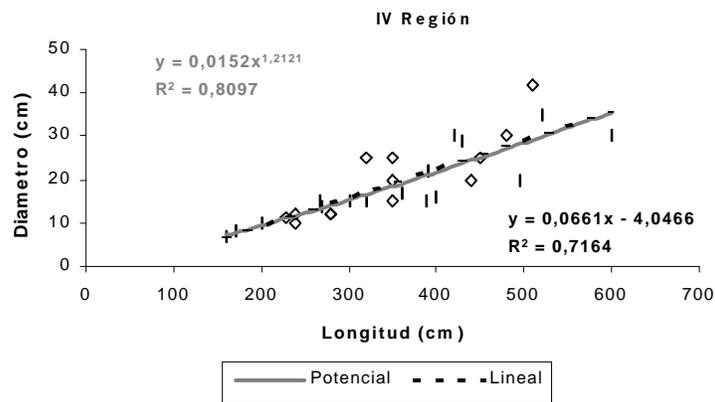
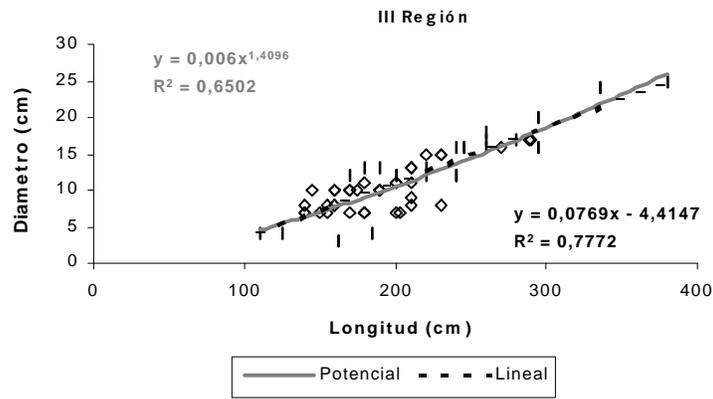
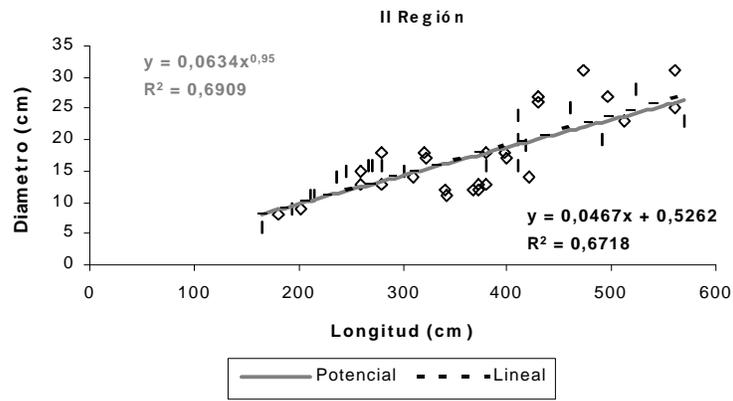


Figura 32.- Relación del diámetro de disco basal (cm) y longitud (cm) de *M. Integrifolia*, para las Regiones I a IV.

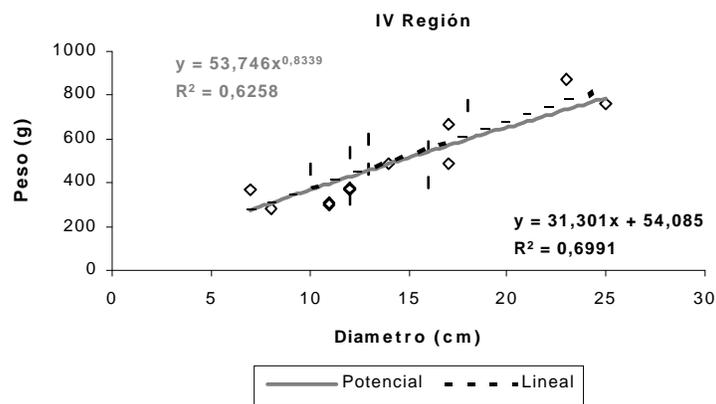
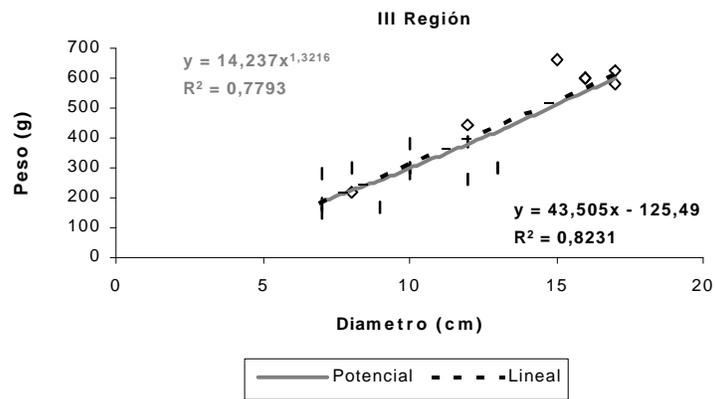
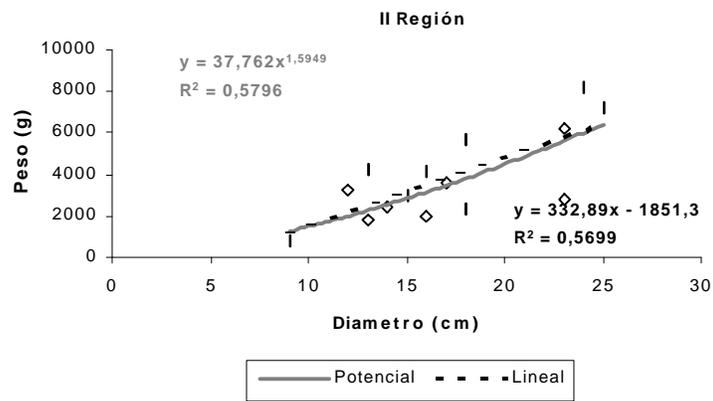


Figura 33.- Relación gravimétrica del diámetro de disco basal (cm) y peso total (g) de *M. integrifolia*, para las Regiones I a IV.

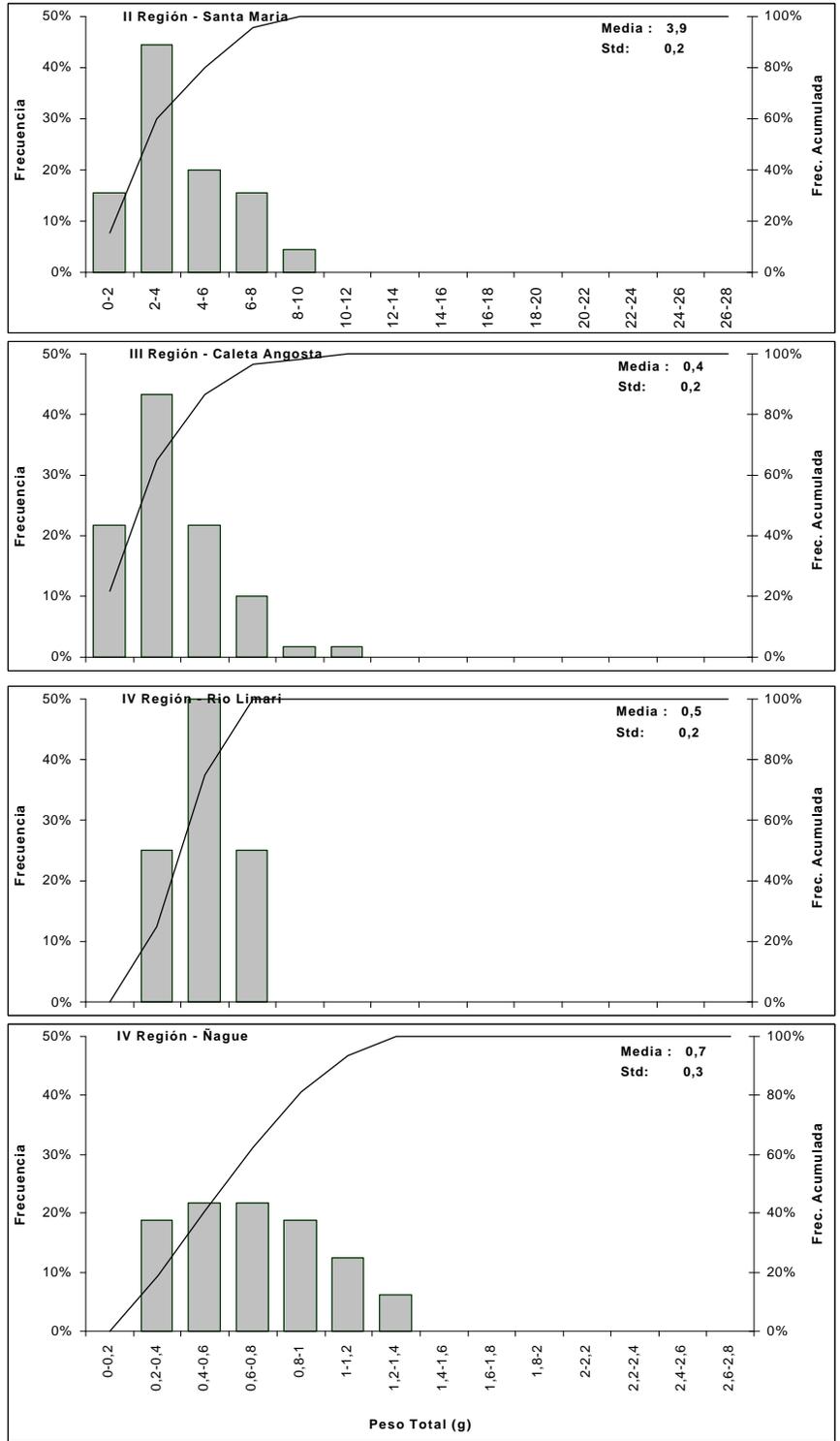


Figura 34.- Estructura en peso (kg) poblacional de *M. Integrifolia*, en los sectores en estudio de la I a IV Regiones.

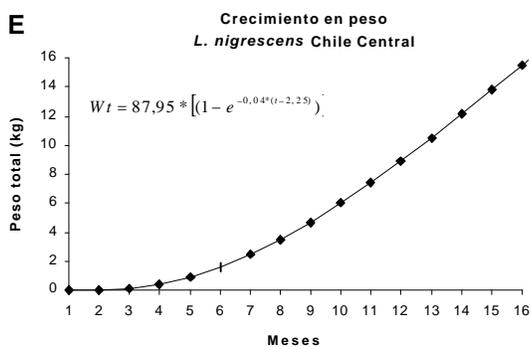
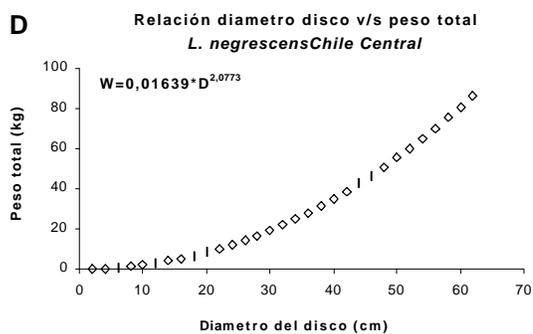
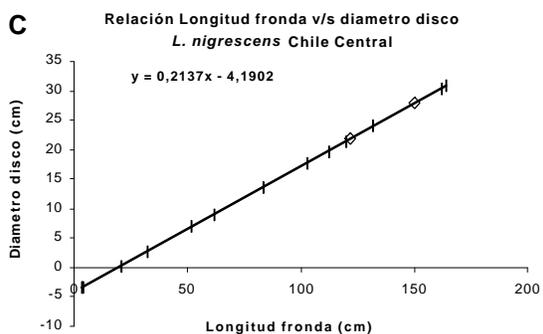
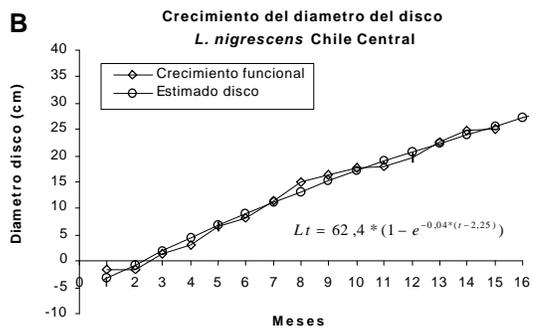
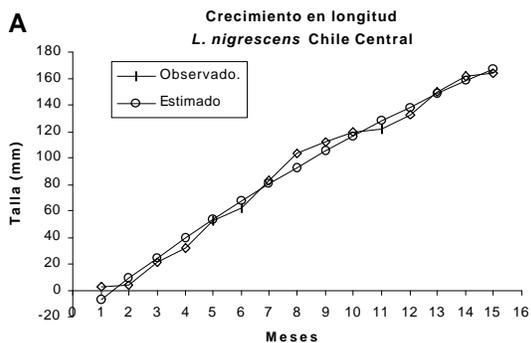


Figura 35.- Parametrización de crecimiento a la talla (A,B), relaciones gravimétricas (C,D) y crecimiento en peso (E) de *L. nigrescens* para la zona central.

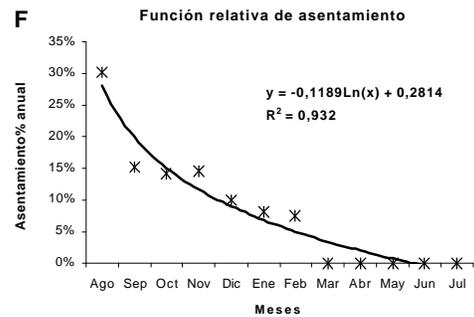
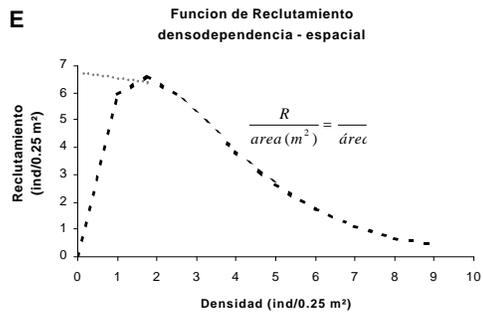
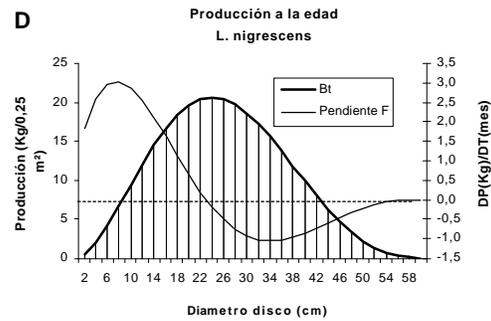
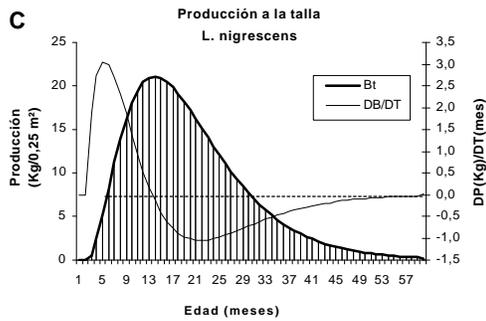
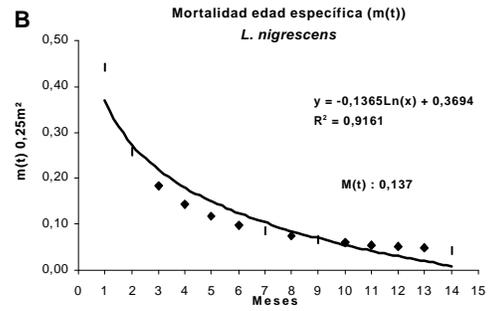
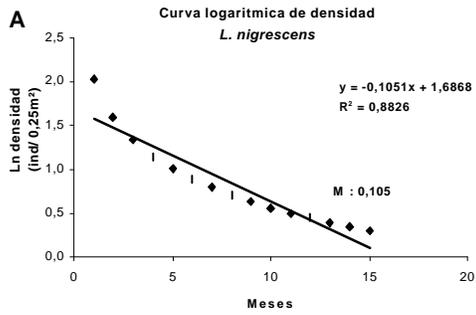


Figura 36.- Estimación de mortalidades (A,B), producción máxima (C,D), reclutamiento (E) y asentamiento relativo estacional (F) de *L. nigrescens* para Chile central.

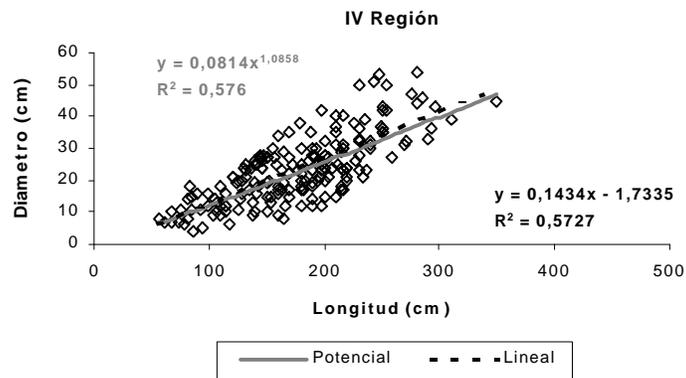
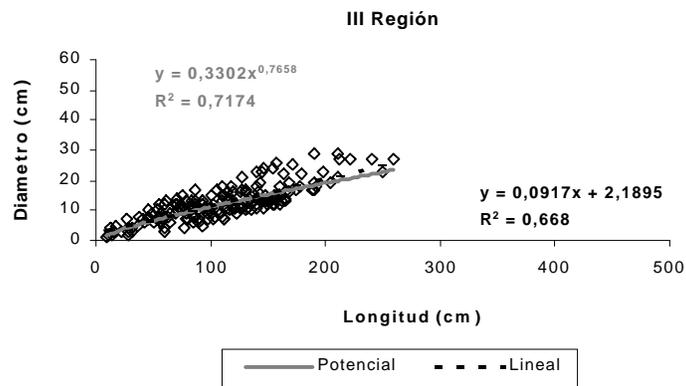
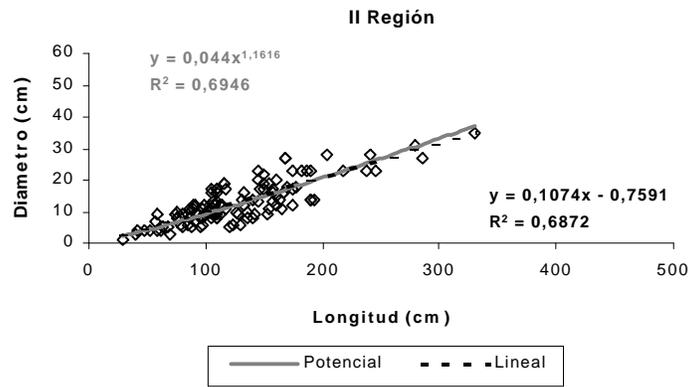
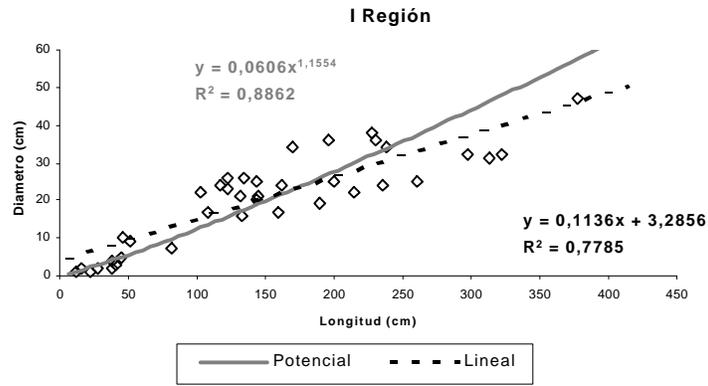


Figura 37.- Relación diámetro de disco basal (cm) y longitud total (cm) de *L. nigrescens* para las Regiones I a IV.

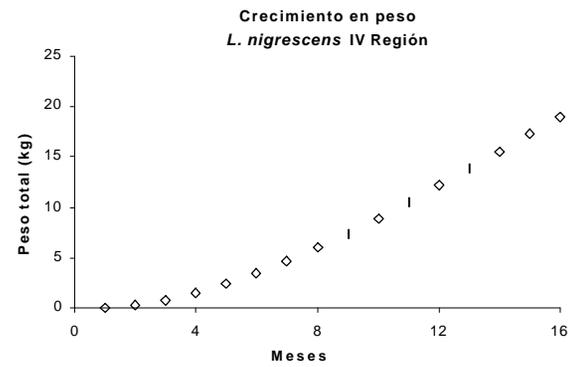
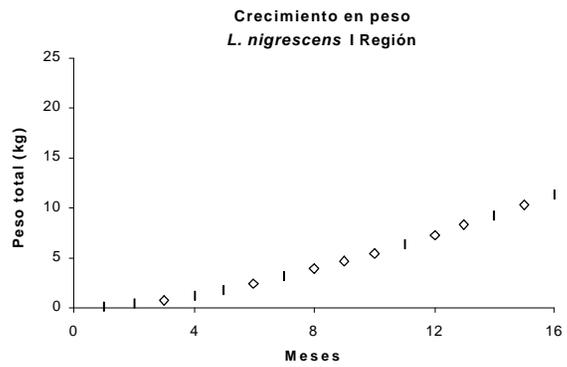
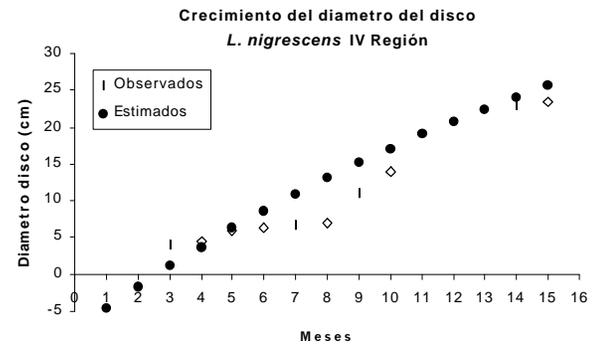
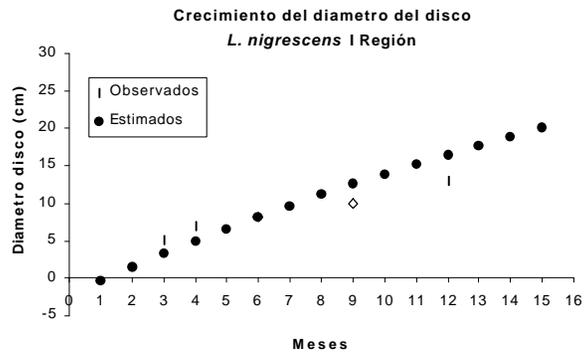


Figura 38.- Ajuste de crecimiento en la talla y peso de *L. nigrescens* para las Regiones I a IV, a partir de datos observados.

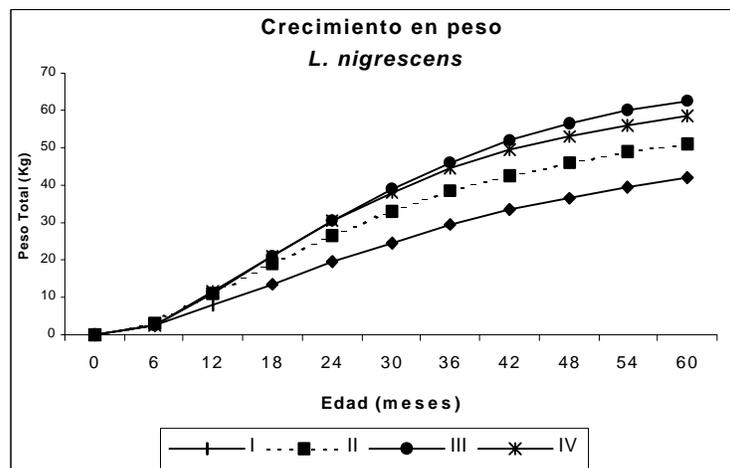
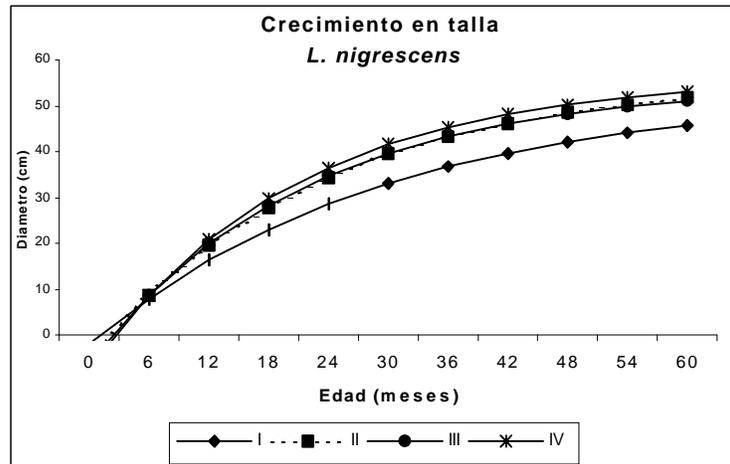


Figura 39.- Curva de crecimiento de diámetro del disco (cm) y peso (kg) de *L. nigrescens* para las Regiones I a IV.

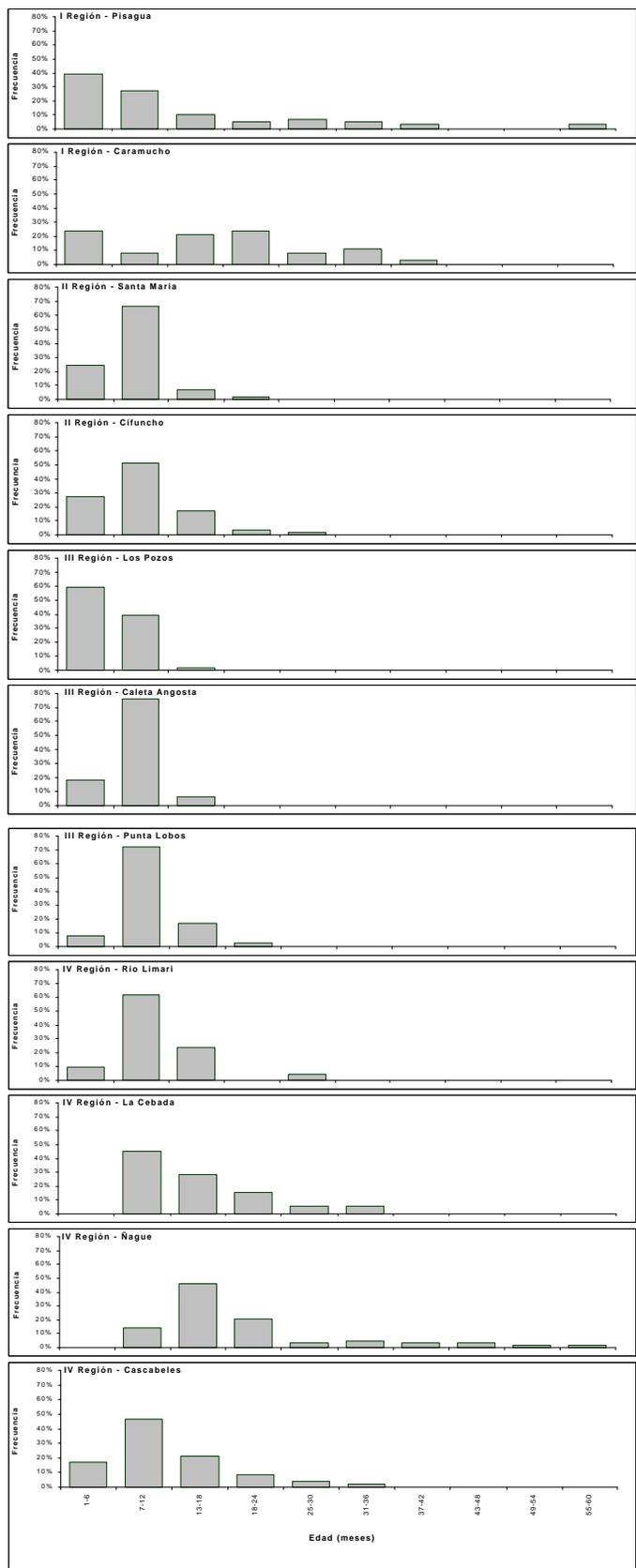


Figura 40.- Composición de edad poblacional de *L. nigrescens*, en los sectores en estudio de la I a IV Regiones.

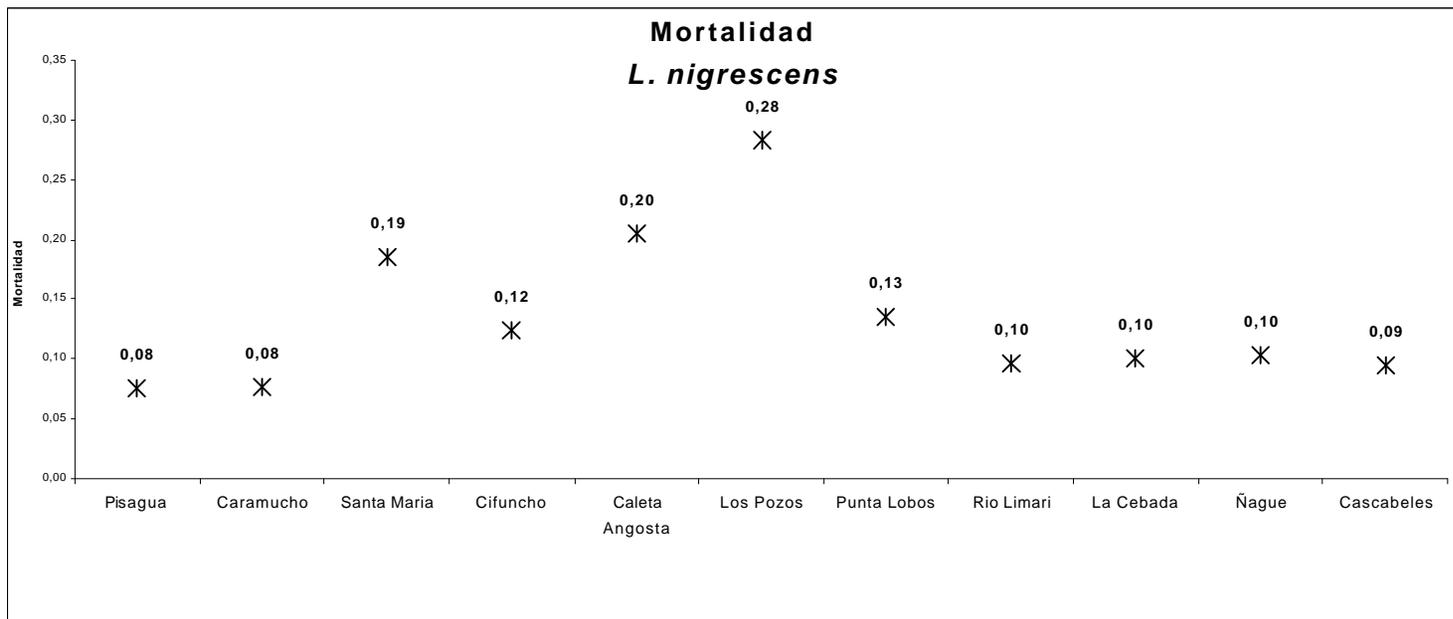


Figura 41.- Mortalidad mensual de *L. nigrescens*, en los sectores en estudio de la I a IV Regiones.

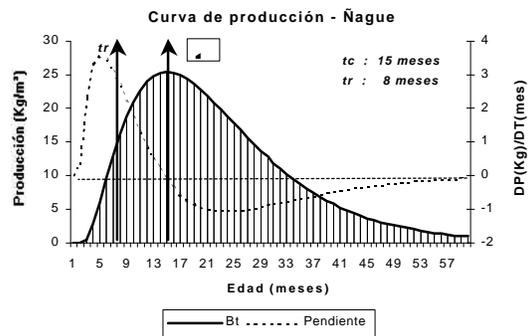
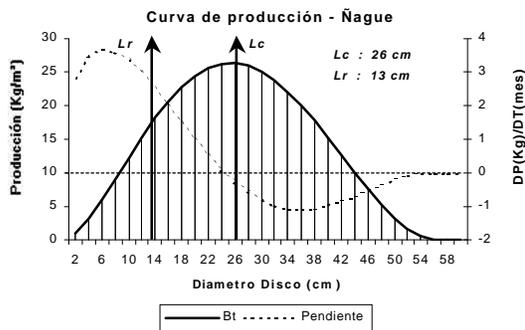
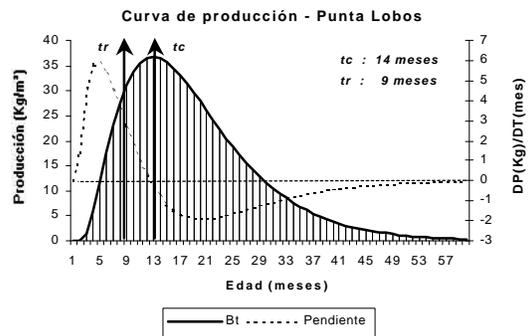
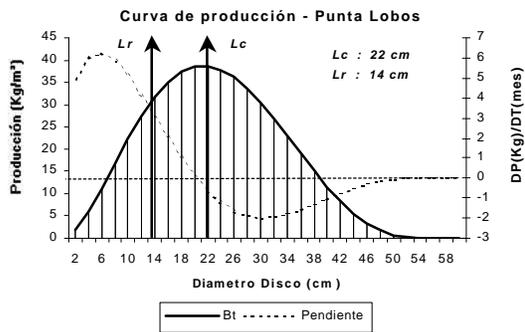
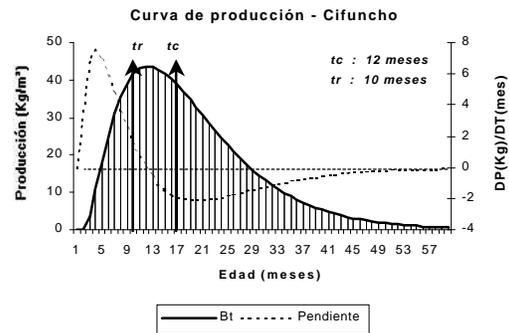
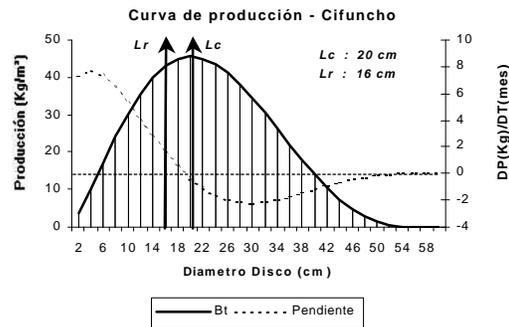
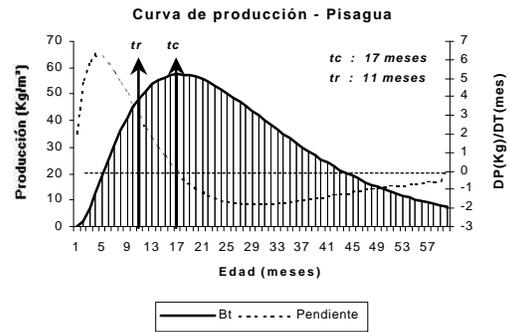
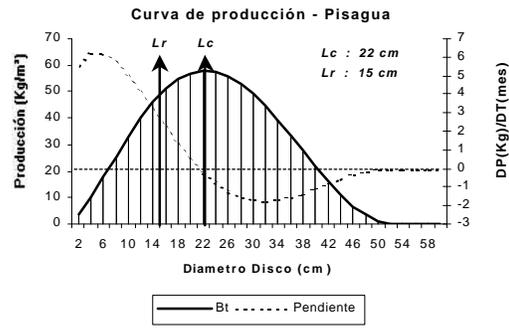


Figura 42.- Talla y edad de máxima producción de *L. nigrescens*, para las Regiones I a IV.
(Lr – tr : Talla y edad de primera madurez esporófitica; Lc – tc : Talla y edad crítica).

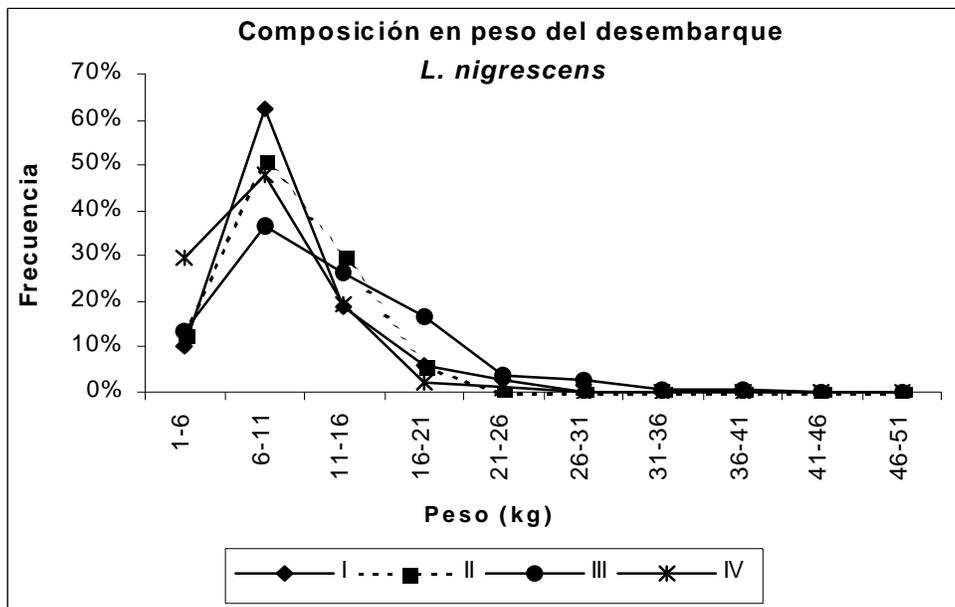
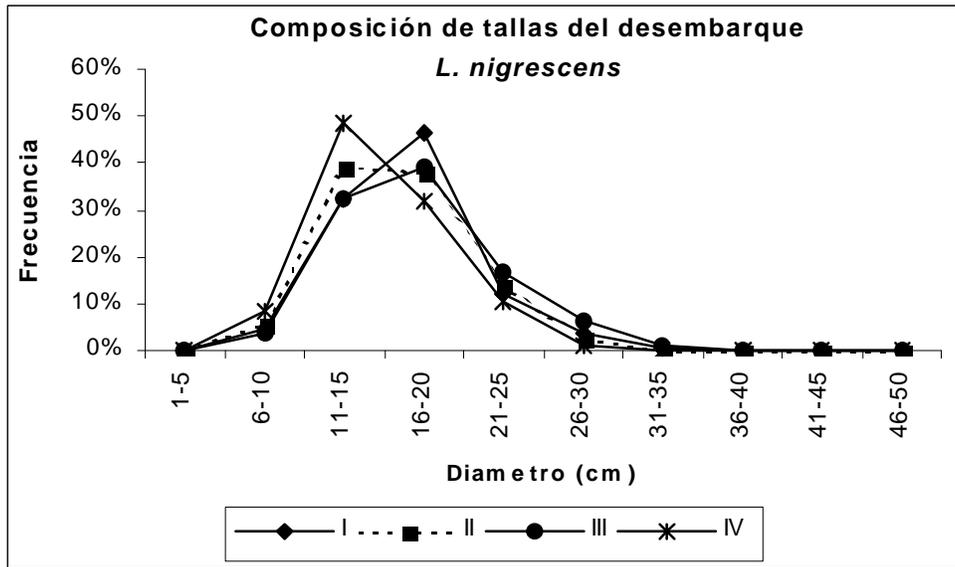


Figura 43.- Composición relativa a la talla (Diámetro del disco) y peso total del desembarque de *L. nigrescens* de la I a IV Regiones.

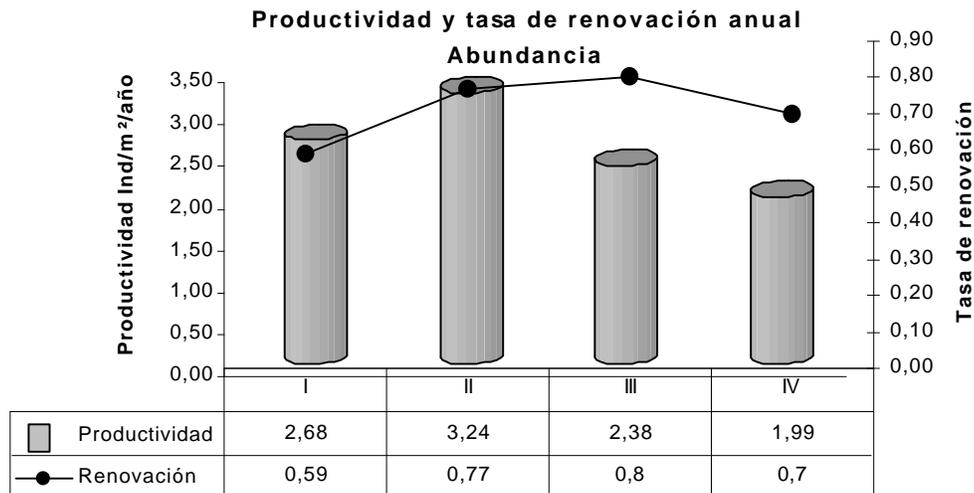
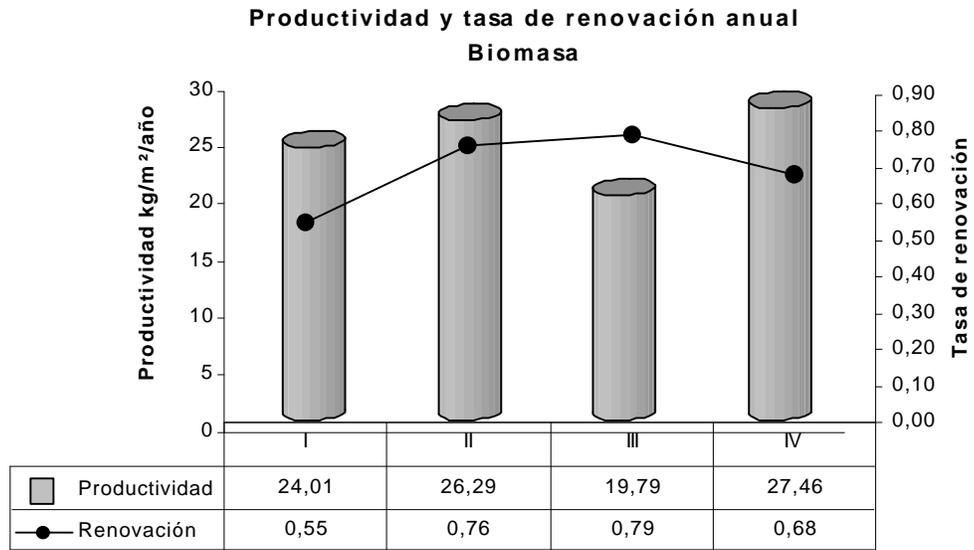


Figura 44.- Productividad en biomasa, número de individuos y tasa de renovación anual de *L. nigrescens*, de las Regiones I a IV.

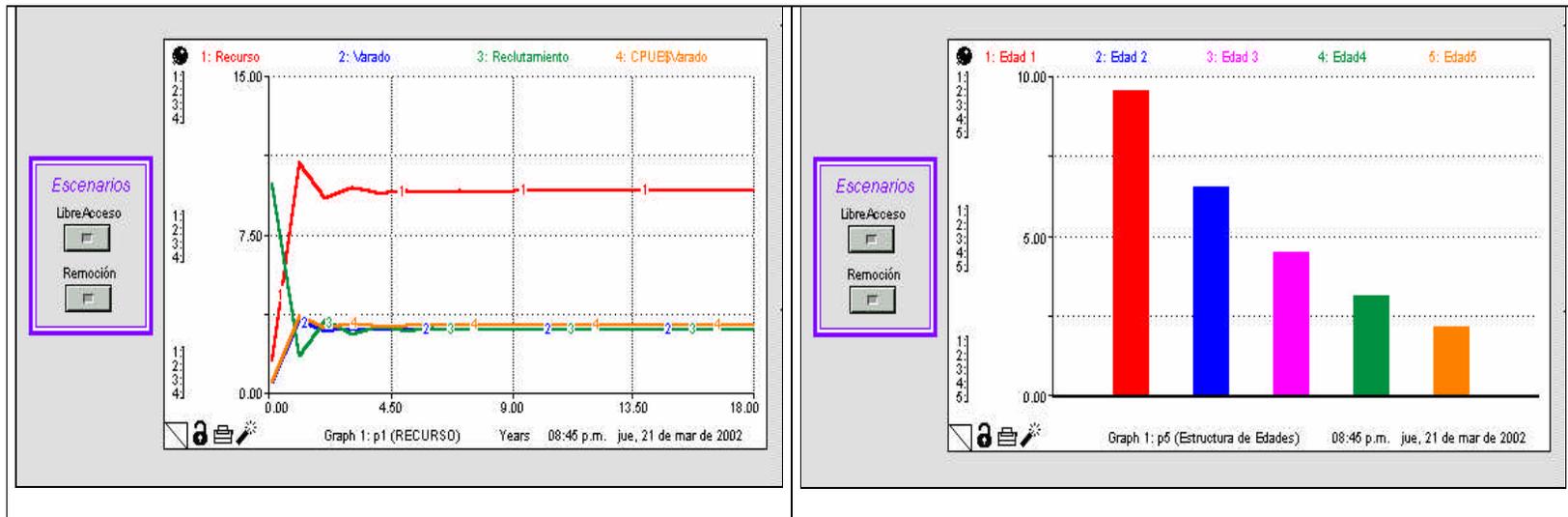


Figura 45.- Desempeño de indicadores biológicos y económicos, bajo condiciones de restricción de acceso y no-remoción.

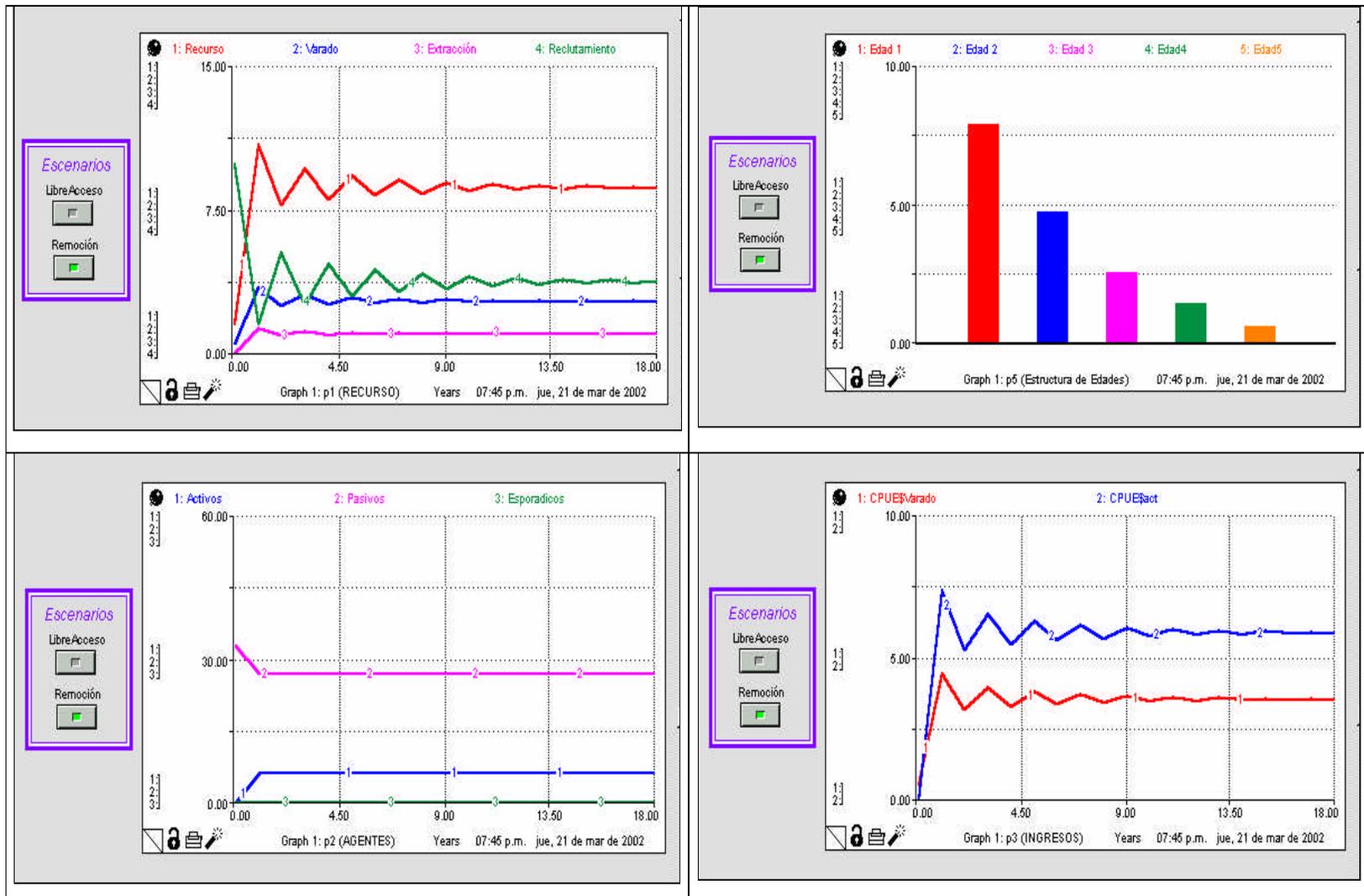


Figura 46.- Desempeño de indicadores biológicos y económicos, bajo condiciones de restricción de acceso y remoción.

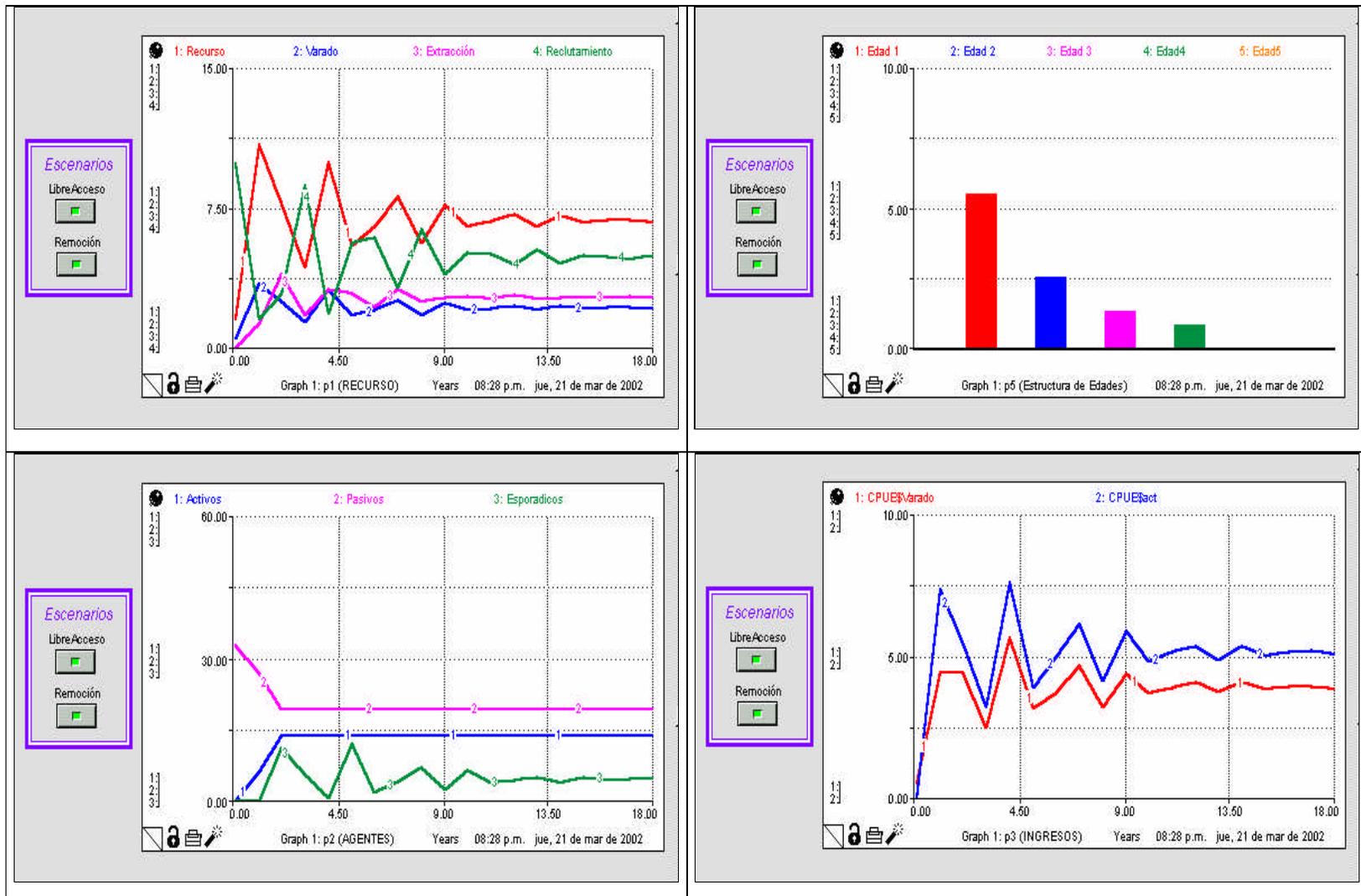


Figura 47.- Desempeño de indicadores biológicos y económicos, bajo condiciones de libre acceso y remoción.

L A M I N A S



Lámina 1.- Sistemas de recursos algales, cinturones naturales y varaderos.



Lámina 2.- Actividad productiva de recursos algales en playa, recolección, tendido y extendido.



Lámina 3.- Extracción en playa utilizando barretas y aparejos para la extracción.



Lámina 4.- Sistema de proceso de algas pardas en plantas, carga, transporte, picado y almacenamiento.

A N E X O S

ANEXO A

**Encuestas
y Formularios**

ENCUESTA EMPRESAS
Proyecto FIP 2000-19

Nombre			
Cargo		Fono	
Empresa			
Dirección		email	

1. ¿Cree Ud. que es necesario normar el uso de las algas pardas? Si No No sabe

2. ¿Qué aspectos Ud. normaría? (marcar todas las opciones que desee)

- No sabe
- Ninguno
- Tamaño del alga extraída
- Prohibir barreteo
- Regular el barreteo
- Regular el acceso a los sectores
- Otro (Especificar)

3. ¿Qué medidas se debieran adoptar? (marcar todas las opciones que desee)

- No sabe
- Ninguna (Situación actual)
- Talla mínima
- Cuota de extracción
- Restricción de arte de pesca (Sólo recolección)
- Asignación de derechos de uso (AM)
- Otra (Especificar)

4. ¿Qué aspectos de la empresa, estima Ud. serían afectados si se regula la extracción de algas?

- No sabe
- Ninguno
- El abastecimiento
- Los compromisos comerciales
- Los ingresos
- Los costos
- Otro (Especificar)

5. ¿Cuál es el rol que cumple su empresa en este sistema?

- No sabe
- Ninguno
- Pasivo (compra lo que llega)
- Activo (promueve la compra)
- Otro (Especificar)

6. ¿Cuál es su relación con los intermediarios?

- No sabe
- Ninguna
- Proveedores
- Informantes
- Otro (Especificar)

7. ¿Cuál es su relación con los alqueros?

- No sabe
- Ninguna
- Habilitación
- Mantenición de continuidad de la compra
- Otro (Especificar)

8. ¿Ha notado cambios en el sistema de algas pardas?

- No sabe
- Ninguna
- En las exigencias de los compradores
- En la calidad del recurso entregado por los intermediarios
- En el tamaño de las algas
- En la cantidad de alga
- Otro (Especificar)

9. Si se definieran cuotas de extracción para las algas pardas, ¿Cual de las siguientes alternativas preferiría?

- Asignación de cuota anual global por región
- Asignación de cuota anual a cada planta de proceso
- Asignación de cuotas anuales a organizaciones de pescadores artesanales
- No sabe
- Ninguna
- Otro (Especificar)

10. ¿Qué cosas mejoraría de este sistema?

.....

.....

.....

.....

.....

ENCUESTA ALGUEROS
Proyecto FIP 2000-19

Nombre			
Cargo		Fono	
Organización			
Dirección		email	

1. ¿Cree Ud. que es necesario normar el uso de las algas pardas? Si No No sabe

2. ¿Qué aspectos Ud. normaría? (marcar todas las opciones que desee)

- No sabe
- Ninguno
- Tamaño del alga extraída
- Prohibir barreteo
- Regular el barreteo
- Regular el acceso a los sectores (AM)
- Otro (Especificar)

3. ¿Qué medidas se debieran adoptar? (marcar todas las opciones que desee)

- No sabe
- Ninguna (Situación actual)
- Talla mínima
- Cuota de extracción
- Restricción de arte de pesca (Sólo recolección)
- Asignación de derechos de uso (AM)
- Otra (Especificar)

4. ¿Cuál de los siguientes aspectos tendría mayor impacto **positivo** para Ud.?

- No sabe
- Ninguno
- Talla mínima
- Cuota de extracción
- Restricción de arte de pesca (Sólo recolección)
- Asignación de derechos de uso (AM)
- Otra (Especificar)

4. ¿Cuál de los siguientes aspectos tendría mayor impacto **negativo** para Ud.?

- No sabe
- Ninguno
- Talla mínima
- Cuota de extracción
- Restricción de arte de pesca (Sólo recolección)
- Asignación de derechos de uso (AM)
- Otra (Especificar)

6. ¿Cuál es el rol que cumple Ud. en este sistema?

- No sabe
- Ninguno
- Pasivo (recolecta y espera que llegué un comprador)
- Activo (recolecta y busca a potenciales compradores)
- Otro (Especificar)

7. ¿Cuál es su relación con los intermediarios?

- No sabe
- Ninguna

- Habilitadores
- Solo comercial
- Otro (Especificar)

8. ¿Cuál es el rol del sindicato o asociación gremial?

- No sabe
- Ninguna (trabajan en forma individual)
- Negociación
- Comercialización
- Otro (Especificar)

9. ¿Ha notado cambios en el sistema de algas pardas?

- No sabe
- Ninguna
- En las exigencias de los compradores
- En el número de algueros
- En el número de plantas
- En el número de intermediarios
- En el tamaño de las algas
- En la cantidad de alga
- Otro (Especificar)

9. Si se definieran cuotas de extracción para las algas pardas, ¿Cual de las siguientes alternativas preferiría?

- Asignación de cuota anual global por región
- Asignación de cuota anual a cada planta de proceso
- Asignación de cuotas anuales a organizaciones de pescadores artesanales
- No sabe
- Ninguna
- Otro (Especificar)

10. ¿Cuál es su percepción de la implementación de AM para algas?

- No sabe
- Ninguna
- Buena
- Regular
- Mala
- Otro (Especificar)

¿Por qué?

11. Si se prohibiera el barroteo de algas, ¿Qué efectos tendría para Ud.?

- No sabe
- Ninguno
- Ninguno, porque no se podría fiscalizar
- Disminuirían sus ingresos
- Otro (Especificar)

12. Si se permitiera la remoción de algas, bajo medidas de manejo (tamaño, área a ser removida), Ud. piensa que

- Funcionaría
- No funcionaría
- Otro (Especificar)

13. ¿Qué cosas mejoraría de este sistema?

.....
.....

ENCUESTA INSTITUCIONES
Proyecto FIP 2000-19

Nombre			
Cargo		Fono	
Organización			
Dirección		email	

1. ¿Cree Ud. que es necesario normar el uso de las algas pardas? Si No No sabe

2. ¿Qué aspectos Ud. normaría? (marcar todas las opciones que desee)

- No sabe
- Ninguno
- Tamaño del alga extraída
- Prohibir barroteo
- Regular el barroteo
- Regular el acceso a los sectores (AM)
- Otro (Especificar)

3. ¿Qué medidas se debieran adoptar? (marcar todas las opciones que desee)

- No sabe
- Ninguna (Situación actual)
- Talla mínima
- Cuota de extracción
- Restricción de arte de pesca (Sólo recolección)
- Asignación de derechos de uso (AM)
- Otra (Especificar)

4. ¿Cuál de los siguientes aspectos sería más difícil de fiscalizar?

- No sabe
- Ninguno
- Talla mínima
- Cuota de extracción
- Restricción de arte de pesca (Sólo recolección)
- Asignación de derechos de uso (AM)
- Otra (Especificar)

5. ¿Cuál es el nivel de las organizaciones de algueros, considerando la capacidad para adoptar medidas de ordenamiento?

- Muy bueno
- Bueno
- Regular
- Malo
- No sabe
- Otro (Especificar)

6. ¿Ha notado cambios en el sistema de algas pardas?

- No sabe
- Ninguna
- En las exigencias de los compradores
- En el número de algueros
- En el número de plantas
- En el número de intermediarios

- En el tamaño de las algas
- En la cantidad de alga
- Otro (Especificar)

7. Si se definieran cuotas de extracción para las algas pardas, ¿Cual de las siguientes alternativas preferiría? Considerando la aplicabilidad de las mismas

- Asignación de cuota anual global por región
- Asignación de cuota anual a cada planta de proceso
- Asignación de cuotas anuales a organizaciones de pescadores artesanales
- No sabe
- Ninguna
- Otro (Especificar)

8. ¿Cuál es su percepción de la implementación de AM para algas?

- No sabe
- Ninguna
- Buena
- Regular
- Mala
- Otro (Especificar)

¿Por qué?

9. Si se prohibiera el barroteo de algas, ¿Qué efectos tendría para Ud.?

- No sabe
- Ninguno
- No sería aplicable (difícil fiscalización)
- Otro (Especificar)

10. Si se permitiera la remoción de algas, bajo medidas de manejo (tamaño, área a ser removida), Ud. piensa que

- Funcionaría
- No funcionaría
- Otro (Especificar)

11. ¿Qué cosas mejoraría de este sistema?

.....

.....

.....

.....

.....

ANEXO B

**Antecedentes biológicos
poblacionales de Algas Pardas
de importancia Comercial en
Chile**



ANEXO B

Antecedentes biológicos, ecológicos y poblacionales de algas pardas de importancia comercial en Chile

En Chile existen 5 especies de macroalgas pardas de importancia comercial pertenecientes a tres géneros: *Durvillaea*, *Lessonia* y *Macrocystis*. El género *Durvillaea* está representado por la especie *D. antarctica*, el género *Lessonia* por *L. nigrescens* y *L. trabeculata*, y el género *Macrocystis* por *M. integrifolia* y *M. pyrifera*.

En la zona norte y central de Chile, las especies del género *Lessonia*: *L. nigrescens* y *L. trabeculata*, constituyen las algas de mayor cobertura y biomasa en ambientes rocosos intermareales y submareales, respectivamente. (Santelices, 1982; Vásquez, 1989). La distribución y dominancia de esta especie, justifica el reconocimiento del género *Lessonia* como un cuarto grupo de las Laminariales en las regiones templadas (Hoffman & Santelices, 1997). Ambas especies han sido objeto de variados estudios de investigación que han cubierto principalmente aspectos biológicos y ecológicos, los que han evidenciado el importante papel que representan en la mantención y/o recuperación de la biodiversidad en los sistemas marinos costeros. *Macrocystis spp* y *D. antarctica*, no obstante de poseer características similares a *Lessonia*, disponen en nuestro país, de una menor cantidad de antecedentes.

En los párrafos siguientes se presenta resumen de los antecedentes biológicos, reproductivos, ecológicos y del conocimiento actual de las posibilidades de manejo en estas macroalgas.



A- ANTECEDENTES BIOLÓGICOS Y ECOLÓGICOS DE LAS MACROALGAS.

➤ *Lessonia nigrescens* Bory 1826

Nombre vernacular: Chascón, Huiro negro.

- **Distribución geográfica.**

Esta especie posee un patrón de distribución subantártica. En Chile se ha registrado desde Tierra del Fuego hasta Arica. También se encuentra en las Islas Malvinas, Islas Heard y Kerguelen y en Perú. (Santelices, 1989).

- **Ciclo de vida y reproducción**

El ciclo de vida es heteromórfico. Los gametofitos son dioicos. Como es característico en Laminariales, la fase macroscópica corresponde al esporofito. Los esporangios uniloculares están agrupados en soros de forma irregular, los que comienzan a desarrollarse en la base de las láminas y avanzan a medida que éstas crecen. Después de la liberación de esporas, la zona de los soros se necrosa lo que contribuye a que el extremo distal de las frondas tienda a desgarrarse. Una vez que las meiosporas se asientan, germinan y dan origen a gametofitos microscópicos masculinos y femeninos, los cuales eventualmente se diferencian en los gametos. Después de la fertilización, se inicia el desarrollo del esporofito. (Santelices, 1989).

Estudios de fertilidad en *L. nigrescens* de Chile central, indican que aunque existen plantas reproductivas durante todo el año, el reclutamiento de juveniles es un fenómeno claramente estacional, que ocurre entre los meses de agosto y noviembre (Santelices 1982; Santelices y Ojeda 1984). Por cuanto, si se libera sustrato en forma experimental en cualquier época entre estos meses, éste es



rápido ocupado por plantas juveniles de *L. nigrescens* (Santelices, 1982). A fines del verano, otoño e invierno el reclutamiento es reducido. De acuerdo a Ojeda y Santelices (1984) la fertilidad es máxima en invierno.

Venegas *et al*, 1992 evaluaron el porcentaje de estipes fértiles por planta, la distribución de los soros en relación al largo de los estipes, la germinación y sobrevivencia de esporas, proporción de sexos en los gametófitos, y el tamaño y fertilidad de éstos. Sobre el 90% de las plantas analizadas presentaron soros en sus estipes y sobre el 60% de los estipes de cada planta estaban reproductivos. La zona distal de los estipes es la que presenta el porcentaje mas alto de esporangios (sobre 80%). La viabilidad de las zoosporas es alta para ambas zonas (estipe y fronda sobre 80%). La fertilidad presenta resultados erráticos por lo que puede que no esté asociada con la procedencia de las esporas. La sobrevivencia de los gametofitos fue mas alta para los que provenían de los estipes. Los gametofitos provenientes de estipes desarrollaron esporofitos morfológicamente similares a los que provenían de las frondas.

- **Crecimiento**

Las velocidades de crecimiento en poblaciones de *L. nigrescens* han sido medidas tomando en cuenta varios caracteres de la planta: la longitud de los estipes, la distancia entre el disco y la primera dicotomía, el diámetro mayor de el disco y el número de estipes. Los meses de mayor crecimiento corresponden a invierno y principios de primavera (agosto-octubre). Durante la parte final de la primavera y todo el verano la elongación de los estipes es menor, aparentemente influido por dos fenómenos: destrucción del tejido cicatrizal luego de la descarga de tejido reproductivo y deshidratación y decoloración, como consecuencia de la mayor radiación solar y altas temperaturas durante el verano (Santelices, 1982).



Los esporofitos duran varios años. Las frondas fértiles se encuentran a partir de Octubre y alcanzan su mayor frecuencia entre Enero y Febrero, y desaparecen a fines de Junio (Hoffman & Santelices, 1997).

- **Ecología.**

Esta especie cubre la franja intermareal en hábitats rocosos expuestos o semiexpuestos. El pastoreo, la interferencia de las plantas adultas, y la interacción con los efectos del ambiente abiótico, son los principales factores ecológicos que regulan el reclutamiento, supervivencia y crecimiento de la especie. Dentro de la franja de ***Lessonia***, el reclutamiento es máximo en aperturas que resultan del desprendimiento de plantas más viejas. Las aperturas óptimas parecen ser las áreas más o menos triangulares que se producen entre plantas vecinas, que la interferencia de las frondas maternas hace poco accesibles a los pastoreadores. (Hoffman & Santelices, 1997).

En muchos hábitat de Chile central la franja intermareal baja está ocupada por un cinturón mixto de ***L. nigrescens*** y ***D. antarctica***. La distribución espacial y abundancia relativa de las dos especies resulta de un conjunto de factores y adaptaciones específicas. Debido a la colonización de las cavidades del disco por invertebrados, y su progresiva erosión, algunos individuos se desprenden, creando espacio primario que puede ser colonizado por juveniles de cualquiera de las dos especies. Los discos adhesivos de ***L. nigrescens*** habitualmente presentan numerosas cavidades internas, que son utilizadas como hábitat por diversas especies de invertebrados y cuyo número está en relación directa con el peso del disco y la biomasa de los invertebrados. La diversidad de especies de invertebrados aumenta con el aumento de volumen de las cámaras, sin que se



produzca el reemplazo de especies que sería esperable en una sucesión ecológica clásica.

Cancino y Santelices (1981), estudiaron la importancia de los discos adhesivos de las algas pardas como habitats para organismos invertebrados en la zona de Chile central. Luego en 1984 los mismos autores determinaron específicamente la importancia ecológica de los discos de *L. nigrescens*, determinaron que existen 43 especies de invertebrados asociados a ellos; que el 70% de los ejemplares colectados corresponden a juveniles, también agruparon los taxones encontrados en tres categorías:

- ❖ Especies restringidas al interior del disco.
- ❖ Especies poco frecuentes en el litoral rocoso expuesto, pero presentes en niveles similares del litoral rocoso, pero en zonas protegidas.
- ❖ Especies frecuentes en el litoral rocoso expuesto, poco frecuente en discos.

Estos autores definen que los discos adhesivos cumplen varias funciones, entre ellas:

- ❖ Son hábitat casi exclusivo de algunas especies.
- ❖ Actúan como substrato de asentamiento para las larvas de algunas especies.
- ❖ Actúan como refugio contra el embate de las olas permitiendo a algunas especies incursionar en sitios expuestos.

Vázquez y Santelices (1984) realizaron un estudio similar al anterior, pero aumentaron el número de discos analizados de 29 a 79 y los categorizaron por tamaño. Las conclusiones respecto a la importancia de los discos como estructuradores de comunidades de macroinvertebrados y de las zonas de huirales como lugares de desove y/o fijación larval anteriormente mencionadas



fueron reafirmadas. Además evaluaron la capacidad de regeneración, la tasa de mortalidad, los cambios morfológicos y el reclutamiento en áreas experimentales.

La remoción de las plantas puede generar cambios en los patrones de ocupación espacial, al aumentar el número de herbívoros y en el peor de los casos al generarse áreas desérticas que tardan mucho tiempo en ser repobladas (Vázquez y Santelices 1990). Por otra parte el retraso entre la remoción de las frondas y el inicio de la época reproductiva puede generar la ocupación permanente por parte de otras algas. Por estas razones los autores sugieren que la remoción debería realizarse en ausencia de herbívoros y en la época de mayor fertilidad (Vázquez y Santelices 1990).

- **Utilización**

Esta alga se cosecha para la preparación de alginatos y en los últimos años como abono natural en cultivos en cultivos terrestres.

- ***Lessonia trabeculata*** - Villouta y Santelices 1986

Nombre vernacular: Huiro palo, Huiro varilla

Las características más notorias que distinguen a esta especie de las otras del género son la presencia de trabéculas en las cavidades corticales de la lámina y estipe, y la morfología externa del disco. La presencia de cavidades corticales es una característica constante de la especie.



- **Distribución geográfica**

Esta especie ha sido reportada desde Puerto Montt hasta el norte de Iquique. Sin embargo es posible que se extienda hasta Perú, pues las descripciones de los registros de *L. nigrescens* en Perú parecen corresponder más bien a *L. trabeculata* que a *L. nigrescens* (Hoffman & Santelices, 1997).

- **Ciclo de vida y reproducción**

Ciclo de vida heteromórfico. El esporofito constituye la fase macroscópica. Los gametofitos, microscópicos, son dioicos. Los soros esporangiales se disponen en bandas longitudinales medianas, en ambas caras de la lámina. Los esporangios miden entre 30 y 40 μm de alto y 15 μm de diámetro; las parálisis miden entre 40 y 60 μm de alto y 5-8 μm de diámetro. Esporas mantenidas en cultivo germinan a las 24 horas, y forman gametofitos de tres o más células al cabo de 15 días (Hoffman & Santelices, 1997).

- **Crecimiento**

Estudios realizados por Vásquez (1991), para *L. trabeculata* señala que existen correlaciones positivas entre el número de frondas reproductivas y el diámetro basal del disco, evidenciando que la planta a medida que aumenta de peso y tamaño, su potencial reproductivo también aumenta.



- **Ecología**

Las plantas forman extensos bosques submareales de densidad variable, sobre fondos rocosos. Se extienden desde el límite inferior de la zona intermareal en lugares semiprotectidos, y desde 2 m en lugares expuestos al oleaje, hasta unos 20 m de profundidad. En la franja sublitoral, esta especie no forma un cinturón continuo como *L. nigrescens*, sino que las plantas crecen relativamente dispersas. La densidad de individuos a menudo cambia con la profundidad. Los patrones de distribución de organismos asociados que habitan en y entre los discos de *L. trabeculata* muestran que estas comunidades son similares a las "kelp communities" descritas para otros hábitats submareales de regiones templadas, con algunas diferencias en la organización comunitaria. Por ejemplo, no se encuentran especies "codominantes". Numerosas especies de invertebrados, así como de peces, colonizan el disco a medida que éste aumenta de tamaño (Hoffman & Santelices, 1997).

- **Utilización**

L. trabeculata es una de las especies que se cosecha para la extracción de alginatos; y en los últimos años como alimento fresco en el cultivo de abalones.

- **Observaciones**

No existe una estimación precisa de la magnitud de extracción de esta especie, en parte porque hasta 1986 no era reconocida como una especie distinta de *L. nigrescens*, y porque la información de desembarque oficial de este recurso (Sernapesca), sólo fue diferenciada de *L. nigrescens*, a partir del año 2000.



➤ **Macrocystis integrifolia** - Bory 1826

Nombre vernácula: Huiro pato o macro.

Esta macroalga crece el intermareal bajo hasta 30 metros de profundidad. Es una especie importante, tanto en cobertura como en biomasa, en ambientes protegidos de fondos rocosos.

- **Distribución geográfica.**

En el país, ha sido encontrada entre Concepción y Arica. Además, existe en Perú (Moquegua, Arequipa, Lima, Ancash, La Libertad, Piura) y en la costa del Pacífico de Norteamérica, desde Columbia Británica hasta Baja California. (Santelices, 1989)

- **Ciclo de vida y reproducción**

El ciclo de vida de esta planta es heteromórfico, y posee alternancia de un esporofito macroscópico y un gametofito microscópico. Los esporangios, uniloculares, de 30-60 cm de largo por 6-10 cm de diámetro, con frecuencia se diferencian en láminas situadas cerca de la base de las ramas (esporofilos), provistas o no de neumatocistos. Los esporofilos son inicialmente enteros, pero luego pueden dividirse dicotómicamente 4-5 veces. Los esporangios, uniloculares, cubren ambas superficies; cada esporangio tiene una pared unicelular. En *M. integrifolia*, existen láminas especializadas en la generación de estructuras reproductivas (esporofilos), que se sitúan próximas a la base de la planta. Una parte de las esporas fijadas se desarrollará originando filamentos microscópicos masculinos y otra parte desarrollará filamentos microscópicos femeninos, los que forman estructuras sexuales. Los espermatangios originarán espermios sobre el



filamento masculino, los que al madurar son liberados y nadan hasta fecundar el óvulo que se encuentra situado sobre el filamento femenino. Una vez producida la fecundación, el óvulo desarrolla sobre si mismo, el esporofito (Planta macroscópica). El proceso de aparición de filamentos microscópicos que se encuentran sobre las rocas y la fecundación, demora entre 20 y 30 días, dependiendo del fotoperíodo y la temperatura del agua de mar, desarrollándose posteriormente las plantas juveniles, las que se encuentran maduras en aproximadamente 12 meses (Hoffman & Santelices, 1997).

- **Utilización**

La especie se cosecha en el norte del país y en la zona de Concepción para la obtención de alginatos. En en los últimos años ha sido utilizada como alimento fresco para el cultivo de Abalones.

- **Durvillaea antarctica** (Chamisso) Hariot 1892
Basónimo: **Fucus antarcticus Chamisso** 1822
Nombre vernacular: cochayuyo, ulte, huilte.

- **Distribución geográfica.**

Esta especie tiene una distribución de tipo subantártica. En el país, se distribuye entre Cabo de Hornos y Antofagasta, pero su abundancia varía, siendo mayor hacia el sur y disminuyendo marcadamente al norte de Los Vilos. Se encuentra también en Nueva Zelanda, Argentina (Tierra del Fuego), Islas Malvinas, Islas Heard y McDonald. (Hoffman & Santelices, 1997).



- **Ciclo de vida y reproducción.**

El ciclo de vida es diplobióntico, es decir, tiene sólo una fase de vida independiente, la fase diploide: la planta es diploide y la meiosis ocurre en el momento de la gametogénesis. Es una especie dioica, con gametofitos pequeños y de corta duración. (Hoffman & Santelices, 1997).

Los gametos se diferencian en conceptáculos ovoides que se forman en la zona cortical y se abren a la superficie a través de un ostíolo. Las paredes de algunas células degeneran, a consecuencia de lo cual se forman cavidades llenas de material mucilaginoso, diferenciándose entre conceptáculos masculinos donde se originan anteridios y conceptáculos femeninos donde se originan los ogonios. (Hoffman & Santelices, 1997).

En cultivo, se ha demostrado que los espermios son atraídos hacia los óvulos mediante el hormosireno, una feromona secretada por el óvulo. Una vez ocurrida la fecundación el cigoto sedimenta y se fija, y dos días después los embriones ya tienen dos a tres células. Después de 45 días de cultivo en condiciones de laboratorio las láminas alcanzan unos 700 ptm de largo y se han desarrollado varios rizoides secundarios. (Hoffman y Santelices, 1997).

- **Mortalidad**

En ambientes expuestos el alga es constantemente removida por el movimiento del agua, sin embargo, tiene una alta tasa de colonización (Santelices *et al.* 1980). Dado que esta especie es extraída para consumo humano, la cosecha de frondas y estipes tiene un fuerte impacto en las poblaciones naturales. Estudios realizados por Bustamante y Castilla (1990) en zonas cosechadas y no cosechadas



demuestran que la densidad y standing crop, en estas últimas, es dos veces mayor que en zonas cosechadas. La protección de áreas de la depredación humana muestra que se pueden preservar poblaciones facilitando la repoblación de áreas explotadas. Sin embargo existen otros factores importantes como el movimiento de agua (grado de exposición) y la competencia por espacio con poblaciones de *L. nigrescens* (Santelices *et al* 1980), que en Chile central determinan la densidad, estructura de las poblaciones y el standing crop (Castilla y Bustamante 1989; Santelices *et al* 1980; Bustamante y Castilla 1990).

- **Tasa de remoción**

El factor selectivo en la interacción competitiva entre estas dos algas sería el grado de impacto de las olas, además de la acción de los pescadores artesanales sobre las poblaciones de *D. antarctica*, donde en lugares de alta exposición los ejemplares de *D. antarctica* son constantemente removidos del sustrato por las olas, pero persiste por su alta tasa de colonización (Santelices *et. al*, 1980).

- **Ecología**

Esta especie crece adherida al sustrato rocoso, especialmente en ambientes expuestos con oleaje intenso, donde coexiste con *Lessonia nigrescens*. En Chile central las plantas son fértiles durante todo el año, con mayor fertilidad en junio-julio y diciembre-enero. El reclutamiento de juveniles puede ocurrir en distintas épocas del año, y está determinado en gran medida por la liberación de sustrato primario. En general, la abundancia relativa de *D. antarctica* aumenta a medida que disminuye la exposición a oleaje violento. Por otra parte, *D. antarctica* se caracteriza por una estrategia fugitiva, con presencia frecuente de talos reproductivos y de plantas juveniles, con alta velocidad de crecimiento, en



comparación con *L. nigrescens*, la que además produce esporas sólo en forma estacional. (Hoffman & Santelices, 1997).

El disco adhesivo de *D. antarctica* constituye el hábitat temporal o permanente de un gran número de especies de invertebrados. El disco normalmente presenta una cavidad única, a diferencia de *L. nigrescens*, que tiene numerosas cavidades. Se ha encontrado que discos con volúmenes menores de 50 cc son colonizados en forma dominante por poliquetos o por choritos, mientras que los discos de mayor tamaño son dominados por crustáceos, que aparentemente reemplazan a los otros grupos de invertebrados al crecer los discos. (Santelices, 1989).

- **Utilización**

La especie es utilizada como alimento y para la obtención de alginatos. Como alimento se consumen la base de los estipes previamente secadas al sol en forma fresca o cocida (ulte o huilte). Con respecto al contenido de ácido algínico, este es mayor en verano e invierno, de modo que la integración de datos poblacionales a las fluctuaciones estacionales en contenido de alginatos permitirá afinar el diseño de prácticas de manejo. (Hoffman & Santelices, 1997).

- **Macrocystis pyrífera**

Macrocystis pyrífera (Linnacus) C. Agardh 1820

Basónimo: **Fucus pyriferus Linnacus** 1771

Nombre vernacular: huiro, sargaso



- **Distribución geográfica**

En el país se ha registrado entre Tocopilla y Tierra del fuego. Se encuentra también en Perú (Ica, Lima), en la costa del Pacífico de Norteamérica, entre Bahía Magdalena y Baja, California, sur de Argentina, sur de Australia, Nueva Zelanda y Tasmania (Hoffman & Santelices, 1997).

- **Ciclo de vida y reproducción**

El ciclo de vida es heteromórfico. La planta macroscópica corresponde al esporofito, en tanto que los gametofitos femenino y masculino son microscópicos. Los esporangios, uniloculares, se diferencian en esporofilos que crecen cerca de la base de las ramas y que a menudo carecen de aerocisto. Los esporangios presentan paredes unicelulares y generalmente cubren la superficie de la lámina. Los gametofitos femeninos son filamentosos, de alrededor de 10 μ m de diámetro y escasamente ramificados; los gametofitos masculinos, en cambio, están formados por filamentos de alrededor de 5 μ m de diámetro, abundantemente ramificados. Las plantas se encuentran fértiles todo el año, sin embargo el reclutamiento es estacional, y ocurre principalmente en la primavera (Westermeier & Moller, 1990).

- **Crecimiento**

El crecimiento de frondas se produce en primavera en la zona centro sur de Chile, y las praderas son visibles durante esos meses generando una biomasa importante. Esta especie posee un meristema apical que le permite crecer (2% diario) alcanzando tamaños de sobre 30 m. Los estudios que se han realizado para evaluar el efecto de poda sobre estas plantas indican que la tasa de recuperación es lenta y puede llegar a ser de hasta 6 meses para recuperar el



80% de la biomasa (Romo *et al* 1984; Santelices 1989). Romo *et al* (1984) señala que la poda efectuada a 1 m bajo el dosel tiene mayor sobrevivencia y crecimiento que aquellas podadas cerca del disco después de once meses de estudio. Las praderas de *Macrocystis* tienen crecimiento estacional durante la primavera y verano y durante otoño e invierno es muy lento y durante estos meses que se produce la mayor mortalidad de plantas por efectos de marejadas o condiciones climáticas. Los discos de esta especie tienen importancia ecológica ya que sirven de hábitat para numerosas especies de importancia económica (Santelices y Ojeda 1984a)

- **Mortalidad**

En poblaciones del hemisferio norte se ha descrito que un factor determinante de la abundancia de estas algas es la mortalidad. Se ha descrito que esta especie tendría un ciclo de 5 años. En Chile Santelices y Ojeda (1984b) señalan que las poblaciones que habitan en el Canal Beagle viven cerca de 3-4 años. Sin embargo en las costas de la X Región es más variable debido a factores climáticos y de exposición al oleaje. Westermeier y Moller (1990) describen que esta especie tendría un ciclo anual donde se produce una poda natural de las frondas en la base del disco, lo que a su vez permitiría el reclutamiento de nuevos individuos en la población.

- **Ecología**

La especie forma bosques submarinos extensos y llamativos, sobre sustratos rocosos y a veces sobre zonas de arena gruesa. Se encuentra hasta regularmente hasta profundidades de 20. En la masa del disco adhesivo de las poblaciones chilenas se alojan numerosos invertebrados. Se calcula que en zonas



templadas frías las frondas viven alrededor de un año. Para la zona central de Chile no existen cálculos semejantes, aunque se supone que las plantas son perennes. Las condiciones climáticas de la zona centro sur de Chile provocan una importante pérdida de individuos y de estipes durante el invierno. Esta pérdida de discos provoca una disminución de la diversidad de macro y micro invertebrados asociados con la especie. (Vasquez, 1993)

B .ANTECEDENTES MANEJO BIOLÓGICO EN ALGAS PARDAS.

Se estima que sobre el 80% de las macroalgas pardas comercializadas son recogidas desde zonas de varado natural, las que se caracterizan por ser relativamente estables en cuanto a ubicación geográfica y cuyos principales factores que afectan la “producción”, están relacionados con aspectos climáticos y bio-oceanográficos, más o menos predecibles dentro de amplias zonas geográficas.

Desde el punto de vista ecológico, el impacto producido por las actividades de extracción directa de macroalgas (barroteo), es similar al generado por las “alteraciones” físicas o biológicas que provocan el varado de éstas, modificando, tanto la distribución y abundancia del propio recurso cosechado, como la de las especies asociadas a éstos. De este modo, el impacto ecológico dependerá tanto de la frecuencia, la intensidad y porcentaje de remoción, así como de las características reproductivas y de historia de vida de las especies objetivo, como de los atributos de las comunidades involucradas (Edding *et al.*, 1998; Vásquez, 1995).

El conjunto de los datos morfométricos, de crecimiento y fertilidad de *Lessonia*, así como de la estructura comunitaria de las especies asociadas, indican que una de las variables de mayor importancia para el manejo biológico, está dada por el



diámetro basal del disco de fijación, pues es de mayor capacidad predictiva del peso y tamaño de las plantas y tendría una relación definida con el número y diversidad de especies que habitan en ellos (Santelices, 1982; Vásquez, 1989).

Para *L. trabeculata*, se han establecido patrones ecológicamente determinantes en la estabilidad y persistencia de las praderas, entre los que se encuentran la abundancia de los herbívoros bénticos presentes, la morfología de las algas, el espaciamiento entre plantas, el movimiento del agua (corrientes de fondo) y las posturas reproductivas de elasmobranquios (Vásquez, 1989). Por otro lado, el número de estipes y distancia a la primera dicotomía, pueden ser utilizados como indicadores indirectos de las características ambientales, como exposición al oleaje y movimiento de agua (corrientes de fondo) y presión de los pastoreadores bénticos asociados a estas comunidades (Vásquez, 1991). En *L. trabeculata* el peso total de la planta aumenta exponencialmente con el diámetro basal del disco de adhesión, por lo que se considera un buen descriptor morfométrico de la biomasa (Vásquez, 1991). No se ha publicado información específica de crecimiento en esta especie.

Se han efectuado estudios de cosecha de diferentes porciones de las plantas de *Lessonia*, los que indican que en ambas especies, el corte experimental de los estipes a nivel de la base o la primera dicotomía, reduce el movimiento y esto favorece el epifitismo, además disminuye el efecto “látigo” sobre los herbívoros, lo que incrementa la presión de pastoreo, por ejemplo, con erizos en el caso de *L. nigrescens* y de caracoles, peces y erizos en *L. trabeculata* (Vásquez y Santelices 1990). Además, la cosecha extensiva durante los periodos reproductivos afecta la producción de esporas de *L. nigrescens*, lo que es un factor muy importante para la recuperación de praderas (Vásquez, 1999).



Para ambas especies la remoción del “follaje” eventualmente mata a la planta. El efecto más importante de la poda es que aumenta la distancia entre plantas, lo que implica que aumenta la posibilidad de los ramoneadores de acceder a los discos y a los lugares entre los discos, esto disminuye las posibilidades de reclutamiento para ambas especies. En el caso de *L. trabeculata*, esta modifica su morfología de convirtiéndose en plantas con estipes más largos que lo normal, lo que disminuye la flexibilidad; esto sumado a la presencia de herbívoros en la zona, aumenta el desprendimiento de plantas por acción del oleaje.

Si se efectúan cosechas con remoción de la planta completa de *L. nigrescens* (disco), el efecto sobre la población (reclutamiento, crecimiento de juveniles y adultos) y sobre la comunidad depende del tamaño del área denudada. Así, la remoción de plantas completas incrementa la distancia entre plantas y permite el ingreso de pastoreadores a los discos y entre los discos, de manera que se afecta fuertemente el reclutamiento de juveniles. Sin embargo, si se abren espacios de 1 a 2 metros entre discos (Santelices & Ojeda, 1984) se puede lograr un alto reclutamiento de juveniles y rápido desarrollo de los mismos. Distancias mayores favorecen el incremento del pastoreo y a su vez distancias menores a la mencionada, producen disturbios entre adultos y no se observa reclutamiento (Vásquez & Santelices 1990).

En los meses de invierno los discos de *L. nigrescens* son removidos producto del oleaje, y la presencia de erizos en la franja intermareal, reduce las posibilidades de los nuevos reclutas de sobrevivir.

Los antecedentes antes expuestos han servido para efectuar recomendaciones generales para el manejo de las praderas de macroalgas, las que tendrían limitaciones espaciales en cuanto a su aplicabilidad. Estos buscan maximizar los niveles de cosecha de una pradera, provocando el menor daño ecológico posible.



Recomendaciones para el manejo de *L. nigrescens* en la zona central de Chile
(Santelices, 1982):

1. Limitar la extracción de plantas con discos mayores de 20 cm.
2. Restringir la época de extracción a los meses comprendidos entre septiembre y diciembre de cada año.
3. Remover la planta completa del sistema.
4. Realizar remociones de plantas que no produzcan áreas desprovistas de *L. nigrescens* de más de 2 m² de superficie medida como distancia de un disco a otro.

Del mismo modo, Edding *et al.* (1998), establecieron recomendaciones para el manejo biológico para *L. trabeculata* en la Región de Atacama, las que se resumen en:

1. Limitar la extracción de plantas con discos mayores de 15 cm.
2. Remover la planta completa del sistema
3. Realizar remociones de plantas que no produzcan áreas desprovistas de *L. trabeculata* de más de 1 m² de superficie medidas como distancias de un disco a otro.
4. La extracción debe realizarse en sectores con una profundidad entre los 5 y 8 metros, debido a que en estos sectores el recurso alcanza su mayor expresión de densidad y biomasa.

Por su parte para *D. antarctica* no existen estudios orientados específicamente al manejo de praderas de, pero los resultados de diversos estudios ecológicos permiten proponer algunas prácticas de manejo. Para Chile central, se sabe que las plantas son fértiles durante todo el año, y que los juveniles también pueden



instalarse en distintas épocas, dependiendo sólo de la presencia de espacio disponible. Estos antecedentes, sumados a la incapacidad de los discos de regenerar frondas, sugieren que el método más conveniente de cosecha es la remoción de plantas completas. (Hoffman y Santelices, 1997).

Por otra parte, se propone una estrategia de explotación para **Macrocystis** en base a podas que señala "En **Macrocystis** el corte deberá hacerse hasta una cierta profundidad (hasta 1,5 metros de la superficie) con el objeto de que las frondas más profundas, generen esporas que permitan la proliferación de nuevas plantas", agregándose que las algas de cada zona deberán cortarse cada dos años. (IFOP, 1977; Santelices, 1989)

Desde un punto de vista más integral se han considerado diez aspectos relevantes, que involucran los factores biológicos-poblacionales, comunitarios y físicos los cuales deben ser considerados para un adecuado manejo biológico de las praderas de algas pardas (Vásquez, 1995), estos son:

1. Metodologías de la cosecha.
2. La Intensidad y frecuencia de las cosechas.
3. La Variabilidad temporal de la biomasa en las localidades.
4. Estacionalidad de los ciclos reproductivos de la especie.
5. Morfología de la planta.
6. Sociabilidad de la población (distancia entre plantas).
7. Jerarquía competitiva que se produce en el período post-cosecha relacionado, con los procesos sucesionales.
8. Abundancia de pastoreadores bentónicos asociados a la comunidad.
9. Temporabilidad del contenido de polisacáridos.
10. Exposición y vulnerabilidad a las alteraciones físicas, tales como los patrones de intensidad de movimiento de agua.



C. EFECTOS DEL FENÓMENO DEL NIÑO

Los efectos de eventos El Niño sobre las comunidades litorales en el norte del país están ampliamente documentados a partir de la ocurrencia del Niño de 1982/83 (i.e., en Soto, 1985; Tomicic, 1985, Arntz, 1986). Fuertes desprendimientos de algas se relacionan con la ocurrencia del Fenómeno del Niño, que además de alterar las condiciones físico-químicas de las algas, provoca un impacto ecológico de gran magnitud, cuyos procesos de recuperación se estiman en un tiempo no inferior a los diez años (Mamani, 1985; Vásquez, 1999). Los antecedentes disponibles señalan que las laminariales prácticamente desaparecieron durante dicho evento, en especial *Lessonia nigrescens* y *Macrocystis integrifolia* producto de sus niveles de emersión. La desaparición casi absoluta de estas algas conllevó a concebir diversas reflexiones en torno al repoblamiento natural de estas algas, postulándose que el repoblamiento debería ser gradual de sur a norte a partir de poblaciones al sur del área de impacto, y sobre la base de “poblaciones aisladas” (individuos) que sobrevivieron al impacto.

A partir de 1983, y sobre la base de actividades de terreno en el área de la Primera Región se pudo observar que en el caso de *Lessonia nigrescens* hubo mayor recuperación al norte de Iquique que hacia el sector sur. Los trabajos en el área de Mejillones del Norte, muestran que ya en los 90' el dosel de esta especie se encontraba completamente recuperado, observándose igual situación para el área caleta Buena – Pisagua. Al sur de Iquique, la recuperación se inició en el sector de Patache, sitio donde sobrevivió *Lessonia*. Otro tanto se observó en diferentes lugares de la costa; sin embargo en los 90 la recuperación era incompleta y circunscrita a sitios focalizados del litoral.



Como consecuencia del aviso temprano de ocurrencia de un nuevo evento fuerte para 1997/98 se inició un monitoreo sobre la población de Mejillones del Norte (Oliva, 1998), sobre la base de muestreos cuantitativos, estableciendo que entre octubre de 1997 y marzo de 1998 se produjo una pérdida del 61,4% de *L. nigrescens*, sin embargo de la fracción presente sólo el 1,3% representaba plantas normales y el 16,9% algas con menos del 50% de estipes cortados, lo que determinó teóricamente que sólo el 18% de las plantas sobrevivientes a marzo persistirían en meses sucesivos, lo cual fue corroborado en nuevas actividades de terreno, las que se desarrollarían estacionalmente en el área. A partir del 2000 en dicho sitio se realizaron estimaciones de biomasa estacional y reclutamiento al amparo del proyecto de Repoblamiento de *L. nigrescens* en el litoral de la I Región (FNDR – IFOP).

Actividades de terreno realizadas entre Iquique y Mejillones (II Región) durante dicho evento sugieren que a la onda cálida que se proyecta desde el norte, existiría un segundo componente. En el área aledaña al Río Loa existe normalmente una lengua cálida que se proyecta a la costa con un comportamiento estacional, ello sugiere que durante un Niño los primeros impactos se evidenciarían por el norte en Arica y por el sur en el sector Loa – Tocopilla, lo que se sustenta por la cantidad de materia algal varada en el litoral de Arica – Mejillones en días posteriores al impacto de la onda cálida

En el caso de *M. integrifolia* sus poblaciones se recuperaron con éxito después del evento de 1982/83, para luego volver a colapsar en El Niño de 1997/98; a dos años de su desaparición masiva en el sector Mejillones – Río Loa, existe un desarrollo significativamente considerable de sus praderas en dicha área; al norte su proyección alcanza hasta Río Seco, para luego reaparecer en zonas aledañas a Pisagua.



Debido a la lenta recuperación de las poblaciones de *L. nigrescens* tras el proceso de extinción en la zona norte de Chile por efecto del evento de El Niño 1982-83, Camus (1994a) estudió los factores biológicos que potencialmente estarían afectando la velocidad de reinstalación de los huirales en la zona norte de Chile. Se evaluó el efecto que potencialmente ejercerían las algas calcáreas incrustantes y la presencia del herbívoro *Enoplochiton niger* (chitón) y de las calcáreas ramificadas sobre el reclutamiento de *L. nigrescens*. El estudio se desarrolló en 5 sitios cercanos a Iquique. Se realizaron remociones experimentales para determinar el efecto de las corallinas incrustantes en la colonización de esporofitos de *Lessonia* y se evaluó el reclutamiento de *Lessonia* sobre distintos tipos de *Corallinaceae spp* principalmente diferenciados por su rugosidad y por la presencia de ramificaciones. Los resultados indican que la presencia de *Corallinaceae spp* incrustantes inhibe la colonización de *L. nigrescens* en presencia de herbívoros. La muda del epitalo de las *Corallinaceae spp* incrustantes es la probable causa de esta inhibición. Por otra parte existe una presencia constante de herbívoros como chitones y erizos que estarían alimentándose de corallinaceas y de reclutas de *L. nigrescens*. *Corallina officinalis* resultó ser la especie que presenta mayor frecuencia de asentamiento exitoso por parte de *L. nigrescens*, posiblemente esto estaría relacionado con que esta especie presenta frondas erectas calcificadas lo que podría dificultar el efecto de los ramoneadores.

Según Camus (1994a) existen dos posibles rutas para el reclutamiento de *L. nigrescens*, una en la que recluta sobre corallinaceas incrustantes, lo que implica una baja velocidad de colonización posiblemente reforzada por la acción de los herbívoros, sin embargo estas pocas plantas que pueden colonizar el substrato si son capaces de alcanzar una talla que les permita escapar de los herbívoros, pueden estimular la colonización del sector por parte de sus propios propágulos, los que al provenir de frondas locales serán más abundantes y finalmente el sector



sería completamente recuperado. Por otra parte, la otra ruta sería el reclutamiento sobre *C. officinalis* (frondas erectas) que permite la llegada de *L. nigrescens* que en un período muy corto la sobrecrece, provocándole la muerte. Este constituiría un proceso de retroalimentación negativa, puesto que al ser *C. officinalis* una especie poco frecuente y al encontrarse en parches pequeños, a la llegada de reclutas de *L. nigrescens* que la sobrecrecen, disminuye aún más su abundancia en la zona.

En relación con los procesos de extinción sufridos por las poblaciones de *L. nigrescens* de la zona norte de Chile, Camus (1994b) sugiere que más que considerar como “malo” o “bueno” a un evento natural y periódico como El Niño, hay que tener en cuenta que es parte integral del sistema y esto lo diferencia de las pérdidas en biodiversidad causadas por fenómenos de origen antrópico (cambio global, fragmentación de hábitat). En este contexto sugiere que decisiones relacionadas con la recuperación de poblaciones de *L. nigrescens* en forma artificial implican una manipulación o alteración directa de las condiciones del sistema, que podría tener efectos sobre el proceso de repoblamiento natural modificando las tasas de repoblamiento a escala regional.

Camus y Ojeda (1992) evaluaron la variabilidad escala-dependiente de la densidad y las relaciones morfométricas para *L. trabeculata*. Su objetivo era evaluar cómo la interpretación de la variabilidad asignada a las mediciones o descriptores, usualmente empleados, puede cambiar a diferentes niveles de resolución o a diferentes escalas. Durante dos años siguieron cuatro sitios pertenecientes a dos zonas geográficas (dos del norte y dos de la zona central) para describir los patrones de variabilidad usando sitios o zonas como factores de clasificación. La principal diferencia entre zonas es que las poblaciones del norte sufrieron el efecto del evento de El Niño 1982-83. En dicha ocasión se registró una alta mortalidad. Los diferentes descriptores numéricos de la morfología y la



densidad muestran una importante variabilidad zona específica y muchas veces sitio específico. Los perfiles batimétricos de densidad muestran una importante variabilidad cualitativa y cuantitativa entre sitios, lo que contrasta con la alta homogeneidad en la distribución espacial de plantas por intervalo de profundidad, incluso para intervalos de distintos largos. En parte la morfología podría ser explicada a nivel sitio- específico por factores relacionados con la configuración específica del área, y a nivel zona específicos por factores como movimientos de masas de agua o regímenes de temperatura. Finalmente se sugiere que la detección de patrones escala-dependientes pueden ser usados para estudios comparativos de estructura de poblaciones.

Camus (1991) sugiere que incursiones de *L. trabeculata* (comúnmente submareal) como parches en los huirales intermareales de *L. nigrescens*, pueden tener relación con el fenómeno de El Niño 1982-1983.

D. EXPERIENCIAS EN CULTIVO Y REPOBLAMIENTO

Vásquez y Tala (1995) publicaron un trabajo sobre repoblación de áreas con *L. nigrescens* en el norte de Chile. Ellos emplearon suspensiones de esporas obtenidas en terreno (40 L con una concentración de 8×10^6 esporas) esta solución fue introducida en el agua de la zona intermareal baja. Se instalaron también frondas reproductivas en las áreas a repoblar y se transplantaron juveniles y adultos de *L. nigrescens*.

En total se detectaron 3 plantas provenientes de la inoculación de esporas en terreno y 4 plantas provenientes de la instalación de frondas reproductivas en terreno. Por su parte las plantas juveniles transplantadas no sobrevivieron después de los 15 primeros días, mientras que el 50% de las frondas adultas sobrevivió en el mismo periodo y el 38% de las frondas adultas trasplantadas



fueron capaces de re-adherirse y desarrollar estructuras reproductivas al cabo de tres meses. Los resultados obtenidos en este trabajo son bastante alentadores en cuanto a la facilidad de desarrollar las técnicas propuestas.

Información a tiempo actual sobre el recurso *Lessonia nigrescens* se encuentra en el estudio “Repoblación de *Lessonia nigrescens* en la Primera Región” (BIP 20152579-0), financiado por el gobierno Regional de Tarapacá y desarrollado por el Instituto de fomento Pesquero. Dicho proyecto define como objetivos la identificación de lugares aptos factibles de repoblar, evaluaciones de biomasa reproductiva, determinación de metodologías de repoblación y análisis de costos involucrados en dicha actividad

- **Cultivos de *Lessonia***

Hoffmann & Santelices (1982) evaluaron los efectos de la combinación de luz y nutrientes sobre los gametofitos y la gametogénesis en *L. nigrescens*. En este trabajo se probaron solo dos intensidades luminosas, $10 \text{ uEm}^2\text{s}^{-1}$ y $45 \text{ uEm}^2\text{s}^{-1}$, si la intensidad luminosa es subóptima ($10 \text{ uEm}^2\text{s}^{-1}$), no ocurrió fertilización independientemente de la concentración de nutrientes empleada, mientras que si los gametofitos son cultivados con $45 \text{ uEm}^2\text{s}^{-1}$ y agua de mar enriquecida (ESW y ESW+P) ocurre fertilización y la formación de esporofitos juveniles.

En 1985 Ávila y colaboradores publicaron un estudio sobre el efecto de interacciones de temperatura, intensidad luminosa y fotoperíodo sobre el desarrollo de etapas tempranas de *L. nigrescens*, donde describen que las meiosporas germinan “relativamente” independientes de las condiciones usadas. Mientras que los gametofitos presentan dos patrones según las condiciones



usadas: como filamentos multicelulares estériles o como gametofitos de pocas células que en corto tiempo diferencian estructuras reproductivas.

- **Cultivo de *Macrocystis***

Existen diversos estudios donde se han determinado las condiciones de cultivo para gametofitos y esporofitos de ***Macrocystis*** (Alveal ***et al*** 1982; Westermeier ***et al*** 1989; Celis y Alveal 1999). Existe un creciente interés en este recurso como alimento para abalones, esto ha estimulado a la producción masiva de huiro en cultivo, Ausburger (1999) y Westermeier ***et al*** (1989) presentan antecedentes para el desarrollo del cultivo a gran escala.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ávila, M., A. Hoffmann & B. Santelices. 1985.** Interacciones de temperatura, densidad de flujo fotónico y fotoperíodo sobre el desarrollo de etapas microscópicas de *Lessonia nigrescens* (Phaeophyta, Laminariales). Revista Chilena de Historia Natural. 58: 71-42.
- Alveal, K. Romo H., y M. Avila. 1982.** Estudios del ciclo de vida de *Macrocystis pyrifera* de Isla Navarino, Chile. Gayana Botánica, 39:1-12
- Bushmann, A., K. Alveal & H. Romo. 1984.** Biología de *Durvillaea antarctica* (Phaeophyta, Durvilleales) en Chile centro-sur. Morfología y reproducción. Mems Asoc. Latinoam. Acuicult. 5 (3): 399-406.
- Bustamante, R. & J. Castilla. 1990.** Impact of human exploitation on populations of the intertidal southern bull-kelp *Durvillaea antarctica* (Phaeophyta, Durvilleales) in central Chile. Biological Conservation 52: 205-220.
- Camus P., 1990.** Procesos regionales y fitogeografía en el Pacífico Sur Oriental: el efecto de “El Niño – Oscilación del Sur”. Revista Chilena de Historia Natural 63: 11-17.
- Camus, P., E. Vásquez & L. Galaz. 1991.** Expansión hacia el intermareal de *Lessonia trabeculata* Vill et Sant (Laminariales, Phaeophyta) en el norte de Chile. Medio Ambiente. 11(2) 90-92.
- Camus, P. & P. Ojeda 1992.** 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: 193-200.

Camus, P. 1994. Recruitment of the intertidal kelp *Lessonia nigrescens* Bory in northern Chile: successional constrains and opportunities. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 184: 171-181.

Camus, P. 1994. Dinámica geográfica en poblaciones de *Lessonia nigrescens* Bory (Phaeophyta) en el norte de Chile: importancia de la extinción local durante eventos El Niño de gran intensidad. Revista de investigación científica tecnológica. Serie Ciencias del Mar. 3: 58-70.

Camus, P. E. Vásquez E. González & L. Galaz 1994. Fenología espacial de la diversidad intermareal en el norte de Chile: Patrones comunitarios de variación geográfica e impacto de los procesos de extinción-recolonización post El Niño 82/83. Medio Ambiente 12(1): 57-68.

Cancino, J. & B. Santelices 1981. The ecological importance of kelp-like holdfast as a habitat of invertebrates in central Chile. II. Factors affecting community organisation. In: Levring T. (Ed.) Xth International Seaweed Symposium Walter de Gruyter & Co., New York: 241-246.

Cancino, J. & B. Santelices 1984. Importancia ecológica de los discos de *Lessonia nigrescens* Bory (Phaeophyta) en Chile central. Revi. Chil. Hist. Nat., 57: 23-33.

Castilla J. 1988. Earthquake-caused coastal uplift and its effects on rocky intertidal kelp communities. Science 242: 440-443



- Castilla, J. & R. Bustamante 1989.** Human exclusion from rocky intertidal of Las Cruces, central Chile: effects on *Durvillaea antarctica* (Phaeophyta, Durvilleales). Marine Ecology Progress Series. 50: 203-214.
- Castilla, J. & P. Camus 1992.** The Humboldt-El Niño scenario: coastal benthic resources and anthropogenic influences, with particular references to the 1982/83 ENSO. In Paine AIL, K. H. Brink, K. H. Mann & R. Hilborn (eds) Benguela trophic functioning. South African Journal of marine research 12: 703-712.
- Celis, P., K. Alveal. 1999.** Desarrollo del esporofito de *Macrocystis pyrifera* (Linnaeus) C. Ag. (1820) en sustrato artificial. V Congreso latinoamericano. III Reunión Iberoamericana. VII Symposium de algas marinas chilenas. P-136.
- Dayton, P., 1985.** The structure and regulation of some South American kelp communities. Ecological Monographs 55: 447-468.
- Duville, C. & J. Duville. 1974.** La composición química de *Lessonia fuscescens*. CIBIMA Contribución técnica N° 15.
- Haines, K. & P. Wheeler. 1978.** Ammonium and nitrate uptake by the marine macrophytes *Hypnea musciformis* (Rhodophyta) and *Macrocystis pyrifera* (Phaeophyta). Journal of Phycology. 14: 319-324.
- Hoffmann, A. B. Santelices 1982.** Effects of light intensity and nutrients on gametophytes and gametogenesis of *Lessonia nigrescens* Bory (Phaeophyta). Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 60: 77-89.



- Hoffmann, A. B. Santelices 1997.** Flora Marina de Chile Central. Ediciones Universidad Católica de Chile. 155 pp.
- Hoffmann, A., M. Ávila & B. Santelices. 1984.** Interactions of nitrate and phosphate on the development of microscopic stages of *Lessonia* Bory (Phaeophyta). Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 77: 1-10.
- Martínez, E. & J. Correa. 1993.** Sorus-specific epiphytism affecting the kelps *Lessonia nigrescens* and *Lessonia trabeculata* (Phaeophyta). Marine Ecology Progress Series. 96: 83-92.
- Ojeda, P. & B. Santelices. 1984.** Ecological dominance of *Lessonia nigrescens* (Phaeophyta) in central Chile. Marine Ecology Progress Series. 19: 83-91.
- Olivari, R. 1972.** Nota sobre algunos aspectos del desarrollo inicial de gametofitos de *Lessonia nigrescens* en cultivos "in vitro". Investigaciones Marinas 3(3): 39-50.
- Romo, H. K. Alveal & M. Avila. 1984.** El efecto de la poda en sobrevivencia, tamaño y rendimiento de *Macrocystis pyrifera* (L) Ag. (Lessoniaceae) de Isla Navarino. Chile. Gayan Botánica 41(1-2): 127-135.
- Santelices, B., J. Castilla, J. Cancino & P. Schmiede. 1980.** Comparative ecology of *Lessonia nigrescens* and *Durvillaea antarctica* (Phaeophyta) in central Chile. Marine Biology. 59: 119-132.



- Santelices, B., & P. Ojeda. 1984.** Effects of canopy removal on the understory algal community structure of coastal forest of *Macrocystis pyrifera* from southern South America. Marine Ecology Progress Series. 14: 165-173.
- Santelices, B., & P. Ojeda. 1984.** Population dynamics of coastal forest of *Macrocystis pyrifera* in Puerto Toro, Isla Navarino, southern Chile. Marine Ecology Progress Series. 14:175-183.
- Santelices, B. 1992.** Interacciones ecológicas en praderas de *Macrocystis pyrifera* de la región subantártica chilena. En Oceanografía en Antártica. V. A. Gallardo, O. Ferreti y H. I. Moyano (eds) ENEA - Proyecto Antártica – Italia.
- Van Tussenbroek, B. I. 1989 a.** The life-span and survival of fronds of *Macrocystis pyrifera* (Laminariales Phaeophyta) in the Falkland Islands. British Phycological Journal. 24: 137-141.
- Van Tussenbroek, B. I. 1989 b.** morphological variations of *Macrocystis pyrifera* in the Falkland Islands in relation to environment and season. Marine Biology. 102: 545-556.
- Vásquez, J., & J. Castilla. 1984.** Some aspects of the biology and trophic range of *Cosmasterias lurida* (Asteroidea, Asteriinae) in belts of *Macrocystis pyrifera* at Puerto Toro, Chile. Medio Ambiente 7 (1): 47-51.
- Vásquez, J. & 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.



- Vásquez, J. & B. Santelices 1990.** Ecological effects of harvesting *Lessonia* (Laminariales , Phaeophyta) in central Chile. *Hydrobiologia* 204/205: 41-47.
- Vásquez, J. 1991.** Variables morfométricas y relaciones morfológicas de *Lessonia trabeculata* Villouta & Santelices, 1986, en una población submareal del norte de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*. 64: 271-279.
- Vásquez, J. 1992.** *Lessonia trabeculata* subtidal bottom kelp in northern Chile: a case of study for a structural geographical comparison. In: Seeliger U (ed) *Coastal Plant Communities of Latin America*, Academic Press INC.
- Vásquez, J. 1993.** Abundance, distributional patterns and diets of main herbivorous and carnivorous species associated to *Lessonia trabeculata* kelp beds in northern Chile. *Serie ocasional Universidad Católica del Norte, Coquimbo*. 2: 213-229
- Vásquez J. 1995.** Ecological Effects of brown seaweed harvesting. *Botánica Marina* 38: 251-257.
- Vásquez, J. & F. Tala 1995.** Repopulation of intertidal areas with *Lessonia nigrescens* in northern Chile. *Journal of Applied Phycology*. 7: 347-349.
- Vásquez, J. & A. Bushmann 1997.** Herbivore – kelp interaction in Chilean subtidal communities: a review. *Revista Chilena de Historia Natural* 70: 41-52.



- Vásquez, J. P. Camus & P. Ojeda 1998.** Diversidad, estructura y funcionamiento de ecosistemas costeros rocosos del norte de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*. 71: 479-499.
- Vásquez, J. 1999.** The effect of harvesting of brown seaweeds: a social, ecological and economical important resource. *World Aquaculture*. 30 (1): 19:22.
- Venegas, M., F. Tala, E. Fonk & J. Vásquez. 1992.** Sporangial sori on stipes of *Lessonia nigrescens* Bory (Laminariales, Phaeophyta): A high frequency phenomenon in intertidal populations of northern Chile. *Botánica Marina*. 35: 573-578.
- Villouta, E. y B. Santelices. 1986.** *Lessonia trabeculata* sp nov. (Laminariales, Phaeophyta, a new kelp from Chile. *Phycologia* 26:81-86.
- Westermeier, R., M. Cid, & P. Rivera. 1989.** Efectos de factores ambientales sobre las fases microscópicas de *Macrocystis pyrifera* (L) C. Ag. en cultivo. *Medio Ambiente* 10 (1) 13-22.
- Westermeier, R., & P. Möller. 1990.** Population dynamics of *Macrocystis pyrifera* (L) C. Agardh in the Rocky intertidal of Southern Chile. *Botánica Marina*. 33: 363-367.
- Wheeler, P. & J. North. 1980.** Effect of Nitrogen supply on nitrogen content and growth rate of juvenile *Macrocystis pyrifera* (Phaeophyta) sporophytes. *Journal of Phycology*. 16: 577-582.

ANEXO C

Actas de Talleres de Trabajo



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

**PROYECTO FIP: ORDENACION ESPACIO TEMPORAL DE LA ACTIVIDAD
EXTRACTIVA ARTESANAL ENTRE LA I Y IV REGIONES**

FIP N° 2001-25

ACTA DEL TALLER DE TRABAJO

Iquique, 19 de octubre de 2001.

Participantes:

Sr. Jorge González, Jefe de Proyecto, IFOP.

Sr. Carlos Tapia, Investigador IFOP.

Sr. Jorge Garrido, Director Zonal de IFOP III-IV Regiones.

Sr. Jorge Oliva, Director Zonal de IFOP I y II Regiones.

Sr. Victor Baros, Investigador IFOP.

Sr. Mario Castro, Director Regional Sernapesca Iquique.

Sr. Willy Hormazábal, Sernapesca Iquique.

Sr. Ike Mercado, Sercotec.

Sr. Mauricio Palma, IFOP.

Sr. Rodrigo Araya, Sercotec.

Sr. Winston Palma, Universidad Arturo Prat.

Sr. Eduardo Oliva, Universidad Arturo Prat.



El taller de trabajo se inició con una presentación del estado de avance del proyecto, donde se expusieron los aspectos más relevantes. Además, se hizo una revisión de los principales elementos analizados en cada región, con énfasis en la I Región. Dado la estructura de los participantes de este taller, se estableció una discusión de carácter más técnico, analizando la percepción global del sistema, los desafíos para la región, las perspectivas de desarrollo y la necesidad de complementariedad de todas las instituciones.

Las principales conclusiones fueron las siguientes:

1. Se destacó la fragilidad del sistema ante eventos como El Niño, dado los efectos que tuvo en la I Región, donde a la fecha los signos de recuperación son lentos.
2. Se indicó que actualmente la actividad en la región es poco relevante, dado los niveles de desembarque, las distancias hasta las plantas de proceso (la más cercana está en Antofagasta) y la poca regularidad de los compradores.
3. Se mencionó la importancia de continuar con experiencias de repoblamiento, de *L. nigrescens* fundamentalmente para recuperar las praderas afectadas por El Niño.
4. El Sr. Oliva, expresó su preocupación ante la posibilidad de implementación de áreas de manejo de algas, debido a que se requerirían grandes extensiones de costa, y considerando que las algas pardas son estructuradoras de ecosistemas con un importante rol ecológico.



5. Además, el consultor del proyecto Sr. Eduardo Oliva, expresó su preocupación por la posibilidad de que se autorice la remoción, dado el impacto que puede tener esta medida en el ecosistema y su difícil fiscalización.
6. Por otro lado, se indicó que los algueros de la región se encuentran dispersos y su organización presenta dificultades operativas..
7. Por último, se destacó la importancia que buscar alternativas para los algueros, dada la condición de marginalidad en que viven.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

**PROYECTO FIP: ESTRATEGIAS DE EXPLOTACION SUSTENTABLE DE
ALGAS PARDAS EN LA ZONA NORTE DE CHILE**

FIP N° 2000-19

ACTA DEL TALLER DE TRABAJO

Antofagasta, 18 de octubre de 2001.

Participantes:

Sr. Jorge González, Jefe de Proyecto, IFOP.

Sr. Carlos Tapia, Investigador IFOP.

Sr. Jorge Garrido, Director Zonal de IFOP III-IV Regiones.

Sr. Victor Baros, Investigador IFOP.

Sr. Carlos Herrera, Sernapesca Antofagasta.

Sr. Reinaldo Rojas, CORE.

Sr. Rolando Ojeda, empresa Prodalmar.

Sr. José Flores, Bienes Nacionales.

Sr. Marcos Montenegro, CORE.

Srta. María Mijatic, CORFO.

Sr. Juan González, Pdte. Federación II Región.

Sr. Jaime Montenegro, Gobernación Antofagasta.

Sr. Iván Vergara, Gobernación Marítima.

Sr. Mario Wquiroz, Gobierno Regional.

Sr. Carlos Araya, Sercotec.



El taller de trabajo se estructuró sobre la base de una presentación de los avances del proyecto FIP, dando cuenta de los principales resultados en forma separada por región, localidades y casos de estudio. En función de los resultados a la fecha, se presentó las principales interacciones entre los factores definidos; así como también en cuanto a los puntos de referencia definidos previamente. La instancia del taller, fue dirigida a recoger la percepción que cada uno de los participantes tenía al respecto. Se analizó la situación actual de la región, y las expectativas que tenían con respecto a este proyecto FIP.

Las principales conclusiones fueron las siguientes:

1. Se valoró la realización de talleres participativos, donde se recojan las opiniones y percepciones de los diversos actores a nivel local.
2. La necesidad de las particularidades de cada región y localidad, dado que muchas veces las medidas de administración establecidas no se ajustaban a las realidades de cada localidad.
3. Los asistentes destacaron la necesidad de generar pautas de ordenamiento para las algas pardas, considerando que estas praderas constituyen un ecosistema que sustenta la producción de invertebrados bentónicos de gran importancia económica para la región.
4. El representante de los pescadores, así como otros asistentes, expresaron su preocupación por el efecto de la remoción de algas en especies tales como: loco, lapa, erizo y peces de roca.



5. El representante de la única empresa de algas de la región, señaló su interés porque se establezcan medidas de ordenamiento de la actividad de los algueros, dada la ausencia de cualquier medida que asegure la sustentabilidad de la actividad.

6. Este mismo empresario indicó que ha invertido en capacitar a los algueros que operan en la región, para que entreguen un producto de mejor calidad, con el consecuente efecto en los precios.

7. Se indicó sobre la llegada de extractores de algas de otras regiones, principalmente de la III región, indicando la autoridad pesquera las dificultades para la fiscalización.

8. Por último, los participantes solicitaron que se mantuviera una comunicación fluida en relación con el proyecto, de tal modo de que los resultados recojan la realidad de la región.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

**PROYECTO FIP: ORDENACION ESPACIO TEMPORAL DE LA ACTIVIDAD
EXTRACTIVA ARTESANAL ENTRE LA I Y IV REGIONES**

FIP N° 2001-25

ACTA DEL TALLER DE TRABAJO

Caldera, 06 de noviembre de 2001.

Participantes:

Sr. Jorge González, Jefe de Proyecto, IFOP.

Sr. Jorge Garrido, Director Zonal de IFOP III-IV Regiones.

Sr. Leonardo Núñez, Director Zonal de Pesca III y IV Regiones.

Sr. Carlos Bustamante, Empresa Algas Vallenar.

Sr. Jorge Ahumada, Gobernador Marítimo.

Sr. Daniel Molina, Director Regional Sernapesca III Región

Sr. Juan Carlos Torre, SERPLAC III Región.

Sr. Miguel Vargas, Seremi Economía III Región,

Sr. Jorge Arévalo, Armadores

Sr. Enrique Cisternas, Armadores.

Sr. Julio Quintanilla, Plantas de Proceso.

Sr. Bernardo Véliz, Plantas de Proceso.

Srta. Ivonne Etchepare, Cultivos.

Sr. Carlos Villalobos, Trabajadores de Plantas.

Sr. Luis Durán, Pescadores Artesanales.

Sr. Juan Galdamez, APROPECH.

Sr. Jorge Araya, Oficiales de Naves.



El taller de trabajo se inició con una presentación del estado de avance del proyecto, donde se expusieron los aspectos más relevantes. Además, se hizo una revisión de los principales elementos analizados en cada región, con énfasis en las regiones III y IV. La ocasión, fue ocupada para recoger la percepción de los asistentes, considerando las distintas realidades de ambas regiones.

Las principales conclusiones fueron las siguientes:

8. Se valoró el hecho que se consideraran las apreciaciones y particularidades de cada región, destacando la necesidad que éstas diferencias se reflejen en las medidas que finalmente se implementen.
9. Se planteó la necesidad de fortalecer los vínculos entre las empresas y los alqueros.
10. Además, se señaló la importancia de empresarizar a los alqueros, de tal modo de mejorar sus niveles de ingreso. No obstante, se indicó posteriormente, los malos resultados logrados en estas intervenciones y el impacto negativo sobre el sistema global.
11. Los asistentes señalaron su preocupación por los niveles de remoción de algas que están ocurriendo en algunas localidades.
12. Se planteó la necesidad de implementar áreas de manejo para algas para solucionar los conflictos de uso con agentes eventuales.
13. Se expresó la preocupación ante la posibilidad de autorizar extracción de algas (por remoción), dada las dificultades de fiscalización, incluyendo las AMERBs.



14. Existió consenso en cuanto a no autorizar la remoción de algas; y en caso de autorizarse, ésta debiera ser bajo estrictas medidas de regulación.

15. Se señaló los efectos negativos que han tenido diversas intervenciones de instituciones públicas, a través de proyectos para los algueros, que en definitiva han generado resultados negativos para el sector.

16. Por último, se destacó la importancia de definir medidas de ordenamiento; señalando que esperan de este proyecto la generación de las pautas para administrar este recurso.

ANEXO D

**Análisis de alternativas de
Derechos de Uso Territoriales
(DUTs) para Algas Pardas**



ANEXO D

ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE DUTs PARA ALGAS PARDAS

A. ÁREAS DE MANEJO Y EXPLOTACIÓN DE RECURSOS BENTÓNICOS

La aplicabilidad de esta medida para el manejo del recurso algas pardas, se analizará en función de los aspectos antes señalados, considerando la experiencia que está teniendo lugar en la III Región, donde existen tres áreas de manejo en etapa de ejecución de ESBA, donde las organizaciones están conformadas por algueros; más un AMERB, que incorporó para la presente temporada (2001), el huiro negro, como especie objetivo.

Las AMERBs debieran ser simplificadas para ser aplicables a las algas pardas, de tal forma que puedan ser fácilmente implementadas, comprendidas y aceptadas por los pescadores y que no sea excesivamente onerosa; tal como fuese sugerido por un grupo de expertos internacionales, al analizar la medida de AMERBs en su contexto global (Orensanz, 1999).

Aspectos legales

El componente legal es la principal dificultad para la aplicabilidad de las AMERBs para el recurso algas pardas, dado que la pesquería se basa fundamentalmente en *L. nigrescens*, que es una especie que se distribuye en el intermareal; en contraste a las AMERBs las cuales están limitadas a fondo de mar y columna de agua. A pesar de lo anterior, actualmente existen áreas de manejo solicitadas por organizaciones de algueros que cuentan con proposición de ESBAS aprobados y en ejecución, donde se incluye *L. nigrescens* como una de las especies objetivo. Sin perjuicio, que en la III Región las AMERBs de algas se encuentren en



desarrollo y la Subpesca, haya aprobado las proposiciones de estudios, este aspecto debe ser considerado.

A pesar de que legalmente las AMERBs no son aplicables a la principal especie de algas pardas, de todas maneras se analiza esta medida en relación con otros aspectos de interés.

Aspectos biológicos

Desde el punto de vista biológico, la reconocida importancia de las algas en términos ecológicos, constituye uno de los principales elementos a considerar al momento de establecer planes de manejo que contemplen la remoción de alga. En el escenario que se incluya remoción, ésta debiera considerar la remoción de un área de no más de 2m^2 , dejando una fracción similar sin remover, conforme a los estudios desarrollados por Santelices (1989). No obstante, a diferencia de lo sugerido por Santelices (1989) y Edding *et al.* (1988), las tallas removidas debieran ser consistentes con la estructura de talla del alga varada, y no debiera concentrarse la remoción sobre algas de tallas grandes (20 ó más cms). Lo anterior, dado que se debe mantener una biomasa parental que sustente el potencial reproductivo; y por otro lado, en términos ecológicos, la remoción de tallas grandes provoca una disminución de la diversidad. Además, dado que esta especie es densodependiente, la remoción es recomendable para permitir la renovación de la población y la maximización del uso del recurso a niveles que se iguale a las tasas de remoción natural.



Aspectos técnicos

En términos técnicos, el cálculo de una cuota de remoción anual, no tiene mayor sentido si se considera que ésta no es una pesquería tradicional, ya que se basa fundamentalmente en recurso muerto (alga varada por mortalidad natural), recurriendo a la remoción en forma facultativa, cuando el volumen de alga varada es insuficiente para satisfacer los requerimientos individuales primordialmente, y los de las empresas en último término. En este contexto, el plan de manejo debiera considerar el uso de indicadores indirectos para evaluar durante la extracción el estado de la población, en adición a formas de extracción que resguarden la mantención de un área con algas que permitan la sustentabilidad de la pradera.

Aspectos organizacionales

El nivel organizacional, es un aspecto relevante para el buen funcionamiento de un área de manejo, que en el caso de las algas se acentúa, dado el mayor número de reglas que debiese considerar el plan de manejo. La existencia de DUTs individuales informales sobre varaderos en algunos sectores, constituye un elemento que podría generar resistencia en algunos alqueros, al establecer DUTs comunitarios. En este escenario, la fortaleza de la organización, dada por la cohesión de sus miembros será un factor importante en el proceso de implementación de AMERBs de algas.

Además, la implementación de la medida requerirá la adecuación de estatutos y generación de regulaciones internas (reglamentos), los cuales deberán considerar la forma en que serán repartidos los beneficios económicos (en términos legales y funcionales); así como la definición de otros derechos, deberes y obligaciones



(asignación de labores de gestión, vigilancia, evaluación, comercialización) y las sanciones respectivas.

Aspectos económicos

Bajo el supuesto que la autoridad administradora, recogiera las sugerencias antes señaladas para las AMERBs de algas, en términos de simplificar los requerimientos para las áreas de algas, sería esperable un resultado menor a 1 en la razón costo/beneficio, dado el menor costo asociado a los estudios, por lo menos durante los primeros cuatro años, que corresponde al período en el cual no se paga patente. El pago de patente, para AMERBs de algas constituye un costo fijo excesivo e insostenible, dada las extensiones y dimensiones que un área de este tipo debiera tener. Sin considerar lo anterior, la restricción de acceso de otros agentes, contribuiría a una menor disipación de la renta; y los ingresos individuales debieran mejorar en términos globales, debido a una mejor distribución de los ingresos.

En cuanto a la posible obtención de mejores precios, es poco viable dada las características del negocio. En este contexto, se requiere junto con medidas de ordenamiento pesquero, el ordenamiento de las intervenciones sectoriales, para posibilitar el traspaso de mayor parte de los marginales a los usuarios.

Aspectos de fiscalización

La implementación de AMERBs, genera un impacto fuerte en la fiscalización, al basarse ésta fundamentalmente en la responsabilidad de los propios usuarios.

Dada las características del recurso, lo extenso de la costa y la restringida capacidad fiscalizadora, la existencia de talla de referencias, modalidad de



remoción y veda reproductiva, sólo son fiscalizables bajo los DUTs, siendo las AMERBs una posibilidad.

En cuanto a la fiscalización, el rol de las plantas de proceso, puede constituir un elemento adicional para apoyar la fiscalización del cumplimiento del plan de manejo.

Aspectos administrativos (de la autoridad)

En relación con los aspectos administrativos, el principal elemento se refiere al nivel de requerimientos para los planes de manejo y la oportunidad de las respectivas autorizaciones, considerando que los algueros son monoprodutores. Esto es bajo el supuesto que no se promueve que los algueros se incorporen a otras pesquerías. Además, se debe tener en cuenta que dadas las características de las algas, bastaría contar con un seguimiento de la pesquería en base a la información recogida de los desembarques (incluida el alga varada), el cual debiera ser anual.

Dada estas condiciones, la aplicabilidad de un área de manejo, bajo el esquema actual debe tener los siguientes atributos:

- Relación Ha/alguero (mínimo y máximo)
- Tasa de remoción propuesta: óptima, 0%; máxima, 10%.



B. CONCESIONES MARÍTIMAS DE VARADEROS Y/O PORCIONES DE PLAYA

Entendiendo que el alga varada, no constituye una pesquería (ya que es un organismo muerto), la opción de regular el acceso al alga varada con prohibición de realizar extracción, no justifica la realización de un estudio biológico-pesquero. Aunque, se debe tener en cuenta que existen ocasiones en que las varazones no satisfacen la demanda, y sería necesario remover alga para completar los desembarques. Sin embargo, la posibilidad de realizar alguna remoción controlada de alga, puede ser incorporada en el plan de gestión que exigen a las organizaciones que solicitan concesiones marítimas. En este escenario, una concesión marítima sobre la playa y/o terreno de playa, sería suficiente. La modificación del DS N° 660 (reglamento sobre concesiones marítimas), mediante DS 161, incorporó al Art. 26, el numeral 12, donde señala que: *“En el caso de solicitudes de organizaciones de pescadores artesanales legalmente constituidas, que tengan por objeto amparar actividades propias de la pesca artesanal, deberán acompañar un Programa de Gestión, aprobado por el Servicio Nacional de Pesca”*. Ese mismo DS, establece que el Ministerio de Defensa tendrá las facultades para eximir de la obligación de constituir una garantía por la concesión, reemplazándola por una declaración jurada, donde la organización se comprometa a indemnizar por cualquier daño causado. Los términos que debe incluir el plan de gestión son definidos y visados por Sernapesca. Sin embargo, se debe considerar que el trámite de solicitud de concesiones marítimas es engorroso, lento y no está hecho para satisfacer este tipo de situación. A diferencia de las AMERBs, donde la solicitud de la destinación la realiza el Servicio Nacional de Pesca; en las concesiones, la solicitud la realiza la propia organización. A continuación se analiza esta alternativa, para cada uno de los aspectos más relevantes.



Aspectos organizacionales

El nivel organizacional y otros elementos asociados a estatutos y reglamentos, son similares a los requeridos para la implementación de AMERBs. Sin embargo, esta medida requerirá mayor participación de la organización en el proceso de solicitud, debiendo cumplir directamente con los requerimientos de la Subsecretaría de Marina, el Sernapesca y la Subsecretaría (conforme a los requisitos definidos por Sernapesca en el programa de gestión, de acuerdo a lo estipulado por la Subpesca para este caso). Además, se debe considerar que por ser una concesión privada, a diferencia de las destinaciones solicitadas por el Sernapesca para las AMERBs, el trámite será más engorroso y la organización deberá estar en condiciones de asumir esta tarea.

Aspectos legales

Las concesiones marítimas se rigen en conformidad a lo establecido en el DS N° 660 (Reglamento de concesiones marítimas), el cual fue modificado mediante DS N° 161. En este contexto, para hacer factible la posibilidad de aplicabilidad de las concesiones, sería necesario incorporar requerimientos específicos definidos por Subpesca en el plan de gestión estipulado en el reglamento, que debe ser visado por el Sernapesca.

Aspectos técnicos

Las consideraciones técnicas bajo esta modalidad serían similares a los señalados para las AMERBs.



Aspectos económicos

Los elementos indicados para las AMERBs, asociados a este aspecto, también son aplicables bajo la modalidad de concesión. Las diferencias están dadas fundamentalmente por los pagos que se deben realizar por tener el derecho exclusivo sobre un territorio determinado. En el caso de las concesiones, se debe cancelar un impuesto territorial anual por el sector de playa y/o terreno de playa solicitado (según lo establecido en la Ley N° 17.235) equivalente al 16% del valor de tasación de los terrenos concesionados. En caso de que en el sector solicitado existieran mejoras fiscales se debe pagar una tarifa equivalente a 0,5 pesos oro por cada metro cuadrado construido.

Aspectos de fiscalización

La fiscalización tendría características similares a las de las AMERBs, sustentada en la responsabilidad de los propios usuarios.

Aspectos administrativos

Estos debieran incorporar los elementos sugeridos en el presente informe, similar a lo establecido en este punto para las AMERBs.

C. OTRAS MEDIDAS DE ORDENAMIENTO

Actualmente, los niveles de desembarque, asociados a la demanda de los mercados internacionales, se encuentran estabilizados, conforme a lo señalado por las dos principales empresas, que concentran más del 75% del mercado. En este contexto, el ingreso de nuevos agentes extractores, generaría una disipación de la renta, lo cual sugiere que este ingreso debiera estar restringido. La posibilidad de



.....INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO.....

restringir el acceso, vía el cierre de registros, resulta inviable dado que no existen antecedentes que permitan establecer a estas pesquerías como en plena explotación. Así, los DUTs resultan ser una alternativa que restringe el ingreso de otros agentes a esta actividad, traspasando la responsabilidad a los propios usuarios. En ausencia de DUTs, debiera estar prohibida la remoción de algas.

ANEXO E

**Composición y Organización
del Equipo de Trabajo**



ANEXO E

COMPOSICIÓN Y ORGANIZACIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO FIP 2000-19

El equipo de trabajo del proyecto está conformado por personal del Instituto de Fomento Pesquero y la participación de dos asesores externos.

Los profesionales y técnicos cuentan con una amplia experiencia en el tema de evaluación y manejo pesquero, aspectos ecológicos y formulación de planes de manejo a nivel de las Regiones III y IV. Es un equipo de trabajo consolidado en el sector, con una amplia capacidad de articulación en su accionar con los pescadores artesanales, la autoridad pesquera y sector público de desarrollo regional. Lo anterior, se ve reflejado en la cantidad de proyectos ejecutados y en ejecución, relacionados con el sector pesquero artesanal en esta zona norte del país.

En el transcurso del proyecto el Sr. Emilio Figueroa se retiró del IFOP, siendo sus horas y actividades absorbidas por el Jefe de Proyecto Sr. J. González, apoyado en las funciones de SIG por el Sr. César Guevara.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Nombre	Título	Función/Actividad
Jorge González Yáñez	Biólogo Marino	Jefe de Proyecto / Planes de Manejo/ Caracterización y Análisis Productivo / Georreferenciación
Jorge Garrido Pérez	Biólogo Marino	Análisis Pesquero / Propuestas de Administración
Marcela Ávila Lagos	Biólogo Marino	Manejo Biológico
Pedro Rubilar Miranda	Biólogo Marino	Modelación de Propuesta de Ordenamiento
Arturo Candia Pozo	Biólogo Marino	Evaluación de Stock
Carlos Tapia Jopia	Biólogo Marino	Evaluación Económica y Social
Víctor Baros Pinto	Biólogo Marino	Recopilación y Análisis Pesquero
Carlos Cortés Segovia	Técnico Pesquero	Evaluaciones directas / Estructura de Bases de Datos / Georreferenciación
Alvaro Wilson Montecino	Licenciado en Biología	Evaluaciones Comunitarias
César Guevara Pino	Tecnólogo Marino	Evaluaciones Directas / Estructura de Datos
Mauricio Palma	Biólogo Marino	Caracterización Pesquera / Coordinación de Terreno
Claudia Torrijos	Biólogo Marino	Revisión de Antecedentes Poblacionales de Algas Pardas.
Eduardo Oliva	Biólogo Marino MSC Ciencias Marinas	Consultor / Dinámica Poblacional de Algas Pardas
Patricio Ojeda	Dr. Ciencias en Ecología	Consultor / Ecología de Praderas de Macroalgas
Hernán Miranda Pérez	Estadístico Matemático	Análisis estadístico



ASIGNACIÓN DE PERSONAL PROFESIONAL Y TÉCNICO.

PERSONAL	ACTIVIDADES								TOTAL
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	
Jorge González Yáñez	10	110	10	30	100	115	20	115	510
Jorge Garrido Pérez	10	0	0	0	20	40	10	30	110
Marcela Ávila Lagos	0	0	0	0	10	30	0	20	60
Pedro Rubilar Miranda	0	0	0	0	0	40	0	40	80
Arturo Candia Pozo	0	10	0	0	0	20	0	10	40
Claudia Torrijos	10	0	10	0	10	0	0	10	40
Carlos Tapia Jopia	20	70	20	0	60	40	20	20	250
Carlos Cortés Segovia	0	0	40	170	120	0	0	90	420
César Guevara Pino	10	70	30	170	70	0	0	20	370
Alvaro Wilson Montecino	0	80	40	80	10	0	0	50	260
Mauricio Palma	0	70	0	40	0	0	0	0	110
Víctor Baros Pinto	0	70	0	40	0	0	0	0	110
Hernán Miranda Pérez	10	0	10	0	10	0	0	10	40
TOTAL	70	480	160	530	410	285	50	415	2.400

ACTIVIDADES (A)

- 1.- COORDINACIÓN
- 2.- CARACTERIZACIÓN PESQUERA Y SOCIOECONOMICA
- 3.- ESTUDIOS DE CASOS
- 4.- EVALUACIONES DIRECTAS
- 5.- PROCESAMIENTO Y ANALISIS
- 6.- PROPUESTA DE ORDENAMIENTO
- 7.- TALLERES CONSULTIVOS / DIFUSIÓN
- 8.- ELABORACIÓN DE INFORMES