



Subsecretaría  
de Pesca y  
Acuicultura

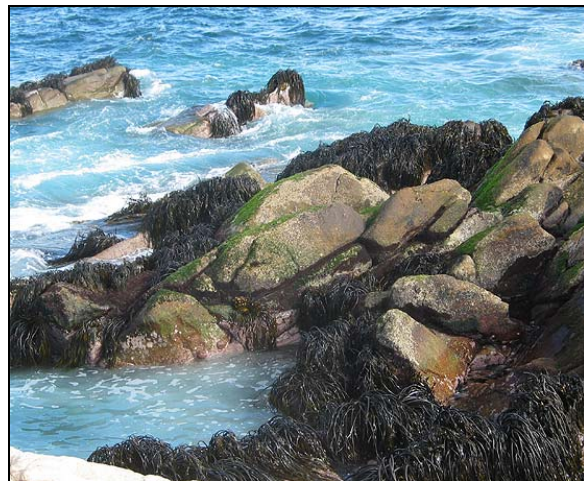
Gobierno de Chile

---

## INFORME TÉCNICO (RPESQ) N° 194/2015

---

### VEDA EXTRACTIVA DE LOS RECURSOS HUIRO NEGRO *Lessonia berteroana/spicata* Y HUIRO *Macrocystis* spp. EN LAS REGIONES DE ATACAMA Y COQUIMBO 2016



Unidad de Recursos Bentónicos  
Dirección Zonal de Pesca III y IV Regiones  
Subsecretaría de Pesca y Acuicultura

Diciembre de 2015



# INDICE

1. OBJETIVO.....	1
2. ANTECEDENTES BIOLÓGICOS.....	1
2.1. Taxonomía.....	1
2.2. Distribución <i>Lessonia berteroana/spicata</i> (ex <i>L. nigrescens</i> ).....	3
2.3. Edad y crecimiento.....	5
2.4. Morfometría.....	6
2.5. Liberación de esporas.....	6
2.6. Reclutamiento.....	7
2.7. Reproducción.....	8
2.8. Ecología.....	10
2.9. Unidades de stock.....	11
2.10. Mortalidad.....	11
2.11. Estructura de edad y tallas.....	12
2.12. Relación Longitud-Peso.....	14
2.13. Talla y Edad Crítica.....	16
2.14. Evaluación indirecta.....	16
2.15. Evaluación directa.....	17
2.16. Ambiente y Oceanografía.....	21
3. PESQUERÍA.....	22
3.1. Aspectos Normativos.....	22
3.2. Caracterización de la Pesquería.....	23
3.3. Desembarque.....	24
3.4. Esfuerzo de pesca.....	26
3.5. Rendimiento de pesca.....	27
4. ANALISIS.....	28
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	30
6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	32
7. ANEXOS.....	34



## 1. OBJETIVO

El presente informe tiene por objetivo fundamentar la implementación de una veda extractiva del recurso huiro negro *Lessonia berteroana/spicata*<sup>1</sup> y huiro *Macrocystis spp.*, para el litoral de la III y IV Regiones, desde el 1 de enero hasta el 28 de febrero de 2016, exceptuando de tal medida, la recolección de alga desprendida en forma natural, las áreas de manejo que contengan como especies principales el recurso algas y el sector establecido en el Plan de Manejo de Bahía Chasco III Región de Atacama.

Cabe destacar, que el establecimiento indefinido de dicha medida forma parte de la estrategia de manejo contemplada en los planes de manejo de algas pardas para las Regiones de Atacama y Coquimbo, revistiendo carácter obligatorio y cuyo objetivo es propender a la conservación del recurso y los ecosistemas asociados, controlando la explotación de la pradera y resguardando los procesos de recuperación de la biomasa disponible. No obstante lo anterior, el Comité Científico Técnico de Recursos Bentónicos en su 5ta. Sesión consideró pertinente restringir la aplicación de la medida de veda extractiva estival al año 2016, en tanto se recaban antecedentes respecto de la cuantificación de alga varada durante periodos de veda (Acta CCTB 5ta. Sesión e Informe Técnico CCTB N°008/2015, C. I. N°12.308/2015).

## 2. ANTECEDENTES BIOLÓGICOS

### 2.1. Taxonomía

El recurso **huiro negro** *Lessonia berteroana/spicata* y **huiro flotador** *Macrocystis spp.*, pertenecen a la División Phaeophyta, Orden Laminariales. En estas algas se pueden diferenciar claramente tres partes: disco adhesivo, estipes y frondas. El disco adhesivo o "grampón", permite mantener unida el alga al sustrato. Los estipes corresponden a los tallos de las plantas terrestres, sin embargo de estructura más sencilla. Las frondas corresponden a la zona aplanada del talo u hojas.

---

<sup>1</sup> Cambio de nombre científico para el recurso huiro negro pasa de *Lessonia nigrescens* a denominarse *Lessonia berteroana / Lessonia spicata*, conserva ambos nombres, ya que en el área de aplicación de la veda es posible encontrar *L. spicata* (Sur): desde el paralelo 29° al 41°-S; *L. berteroana*, desde Perú paralelo 17° 37° S al paralelo 30° 14° S; y una "zona de transición", que se verifica entre las latitudes **29°S a 30°14'S**. Lo que conlleva a una "mezcla" de ambas especies dentro de los paralelos mencionados.

### ***Lessonia berteriana/spicata***

Su nombre común es “huir negro” (también se le conoce como “Chascón”) y es una especie que puede alcanzar hasta los 6 metros de longitud. Presenta un disco adhesivo o grampón de hasta 50 cm de diámetro, del cual surge un número variable de estipes. Los estipes se dividen en forma dicotómica para transformarse en láminas de ancho variable. Se encuentra adherida a las rocas en la zona intermareal a submareal somera (Fig. 1).



**Figura 1.** Foto de *Lessonia nigrescens*.

### ***Macrocystis spp.***

Se le conoce como “huir canutillo, pito, huir o flotador”. Las plantas (esporofitos) son erectas y de gran tamaño, submareales, de color pardo amarillento, se adhieren firmemente al sustrato por un disco adhesivo rastreado, formado por un rizoma macizo, aplanado y alargado; de sus márgenes emergen numerosos hapterios ramificados, de longitud variable. Del rizoma se levantan los estipes, erectos y subcilíndricos, en cuya base suelen dividirse una a tres veces, dicotómica o subdicotómicamente. En el resto de su longitud los estipes son cilíndricos y se ramifican unilateralmente, a intervalos regulares, constituyendo los pedicelos de hojas laminares. Las hojas son largas y angostas de superficie rugosa y márgenes levemente dentados. En las hojas adultas, el pedicelo es corto y soporta un flotador (aerocisto) elipsoidal o piriforme (Fig. 2).

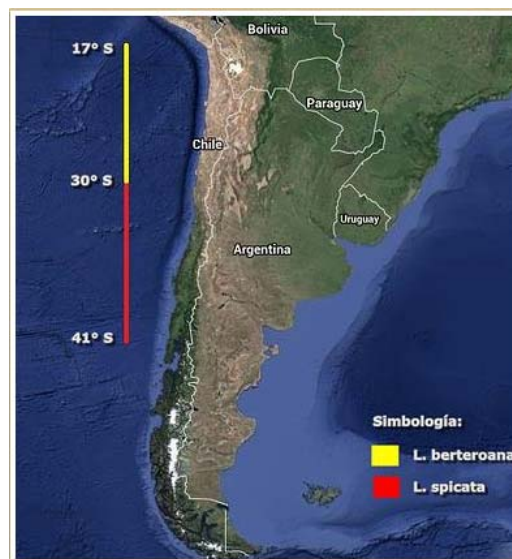


**Figura 2.** Foto de *Macrocystis spp.*

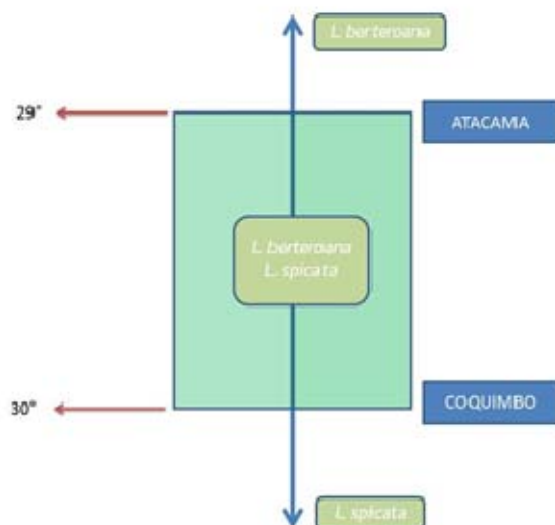
## 2.2. Distribución *Lessonia berteroa*/*spicata* (ex *L. nigrescens*)

*Lessonia berteroa/spicata* habita la zona intermareal, normalmente en sectores rocosos expuestos y de gran movimiento de agua. Este tiene una distribución amplia en aguas frías del Hemisferio Sur, en regiones vecinas a la circulación subantártica, tales como las Islas Malvinas, las islas Heard y Kerguelen. A lo largo de Chile se extiende desde Arica hasta Tierra del Fuego (Santelices, 1989). No obstante, cabe destacar que estudios moleculares recientes (2012) mostraron que *Lessonia nigrescens* comprendía dos especies crípticas, entendido esto, como entidades **extremadamente similares** en apariencia (morfología, fisiología, comportamiento) pero que se hallan reproductivamente aisladas entre sí y con distinta extensión geográfica (Fig. 3).

Según estas características *L. nigrescens*, queda diferenciada como *Lessonia berteroa* la que habita desde el sur de Perú (17°37'S) hasta Coquimbo (30°14'S), y *Lessonia spicata* (Sur) que habita desde Coquimbo hasta Puerto Montt, paralelo 30 ° S al 41 ° S (Gonzalez & Santelices, 2012). Es relevante mencionar que según lo señalado en Fig. 3 y 4, se observa que latitudinalmente, y de Norte a Sur, existe una **zona de transición** para el cambio de especie, desde *Lessonia berteroa* hacia *Lessonia spicata*, que se verifica entre las latitudes **29°S a 30°14'S**. Lo que conlleva a una "mezcla" de ambas especies dentro de los paralelos mencionados.



**Figura 3.** Esquema *L. berteroa* que habita desde el paralelo 17° S al 29° S, mientras que *L. spicata* desde el 30° S al 41° S.



**Figura 4.** Esquema zona de transición *para el cambio de especie, desde Lessonia berteriana hacia Lessonia spicata, que se verifica entre las latitudes 29°S a 30°14'S*

En la III y IV Región, el huiro negro forma cinturones continuos interrumpidos sólo por la presencia de playas de arena. Las mayores concentraciones del recurso se encuentran en la zona sur de la Región de Coquimbo, determinadas por altos niveles de reclutamiento de juveniles (Vasquez, 2004).

*Macrocystis* spp., habita el submareal hasta 30 m de profundidad, en bahías con cierta protección al oleaje. La distribución geográfica de *Macrocystis* spp., está restringida a regiones templadas del Pacífico Oriental, tanto en Norte como Sudamérica. En la III y IV Región, la distribución de las poblaciones de *Macrocystis* spp., es fragmentada, principalmente en las zonas centro y sur de cada región, con una mayor ocurrencia en la costa entre Huentelauquén y Punta Hueso en la IV Región. La Región de Atacama, presenta una gran pradera en el sector de Bahía Chasco, y poblaciones menores al sur de la región.

### 2.3. Edad y crecimiento

Las tallas máximas de los ejemplares de *Lessonia nigrescens* actualmente (*L. berteriana/spicata*) de mayor tamaño poblacional se alcanzan a los 5 y 6 años de edad, mientras que la longevidad se encuentra alrededor de los 5 a 7 años (González *et al.*, 2002).

De acuerdo a Thiel *et al.* (2007) la longevidad de *Lessonia* en el norte de Chile no muestra una estructura relacionada a la edad sobreviviendo hasta 6 años. Estos autores agregan que las poblaciones de *Lessonia* y *Macrocystis* crecen durante todo el año con su máximo crecimiento durante primavera y verano. Sus patrones de crecimiento pueden ser modificados por el oleaje, la cantidad y calidad de la luz, la temperatura del agua y la concentración de nutrientes.

De acuerdo a Vásquez *et al.* (2008) el crecimiento de *Lessonia nigrescens* es influenciado por la fusión de los discos y la presión de explotación. En todas las poblaciones evaluadas, independiente de la medida de administración ejecutada o de cosecha observada, entre el 20% y el 50% de las plantas marcadas fusionaron sus discos basales y en las poblaciones donde se ejerce una alta presión de cosecha la pendiente de la relación largo total y diámetro del disco basal cambia significativamente, debido a modificaciones morfológicas de las plantas evaluadas *in situ*.

La fusión de discos basales de plantas tiene consecuencias en las pesquerías de algas pardas. Una planta (de 1-3 cm de diámetro del disco), que no ha fusionado su disco con otra planta vecina, demora entre 12 y 15 meses en alcanzar la talla de los 20 cm de diámetro del disco (tamaño mínimo de cosecha) y la madurez reproductiva (estructuras reproductivas o soros). En cambio, las plantas fusionadas alcanzan tamaños mayores a 20 cm entre los 9 y 12 meses dependiendo del momento de la fusión, aunque la madurez reproductiva es similar a las plantas individuales. Es en este contexto, que la fusión de discos adhesivos de las plantas de *L. nigrescens* parece acelerar el crecimiento, y por lo tanto la renovación de la población o de la pradera de algas pardas (Vásquez *et al.*, 2008).

González *et al.* (2002) analizaron los principales parámetros poblacionales y recopilaron la información disponible a la fecha para estimar el crecimiento. El crecimiento de *huir negro*, presentó un buen ajuste entre el incremento de las observaciones y los crecimientos estimados de acuerdo al modelo de Von Bertalanffy.

De acuerdo a González *et al.* (2002) el crecimiento en longitud total de la fronda queda expresado como:

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

El crecimiento en base al diámetro del disco (cm) queda expresado como:

$$L_t = 62,4 * (1 - e^{-0,04*(t-2,23)})$$

Y el crecimiento en peso (kg) queda expresado como:

$$W_t = 87,95 * [(1 - e^{-0,04*(t-2,23)})]^{2,08}$$

Las plantas de *M. integrifolia* renuevan continuamente las frondas desprendidas por tracción desde el disco de fijación, razón por la cual Vásquez *et al.* (2008) estimaron la tasa de elongación de frondas en praderas sometidas a diferentes regímenes de administración y explotación. En las praderas evaluadas, la tasa de elongación o "crecimiento" de frondas de *M. integrifolia* presenta una marcada estacionalidad durante el ciclo anual con máximos en primavera-verano y mínimo en otoño-invierno. En las praderas sin explotación en áreas de libre acceso o dentro de AMCP-MU las plantas presentan mayores tasas de elongación de las frondas en comparación con las plantas ubicadas en las praderas con explotación continua o esporádica. En todas las praderas monitoreadas por Vásquez *et al.* (2008), la renovación de frondas desde los discos adhesivos ocurre durante todo el año, aunque la velocidad de crecimiento es marcadamente estacional.

#### 2.4. Morfometría

González *et al.* (2002) estimaron la relación entre el diámetro del disco basal y la longitud total de *Lessonia spp.* y *M. integrifolia* entre las regiones I y IV encontrando altos coeficientes de determinación ( $R^2$ ) para las tres especies. *L. nigrescens* (actualmente *L. spicata/L. berteroa*) mostró valores entre 0,5727 y 0,7785, *L. trabeculata* mostró valores entre 0,7226 y 0,8906 y *M. integrifolia* entre 0,7184 y 0,8718.

#### 2.5. Liberación de esporas

*L. nigrescens* es una especie perenne y muestra la presencia de tejidos reproductivos a lo largo de todo el año, aunque muestra variación en la fenología reproductiva en el tiempo y entre poblaciones. Su potencial reproductivo aumenta en otoño respecto al área y proporción del tejido reproductivo y liberación de esporas. Estudios experimentales han demostrado que el tejido reproductivo libera zoosporas en primavera y verano con bajas tasas de germinación comparadas con aquellas liberadas en otoño e invierno, las que produjeron gametofitos de baja fertilidad (Tala *et al.*, 2004).



La sobrevivencia de esporas de las Laminariales es corta y el rango de dispersión de las praderas se asume como bastante reducido. Si las esporas no se asientan dentro de un periodo corto de tiempo, ellas mueren. No obstante, las esporas pueden sobrevivir en los tractos digestivos de diferentes herbívoros o como filamentos en la oscuridad. Además, plantas flotantes fértiles pueden actuar como transportadores de esporas contribuyendo a la dispersión (Thiel *et al.*, 2007).

## 2.6. Reclutamiento

Vásquez *et al.* (2008) encontraron que el reclutamiento de plantas de *L. nigrescens* (actualmente *L. berteroana/spicata*) varía en función del espaciamiento en la extracción de plantas enteras, de la presión de cosecha y de la localidad. Los cuadrantes con cosecha total en todas las localidades presentaron mayores reclutamientos a la siguiente estación del año. En localidades con alta presión de cosecha, el reclutamiento es más intenso en comparación con localidades sometidas a medidas administrativas. Además, otros factores dependientes de la localidad tienen efectos que inhiben o favorecen los procesos de reclutamiento que producen retardos en el reclutamiento.

Durante el ciclo anual, independiente de la intensidad de extracción experimental, el reclutamiento de *L. nigrescens* ocurre principalmente en invierno, con reclutamientos secundarios en primavera (Vásquez *et al.*, 2008). Los esporofitos juveniles de *Lessonia* se reclutan en sustratos de fondo duro y ya son capaces de producir esporas después de seis a ocho meses (Thiel *et al.*, 2007).

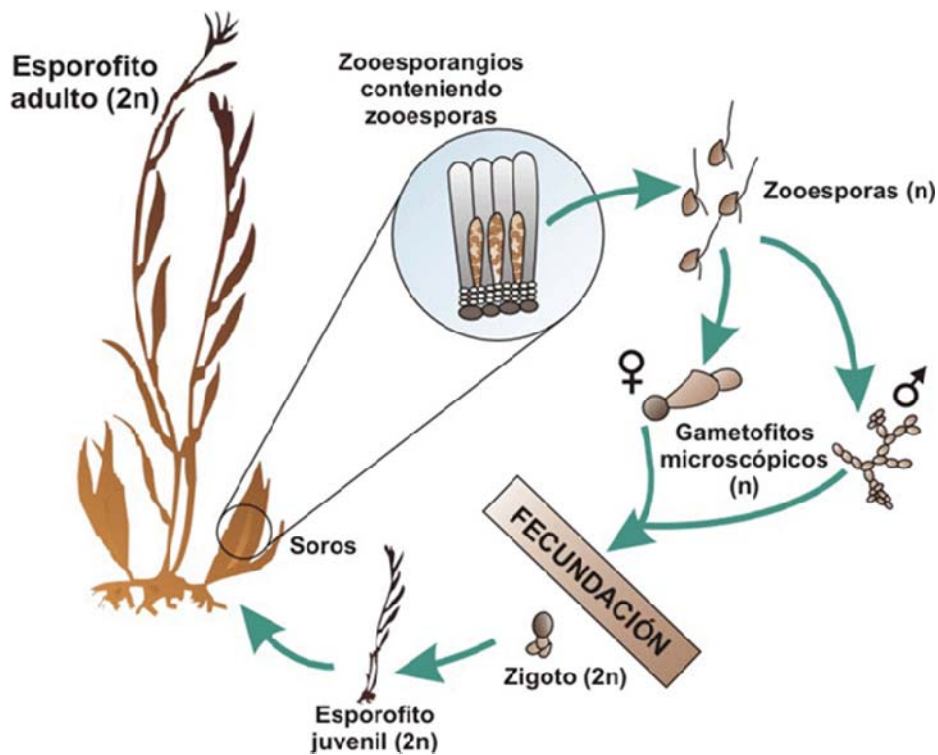
La interferencia por plantas adultas inhibe el reclutamiento intermareal de los juveniles de *L. nigrescens* (actualmente *L. berteroana/spicata*) en hábitat expuestos. Aunque los movimientos de agua producen efectos "whiplash" (golpeteo) que da protección frente a los pastoreadores, también promueve un reclutamiento exitoso de los esporofitos (Thiel *et al.*, 2007).

Vásquez *et al.* (2008) informan reclutamientos masivos en otoño e invierno, tanto en las áreas sometidas a distintas intensidades de cosechas así como en áreas sin explotación.

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

## 2.7. Reproducción

En los huiros el esporofito ( $2N$ ) corresponde a la planta, y el gametofito ( $N$ ) está reducido a filamentos microscópicos. Las esporas son producidas en los soros, una sección más engrosada de las frondas. Las zoosporas son el resultado de divisiones meióticas, por lo tanto son células haploides. Las zoosporas son liberadas a la columna de agua, y eventualmente se asientan en el sustrato rocoso donde germinan y crecen a través de numerosas divisiones mitóticas, generando un gametofito microscópico. Algunos huirales producen separadamente gametofitos machos y hembras, otros, en un mismo individuo se desarrollan gametofitos machos y hembras. La fertilización de un gametofito femenino produce un cigoto diploide ( $2N$ ). El cigoto se desarrolla vía mitótica produciendo un esporofito diploide y completando el ciclo de vida (Ciclo Haplo-diplónticoheteromórfico) (Fig.5).



**Figura 5.** Ciclo de vida de las algas pardas ([www.algaspardas.cl](http://www.algaspardas.cl)).

Los esporófitos son producto de la reproducción gamética, la cual es gatillada por factores ambientales (temperatura, irradiación, fotoperiodo y concentración de nutrientes) (Thiel *et al.*, 2007).

Las especies de *Lessonia* presentan su tejido reproductivo en láminas no diferenciadas, mientras que en el caso de *Macrocystis*, las estructuras reproductivas se ubican en láminas

especializadas denominadas esporofilas, en la base de las plantas (Vásquez *et al.*, 2008). *L. trabeculata* muestra tejidos reproductivos durante todo el año, pero con una variación en la fenología reproductiva en el tiempo y entre poblaciones (Tala *et al.*, 2004). *L. nigrescens* muestra el mayor porcentaje poblacional de tejido reproductivo en otoño e invierno para la zona norte de Chile, mientras que *M. integrifolia* en invierno-primavera (Thiel *et al.*, 2007).

La talla de primera madurez esporofítica de *L. nigrescens* fluctúa entre 12,7 y 15,6 cm de diámetro de disco basal. No hay estimaciones para *L. trabeculata* y *Macrocystis* spp. (González *et al.*, 2002).

La talla de primera madurez sexual de las plantas de *L. nigrescens* (actualmente *L. berteriana/spicata*) varía entre localidades, en función de la presión de cosecha y de la estacionalidad del ciclo anual. En poblaciones de *L. nigrescens* no intervenidas, la primera talla de madurez sexual se observa principalmente en tamaños que oscilan entre 15 y 18 cm de diámetro mayor del disco basal adhesivo. En áreas intervenidas con intensa presión de cosecha en cambio, la primera talla de madurez sexual se observa discos de 5-10 cm de diámetro, mientras que áreas con moderada presión de cosecha la primera talla de madurez sexual ocurre en discos de 10-15 cm de diámetro (Vásquez *et al.*, 2008).

De acuerdo a Vásquez *et al.* (2008) señalan que debido a que la tasa de crecimiento de las plantas de *L. trabeculata* es mínimo, es difícil determinar la primera talla de madurez reproductiva. Sin embargo, estos autores observaron que las plantas de entre 60 a 80 cm de longitud, con diámetro mayor del disco  $\geq 12$  cm presentaron soros incipientes formando una delgada línea en el centro de la fronda.

Las plantas juveniles marcadas de *M. integrifolia* presentan esporofilas en las frondas entre seis a nueve meses después de ser marcadas. Sin embargo, Vásquez *et al.* (2008) no pudieron estimar una talla mínima de madurez sexual, debido a la alta variabilidad y plasticidad de los atributos morfológicos que son usados para las estimaciones de talla y peso de las plantas de *Macrocystis*, las cuales varían entre localidades y en el gradiente de profundidad.

Macaya *et al.* (2005) señala que las algas flotantes de *Macrocystis* permanecen funcionalmente reproductivas, sugiriendo que las zoosporas pueden ser dispersas mediante algas flotando a la deriva. Las distancias de dispersión de la mayoría de las algas son relativamente cortas, por lo tanto la liberación de esporas desde algas flotantes podría ser un mecanismo alternativo de dispersión de larga distancia.

## 2.8. Ecología

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

Vásquez *et al.* (2008) señala que la renovación de la comunidad asociada a *L. nigrescens* es más lenta cuando se efectúa la cosecha total de plantas. De hecho, cuando aumenta la comunidad de herbívoros bentónicos puede no llegar a restablecerse la pradera demorándose inclusive más de dos años (Vásquez *et al.*, 2006).

Las cosechas de *L. trabeculata* no parecen modificar sustancialmente la diversidad de especies asociadas a los fondos rocosos (expresadas en diversidad, composición y estructura comunitaria) (Vásquez *et al.*, 2008).

Las comunidades de algas son altamente productivas y especialmente los discos de adhesión constituyen áreas de alimentación, refugio frente a la predación y corrientes de fondo, áreas de asentamiento y desove y sitios de crianza. Bajo el dosel del alga existe una diversidad amplia de tepes algales (sustrato cubierto de algas) que incluyen varias *Corallinales*, *Asparagopsis armata*, *Halopteris paniculata* y *Gelidium spp*; varias especies de picorocos y otros invertebrados sésiles (*Pyura chilensis*, *Phragmatopoma moerchi*, *Aulacomya atra*) son también parte de las especies protegidas por el dosel de las algas. Los predadores invertebrados tales como el caracol muricido *Concholepas concholepas*, las estrellas de mar (*Meyenaster gelatinosus*, *Stichaster striatus*, *Heliaster helianthus* y *Luidia magellanica*) y peces costeros de tamaño mediano (*Cheilodactylus variegatus*, *Semicossyphus maculatus* y *Pinguipes chilensis*) dominan el gremio dentro de los bosques de algas de Chile centro-norte. Esos predadores se alimentan de un gremio diverso de herbívoros, que incluyen erizos de mar (*Tetrapyrgus niger* y *Loxechinus albus*), gastrópodos (*Tegula spp.* y *Fissurella spp.*), así como peces (*Aplodactylus punctatus*, *Girella laevifrons* y *Kyphosus analogus*). Estas especies de herbívoros pastorean sobre el alga parda y algas asociadas, regulando su abundancia y distribución. Los mamíferos marinos que se distribuyen ampliamente en la zona costera del Sistema de la Corriente de Humboldt (SCH), tales como el lobo marino común *Otaria flavescens* y el chungungo *Lontra felina*, también usan las praderas de alga como áreas de alimentación (Thiel *et al.*, 2007).

En hábitat submareales, la abundancia de pastoreadores, corrientes y el comportamiento reproductivo de dos especies de elasmobranquios (*Schroederichthys chilensis* y

*Psammobatis scobina*) afectan las poblaciones de *L. trabeculata*. El pastoreo modifica la morfología algal produciendo dos morfotipos: morfo como-arbusto y morfo como-árbol. Las distancias cortas entre plantas (o altas densidades) reducen el acceso de los pastoreadores a los discos de adhesión. El efecto whiplash de las frondas y los estipes empuja a los herbívoros hacia afuera de las plantas reduciendo la presión del pastoreo. Por otro lado, el desove de cápsulas de huevo de elasmobranquios sobre *L. trabeculata* ata ("efecto tie") los estipes reduciendo el efecto whiplash y permite a los pastoreadores aproximarse a las plantas. Adicionalmente, el efecto modifica la forma de la planta hacia el morfo como-árbol y las plantas son más fácilmente desalojadas por el movimiento de agua (Thiel *et al.*, 2007).

Las praderas de algas influyen fuertemente los flujos tróficos en el medioambiente bentónico. El detritus algal exportado desde las praderas contribuye a un importante origen de alimento para las comunidades animales de fondos intermareales duros. La transferencia de grandes cantidades de fragmentos de algas desde las praderas submareales hacia la costa ha sido considerada como el principal origen de alimento, estructurando y manteniendo las comunidades macrofaunales que habitan las playas de arena. Bajo ciertas condiciones los recursos marinos son transportados hacia la costa. Durante eventos de marejadas, las algas son arrancadas y varan en la costa, lo que atrae un gran número de vertebrados terrestres carroñeros (Thiel *et al.*, 2007).

## 2.9. Unidades de stock

En la pesquería de algas pardas se reconoce la existencia de dos stocks, 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 (González *et al.*, 2002).

## 2.10. Mortalidad

Las estimaciones de mortalidad (M) recopiladas de literatura dan cuenta de la mortalidad natural de *L. nigrescens*, con el supuesto que la actividad extractiva se realiza sólo sobre las algas varadas (González *et al.*, 2002; Vásquez *et al.*, 2008).

González *et al.* (2002), a partir de datos de seguimiento de 15 meses de cambios en densidad (reclutas/0,25 m<sup>2</sup>), estimaron tasas de mortalidad mensual de *L. nigrescens*. Con la estimación de M constante a partir de la pendiente linearizada de los logaritmos de sobrevivencia en densidad, obtuvieron un valor de 0,105 en base mensual. Mientras que 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 total, obtenidos por los métodos utilizados.

Estudios de marcaje realizados en la III y IV Regiones indican que la supervivencia de las plantas marcadas de *L. nigrescens* y *L. trabeculata* varía dependiendo de la localidad y la edad de la planta. La supervivencia de los reclutas de *L. nigrescens* aumenta a medida que aumenta la presión de cosecha (libre acceso), mientras que los juveniles y adultos muestran una mayor supervivencia en localidades donde no hay cosecha (Vásquez *et al.*, 2008).

La supervivencia de las plantas reclutas de *L. trabeculata* disminuye significativamente durante los primeros tres meses. Posterior a la mortalidad inicial, la supervivencia oscila entre 30% y 40% de plantas hasta el final del período de estudio. Por otra parte, la supervivencia de plantas juveniles difiere entre localidades. La persistencia temporal de las plantas marcadas adultas es alta con supervivencias cercana al 90% (Vásquez *et al.*, 2008).

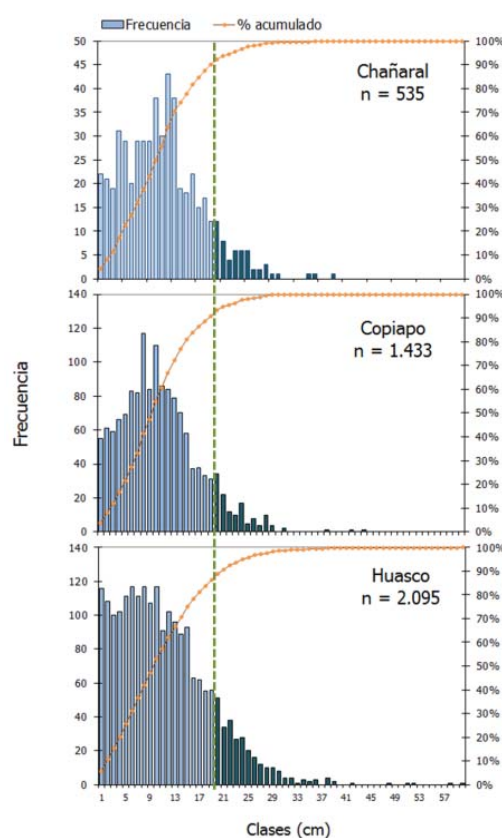
Los porcentajes de supervivencia temporal de plantas marcadas de *M. integrifolia* varían dependiendo de la edad de la planta y de la presión de cosecha local. La supervivencia de las plantas marcadas juveniles disminuye significativamente durante los seis primeros meses después de iniciado el monitoreo. En localidades con intensa actividad de cosecha y de aguas calmas (bahías) se detectan los mayores porcentajes de supervivencia de juveniles cercanos al 50%, mientras que en localidades sin cosecha o con cosecha moderada, pero mayor movimiento de aguas, la supervivencia de juveniles fue cercana al 25%. La supervivencia de las plantas marcadas adultas es relativamente mayor en comparación a los valores obtenidos para juveniles. En áreas explotadas, la supervivencia de plantas adultas marcadas fue cercana al 80%, mientras que en praderas sin actividad de cosecha, la supervivencia de plantas adultas marcadas fue cercana al 75% (Vásquez *et al.*, 2008).

### **2.11. Estructura de edad y tallas**

La información de la estructura de tallas de algas pardas en la zona norte es escasa. Sin embargo, dos estudios entregan información del diámetro del disco, González *et al.* (2002) y UCN (2007). González *et al.* (2002) encontró diámetros promedio entre 11,77 cm y 20,08 cm para *L. nigrescens* en cuatro localidades de la zona norte. *L. trabeculata* mostró diámetros promedio del disco basal entre 12,53 y 16,94 cm, mientras que *M. integrifolia* de 17,22 cm. La estructura de tallas poblacionales de las poblaciones, establecida por medio de los discos adhesivos de las plantas, mostró una alta heterogeneidad entre localidades.

Mediante el proyecto (FIP 2014-17) denominado “Evaluación directa de macroalgas/impacto de la extracción sobre la comunidad bentónica, III Región de Atacama” la consultora ECOS (**resultados preliminares**) indica que respecto de la estructura poblacional medida en función del diámetro del disco de adhesión para todas las provincias de Atacama (Huasco, Copiapó y Chañaral), las praderas de *L. berteriana/spicata* están dominadas por la fracción juvenil, que corresponden a plantas de diámetro de disco de entre 5 y 19 cm. En tanto, la fracción adulta (plantas > 20 cm) corresponde a la parte más pequeña de la población, siendo especialmente baja en la provincia de Copiapó, donde alcanza solo un 7% de la población total (Fig. 6).

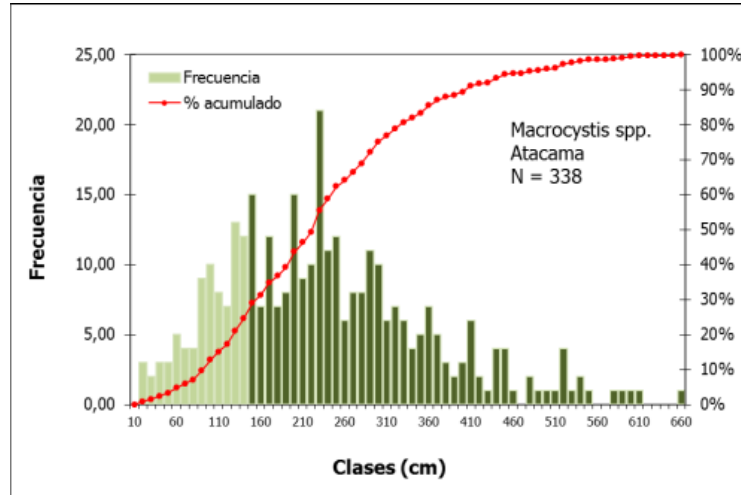
La fracción recluta, que considera a plantas de diámetro inferior a 5 cm, se muestra similar en las tres provincias, con una variación que va desde 22% a 26% del total (Fig. 6).



**Figura 6.** Estructura poblacional en función del diámetro del disco de adhesión de *L. berteriana*. Región de Atacama. La línea punteada separa la fracción adulta (> 20 cm) del resto de la población. (Resultados preliminares FIP 2014-17).

En relación al recurso *Macrocystis spp.*, la estructura poblacional medida en función del largo total, se puede desprender que existe una alta variabilidad de tamaños de plantas que

van desde los 12 cm a los 650 cm, concentrándose la mayor cantidad de valores en torno a plantas de 200 cm, mientras que la **talla promedio** alcanzó los **234 cm** (Fig. 7).



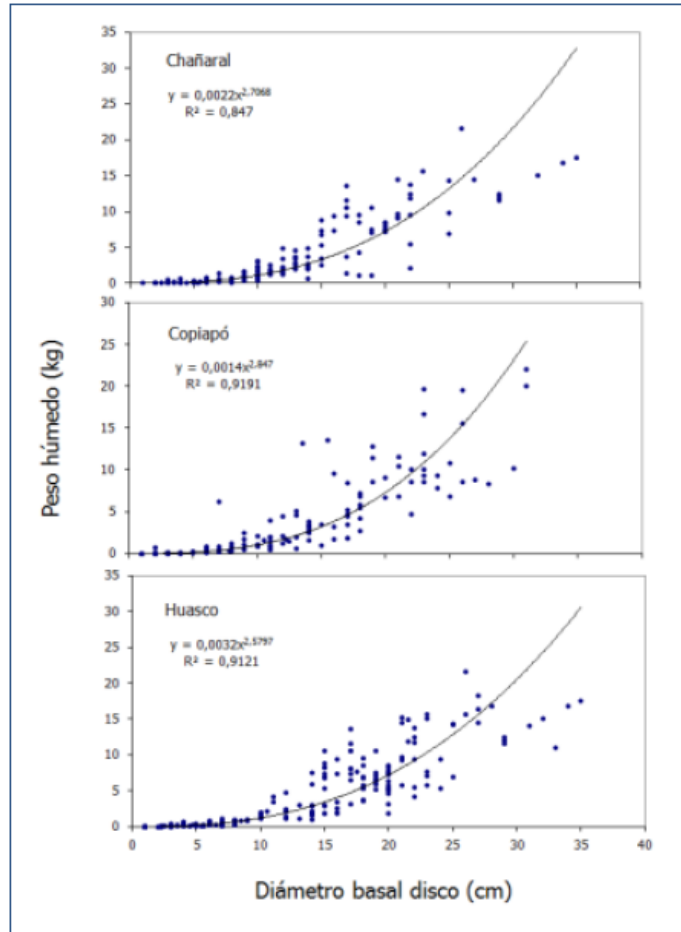
**Figura 7.** Estructura poblacional en función del largo total de *Macrocyctis* spp., Región de Atacama. Las columnas oscuras indican la fracción que se encuentra sobre los 150 cm de largo.

## 2.12. Relación Longitud-Peso

González *et al.* (2002) estimaron la relación gravimétrica del diámetro del disco basal y el peso total de *L. nigrescens*, *L. trabeculata* y *M. integrifolia* entre las regiones I y IV las que mostraron una adecuada capacidad predictiva. Los coeficientes de determinación de *L. nigrescens* se localizaron entre 0,7178 y 0,7883, para *L. trabeculata* estuvieron entre 0,4933 y 0,9195 y para *M. integrifolia* entre 0,5699 y 0,8231.

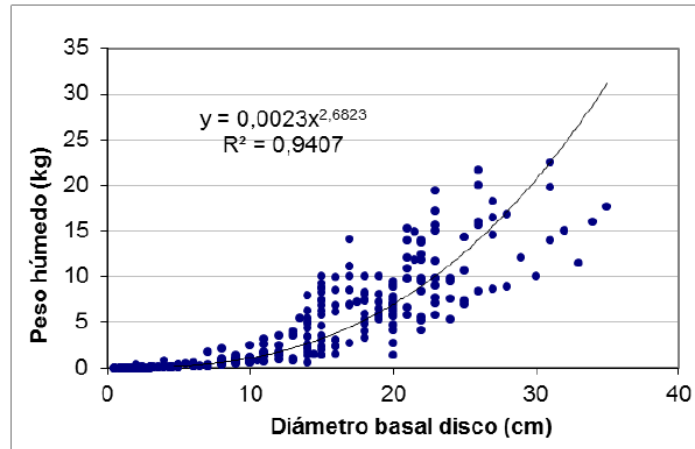
Por su parte, resultados preliminares del proyecto FIP 2014-17, estimaron que, en cuanto a los parámetros que se utilizan para la estimación en peso de las praderas de *L. berteriana* y *Macrocyctis* spp., evaluadas indirectamente, se evidencia que en las tres provincias de la Región de Atacama, la relación que existe entre diámetro del disco de adhesión y el peso de la planta, se ajusta a un modelo de regresión potencial con valores de Coeficiente de Determinación ( $R^2$ ) superiores a 0,85 para huiro negro y de 0,6005 para huiro flotador (Fig. 8).





**Figura 8.** Curvas de la regresión potencial que considera el diámetro del disco basal (como variable independiente) para predecir el peso de la planta (variable dependiente) del alga *L. berteriana* spicata Región de Atacama.

Para estimar la relación Talla- Peso en la Región de Coquimbo se registraron datos provenientes de los sectores Totalillo Norte, El Sauce, Talquilla, Maitencillo y Palo Colorado, para así utilizar una única relación de estos parámetros. De esta forma, para efectos comparativos de biomasa entre los sectores, se aíslan los factores dependientes de estructura de tallas y abundancia y al sumar el N muestral de todos los sectores se pudo lograr un mejor ajuste (coeficiente de determinación). La función que mejor describió esta relación fue la siguiente ecuación potencial:  $y=0,0023x^{2,6823}$  (ECOS, 2014) (Fig. 9).



**Figura 9.** Funcion de la relacion Talla-Peso de huiro negro de la Región de Coquimbo.

### 2.13. Talla y Edad Crítica

González *et al.* (2002) aplicaron una metodología que integró los parámetros de crecimiento del disco, su relación con el peso y la estimación de mortalidad natural, estimando la talla y la edad crítica (Lc y Tc) de *L. nigrescens*, indicadores que dan cuenta de la máxima biomasa de un grupo de individuos reclutados en un mismo tiempo. El valor estimado de Lc 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 m<sup>2</sup> (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. Estos valores deberían ser tomados con precaución, ya que según estos autores, dadas las características particulares de la costa, las estimaciones anteriores requieren de estudios específicos para cada población del recurso.

### 2.14. Evaluación indirecta

González *et al.* (2002) estimaron valores de densidad y biomasa poblacional en 11 localidades de la zona norte de Chile. Sus principales resultados indicaron una variación con la localidad en las tres especies. De acuerdo a estos autores, el año 2002, las poblaciones de *L. nigrescens* mostraban una alta variación en densidad, con un patrón de disminución norte - sur, con valores extremos de 4,5 ind/m<sup>2</sup> en Pisagua (I Región) y 0,7 ind/m<sup>2</sup> en La Cebada (IV Región). Además, los mismos autores observaron una alta correspondencia entre los niveles de biomasa y los niveles de densidad en cada localidad. La distancia inter-planta promedio, variable que se relaciona con el grado de distribución espacial, mostró una relación inversa en relación a las densidades, en las localidades del sur, que mostraron menores densidades

y un mayor grado de dispersión. La densidad de *L. trabeculata* registró fluctuaciones significativas entre sectores, con valores entre 1,1 y 2,2 ind/m<sup>2</sup> y una tendencia a mayores valores en los extremos de la cobertura del estudio. Por su parte, señalaron que la biomasa está asociada a un patrón de aumento de norte a sur, con valores extremos entre 3,1 y 13,1 kg/m<sup>2</sup>, correspondientes a las localidades de Caramucho (I Región) y La Cebada (IV Región), respectivamente. La evaluación de *M. integrifolia* en 4 de los sectores de estudio mostró una alta heterogeneidad en la densidad media entre sectores, fluctuando entre 0,8 y 4,4 ind/m<sup>2</sup>; para Ñague y caleta Limarí, respectivamente. La biomasa presentó una tendencia opuesta con la densidad por sector, registrándose una mayor biomasa en el sector Santa María (7,1 kg/m<sup>2</sup>), en comparación al sector río Limarí (2,2 kg/m<sup>2</sup>), respondiendo a un menor peso medio de las plantas en este último sector.

Los patrones temporales de la abundancia de *M. integrifolia* difieren significativamente con los patrones de *L. trabeculata*. *M. integrifolia* muestra cambios anuales marcados, pudiendo alcanzar niveles críticos de abundancia en algunos años, como por ejemplo el mínimo de esporofitos adultos observados durante el periodo 2000-2002.

De acuerdo a Vásquez *et al.* (2008) la densidad y la biomasa de las algas pardas no muestran tendencias definidas y dependen de la estación del año, de la localidad, de las medidas administrativas y del interés de los usuarios en conservar el recurso.

De acuerdo a Thiel *et al.* (2007) los factores locales tales como interacciones interespecíficas, la herbivoría y los eventos de surgencia costera pueden modificar los patrones estacionales de abundancia y distribución.

## 2.15. Evaluación directa

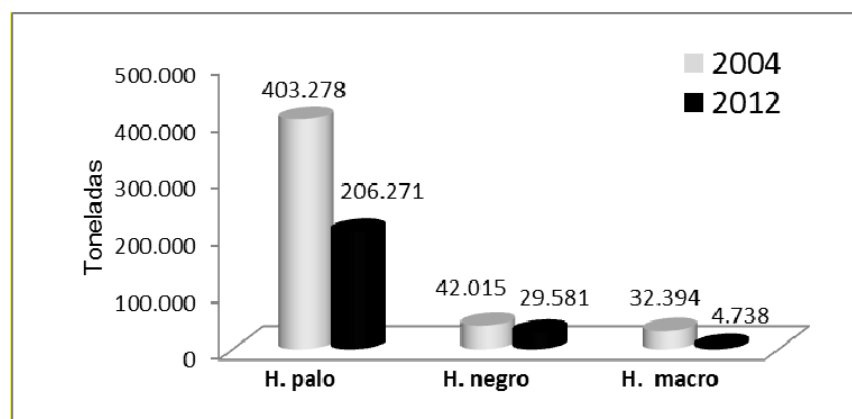
En la evaluación directa (Fig. 10) realizada en el año 2004 (Vásquez, 2004) se estimó una biomasa total disponible de huiro negro para la Región de Coquimbo de 42.015 toneladas, en tanto durante la evaluación directa realizada durante el 2012 (ABIMAR, 2012) se pudo estimar una biomasa total 13.658,5 toneladas, del cual, el 46,95 % está sobre la talla mínima de extracción con un crecimiento mensual del 3,25% mensual. La población ubicada en la IV Región presenta valores de tallas mínimo y máximo de 4 cm y 42 cm de diámetro de disco, respectivamente, con una talla promedio de 19,23 cm.

Actualmente, se desarrolla en la Región de Coquimbo el proyecto "Evaluación directa de macroalgas e impacto de la extracción sobre la comunidad bentónica, IV Región" (FIP 2014-18), a cargo de la consultora ABIMAR. Su objetivo general corresponde a "Determinar los niveles de abundancia y biomasa de los recursos *Lessonia berteriana* (Huiro negro), *Lessonia trabeculata* (Huiro palo) y *Macrocystis* spp. (Huiro), en las zonas de distribución ubicadas en las áreas de libre acceso, frente al litoral de la IV Región de Coquimbo. Dado esto, se espera

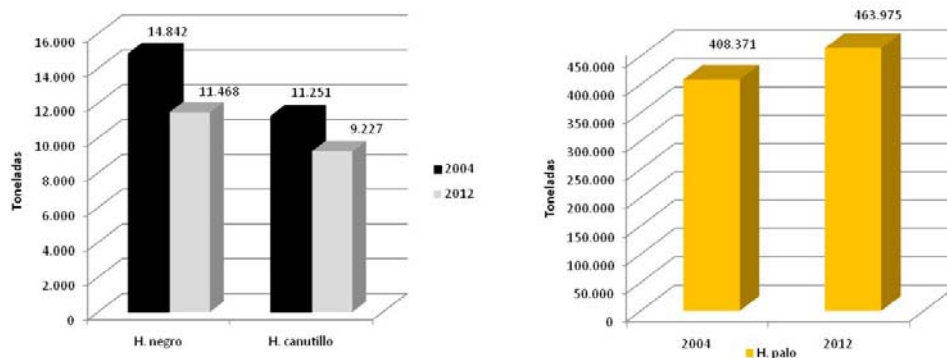
contar con resultados en relación a la biomasa total dentro de los próximos meses, lo que permitirá actualizar la información.

En el caso de la Región de Atacama, el año 2004 (Vásquez, 2004) para el recurso huiro negro se estimó una biomasa total disponible de 14.842 toneladas, en tanto durante la evaluación directa realizada durante el 2012 se pudo estimar una biomasa total 24.685,4 toneladas (ABIMAR, 2012).

Para *Macrocystis spp.* la evaluación directa realizada en el año 2004 (Vásquez, 2004) estimó una biomasa total para la región de Coquimbo de 32.394 toneladas, en tanto durante la evaluación directa realizada durante el 2012 se pudo estimar una biomasa total de 1.289 toneladas, de las cuales se determinó que el 60,87 % no pertenece a biomasa disponible para cosecha, ya que los ejemplares miden menos de 150 cm de largo. El recurso registra una tasa de crecimiento cercana al 18,6 %, con valores máximos y mínimos 88 - 384 cm de largo total de la planta, respectivamente. En la Región de Atacama la evaluación directa realizada en el año 2004 (Vásquez, 2004) estimó una biomasa total disponible para la región de 11.251 toneladas, en tanto durante la evaluación directa realizada el 2012 se pudo estimar una biomasa total de 25.628 toneladas (ABIMAR, 2012). En este caso, el análisis comparativo de los estimadores de biomasa total disponible por recurso, indica que tanto el recurso Huiro negro como el Huiro flotador durante el 2012 presentaron una disminución respecto a la estimación del 2004. En el caso del recurso Huiro palo se observó una mayor biomasa disponible respecto a la estimación del 2004. En general, las diferencias entre las evaluaciones del 2004 y 2012, no fueron significativas, manteniendo una aparente estabilidad en la biomasa disponible (Fig. 11).



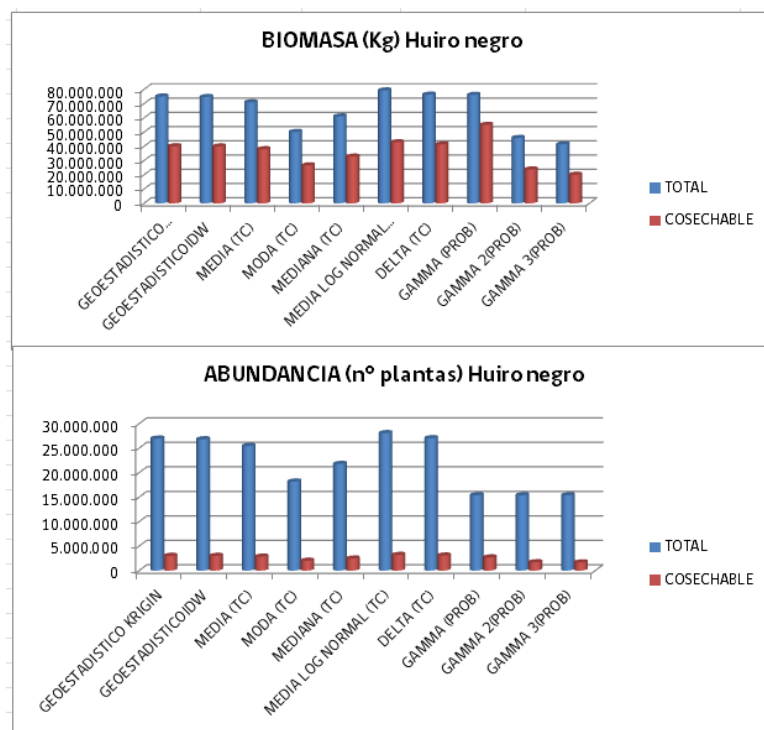
**Figura 10.** Biomasa total (ton) estimada para los recursos algas pardas en la IV Región de Coquimbo, en las EVADIR 2004 y 2012.



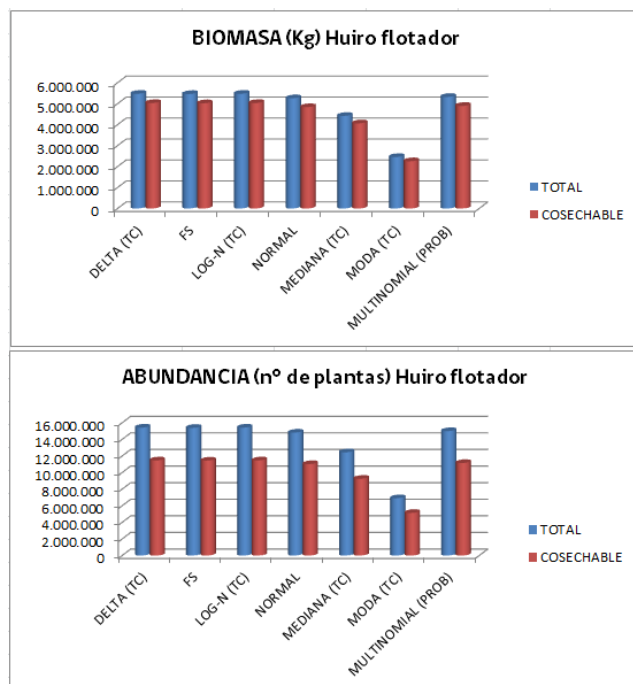
**Figura 11.** Biomasa total (ton) estimada para los recursos algas pardas en la III Región de Atacama, en EVADIR 2004 y 2012.

En relación al proyecto de ECOS (2015) anteriormente mencionado y que se ejecuta actualmente (muestreo sistemático con estaciones de muestreo cada 2 km a lo largo de la costa, en la que se dispusieron 5 transectas paralelas a la costa de 20m<sup>2</sup>, equidistantes entre si separadas cada 20 m y en cada ellas se efectuó el conteo total de plantas), en cuanto a la **abundancia total** del recurso huiro negro, resultados preliminares del proyecto dan a conocer que las estimaciones varían de **15,5 a 28, 1 millones de plantas** con una fracción cosechable que fluctúa entre 1,7 y 3,2 millones. Mientras que la **biomasa total** se estimó valores que van desde **41.481 toneladas a 79.322 toneladas** y biomasa apta para ser cosechadas que varían de **20.116 toneladas a 55.141 toneladas** (Fig. 12).

En relación al recurso *Macrocystis spp.*, las estimaciones realizadas, tanto en términos de abundancia como de biomasa, muestran cierta consistencia, observándose órdenes de magnitud coherentes entre los distintos estimados. Al respecto, para la abundancia total, las estimaciones varían de **6,9 a 15,7 millones de plantas** con una fracción cosechable que fluctúa entre **5,1 y 11,8 millones**. Respecto de la biomasa total se estimaron valores que van desde **2.451 ton a 5.579 ton** y biomasa apta para ser cosechadas que varían de **2.256 ton a 5.174 ton** (Fig. 13).



**Figura 12.** Biomasa (Kg) y abundancia (nº de plantas) y estimada para el recurso huiro negro en la III Región de Atacama, evaluación directa 2014. \*(tc: tendencia central).



**Figura 13.** Abundancia (nº de plantas) y biomasa (Kg) estimada para el recurso huiro flotador en la III Región de Atacama, evaluación directa 2014. \*(tc: tendencia central).

## 2.16. Ambiente y Oceanografía

Eventos oceanográficos de gran escala como El Niño Oscilación del Sur (ENOS), y de carácter local como los fenómenos de surgencia, afectan significativamente la distribución y abundancia de los huirales. El aumento de la temperatura superficial y la disminución de los nutrientes generan altas mortalidades de las poblaciones costeras de laminariales. Por el contrario, el aumento de nutrientes y las bajas temperaturas que generan los afloramientos de aguas de profundidad producen procesos “bottom up” que impactan positivamente la abundancia y distribución de los huirales (Vásquez *et al.*, 2008).

El ENOS produce variabilidad interanual en la abundancia de *Macrocystis* y podría eventualmente generar extinciones locales, tal como ocurrió en los eventos El Niño (EN) 1982-1983 y 1997-1998. Los mayores impactos de EN fueron observados en las praderas de algas de latitudes bajas (18°-21°S). Por ejemplo, una pradera de alga que ocupaba un área de 40 hectáreas en los 18°S en 1970 desapareció debido a EN 1982-1983 y a la fecha aún no se ha recuperado. Del mismo modo, durante EN 1997-1998, la densidad de esporofitos adultos sobre el submareal de fondo duro en los 21°S disminuyó rápida y linealmente con el aumento de las anomalías térmicas. Seis meses después el sitio permanecía completamente libre de esporofitos adultos y no hubo recolonización en esa zona. En áreas al sur de los 23°S las anomalías térmicas positivas registradas en El Niño 1997-1998 tuvieron sólo efectos limitados sobre las praderas. Como consecuencia los patrones espaciotemporales de la abundancia de esporofitos de *Macrocystis* es altamente variable en la zona norte de Chile (Thiel *et al.*, 2007).

Aun cuando no existen series de tiempo lo suficientemente adecuadas para evaluar los efectos de ENOS, se tiene evidencia de la disimilitud de sus consecuencias en las poblaciones marinas costeras entre eventos. Si bien el ENOS 1997-98 sólo generó mortalidades locales de huirales en la costa del norte de Chile, el ENOS 1982-83 generó altas mortalidades de huirales entre Arica y Caldera. Dados los bajos niveles de dispersión de los propágulos y cuerpos reproductivos de estas macroalgas, la recuperación de las poblaciones de las Laminariales al norte de Caldera superó los 10 años. Esta situación sugiere que cuando las comunidades de Laminariales son drásticamente intervenidas pueden tardar años en recuperarse (Vásquez *et al.*, 2008).

Estudios sobre la dispersión de esporas de algas han demostrado la existencia de una “nube de esporas” multiespecífica que está presente durante todo el año en las aguas costeras. Estos estudios muestran una naturaleza de cohesión en parches y variable temporalmente. Considerando el pequeño tamaño de las esporas (5-150 µm) y su corta duración (unas pocas horas a unos pocos días), es probable que la difusión turbulenta estocástica juegue el mayor rol en la forma del grueso de la dispersión algal (Thiel *et al.*, 2007).

### 3. PESQUERÍA

#### 3.1. Aspectos Normativos

Se han aplicado las siguientes medidas de administración para los recursos algales denominados "huiros":

- Suspensión transitoria de la inscripción en el RPA en la III Región de Atacama y IV Región de Coquimbo (Res. Ex. N°**765**/2014 y Res. Ex. N°**766**/2014), en la categoría correspondiente, por parte de los pescadores/as artesanales. Sin embargo, la fiscalización de esta normativa es difícilmente aplicable en sectores aislados o de difícil acceso, como son los sectores en que tradicionalmente se registra actividad de los/as algueros/as en estas regiones. Medida vigente hasta el 13 de Marzo de 2019.
- Formalización de los Comités de Manejo de algas pardas de la III Región de Atacama (Res Ex. N°2684/2012) y IV Región de Coquimbo (Res. Ex. N°3135/2012). Medida vigente hasta Agosto de 2017.
- Aprobación de los Planes de Manejo de algas pardas en la III Región de Atacama (Res. Ex. N°**2672**/2013) y IV Región de Coquimbo (Res. Ex. N°**2673**/2013). Medida con vigencia indefinida.
- Establecimiento de cuotas anuales por recurso en áreas de libre acceso, como límite de extracción en la III (D. Ext. N° **44**/2015 modificado mediante D. Ext. N° **527**/2015) y IV (D. Ext. N° **45**/2015) Regiones. Medida vigente hasta el 31 de diciembre de 2015.
- Veda extractiva de invierno 2015 en la III Región de Atacama (julio), para los recursos huiro negro y huiro flotador (D. Exento N° 493/2015). Aplicación solamente año 2015.
- Veda extractiva de verano 2015 en la III y IV Regiones (Dic2014-Feb2015), para los recursos huiro negro y huiro flotador (D. Exento N° 1031/2014).
- La recomendación de criterios de explotación en áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos (AMERB) para las cuales una o más de las especies que componen el recurso objetivo constituyen especies principales de sus planes de manejo y Planes de Manejo de Algas Pardas.



### 3.2. Caracterización de la Pesquería

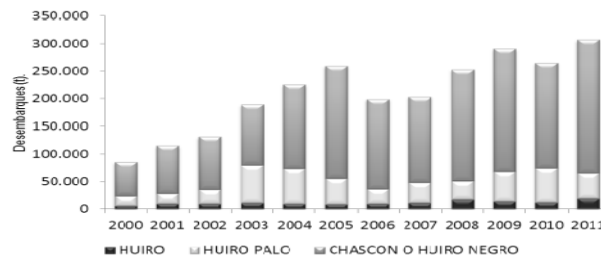
Las características de la pesquería de estas algas, específicamente las correspondientes a recolección de alga varada (que ocurre para todos los recursos considerados en este documento) y el barroteo, especialmente de *Lessonia*, en sectores intermareales, permiten que esta sea una actividad que no requiere de implementación (bajos costos de operación), ni de habilidades específicas. Además, dado el aislamiento geográfico de los sectores donde se desarrolla esta actividad sumado a la reducida capacidad de fiscalización, un pescador o incluso un individuo no pescador puede participar de la recolección o extracción directa. Ambas condiciones constituyen en cualquier pesquería situaciones propicias para su sobreexplotación y generación de conflictos sociales. Al respecto, cabe destacar que esta situación ha sido reconocida para la mayoría de las pesquerías comerciales a nivel mundial al menos en sus primeras etapas de desarrollo, donde posteriormente han debido implementarse regulaciones de aparejos, restricciones estacionales u otras medidas, tendientes a reducir y regular los niveles de captura (Hilborn *et al*, 2005).

La explotación sustentable de las algas representa importantes desafíos dado que en su remoción directa es más importante la estrategia de extracción que los volúmenes extraídos. Sin embargo, la implementación de una administración que considere estrategias de extracción requiere necesariamente la limitación, identificación y compromiso de los usuarios, razón que fundamenta una vez más la necesidad de mantener cerrado el acceso de nuevos agentes a la pesquería.

Por otra parte, es necesario señalar que en el caso de recursos bentónicos de aguas someras, la explotación por parte de comunidades de pescadores artesanales y por nuevos usuarios (temporales o sin tradición en el rubro), ha conducido a la disipación de la renta, privando a comunidades rurales (particularmente de países en desarrollo) de importantes fuentes de alimento y empleo (Bustamante y Castilla, 1987; Castilla, 1990; Defeo *et al.*, 1993; Castilla, 1994; Castilla, 1997). Esto se explica considerando que si bien los ingresos percibidos por la recolección de alga son poco atractivos dado el bajo precio/kilogramo, al aumentar el número de oferentes (extractores) y disminuir su cohesión de grupo, los compradores pueden disminuir los precios, dado que la cantidad demandada puede ser suministrada por agentes para los cuales esta actividad constituye en gran parte de los casos un complemento a sus ingresos o una labor temporal. Al respecto, cabe señalar que durante el último trimestre del 2007, el alto número de desempleados generado por el cierre de las actividades mineras en la región generó una fuerte presión por ingresar a la pesquería por parte de nuevos usuarios, inscribiéndose preliminarmente en las listas de espera de los recursos algales, y luego, dada la apertura del RPA, generando un fuerte incremento de los usuarios de los recursos en comento.

### 3.3. Desembarque

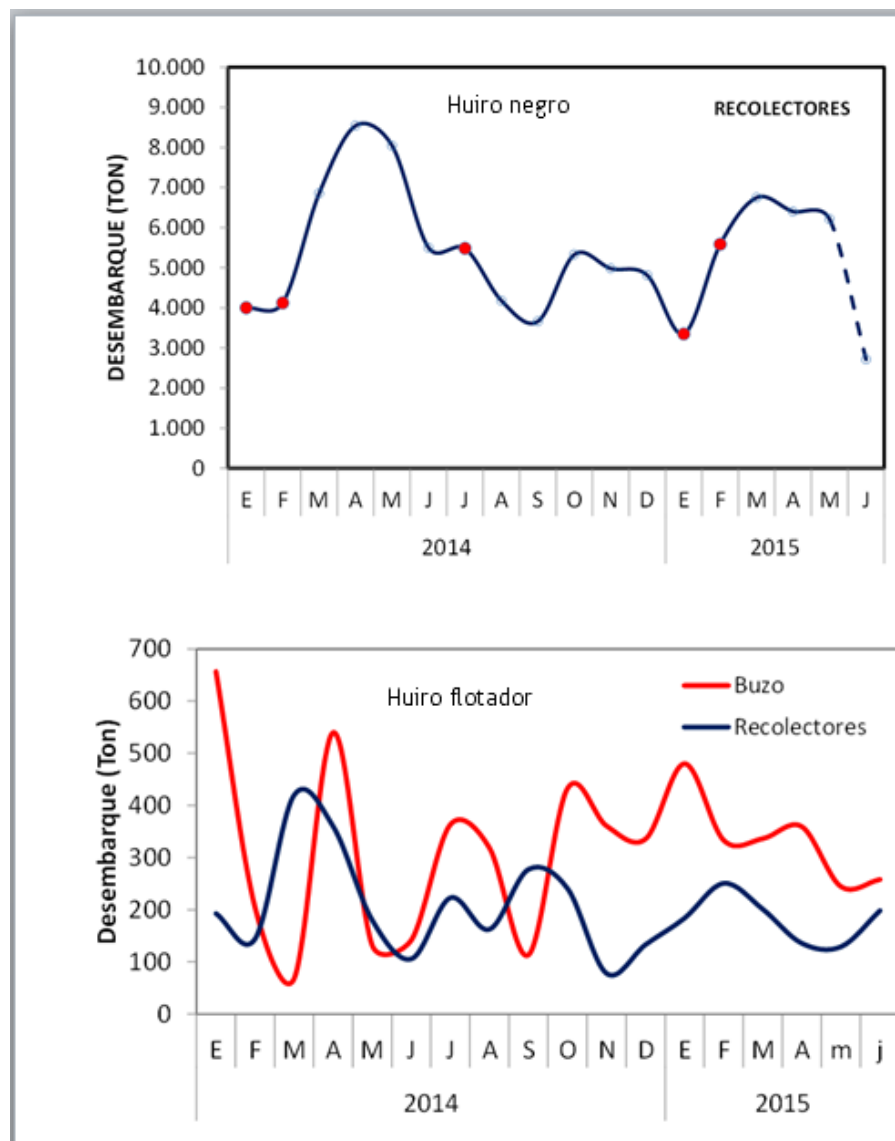
La evolución de los desembarques a nivel nacional, incluidos los provenientes de áreas de libre acceso y de áreas de manejo, ha experimentado un aumento progresivo a partir del año 2000 (Fig. 14). Durante el año 2011 se registró el máximo histórico de desembarque, alcanzando las 307 mil toneladas para el conjunto de recursos. El año 2011, la pesquería se concentra principalmente entre las regiones I y V, destacando las regiones de II, III y IV, quienes representan el 22%, 43% y 25% de los desembarques totales, respectivamente.



**Figura 14.** Desembarque nacional de algas pardas, áreas de libre acceso y áreas de manejo, período 2000 - 2011.

De acuerdo a la información proporcionada por el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura de la Región de Atacama, el año 2014 se desembarcaron 65.522 toneladas (t) húmedas de **huiro negro**, de las cuales 63.603 t fueron desembarcadas por la categoría de recolector de orilla y 1.919 por la categoría de buzo mariscador, todas provenientes de sectores de libre acceso, mientras que a junio de 2015, ya se han desembarcado 31.013 toneladas húmedas (t), 30.900 (t) desembarcada por la categoría de recolector de orilla y 113 t por la categoría de buzo mariscador.

Respecto al desembarque del recurso **huiro flotador**, el desembarque del año 2014 se situó en 5.269 toneladas, 1.603 t provenientes de la categoría recolector de orilla y 3.666 t de la categoría buzo mariscador mientras que a junio de 2015 el desembarque alcanza un valor de las 3.110 t, 1.099 t provenientes de recolectores de orilla y 2.011 t de buzos mariscadores (fuente: Sernapesca Atacama). (Fig. 15 y Anexos 1, 2, 3 y 4).

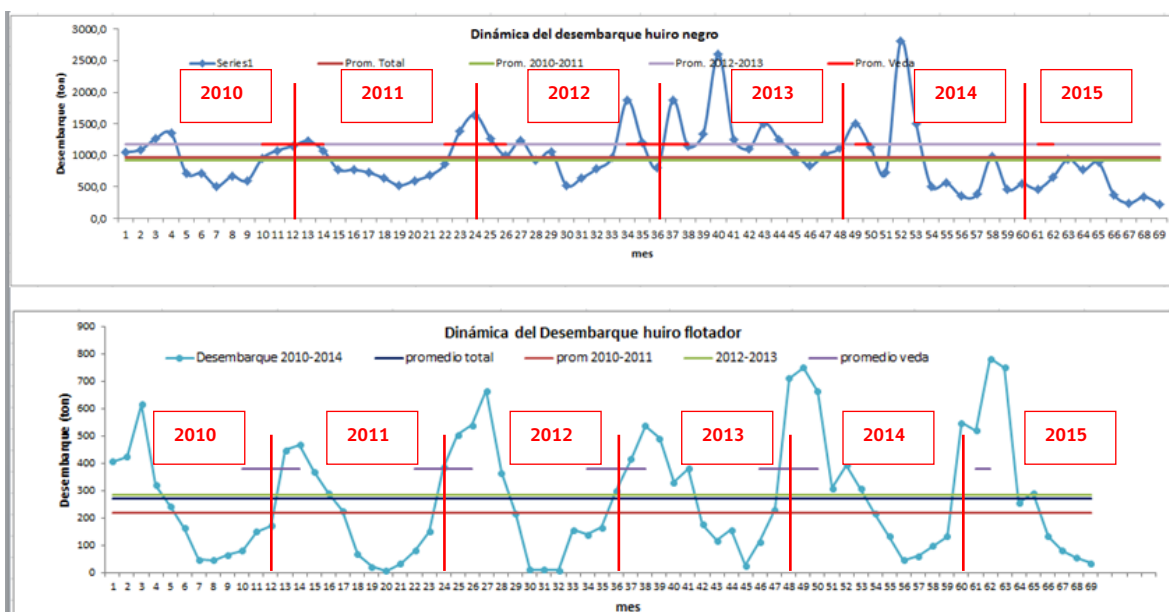


**Figura 15.** Desembarque (ton) de **huiro negro** y **huiro flotador** proveniente de áreas de libre acceso, por especie, **III Región**, 2014 - Junio de 2015. Los puntos rojos indican los periodos de veda extractiva para el recurso en Atacama.

En relación a los desembarques de huiro negro y huiro palo de la IV Región de Coquimbo, en la serie 2010-septiembre 2015, se observan variaciones en el desembarque. En abril de 2014 es posible observar un máximo correspondiente a 2.840 t de huiro negro, este valor se encuentra muy por sobre los promedios históricos, cabe destacar que los meses posteriores el desembarque disminuye e incluso se encuentra por debajo del promedio histórico. Es importante señalar que durante el 2015 sólo se entregaron cuotas (extracción activa/pasiva) (D.S. N° 45/2015), para los meses de marzo, agosto, septiembre y diciembre,

el resto de los meses del año sólo fue posible extraer lo que desprende de forma natural (Fig.16).

Por su parte, el desembarque de huiro flotador, si bien, presenta variaciones durante la serie 2010–septiembre2015, es posible observar que en los meses de primavera verano el desembarque se encuentra por sobre los promedios históricos, mientras que en estaciones de otoño invierno el desembarque disminuye incluso por debajo de los promedios históricos. Durante el 2015 (enero–septiembre), el patrón indicado no cambia incluso es posible observar que durante enero y febrero, periodo de veda, el desembarque aumenta, hasta marzo y luego comienza a disminuir hasta alcanzar su mínimo durante septiembre.



**Figura 16.** Desembarque (ton) de huiro negro y huiro flotador (Huiro) proveniente de áreas de libre acceso, por especie, **IV Región**, 2010 – septiembre de 2015.  
\*Las líneas rojas marcan el inicio y termino de un año.

### 3.4. Esfuerzo de pesca

Para referirse al número de agentes recolectores/extractores de algas pardas, se debe tener en cuenta la compleja dinámica del sistema, ya que sólo una cantidad del total de inscritos por categoría y recurso opera regularmente en la pesquería. Para los 3 recursos (huiro negro, huiro palo y huiro macro), el porcentaje de agentes extractivos formales que registra operación (Tabla 1), no ha alcanzado el 50% en ninguna de las dos regiones (III de Atacama y IV de Coquimbo) para los años 2014 y 2015 (hasta junio).

Adicionalmente, es necesario tener presente que sobre estos recursos también operan una cantidad importante de agentes recolectores/extractores ilegales, los que pueden verse reflejados en la estadística pesquera a través de los llamados “súper-buzos” o simplemente no se ven reflejados en la estadística debido a su condición de informalidad. Dichos agentes informales se incrementan significativamente durante temporadas estivales, coincidente con períodos de vacaciones y períodos de veda de gran parte de los recursos bentónicos de importancia económica, llegando incluso a duplicarse respecto de otras temporadas del año (IFOP, 2002).

**Tabla 1.** Número de pescadores autorizados por categoría versus aquellos que se encuentra operando durante los años 2014 y 2015 en la III y IV Región.

Categoría/Región	HUIRO NEGRO						HUIRO FLOTADOR					
	Nº AUTORIZADOS		OPERACIÓN 2014		OPERACIÓN 2015		Nº AUTORIZADOS		OPERACIÓN 2014		OPERACIÓN 2015	
	III	IV	III	IV	III	IV	III	IV	III	IV	III	IV
RO	2.293	1.476	867	171	934	537	2.906	1.134	141	382	99	338
BM	393	784	66	132	11	17	387	1.578	35	8	13	1
PA	242	281	-	-		-	238	490		-		-

Fuente de la información: Sernapesca III y IV. RO=Recolector de orilla, alguero y buzo apnea; BM= buzo mariscador; PA= pescador artesanal

### 3.5. Rendimiento de pesca

Respecto a los rendimientos medidos como CPUE en la III Región de Atacama y IV Región de Coquimbo, para los recursos huiro negro y huiro palo, las Tablas 2 y 3, presentan información de mínimos, máximos y promedios registrados durante los años 2013 y 2014.

**Tabla 2.** Mínimo, máximo y CPUE promedio, huiro negro, III y IV Regiones, año 2013 y 2014.

Años	CPUE HUIRO NEGRO (ton/mes)											
	III REGIÓN						IV REGIÓN					
	BOTES			ORILLEROS			BOTES			ORILLEROS		
	Min	Max	Prom	Min	Max	Prom	Min	Max	prom	Min	Max	Prom
2013	3,99	9,9	8,31	6,46	8,45	7,19	5,18	12,2	7,37	2,44	4,66	3,24
2014	6,87	11,36	9,29	8,03	14,37	10,88	2,16	11	5,71	1,77	4,76	2,70

**Tabla 3.** Mínimo, máximo y CPUE promedio, huiro flotador, III y IV Regiones, año 2013 y 2014.

CPUE HUIRO FLOTADOR (ton/mes)												
	III REGIÓN						IV REGIÓN					
	BOTES			ORILLEROS			BOTES			ORILLEROS		
Años	Min	Max	Prom	Min	Max	Prom	Min	Max	Prom	Min	Max	Prom
2013	22,12	37,52	28,06	3,69	8,94	5,79	3,04	32,6	16	1,23	3,33	2,56
2014	8,68	27,48	14,7	5,03	14,17	9,85	1,63	19,45	8,56	1,32	3,44	2,52

#### 4. ANALISIS

La Ley General de Pesca y Acuicultura, señala en el Artículo 1ºB, que su objetivo es la conservación y el uso sustentable de los recursos hidrobiológicos, mediante la aplicación del **enfoque precautorio**, de un enfoque ecosistémico en la regulación pesquera y la salvaguarda de los ecosistemas marinos en que existan esos recursos.

Los planes de manejo de algas pardas de la Región de Atacama y la Región de Coquimbo, en su componente ecológica establecen como objetivo general *"Propender a la conservación de las algas pardas y los ecosistemas asociados, a través del uso sostenible, considerando su potencial productivo y su rol ecológico"*, con el fin de dar cumplimiento a dicho objetivo se fija como medida de manejo, diferentes líneas de acción, una de ellas es la **veda extractiva** de verano (enero y febrero) o prohibición de remoción activa del recurso.

Durante el año 2012 se realizó, en conjunto con los usuarios de la pesquería, el diseño de los planes de manejo para las algas pardas de la III y IV Regiones, los que actualmente se encuentran vigentes y operativos (Res. Ex. N° 2672 y Res. Ex. N° 2673, ambas de 2013) en su etapa de implementación y evaluación, y que son de carácter obligatorio para todos los agentes extractivos, comercializadores y plantas de proceso. Dentro de las principales medidas de los planes de manejo, se encuentra considerado el establecimiento de cuotas anuales de capturas y vedas extractivas con el fin de controlar la explotación de la pradera y resguardar los procesos de recuperación de la biomasa disponible, es así, que durante el presente año se aplicaron **cuotas anuales de extracción para la III y IV Regiones** (D. ext. N°44 y Dcto. Ex. N° 45/2015 respectivamente) y **vedas extractivas** (D. Ext. N° 1031/2014) en la III y IV Regiones.

La evaluación directa realizada durante el año 2012 (ABIMAR) muestra claros signos de deterioro en la biomasa disponible de los recursos huiro negro y huiro flotador en la Región de Coquimbo.

La Región de Atacama, a pesar de no presentar disminuciones en la biomasa disponible para el recurso huiro negro, presenta una condición particular dada la existencia de un camino costero por toda la extensión de la región, que permite la operación de extractores ilegales que aprovechan esta condición y la nula barrera de entrada a la pesquería, para realizar labores extractivas de recursos algales. Al respecto, los resultados del estudio realizado en las áreas de libre acceso de la III Región, "Seguimiento biológico pesquero y evaluación económica, como insumo para el Plan de Manejo de la Pesquería de Algas Pardas en la Región de Atacama, 2013 -2014", considerando los parámetros demográficos de *L. berteroa/spicata* (ex *L. nigrescens*) (e.g. Estructura de tallas, densidad, reclutamiento, biomasa, potencial reproductivo), como indicadores para monitorear el estado de las praderas durante el periodo de muestreo, permiten inferir **una condición de alta presión de extracción** en todos los sitios de estudio (2 sectores por cada provincia). Esta condición se caracteriza por: (A) una reducida fracción de plantas aptas para la extracción ( $\geq 20$ cm diámetro disco), (B) una alta representatividad de juveniles y (C) un constante reclutamiento necesario para la renovación de la pradera post cosecha.

Si bien, aproximadamente sólo un porcentaje menor de los autorizados a extraer algas son los que realizan el esfuerzo de pesca, es sabido que existe un gran porcentaje de agentes extractivos ilegales que recolecta y extrae el recurso huiro, y más aún, que estos extractores "ilegales" se ven incrementados en la época estival. Muchas veces son avalados por los mismos extractores autorizados, conocidos como "súper buzos". A esto, se suma la dificultad del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, para fiscalizar la costa, lo que complica aún más el escenario.

Los huirales son reconocidos por su función estructuradora de hábitat de comunidades bentónicas, hábitat exclusivo de algunas especies de invertebrados, áreas de desove, sustrato de asentamiento de larvas de numerosas especies, sectores de crianza de juveniles y zonas de refugio contra la predación, corrientes de fondo y el embate de las olas. En un estudio de algas pardas realizado entre I y IV Regiones, se corrobora la importancia de los huirales negro y palo como reservorios de biodiversidad y estructuradores de ecosistemas. En dicho estudio se encontró que los discos de fijación de *L. nigrescens* concentran el 81% del total de taxa observados en el sector intermareal mientras los discos de fijación de *L. trabeculata* concentran el 68% de los taxa registrados en la zona submareal (González *et al*, 2002).

Por otra parte, cabe considerar que estas macroalgas, en especial el recurso huiros, son altamente sensibles a los cambios de temperatura superficial del mar, constituyendo especies que muestran altas mortalidades durante el fenómeno El Niño.

Finalmente, dadas las características de la pesquería de estas algas, existen muy bajas barreras de entrada para el desarrollo de la actividad extractiva, tanto por parte de agentes legales como ilegales.

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El trabajo desarrollado a la fecha ha permitido recopilar y analizar una cantidad importante de información biológica y pesquera para la administración del recurso huiros en la zona norte del país. Esta iniciativa consideró desde sus inicios la participación de todos los actores de la pesquería (pescadores artesanales, plantas de transformación (picadoras), empresas comercializadoras e institucionalidad pesquera) con el propósito de diseñar e implementar Planes de Manejo para la administración del recurso, los que actualmente se encuentran vigentes y operativos, en su etapa de implementación y monitoreo.

Con el propósito de implementar los acuerdos que se establecen en cada uno de los planes de manejo de las regiones de Atacama y Coquimbo, para los recursos huiros mediante la aplicación de acciones que aseguren su conservación y la viabilidad de su pesquería, y considerando el pronunciamiento del Comité Científico Técnico de Recursos Bentónicos, se recomienda:

- Establecer una veda extractiva, en el litoral marítimo de la III y IV Regiones, para el recurso huiro negro *Lessonia berteroana/spicata*, durante los meses de enero y febrero de 2016.
- Establecer una veda extractiva, en el litoral marítimo de la III y IV Región, para el recurso huiro flotador *Macrocystis* spp., durante los meses de enero y febrero de 2016.
- Exceptuar de la veda extractiva el recurso varado naturalmente (en playa de mar), autorizando la recolección manual de estas especies, así como su comercialización, transporte, procesamiento, elaboración, transformación y almacenamiento de las mismas especies y de los productos derivados de ella.
- Exceptuar de la veda extractiva de *Macrocystis* spp. el sector incluido en el Plan de Manejo de Bahía Chasco Región de Atacama.
- Exceptuar de la veda extractiva a las Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) que posean plan de manejo aprobado para los recursos huiro negro *Lessonia berteroana/spicata* y huiro flotador *Macrocystis* spp.



- Exceptuar de la veda extractiva a las Reservas Marinas que posean plan de manejo aprobado para los recursos huiro negro *Lessonia berteriana/spicata* y huiro flotador *Macrocystis* spp.
- Exceptuar de la veda extractiva a los Espacios Marinos Costeros de Pueblos Originarios (EMCPO) que posean plan de manejo aprobado para los recursos huiro negro *Lessonia berteriana/spicata* y huiro flotador *Macrocystis* spp.
- Exceptuar de la veda extractiva a las áreas Marinas Costeras Protegidas de Múltiples Usos (AMCP-MU), que posean plan de manejo aprobado para los recursos huiro negro *Lessonia berteriana/spicata* y huiro flotador *Macrocystis* spp.

MAP/NMR/nmr

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ABIMAR. 2012. Evaluación de biomasa y análisis del estado de explotación de las praderas naturales de algas pardas en zonas de libre acceso de la III y IV Región. Informe pre-final.
- Abimar, 2015. Evaluación directa de macroalgas e impacto de la extracción sobre la comunidad bentónica, IV Región. FIP 2014-18.
- Bustamante, R. y J. C. Castilla, 1987. The shellfishery in Chile: an analysis of 26 years of landings (1960-1985). *Biol. Pesq. (Chile)* 16, 79-97.
- Castilla, J. C., 1990. Clase magistral: importancia y proyección de la investigación en Ciencias del Mar en Chile. *Rev. Biol. Mar., Valparaíso (Chile)* 25(2), 1-18.
- Castilla, J.C., 1994. The Chilean small-scale benthic shellfisheries and the institutionalization of new management practices. *Ecol. Int. Bull.* 21, 47-63.
- Castilla, J.C., 1997. Chilean resources of benthic invertebrates: fishery, collapses, stock rebuilding and the role of coastal management areas and national parks. In: Hancock, D.A., Smith, D.C., Grant, A., Beumer, J.P. (Eds.). *Developing and Sustaining World Fisheries Resources: the State of Science and Management. Second World Fisheries Congress Proceedings.* CSIRO, Collingwood, Australia, pp. 130-135.
- CESSO, 2014. Seguimiento Biológico Pesquero y Evaluación Económica, como insumo para Plan de Manejo de la Pesquería de Algas Pardas. III Región, 2013-2014. Licitación ID N° 4728-132-LE13. Informe Final.
- Defeo, O., A. De Alava, V. Valdívieso y J. C. Castilla, 1993. Historical landings and management options for Genus *Mesodesma* in coast of South America. *Biol. Pesq. (Chile)* 22, 41-54.
- ECOS, 2014. Seguimiento Biológico Pesquero y Evaluación Económica, como Insumo para el Plan de Manejo de la Pesquería de Algas Pardas IV Región, 2013-2014. Informe Final.
- ECOS, 2015. Evaluación directa de macroalgas/impacto de la extracción sobre la comunidad bentónica, III Región. Segundo informe de avance FIP 2014-17.
- FAO. 1995. Código de conducta para la pesca responsable. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. ROMA, 46 pp.
- González, J., C. Tapia, A. Wilson, J. Garrido y M. Ávila. 2002. Estrategias de explotación sustentable de algas pardas en la zona norte de Chile. *Informes Técnicos FIP, FIP/IT 2000-19.* 232 pp., 16 tablas, 47 figs., 4 láminas y 5 anexos.
- González, A., Beltrán, J., Hiriart-Bertrand, L., Flores, V., de Reviers, B., Correa, J. A., & Santelices, B. (2012). Identification of cryptic species in the *Lessonia nigrescens* complex (Phaeophyceae, Laminariales) *Journal of Phycology*, 48(5):1153-1165.
- Hilborn, R., J. M Orensanz y A. Parma, 2005. Institutions, incentives and future of fisheries. *Phil. Trans. R. Soc. B* 360, 47-57.
- Macaya E.C., S. Boltaña, A.H. Buschmann, I.A. Hinojosa, J.E. Macchiavello, N.A. Valdivia, N.R. Vásquez, J.A. Vásquez, J.M.A. Vega & M. Thiel. 2005. Presence of sporophylls in floating kelp rafts of *Macrocystis* spp. (Phaeophyceae) along the Chilean Pacific coast. *Journal of Phycology* 41: 913-922.
- Pizarro, P., L. Herrera, M. Medina, G. Guzmán, J. Godoy, J. Jaque, D. Bravo, M. Donoso, N. Olguín, A. Vargas, C. Hudson, G. Cortés, J. Tapia, M. Rivadeneira, R. Ulloa, V. Baros, M. Ortiz, C. Gálvez y L. Cubillos. 2009.

- Estrategias de sustentabilidad para las principales pesquerías bentónicas de la I y II regiones. Informes Técnicos FIP, FIP/IT 2006-45. 584 pp.
- Santelices, B. 1989. Algas marinas de Chile. Distribución. Ecología. Utilización. Diversidad. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile. 399 pp.
- Tala F., M. Edding & J.A. Vásquez. 2004. Aspects of the reproductive phenology of *Lessonia trabeculata* (LaminarialesPhaeophyta) from three populations in northern Chile. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research 38: 255-266.
- Thiel, M., E.C. Macaya, E. Acuña, W.E Arntz, H. Bastias, K. Brokordt, P.A. Camus, J.C. Castilla, L.R. Castro, M. Cortés, C.P. Dumont, R. Escribano, M. Fernandez, J.A. Gajardo, C.F. Gaymer, I. Gomez, A.E. González, H.E. González, P.A. Haye, J.E. Illanes, J.L. Iriarte, D.A. Lancellotti, G. Luna-Jorquera, C. Luxoro, P.A. Manriquez, V. Marín, P. Muñoz, S.A. Navarrete, E. Perez, E. Poulin, J. Sellanes, H.H. Sepúlveda, W. Stotz, F. Tala, A. Thomas, C.A. Vargas, J.A. Vasquez & A. Vega. 2007. The Humboldt current system of northern-central Chile: oceanographic processes, ecological interactions and socio-economic feedback. Oceanography and Marine Biology Annual Review 45: 195-344.
- Universidad Arturo Prat (UNAP). 2010. Programa de manejo, cultivo y repoblamiento para las algas pardas en la Región de Tarapacá. Segundo Informe de Avance Pesca de Investigación, 106 pp. + 6 Anexos.
- Universidad Católica del Norte (UCN). 2007. Caracterización de la pesquería de algas pardas en las regiones I a IV, 2005-2007. 65 pp.
- Universidad Católica del Norte (UCN). 2009. Caracterización de la pesquería de algas pardas en las regiones XV a IV. Temporada 2008-2009. 56 pp.
- Vásquez J.A. 2004. Evaluación de la biomasa de algas pardas en la costa de la III y IV Región de Chile.
- Vásquez J.A. & J.M.A. Vega. 2005. Macroinvertebrados asociados a discos de adhesión de algas pardas: biodiversidad de comunidades discretas como indicadora de perturbaciones locales y de gran escala. Cuarta parte. Capítulo XII. En: E. Figueroa Ed. Biodiversidad Marina: Valoración, uso y perspectivas. ¿Hacia dónde va Chile?. Editorial Universitaria. Santiago. Chile: 429-450.
- Vásquez, J.A., J.M.A Vega & A.H. Buschmann. 2006. Long term variability in the structure of kelp communities in northern Chile and the 1997-98 ENSO. Journal of Applied Phycology In press.
- Vásquez, J., F. Tala, A. Vega, S. Zuñiga, M. Edding y N. Piaget. 2008. Bases ecológicas y evaluación de usos alternativos para el manejo de praderas de algas pardas de la III y IV regiones. Informes Técnicos FIP, FIP/IT 2005-22. 222 pp.
- Vásquez, J. A., N. Piaget, F. Tala, J. M. A. Vega, A. Bodini, S. Morales, L. Jorquera, C. Sáez, P. Muñoz. 2010. Evaluación de la biomasa de praderas naturales y prospección de potenciales lugares de repoblamiento de algas pardas en la costa de la XV, I y II Regiones. Informe Final Proyecto FIP 2008-38. 160 pp.

## 7. ANEXOS

**Anexo 1.** Desembarque del recurso **huiro negro** categoría **buzos** año 2014-junio 2015.

MES	2014 BUZOS			2015 BUZOS		
	EVENTOS	DA	DESEMBARQUE (t)	EVENTOS	DA	DESEMBARQUE (t)
ENERO	63	57	247	3	2	5
FEBRERO	22	22	76	4	3	8
MARZO	45	41	221	1	1	5
ABRIL	64	60	279	18	14	43
MAYO	97	91	411	13	13	38
JUNIO	48	43	190	5	4	13
JULIO	19	19	50			
AGOSTO	39	37	101			
SEPTIEMBRE	19	18	61			
OCTUBRE	35	29	88			
NOVIEMBRE	55	41	121			
DICIEMBRE	31	26	75			
			<b>1.919</b>			<b>113</b>

**Anexo 2.** Desembarque del recurso **huiro negro** categoría **recolector de orilla** año 2014- junio2015.

MES	2014 RECOLECTORES			2015 RECOLECTORES		
	EVENTOS	DA	DESEMBARQUE (t)	EVENTOS	DA	DESEMBARQUE (t)
ENERO	2.249	807	3.756	3.221	534	3.347
FEBRERO	2.110	761	4.049	5.070	865	5.577
MARZO	3.086	1087	6.637	5.770	957	6.746
ABRIL	3.454	1140	8.264	5.427	916	6.357
MAYO	3.200	1052	7.634	5.241	868	6.172
JUNIO	2.318	744	5.308	2.574	426	2.701
JULIO	2.912	786	5.436			
AGOSTO	2.322	618	4.077			
SEPTIEMBRE	2.001	539	3.601			
OCTUBRE	3.477	759	5.242			
NOVIEMBRE	3.983	734	4.860			
DICIEMBRE	4.081	728	4.739			
			<b>63.603</b>			<b>30.900</b>

**Anexo 3.** Desembarque del recurso **huiro flotador** categoría buzo año 2014- junio2015.

MES	2014 BUZOS			2015 BUZOS		
	EVENTOS	DA	DESEMBARQUE (TON)	EVENTOS	DA	DESEMBARQUE (TON)
ENERO	302	193	656	181	131	480
FEBRERO	104	74	204	159	110	333
MARZO	32	23	68	168	118	336
ABRIL	246	169	540	176	115	359
MAYO	69	55	132	114	85	244
JUNIO	91	64	142	128	96	258
JULIO	190	124	363			
AGOSTO	162	118	319			
SEPTIEMBRE	55	49	114			
OCTUBRE	193	143	433			
NOVIEMBRE	149	108	361			
DICIEMBRE	133	105	336			
			<b>3.666</b>			<b>2.011</b>

**Anexo 4.** Desembarque del recurso **huiro flotador** categoría recolector de orilla año 2014- junio2015.

MES	2014 HUIRO FLOTADOR			2015 RECOLECTOR		
	EVENTOS	DA	DESEMBARQUE (TON)	EVENTOS	DA	DESEMBARQUE (TON)
ENERO	78	46	158	173	31	184
FEBRERO	55	45	121	224	52	251
MARZO	59	32	176	143	81	201
ABRIL	115	35	237	99	23	136
MAYO	67	31	151	94	59	129
JUNIO	22	18	46	101	54	198
JULIO	83	21	125			
AGOSTO	33	18	62			
SEPTIEMBRE	34	28	125			
OCTUBRE	121	40	222			
NOVIEMBRE	63	11	65			
DICIEMBRE	111	19	114			
			<b>1.603</b>			<b>1.099</b>