
INFORME COMITÉ CIENTÍFICO BENTÓNICO

Nº 14/2016

RECOMENDACIÓN DE CUOTAS PROVISORIAS PARA LOS RECURSOS
HUIRO NEGRO (*Lessonia berteroana/spicata*),
HUIRO PALO (*Lessonia trabeculata*) Y
HUIRO FLOTADOR (*Macrocystis pyrifera*)
EN LAS REGIONES DE ATACAMA Y COQUIMBO Y
EN EL SECTOR DE BAHÍA CHASCO

Diciembre de 2016



1. PROPOSITO

El presente informe tiene por objetivo fundamentar la recomendación de un rango de cuotas temporales para el primer trimestre de 2017, para los siguientes recursos en las zonas y periodos que se especifican a continuación (Tabla 1):

Tabla 1. Recursos por región y periodo de recomendación de rango de cuota trimestral.

Región /Zona	Recurso	Periodo
Bahía Chasco, III Región	Huiro flotador <i>Macrocystis pyrifera</i>	1 de enero - 31 de marzo
III Región	Huiro negro <i>Lessonia berteroana /spicata</i> Huiro palo <i>Lessonia trabeculata</i> Huiro flotador <i>Macrocystis pyrifera</i>	1 de enero - 31 de marzo
IV Región	Huiro negro <i>Lessonia berteroana /spicata</i> Huiro palo <i>Lessonia trabeculata</i> Huiro flotador <i>Macrocystis pyrifera</i>	1 de enero - 31 de marzo

Lo anterior considerando recomendaciones específicas emanadas por el Comité Científico en la 5ta. y 6ta Sesiones de trabajo del año 2016.

2. ANTECEDENTES

2.1. Cuotas otorgadas y extraídas desde áreas de libre acceso de las regiones de Atacama y Coquimbo en el marco de los planes de manejo en funcionamiento

Los planes de manejo establecidos para la III¹ y IV² Regiones así como el de Bahía Chasco³ en la III Región, contemplan la cuota de extracción como medida de manejo y explotación del recurso. Para el caso de Atacama⁴ y Coquimbo, ambos planes señalan que dicha cuota:

- Corresponderá a un límite anual para las tres especies (huiro flotador, huiro palo y huiro negro), distribuida temporalmente en provincias y trimestres.
- En ausencia de cuota, solo se podrá recolectar alga desprendida en forma natural.
- La cuota no aplicaría en periodos de prohibición temporal de remoción activa.

¹ Resolución N°2672 (30/Septiembre/2013)

² Resolución N°2673 (30/Septiembre/2013)

³ Resolución N°2187 (14/Julio/2010)

⁴ Actualmente la cuota de Atacama no tiene distribución provincial a recomendación del Comité de Manejo, dicha modificación no se ha corregido en el plan de manejo.

En el caso del plan de manejo de Bahía Chasco, la cuota se operativiza mediante la implementación de las siguientes acciones:

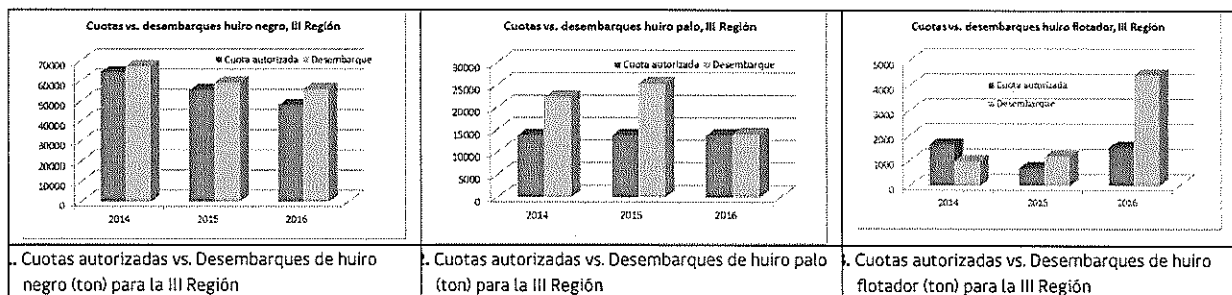
- Establecimiento de un límite de extracción anual, distribuida temporalmente en trimestres. Al completarse la cuota del periodo, habiendo exceso o saldo de extracción respecto de la cuota fijada, ésta diferencia positiva o negativa será imputada al período siguiente. En caso de completarse la cuota anual, solo se podrá recolectar y comercializar alga desprendida naturalmente.
- Criterios de extracción recomendados:
 - a) Remoción: extracción de ejemplares adultos (talla mínima) con entresacado y rotación de áreas.
 - b) Entresacado: mantener una densidad mínima o distancia interplantas no mayor a 1 m entre discos de una y otra. Se recomienda el entresacado de plantas adultas, extrayendo una de cada tres, privilegiando la más grande.
 - c) Talla mínima de extracción: para resguardar el crecimiento y desarrollo reproductivo.
 - d) Poda del dosel: corte de la fracción superior del alga, sobre las frondas reproductivas del alga.

El establecimiento de cuotas para estas regiones se inicia el 2012 para la Región de Coquimbo, sobre la base de la recomendación de la propia Mesa Público Privada (actualmente Comité de Manejo).

A partir del año 2014, se establecen cuotas para estos recursos en la III y IV Regiones de acuerdo a la recomendación del Comité Científico Técnico de Recursos Bentónicos, según lo dispuesto en la Ley General de Pesca y Acuicultura.

En las siguientes figuras (Fig. 1-7) se observan las cuotas establecidas y los desembarques registrados para cada especie y zona:

III REGION



BAHIA CHASCO, III REGION

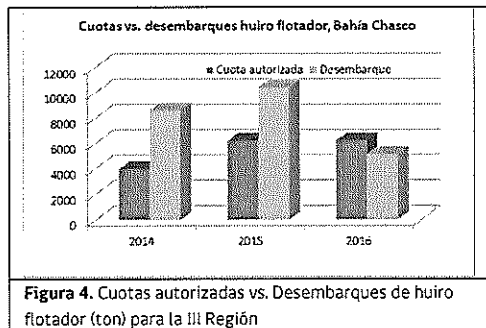


Figura 4. Cuotas autorizadas vs. Desembarques de huiro flotador (ton) para la III Región

IV REGION

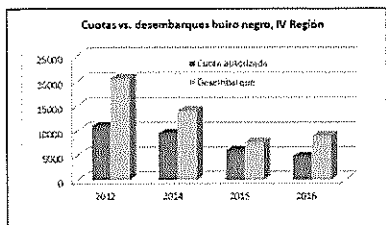


Figura 5. Cuotas autorizadas vs. Desembarques de huiro negro (ton) para la IV Región

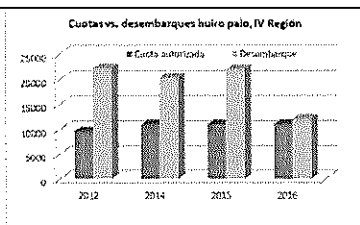


Figura 6. Cuotas autorizadas vs. Desembarques de huiro palo (ton) para la IV Región

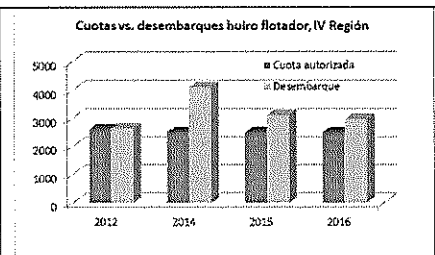


Figura 7. Cuotas autorizadas vs. Desembarques de huiro flotador (ton) para la IV Región

2.2. Precio playa e ingresos promedio por alguero/buzo mariscador

En relación a la actividad productiva asociada al recurso algas pardas entre la III y IV Regiones, considerando la información disponible para los últimos 2 años (2015-2016), es factible observar que los ingresos brutos, en base a información de registros oficiales, por concepto de extracción de algas han variado entre \$191.000 y \$3.085.000 para 2015 y entre \$170.000 y \$2.026.000 para 2016. Lo anterior, considerando ingresos promedio por extractor, recurso y región, los que pueden representar la base de los ingresos en virtud que un alguero opera generalmente en más de un recurso (Tabla 2).

Tabla 2. Antecedentes de ingresos promedio por alguero para los recursos huiro negro, huiro palo y huiro flotador en la III y IV Regiones.

HUIRO NEGRO					
	Año	Precio Playa \$	N° Algueros activos	Desembarque	Ingreso promedio mensual por Alguero (\$)
III	2015	161	934	58.868	845.623
	2016	177	556	55.737	1.478.634
IV	2015	161	537	7.647	191.056
	2016	177	284	8.916	463.067

HUIRO PALO					
	Año	Precio Playa \$	N° Algueros activos	Desembarque	Ingreso mensual por Alguero (promedio)
III	2015	270	184	25.236	3.085.924
	2016	173	142	13.901	1.411.310
IV	2015	270	244	21.974	2.026.291
	2016	173	217	12.040	799.892

3.

HUIRO FLOTADOR					
	Año	Precio Playa \$	N° Algueros activos	Desembarque	Ingreso mensual por Alguero (promedio)
III	2015	86	36	11.559	2.301.097
	2016	86	48	10.029	1.497.385
IV	2015	86	82	3.113	272.071
	2016	86	125	2.975	170.567

2.3. Estado de los recursos

La estructura poblacional medida en función del diámetro del disco de adhesión para todas las provincias de la Región 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. 8) (ECOS, 2016).**

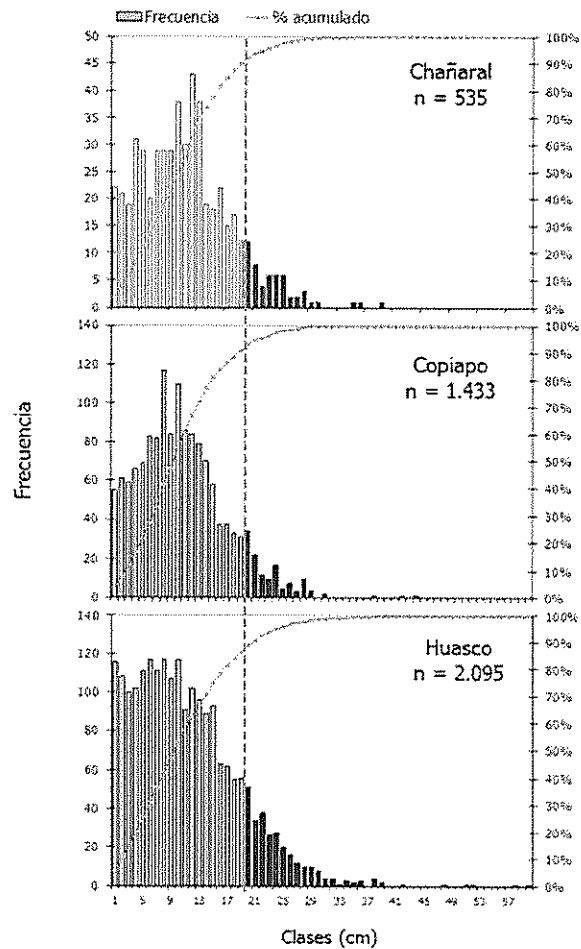


Figura 8. Estructura poblacional en función del diámetro del disco de adhesión de *L. berteriana*. Región de Atacama. La línea punteada separa la fracción adulta (> 20 cm) del resto de la población (ECOS, 2016).

Estimaciones realizadas durante 2002, 2012, 2013 y 2015–2016 de biomasa para huiro negro, huiro palo y huiro flotador en la IV Región, considerando como una primera aproximación que las estimaciones de biomasa del año 2002, corresponderían al estado virginal de las 3 poblaciones, indican que las biomásas actuales, se encontrarían en torno a 10% de la biomasa virginal en el caso de huiro palo y huiro negro y bajo un 1% en el caso de huiro flotador. Los niveles de reducción de stock, de esta manera calculados, indicarían que las tres especies se encontrarían en estado de agotamiento o colapso (resultados preliminares FIPA 2014–18, ejecutado por ABIMAR Ltda.

2.4. Aspectos Normativos

Actualmente, se aplican las siguientes medidas de administración para los recursos algales denominados "huiros" entre la III y IV Regiones:

- 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), de la IV Región de Coquimbo (Res. Ex. N°3135/2012) y de Bahía Chasco en la III Región (Res. Ex. N°2986/2012). 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), de la IV Región de Coquimbo (Res. Ex. N°2673/2013) y de Bahía Chasco en la III Región (Res. Ex. N°2187/2010). Medida con vigencia indefinida.
- Establecimiento de cuotas anuales por recurso en áreas de libre acceso, como límite de extracción en la III Región y Bahía Chasco (D. Ext. N° 68/2016 y sus modificaciones) y IV Región (D. Ext. N° 44/2016 y sus modificaciones). Medida vigente hasta el 31 de diciembre de 2016.
- Veda extractiva de invierno 2016 en la III Región de Atacama (julio), para los recursos huiro negro y huiro flotador (D. Exento N° 373/2016). Aplicación solamente año 2016.
- Veda extractiva de verano 2016 en la III y IV Regiones, para los recursos huiro negro y huiro flotador (D. Exento N° 1175/2015).
- 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. EVALUACION DE STOCK 2017

3.1. Requerimiento de evaluación de stock

Con el fin de establecer cuotas totales permisibles de desembarque para los recursos algas pardas en las regiones de Atacama y Coquimbo, la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SSPA) solicitó una asesoría especializada para que, a partir de la experiencia de la IV Región con la implementación de un modelo de biomasa dinámico, en condiciones de no equilibrio, se pudiera avanzar en la implementación de modelos análogos para los recursos huiro flotador y huiro palo en ambas regiones del país. La asesoría solicitada considera las siguientes etapas de desarrollo y plazos de cumplimiento (Tabla 3).

Tabla 3. Etapas de asesoría contratada para evaluación de stock indirecta de los recursos algales de los planes de manejo de la III y IV Regiones.

Región /Zona	Recurso	Plazo entrega resultados	Observaciones
Bahía Chasco, III Región	Huiro flotador <i>Macrocystis pyrifera</i>	Marzo 2017	A revisar en CCTB de marzo de 2017
III Región	Huiro negro <i>Lessonia berteroana /spicata</i> Huiro flotador <i>Macrocystis pyrifera</i>	Noviembre 2016	Antecedentes revisados en CCTB de 2 de diciembre de 2016
	Huiro palo <i>Lessonia trabeculata</i>	Enero 2017	A revisar en CCTB de enero de 2017
IV Región	Huiro negro <i>Lessonia berteroana /spicata</i> Huiro palo <i>Lessonia trabeculata</i>	Noviembre 2016	Antecedentes revisados en CCTB de 2 de diciembre de 2016
	Huiro flotador <i>Macrocystis pyrifera</i>	Enero 2017	A revisar en CCTB de enero de 2017

En virtud de esto el CCTB tuvo a la vista antecedentes para pronunciarse sobre las cuotas de huiro negro en la III y IV Regiones, huiro flotador en la III Región y huiro palo en la IV Región (cuotas sombreadas en cuadro anterior). Para el resto de cuotas a definir, dados los plazos de la evaluación de stock solicitada, se proponía por parte de la Subsecretaría establecer una cuota provisoria en tanto se dispusiera del análisis y recomendación técnica correspondiente.

Adicionalmente, dado el requerimiento del CCTB en el sentido de efectuar una estimación del volumen de alga varada en playa de mar susceptible de ser declarada como desembarque en forma mensual, se solicitó al evaluador de stock, efectuar una

propuesta que permitiera dimensionar la fracción máxima de alga varada conjuntamente con los rangos de cuota recomendados.

El Informe de Resultados de esta Asesoría se adjunta en Anexo 1 (Pérez, 2016).

3.2. Metodología de evaluación de stock

El detalle de la metodología utilizada en la estimación de las cuotas 2017 (Tabla 4) se presenta en Anexo 1. A continuación se presenta un resumen de los modelos utilizados por recurso.

Tabla 4. Modelos utilizados para evaluación de stock indirecta de los recursos algales de los planes de manejo de la III y IV Regiones.

Región	Recurso	Metodología utilizada
III	Huiro negro	Modelo de excedente de producción de Schaefer en su versión de no equilibrio propuesto por ECOS (2016).
	Huiro flotador	Variante del modelo de Schaefer desarrollado para el huiro negro.
IV	Huiro negro	Según proposición de Pella y Tomlimson (1969) quienes introducen un coeficiente de asimetría (p) en la ecuación dinámica.
	Huiro palo	Variante del modelo de Schaefer desarrollado por Figueroa (2016).

3.3. Resultados de la evaluación de stock

A continuación se entrega un resumen de los resultados obtenidos para los recursos huiro negro en la III y IV Regiones, huiro flotador en la III Región y huiro palo en la IV Región (Tabla 5).

Tabla 5. Biomاسas y rangos de cuotas estimadas por el modelo de evaluación de stock indirecta de los recursos algales de los planes de manejo de la III y IV Regiones.

III Región Huiro negro:

Escenario varado máximo	Porcentaje recuperación Pradera	Biomasa estimada a diciembre 2016 (toneladas)	Rango cuota (toneladas)	
			Activa	Varado
80	7,5	147.733	82.575	147.825
	10,0		79.046	149.604
	12,5		75.505	151.385
	14,0		73.377	152.455
60	7,5	141.343	80.528	106.078
	10,0		77.180	107.350
	12,5		78.823	108.624
	14,0		71.804	109.390

40	7,5	123.300	74.005	61.697
	10,0		71.155	62.431
	12,5		68.299	63.166
	14,0		68.582	63.607
20	7,5	95.557	61.834	23.912
	10,0		59.708	24.193
	12,5		56.298	24.642
	14,0		56.298	24.642
10	7,5	83.012	55.477	10.387
	10,0		53.662	10.508
	12,5		51.844	10.630
	14,0		50.751	10.703

III Región Huiro flotador:

Porcentaje recuperación Pradera	Biomasa estimada a diciembre 2016 (toneladas)	Rango cuota (toneladas)	
		Activa	Varado
0	12.149	9.760	8.926
7,5		9.051	9.224
10,0		8.747	9.351
12,5		8.493	9.457
14,0		8.340	9.521
14,0 (ajustado)		8.340	5.808

IV Región Huiro negro:

Escenario varado máximo	Porcentaje recuperación Pradera	Biomasa estimada a diciembre 2016 (toneladas)	Rango cuota	
			Activa	Varado
80	10	15.381	6.814	15.731
	12		6.289	15.860
	14		5.764	15.989
60	10	13.637	5.764	10.478
	12		5.796	10.472
	14		5.339	10.557
40	10	11.130	5.314	5.592
	12		4.952	5.638
	14		4.590	5.684
20	10	7.046	3.247	8.595
	12		3.028	8.667
	14		2.809	8.738

IV Región Huiro palo:

Relación con biomasa en el RMS	Biomasa estimada a diciembre 2016 (toneladas)	Rango cuota (toneladas)	
		Activa	Varado
Actual	181.253	593	110.380
MRS +5		6.439	108.063
MRS +7,5		2.262	109.718
MRS -5		23.146	101.439
MRS -7,5		27.322	99.784

4. ANALISIS DEL CCTB

4.1. Recomendaciones generales del CCTB

Consideración del varado

Respecto a los puntos planteados, los miembros del CCTB señalan que si bien es difícil establecer una diferencia entre alga barreteada y alga varada, la población de huiros es una, por lo tanto, lo que se extrae, ya sea mediante barroteo o varado natural debe ser considerados en el establecimiento de la cuota, lo que implica que una vez alcanzada las cuotas recomendadas se deben suspender las actividades extractivas y de recolección, según se detalla en cuadro de recomendaciones.

Dicha consideración fue integrada en las modelaciones utilizadas para estimación de las cuotas propuestas por el evaluador de stock. Para aquellos casos en los cuales no se efectuó evaluación de stock indirecta a la fecha, se consideró el sobreconsumo registrado durante el presente año para el primer trimestre, asumiendo que en estricto rigor estas cantidades corresponden exclusivamente a alga varada.

En cualquier caso la evaluación indirecta de stock aplicando las metodologías descrita en el anexo es considerada sólo como una primera aproximación para la estimación de cuotas, ya que el evaluador no presentó en detalle su metodología, surgiendo muchas dudas al interior del CCTB.

Fraccionamiento temporal de la cuota

En relación al fraccionamiento de la cuota, el CCTB podría hacer una recomendación al respecto, no obstante, dadas las disposiciones de la normativa vigente tal materia es competencia del comité de manejo sobre la base de su acuerdo el que debe ser ratificado en el acta correspondiente. En este sentido, el CCTB consideró la propuesta histórica de distribución de la cuota efectuada por los Mesas Publico Privadas (MPP) de Atacama, Coquimbo y Bahía Chasco. Cabe señalar que respecto de este punto la MPP de Coquimbo ratificó su acuerdo respecto de tal distribución mediante ORD./MPP/III/Nº003/2016 (C.I. Nº14.419 de 2 de diciembre de 2016).

En este sentido, a falta de buenas herramientas cuantitativas es posible proponer medidas de manejo (ej. una cuota) en consideración a la captura histórica, buscando afinar la aproximación con la retroalimentación al final del ciclo de manejo (año). Este

tipo de aproximación ya se aplicó en el Plan de Manejo del Erizo en la X y XI regiones, para definir cuotas de captura entre los años 2005 y 2010.

Homologación de medidas de administración

Adicionalmente, el CCTB plantea que es necesario avanzar en la homologación de la aplicación de las medidas de administración de los planes de manejo de algas entre la XV y IV Regiones, respondiendo a orientaciones generales de la administración.

El CCTB, sobre la base de los planteamientos de Sernapesca realizados en la Sesión N°5 del CCTB propone estandarizar ambas regiones y realizar la estimación de cuotas del recurso huiro negro 2017 en estado semi húmedo. Para estos efectos en el caso de huiro negro de la III Región se aplica un factor de corrección de alga húmeda (100%) a alga semi húmeda (35%).

Autorregulación

Por otro lado, señala que la regulación no solo pasa por la fiscalización, ya que ésta por sí sola no es suficiente, por lo que se hace un llamado a las MPP para que ahonden en un tema clave para la sustentabilidad del recurso, como lo es la autorregulación entre los usuarios, aspecto clave en el manejo de los recursos bentónicos. En la medida en que los usuarios propongan medidas de manejo y las respeten, el éxito en el manejo de los recursos debiera darse por defecto, además de cumplirse con el espíritu de la norma.

4.2. Acuerdos de las Mesas Público Privadas

Mesa Público Privada Atacama

Oficio ORD MPP III/03-2016

- Acuerda modificar periodo veda extractiva establecida entre enero y febrero de cada año, sobre recursos huiro negro y huiro flotador por los meses de julio y agosto de cada año, de manera de hacerla coincidir con periodo de máxima reproducción de esta especie.

Mesa Público Privada Coquimbo

Oficio ORD MPP IV/02-2016

- Mantener el **fraccionamiento espacial** de la cuota de algas pardas (para las 3 especies) por **comunas**: Higerillas/La Serena, Coquimbo, Ovalle, Canela y Los Vilos.
- Mantener fraccionamiento temporal de la cuota en forma trimestral según se indica para cada especie:

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El CCTB se pronuncia respecto de una **cuota provisoria** para los recursos huiro negro (*Lessonia berteroa/spicata*), huiro palo (*Lessonia trabeculata*) y huiro flotador (*Macrocystis pyrifera*) en las regiones de Atacama y Coquimbo y huiro flotador (*Macrocystis pyrifera*) de Bahía Chasco, para el primer trimestre de 2017, a saber:

Región	Recurso	Criterio/observaciones CCTB	Desglose		Rango de Cuota (t)
			Cuota Provisoria (t) Varado + Segado	Varado	
Atacama	Huiro negro	<p>Se recomienda para el 1^{er} trimestre (enero-marzo 2017) el 23% de la cuota anual simulada por el consultor (61.464 toneladas) basada en el escenario de un 10% de alga desprendida de forma natural y un 14% de recuperación año.</p> <p>Se consideró un 85% como alga activa (varada + barreteada), con un delta extra exclusivamente de varado de un 15%.</p> <p>Además, para este recurso, se corrige el porcentaje de humedad de un 70% a un 35% alga semi húmeda. Para ello, sobre la base de los antecedentes proporcionados por el SERNAPESCA, el valor cuota de alga húmeda (valores entre paréntesis), se debe dividir por el valor correspondiente a 1,6 (Anexo 2).</p> <p>Una vez que la actividad extractiva/de recolección sobre la subfracción de la cuota Varado + Segado alcance al valor definido en el rango 6.007-7.509 toneladas, deberá suspenderse la actividad de barreteo, permitiendo solamente la actividad de alga varada (en playa de mar) hasta un máximo definido en el rango 1.060-1.325 toneladas, luego de lo que deberán suspenderse todas las actividades (barreteado y recolección de varado) hasta la apertura del siguiente periodo.</p> <p>Los sobreconsumos y saldos registrados para este trimestre serán imputados al periodo siguiente.</p>	(12.014)	(2.120)	(11.307 - 14.134)
			6.007 - 7.509	1.060 - 1.325	7.067 - 8.833

Región	Recurso	Criterio/observaciones CCTB	Desglose		Rango de Cuota (t)
			Cuota Provisionaria (t)	Varado	
			Varado + Segado		
Atacama	Huero flotador	<p>Se recomienda mantener la cuota otorgada para el 1^{er} trimestre de 2016, para el 1^{er} trimestre de 2017, correspondiente a 384 toneladas.</p> <p>Adicionalmente, se limita el varado post consumo de cuota a 396 toneladas extra, estimadas a partir del promedio de lo declarado como desembarque por la categoría de recolector de orilla durante el 1^{er} trimestre de 2016.</p> <p>Esta cuota ha sido estimada considerando el 100% de humedad dada su modalidad de comercialización y destino.</p> <p>Una vez que la actividad de segado/de recolección sobre la subfracción de la cuota Varado + Segado alcance al valor definido en el rango 307-384 toneladas, deberá suspenderse la actividad de segado y de embarcaciones, permitiendo solamente la actividad de alga varada (en playa de mar) hasta un máximo definido en el rango 317-396 toneladas, luego de lo que deberán suspenderse todas las actividades (segado y recolección de varado) hasta la apertura del siguiente periodo.</p> <p>Los sobreconsumos y saldos registrados para este trimestre serán imputados al periodo siguiente.</p>	307 - 384	317 - 396	624-780
	Huero palo	<p>Se recomienda mantener la cuota del 1^{er} trimestre 2016 (2.765 ton) considerando que el consumo de la misma fue de 1.909 toneladas. Esta cuota ha sido estimada considerando el 100% de humedad.</p> <p>Se establece que una vez consumido el total de la cuota temporal definido en el rango entre 2.212 y 2.765 toneladas, todas las actividades deberán suspenderse (segado y recolección de varado) hasta la apertura del siguiente periodo.</p> <p>Los sobreconsumos y saldos registrados para este trimestre serán imputados al periodo siguiente.</p>	2.765	-	2.212-2.765

Región	Recurso	Criterio/observaciones CCTB	Desglose		Rango de Cuota (t)
			Cuota Provisoria (t) Varado + Segado	Varado	
Bahía Chasco-Atacama	Huiro flotador	Se recomienda mantener la cuota otorgada para el 1 ^{er} trimestre de 2016, para el 1 ^{er} trimestre de 2017, correspondiente a 1.463 toneladas. Adicionalmente, se incluye un porcentaje máximo de varado a ser extraído luego del consumo de la cuota del trimestre, de magnitud similar al sobreconsumo del periodo declarado durante 2016.	1.170-1.463	400-500	1.570-1.963
		Esta cuota ha sido estimada considerando el 100% de humedad dada su modalidad de comercialización y destino. Una vez que la actividad de segado/de recolección sobre la subfracción de la cuota Varado + Segado alcance al valor definido en el rango 1.170-1.463 toneladas, deberá suspenderse la actividad de segado y de embarcaciones, permitiendo solamente la actividad de alga varada (en playa de mar) hasta un máximo definido en el rango 400-500 toneladas, luego de lo que deberán suspenderse todas las actividades (segado y recolección de varado) hasta la apertura del siguiente periodo. Los sobreconsumos y saldos registrados para este trimestre serán imputados al periodo siguiente.			

Región	Recurso	Criterio/observaciones CCTB	Desglose		Rango de Cuota (t)
			Cuota Provisoria (t)	Varado	
			Varado + Segado		
Coquimbo	Huiri negro	<p>Se recomienda para el 1^{er} trimestre (enero-marzo 2017) la cuota estimada por el modelo, con 1.148 toneladas para el mes de marzo, y un valor de varado total de 1.342 toneladas (distribución mensual varado: enero 432 t., febrero 447 t., y 463 en marzo), basada en el escenario de un 40% de alga desprendida de forma natural y un 14% de recuperación año.</p> <p>Dado que en esta región los datos de desembarque se trabajan con un 35% de humedad no es necesaria la corrección de la cuota. En virtud de esto, la cuota está calculada con un 35% de humedad (semi-húmedo).</p> <p>Durante el periodo de veda extractiva (enero y febrero) se podrá realizar recolección de alga varada desde la playa hasta un máximo definido en el rango 703-879 toneladas. Durante el mes de marzo que se reinicia la actividad extractiva/de recolección se podrá extraer un máximo definido en el rango 918-1.148 toneladas, luego de lo que deberá suspenderse la actividad de barroteo, permitiendo solamente la actividad de alga varada (en playa de mar) hasta un máximo definido en el rango 370-463 toneladas, luego de lo que deberán suspenderse todas las actividades (segado y recolección de varado) hasta la apertura del siguiente periodo.</p> <p>Los sobreconsumos y saldos registrados para este trimestre serán imputados al periodo siguiente.</p>	918-1.148	1.074-1.342	1.992-2.490
	Huiri palo	<p>Se recomienda mantener la cuota del 1^{er} trimestre 2016 (2.873 toneladas) considerando que el consumo de la misma fue de 2.542 toneladas.</p> <p>Esta cuota ha sido estimada considerando el 100% de humedad, pero con un 70% del peso original, ya que el desembarque se declaró sobre ejemplares sin hojas.</p> <p>Se establece que una vez consumido el total de la cuota temporal definido en el rango entre 2.298 y 2.873 toneladas, todas las actividades deberán suspenderse (barroteado y recolección de varado) hasta la apertura del siguiente periodo.</p> <p>Los sobreconsumos y saldos registrados para este trimestre serán imputados al periodo siguiente.</p>	2.873	-	2.298-2.873

Región	Recurso	Criterio/observaciones CCTB	Desglose		Rango de Cuota (t)
			Varado + Segado	Varado	
Coquimbo	Huiro flotador	Se recomienda para el 1 ^{er} trimestre (enero-marzo 2017) la cuota para el mismo periodo 2016 correspondiente a 1.239 toneladas.			
		Adicionalmente, se incluye un porcentaje máximo de varado a ser extraído luego del consumo de la cuota del trimestre, de magnitud similar al sobreconsumo del periodo declarado durante 2016. Esta cuota ha sido estimada considerando el 100% de humedad dada su modalidad de comercialización y destino. Una vez que la actividad de segado/de recolección sobre la subfracción de la cuota Varado + Segado alcance al valor definido en el rango 991-1.239 toneladas, deberá suspenderse la actividad de segado y de embarcaciones, permitiendo solamente la actividad de alga varada (en playa de mar) hasta un máximo definido en el rango 400-500 toneladas, luego de lo que deberán suspenderse todas las actividades (segado y recolección de varado) hasta la apertura del siguiente periodo. Los sobreconsumos y saldos registrados para este trimestre serán imputados al periodo siguiente.	991-1.239	400-500	1.391-1.739

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ABIMAR, 2016.** Evaluación directa de macroalgas/impacto de la extracción sobre la comunidad bentónica, IV Región. Informe Final FIPA 2014-18.
- Comité Científico Bentónico, 2016.** Acta de la 5ta Sesión de trabajo.
- ECOS, 2016.** Evaluación directa de macroalgas/impacto de la extracción sobre la comunidad bentónica, III Región. Informe Final FIPA 2014-17.
- Figuroa, S. 2016.** Evaluación indirecta de la población de huiro palo (*Lessonia trabeculata*) en las costas de la IV Región, Chile. Tesis para optar al Título de Biólogo Marino. Universidad Católica del Norte. Facultad de Ciencias del Mar. Departamento de Biología Marina. Coquimbo, Chile. 29 pp.
- Pérez, E. 2016.** Estimación de cuota total permisibles para los recursos huiro negro (*Lessonia berteroana*), huiro palo (*Lessonia trabeculata*) y huiro flotador (*Macrocystis integrifolia*) en las regiones de Atacama y Coquimbo. 24 pp.
- Sernapesca, 2016.** Minuta: Antecedentes de Relación entre los pesos de la Declaración Desembarque y de la Comercialización para el Huiro negro Región de Atacama.
- Pella, J.J. y P.K. Tomlinson. 1969.** A generalized stock-production modelo. Bulletin of the Inter - American Tropical Tuna Commission. 13:421-458.

ANEXO 1

ESTIMACION DE CUOTA TOTAL PERMISIBLES PARA LOS RECURSOS HUIRO NEGRO (*Lessonia berteroana*), HUIRO PALO (*Lessonia trabeculata*) Y HUIRO FLOTADOR (*Macrocystis integrifolia*) EN LAS REGIONES DE ATACAMA Y COQUIMBO

Preparado por
Dr. Eduardo P. Pérez E.

Valparaíso, Noviembre de 2007

ANTECEDENTES

Con el fin de establecer cuotas totales permisibles de desembarque para los recursos algas pardas en las regiones de Atacama y Coquimbo, la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SSPA) solicitó una asesoría especializada para que, a partir de la experiencia ganada en la IV Región para implementar un modelo de biomasa dinámico, en condicione de no equilibrio, se pudiera avanzar en la implementación de modelos análogos para los recursos huiro flotador y huiro palo en ambas regiones del país.

Esta asesoría debe realizarse en tres etapas, a saber: i) estimar las CTP para los recursos huiro negro y huiro flotador en la III región y huiro negro y huiro palo en la IV Región; ii) estimar la CTP para el recurso huiro palo en la III Región y huiro flotador en la IV región; iii) implementar un modleo dinámico para la población de huiro flotador en Bahía Chasco.

El presente Informe de Avance da cuenta de la primera de estas etapas.

Los antecedentes acerca de la modelación de algas pardas en se remiten a los esfuerzos realizados por Ortiz (2010), ECOS (2014, 2015) y Figueroa (2016). En el caso de Ortiz (2010) modeló los recursos *Macrocystis integrifolia* y *Lessonia trabeculata* usando un enfoque de ecosistema mediante el software ECOPATH II. ECOS (2014) implementó un modelo dinámico para describir la pesquería del recurso huiro negro en la región de Coquimbo. Este estudio indicó que el recurso mostraba signos de sobre explotación, razón por la cual el Comité de Manejo de Algas Pardas de la IV región sugirió disminuir la presión de extracción con el propósito de incrementar los niveles poblacionales. Para ello se calcularon CTP cuyos resultados se simularon para el año 2015 y 2016 usando dicho modelo. Posteriormente, ECOS (2015) usando la misma metodología usada en ECOS (2014) implementó un modelo que explicaba la dinámica de la pesquería de huiro negro y huiro flotador para el periodo 2014 – 2015. Los resultados mostraron que ambos recursos estaban en condiciones de sobre explotación, con niveles poblacionales inferiores al 20% de la capacidad de carga del sistema. A diferencia de lo ocurrido en la IV Región en la Región de Atacama no se calcularon CTP que fueran evaluadas en cuando a su impacto en el estado de situación de los recursos utilizando el modelo desarrollado. Finalmente, Figueroa (2016) modeló la pesquería de huiro palo en la Región de Coquimbo. Entre sus conclusiones estableció que el recurso está en buenas condiciones, con un nivel de biomasa cercano al Máximo Rendimiento Sostenible (MRS).

La asesoría solicitada por la SSPA contempla el siguiente Objetivo General y los Objetivos Específicos que se detallan a continuación.

Objetivo General

Estimar una CTP, que satisfaga puntos de referencia explícitos, para las especies huiro negro, huiro palo y huiro flotador en la III y IV Región utilizando modelos dinámicos de biomasa.

1. Objetivos Específicos

- 1.1. Estimar un volumen de alga varada susceptible de ser declarada como desembarque en forma mensual
- 1.2. Estimar para la III Región de Atacama la CTP para el año 2017 para los recursos Huiro Negro y Huiro Flotador
- 1.3. Estimar para la IV Región de Coquimbo la CTP para el año 2017 para los recursos Huiro Negro y Huiro Palo
- 1.4. Estimar los parámetros y validar un modelo dinámico de biomasa para el recurso Huiro Palo para la III Región
- 1.5. Estimar los parámetros y validar un modelo dinámico de biomasa para el recurso Huiro Flotador para la IV Región
- 1.6. Estimar los parámetros y validar un modelo dinámico de biomasa para el recurso Huiro Flotador para Bahía Chasco en la III Región

En este Informe de Avance se detalla la metodología para dar respuesta a los Objetivos Específicos 1.1., 1.2. y 1.3., junto con los principales resultados obtenidos hasta el momento.

MATERIALES Y METODO

Objetivo Específico 1: Estimar un volumen de alga varada susceptible de ser declarada como desembarque en forma mensual

Una de las principales dificultades que presenta el análisis del desembarque en las algas pardas es que en éste está mezclada tanto la fracción que es explotada en forma activa, como aquella que se desprende naturalmente del sustrato. En efecto, el recurso es explotado en forma activa a través del barroteo, fracción que es puesta en la información oficial como desembarque. En términos pesqueros esta parte del recurso es aquella que muere por mortalidad por pesca (F). Sin embargo, otra fracción se desprende del sustrato por acción del oleaje, sobre todo plantas dañadas en su disco basal, generalmente las más viejas, pérdidas que son atribuibles a la mortalidad natural (M).

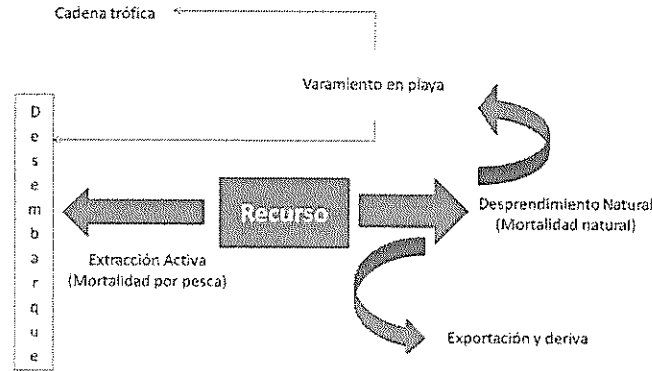


Figura 1. Representación esquemática de los componentes del desembarque y del flujo de biomasa hacia las cadenas tróficas intermareales y submareal somero y exportadas mar adentro.

Sin embargo, esta fracción del recurso perdida a través de M en parte es exportada mar adentro y es trasladada a la deriva por las corrientes ocasión en la cual parte de ella puede ser recolectada por buzos que operan desde botes. Finalmente, otra parte es arrastrada hacia la playa donde es recolectada y otra fracción pasa a las cadenas tróficas en el intermareal. De esta manera, el desembarque está compuesto de aquella biomasa obtenida a través de F y una fracción de M que está disponible para recolectores y buzos.

Así, para establecer un plan de explotación basado en cuotas lo primero es determinar qué fracción del recurso muerto por causas naturales es esperable que esté disponible para ser recolectado por los usuarios. Un segundo punto es establecer una cuota total permisible (CTP) que satisfaga ciertos criterios de niveles de biomasa para el recurso.

Para determinar la cantidad de biomasa total que es perdida mensualmente por causas naturales se puede empezar a partir del modelo básico de crecimiento poblacional

$$N_{t+\Delta t} = N_t + (\beta_0 - \beta_1 N_t) \Delta t N_t - \delta \Delta t N_t$$

Donde $(\beta_0 - \beta_1 N_t) \Delta t N_t$ corresponde al número de nacimientos en el intervalo $t \rightarrow t + \Delta t$ y $\delta \Delta t N_t$ al número de muertes en el mismo intervalo. Dado que las ecuaciones anteriores están dadas para los cambios en número de individuos, presentan el inconveniente que no son necesariamente ciertas en el caso de poblaciones con múltiples cohortes que se superponen entre sí (Gurney y Nisbet, 1998). Para poder usarlas en modelos poblacionales basados en biomasa, donde no se reconocen grupos etarios superpuestos, es necesario hacer un supuesto. Si se supone una población compuesta por individuos de edad y peso promedio, entonces las ecuaciones basadas en número son transformadas en biomasa sin necesidad de cambios mayores (Pérez, 2002),

$$\bar{B}_t = N_t \cdot \bar{w}$$

de manera que pueden describirse como

$$B = B_t + (\beta_0 - \beta_1 B_t) \Delta t B_t - \delta \Delta t B_t$$

Si la tasa intrínseca de crecimiento poblacional es

$$r = \beta_0 - \delta$$

Y la capacidad de carga como

$$K = \frac{\beta_0 - \delta}{\beta_1}$$

Entonces el modelo puede ser reescrito como

$$B_{t+\Delta t} = B_t + (r\Delta t)B_t \left[1 - \frac{B_t}{K}\right]$$

Así la tasa de cambio poblacional está dada por

$$B_{t+\Delta t} = B_t + (\beta_0 - \beta_1 B_t)\Delta t b_t - \delta \Delta t B_t$$

Que corresponde al modelo logístico de crecimiento

$$\frac{dB_t}{dt} = B_t + rB_t \left[1 - \frac{B_t}{K}\right]$$

Para tratar la estimación de las pérdidas de biomasa por mortalidad natural, en esta versión de biomasa dinámica se requiere encontrar el coeficiente de mortalidad natural δ . Este puede ser derivado a partir de la ecuación de supervivencia en número

$$N_{t+\Delta t} = N_t e^{-M}$$

Haciendo el mismo supuesto de número de individuos de edad y peso promedio se obtiene

$$N_{t+\Delta t} \bar{w} = N_t \bar{w} e^{-M}$$

$$B_{t+\Delta t} = B_t e^{-M}$$

Reordenando la ecuación se obtiene

$$-\ln\left(\frac{B_{t+\Delta t}}{B_t}\right) = M$$

Así M corresponde a la supervivencia en un intervalo Δt . Entonces la proporción de biomasa perdida por causas naturales será

$$1 - \ln\left(\frac{B_{t+\Delta t}}{B_t}\right) = \delta$$

Así, la cantidad de biomasa perdida en un intervalo de tiempo será δB_t .

Los valores de M para huero negro, huero palo y huero flotador fueron obtenidos de Informe Técnico 194/2015 (Subpesca, 2015).

Objetivo Específico 2: Estimar para la III Región de Atacama la CTP para el año 2017 para los recursos Huiro Negro y Huiro Flotador

Huiro Negro¹

Para estimar la CTP de este recurso para la temporada 2017 se utilizó el modelo de excedente de producción de Schaefer en su versión de no equilibrio propuesto por ECOS (2015), cuyos parámetros se muestran en la Tabla 1.

Dicha aproximación estima la biomasa a través del tiempo tiempo discreto, usando la ecuación logística de crecimiento poblacional, el que si bien ha sido empleado más para el modelamiento de pesquerías de peces (Hilborn y Walters, 1991; Seijo et al., 1997; Haddon, 2001) representa un buen modelo para simular el efecto de las capturas de algas en términos de biomasa más que de individuos. La biomasa en el tiempo $t+1$ (B_{t+1}) se estima a través de la ecuación

$$B_{t+1} = B_t + r \cdot B_t \cdot \left(1 - \frac{B_t}{K}\right) - C_{t,O} - C_{t,B}$$

donde B_t es la biomasa presente en el tiempo t ; r es la tasa intrínseca de crecimiento poblacional (mes⁻¹); K es la capacidad de carga (ton); $C_{t,O}$ es la captura en el tiempo t de la fracción de pescadores que operan desde la orilla (orilleros) y $C_{t,B}$ es la fracción que opera desde botes (buzos).

La captura se estima cómo

$$C_{t,p} = B_t \cdot f \cdot q_p$$

Dónde f es el "esfuerzo de pesca" y el subíndice p denota el tipo de pescadores (O, B, orilleros o buzos, respectivamente). El parámetro q equivale al coeficiente de capturabilidad (Hilborn y Walters, 1991) tanto para orilleros como para buzos. En cuanto al "esfuerzo de pesca", éste fue ajustado en función de la existencia de los llamados "súper recolectores" (ECOS, 2015). La ecuación de captura es introducida en la de biomasa dinámica, reemplazando la captura de acuerdo al tipo de esfuerzo empleado (orillero o buzo).

El cálculo de parámetros (r , K y q_p) se realizó minimizando la suma de cuadrados entre las capturas observadas (C_{obs}) y las esperadas (C_{esp}) por el modelo

$$\min \rightarrow \sum_{p=0}^B (C_{obs,t} - C_{esp,t})^2$$

En síntesis, el modelo desarrollado por ECOS (2015) consistió en los siguientes pasos: (i) se agrupan los datos en número de declaraciones de captura para orilleros y buzos. (ii) Usando la información generada en el marco del proyecto se ajustan los parámetros mediante la ecuación de biomasa dinámica minimizando la suma de los cuadrados. Al modelo se le incluyó los resultados de la evaluación directa a realizar en el proyecto, de manera de usar esta información como un calibrador externo (iii) con

¹ Las estimaciones son hechas sobre la base de biomasa estimada con un 70% de humedad

los datos de esfuerzo en este periodo y los parámetros estimados se calculó la captura estimada para buzos y orilleros. (iv) Con los datos de captura observada versus captura estimada por el modelo se llevó a cabo un análisis estadístico basados en el índice de inequidad de Theil (Leuthold, 1975).

Tabla 1. Parámetros usados en la modelación de la dinámica de la biomasa para los cuatro recursos reportados en este informe.

Recurso	K (ton)	r (mes ⁻¹)	q (DA ⁻¹)	p
Huiro negro Atacama	550.000	0,06	0.000013	-
Huiro flotador Atacama	117.888	0,07	0,000441	1,0
Huiro negro Coquimbo	41.440	0,05	0,0025	-
Huiro palo Coquimbo	334.112	0,0006	9,02 x 10 ⁻⁶	1,0

En el caso de la estimación de la CTP para el año 2017 se actualizó la información de desembarques registrados entre los años 2014 - 2016. Como este último año aun está en curso, los desembarques para noviembre y diciembre se asumieron a partir del desembarque registrado para los mismos meses de 2015. Adicionalmente, para avanzar en la estructura cuali y cuantitativa del modelo, se consideró la fracción de la biomasa perdida por causas naturales. Como se explicará más adelante, parte de esta biomasa perdida por M será recolectada y declarada en forma de desembarque, pero dependerá del porcentaje de biomasa perdida por M que es capaz de ser recolectada. Estos distintos niveles son restados al desembarque oficial

$$D_F = D_{of} - \%B_M$$

Donde D_F es el desembarque atribuible al barroteo (mortalidad por pesca, F), D_{of} es el desembarque oficial registrado por el Sernapesca y $\%B_M$ es la fracción de la biomasa perdida por causas naturales (M) que es recolectada por los usuarios. Así, D_F es restada de la biomasa mensual estimada por el modelo.

Dado que $\%B_M$ es desconocido se simularon distintos valores, cada uno de los cuales afectará a su vez la magnitud de D_F . esto a su vez repercute en la captura que será restada a la biomasa mensual dentro del modelo. De esta manera distintos valores de $\%B_M$ generarán distintos niveles de biomasa poblacional, de captura y de biomasa mensual perdida por M. a continuación se describen los escenarios simulados.

En el caso que $D_{of} > \%B_M$ se asumió que la diferencia es producto de la extracción activa o barroteo. En el caso que $D_{of} < \%B_M$, entonces se asumió que todo lo desembarcado es recolectado de la biomasa que es removida por causas naturales.

Escenarios Simulados

Se estimaron niveles de CTP que satisfacen criterios de recuperación de la biomasa, respecto del nivel de biomasa estimado para diciembre de 2016. Adicionalmente se estimaron las toneladas perdidas por mortalidad natural usando el coeficiente δ

calculado en el Objetivo específico 1. Tal como se explicó anteriormente este coeficiente permite tener un estimado de la biomasa total perdida mensualmente debido a M. sin embargo se desconoce qué porcentaje de ella es tomada por recolectores y declarada como desembarque. Así, cuatro porcentajes del total de biomasa muerta por causas naturales y que llegan a la playa fueron evaluados. De esta manera el esquema de simulación puede sintetizarse como: cuatro niveles de alga muerta por M que arriban a la playa (80, 60, 40 y 20%) y cuatro niveles de recuperación de la biomasa (5, 7,5, 10 y 12,5 %), usando como base de comparación la biomasa estimada por el modelo a diciembre de 2016.

La CTP estimada y que satisface los criterios de niveles de recuperación fue distribuida en nueve meses, dejando enero, febrero y julio como meses de veda, donde está prohibido el barroteo y sólo se permite el desembarque originado por alga desprendida y varada en forma natural. El resto de los meses se permite el extracción activa (barroteo) en cantidades iguales.

Huiro Flotador²

Para modelar la biomasa de este recurso en la región de Atacama se utilizó la variante propuesta por Pella y Tomlimson (1969) quienes introducen un coeficiente de asimetría en la ecuación dinámica. La serie de tiempo de la biomasa se define como

$$B_{t+1} = B_t + \frac{r}{p} B_t \left[1 - \left(\frac{B_t}{K} \right)^p \right] - C_t$$

Donde B_t es la biomasa en el tiempo t ; r (tasa intrínseca de crecimiento poblacional), K (capacidad de carga) y p (coeficiente de asimetría) son parámetros a estimar y C_t es la captura en el tiempo t (D_F). en el caso que p se aproxime a cero el modelo se asemeja mejor al propuesto por Fox (10970), mientras que si es igual a un es equivalente a la versión de Schaefer. La serie se inicia con una estimación de B_0 . El modelo anterior se usa entonces para predecir la biomasa requerida para producir las capturas, o CPUE (I), conociendo el valor del coeficiente de capturabilidad

$$\hat{I}_t = \frac{C_t}{E_t} = q B_t e^\varepsilon$$

Donde e^ε son los residuales con una distribución log normal. De esta manera los parámetros del modelo (B_0 , r , K y q) pueden estimarse como

$$L(Data / B_0, r, K, q) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\delta} \prod e^{-\frac{(Ln I_t - Ln \hat{I}_t)^2}{2\delta^2}}$$

Donde $L(Data / B_0, r, K, q)$ es la función de verosimilitud de los datos dados ciertos parámetros, donde

$$\delta^2 = \sum_t \left(\frac{Ln I_t - Ln \hat{I}_t}{n} \right)^2$$

² Las estimaciones son hechas sobre la base de una biomasa con 100% de humedad y un 70% del peso original, ya que el recurso es declarado sin hojas.

y n es el número de observaciones. La capturabilidad puede ser estimada como

$$\hat{q} = e^{-\frac{1}{n} \sum \ln\left(\frac{I_t}{B_t}\right)}$$

Alternativamente, se puede utilizar la minimización de cuadrados para ajustar los parámetros requeridos.

Escenarios de Simulación

Para el caso del huiro flotador en la región de Atacama se simularon cinco escenarios. Se estimó un nivel de CTP que permitiera mantener a diciembre de 2017 una biomasa igual a la estimada a diciembre de 2016. Cuatro escenarios alternativas mas implicaron el cálculo de una CTP que permita una recuperación de la población en porcentajes equivalente al 5, 7,5, 10 y 12,5%, teniendo siempre como mes y año de comparación diciembre de 2016.

Objetivo específico 3: Estimar para la IV Región de Coquimbo la CTP para el año 2017 para los recursos Huiro Negro y Huiro Palo

Huiro Negro³

Para la estimación de la CTP de huiro negro en la Región de Coquimbo se utilizó el mismo modelo propuesto por ECOS (2014), cuyos parámetros se muestran en la Tabla 1. El protocolo seguido fue exactamente igual al descrito para el caso de la estimación de CTP de huiro negro en la Región de Atacama (Objetivo Específico 2).

En cuanto a la temporalidad en la extracción, se siguió el mismo calendario observado en 2015 y 2016, esto es con sólo cuatro meses de extracción activa (marzo, agosto, septiembre y diciembre), que constituye un acuerdo tomado al interior del Comité de Manejo de Algas Pardas de la IV región.

Escenarios de Simulación

Los escenarios simulados fueron tres, todos referidos a un nivel de CTP que permita una recuperación de la población de 10, 12 y 14%. Adicionalmente, se estimó la cantidad de alga desprendida y varada en playa de manera natural, asumiendo que del total de biomasa perdida por causas naturales un 80, 60, 40 y 20% llega a playa.

Huiro Palo⁴

Para la estimación de la CTP de huiro palo en la Región de Coquimbo, la cual debe satisfacer distintos niveles de biomasa objetivo para la población, se utilizó un protocolo metodológico similar al descrito en el Objetivo Específico 2. Este

³ Estimaciones hechas sobre la base de una biomasa con un 30% de humedad

⁴ Estimaciones hechas sobre la base de una biomasa con 100% de humedad, pero con un 70% del peso original, ya que el desembarque se declaró sobre la planta sin hojas

corresponde a una versión modificada a partir del modelo inicial desarrollado por Figueroa (2016)⁵.

Escenarios de Simulación

De acuerdo a los resultados reportados por Figueroa (2016) la biomasa de este recurso en la Región de Coquimbo está cercana a la mitad de su capacidad de carga. Por esta razón se establecieron cinco escenarios de simulación, referidos a niveles de CTP que satisfacen porcentajes alrededor de la mitad de capacidad de carga: +5, +7, -5 y -7% además de un quinto escenario que consiste en mantener la biomasa en los niveles esperados a diciembre de 2016.

RESULTADOS

Objetivo Específico 1: Estimar un volumen de alga varada susceptible de ser declarada como desembarque en forma mensual

De acuerdo a lo reportado por Subpesca (2015) las mortalidades naturales por recurso son que se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Valores de mortalidad natural (M) y proporción de biomasa perdida mensualmente por causas naturales δ , por recurso.

Recurso		M (mes ⁻¹)	δ (mes ⁻¹)
Huiro Negro	<i>Lessonia berteriana</i>	0,105	0,099
Huiro Palo	<i>Lessonia trabeculata</i>	0,062	0,061
Huiro Flotador	<i>Macrocystis integrifolia</i>	0,052	0,051

Tabla 1. Valores del coeficiente de mortalidad por pesca (M) y la fracción de la biomasa perdida mensualmente (δ) de acuerdo a Subpesca (2015).

De acuerdo a esto la supervivencia mensual para el recurso huiro negro es del 90%, mientras que para huiro palo y flotador es del 94 y 95%, respectivamente.

Lo que permanece desconocido es qué destino tiene esta fracción de biomasa muerta por causas naturales. Por lo tanto en los objetivos posteriores la biomasa desprendida es el total y sólo una fracción de ella es esperable que sea colectada por los usuarios (recolector de orilla o buzo), aunque este total permanezca sin conocerse.

Objetivo Específico 2: Estimar para la III Región de Atacama la CTP para el año 2017 para los recursos Huiro Negro y Huiro Flotador

Huiro Negro

Las biomasa estimadas por el modelo fueron las siguientes (Tabla 3)

⁵ Corresponde a una Tesis de Biólogo Marino desarrollada bajo mi supervisión

Tabla 3. Biomosas estimadas por el modelo a final de cada año. Los escenarios simulados representan distintos porcentajes de cambio en la biomasa al final del año respecto de la biomasa estimada para diciembre de 2016.

Año	Biomasa (ton) a diciembre
2014	73.223
2015	83.422
2016	123.300

Sobre la base de la biomasa estimada a diciembre de 2016 se estimaron los porcentajes de recuperación y la cantidad de alga que podría estar declarada en los desembarques, dependiendo del porcentaje del alga desprendida y vara en forma natural (Tabla 3).

Tabla 4. Niveles de extracción activa (barretado) por mes que permiten distintos porcentajes de recuperación de la población, tomando como punto de comparación la biomasa estimada por el modelo a diciembre de 2016. También se indica las toneladas de algas disponibles para ser recolectadas y que se originan en pérdidas por mortalidad natural y que varían en magnitud dependiendo del nivel de %B_M.

% que llega a playa % recuperación población	80%											
	5%			7,5%			10%			12,5%		
	Barreteado	Varamiento	Total	Barreteado	Varamiento	Total	Barreteado	Varamiento	Total	Barreteado	Varamiento	Total
ene-17	-	12.334	12.334	-	12.334	12.334	-	12.334	12.334	-	12.334	12.334
feb-17	-	12.905	12.905	-	12.905	12.905	-	12.905	12.905	-	12.905	12.905
mar-17	10.058	13.490	23.548	9.643	13.490	23.133	9.227	13.490	22.717	8.810	13.490	22.300
abr-17	10.058	13.289	23.347	9.643	13.322	22.965	9.227	13.355	22.582	8.810	13.389	22.199
may-17	10.058	13.083	23.141	9.643	13.150	22.793	9.227	13.217	22.444	8.810	13.284	22.094
jun-17	10.058	12.871	22.929	9.643	12.973	22.616	9.227	13.075	22.302	8.810	13.178	21.987
jul-17	-	12.654	12.654	-	12.792	12.792	-	12.930	12.930	-	13.068	13.068
ago-17	10.058	13.233	23.291	9.643	13.375	23.017	9.227	13.516	22.743	8.810	13.658	22.468
sep-17	10.058	13.026	23.083	9.643	13.204	22.846	9.227	13.382	22.609	8.810	13.560	22.370
oct-17	10.058	12.813	22.870	9.643	13.028	22.671	9.227	13.244	22.471	8.810	13.460	22.270
nov-17	10.058	12.594	22.652	9.643	12.848	22.491	9.227	13.103	22.330	8.810	13.358	22.168
dic-17	10.058	12.369	22.427	9.643	12.664	22.306	9.227	12.958	22.185	8.810	13.253	22.063
Total	90.519	154.662	245.180	86.783	156.085	242.869	83.040	157.511	240.551	79.289	158.937	238.226

Tabla 4. Continuación.

60%											
5%			7,5%			10%			12,5%		
Barreteado	Varamiento	Total	Barreteado	Varamiento	Total	Barreteado	Varamiento	Total	Barreteado	Varamiento	Total
-	8.857	8.857	-	8.857	8.857	-	8.857	8.857	-	8.857	8.857
-	9.273	9.273	-	9.273	9.273	-	9.273	9.273	-	9.273	9.273
9.819	9.702	19.520	9.424	9.702	19.126	9.029	9.702	18.731	8.633	9.702	18.335
9.819	9.554	19.373	9.424	9.578	19.002	9.029	9.602	18.631	8.633	9.625	18.258
9.819	9.403	19.222	9.424	9.451	18.875	9.029	9.499	18.528	8.633	9.547	18.180
9.819	9.248	19.067	9.424	9.320	18.745	9.029	9.393	18.422	8.633	9.466	18.099
-	9.088	9.088	-	9.186	9.186	-	9.285	9.285	-	9.384	9.384
9.819	9.511	19.330	9.424	9.612	19.037	9.029	9.714	18.743	8.633	9.815	18.448
9.819	9.359	19.178	9.424	9.486	18.911	9.029	9.614	18.643	8.633	9.742	18.375
9.819	9.202	19.021	9.424	9.357	18.781	9.029	9.511	18.541	8.633	9.666	18.299
9.819	9.041	18.860	9.424	9.224	18.648	9.029	9.406	18.435	8.633	9.589	18.222
9.819	8.876	18.695	9.424	9.087	18.511	9.029	9.298	18.327	8.633	9.510	18.143
88.370	111.114	199.484	84.819	112.134	196.953	81.261	113.154	194.415	77.697	114.176	191.872

Tabla 4. Continuación.

40%													
Barreteado	5%			7,5%			10%			12,5%			
	Varamiento	Total	Barreteado	Varamiento	Total	Barreteado	Varamiento	Total	Barreteado	Varamiento	Total	Barreteado	Total
-	5.161	5.161	-	5.161	5.161	-	5.161	5.161	-	5.161	5.161	-	5.161
-	5.415	5.415	-	5.415	5.415	-	5.415	5.415	-	5.415	5.415	-	5.415
9.053	5.677	14.731	8.716	5.677	14.393	8.377	5.677	14.055	8.038	5.677	13.716	8.038	13.666
9.053	5.587	14.640	8.716	5.601	14.316	8.377	5.614	13.991	8.038	5.628	13.614	8.038	13.561
9.053	5.494	14.547	8.716	5.521	14.237	8.377	5.549	13.926	8.038	5.576	13.561	8.038	13.468
-	5.299	5.299	-	5.355	5.355	-	5.412	5.412	-	5.468	5.468	-	5.468
9.053	5.557	14.610	8.716	5.615	14.331	8.377	5.674	14.051	8.038	5.732	13.771	8.038	13.722
9.053	5.463	14.516	8.716	5.537	14.252	8.377	5.610	13.987	8.038	5.684	13.673	8.038	13.621
9.053	5.366	14.419	8.716	5.455	14.171	8.377	5.545	13.922	8.038	5.635	13.621	8.038	13.569
9.053	5.265	14.319	8.716	5.371	14.087	8.377	5.477	13.854	8.038	5.583	13.569	8.038	13.517
9.053	5.162	14.215	8.716	5.285	14.000	8.377	5.408	13.785	8.038	5.530	13.517	8.038	13.465
81.480	64.844	146.323	78.440	65.433	143.873	75.394	66.023	141.417	72.344	66.614	138.957	72.344	138.957

Tabla 4. Continuación.

20%												
5%			7,5%			10%			12,5%			
Barreteado	Varamiento	Total	Barreteado	Varamiento	Total	Barreteado	Varamiento	Total	Barreteado	Varamiento	Total	
-	2.006	2.006	-	2.006	2.006	-	2.006	2.006	-	2.006	2.006	
-	2.112	2.112	-	2.112	2.112	-	2.112	2.112	-	2.112	2.112	
7.608	2.221	9.829	7.354	2.221	9.575	7.099	2.221	9.320	6.844	2.221	9.065	
7.608	2.184	9.792	7.354	2.189	9.542	7.099	2.194	9.293	6.844	2.199	9.043	
7.608	2.144	9.752	7.354	2.155	9.508	7.099	2.165	9.264	6.844	2.175	9.020	
7.608	2.104	9.712	7.354	2.119	9.473	7.099	2.135	9.234	6.844	2.151	8.995	
-	2.061	2.061	-	2.083	2.083	-	2.104	2.104	-	2.126	2.126	
7.608	2.169	9.777	7.354	2.191	9.545	7.099	2.214	9.313	6.844	2.236	9.080	
7.608	2.129	9.737	7.354	2.157	9.511	7.099	2.186	9.285	6.844	2.214	9.058	
7.608	2.088	9.696	7.354	2.122	9.476	7.099	2.157	9.256	6.844	2.191	9.035	
7.608	2.045	9.653	7.354	2.086	9.440	7.099	2.127	9.226	6.844	2.168	9.012	
7.608	2.000	9.608	7.354	2.048	9.402	7.099	2.095	9.195	6.844	2.143	8.987	
68.473	25.263	93.735	66.184	25.489	91.673	63.892	25.716	89.608	61.598	25.942	87.540	

Huiro Flotador

Los valores obtenidos para los parámetros del modelo se muestran en la Tabla 1. A partir de estos valores el modelo estima las biomazas a finales de cada año (Tabla 5) y su porcentaje de cambio en relación al año anterior. Es interesante la recuperación mostrada por el recurso durante 2016, donde se puede apreciar el efecto de la veda sobre este recurso. La alta tasa de renovación de la biomasa (Tabla 1) permite que dado un desembarque marginal, como el observado en 2016 permitió casi duplicar la biomasa poblacional.

Tabla 5. Biomazas estimadas por el modelo para fines de cada año y su correspondiente porcentaje de cambio respecto a diciembre del año anterior.

	Biomasa (ton)	% Cambio
dic-14	5.057	
dic-15	6.109	21
dic-16	12.149	99

Los resultados por escenario de simulación se muestran en la Tabla 6. Los niveles de CTP que satisfacen un porcentaje de cambio de 0, 5, 7,5, 10 y 12,5% son de 9766, 9258, 9004, 8751 y 8496 ton, respectivamente. De acuerdo a la esperado, a medida que disminuye la CTP para el año 2017 la biomasa poblacional se incrementa en distintos porcentajes y aumenta proporcionalmente la biomasa desprendida por causas naturales.

Tabla 6. Niveles de CTP mensual y total anual para el recurso huiro flotador en la región de Atacama, en función de distintos niveles de recuperación de la población definidos como objetivos para el año 2017. La columna individualizada como B desprendida (ton) representa la biomasa mensual que es perdida por causas naturales.

	B(2016) = 0%		5,0%		7,5%		10,0%		12,5%	
	Cuota (ton)	B desprendida (ton)	Cuota (ton)	B desprendida (ton)	Cuota (ton)	B desprendida (ton)	Cuota (ton)	B desprendida (ton)	Cuota (ton)	B desprendida (ton)
ene-17	814	780	772	780	750	780	729	780	708	780
feb-17	814	777	772	780	750	781	729	782	708	783
mar-17	814	774	772	779	750	782	729	784	708	787
abr-17	814	770	772	778	750	783	729	787	708	791
may-17	814	767	772	778	750	783	729	789	708	795
jun-17	814	763	772	777	750	784	729	792	708	799
jul-17	814	759	772	777	750	785	729	794	708	803
ago-17	814	755	772	776	750	786	729	797	708	807
sep-17	814	751	772	775	750	788	729	800	708	812
oct-17	814	746	772	775	750	789	729	803	708	817
nov-17	814	741	772	774	750	790	729	806	708	823
dic-17	814	736	772	773	750	791	729	810	708	828
CTP anual	9.766	9.119	9.258	9.321	9.004	9.423	8.751	9.523	8.496	9.625

Objetivo Específico 3: Estimar para la IV Región de Coquimbo la CTP para el año 2017 para los recursos Huiro Negro y Huiro Palo

Huiro Negro

Los niveles de biomasa estimados por el modelo dinámico muestran un incremento sostenido (Tabla 7) desde 8757 en 2014 a 15381 proyectadas para diciembre de 2016.

Tabla 7. Niveles de biomasa estimadas por el modelo desde 2014 a 2016.

Mes / año	Biomasa (ton)
Dic. 2014	8.757
Dic. 2015	11.445
Dic. 2016	15.381

En cuanto a los niveles de CTP sugeridos para satisfacer distintos porcentajes de recuperación del recurso, estos varían dependiendo del porcentaje de alga desprendida naturalmente que finalmente vara en la playa (Tabla 8). Así, a modo de ejemplo, si se asume un porcentaje de biomasa varada de 80% la CTP para obtener un incremento de 10% en la biomasa poblacional sería de 6814 ton; mientras que si el porcentaje de alga que vara en la playa es de solo el 20% entonces la CTP sería de 5314 para obtener el mismo incremento en la biomasa de la población (Tabla 8).

Tabla 8. Niveles de extracción activa (barreteado) por mes que permiten distintos porcentajes de recuperación de la población, tomando como punto de comparación la biomasa estimada por el modelo a diciembre de 2016. También se indica las toneladas de algas disponibles para ser recolectadas y que se originan en pérdidas por mortalidad natural y que varían en magnitud dependiendo del nivel de %B_M.

% que llega a playa %	80%											
	10%				12%				14%			
	Barreteado	Varamiento	Total	Barreteado	Varamiento	Total	Barreteado	Varamiento	Total	Barreteado	Varamiento	Total
ene-17	-	1.240	1.240	-	1.240	1.240	-	1.240	1.240	-	1.240	1.240
feb-17	-	1.277	1.277	-	1.277	1.277	-	1.277	1.277	-	1.277	1.277
mar-17	1.703	1.315	3.018	1.572	1.315	2.887	1.441	1.315	2.755	1.441	1.315	2.755
abr-17	-	1.250	1.250	-	1.258	1.258	-	1.266	1.266	-	1.266	1.266
may-17	-	1.288	1.288	-	1.295	1.295	-	1.303	1.303	-	1.303	1.303
jun-17	-	1.325	1.325	-	1.333	1.333	-	1.341	1.341	-	1.341	1.341
jul-17	-	1.363	1.363	-	1.371	1.371	-	1.379	1.379	-	1.379	1.379
ago-17	1.703	1.401	3.105	1.572	1.409	2.982	1.441	1.418	2.858	1.441	1.418	2.858
sep-17	1.703	1.338	3.041	1.572	1.354	2.926	1.441	1.370	2.811	1.441	1.370	2.811
oct-17	-	1.274	1.274	-	1.298	1.298	-	1.322	1.322	-	1.322	1.322
nov-17	-	1.311	1.311	-	1.336	1.336	-	1.360	1.360	-	1.360	1.360
dic-17	1.703	1.349	3.053	1.572	1.374	2.946	1.441	1.398	2.839	1.441	1.398	2.839
Total	6.814	15.731	22.545	6.289	15.860	22.150	5.764	15.989	21.753	5.764	15.989	21.753

Tabla 8. Continuación.

60%											
10%				12%				14%			
Barreteado	Varamiento	Total	Barreteado	Varamiento	Total	Barreteado	Varamiento	Total	Barreteado	Varamiento	Total
-	812	812	-	812	812	-	812	812	-	812	812
-	838	838	-	838	838	-	838	838	-	838	838
1.441	865	2.306	1.449	865	2.314	1.335	865	2.199	1.335	865	2.199
-	827	827	-	827	827	-	827	832	-	832	832
-	853	853	-	853	853	-	853	858	-	858	858
-	880	880	-	880	880	-	880	885	-	885	885
-	907	907	-	907	907	-	907	912	-	912	912
1.441	935	2.376	1.449	934	2.383	1.335	934	2.274	1.335	940	2.274
1.441	898	2.339	1.449	897	2.346	1.335	897	2.242	1.335	908	2.242
-	861	861	-	859	859	-	859	875	-	875	875
-	887	887	-	886	886	-	886	902	-	902	902
1.441	915	2.355	1.449	913	2.362	1.335	913	2.264	1.335	930	2.264
5.764	10.478	16.242	5.796	10.472	16.268	5.339	10.557	15.896	5.339	10.557	15.896

Tabla 8. Continuación.

40%											
10%				12%				14%			
Barreteado	Varamiento	Total	Barreteado	Varamiento	Total	Barreteado	Varamiento	Total	Barreteado	Varamiento	Total
-	432	432	-	432	432	-	432	432	-	432	432
-	447	447	-	447	447	-	447	447	-	447	447
1.329	463	1.792	1.238	463	1.701	1.148	463	1.610	1.148	463	1.610
-	439	439	-	442	442	-	445	445	-	445	445
-	455	455	-	457	457	-	460	460	-	460	460
-	470	470	-	473	473	-	476	476	-	476	476
-	486	486	-	489	489	-	492	492	-	492	492
1.329	503	1.831	1.238	506	1.744	1.148	509	1.656	1.148	509	1.656
1.329	480	1.808	1.238	485	1.724	1.148	491	1.639	1.148	491	1.639
-	456	456	-	465	465	-	473	473	-	473	473
-	472	472	-	481	481	-	489	489	-	489	489
1.329	488	1.817	1.238	497	1.735	1.148	506	1.653	1.148	506	1.653
5.314	5.592	10.906	4.952	5.638	10.590	4.590	5.684	10.274	4.590	5.684	10.274

Huiro Palo

Las biomاسas estimadas para los años 2015 y 2016 (diciembre de cada año) se muestran en la Tabla 9. En ella se observa una disminución en la biomasa, aunque esta supera la mitad de la capacidad carga donde se presenta el MRS.

Tabla 9. Niveles de biomasa poblacional (ton) para los años 2015 y 2016 y respecto a variaciones porcentuales en torno al nivel de biomasa en MRS.

	Biomasa (ton)	Actual	MRS +5	MRS +7,5	MRS -5	MRS -7,5
2015	191.544					
2016	181.253					
2017		181.253	175.409	179.585	158.703	154.527

Los niveles de CTP que satisfacen las condiciones de nivel de biomasa mostradas en la Tabla 9 son mostrados en la Tabla 10.

Tabla 10. Niveles de CTP requeridos para alcanzar las biomاسas a distintos porcentajes en torno a la biomasa en el MRS. La segunda columna desde la izquierda representa el desembarque observado en los años 2015 y 2016.

		Actual	MRS +5	MRS +7,5	MRS -5	MRS -7,5
2015	12.182					
2016	10.879					
2017		593	6.439	2.262	23.146	27.322

Finalmente, los niveles de desembarque mensual y de biomasa desprendida en forma natural se indican en la Tabla 11.

Tabla 11. niveles de desembarque producto de extracción activa (cuota mensual) y de biomasa desprendida en forma natural para el recurso huiro palo en la Región de Coquimbo.

	Actual		MRS +5		MRS +7,5		MRS -5		MRS -7,5	
	Cuota (ton)	B desprendida (ton)	Cuota (ton)	B desprendida (ton)	Cuota (ton)	B desprendida (ton)	Cuota (ton)	B desprendida (ton)	Cuota (ton)	B desprendida (ton)
ene-17	109	9.199	1.181	9.144	415	9.183	4.244	8.989	5.010	8.950
feb-17	42	9.199	459	9.123	161	9.177	1.649	8.907	1.947	8.853
mar-17	15	9.201	161	9.118	57	9.177	580	8.880	685	8.821
abr-17	125	9.197	1.360	9.051	478	9.155	4.887	8.635	5.769	8.531
may-17	45	9.197	492	9.029	173	9.149	1.767	8.548	2.086	8.427
jun-17	11	9.199	116	9.025	41	9.149	416	8.529	491	8.405
jul-17	69	9.198	744	8.990	261	9.139	2.675	8.396	3.158	8.247
ago-17	98	9.196	1.062	8.939	373	9.122	3.818	8.205	4.507	8.021
sep-17	29	9.197	316	8.925	111	9.119	1.135	8.149	1.340	7.956
oct-17	39	9.197	426	8.906	150	9.114	1.533	8.074	1.809	7.866
nov-17	3	9.200	35	8.907	12	9.116	126	8.070	149	7.861
dic-17	8	9.202	88	8.905	31	9.117	315	8.057	372	7.845
Total	593	110.380	6.439	108.063	2.262	109.718	23.146	101.439	27.322	99.784

DISCUSION

Definición de Puntos de Referencia Objetivo (PRO) y estado actual de las poblaciones

La Ley de Pesca y Acuicultura establece que las pesquerías en Chile deben ser explotadas a un nivel de Máximo Rendimiento Sostenible (MRS). En términos biológicos el MRS ocurre cuando la población se encuentra a la mitad de su capacidad de carga (K) y la tasa de cambio de la biomasa (G(B)) es máxima. Esta tasa máxima de G(B) es equivalente al MRS. Los resultados de la parametrización de los cuatro modelos empleados en este informe, permiten establecer los niveles de biomasa objetivo para las cuatro especies, definiendo como la biomasa objetivo la mitad de la capacidad de carga para cada una de ellas. De la Tabla 1 entonces se puede cuantificar los PRO (Caddy y Mahon, 1995) en términos de biomasa para cada recurso (Tabla 9). Eventualmente, se podrían estimar los Puntos de Referencia Límite (PRL) si hubiese algún criterio definido previamente. Los Comité de Manejo de Algas Pardas de la Región de Coquimbo y de Atacama definieron arbitrariamente el PRL como el 25% de la capacidad de carga, esto atendiendo a la poca información disponible acerca de las tasas de recuperación de estos recursos.

De acuerdo a estos resultados se puede observar que, con excepción del recurso huiro palo en la IV región, todos recursos están por debajo del PRO (Tabla 12). Incluso en la III Región de Atacama ambos recurso están por debajo del PRL (Tabla 12).

Tabla 12. Puntos de referencia objetivo (PRO) y límite (PRL) para cada población. El PRO equivale a $K/2^1$ y el PRL a $K/4^2$.

Recurso	K (ton)	PRO (ton)	PRL (ton)	Biomasa (ton) 2016
Huiro negro Atacama ³	550.000	275.000	137.500	123.000
Huiro flotador Atacama ⁴	117.888	58.944	29.472	12.149
Huiro negro Coquimbo ⁵	41.440	20.720	10.360	15.381
Huiro palo Coquimbo ⁶	334.112	167.056	83.528	181.245

¹ definido por Ley

² definido arbitrariamente

³ 70% humedad

⁴ 100% humedad

⁵ 30% humedad

⁶ 100% humedad

De los cuatro recursos analizados en este informe sólo el huiro palo en la IV región presenta condiciones óptimas de abundancia, ligeramente sobre el PRO. Sin embargo, su baja tasa intrínseca de crecimiento lo hace un recurso muy vulnerable a la sobreexplotación. A máxima producción biológica se estima que la población produce alrededor de 50 toneladas de excedente productivo en forma mensual (600 ton anuales).

En el caso del recurso huiro negro en la IV Región muestra niveles poblacionales por sobre el PRL, pero por debajo del PRO. Sin embargo, la tendencia en el tiempo es a la recuperación. En la medida que esta recuperación sea sostenida la CTP podría incrementarse. Se estima que al nivel del MRS la población es capaz de producir alrededor de 495 ton mensuales (5936 ton anuales).

Para la Región de Atacama, aunque en los últimos años ambos recursos muestran un aumento en sus abundancias siguen mostrando evidentes signos de sobre explotación, con niveles poblacionales incluso por debajo del PRL. A un nivel de MRS estos recursos pueden llegar a producir un excedente de producción de 1962 ton por mes (23539 ton anuales), para el caso del huiro flotador, y de 8844 ton por mes (106123 ton anuales) en el caso del huiro negro. Sin embargo, los niveles poblacionales actuales están muy lejos de ese escenario.

Mortalidad natural en el recurso algas pardas

La estimación de la biomasa que es removida de la población por causas naturales

$$1 - \ln\left(\frac{B_{t+\Delta t}}{B_t}\right) = \delta$$

permite tener una aproximación a la cantidad total del recurso que es esperable pueda ser recolectado por los usuarios del recurso y declarado en el desembarque, esto en adición a la cantidad de biomasa que es barreteada. Permite también tener un valor aproximado, un límite máximo, de la cantidad de un recurso que puede ser declarado en el desembarque en casos de meses de veda extractiva, como ocurre en el caso del huiro negro en la III y IV Región. Sin embargo, dado que se desconoce qué porcentaje de δB_t es finalmente recolectado la decisión final debe ser objeto de discusión a los niveles adecuados.

Otro aspecto relevante en torno a la estimación de la biomasa que es removida por causas naturales es el valor del coeficiente de mortalidad M. Si M está incorrectamente estimado entonces la cantidad de biomasa removida estará sesgada. En el caso de que M sea sobrestimada, entonces la biomasa perdida por causas naturales será mayor a la correcta, en tanto que en el caso de estar subestimada M ocurrirá lo contrario.

RECOMENDACIONES

Se hace imperativo contar con una correcta manera de distinguir entre el alga barreteada y aquella que es recolectada como parte de la biomasa que es desprendida y varada de manera natural. Esta incertidumbre permitiría contar con una información más detallada acerca del verdadero potencial productivo de las poblaciones.

Se hace necesario realizar un estudio detallado sobre los valores de M para cada recurso y en distintas zonas en cada una de las regiones analizadas. Estos análisis deben abarcar a lo menos 12 meses, de manera de tener una buena aproximación al valor de M por localidad y por estación del año.

LITERATURA CITADA

- Caddy, J.F. & R. Mahon. 1995. Reference points for fisheries management. FAO Fish. Tech. Pap. 347. 83 pp.
- ECOS. 2014. Implementación de un modelo dinámico para estimar la biomasa y la CTP para el recurso huairo negro en la Región de Coquimbo. Informe Final para el Comité de Manejo de Algas Pardas de la Región de Coquimbo. 11 pp.
- ECOS. 2015. Evaluación directa de macroalgas/impacto de la extracción sobre la comunidad bentónica, III Región. Informe Final Proyecto FIP N° 2014-17.
- Figueroa, S. 2016. Evaluación indirecta de la población de huairo palo (*Lessonia trabeculata*) en las costas de la IV Región, Chile. Tesis para optar al Título de Biólogo Marino. Universidad Católica del Norte. Facultad de Ciencias del Mar. Departamento de Biología Marina. Coquimbo, Chile. 29 pp.
- Gurney, W.S.C. & R. M. Nisbet. 1998. Ecological dynamics. Oxford University Press. New York. 335 pp.
- Haddon, M. 2001. Modelling and quantitative methods in fisheries. Chapman & Hall, New York. 406 pp.
- Hilborn, R. & C. Walters. 1992. Quantitative fisheries stock assessment. Chapman & Hall, New York. 570 pp.
- Leuthold, R.M. (1975). On the use of Theil's inequality coefficients. Am. J. Agr. Econ. 57:344-346.
- Pella, J.J. y P.K. Tomlinson. 1969. A generalized stock-production modelo. Bulletin of the Inter – American Tropical Tuna Commission. 13:421-458.
- Pérez, E.P. 2004. Análisis bioeconómico de la pesquería de crustáceos en la Plataforma Centro – Norte de Chile. Documento preparado para optar al grado de Doctor en Ciencias. CINVESTAV – IPN. Mérida, México. Septiembre de 2002. 58 pp.
- Seijo, J.C., O. Defeo & S. Salas. 1997. Bioeconomía pesquera: teoría, modelación y manejo. FAO, Doc. Téc. Pesca 368. Rome, FAO, 1997. 176 pp.
- Subpesca. 2015. Veda extractiva de los recursos huairo negro *Lessonia berteroa*/*spicata* y huairo *Macrocystis* spp. en las regiones de Atacama y Coquimbo 2016. Informe Técnico (RPESQ) n° 194/2015. 37 pp.

ANEXO 2

**Antecedentes de Relación entre los pesos de la Declaración Desembarque y
de la Comercialización para el Huiro negro
Región de Atacama**

En respuesta a lo solicitado por el Comité Científico Técnico Bentónico, referido a la relación entre el peso registrado en las declaraciones de recolección de la especie de “huiro negro” respecto del que se indica en la comercialización (Documentos tributarios de la primera transacción), se puede indicar que para la muestra analizada y que se obtiene a través de las acreditaciones de origen legal (visaciones), los resultados indican lo siguiente:

- Región : Atacama
- Especie: Huiro negro
- Año: 2016
- N° de Acreditaciones de Origen Legal (Visaciones) : 69
- N° de formularios de declaración desembarque : 239
- Promedio de Relación Peso DA/Documento tributario : **1,6**

Es importante además agregar que los datos no son uniformes tal como se muestra en el archivo Excel adjunto, es decir, existe una dispersión para los valores resultantes de la relación obtenida y que en términos de frecuencia se observa que el 78% de los datos se encuentra en el rango de 1,0 a 2,0 de la relación entre el peso de estos dos registros, tal como se muestra en la tabla siguiente:

Rango Relación Peso	Frecuencia	%
1- 1,5	84	45%
1,6 - 2,0	61	33%
2,1 - 2,5	15	8%
2,6 - 3,0	13	7%
3,1 - 3,3	12	6%