



Depensación en la relación stock-recluta y efectos para la recuperación del stock sur de congrio dorado (*Genypterus blacodes*) en la Patagonia



Nicolas Muñoz^{1,2}, Luis Cubillos^{2,3}

¹Programa de Magister en Ciencias con mención en Pesquerías, Universidad de Concepción, Chile.

²Programa COPAS Sur-Austral, Departamento de Oceanografía, Universidad de Concepción, Chile.

³Laboratorio de Evaluación de Poblaciones Marinas (EPOMAR), Departamento de Oceanografía, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, Casilla 160-C, Concepción, Chile.

INTRODUCCION



Genypterus blacodes
(Forster, 1801)

El stock sur de congrio dorado (*Genypterus blacodes*) se encuentra en estado de sobreexplotación hacia el año 2015, disminuyendo tanto desembarques como cuotas de captura desde el año 2011 en adelante. Modelos de dinámica poblacional han mostrado una tendencia a la baja en la biomasa y en el reclutamiento en el periodo 1980-2012, siguiendo un patrón en la relación stock recluta que sugiere depensación y la presencia de efecto Allee. En el presente, el manejo de congrio dorado está basado en un modelo de evaluación mono-especifico estructurado por edad (Contreras et al., 2013), y el objetivo de manejo es llevar al stock al rendimiento máximo sostenible (RMS). Para ello, se han estudiado algunas perspectivas de recuperación mediante la proyección de la biomasa desovante con un reclutamiento promedio durante 10 años y a la vez considerando reducciones en la tasa de mortalidad por pesca objetivo en comparación con la tasa de mortalidad por pesca *status-quo*. El objetivo de este trabajo es modelar el patrón depensatorio observado en la relación stock-recluta y evaluar la recuperación potencial del stock sur de congrio dorado utilizando dicha relación.

MATERIALES Y METODOS

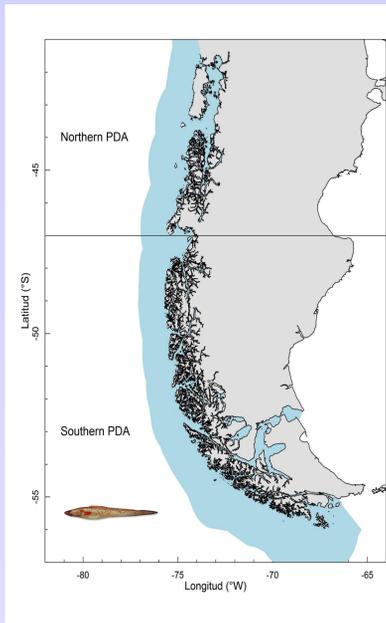


Fig 1. Área de pesca de Congrio dorado

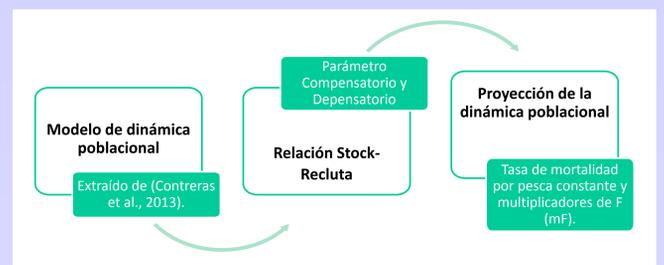
Caracterización del modelo

Modelo estructurado por edad	- Tasa de mortalidad por pesca objetivo. - Multiplicadores de tasa de mortalidad (mF). - Supervivencia a la edad y Ecuación de captura de Baranov. - Selectividad doble-log normal
Data	- Dependiente de la pesquería: Flota arrastrera (1978-2012) y Flota espínelera (1982-2012).
Contraste de datos	- Funciones de log-verosimilitud negativas
Codificación	- Software ADMB (Fournier et al., 2012).

Relación Stock- recluta

Beverton - Holt Compensatorio	$R_i = \frac{S_{i-r}}{\alpha + \beta S_{i-r}}$	Reparametrizado en términos de steepness $h=0.7$ y el inverso de la biomasa desovante por recluta ($SPR_{F=0}$) como estimador de la línea de reemplazo.
Beverton - Holt Depensatorio	$R_i = \frac{S_{i-r}^\delta}{\alpha + \beta S_{i-r}^\delta}$	Ajuste a los datos de reclutamiento y biomasa desovante ³ .

Modelo de Estimación



Biomasa desovante inexplorada (So)	- Intersección entre curva de reclutamiento depensatorio y línea de reemplazo no explotada ¹ .
Biomasa desovante por recluta inexplorada	$l_j = \begin{cases} 1 & j=1 \\ l_{j-1}e^{-M} & j>1 \\ l_{j-1}/(1-e^{-M}) & j=A \end{cases}$
Desovantes por recluta ($SPR_{F=0}$)	$SPR_{F=0} = \sum_{j=1}^A m_j w_j l_j e^{-M\tau}$

RESULTADOS

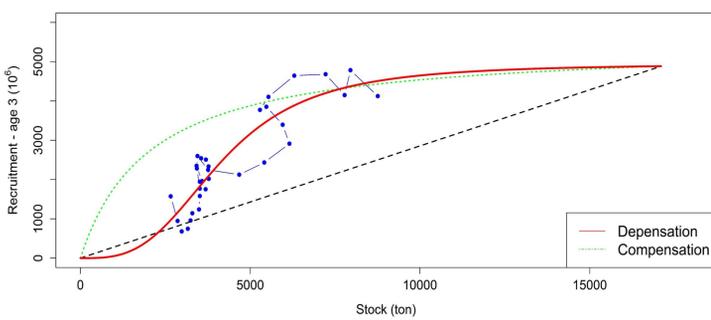
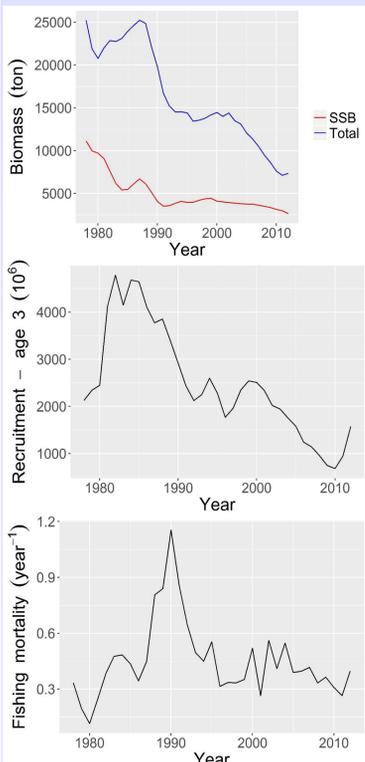


Fig 4. Relación stock-recluta compensatoria y depensatoria del stock sur de congrio dorado en la Patagonia (1978 - 2013).

Fig. 3 Biomazas, reclutamientos y mortalidades por pesca estimadas con modelo depensatorio para el stock sur de congrio dorado.

	Stock-Recruitment Indicators	Fishing strategy				
		F=0	F=0.25 Fmsy	F=0.5 Fmsy	Fmsy	Fstq
Compensatory	Time S/So > 0.4 (year)	6	7	9	16	---
	P(S/So>0.4)	0.53	0.49	0.63	0.57	---
	Time S/So > 0.2 (year)	3	3	4	5	6
Depensatory	P(S/So>0.2)	0.68	0.50	0.66	0.38	0.66
	Time S/So > 0.4 (year)	14	22	---	---	---
	P(S/So>0.4)	0.55	0.52	---	---	---
	Time S/So > 0.2 (year)	5	13	---	---	---
	P(S/So>0.2)	0.54	0.49	---	---	---

Tabla 4. Tiempo y probabilidad de recuperación del stock sur de congrio dorado, con tasas de mortalidad por pesca constantes y dos modelos de reclutamiento de poblaciones.

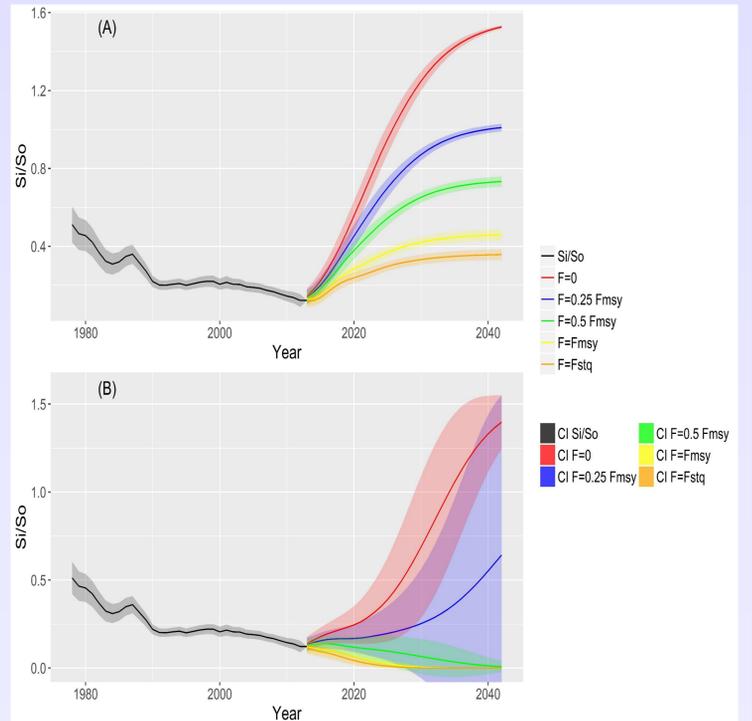


Fig 5. Proyección de biomasa desovante por recluta a distintas mortalidades para modelo compensatorio (A) y depensatorio (B) de stock sur de congrio dorado.

DISCUSION

La relación stock-recluta muestra que la biomasa desovante más reciente y el reclutamiento están por debajo de la línea de reemplazo, siendo el modelo stock-recluta depensatorio el que se ajusta y explica de mejor manera los datos observados. Se identifica un "umbral de efecto Allee", punto crítico entre la depensación y la compensación a niveles bajos de abundancia. A pesar de que se desconocen cuales son los mecanismos depensatorios (efecto Allee)⁴ que estarían involucrados, estos no constituyen una prueba de ausencia⁵, pudiendo influir negativamente en la recuperación de la población ya que la tasa de supervivencia y reproducción serían más bajas⁴. Sin embargo, el patrón encontrado en los datos observados, no necesariamente implicaría un mecanismo causal de dinámica depensatoria⁵. La tendencia histórica de la razón entre la biomasa desovante y la biomasa desovante no explotada del stock, muestra una disminución desde el año 1978 hasta el año 2013. Al proyectar con tasas de mortalidad constantes, se observa una recuperación más tardía de la biomasa con el modelo depensatorio. Las estrategias de explotación por pesca (F=0 y F=0.25Fmsy) generan una recuperación mas lenta que tomaría entre los 14 y 22 años. En cambio, estrategias de explotación (F=0.5Fmsy, Fmsy, Fstq), muestran tendencias por debajo de PBR=40% hacia el año 2040 donde no se evidencia recuperación. Dicha tendencia podría generar un visión mas objetiva e integral del estado del stock, ya que en ocasiones, modelos stock-recluta tradicionales incluidos en modelos de evaluación de stock podrían reflejar poblaciones resistentes y de rápida recuperación⁶. Con estos resultados se concluye que este punto crítico debe tenerse en cuenta en el plan de recuperación del stock. Implicando un cambio en los puntos biológicos de referencia y estrategias de explotación más preventivos.

REFERENCIAS

- Brooks, E.N. 2013. Effects of variable reproductive potential on reference points for fisheries management. *Fish. Res.* 138, 152-158.
- Contreras, F., J.C. Quiroz, C. Canales & L. Chong. 2014. Convenio II Estatus y Posibilidades de Explotación Biológicamente Sustentables de los Principales Recursos Pesqueros Nacionales, Año 2014: Congrio dorado, 2014. Informe de Estatus y Cuota, IFOP. Subsecretaría de Economía y EMT.
- Myers, R. A., Barrowman, N. J., Hutchings, J. A., & Rosenberg, A. A. (1995). Population dynamics of exploited fish stocks at low population levels. *Science*, 269(5227).
- Liermann, M & R. Hilborn. 2001. Depensation: Evidence, models and implications. *Quantitative Ecology and Resource Management*, University of Washington, Seattle, School of Fisheries. USA.
- Hilborn, R., Hively, D. J., Jensen, O. P., and Branch, T. A. 2014. The dynamics of fish populations at low abundance and prospects for rebuilding and recovery. *ICES Journal of Marine Science*.
- Hutchings, J.A. 2014. Renaissance of a caveat: Allee effects in marine fish. *ICES J. Mar. Sci.* 71, 2152-2157.