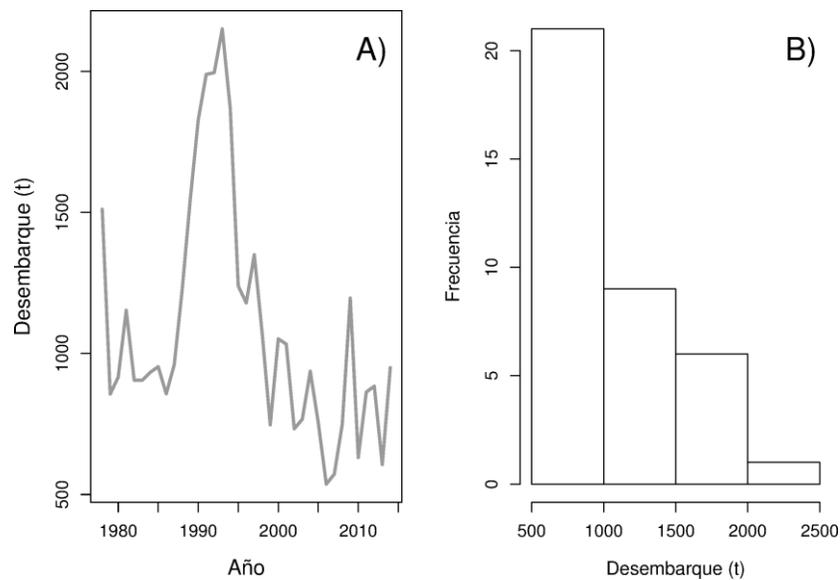


## Determinación de una Captura Biológicamente Aceptable para la pesquería de corvina desarrollada en Chile (*Cilus gilberti*, Abbott 1899).

### 1. Introducción

La corvina (*Perciformes Sciaenidae*) es una especie demersal carnívora, que habita en fondos arenosos de la zona nerítica entre los 5 y 50 m donde se alimenta de miscidáceos, eufáusidos y peces clupeiformes (Garcías et al. 2001) y que se distribuye desde la Bahía Sechura en Perú hasta Chiloé (Kong y Valdés 1990, Chero et al. 2014).

En Chile la corvina es un recurso explotado casi exclusivamente por el sector artesanal con el 68% de los desembarques distribuido entre las regiones VII y IX. La corvina registra capturas a partir del año 1978 y hasta el año 1985 se consideraban dos especies (*Cilus montti* y *Sciaena gilberti*) estatus taxonómico fue luego revisado por Oyarzún et al. (1985) quienes proponen a *Cilus gilberti* como la única especie (**Figura 1A**).



**Figura 1.** A) Desembarque total anual de corvina en Chile. B) Distribución de frecuencia de los desembarques. Años 1978 a 2014. (Fuente: SERNAPESCA).

Las recientes modificaciones a la Ley de Pesca y Acuicultura Chilena, establecen que los niveles de captura biológicamente aceptable (CBA), deben ser determinados de manera tal que estas mantienen o llevan a la pesquería hacia el Rendimiento Máximo Sostenible (RMS).

Para la mayoría de los recursos pesqueros no hay estimaciones del RMS. En este contexto, los modelos más simples que se pueden emplear para obtener una estimación del RMS son los modelos de producción como el Schaefer (1954). Sin embargo, el uso de estos modelos requiere de una serie de capturas y de un índice de abundancia relativa y si bien para el mayor número de recursos se cuenta con registros de desembarque normalmente no se cuenta con un índice de

abundancia relativa principalmente debido a que su obtención involucra un costo adicional de monitoreo y análisis estadístico. Esta es sin duda la situación de la población de corvina explotada en Chile, recurso para el cual se cuenta sólo con una serie de desembarques y alguna información general respecto de sus parámetros de su historia de vida ([www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)). Debido a que este es un escenario recurrente en ciencia pesquera y por lo tanto se reconoce como un caso especial, estos reciben la denominación de pesquería pobre en datos (Restrepo et al. 1998).

En años recientes, esta situación ha motivado el desarrollo de un número de métodos que buscan proveer estimaciones utilizables del RMS requiriendo el mínimo de información (a costo de la adopción de algunos supuestos acerca de la historia de vida del recurso). Para este estudio de niveles sustentables de captura de corvina, se explora el uso del modelo Catch-MSY (Martell y Froese 2011), especialmente desarrollado para pesquerías pobres en datos.

## 2. Metodología

Para la aplicación de la metodología propuesta, como principal dato de entrada se utilizaron los desembarques nacionales de corvina, disponibles desde los registros que recopila y mantiene el Servicio Nacional de Pesca ([www.sernapesca.cl](http://www.sernapesca.cl)). Como se señala en la introducción, estos registros se inician en el año 1978 y son en un 99% de origen artesanal, aportados principalmente por las Regiones VII a la IX. La magnitud de las capturas anuales se distribuye en un rango de 537 toneladas en el año 2006 y 2.150 toneladas en el año 1993, con un valor mediano de 950 toneladas (**Figura 1**).

El método Catch-MSY está inspirado en el análisis de reducción de stock de Kimura y Tagart (1982) y Kimura et al. (1984). Como datos de entrada se requiere una serie de capturas, valores a priori de  $r$  y  $k$  (los parámetros del modelo de biomasa dinámica) y valores probables del tamaño relativo del stock en el primer y último año de la serie de capturas.

El método utiliza el modelo de producción de Schaefer para calcular las biomazas anuales para un par de valores  $r$  y  $k$ . Como para la mayoría de los stocks no hay distribuciones a priori disponibles, el algoritmo extrae aleatoriamente pares de  $r$  y  $k$  desde una distribución uniforme y mediante el uso de una distribución Bernoulli como función de verosimilitud acepta aquellos pares de  $r$  y  $k$  que cumplen las condiciones de no colapsar el stock, exceder su capacidad de carga y producir una biomasa relativa final contenida en el rango de reducción asumido a priori para el análisis.

Si se desea, es posible también incluir error de proceso en el modelo. Por otro lado, si esto se omite, el modelo es determinístico e incluye sólo error de observación.

El modelo y los correspondientes parámetros para el manejo son los siguientes:

### **Datos**

$c_t$  captura observada de  $t=1$  a  $t=n$  años.

$\lambda_{01}$  y  $\lambda_{02}$  cota superior e inferior de la biomasa relativa en  $t=1$ .

$\lambda_1$  y  $\lambda_2$  cota superior e inferior para el nivel de reducción del stock.

$\delta_v$  desviación estándar del error de proceso.

### Parámetros

$$\theta = r, k$$

Condición inicial,  $t = 1$

$$B_t = \lambda_0 k e^{vr}$$

Estado dinámico,  $t > 1$

$$B_{n+1} = \left[ B_t + rB_t \left( 1 - \frac{B_t}{K} \right) - C_t \right] e^{vr}$$

### Verosimilitud

$$I(\theta \setminus c_t) = \begin{cases} 1 & \lambda_1 \leq \frac{B_{n+1}}{k} \leq \lambda_2 \\ 0 & \lambda_1 > \frac{B_{n+1}}{k} > \lambda_2 \end{cases}$$

### Cantidades relevantes a la administración pesquera

$$RMS = \frac{1}{4} rk$$

$$B_{RMS} = \frac{1}{2} k$$

$$F_{RMS} = \frac{1}{2} r$$

En la implementación del modelo, se siguió la recomendación de Martell y Froese (2011) de usar para el tamaño relativo del stock en el primero año un rango igual a  $0,5k - 0,9k$  si

$\frac{c_n}{\max(c)} \leq 0,5$ , donde  $c_n$  es el desembarque en el último año de la serie. De igual modo el

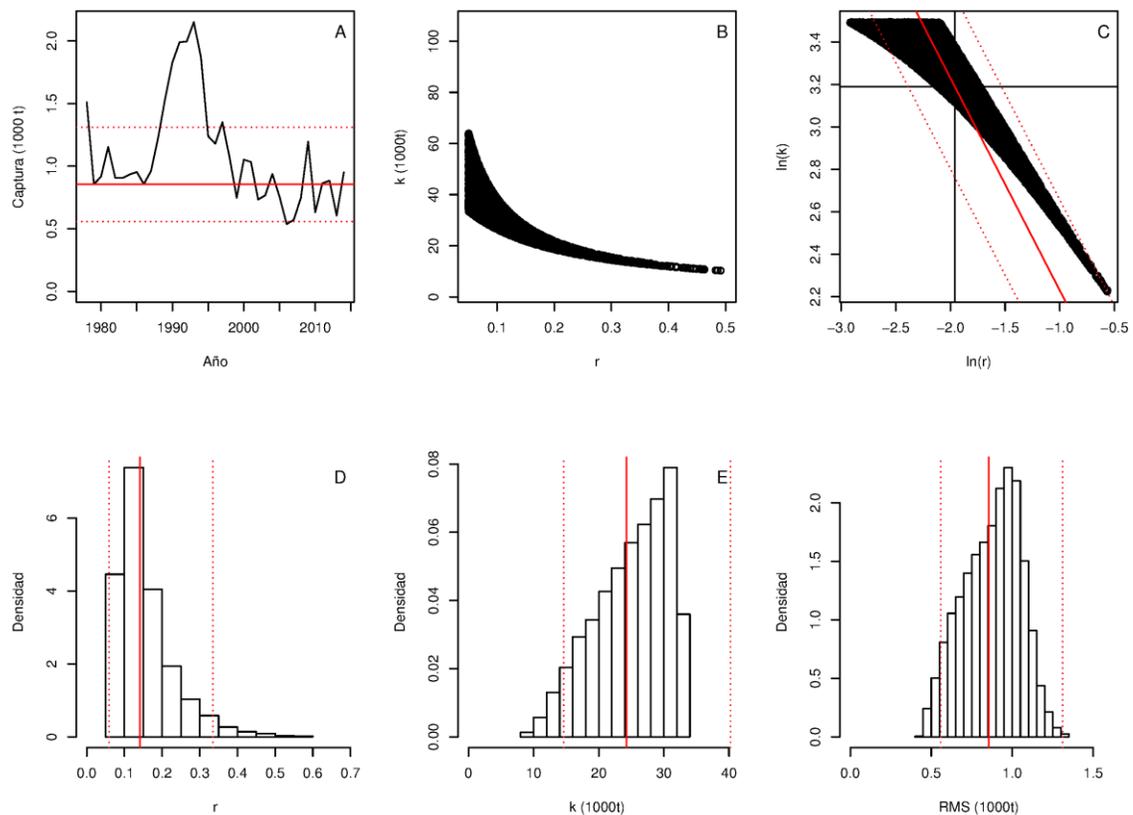
tamaño relativo de stock en el último año se asumió en el rango  $0,01k$  a  $0,3k$  se cumplía esta desigualdad.

Para los valores de la tasa intrínseca de crecimiento  $r$  y la capacidad de porte  $k$  se consideró el intervalo  $[0,05, 0,5]$  y  $[\max(c_t), 50 * \max(c_t)]$ , respectivamente.

### 3. Resultados

En la Figura 2 se presentan los resultados de modelo Catch-MSY usando las especificaciones indicadas en la sección anterior y la serie de desembarques de corvina descrita en la **Figura 1**.

En el **panel A** de la **Figura 2**, se presenta la serie de desembarques de corvina indicando un estimado de RMS de 852 toneladas y sus límites de confianza de 95% (556 – 1.303 toneladas). En el **panel B** representa el espacio paramétrico asumido para los parámetros  $r$  y  $k$  y en la banda negra se pueden observar los pares de  $r$  y  $k$  compatibles con la serie observada de capturas y en el **panel C** se puede ver la misma información ampliada y en escala logarítmica con líneas que representan el espacio de pares  $r$  y  $k$  que resultarán en  $RMS \pm 2$  desviaciones estándar. Los **paneles D**, **E** y **F**, muestran las distribuciones posteriores de  $r$ ,  $k$  y RMS, respectivamente (**Figura 2**).



**Figura 2.** Gráficos de las salidas de método Catch-MSY para la pesquería chilena de corvina. (A) muestra la serie de capturas con el estimado de RMS sobrepuesto (línea roja horizontal) y los límites que contienen el 95 % de los estimados (líneas segmentadas). (B) enmarca la distribución prior difusa para  $r$  y  $k$ ; los puntos negros muestran las combinaciones de  $r - k$  que son compatibles con la serie de capturas. (C) es una ampliación de los pares viables de  $r - k$  en espacio logarítmico, sobrepuestas a los puntos se muestran la media geométrica de  $RMS \pm 2$  desviaciones estándar (líneas segmentadas). (D, E y F) muestran las densidades posteriores de  $r$ ,  $k$  y RMS, respectivamente. En el panel F, se indican la media geométrica de RMS (línea roja)  $\pm 2$  desviaciones estándar (líneas segmentadas).

Para efectuar un manejo basado en RMS y capturas, la regla de control por defecto es que la captura nunca debería exceder el valor de RMS.

Se recomienda en estos casos, que el margen de error inferior debiera ser usado como un nivel límite para la captura biológicamente aceptable (condición que se cumple para la corvina en el año 2006), sólo si se puede asumir que el tamaño del stock se encuentra por sobre 0,5k.

Si las capturas han excedido el RMS, como es el caso de la corvina en los años 1978 a 1998, 2000 a 2001, 2004, 2009, 2011 a 2012 y 2014 (**Figura 2A**), es muy probable que el stock se encuentre por debajo de 0,5k y las capturas debiesen ser reducidas de manera importante, hasta observar algún indicio de recuperación, luego de lo cual estas deberían ser gradualmente incrementadas hasta alcanzar el límite inferior de RMS.

Con fundamento en este análisis y condicionado a los supuestos realizados, las capturas de corvina debería ser restringidas a un nivel no superior a 556 toneladas.

#### 4. Referencias

Chero, J, Iannacone, J, Cruces, C, Sáez, G & Alvaríño, L. 2014. Community of metazoan parasites of corvina drum *Cilus gilberti* (Abbott, 1899) (*Perciformes: Sciaenidae*) in the coastal zone of Chorrillos, Lima, Perú. *Neotropical Helminthology*, vol. 8, n°1, jan-jun, pp. 163 - 182.

Garcías F., R. Mendoza y M. George-Nascimento. 2001. Variación entre años de las infracomunidades de parásitos metazoos de la corvina *Cilus gilberti* (Pisces: *Sciaenidae*) en Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*. 74: 833-840.

Kong, I y J. Valdez. 1990. Sciaénidos de Chile: análisis taxonómico y morfológico. *Estudios Oceanológicos*.9:13-56.

Kimura, D. and Tagart, J. (1982) Stock reduction analysis, another solution to the catch equations. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 39, 1467–1472.

Kimura, D., Balsiger, J. and Ito, D. 1984. Generalized stock reduction analysis. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 41, 1325–1333.

Martell, S. and R. Froese. 2012. A simple method for estimating MSY from catch and resilience. *Fish and Fisheries*. 14(4):504-514.

Restrepo, V.R., Thompson, G.G., Mace, P.M., Gabriel, W.L., Low, L.L., MacCall, A.D., Methot, R.D., Powers, J.E., Taylor, B.L., Wade, P.R., Witzig, J.F., 1998. Technical Guidance on the Use of

Precautionary Approaches to Implementing National Standard 1 of the Magnuson-Stevens Fishery Conservation and Management Act. NOAA Technical Memorandum NMFS-F/SPO-40.