

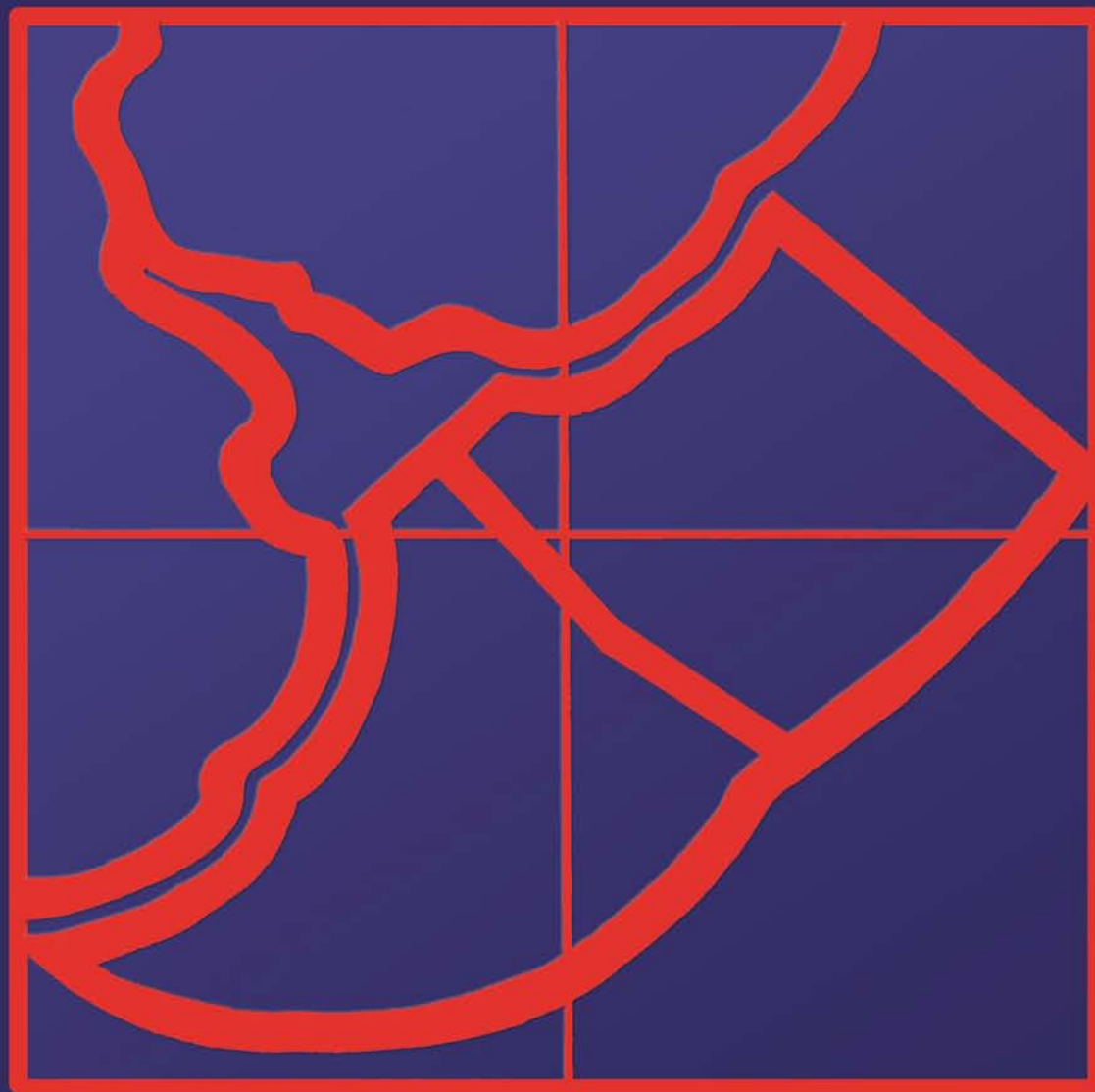
ISSN 1015-3233

FRENTE MARÍTIMO

Publicación de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo

VOLUMEN 23 - ABRIL 2013

FRENTE MARÍTIMO



VOLUMEN 23 ABRIL 2013

Dinámica de biomasa con umbral de esfuerzo pesquero para recursos con pesca no dirigida

ANÍBAL AUBONE

Grupo de Ecología Matemática, Departamento de Matemática, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata. Funes 3350, 7600 Mar del Plata, Argentina.

FAX: +54 223 4863150

E-mail: aaubone@mdp.edu.ar

Gabinete de Biomatemática, Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero. Paseo Victoria Ocampo N°1, 7600 Mar del Plata, Argentina. FAX: +54 223 4861830

RESUMEN: Una medida de manejo importante es mantener limitado el esfuerzo pesquero sobre un recurso o grupo de recursos pesqueros que se pesquen conjuntamente. En estos casos, un modelo de dinámica de biomasa total brinda buena información para tomar decisiones. Para desarrollar un modelo de este tipo se debe contar con la serie de datos de captura y un índice de biomasa. La captura en general puede relacionarse con el esfuerzo y también con la biomasa a través de una función estrictamente monótona creciente en ambas variables. En este trabajo se asumen características sobre esta función atendiendo a una pesca no dirigida. Se consideran dos tipos de modelos globales de biomasa, con función de producción excedente lineal y cuadrática, y se estudian propiedades con la función de captura $\varphi(f, B) = f \frac{\alpha B}{\beta + B}$, que se adecua a casos de pesca no dirigida. Se estudian los estados de equilibrio y estabilidad de los mismos, y la dinámica asintótica.

Para estos modelos se prueba que existe un esfuerzo pesquero máximo donde la dinámica se bifurca. Para lograr una estimación del esfuerzo máximo y contemplar la incertidumbre subyacente, se utiliza el enfoque bayesiano de estimación de parámetros. Si t_c es el último tiempo con dato de captura, se propone como estrategia: limitar tanto el esfuerzo como la captura aplicadas en el tiempo $t_c + 1$, para lograr con cierta certeza de que la biomasa no disminuya del tiempo $t_c + 1$ al tiempo $t_c + 2$. Esto brinda la estimación de una captura máxima consistente con la limitación del esfuerzo pesquero.

Se realiza una aplicación práctica, como ejemplo, para el gatuzo (*Mustelus schmitti*).

PALABRAS CLAVE: *modelos de producción excedente; bifurcaciones; pesca no dirigida; enfoque bayesiano; umbral de esfuerzo pesquero; gatuzo; Mustelus schmitti*

SUMMARY: Biomass dynamics with a threshold of fishing effort in a non target fishery.

An important fisheries management measure is to maintain limited fishing effort on a resource or group of them that are fished together. In these cases, a dynamic model of total biomass provides good information to make decisions. To develop a model of this type should have the series of catch and biomass index. The overall catch effort can relate well with the biomass through a strictly monotone function increasing in both variables. In this paper we assume characteristics about this function in response to a non-target fisheries. Two types of global models of biomass, with surplus production function linear and quadratic are considered. Properties are studied with a capture function $\varphi(f, B) = f \frac{\alpha B}{\beta + B}$, which is adapted to cases of non-target fisheries. We study the equilibrium states and their stability, and asymptotic

dynamics. Under this context exists a maximum effort where the dynamic branches. To get an estimate of the maximum fishing effort and contemplate the underlying uncertainty, the Bayesian approach is used for parameter estimation. If t_c is the last time data capture, is proposed as a strategy: limit the fishing effort and capture applied in time $t_c + 1$, to achieve with some certainty that the biomass does not fall from time t_c to time $t_c + 2$. This provides an estimate of a maximum catch consistent with the limitation of fishing effort.

Practical application is performed, as an example, for the *gatuza* (*Mustelus schmitti*).

KEY WORDS: *surplus production models; bifurcations; non-target fishing; Bayesian approach; threshold of fishing effort; gatuza; Mustelus schmitti*

1. INTRODUCCIÓN

Una medida de manejo importante es mantener limitado el esfuerzo pesquero sobre un recurso o grupo de recursos pesqueros que se pesquen conjuntamente. En pesquerías multi-específicas la importancia de limitar el esfuerzo pesquero sobre las especies más vulnerables puede ser fundamental para mantener la biodiversidad. En pesquerías costeras es donde se da más comúnmente la pesca sobre un conjunto de especies, para las cuales la escasez de datos y evaluaciones integradas suele ser común, y en general se requiere incrementar la investigación y la precaución. En muchos casos, parte de la pesca es artesanal e imposible de conocer completamente y controlarla eficientemente. Además, distintas flotas pesqueras que operan sobre el recurso multi-específico, con distintos objetivos e intereses complica el problema del manejo pesquero. En este trabajo, y asumiendo modelos de dinámica de biomasa sencillos, se estudia la limitación del esfuerzo pesquero, en un contexto de sustentabilidad biológica.

DINÁMICA DE BIOMASA CON UMBRAL DE ESFUERZO PESQUERO PARA RECURSOS CON PESCA...

Anibal Aubone

En estos casos de escasos datos biológicos y pesqueros, y con gran incertidumbre, un modelo de dinámica de biomasa total brinda buena información para tomar decisiones. Para desarrollar un modelo de este tipo se debe contar con la serie de datos de captura y un índice de biomasa. Es importante contar además, con una estimación de la biomasa en un tiempo del periodo de evaluación (biomasa inicial), para obtener una solución bien definida. También es importante contar con datos del esfuerzo total realizado sobre la especie en la pesquería multi-específica. Con estos datos, la formulación del modelo de dinámica de biomasa y la estimación de parámetros debiera considerar además la incertidumbre subyacente, con el fin de obtener resultados que permitan tomar decisiones precautorias. Una manera de hacerlo es utilizar el enfoque bayesiano de estimación de parámetros, que plantea a los parámetros como variables aleatorias.

Para acotar superiormente el esfuerzo pesquero, los modelos de dinámica de biomasa de la forma $B_{t+1} = B_t + G(B_t) - C_t$, con $G(B_t)$ la producción excedente en el tiempo t , debieran incorporar el dato del esfuerzo total. El modelo anterior sólo especifica la captura y su relación con la biomasa.

La captura en general puede relacionarse con el esfuerzo y también con la biomasa a través de una función $\varphi: C_t = \varphi(f_t, B_t)$, donde C_t es la captura en el tiempo t , f_t es el esfuerzo pesquero total sobre la especie investigada y B_t es la biomasa aunque podría ser la biomasa media en el tiempo t . Muchas veces la captura no sólo depende del esfuerzo pesquero realizado y de la biomasa, sino también de otros factores como el interés comercial. Sin embargo en este trabajo se supondrá que la captura de un tiempo depende básicamente del esfuerzo y de la biomasa al comienzo de dicho tiempo. Se asume que la flota pesquera que opera sobre el recurso estudiado se encuentra estable en su composición e interés comercial. El esfuerzo pesquero podría medirse en días de pesca, ya que es una medida general y fácilmente controlable y contable, y por lo tanto fiable.

Se supone que la función $\varphi(f, B)$ es estrictamente monótona creciente respecto de ambas variables.

En estas circunstancias se podrían postular diferentes funciones de captura.

Por ejemplo, una familia bastante general de funciones $\varphi(f, B)$ es la familia de funciones de la forma $\varphi(f_t, B_t) = \frac{\alpha}{1 + \beta B_t} f_t B_t = f_t \frac{\alpha B_t}{1 + \beta B_t}$ con $\alpha > 0, \beta \geq 0$.

Si se pone $q(B) = \frac{\alpha}{1 + \beta B}$, esta función puede denominarse *función de capturabilidad* e interpretarse como una medida de la eficiencia de captura de toda la flota en general. Por ejemplo si $\beta = 0$ se tiene que la capturabilidad no depende del nivel de biomasa ni del tiempo. Si $\beta > 0$, la capturabilidad decrece al aumentar la biomasa. Este último caso es el caso de la pesca no dirigida, donde el escaso interés de captura suele afectar la explotación disminuyendo la eficiencia de captura cuando la biomasa aumenta.

En la pesca dirigida, bajo las condiciones estables antes mencionadas, puede asumirse que la capturabilidad es constante, por lo menos en un periodo de tiempo corto.

Cada función φ que se considere, genera un modelo diferente de dinámica de biomasa con el esfuerzo, que requiere de un estudio particular. En este trabajo se analizará a modo de ejemplo, dos modelos de producción excedente de biomasa, el modelo de producción excedente lineal y el modelo cuadrático y la función $\varphi(f, B)$ dentro de la familia de funciones antes mencionada, con $\beta > 0$. Atendiendo a este supuesto, se reparametriza la función φ para escribirla:

$$\varphi(f, B) = f \frac{\alpha B}{\beta + B} \text{ con } \alpha, \beta > 0.$$

Como ejemplo de aplicación práctica se muestran resultados para el gatuзо (*Mustelus schmitti*), con estimación de parámetros con el enfoque bayesiano.

2. MODELOS DE DINÁMICA DE BIOMASA CON $\varphi(f, B) = f \frac{\alpha B}{\beta + B}$

Supongamos entonces que el modelo de dinámica de biomasa es $B_{t+1} = B_t + G(B_t) - f_t \frac{\alpha B_t}{\beta + B_t}$, $B_{t_0} = B_0 > 0$; $\alpha, \beta > 0$.

Teniendo en cuenta que $G(0) = 0$, se tiene que $B = 0$ es un estado de equilibrio. La ecuación de los estados de equilibrio es

$$G(B) - f \frac{\alpha B}{\beta + B} = 0.$$

Si existe un estado de equilibrio $B_* > 0$ condicionado a un esfuerzo pesquero dado f , este último debe ser

$$f = \frac{G(B_*) (\beta + B_*)}{\alpha B_*}.$$

Ejemplo 1) Producción excedente lineal

$G(B) = rB$, $r > 0$. En este caso $f = \frac{r(\beta + B_*)}{\alpha}$, y $B_* = B_*(f) = \frac{f\alpha}{r} - \beta$ son el esfuerzo y la biomasa de equilibrio no nulo, si este último existe ($f > \frac{\beta r}{\alpha}$). Para esfuerzos pesqueros con valores mayores a $f_* = \frac{\beta r}{\alpha}$, la dinámica de biomasa se bifurca, apareciendo un estado de equilibrio no nulo. Si el esfuerzo es $f \leq \frac{\beta r}{\alpha}$, sólo existe el estado de equilibrio nulo.

Notar que $B_*(f)$ es estrictamente monótona creciente respecto de f .

$$G(B) - f \frac{\alpha B}{\beta + B} = B \left(r - f \frac{\alpha}{\beta + B} \right) < 0, \text{ si } f > f_*; B > 0.$$

COMO RESUMEN:

Para el modelo $B_{t+1} = B_t + r B_t - f \frac{\alpha B_t}{\beta + B_t}$, $r, \alpha, \beta > 0, B_{t_0} > 0$:

Si $f > f_*$, el estado de equilibrio $B_* = B_*(f) = \frac{f \alpha}{r} - \beta > 0$ es inestable y el estado de equilibrio $B = 0$ es un atractor. Además si $f \leq f_*$, sólo existe el estado de equilibrio nulo que es un estado de equilibrio inestable.

Ejemplo 2) Producción excedente cuadrática

$G(B) = (a - bB)B$, $a, b > 0$. Este caso corresponde a un modelo logístico discreto.

Buscando los estados de equilibrio positivos,

$$G(B) - f \frac{\alpha B}{\beta + B} = B \left(a - bB - f \frac{\alpha}{\beta + B} \right) = 0 \Leftrightarrow a - bB = f \frac{\alpha}{\beta + B}$$

Esta última ecuación es equivalente a $bB^2 + (b\beta - a)B + (f\alpha - a\beta) = 0$ (1).

$$B_*(f) = -\frac{b\beta - a}{2b} + \frac{1}{2b} \sqrt{(b\beta - a)^2 - 4b(f\alpha - a\beta)}$$

o

$$B_*(f) = -\frac{b\beta - a}{2b} - \frac{1}{2b} \sqrt{(b\beta - a)^2 - 4b(f\alpha - a\beta)}.$$

Condición básica para que existan estados de equilibrio de biomasa positiva:

$$(b\beta - a)^2 - 4b(f\alpha - a\beta) \geq 0. \text{ Sea } f_* = \frac{a\beta}{\alpha}.$$

Supongamos que $b\beta - a > 0$. Entonces si $f\alpha - a\beta < 0$ ($f < f_*$) existe una sola solución real positiva de (1), y la misma será $B_*(f) = -\frac{b\beta - a}{2b} + \frac{1}{2b} \sqrt{(b\beta - a)^2 - 4b(f\alpha - a\beta)}$. En este caso $B_{**} = 0$ es un

estado de equilibrio inestable y $B_*(f)$ es un estado de equilibrio estable (atractor).

Supongamos que $b\beta - a > 0$ pero ahora $f\alpha - a\beta \geq 0$ ($f \geq f_*$). En este caso existen dos soluciones reales negativas de (1). En este caso sólo existe el equilibrio de biomasa nulo. El mismo es un estado de equilibrio estable (atractor).

Supongamos que $b\beta - a < 0$. Si $f\alpha - a\beta < 0$ ($f < f_*$) (una sola solución real positiva de (1)), existe un único equilibrio de biomasa positivo $B_*(f) = -\frac{b\beta - a}{2b} + \frac{1}{2b}\sqrt{(b\beta - a)^2 - 4b(f\alpha - a\beta)}$. En este caso $B_{**} = 0$ es un estado de equilibrio inestable y $B_*(f)$ es un estado de equilibrio estable (atractor). Notar que es la misma conclusión que para el caso $b\beta - a > 0$ y $f\alpha - a\beta < 0$.

Supongamos que $b\beta - a < 0$ y $f\alpha - a\beta > 0$ ($f > f_*$) (dos soluciones reales positivas de (1)). En este caso existen dos estados de equilibrio de biomasa positivos.

$$B_{*1}(f) = -\frac{b\beta - a}{2b} + \frac{1}{2b}\sqrt{(b\beta - a)^2 - 4b(f\alpha - a\beta)}$$

y

$$B_{*2}(f) = -\frac{b\beta - a}{2b} - \frac{1}{2b}\sqrt{(b\beta - a)^2 - 4b(f\alpha - a\beta)}$$

Resulta $B_{*1}(f) > B_{*2}(f)$. El equilibrio $B_{*2}(f)$ es un umbral de extinción ($B_{**} = 0$ es atractor), mientras que el equilibrio $B_{*1}(f)$ es un estado de equilibrio estable.

Por último si $b\beta - a < 0$ y $f\alpha - a\beta = 0$ ($f = f_*$), $B_{*1}(f) = -\frac{b\beta - a}{b}$ y $B_{**} = 0$ son los estados de equilibrio. $B_{*1}(f)$ es un estado de equilibrio estable (atractor) y $B_{**} = 0$ es inestable.

Resumiendo:

Para el modelo $B_{t+1} = B_t + (a - bB_t)B_t - f_t \frac{\alpha B_t}{\beta + B_t}$, $a, b, \alpha, \beta > 0$, $B_{t_0} > 0$:

Resumiendo el caso $b\beta - a > 0$: si $f < f_*$

$B_*(f) = -\frac{b\beta - a}{2b} + \frac{1}{2b}\sqrt{(b\beta - a)^2 - 4b(f\alpha - a\beta)}$ es un estado de equilibrio estable (atractor) y $B_{**} = 0$ es un estado de equilibrio inestable. Si $f \geq f_*$, la biomasa tiende globalmente a la extinción cuando el tiempo pasa.

Resumiendo el caso $b\beta - a < 0$: si $f \leq f_*$,

$B_*(f) = -\frac{b\beta - a}{2b} + \frac{1}{2b}\sqrt{(b\beta - a)^2 - 4b(f\alpha - a\beta)}$ es un estado de equilibrio de biomasa estable (atractor), siendo $B_{**} = 0$ un estado de equilibrio inestable. Si $f > f_*$, en este caso $B_{*2}(f) = -\frac{b\beta - a}{2b} - \frac{1}{2b}\sqrt{(b\beta - a)^2 - 4b(f\alpha - a\beta)}$ es un umbral de extinción.

Incertidumbre sobre el umbral f_* . Captura máxima biológicamente aceptable

La función $G(B)$ se estima. También la función $\varphi(f, B)$ se estima. Para ambas funciones se estiman los parámetros que las definen. Por ejemplo con el enfoque bayesiano, utilizando el algoritmo SIR (*Sampling Importance Resampling method*) es necesario definir un criterio de aceptación del vector de parámetros que tienda a igualar la captura con los valores de la función φ . Para ello se calcula $S^2(\theta_G, \theta_\varphi) = \frac{1}{n} \sum_t (C_t - \varphi(f_t, B_t))^2$, donde n es el número de datos con captura; donde θ_G es el vector de parámetros que define la función G y θ_φ es el vector de parámetros que define la función φ , y se acepta el vector de parámetros generado $(\theta_G, \theta_\varphi)$ si $S^2(\theta_G, \theta_\varphi) < \varepsilon$, con $\varepsilon > 0$ pequeño.

El umbral f_* queda así dependiendo de los parámetros estimados de ambas funciones. Es interesante poder estimar la distribución de probabilidades del umbral de esfuerzo para determinar un umbral de esfuerzo práctico que considere la incertidumbre en la estimación. Por ejemplo, es interesante poder estimar la $\Pr(f > f_*)$ para un esfuerzo f propuesto. Esta probabilidad será entonces una evaluación del riesgo de extinción de la biomasa de mantenerse el esfuerzo f mayor que el esfuerzo umbral. Podría fijarse un nivel de riesgo pequeño $\alpha > 0$ y buscar $f : \Pr(f > f_*) = \alpha$. La estimación de parámetros con el enfoque bayesiano proporciona una solución sencilla al problema de estimación. La misma se realiza por Simulación de Monte Carlo (Algoritmo SIR) y facilita así contar con las distribuciones de probabilidades a posteriori de los parámetros. Estas distribuciones de probabilidades pueden ser utilizadas para obtener las distribuciones de probabilidades de la biomasa por tiempo, captura de reemplazo por tiempo, y f_* , por ejemplo.

Supongamos que para el último tiempo con captura t_c , se estima B_{t_c+1} . Se propone como estrategia: limitar tanto el esfuerzo como la captura para lograr con cierta certeza de que la biomasa no disminuya del tiempo $t_c + 1$ al tiempo $t_c + 2$:

Problema 1: buscar $f > 0$ (esfuerzo máximo permisible) de manera que $\Pr(f > f_*) = p_1$ y $\Pr(B_*(f) > B_{t_c+2} / C_{t_c+1}(f)) = p_2$ sean pequeños. $1 > p_1, p_2 > 0$, pequeños, por ejemplo 0,1.

Notar que estas probabilidades son crecientes si f crece.

Problema 2: con $f > 0$ que resuelve el Problema 1, buscar C_{\max} (captura máxima biológicamente aceptable) para el tiempo $t_c + 1$ tal que $\Pr(C_{t_c+1}(f) \leq C_{\max} / f)$ sea grande, por ejemplo 0,75 (C_{\max} sería en este caso el tercer cuantil).

Notar que esta probabilidad es creciente si C_{\max} crece.

La resolución del Problema 1, permite establecer un valor máximo del esfuerzo pesquero considerando la sustentabilidad de la biomasa total. A continuación, resolver el Problema 2 permite encontrar una captura máxima para el tiempo $t_c + 1$ atendiendo a la distribución de probabilidades de la captura proyectada con dicho nivel de esfuerzo máximo. Esta estrategia de captura máxima permisible permite determinar la misma de manera consistente con el nivel de esfuerzo máximo y la incertidumbre.

Observar que: $\Pr(C_{t_c+1}(f) > C_{re,t_c+1}) = \Pr(f \frac{\alpha B_{t_c+1}}{\beta + B_{t_c+1}} > r B_{t_c+1}) = \Pr(B_*(f) > B_{t_c+1})$ en el caso de $G(B) = r B$.

Caso de estudio: el gatuzo (*Mustelus schmitti*)

Para probar la metodología se utilizaron datos de gatuzo (*Mustelus schmitti*). En una primera instancia, y considerando los resultados de la evaluación de biomasa (Aubone *et al.*, 2011), se validó el modelo de captura propuesto en este trabajo. El ejemplo de gatuzo corresponde al modelo simple de producción excedente que figura en el Ejemplo 1) de este trabajo. En una segunda instancia, se propuso la estimación bayesiana de los parámetros para estimar la incertidumbre en el umbral de esfuerzo pesquero y obtener una evaluación de riesgo para la toma de decisiones de manera sencilla. El periodo de años con datos de captura para el gatuzo es 1993-2010.

Validez del modelo de captura para el gatuzo

Los Condrictios, dentro de los cuales se encuentran especies vivíparas, de escasa fecundidad, lento crecimiento y gran talla de primera madurez, requieren por sus características biológicas medidas de protección y gran precaución en el manejo pesquero. Muchos Condrictios son pescados en pesquerías no dirigidas a ellos. También muchos Condrictios son suficientemente resistentes al

proceso de captura y a algunos ejemplares se los observa con suficiente vitalidad luego de ser capturados como para que fueran devueltos al agua, y en general estos ejemplares tienen buena probabilidad de sobrevivir.

Mustelus schmitti, tiburón conocido en Argentina y Uruguay como gatuzo, se distribuye en el Océano Atlántico Sudoccidental entre los 22° S (Brasil) y 47° 45' S (Argentina), desde zonas costeras hasta los 120 m de profundidad. Es una de las especies predominantes de la fauna marina bonaerense (Massa *et al.*, 2012).

Los tiburones se caracterizan por tener un lento crecimiento, maduración tardía, extenso periodo de gestación y escasa fecundidad, características que limitan la capacidad de respuesta de la población frente a la pesca intensiva.

La pesca de gatuzo es acompañante de la pesca multi-específica del denominado variado costero, donde la captura está dominada por corvina (*Micropogonias furnieri*) y pescadilla (*Cynoscion guatucupa*). El gatuzo se pesca en Argentina y Uruguay, siendo las mayores capturas obtenidas por pescadores argentinos.

Para el gatuzo, Aubone *et al.* (2011), plantearon un modelo de dinámica de biomasa muy sencillo $B_{t+1} = B_t + r B_t - C_t$, donde $r > 0$ y B_t es la biomasa a comienzos del tiempo t y C_t es la captura total en peso del tiempo t . Este modelo está basado en el conocimiento actual de la dinámica de biomasa del gatuzo. Se deduce una captura de reemplazo en cada tiempo: $C_t = r B_t$. Los parámetros del modelo fueron estimados por el método de máxima verosimilitud.

En la Figura 1 puede verse la variación del esfuerzo pesquero nominal total medido en días de pesca de las embarcaciones que pescaron gatuzo.

Se observa una tendencia decreciente desde 1993 a 2002 y luego una tendencia general creciente a partir del año 2003, aunque en los últimos dos años el esfuerzo ha decrecido un poco.

La explotación del gatuzo debe contemplar estos aspectos particulares y ser muy precautoria, con el objeto de tender a la sustentabilidad biológica de este tiburón. Las medidas de manejo recomendadas y adoptadas han sido limitaciones de captura y áreas de veda (Massa *et al.*, 2012). La evaluación de la dinámica de biomasa realizada en el año 2011, mostró una tendencia decreciente de biomasa y la necesidad de limitar la captura para detener dicho decrecimiento.

Los datos básicos de captura declarada y esfuerzo pueden verse en la Tabla 1.

Teniendo en cuenta que el periodo 2003-2010 muestra una tendencia creciente en el esfuerzo pesquero, y que se cuenta con un índice de biomasa específico para dicho periodo, se asumió el modelo de captura-esfuerzo-biomasa para dichos años.

La función objeto a minimizar es $S(\alpha, \beta) = \sum_{t=2003,2010} (C_t - f_t \frac{\alpha B_t}{\beta + B_t})^2$, variando $\alpha, \beta > 0$ para

estimar los parámetros de la función $\varphi(f, B) = f \frac{\alpha B}{\beta + B}$. La biomasa B , proviene del modelo desarrollado en Aubone *et al.* (2011). Si el ajuste es bueno, puede considerarse válida a la captura como función del esfuerzo y de la biomasa, con esta función propuesta φ .

Debido a la no unicidad de las estimaciones de α, β se procedió a imponer la restricción: $f_* \alpha \leq 125.000$, esto es, el valor de α queda condicionado a que cuando el esfuerzo es igual al umbral de esfuerzo, y la biomasa es excesivamente grande, la captura no superará a 125.000 t que el valor estimado de biomasa total por Milessi (2008) para los años 1981-83.

En la Tabla 2 pueden verse los valores estimados de los parámetros de la función de captura.

La estimación del esfuerzo de bifurcación para la validación fue $f_* = \frac{\beta r}{\alpha} = 20.740$ días.

En la Tabla 3 pueden verse las biomazas de equilibrio y las biomazas estimadas para cada año, concluyéndose que los esfuerzos fueron superiores al esfuerzo umbral en todos los años, y las biomazas estimadas menores a las correspondientes de equilibrio.

Puede observarse una desaceleración de la disminución de biomasa poblacional con los esfuerzos cercanos al esfuerzo umbral en 2003, 2004 y 2005, incluso una recuperación de biomasa en 2007, pero los esfuerzos crecientes de los últimos años aceleraron el decrecimiento de la biomasa.

Se concluye que el modelo de captura propuesto es bueno para describir la captura y predecir la misma en el periodo estudiado.

Estimación bayesiana

Una vez validada la función de captura, se planteó realizar una estimación de los parámetros del modelo de dinámica de biomasa (incluyendo la función correspondiente a la captura), y evaluar la incertidumbre en los mismos y su efecto sobre el umbral de esfuerzo estimado. Para realizar esto se propuso una estimación de los parámetros con el enfoque bayesiano.

Se desarrolló un programa (Aubone, 2012) (prg: GATUZO1 v270512, en lenguaje FORTRAN) para tal efecto.

Se utilizaron los mismos índices de biomasa que se consideraron en Aubone *et al.* (2011).

Las relaciones de los índices con la biomasa media fueron planteadas como lineales con errores aditivos normales. Esto es una simplificación respecto del modelo utilizado en el trabajo anteriormente citado.

La estimación bayesiana se realizó con el método SIR, se realizaron 200 millones de simulaciones y en el re-muestreo se seleccionaron 10.000 simulaciones.

Como criterio de aceptación de un vector de parámetros se propuso que el promedio de los errores relativos entre la captura observada y estimada no superara 0,1. Además se impuso que $r\beta \leq 125.000$ donde 125.000 t es la estimación de la biomasa total de gatujo en 1981-1983, obtenida a partir de un modelo ecotrófico desarrollado por Milesi (2008).

Se consideró el periodo de tiempo 2003-2010, para el modelo: $C_t = f_t \frac{\alpha B_t}{\beta + B_t}$, $\alpha, \beta > 0$.

RESULTADOS BAYESIANOS PARA EL GATUZO

Los resultados pueden verse en las Figuras 3 a 9 y Tablas 4 a 7.

El modelo de captura fue ajustado adecuadamente (Figuras 4 y 5, Tabla 4).

La mediana de la distribución del umbral de esfuerzo f_* es 16.691 días de pesca (Figura 6). En el periodo de evaluación la probabilidad de que la biomasa haya sido menor a la biomasa de equilibrio en cada año, ha sido mayor que 0,40 (Figura 7). Los esfuerzos realizados en el periodo de evaluación superaron ampliamente el esfuerzo de 16.691 días de pesca, y la probabilidad de superar al esfuerzo umbral ha sido mayor que 0,5 en todos los años. En la Figura 8 puede verse la tendencia media decreciente de la captura de reemplazo y en la Figura 9 lo mismo pero para la biomasa estimada. La incertidumbre subyacente puede observarse con los intervalos de confiabilidad (intervalos en los que la probabilidad de observar un valor de la variable aleatoria es grande).

Para limitar el esfuerzo pesquero y simultáneamente la captura, en valores que brinden cierta certeza de que la biomasa no disminuirá del año 2011 al año 2012, por ejemplo, tomando un nivel de riesgo de $p_1 = 0,20$; $p_2 = 0,10$: $\Pr(f > f_*) = p_1$ y $\Pr(B_*(f) > B_{t_c+1}) = p_2$, se obtiene un valor de f aproximado de 14.500 días de pesca (Tablas 5 y 6). Para obtener una captura máxima estimada para el año 2011, consistente con este nivel de esfuerzo máximo, para el ejemplo, el percentil 90 es aproximadamente igual a 4.700 t (Tabla 6).

El riesgo biológico aumenta si se aumentan p_1 o p_2 .

Otro ejemplo: si se eligiera la mediana de f_* , 16.691 días de pesca como esfuerzo máximo ($p_1 \cong 0,5$) para el año 2011, resulta $p_2 = 0,357$, y si se elige el percentil 90 de la distribución de capturas para este esfuerzo, la captura máxima permisible para el año 2011 debiera ser aproximadamente 5.450 t.

CONCLUSIÓN GENERAL PARA EL GATUZO

Para este trabajo se eligió una especie del denominado "variado costero", que es capturada en pesca no dirigida. El modelo de captura-esfuerzo-biomasa planteado en este trabajo fue adecuado, teniendo en cuenta las estimaciones de biomasa disponibles.

La estimación bayesiana de los parámetros del modelo de dinámica de biomasa permitió obtener una visión de la incertidumbre subyacente, no sólo en el esfuerzo máximo sino en la biomasa y biomasa de reemplazo, necesarias para evaluar el estado poblacional y diseñar una estrategia de manejo pesquero determinando una captura máxima y un esfuerzo pesquero máximo.

Debido al carácter multi-específico de la pesca costera, y atendiendo a la posibilidad de supervivencia del gatuzo, una vez alcanzado el esfuerzo pesquero máximo, podrían devolverse los individuos capturados al mar, con extrema precaución para garantizar de alguna forma la supervivencia de los mismos. Se requiere investigar científicamente la supervivencia pos-captura, para el gatuzo.

Generalizando este estudio sobre otras especies explotadas con pesca no dirigida y potencialmente vulnerables, podría obtenerse un panorama de los límites de esfuerzo por especie, y servir para determinar un límite integral del mismo en la pesquería y capturas máximas ajustadas a esta estrategia.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Natalia Hozbor y a Ana Massa del INIDEP, por proporcionar los datos de gatuzo y por facilitar desinteresadamente la aplicación que se desarrolló en este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- AUBONE, A. 2012. PRG: GATUZO1 v270512, en FORTRAN. GECOMAT-FCEyN-UNMDP; E-mail: aubone@mdp.edu.ar
- AUBONE, A.; CUETO, S.; MASSA, A.; HOZBOR N.; PÉREZ, M.; COLONELLO, J.; CORTÉS, F.; JAUREGUÍZAR, A. Y MILESSI, A. 2011. Estimación de la biomasa del gatuzo (*Mustelus schmitti*). Periodo 1993-2010. Documento de Trabajo presentado al Grupo de Trabajo Condrictios de la CTMFM, Julio de 2011.
- MASSA A., HOZBOR H., PÉREZ M., AUBONE A., CUETO S., CORTÉS F., JAUREGUÍZAR A., MILESSI A. y COLONELLO J. 2012. Análisis de los Índices de abundancia de gatuzo (*Mustelus schmitti*) estimados a partir de campañas de investigación y flota comercial. Informe de Investigación INIDEP N°11/12.
- MILESSI, A. 2008. Modelación ecotrófica en el ecosistema costero bonaerense (34-41°S). Años 1981-83. Informe Técnico INIDEP N°08/08, pp 55.

TABLAS Y FIGURAS

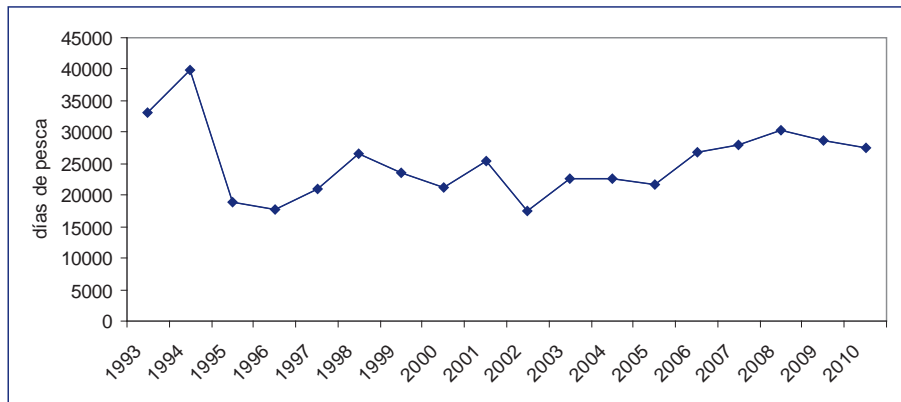


Figura 1. Esfuerzo pesquero (días de pesca) nominal sobre el gatuzo

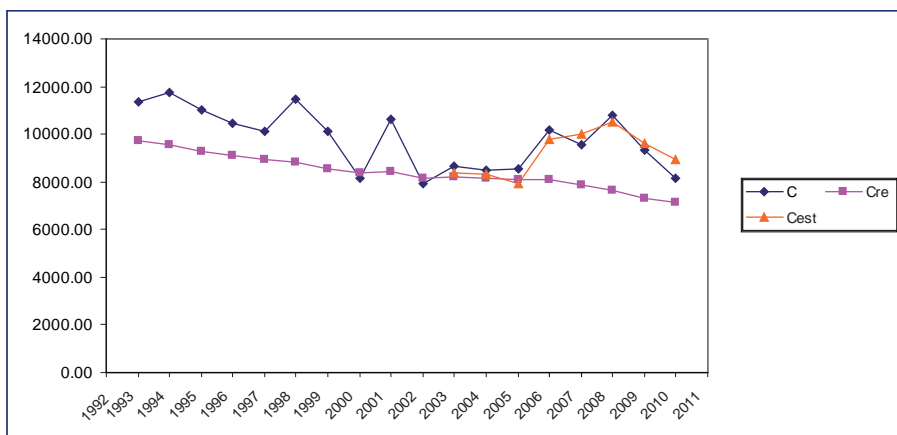


Figura 2. Captura declarada C , captura de reemplazo C_{re} y captura estimada C_{est} . Validación/ Gatuzo

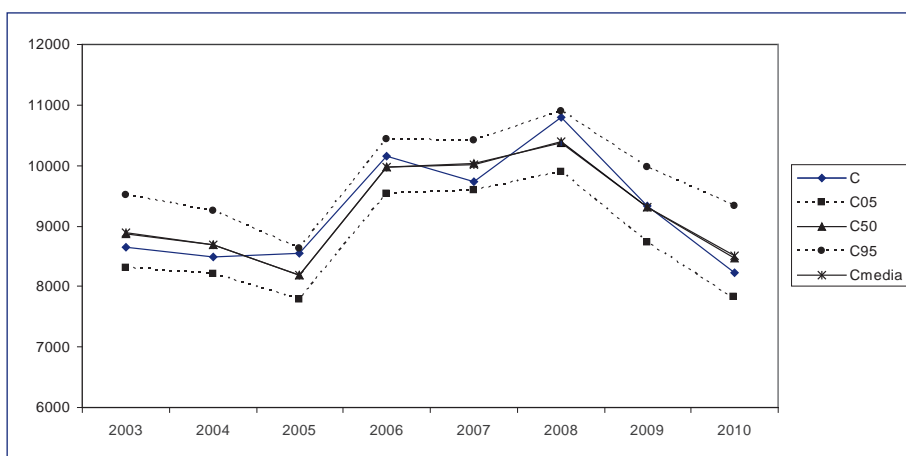


Figura 3. Captura declarada y estimada. C05: percentil 5; C50: mediana; C95: percentil 95. Gatuzo

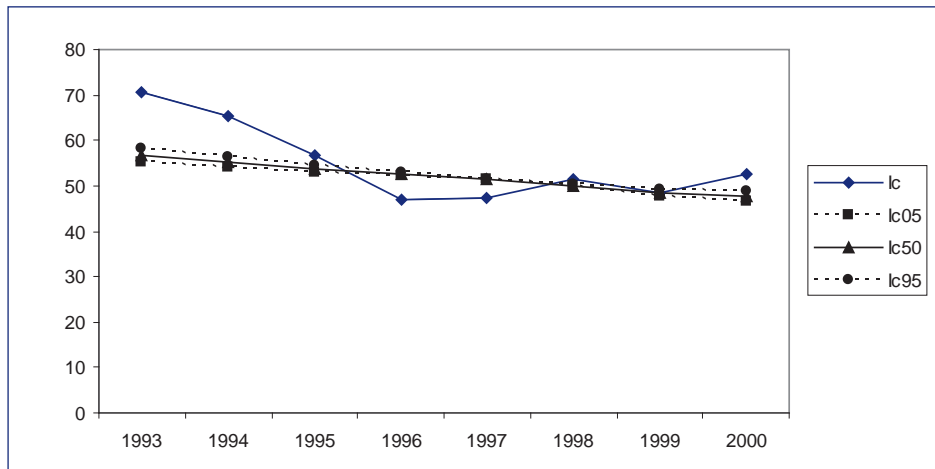


Figura 4. Índice de la flota I_c . lc05: percentil 5; lc50: mediana; lc95: percentil 95. Gatuzo

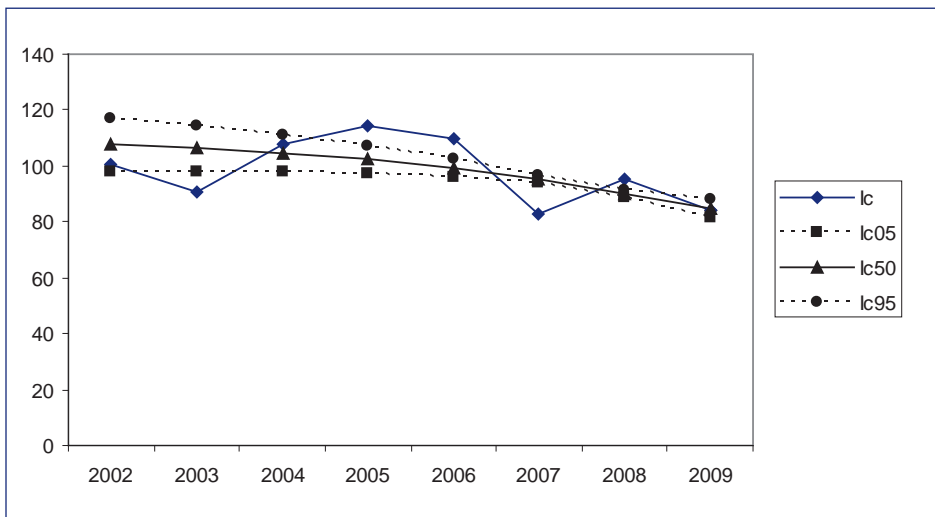


Figura 5. Índice de la flota I_c . lc05: percentil 5; lc50: mediana; lc95: percentil 95. Gatuzo

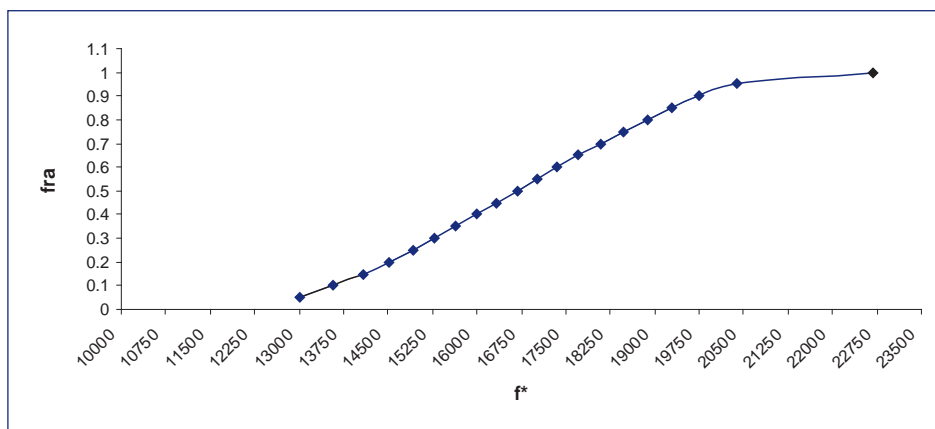


Figura 6. Gráfica de la función de distribución para f^* . Gatuzo

DINÁMICA DE BIOMASA CON UMBRAL DE ESFUERZO PESQUERO PARA RECURSOS CON PESCA...
Anibal Aubone

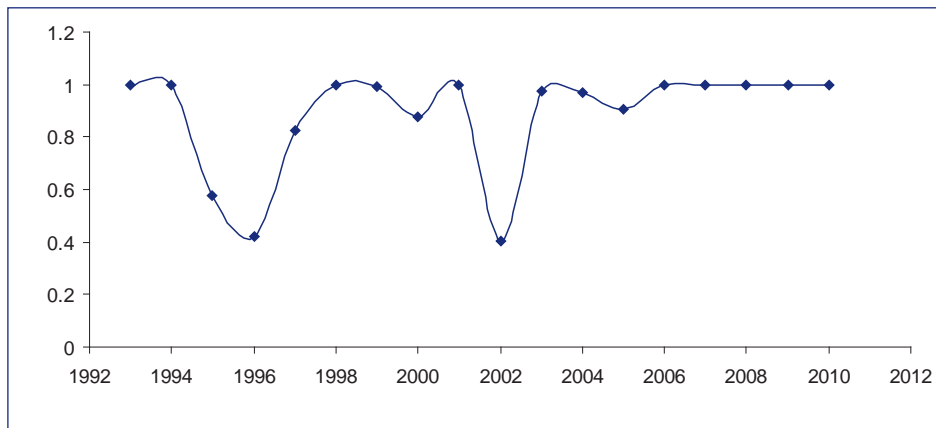


Figura 7. Probabilidad de que la biomasa sea menor a la biomasa de equilibrio B_* dado f . Gatuzo

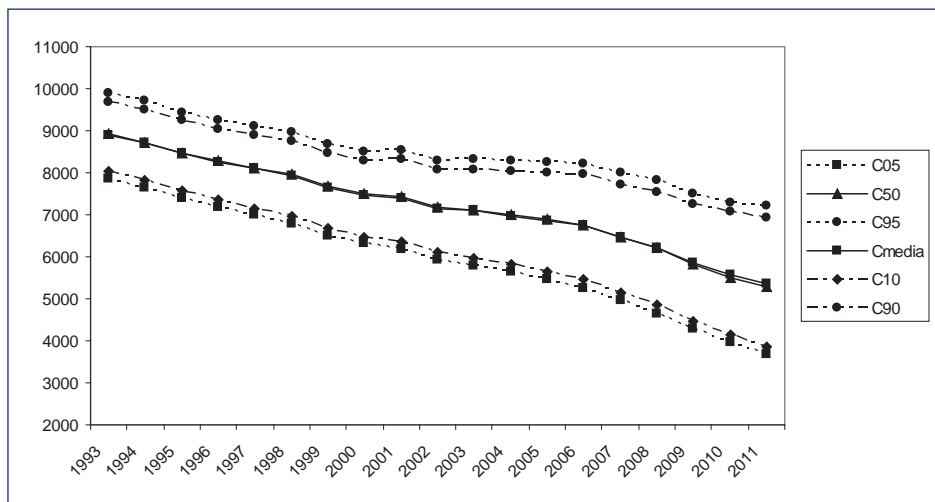


Figura 8. Captura de reemplazo. C05: percentil 5; C50: mediana; C95: percentil 95; C10: percentil 10; C90: percentil 90. Gatuzo

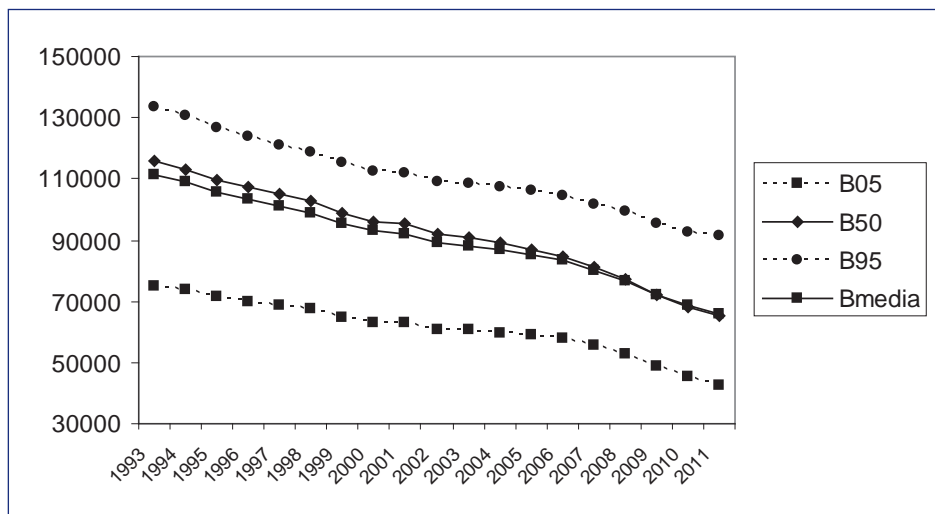


Figura 9. Biomasa estimada. B05: percentil 5; B50: mediana; B95: percentil 95. Gatuzo

Tabla 1. Captura declarada (t) y esfuerzo total (días). Gatuzo

Año	C	f
1993	11.332	33.178
1994	11.734	39.939
1995	11.030	18.955
1996	10.449	17.748
1997	10.130	20.997
1998	11.480	26.654
1999	10.107	23.483
2000	8.156	21.319
2001	10.634	25.436
2002	7.919	17.389
2003	8.641	22.640
2004	8.485	22.544
2005	8.543	21.592
2006	10.156	26.802
2007	9.727	28.013
2008	10.805	30.222
2009	9.341	28.786
2010	8.235	27.575

Tabla 2. Estimación de los parámetros r , B_{1993} de Aubone *et al.* (2011). Validación/Gatuzo

Parámetro	Estimación
r	0,10739
B_{1993}	90.389,397
α	6,027046
β	1.163.997,735758

Tabla 3. Estimación de la biomasa de equilibrio para el esfuerzo dado. Biomosas en toneladas. Validación/Gatuzo

Año	f	B_*	B
2003	22.640	106.645	76.408
2004	22.544	101.273	75.973
2005	21.592	47.849	75.646
2006	26.802	340.220	75.227
2007	28.013	408.191	73.150

DINÁMICA DE BIOMASA CON UMBRAL DE ESFUERZO PESQUERO PARA RECURSOS CON PESCA...
Anibal Aubone

cont.tabla 3

Año	f	B_*	B
2008	30.222	532.152	71.448
2009	28.786	451.595	68.316
2010	27.575	383.614	66.312

Tabla 4. Estadística básica de los parámetros. Estimación bayesiana/Gatuzo

Número de simulaciones efectivas: 10.000
 Fmin= 21,82987

	mínimo	máximo	media	varianza	CV
r	0,05463	0,20716	0,08362	0,00	0,2765
B_{1993}	50.138,120	134.998,936	111.280,920	342.612.480,47	0,1663
α	2,02479	9,87543	5,36890	2,20	0,2761
β	500.031,143	1.400.213,778	1.117.085,061	143.206.380.863,96	0,3388
f_*	10.544,62	22.681,20	16.690,94	5.271.714,52	0,1376

Coefficiente de determinación R^2 del ajuste de los índices

I_c 1993 – 2000 R^2_{\min} : 0,89228 R^2_{medio} : 0,89686 R^2_{\max} : 0,89801
 I_c 2002 – 2009 R^2_{\min} : 0,94626 R^2_{medio} : 0,95904 R^2_{\max} : 0,96311

Tabla 5. Esfuerzo f y $\text{Pr}(f > f_*)$

f	P	f	P	f	P
10.000	0,00000	15.200	0,28890	20.400	0,95020
10.200	0,00000	15.400	0,31690	20.600	0,96080
10.400	0,00000	15.600	0,34510	20.800	0,97040
10.600	0,00010	15.800	0,37150	21.000	0,97790
10.800	0,00020	16.000	0,40000	21.200	0,98450
11.000	0,00030	16.200	0,42700	21.400	0,98960
11.200	0,00100	16.400	0,45850	21.600	0,99310
11.400	0,00200	16.600	0,48620	21.800	0,99450
11.600	0,00310	16.800	0,51700	22.000	0,99710
11.800	0,00540	17.000	0,54680	22.200	0,99880

cont.tabla 5

<i>f</i>	<i>P</i>	<i>f</i>	<i>P</i>	<i>f</i>	<i>P</i>
12.000	0,00740	17.200	0,57350	22.400	0,99950
12.200	0,01090	17.400	0,60790	22.600	0,99960
12.400	0,01700	17.600	0,63600	22.800	1,00000
12.600	0,02710	17.800	0,66190	23.000	1,00000
12.800	0,03600	18.000	0,68590	23.200	1,00000
13.000	0,04910	18.200	0,71510	23.400	1,00000
13.200	0,06450	18.400	0,73970	23.600	1,00000
13.400	0,08220	18.600	0,76580	23.800	1,00000
13.600	0,10290	18.800	0,79110	24.000	1,00000
13.800	0,12180	19.000	0,81500	24.200	1,00000
14.000	0,14120	19.200	0,83910	24.400	1,00000
14.200	0,16440	19.400	0,86390	24.600	1,00000
14.400	0,18550	19.600	0,88360	24.800	1,00000
14.600	0,20770	19.800	0,90470	25.000	1,00000
14.800	0,23400	20.000	0,92390	25.200	1,00000
15.000	0,25960	20.200	0,93730	25.400	1,00000

Tabla 6. Esfuerzo y probabilidad de que la biomasa de equilibrio sea mayor que la biomasa a comienzos de 2012.

<i>f</i>	<i>P</i>	<i>f</i>	<i>P</i>	<i>f</i>	<i>P</i>	<i>f</i>	<i>P</i>
10.200	0,00000	14.200	0,08940	18.200	0,56200	22.200	0,96470
10.400	0,00000	14.400	0,10540	18.400	0,58810	22.400	0,97470
10.600	0,00000	14.600	0,12360	18.600	0,61230	22.600	0,98050
10.800	0,00000	14.800	0,14430	18.800	0,63290	22.800	0,98600
11.000	0,00000	15.000	0,16420	19.000	0,66040	23.000	0,99110
11.200	0,00000	15.200	0,18640	19.200	0,68290	23.200	0,99360
11.400	0,00000	15.400	0,20630	19.400	0,70380	23.400	0,99520
11.600	0,00000	15.600	0,22610	19.600	0,72690	23.600	0,99660
11.800	0,00020	15.800	0,25090	19.800	0,75180	23.800	0,99870
12.000	0,00020	16.000	0,27590	20.000	0,77450	24.000	0,99940
12.200	0,00120	16.200	0,30280	20.200	0,79350	24.200	1,00000
12.400	0,00230	16.400	0,32890	20.400	0,81540	24.400	1,00000
12.600	0,00390	16.600	0,35700	20.600	0,83650	24.600	1,00000
12.800	0,00840	16.800	0,37810	20.800	0,85740	24.800	1,00000

DINÁMICA DE BIOMASA CON UMBRAL DE ESFUERZO PESQUERO PARA RECURSOS CON PESCA...

Aníbal Aubone

cont.tabla 6

<i>f</i>	<i>P</i>	<i>f</i>	<i>P</i>	<i>f</i>	<i>P</i>	<i>f</i>	<i>P</i>
13.000	0,01340	17.000	0,40420	21.000	0,87790	25.000	1,00000
13.200	0,01920	17.200	0,42940	21.200	0,89450	25.200	1,00000
13.400	0,02890	17.400	0,45620	21.400	0,91190	25.400	1,00000
13.600	0,04150	17.600	0,48180	21.600	0,92790	25.600	1,00000
13.800	0,05670	17.800	0,50640	21.800	0,94090	25.800	1,00000
14.000	0,07090	18.000	0,53170	22.000	0,95160	26.000	1,00000

Tabla 7. Percentiles de captura estimada (t) para el año 2011, dado el esfuerzo *f* (días de pesca). Estimación bayesiana/Gatuzo

<i>f</i>	p10	p25	p50	p75	p90
10.200	2.728,620	2.842,234	3.006,273	3.194,117	3.334,445
10.400	2.782,122	2.897,964	3.065,219	3.256,747	3.399,826
10.600	2.835,624	2.953,694	3.124,166	3.319,377	3.465,208
10.800	2.889,127	3.009,425	3.183,112	3.382,007	3.530,589
11.000	2.942,629	3.065,155	3.242,059	3.444,636	3.595,970
11.200	2.996,131	3.120,885	3.301,005	3.507,266	3.661,352
11.400	3.049,634	3.176,615	3.359,952	3.569,896	3.726,733
11.600	3.103,136	3.232,345	3.418,898	3.632,526	3.792,114
11.800	3.156,638	3.288,075	3.477,845	3.695,155	3.857,495
12.000	3.210,141	3.343,805	3.536,791	3.757,785	3.922,877
12.200	3.263,643	3.399,535	3.595,738	3.820,415	3.988,258
12.400	3.317,146	3.455,265	3.654,684	3.883,045	4.053,639
12.600	3.370,648	3.510,995	3.713,631	3.945,674	4.119,020
12.800	3.424,150	3.566,725	3.772,578	4.008,304	4.184,402
13.000	3.477,653	3.622,455	3.831,524	4.070,934	4.249,783
13.200	3.531,155	3.678,186	3.890,471	4.133,564	4.315,164
13.400	3.584,657	3.733,916	3.949,417	4.196,193	4.380,546
13.600	3.638,160	3.789,646	4.008,364	4.258,823	4.445,927
13.800	3.691,662	3.845,376	4.067,310	4.321,453	4.511,308
14.000	3.745,164	3.901,106	4.126,257	4.384,083	4.576,689
14.200	3.798,667	3.956,836	4.185,203	4.446,712	4.642,071
14.400	3.852,169	4.012,566	4.244,150	4.509,342	4.707,452
14.600	3.905,671	4.068,296	4.303,096	4.571,972	4.772,833
14.800	3.959,174	4.124,026	4.362,043	4.634,602	4.838,215

cont.tabla 7

<i>f</i>	p10	p25	p50	p75	p90
15.000	4.012,676	4.179,756	4.420,989	4.697,231	4.903,596
15.200	4.066,178	4.235,486	4.479,936	4.759,861	4.968,977
15.400	4.119,681	4.291,216	4.538,882	4.822,491	5.034,358
15.600	4.173,183	4.346,947	4.597,829	4.885,121	5.099,740
15.800	4.226,685	4.402,677	4.656,775	4.947,750	5.165,121
16.000	4.280,188	4.458,407	4.715,722	5.010,380	5.230,502
16.200	4.333,690	4.514,137	4.774,668	5.073,010	5.295,883
16.400	4.387,192	4.569,867	4.833,615	5.135,640	5.361,265
16.600	4.440,695	4.625,597	4.892,561	5.198,269	5.426,646
16.800	4.494,197	4.681,327	4.951,508	5.260,899	5.492,027
17.000	4.547,700	4.737,057	5.010,454	5.323,529	5.557,409
17.200	4.601,202	4.792,787	5.069,401	5.386,159	5.622,790
17.400	4.654,704	4.848,517	5.128,348	5.448,788	5.688,171
17.600	4.708,207	4.904,247	5.187,294	5.511,418	5.753,552
17.800	4.761,709	4.959,978	5.246,241	5.574,048	5.818,934
18.000	4.815,211	5.015,708	5.305,187	5.636,678	5.884,315
18.200	4.868,714	5.071,438	5.364,134	5.699,307	5.949,696
18.400	4.922,216	5.127,168	5.423,080	5.761,937	6.015,078
18.600	4.975,718	5.182,898	5.482,027	5.824,567	6.080,459
18.800	5.029,221	5.238,628	5.540,973	5.887,197	6.145,840
19.000	5.082,723	5.294,358	5.599,920	5.949,826	6.211,221
19.200	5.136,225	5.350,088	5.658,866	6.012,456	6.276,603
19.400	5.189,728	5.405,818	5.717,813	6.075,086	6.341,984
19.600	5.243,230	5.461,548	5.776,759	6.137,716	6.407,365
19.800	5.296,732	5.517,278	5.835,706	6.200,345	6.472,746
20.000	5.350,235	5.573,008	5.894,652	6.262,975	6.538,128
20.200	5.403,737	5.628,739	5.953,599	6.325,605	6.603,509
20.400	5.457,239	5.684,469	6.012,545	6.388,235	6.668,890
20.600	5.510,742	5.740,199	6.071,492	6.450,864	6.734,272
20.800	5.564,244	5.795,929	6.130,438	6.513,494	6.799,653
21.000	5.617,746	5.851,659	6.189,385	6.576,124	6.865,034
21.200	5.671,249	5.907,389	6.248,331	6.638,754	6.930,415
21.400	5.724,751	5.963,119	6.307,278	6.701,383	6.995,797
21.600	5.778,253	6.018,849	6.366,225	6.764,013	7.061,178
21.800	5.831,756	6.074,579	6.425,171	6.826,643	7.126,559

DINÁMICA DE BIOMASA CON UMBRAL DE ESFUERZO PESQUERO PARA RECURSOS CON PESCA...

Anibal Aubone

cont.tabla 7

<i>f</i>	p10	p25	p50	p75	p90
22.000	5.885,258	6.130,309	6.484,118	6.889,273	7.191,941
22.200	5.938,761	6.186,039	6.543,064	6.951,902	7.257,322
22.400	5.992,263	6.241,769	6.602,011	7.014,532	7.322,703
22.600	6.045,765	6.297,500	6.660,957	7.077,162	7.388,084
22.800	6.099,268	6.353,230	6.719,904	7.139,792	7.453,466
23.000	6.152,770	6.408,960	6.778,850	7.202,421	7.518,847
23.200	6.206,272	6.464,690	6.837,797	7.265,051	7.584,228
23.400	6.259,775	6.520,420	6.896,743	7.327,681	7.649,609
23.600	6.313,277	6.576,150	6.955,690	7.390,311	7.714,991
23.800	6.366,779	6.631,880	7.014,636	7.452,940	7.780,372
24.000	6.420,282	6.687,610	7.073,583	7.515,570	7.845,753
24.200	6.473,784	6.743,340	7.132,529	7.578,200	7.911,135
24.400	6.527,286	6.799,070	7.191,476	7.640,830	7.976,516
24.600	6.580,789	6.854,800	7.250,422	7.703,460	8.041,897
24.800	6.634,291	6.910,530	7.309,369	7.766,089	8.107,278
25.000	6.687,793	6.966,261	7.368,315	7.828,719	8.172,660
25.200	6.741,296	7.021,991	7.427,262	7.891,349	8.238,041
25.400	6.794,798	7.077,721	7.486,208	7.953,979	8.303,422
25.600	6.848,300	7.133,451	7.545,155	8.016,608	8.368,804
25.800	6.901,803	7.189,181	7.604,102	8.079,238	8.434,185
26.000	6.955,305	7.244,911	7.663,048	8.141,868	8.499,566
26.200	7.008,807	7.300,641	7.721,995	8.204,498	8.564,947
26.400	7.062,,10	7.356,371	7.780,941	8.267,127	8.630,329
26.600	7.115,812	7.412,101	7.839,888	8.329,757	8.695,710
26.800	7.169,315	7.467,831	7.898,834	8.392,387	8.761,091
27.000	7.222,817	7.523,561	7.957,781	8.455,017	8.826,472
27.200	7.276,319	7.579,291	8.016,727	8.517,646	8.891,854
27.400	7.329,822	7.635,022	8.075,674	8.580,276	8.957,235
27.600	7.383,324	7.690,752	8.134,620	8.642,906	9.022,616
27.800	7.436,826	7.746,482	8.193,567	8.705,536	9.087,998
28.000	7.490,329	7.802,212	8.252,513	8.768,165	9.153,379
28.200	7.543,831	7.857,942	8.311,460	8.830,795	9.218,760
28.400	7.597,333	7.913,672	8.370,406	8.893,425	9.284,141
28.600	7.650,836	7.969,402	8.429,353	8.956,055	9.349,523
28.800	7.704,338	8.025,132	8.488,299	9.018,684	9.414,904

cont. tabla 7

<i>f</i>	p10	p25	p50	p75	p90
29.000	7.757,840	8.080,862	8.547,246	9.081,314	9.480,285
29.200	7.811,343	8.136,592	8.606,192	9.143,944	9.545,667
29.400	7.864,845	8.192,322	8.665,139	9.206,574	9.611,048
29.600	7.918,347	8.248,052	8.724,085	9.269,203	9.676,429
29.800	7.971,850	8.303,783	8.783,032	9.331,833	9.741,810
30.000	8.025,352	8.359,513	8.841,979	9.394,463	9.807,192

FRENTE MARÍTIMO

VOLUMEN 23 ABRIL 2013

SUMARIO

INDICADORES ECONÓMICOS Y SOCIALES PARA LA APLICACIÓN DEL ENFOQUE ECOSISTÉMICO EN LA PESCA (EEP)

Ángel A. Gumy 9

LA CAJA DE HERRAMIENTAS DE LA FAO PARA LA APLICACIÓN DEL ENFOQUE ECOSISTÉMICO AL MANEJO DE LAS PESQUERÍAS

Johanne Fischer 23

INTERACCIONES ENTRE LA ACTIVIDAD PESQUERA Y LOS PROYECTOS DE DESARROLLO EN LA ZONA ECONÓMICA EXCLUSIVA URUGUAYA

Yamandú Marín, Julio Chocca, Bernardo González y Gastón Beathyate 29

SISTEMA INTER-JURISDICCIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS COSTERO MARINAS – SIAPCM – ARGENTINA. (PROYECTO ARG/10/G47 GEF – PNUD)

Guillermo Caille, José María Musmeci, Guillermo Harris y Ricardo Delfino Schenke 55

INTERACCIÓN INDIRECTA ENTRE LA PESCA DE ARRASTRE DE FONDO COSTERA Y LAS HEMBRAS DE LEÓN MARINO SUDAMERICANO (*Otaria flavescens*) EN URUGUAY: ¿EXISTE CO-USO O COMPETENCIA POR RECURSOS?

Federico G. Riet Sapriza; Daniel P. Costa; Valentina Franco-Trecu; Yamandú Marín; Julio Chocca, Bernardo González; Gastón Beathyate; B. Louise Chilvers y Luis A. Hüickstadt 65

EVOLUCIÓN TEMPORAL DEL NIVEL TRÓFICO MEDIO DE LOS DESEMBARQUES EN LA ZONA COMÚN DE PESCA ARGENTINO-URUGUAYA AÑOS 1989-2010

Milési Andrés C. & Andrés J. Jaureguizar 83

EL ENDEMISMO EN LAS RAYAS DE LA ZONA COMÚN DE PESCA ARGENTINO-URUGUAYA

Figueroa, D.E.; Barbini, S. I.; Scenna, I. I.; Belleggia, M.; Delpiani, G. & Spath, C. 95

DISTRIBUCIÓN BATIMÉTRICA DE LA FAMILIA SCIAENIDAE (PERCIFORMES) EN EL ATLÁNTICO SUDOCCIDENTAL Y CONSIDERACIONES SOBRE LAS PESQUERÍAS DE LOS PECES DE ESTA FAMILIA

Hébert Nion, Yamandú Marín, Pablo Meneses y Pablo Puig 105

DINÁMICA DE BIOMASA CON UMBRAL DE ESFUERZO PESQUERO PARA RECURSOS CON PESCA NO DIRIGIDA

Aníbal Aubone 133

ANÁLISIS DE LA PESQUERÍA DE BESUGO (*Pagrus pagrus*) EN EL ÁREA NORTE DEL ECOSISTEMA COSTERO BONAERENSE URUGUAYO. PERÍODO 2000-2010

Nerina Lagos, Sebastián García y Nora Fernández Aráoz 155

DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE EXPLOTACIÓN DE LOS RECURSOS CORVINA Y PESCADILLA EN EL ÁREA DEL TRATADO. EVALUACIÓN Y RECOMENDACIONES DE MANEJO PARA EL AÑO 2011

María Inés Lorenzo, Claudia Carozza y Claudio Ruarte 177

DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE LA MERLUZA (*Merluccius hubbsi*) Y SU RELACIÓN CON LAS VARIABLES OCEANOGRÁFICAS (TEMPERATURA Y SALINIDAD) ENTRE 35° S Y 40° S DURANTE EL OTOÑO DEL AÑO 2011

D'Atri, Luciana L., Molinari, Graciela y Rodrigues, Karina 197

DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE PRERRECLUTAS DE MERLUZA (*Merluccius hubbsi*) EN LA ZONA COMÚN DE PESCA ARGENTINO-URUGUAYA EN 2000, 2001 Y 2009

Martín D. Ehrlich, Daniel R. Brown y Laura Machinandiarena 215

ANÁLISIS DE PRODUCTIVIDAD Y SUSCEPTIBILIDAD DE LA FAUNA ACOMPAÑANTE DE LA MERLUZA COMÚN EN LA ZONA COMÚN DE PESCA ARGENTINO-URUGUAYA

Alejandra M. Cornejo; B. Gabriela Mc Lean; Ernesto Godelman 231

DISTRIBUCIÓN, RENDIMIENTO, ESTRUCTURA DE TALLA Y SEXO DEL RUBIO (*Helicolenus dactylopterus lahillei*) CAMPAÑAS EH 02/08 – 04/09

Leonardo S. Tringali, Pedro M Ibáñez y Norberto A. Scarlato 249

DETERMINACIÓN DEL NÚMERO MÍNIMO DE EJEMPLARES DE UNA MUESTRA DE RUBIO (*Helicolenus dactylopterus lahillei*) NORMAN, 1937) PARA ESTIMAR LA TALLA MEDIA DE CAMPAÑAS DE INVESTIGACIÓN

Leonardo S. Tringali y Julieta Rodríguez 265

SURGENCIA, ¿UN FENÓMENO COMÚN EN LA COSTA NORTE DEL RÍO DE LA PLATA EXTERIOR?

Maira Luz Clara, Claudia Simionato, Claudia Campetella, Diego Moreira, Raúl Guerrero 275

RESEÑA DE HERRAMIENTAS GENÉTICAS UTILIZADAS EN EL ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA POBLACIONAL DE LAS CORVINAS DEL RÍO DE LA PLATA Y SU FRENTE MARÍTIMO

Alejandro Márquez y Alfredo Pereira 291

UTILIZACIÓN DE CENTROS PIGMENTARIOS DE *Sympterygia bonapartii* (*Chondrichthyes, rajidae*) COMO HERRAMIENTA BIOANALÍTICA DE CONTAMINACIÓN

Ubrig, Román; Galeano, Noelia; Schwerdt, Carla; Mas, Javier; Sartuqui, Javier; Guagliardo, Silvia; Acebal, Florencia; Paolillo, Melisa y Tanzola, Daniel 301