



GRUPO DE TRABAJO CONDRICTIOS

Reunión 02/2017

Buenos Aires, 28 al 31 de marzo de 2017

Los documentos incluidos en este volumen pueden contener información no publicada y/o análisis o conclusiones sujetas a modificaciones. La información no debe ser citada ni usada para otro propósito que no sea el trabajo propio de la CTMFM o de los grupos técnicos, sin el permiso expreso de los autores e instituciones que la originaron.

Las afirmaciones y opiniones vertidas en los trabajos, son de exclusiva responsabilidad de los respectivos autores, por lo tanto su contenido no refleja necesariamente posición oficial de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo ni la de sus Estados miembros. Asimismo la mención de marcas comerciales es circunstancial y no implica, por parte de la CTMFM, recomendaciones ni valoraciones del producto en cuestión ni de la compañía que lo fabrica.

GRUPO DE TRABAJO PECES CONDRICTIOS

Informe 2/17

Del 28 al 31 de marzo de 2017 se reunió, en instalaciones de la Cancillería Argentina, Buenos Aires, el Grupo de Trabajo Condrictios (GT-Condrictios), a fin de dar cumplimiento a lo acordado en la 356ª reunión Plenaria de la CTMFM. Por Argentina estuvieron presentes el Dr. Otto Wöhler, la Lic. Patricia Martínez, la Dra. Ana Massa y el Dr. Federico Cortés. Por Uruguay participaron el Dr. Daniel Gilardoni, el Lic. Miguel Rey, la Dra. María Inés Lorenzo, la Lic. María Saravia y el Lic. Santiago Silveira. Coordinó la reunión el Secretario Técnico de la CTMFM.

De acuerdo con los términos de referencia aprobados para esta reunión, el GT-Condrictios debía, sobre la base de la mejor información disponible a la fecha, formular recomendaciones en relación con la conservación de algunas especies o grupos de especies de peces cartilagosos, a fin del establecimiento de medidas de manejo por parte de la CTMFM. Tras adoptarse la agenda, se procedió al desarrollo de los siguientes puntos:

1. Presentación de documentos

Se presentaron los siguientes documentos:

- 1.1. **“APLICACIÓN DE UN MODELO DE DINÁMICA DE BIOMASA AL GATUZO (*Mustelus schmitti*) EN EL ÁREA DEL TRATADO DEL RÍO DE LA PLATA Y SU FRENTE MARÍTIMO (1983-2016)”**. Son autores de este trabajo: F. Cortés, Natalia Hozbor, Marcelo Pérez y A. Massa. Este documento integra el presente informe como **anexo i**. Se desarrolla un análisis para la estimación de la biomasa de gatuzo (*Mustelus schmitti*) en el área del Tratado del Río de la Plata y su Frente Marítimo, planteando tres escenarios. La información incluye las capturas declaradas en el área del Tratado e índices de abundancia provenientes de campañas de investigación y de la flota comercial de Argentina. El modelo de dinámica de biomasa utilizado fue un modelo lineal con capturas en tiempos discretos y regularmente espaciadas. La biomasa estimada mostró distintas tendencias dependiendo de los índices considerados en el ajuste. En los escenarios que incluyeron al índice de campañas de investigación, los valores correspondientes a las capturas de reemplazo resultaron inferiores a las capturas declaradas. El bajo potencial de crecimiento poblacional de los condrictios en general, la incertidumbre de la información disponible para el análisis de la dinámica poblacional de gatuzo y los resultados obtenidos en el presente documento determinan que el manejo de este recurso debe establecerse considerando un enfoque altamente precautorio.
- 1.2. **“APLICACIÓN DE UN MODELO DE DINÁMICA DE BIOMASA AL PEZ ÁNGEL (*Squatina guggenheim*) EN EL ÁREA DEL TRATADO DEL RÍO DE LA PLATA Y SU FRENTE MARÍTIMO (1983-2016)”**. Son autores de este documento que se integra al presente informe como **anexo ii**: F. Cortés, N. Hozbor, M. Pérez y A. Massa. En este trabajo se ponen a consideración del GT Condrictios, los resultados de la aplicación de un modelo de dinámica de biomasa para estimar la abundancia y el potencial de explotación de pez ángel (*Squatina guggenheim*) en el área del Tratado del Río de la Plata y su Frente Marítimo a partir de datos de campañas de investigación y de la flota comercial de Argentina. El modelado de la dinámica de biomasa se realizó considerando un modelo logístico de producción excedente, con capturas en tiempos discretos y regularmente espaciadas. La biomasa estimada en los distintos escenarios planteados presentó una tendencia decreciente. En la mayoría de los años del periodo de evaluación los desembarques declarados fueron superiores a las capturas de reemplazo estimadas. Considerando la alta vulnerabilidad frente a la explotación y los resultados obtenidos en el presente trabajo determinan la necesidad de un manejo altamente precautorio para esta especie.
- 1.3. **“APLICACIÓN DE UN MODELO DE DINÁMICA DE BIOMASA AL CONJUNTO DENOMINADO “RAYAS COSTERAS” EN EL ÁREA DEL TRATADO DEL RÍO DE LA PLATA Y SU FRENTE MARÍTIMO (PERIODO 1994-2016)”**. Son sus autores F. Cortés, M. Pérez, N. Hozbor y A. Massa. Este documento integra el presente informe como **anexo iii**. Se presenta la estimación de la biomasa de rayas en la región costera del área del Tratado del Río de la Plata y su Frente Marítimo (área del Tratado), durante el

periodo 1994-2016. Se utilizaron los desembarques declarados en el área del Tratado, datos de campañas de investigación y de la flota comercial de Argentina para aplicar un modelo de dinámica de biomasa de Schaefer. La biomasa de rayas en la región costera del área del Tratado presentó una tendencia decreciente. En la mayor parte del periodo de estudio los niveles anuales de captura de este conjunto de especies superaron a las capturas de reemplazo estimadas. Los modelos indicaron que la biomasa estimada para 2017 se encuentra por debajo de los niveles óptimos. Considerando los resultados diversos obtenidos con los modelos de dinámica de biomasa y el bajo potencial de crecimiento poblacional de los condriictios en general, los niveles de captura recomendados para el año 2017 deberían considerar el mayor grado de precaución posible.

- 1.4. "OBTENCIÓN DE UN ÍNDICE DE ABUNDANCIA RELATIVA PARA EL GATUZO".** Es autora de este documento, que integra el presente informe como *anexo iv*, Laura Paesch. En este trabajo se analizó la información de gatuzo obtenida en campañas primaverales costeras en el período 1993-2011. La estimación del índice estandarizado de densidad (t/mn²) se realizó a través de un Modelo Lineal General (MLG) y un Modelo Lineal General Mixto (MLGM), con aproximación Delta. Los índices obtenidos por ambas metodologías mostraron una tendencia similar y decreciente de la abundancia de gatuzo en el período considerado.
- 1.5. "ANÁLISIS PRELIMINAR PARA LA ESTIMACIÓN DE ÍNDICES DE ABUNDANCIA DE *Squatina guggenheim* EN LA ZCPAU DE LA FLOTA COSTERA URUGUAYA".** Es autor de este documento, que integra el presente informe como *anexo v*, Santiago Silveira. En este informe se evalúa la posibilidad de generar una estandarización de un índice de la flota Uruguaya para *Squatina guggenheim*. Los datos utilizados fueron: campañas costeras realizadas entre 2011-2016, tiempo en años, trimestre, mes, HP nominal, nombre del buque, capturas, horas de arrastre, captura por especie, posición por lance y profundidad. De la información de campañas surge que la especie dominante del género *Squatina* es *S. guggenheim* en la zona costera uruguaya. La flota patrón a utilizar para la estandarización sería la flota Categoría B considerando el alto porcentaje de captura en relación a las demás categorías. El área operativa de la Categoría B coincide con el área de distribución de la especie. A partir de estos datos se analizaron las interacciones entre años-cuadrante, años-trimestre y se definió el periodo de trabajo a analizar (2011-2016) y los cuadrantes a utilizar para el índice (343-344-345-353-354-355-356). Las horas de arrastre parece ser indicador adecuado de esfuerzo. Justificada esta etapa se espera concluir en próximas instancias con índices estandarizados actualizados de flota uruguaya para esta *S. guggenheim*.
- 1.6. "ACTIVIDAD DE LA FLOTA PESQUERA ARGENTINA Y URUGUAYA EN AGUAS DEL ÁREA DEL TRATADO. ENERO A ABRIL 2016".** Son sus autores: M. Rey, M. I. Lorenzo, Yamandú Marín, Julio Chocca, Gastón Beathyate, Bernardo González y Mabel Costa. Este documento integra este informe como *anexo vi*. Se analizó la actividad de la flota argentina y uruguaya en el período comprendido entre enero y abril de 2016, en las aguas del Río de la Plata y su Frente Marítimo administradas por la CARP y CTMFM respectivamente. Se discriminó las capturas realizadas mensualmente por cada flota y sus categorías sobre sus especies objetivo y aquellas que son objetivo de otras categorías. Asimismo el aporte de las flotas de cada país con relación a las especies desembarcadas y el área de operación de las mismas. Se observó que la flota Argentina varía los niveles de captura de especie objetivo en algunos meses mientras que la flota Uruguay tiene mejor definida sus especies objetivo debido a que su legislación define claramente esas especies. En la pesquería de rayas se observan ciertos meses donde interactúan la flota costera y de altura Argentina con parte de la flota de altura uruguaya.

2. Análisis conjunto

2.1. Elección de modelos y series utilizados.

En el curso de la reunión se procedió a la aplicación conjunta de distintos modelos para la evaluación de abundancia de gatuzo, pez ángel y rayas costeras, a partir de diferentes ajustes y distintas series, nominales, ponderadas o estandarizadas, según el caso. La Tabla 1 resume las actividades desarrolladas para cada uno de esos recursos.

Modelos corridos		Modelo Lineal	Modelo Schaefer	Modelo Schaefer
Ajuste		Máxima verosimilitud	Máxima verosimilitud	Inferencia Bayesiana
GATUZO	Período eval.	1983-2016	1983-2016	1983-2016
	Índices	1-Flota argentina nominal y estandarizado con esfuerzo en horas (1992-2016) 2-Campaña estandarizado (1994-2013) 3-Flota argentina nominal y estandarizado con esfuerzo en horas (1992-2016), y campaña estandarizado (1994-2013) 4-Flota argentina nominal con esfuerzo en días (1992-2016) 5-Flota argentina nominal con esfuerzo en días (1992-2016), y campaña estandarizado (1994-2013)	1-Flota argentina nominal y estandarizado con esfuerzo en horas (1992-2016) 2-Campaña estandarizado (1994-2013) 3-Flota argentina nominal y estandarizado con esfuerzo en horas (1992-2016), y campaña estandarizado (1994-2013) 4-Flota argentina nominal con esfuerzo en días (1992-2016) 5-Flota argentina nominal con esfuerzo en días (1992-2016), y campaña estandarizado (1994-2013)	1-Flota uruguaya estandarizado con esfuerzo en horas (2010-2016) 2-Flota argentina nominal ponderado con esfuerzo en horas (1992-2016) 3-Flota argentina nominal con esfuerzo en días (1992-2016)
	B _{inicial}	B ₁₉₈₃	B ₁₉₈₃ K	libre
PEZ ÁNGEL	Período eval.		1983-2016	1983-2016
	Índices		1-Flota argentina nominal ponderado con esfuerzo en horas (1992-2016) 2-Campaña estandarizado (1994-2013) 3-Flota argentina nominal ponderado con esfuerzo en horas (1992-2016), y campaña estandarizado (1994-2013) 4-Flota argentina nominal con esfuerzo en días (1992-2016) 5-Flota argentina nominal con esfuerzo en días (1992-2016), y campaña estandarizado (1994-2013)	1-Flota argentina nominal ponderado con esfuerzo en horas (1992-2016) 2-Flota argentina nominal con esfuerzo en días (1992-2016)
	B _{inicial}		B ₁₉₈₃ K	libre
RAYAS COSTERAS	Período eval.		1994-2016	1994-2016
	Índices		1-Flota argentina nominal ponderado con esfuerzo en horas (2004-2016) 2-Campaña estandarizado (1994-2013) 3-Flota argentina nominal ponderado con esfuerzo en horas (2004-2016), y campaña estandarizado (1994-2013) 4-Flota argentina nominal con esfuerzo en días (2004-2016) 5-Flota argentina nominal con esfuerzo en días (2004-2016), y campaña estandarizado (1994-2013)	1-Flota argentina nominal con esfuerzo en días (2004-2016)
	B _{inicial}		B ₁₉₈₃ K	libre

Luego de valorar las distintas series de abundancia disponibles y de evaluar el comportamiento de los distintos modelos y ajustes el GT acordó utilizar, a fin de describir las variaciones en la biomasa poblacional, estimar las capturas biológicamente aceptables (CBA) para 2017 y realizar las proyecciones considerando distintos escenarios de explotación, el modelo logístico de biomasa excedente de Schaefer, ajustando sus parámetros por inferencia Bayesiana utilizando las siguientes series: gatuzo (CPUE nominal en días, correspondiente a la flota argentina, 1992-2016), pez ángel (CPUE nominal en días, correspondiente a la flota argentina 1992-2016) y rayas costeras (CPUE nominal en días, correspondiente a la flota argentina 2004-2016).

2.2. Aspectos metodológicos del análisis conjunto realizado.

El modelo de Schaefer fue utilizado para determinar indicadores de productividad del stock: Rendimiento Máximo Sostenible RMS y la biomasa que lo mantiene B_{RMS} . Asimismo, se estimaron indicadores del estado presente del stock: la fracción de biomasa actual, B_{2016} en función de B_{RMS} y la fracción de la biomasa actual en función de la biomasa virgen. En su versión dinámica, el modelo se expresa de la siguiente manera:

$$B_{t+1} = \left[B_t + rB_t \left(1 - \frac{B_t}{k} \right) - C_t \right]$$

A los efectos de definir un modelo estadístico con los datos observados (captura y CPUE) se supuso que:

$$I_t = qB_t \exp(\varepsilon_t)$$

Donde ε_t es el error de observación y tiene distribución normal centrada con varianza σ y q es el coeficiente de capturabilidad.

Ajuste de los parámetros por inferencia Bayesiana

Los parámetros del modelo, su incertidumbre y los indicadores de desempeño de la estrategia de manejo, se estimaron con métodos Bayesianos. Estos métodos permiten usar de una forma sencilla información previa sobre los parámetros para construir las distribuciones a posteriori de los mismos, actualizando la información a priori con la obtenida de los datos. En este marco estadístico, la probabilidad de la hipótesis dados los datos o distribución de probabilidad posterior $Pr\{H_i/data\}$ fue estimada con la siguiente ecuación (Hilborn y Mangel 1997):

$$Pr\{H_i/data\} = \frac{L\{data/H_i\}Prior\{H_i\}}{\sum_j L\{data/H_j\}Prior\{H_j\}}$$

Esta metodología incorpora incertidumbre al modelo determinista de Schaefer e incertidumbre sobre los índices de CPUE observado mediante variables aleatorias independientes e idénticamente distribuidas de forma multiplicativa que representan respectivamente el error del proceso y el error de observación. Se utiliza en este caso la reparametrización realizada por Meyer & Millar (1999) para realizar inferencia Bayesiana denominada *Modelo de Espacios de Estado*. Los espacios de estado se refieren a las observaciones de la serie de tiempo observada de $CPUE_t$ "estados" y a la serie de tiempo no observada B_t . Estos estados se suponen que siguen un modelo de transición estocástica. Si se asume que la biomasa anual es un porcentaje de la capacidad de carga se puede plantear la siguiente reparametrización: $P_t = B_t/K$, el motivo de utilizar esta reparametrización es acelerar el muestreo de Gibbs. Además, se supone que la incertidumbre tiene una distribución Log-Normal con los parámetros que se detallan a continuación. Bajo estos supuestos el nuevo modelo se puede expresar de la siguiente forma:

$$\begin{cases} P_1 | \sigma^2 = \exp(u_1) \\ P_t | P_{t-1}, r, K, \sigma^2 = \left(P_{t-1} + r P_{t-1} (1 - P_{t-1}) - \frac{C_{t-1}}{K} \right) \exp(u_t) \\ CPUE_t | P_t, q, \tau^2 = (q K P_t) \exp(v_t) \end{cases}$$

donde u_t y v_t son variables aleatorias i.i.d. normales con media 0 y varianza σ^2 para u_t y varianza τ^2 para v_t para cada instante t . Por el teorema de Bayes tenemos que la distribución a posteriori de los parámetros queda:

$$\begin{aligned} & P(K, r, q, \tau^2, \sigma^2, P_1, \dots, P_N / CPUE_1, \dots, CPUE_N) \propto \\ & P(K, r, q, \tau^2, \sigma^2, P_1, \dots, P_N) P(CPUE_1, \dots, CPUE_N / K, r, q, \tau^2, \sigma^2, P_1, \dots, P_N) \end{aligned}$$

Se realizó el supuesto de que la distribuciones a priori de los parámetros $K, r, q, \tau^2, \sigma^2$, son independientes a priori entonces la distribución a priori conjunta de los parámetros es:

$$\begin{aligned} P(K, r, q, \tau^2, \sigma^2, P_1, \dots, P_N) &= P(K)P(r)P(q)P(\tau^2)P(\sigma^2)P(P_1, \dots, P_N) \\ P(P_1, \dots, P_N) &= P(P_1 / \sigma^2) \prod_{t=2}^{t=N} P(P_t / P_{t-1}, K, r, \sigma^2) \end{aligned}$$

La verosimilitud de los datos queda en función del modelo definido anteriormente como se presenta a continuación:

$$P(CPUE_1, \dots, CPUE_N / K, r, q, \tau^2, \sigma^2, P_1, \dots, P_N) = \prod_{t=1}^{t=N} P(CPUE_t / q, \tau^2, P_t)$$

entonces reemplazando en la fórmula de la distribución posterior finalmente se obtiene que:

$$\begin{aligned} & P(K, r, q, \tau^2, \sigma^2, P_1, \dots, P_N / CPUE_1, \dots, CPUE_N) \propto \\ & P(K)P(r)P(q)P(\tau^2)P(\sigma^2)P(P_1 / \sigma^2) \prod_{t=2}^{t=N} P(P_t / P_{t-1}, K, r, \sigma^2) \prod_{t=1}^{t=N} P(CPUE_t / q, \tau^2, P_t) \end{aligned}$$

En base a resultados obtenidos en evaluaciones anteriores se optó por ajustar el modelo con distribuciones a priori lognormal para r y K , no informativa para q , e inversas gama para σ^2 y τ^2 .

Se estimó la distribución de probabilidad posterior de los siguientes parámetros: la capacidad de carga, la tasa intrínseca de crecimiento, el coeficiente de capturabilidad, sigma, tau, la biomasa actual (2015) y el error estándar de la valoración de la biomasa anual. Las distribuciones de probabilidad posterior de los parámetros fueron estimadas con simulaciones de las cadenas de Markov-Monte Carlo (MCMC). Se hicieron un total de 100.000 mil de simulaciones usando el software OpenBUGS con un "quemado" inicial de 50.000 vectores de parámetros.

Diagrama de fase de Kobe

La gráfica de fase se utiliza para evaluar la condición de una población con base en la mortalidad por pesca (F_{RMS}) y biomasa (B_{RMS}) asociadas con el RMS. Si la mortalidad por pesca (F) actual está por encima de F_{RMS} , se considera que está ocurriendo sobrepesca; si la biomasa actual (B ; o alguna medida de producción del desove) está por debajo de B_{RMS} , se considera que la población está sobreexplotada. La gráfica de Kobe grafica B/B_{RMS} en el eje x y F/F_{RMS} en el eje y y de tal forma que las líneas vertical y horizontal en 1,0 dividen la gráfica en cuatro secciones, con la superior izquierda representando una fase no deseada: *con sobrepesca y una población sobreexplotada*; y la inferior derecha representando una población sana: *no ocurre*

sobrepesca y se trata de una población subexplotada. Se grafica la trayectoria de la población a lo largo del tiempo para permitir ver el estatus histórico de la población.

3. Resultados obtenidos

3.1. Gatuzo

Los resultados de las simulaciones MCMC (Markov Chain Monte Carlo) mostraron que el modelo ajustó bien a los datos de CPUE (Fig. 1).

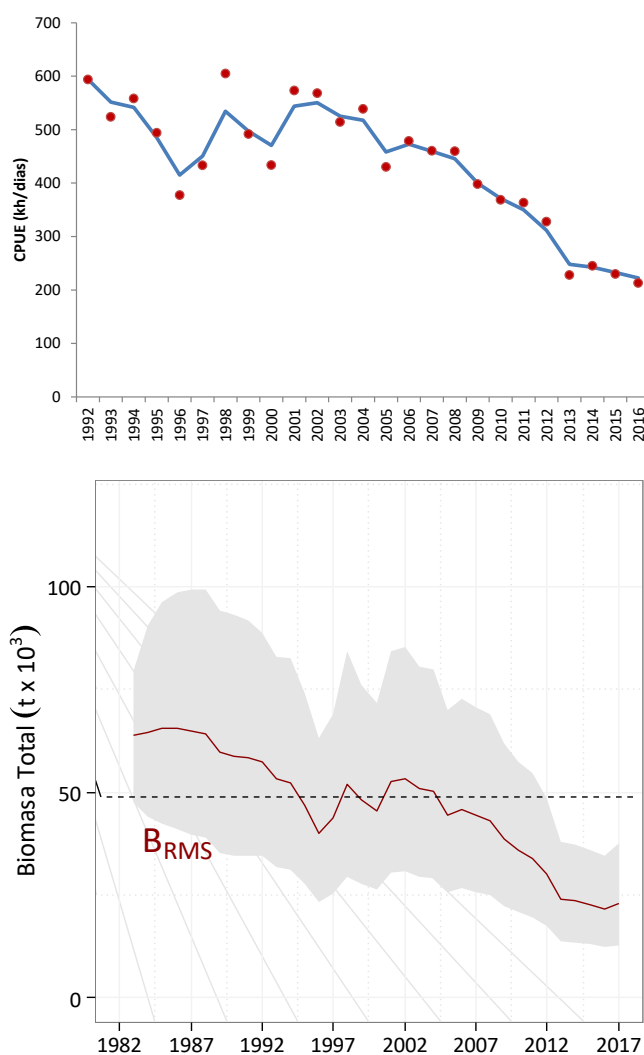


Figura 1. Ajuste del modelo de Schaefer por inferencia bayesiana a los datos de CPUE (1992-2016) y biomasa total de gatuzo (1983-2016). Serie flota argentina.

En la Tabla 2 se presentan los estimados de los parámetros del modelo y los cálculos de los indicadores de productividad del recurso.

Tabla 2 Estimadores de los parámetros del modelo de Schaefer: K capacidad de carga, r tasa intrínseca de crecimiento; q coeficiente de capturabilidad, σ^2 : varianza del error del modelo, τ^2 : varianza de la CPUE, Parámetros de diagnóstico: Rendimiento Máximo Sostenible (RMS), CR2017: Captura de reemplazo, que permite que la biomasa de 2017 sea igual a la de 2016, biomasa correspondiente al RMS (BRMS), B2017, biomasa estimada a 2017, B2017/BRMS: proporción de la biomasa en 2017 respecto de la biomasa RMS, B2017/K: proporción de la Biomasa actual en función de K , FRMS tasa de explotación para el RMS.

	Media	Desvío	MC_error	Percentil 2.5	Mediana	Percentil 97.5
r	0.2337	0.04521	0.001233	0.2019	0.2294	0.3362
K	79840	3902	106.6	77200	79740	87740
q	0.011	0.00282	1.05E-04	0.008896	0.01063	0.01738
σ^2	0.02077	0.009458	1.09E-04	0.01416	0.01895	0.04409
τ^2	0.009732	0.005498	3.46E-05	0.005921	0.008508	0.02371
RMS	4657	893.1	24.33	4034	4582	6671
CR ₂₀₁₇	3726	1037	32.17	2977	3555	6186
B ₂₀₁₆	21570	5820	202.6	17280	20870	34570
B ₂₀₁₇	23060	6520	227.5	18210	22270	37480
B _{RMS}	39920	1951	53.28	38600	39870	43870
B ₂₀₁₇ /B _{RMS}	0.5778	0.1603	0.00565	0.4573	0.5606	0.9264
B ₂₀₁₇ /K	0.2889	0.08016	0.002825	0.2286	0.2803	0.4632
F _{RMS}	0.1168	0.0226	6.16E-04	0.101	0.1147	0.1681

3.2. Pez ángel

Los resultados de las simulaciones MCMC (Markov Chain Monte Carlo) mostraron que el modelo ajustó bien a los datos de CPUE (Fig. 2).

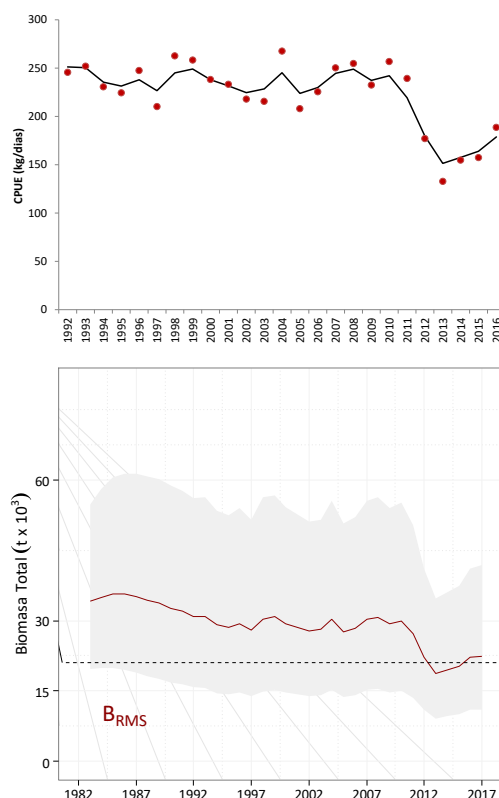


Figura 2. Ajuste del modelo de Schaefer por inferencia bayesiana a los datos de CPUE (1992-2016) y biomasa total de pez ángel (1983-2016). Serie flota argentina.

En las Tabla 3 se presentan los estimados de los parámetros del modelo y los cálculo de los indicadores de productividad del recurso.

Tabla 3 Estimadores de los parámetros del modelo de Schaefer: K capacidad de carga, r tasa intrínseca de crecimiento; q coeficiente de capturabilidad, σ^2 : varianza del error del modelo, τ^2 : varianza de la CPUE, Parámetros de diagnóstico: Rendimiento Máximo Sostenible (RMS), CR2017: Captura de reemplazo, que permite que la biomasa de 2017 sea igual a la de 2016, biomasa correspondiente al RMS (BRMS), B2017, biomasa estimada a 2017, B2017/BRMS: proporción de la biomasa en 2017 respecto de la biomasa RMS, B2017/K: proporción se la Biomasa actual en función de K , FRMS tasa de explotación para el RMS.

	Media	Desvío	MC_error	Percentil 2.5	Mediana	Percentil 97.5
r	0.2607	0.08622	0.002287	0.1235	0.2486	0.4616
K	42620	10510	277.2	25930	41420	65920
q	0.008981	0.002932	9.07E-05	0.004427	0.008626	0.0161
σ^2	0.01248	0.006372	6.88E-05	0.004095	0.01121	0.02824
τ^2	0.008779	0.004791	3.24E-05	0.002766	0.007735	0.02089
RMS	2643	729.6	19.23	1516	2537	4333
CR2017	2485	591.3	13.91	1439	2445	3773
B ₂₀₁₆	22140	7947	245.3	10940	20710	41080
B ₂₀₁₇	22440	8151	252.9	11010	20990	41840
B _{RMS}	21310	5256	138.6	12970	20710	32960
B ₂₀₁₇ /B _{RMS}	1.046	0.2217	0.007544	0.6466	1.037	1.492
B ₂₀₁₇ /K	0.523	0.1109	0.003772	0.3233	0.5183	0.7458
F _{RMS}	0.1303	0.04311	0.001144	0.06175	0.1243	0.2308

3.3. Rayas costeras

Los resultados de las simulaciones MCMC (Markov Chain Monte Carlo) mostraron que el modelo ajustó bien a los datos de CPUE (Fig. 3).

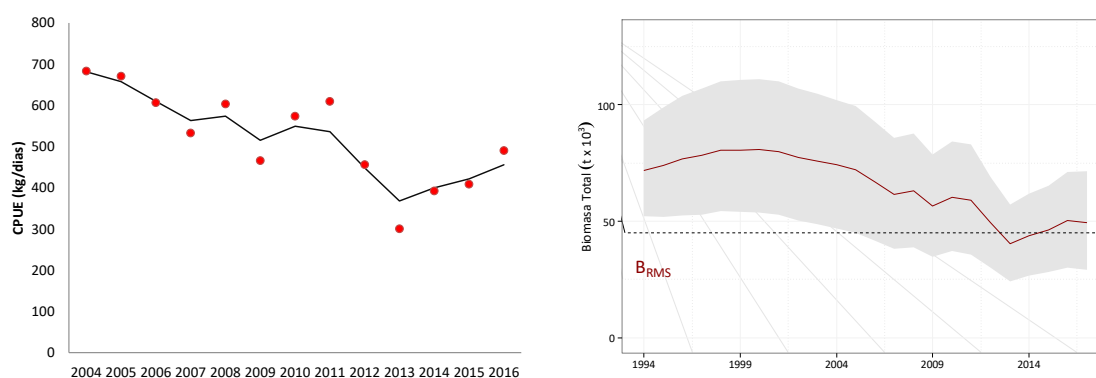


Figura 3. Ajuste del modelo de Schaefer por inferencia bayesiana a los datos de CPUE (2004-2016) y biomasa total de Rayas (1994-2016). Serie flota argentina.

En la Tabla 4 se presentan los estimados de los parámetros del modelo y los cálculos de los indicadores de productividad del recurso.

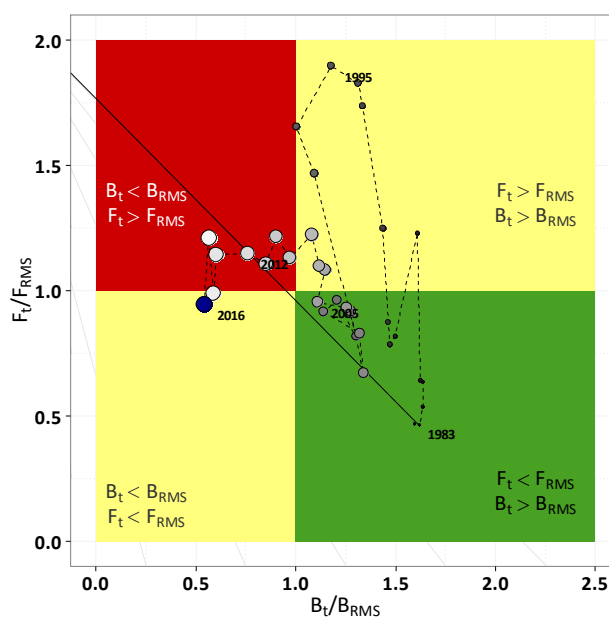
Tabla 4 Estimadores de los parámetros del modelo de Schaefer: K capacidad de carga, r tasa intrínseca de crecimiento; q coeficiente de capturabilidad, σ^2 : varianza del error del modelo, τ^2 : varianza de la CPUE, Parámetros de diagnóstico: Rendimiento Máximo Sostenible (RMS), CR2017: Captura de reemplazo, que permite que la biomasa de 2017 sea igual a la de 2016, biomasa correspondiente al RMS (BRMS), B2017, biomasa estimada a 2017, B2017/BRMS: proporción de la biomasa en 2017 respecto de la biomasa RMS, B2017/K: proporción de la Biomasa actual en función de K, FRMS tasa de explotación para el RMS.

	Media	Desvío	MC_error	Percentil 2.5	Mediana	Percentil 97.5
r	0.2802	0.1179	0.003121	0.1499	0.2615	0.4332
K	90720	17180	420.8	70130	89270	113800
q	0.01029	0.003338	1.02E-04	0.006596	0.009829	0.01464
σ^2	0.02288	0.02286	5.27E-04	0.006308	0.01719	0.04442
τ^2	0.02064	0.01616	9.51E-05	0.006725	0.01659	0.03863
RMS	6151	2391	61.52	3660	5765	9226
CR ₂₀₁₇	5292	3688	125.4	3259	5368	7827
B ₂₀₁₆	49520	25280	851.6	29150	45660	71480
B ₂₀₁₇	22440	8151	252.9	11010	20990	41840
B _{RMS}	45360	8589	210.4	35060	44630	56910
B ₂₀₁₇ /B _{RMS}	1.1	0.647	0.024	0.701	1.035	1.484
B ₂₀₁₇ /K	0.55	0.3235	0.012	0.3505	0.5174	0.7418
F _{RMS}	0.1401	0.05897	0.001561	0.07494	0.1308	0.2166

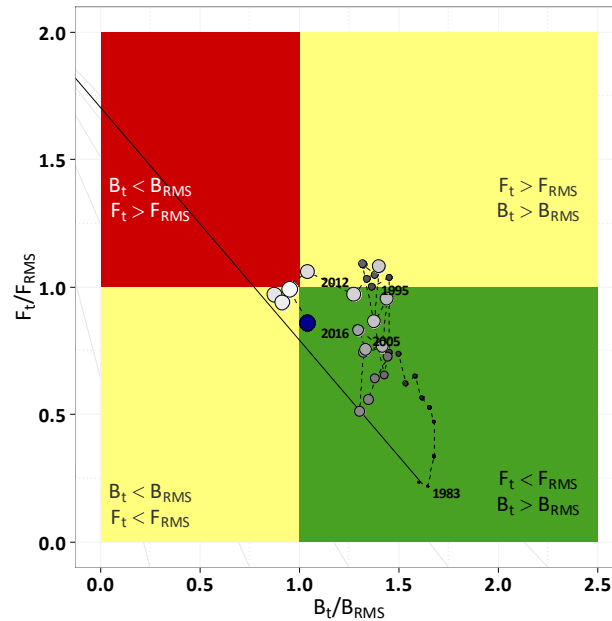
4. Estado actual y proyecciones de la biomasa total bajo distintos escenarios de explotación

A fin de visualizar las tendencias y el estado actual de las poblaciones de gatuzo, pez ángel y del conjunto “rayas costeras” se utilizaron diagramas de Kobe con los índices referenciales del RMS Biomasa total (B/B_{RMS}) y mortalidad por pesca (F/F_{RMS}) estimados mediante el modelo global (Fig 4).

A) GATUZO



B) PEZ ÁNGEL



C) RAYAS COSTERAS

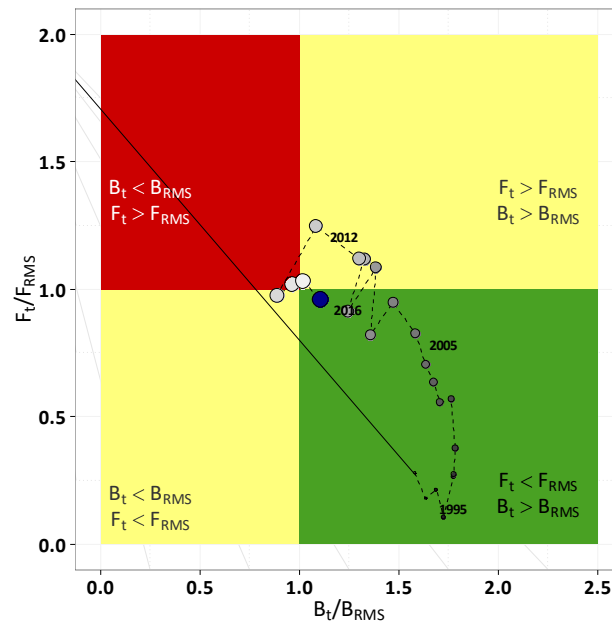
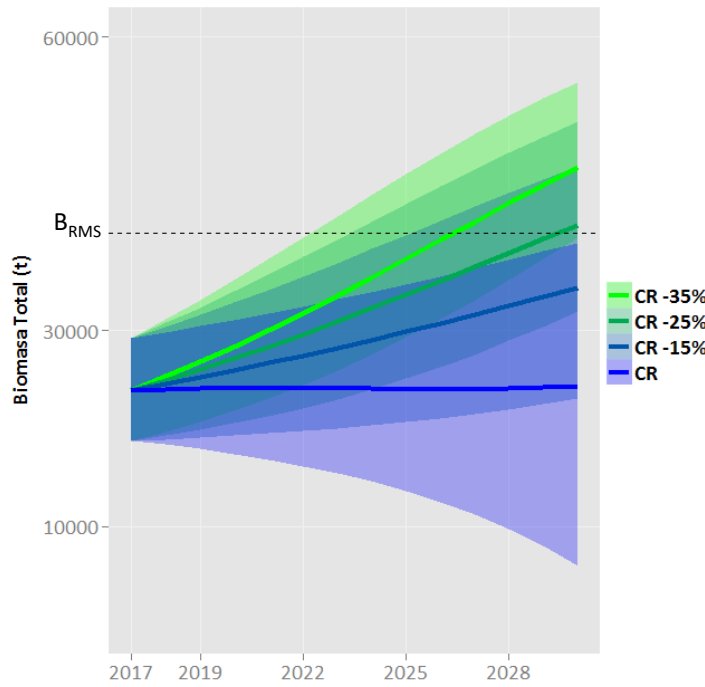


Figura 4.- Diagrama de Kobe. Tendencia y el estado actual de la población de A) gatuzo, B) pez ángel y C) Rayas spp. Biomasa total (B/B_{RMS}) y mortalidad por pesca (F/F_{RMS}) respecto a los elementos de referencia del RMS estimados mediante el modelo global.

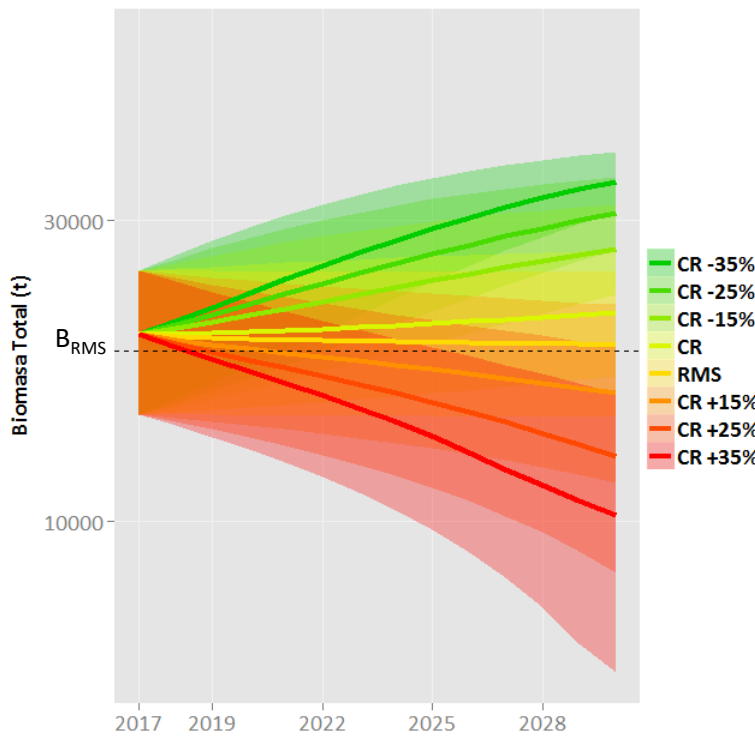
A fin de realizar las proyecciones de las respectivas biomasa poblacionales de cada uno de los recursos analizados, se consideraron distintos escenarios de explotación constante correspondientes al mantenimiento de la captura de remplazo (CR) y distintos incrementos y decrementos porcentuales de la misma, que permitirían de mantenerse constantes el resto de los supuestos inherentes a la evaluación, aumentar o disminuir la biomasa poblacional. A modo de referencia se indica, para cada caso el punto biológico de referencia estimado (B_{RMS}) (Fig. 5).

A) GATUZO



CR-35%	2.421 t
CR-25%	2.794 t
CR-15%	3.166 t
CR	3.726 t

B) PEZ ÁNGEL



CR -35%	1.615 t
CR -25%	1.864 t
CR -15%	2.112 t
CR	2.485 t
RMS	2.643 t
CR +15%	2.858 t
CR +25%	3.106 t
CR +35%	3.355 t

C) RAYAS COSTERAS

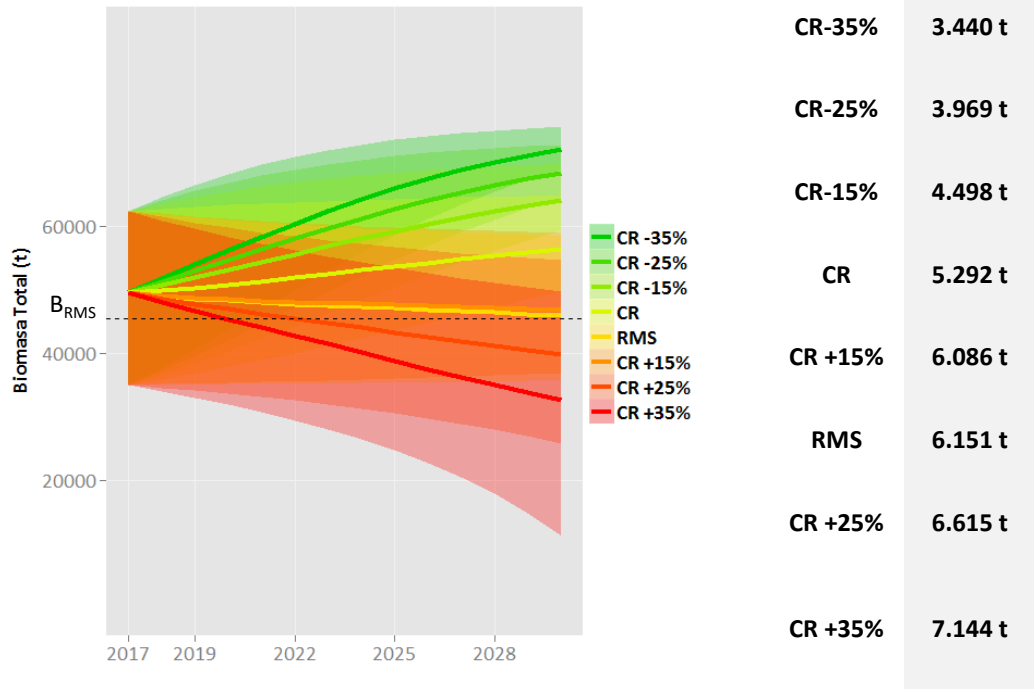


Figura 5. Proyecciones de la biomasa total de A) Gatuzo, B) Pez ángel y C) Rayas costeras, realizada a tasa de explotación constante correspondiente al valor de Captura de Reemplazo y distintos incrementos y decrementos de la misma.

5. Recomendaciones de manejo

Como resultado del análisis conjunto de los trabajos presentados en los **anexos i a iv** y del trabajo desarrollado por el GT en el curso de la reunión, se acordó formular las siguientes sugerencias en relación a las medidas de manejo a ser aplicadas en 2017:

5.1. Gatuzo (*Mustelus schmitti*)

En función de los resultados presentados en la Tabla 2 y Figura 5-A, el GT considera que podrían establecerse para 2017, niveles de explotación correspondientes a la CR, del orden de las 3.800 t como captura total permisible. Sin embargo, debe destacarse que estos niveles de explotación no permitirían alcanzar la recuperación de la biomasa poblacional, la que según indica la Tabla 2 y Figura 4-A se encuentra actualmente en un 58% de la B_{RMS} . Este nivel referencial de biomasa es el que permitiría la óptima explotación sustentable a largo plazo de este recurso.

5.2. Pez ángel (*Squatina guggenheim*)

Los resultados de la Tabla 3 y Figuras 4-B y 5-B, indican que la biomasa poblacional actual se encuentra a niveles ligeramente superiores al correspondiente a la biomasa óptima. Por lo tanto se sugiere que la captura total permisible para 2017 podría establecerse en valores del orden del RMS (2.650 t).

5.3. Rayas costeras

Al igual que con pez ángel, los resultados correspondientes a la estimación de biomasa actual del conjunto denominado “rayas costeras”, se encuentran algo por encima del valor referencial de biomasa óptima. Se sugiere que la CTP para 2017 podría establecerse en el orden del RMS (6.150 t).

5.4. Rayas de altura.

A la fecha no se dispone de índices de abundancia para este conjunto de especies. El mismo incluye a la especie que reviste mayor interés comercial (*Zearaja chilensis*). El GT sugiere mantener los mismos máximos de extracción establecidos para el año 2016 (3.850 t). No obstante, debe tenerse en cuenta que los niveles de desembarques registrados en el primer bimestre 2017, exceden significativamente los reportados para el mismo período en el año precedente. Esta situación puede tornar necesaria la adopción de medidas de manejo complementarias a fin de no dificultar la operatoria de las flotas que operan sobre otros recursos, de alcanzarse antes de la finalización del año, la CTP establecida para rayas de altura. Entre esas medidas podrían mencionarse reducción de porcentajes de desembarques autorizados, cierres espaciales o temporales, etc.

6. Actividades futuras

El GT acordó sobre la conveniencia de avanzar en forma conjunta en la aplicación de modelos para la estimación de abundancia y estado de explotación de los principales recursos de peces condrictios del área del Tratado, así como también explorar en forma conjunta otras metodologías desarrolladas para pesquerías con relativamente poca información.

Se acordó en la importancia de seguir utilizando en futuras evaluaciones conjuntas los índices de abundancia estandarizados provenientes de las campañas realizados por los buques de investigación de ambos institutos.

En lo relativo al análisis de las campañas de investigación realizadas en el área del Tratado hubo acuerdo en revisar la totalidad de la información disponible a fin de incorporarla en la estimación de los índices de abundancia de estas especies. Asimismo se discutió sobre la conveniencia de revisar y priorizar los procedimientos de adquisición de datos en las futuras campañas conjuntas teniendo en consideración lo establecido en las pautas oportunamente acordadas y la creciente demanda de información sobre estos recursos.

El GT puso especial énfasis en destacar la importancia de contar con observadores a bordo de las flotas comerciales a fin de avanzar en la aplicación de modelos específicos y perfeccionar el conocimiento sobre la composición de las capturas.