

Identificación del recurso [\[enlace 1\]](#)

Taxonomía

Clase: Chondrichthyes
Subclase: Elasmobranchii
Orden: Squatiniformes
Familia: Squatinidae
Especie: *Squatina guggenheim*

Nombres comunes

Argentina: pez ángel, angelote, escuadro
Uruguay: angelito
Brasil: cacao-anjo
Nombre común en inglés: *angular angel shark*



Caracteres externos distintivos

Cuerpo achatado, cubierto de escamas y con espinas o tubérculos en la línea media del dorso. Cabeza ancha y relativamente corta, boca terminal, grande, armada con dientes fuertes, triangulares, de borde liso. Ojos en posición dorsal, pequeños. Los espiráculos, que se encuentran por detrás de los ojos, son más grandes que éstos. Cinco aberturas branquiales laterales, parcialmente cubiertas por las aletas pectorales. Tronco ancho y robusto (especialmente en las hembras), seguido por una cola semicilíndrica, que se adelgaza hacia el final, donde remata en una aleta heterocerca. Dos aletas dorsales pequeñas, implantadas sobre la cola. Las aletas pélvicas se funden con el tronco. Otro tanto ocurre con las pectorales, con excepción del extremo anterior, que queda libre, de lo cual deriva el nombre común de este pez. Coloración dorsal marrón oscuro, puede haber manchas blancas mas o menos difusas. Vientre blanco.

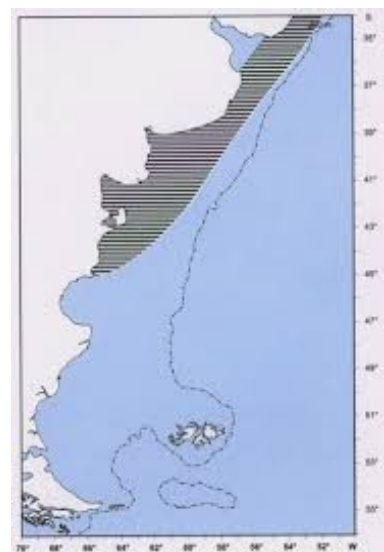
Distinción de especies similares en el área

Investigaciones desarrolladas en el sur de Brasil y Uruguay definieron la ocurrencia de tres especies en la región: *Squatina argentina*, *Squatina guggenheim* y *Squatina occulta*. Se ha comprobado que por lo menos las dos primeras habitan en aguas argentinas, siendo *S. guggenheim* la más costera y abundante. Esta especie se distingue de *S. argentina* y de *S. occulta* porque tiene espinas o tubérculos en la línea media, la talla máxima y la de primera madurez sexual son menores, tiene un solo ovario funcional (los dos son funcionales en *S. argentina*) y vive en aguas de menor profundidad (Vooren y Da Silva, 1991, Cousseau y Figueroa, 2001) [\[enlace 2\]](#) [\[enlace 3\]](#).

Distribución geográfica

S. guggenheim se distribuye desde Espírito Santo (23°S, Brasil) hasta el centro de la Patagonia (45°S, Argentina) entre 10 y 80 m de profundidad (Vooren y Da Silva, 1991, Cousseau y Figueroa, 2001, Menni et al., 2010; Cousseau y Perrotta, 2013) (Figura 1). Paesch (2006) identificó el pez ángel como una especie ampliamente distribuida y muy abundante en la plataforma interna, lo que concuerda con lo observado por Díaz de Astarloa et al. (1999) y medianamente distribuida (común o abundante) en la plataforma externa. Cousseau (1986) y Figueiredo (1977) la ubicaron en profundidades de hasta 150 m, mientras que Paesch (1995) la registró en todas las épocas del año a profundidades de 100 a 200 m. Esta especie es una de las dominantes del grupo de especies residentes permanentes en la plataforma del sur de Brasil (Vooren, 1997), donde las hembras grávidas que habitan a profundidades mayores de 20 m la mayoría del año, migran durante primavera y verano a aguas más someras para parir

Figura 1. Distribución del pez ángel (*Squatina guggenheim*) en el Atlántico sudoccidental. Tomado de Cousseau y Perrotta (2013).



Unidades de manejo

En Argentina, la administración de las pesquerías de pez ángel se realiza a partir de dos unidades de manejo: la primera corresponde al área del Tratado y es administrada en conjunto por la CTMFM y la segunda, correspondiente a El Rincón está a cargo de la Autoridad de Aplicación pesquera argentina. En Uruguay, la administración del recurso corresponde a la CTMFM.

Biología y Ecología

Crecimiento

Colonello *et al.* (2006) [enlace 4] sobre la base del análisis de la información obtenida de campañas de investigación realizadas por el Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP) entre los 34° y 42°S en el periodo 2000 a 2003, estimaron a través del modelo de Gompertz el crecimiento embrionario del pez ángel. Los valores estimados para cada parámetro fueron los siguientes: $L_{\infty} = 257,7 \pm 11,7$; $K = 0,015 \pm 0,0016$ y $t_0 = -11,6 \pm 4,5$. El tamaño de nacimiento obtenido fue consistente con los calculados en estimaciones previas (250 mm LT, Cousseau, 1973 [enlace 5], Sunyé y Vooren, 1997).

Colonello (*op. cit.*) registraron en el Río de la Plata y su frente marítimo la presencia de neonatos en primavera – verano (diciembre-febrero) y en otoño (mayo) pero no en invierno (julio-agosto). Estimaron asimismo, una talla de nacimiento de aproximadamente 270 mm, luego de un período de gestación de diez a doce meses lo cual coincide con lo observado por Sunyé y Vooren (1997) para la misma especie en el sur de Brasil. De acuerdo con la presencia estacional de neonatos observada en el Río de la Plata y su frente marítimo, los autores infieren que en esta región la época de nacimiento sería entre fines de primavera y verano (diciembre, febrero). Por su parte, Colonello (2005) determinó que la talla máxima observada en el Río de la Plata y su frente marítimo correspondió a 920 mm en hembras y 865 mm en machos. El autor estimó una LT_{50} en 715,2 mm para hembras (77,7 % de la LT máxima) y para machos LT_{50} en 720,2 mm (83,2 % de la LT). Cabe destacar que, a diferencia de otras especies de tiburones, las vértebras no representan estructuras válidas para la determinación de la edad de los individuos en este género de tiburones (Natanson y Cailliet 1990), por lo cual tanto la edad de madurez como la longevidad de la especie son estrictamente desconocidas (PAR-Tiburón, CTMFM 2018).

Reproducción

S. guggenheim es una especie vivípara lecitotrófica (Colonello *et al.*, 2007). Las hembras tienen un sólo el ovario izquierdo funcional, pero ambos úteros desarrollados y funcionales. El ciclo reproductivo comprende dos periodos, uno de maduración de ovocitos y otro de gestación. En el primero se desarrolla una camada de 4 a 8 ovocitos, los que pueden llegar a medir 5,5 cm de diámetro y a pesar 60 g (Colonello *et al.*, 2007). Durante este proceso, que abarca aproximadamente dos años, los “úteros” están vacíos. La ovulación tiene lugar entre octubre y diciembre y la gestación es de unos 12 meses de duración. Los embriones a término alcanzan los 27 cm de LT, el nacimiento tiene lugar entre primavera tardía y comienzo del verano, nacen entre 2 y 9 embriones por camada (Sunyé y Vooren, 1997; Colonello *et al.*, 2007). Se distinguen cuatro estadios reproductivos: 1) juveniles, 2) hembras adultas sin embriones con ovocitos pequeños, 3) hembras adultas sin embriones con ovocitos grandes y 4) hembras con embriones. El análisis de los índices gonadosomático y hepatosomático, sugiere que los estadios 2 y 3 tienen una duración de un año cada uno. El ciclo reproductivo de las hembras se estima sería bianual o trianual, con uno o dos años de desarrollo de los ovocitos y un año de gestación (Vooren & Klippel, 2005; Colonello *et al.*, 2007a, Awruch *et al.*, 2008).

La talla de madurez sexual $LT_{50\%}$ se estimó para hembras en 71,3 cm y 77 cm para el estuario del Río de la Plata y la zona de El Rincón (sur de la Provincia de Buenos Aires, Argentina) respectivamente, y para machos 72,5 cm en el Río de la Plata y 75,0 cm en la zona de El Rincón (Colonello *et al.*, 2007).

En esta especie la elevada talla de madurez (80%), los tres años del ciclo reproductivo en hembras (dos años de ciclo ovárico y uno de gestación), el bajo número de crías por camada (Colonello *et al.*, 2007, Awruch *et al.*, 2008 [enlace 6] y el arribo a la región costera de individuos adultos con fines reproductivos, demuestran su elevada sensibilidad a la explotación comercial intensiva (Colonello *et al.*, 2007). Por otra parte, los parámetros reproductivos (talla media de madurez sexual, fecundidad y fertilidad) varían con el aumento de latitud, siendo mayores en el Golfo San Matías (Awruch, 2000; Awruch *et al.*, 2008) y aguas adyacentes respecto de la región del Río de la Plata y su frente oceánico (Colonello *et al.*, 2007).

Alimentación

Es un predador carnívoro, se alimenta de al menos 33 especies, de las cuales las más frecuentes corresponden a peces óseos, condriictios, crustáceos y moluscos (Colonello, 2005). Vooren & da Silva (1991), al hacer una descripción cualitativa de la dieta de esta especie en el sur de Brasil, reportaron que peces demersales y camarones ocurren con la misma frecuencia en su dieta. Las especies de peces óseos más frecuentes varían de acuerdo a los diferentes estudios, entre las cuales se pueden destacar especies pelágicas como *Engraulis anchoita* y *Trachurus lathami*, o demersal-bentónicas como *Patagonotothen ramsayi*, *Merluccius hubbsi*, *Cynoscion guatucupa*, *Prionotus nudigula*, y *Raneya brasiliensis* (Vögler *et al.*, 2003; Colonello, 2005).

Es un predador visual de acecho, que permanece semienterrado en el fondo y que se alimenta principalmente en horas crepusculares. Consume gran cantidad de alimento en periodos de tiempo cortos, seguidos de largos periodos de digestión con ingesta poco o nula (Cousseau y Perrotta, 2013).

Distribución de la especie en el área del Tratado

Hábitat

El área del Tratado constituye una zona reconocida por su alta productividad biológica. Se trata de un hábitat hidrológicamente complejo y dinámico con marcados gradientes horizontales y verticales de densidad [enlace 7] [enlace 8]. Los forzantes de esta variabilidad se vinculan a los cambios estacionales e interanuales de las descargas del Río de la Plata, los regímenes estacionales de los vientos fuertemente vinculados a las variaciones latitudinales del Centro de Alta Presión del Atlántico Sur, la vecindad en el borde de la plataforma con la convergencia de las mayores corrientes de contorno del Atlántico Sudoccidental (Malvinas y Brasil) así como al aporte de nutrientes desde el sudoeste del área transportados por las aguas subantárticas de la plataforma argentina. En el área del Tratado el hábitat costero de la especie queda demarcado topográficamente por el escalón de conformado por la isobata 50-60 metros, que separa el régimen costero del de plataforma. En relación con las masas de agua de plataforma Negri *et al.*, 2016 [enlace 9] señalan que al sur de 38°S fluyen aguas de origen subantártico, y al norte de los 36,5°S se agregan aguas diluidas por la descarga del Río de la Plata y aguas de origen subtropical, predominantes en verano. Las aguas de origen subantártico, transportadas desde el sur, se extienden paralelas a la batimetría con dirección SO-NE con un rango de salinidad entre 33,5 y 34,2 ups. En el Agua Subantártica de Plataforma (ASaP) se distinguen tres componentes: la externa con salinidad entre 33,7 y 34,2 ups, que se ubica en la franja externa de la plataforma continental; la media sobre la plataforma central con un mínimo relativo de salinidad resultante del aporte de aguas diluidas por escurrimiento continental en el sur del continente; y la costera con valores de salinidad relativamente altos ($S > 33,8$), proveniente del este de El Rincón y que se origina en el interior del Golfo San Matías debido al efecto de la circulación restringida y al predominio de evaporación sobre la precipitación local. Las aguas de origen subtropical presentes son el Agua Tropical (ATr) y el Agua Central del Atlántico Sur (ACeAS), transportadas hacia el sur por la corriente de Brasil, que predominan durante el verano y el otoño. La más cálida y superficial es el ATr, con temperatura y salinidad superior a 18,5°C y 36 ups respectivamente, fluye por encima del ACeAS. El agua del Río de la Plata (ARdP) se mezcla con aguas de la plataforma continental formando una capa boyante de baja salinidad sobre las aguas de la plataforma continental de origen subantártico y subtropical, e induce una alta estratificación vertical, aislando a la capa profunda. La topografía, conjuntamente con los aportes de agua continental y las modificaciones debidas al intercambio con la atmósfera, generan un sistema ecológico y oceanográfico complejo. En el Río de la Plata el banco Barra del Indio constituye una barrera geomorfológica que divide al área en una parte interna y otra externa.

La parte interna corresponde a un régimen fluvial con aguas ribereñas, verticalmente mezcladas y la parte externa a un régimen mixohalino donde la intrusión de aguas de plataforma a lo largo del fondo, en forma de cuña salina, genera una estructura de dos capas con una fuerte estratificación vertical que va disminuyendo hacia el exterior del Río de la Plata. Las facies entre los regímenes mencionados originan dos frentes de salinidad, el de fondo como límite entre el régimen fluvial y el mixohalino, y el de superficie como límite entre el régimen mixohalino y las aguas de plataforma.

El ingreso a la plataforma del agua diluida del Río de la Plata y su variación estacional influye en el ecosistema de la plataforma modificando las propiedades físico-químicas del área la concentración de nutrientes y la productividad biológica. La distribución de la salinidad en superficie varía estacionalmente y es forzada por los vientos y la descarga continental. En otoño-invierno los vientos son continentales y la descarga de agua dulce alcanza valores máximos. En ese periodo se observa una deriva de aguas provenientes de la descarga del Río de la Plata en sentido noreste a lo largo de la costa de Uruguay. En primavera-verano, muestran una extensión en dirección sudeste, hacia la costa de Argentina, como consecuencia de los vientos oceánicos y un mínimo en la descarga continental. Existen además áreas cuyas aguas están localmente modificadas por aportes continentales, que promueven la formación de frentes en el litoral costero, de importancia por sus implicancias biológicas.

Áreas de concentración

La presencia estacional de neonatos en la ZCP, permite sugerir que *S. guggenheim* realiza migraciones longitudinales estacionales entre 34° y 42°S (Colonello *et al.*, 2007). Estas migraciones producirían una mayor abundancia de individuos adultos hacia fines de primavera y comienzos de verano, los cuales presumiblemente se acercarían a la costa a reproducirse (Figura 2). La abundancia del pez ángel en esta área fue mayor durante la primavera y verano que durante el invierno (Figura 3).

Vogler *et al.*, (2008) [enlace 10] analizaron la influencia de la temperatura, la salinidad y la profundidad en la distribución del pez ángel en la ZCP con información proveniente de campañas de investigación realizadas en otoño-primavera de 1997-1998. La distribución en dicha zona estuvo significativamente asociada con la temperatura, tanto en primavera como en otoño. Las capturas más altas de la especie se registraron a temperaturas que variaron entre 13,2 y 18,5°C, durante la primavera y entre 7 y 15°C, en otoño. Asimismo, las mayores concentraciones (80% de la población) se ubicaron en un estrecho rango de salinidad (33,4-33,5 ups) principalmente en primavera.

Tomado del PAR-Tiburón "Ocurre en aguas templadas y subtropicales, sobre la plataforma continental y el talud, próxima o sobre el fondo. El rango principal de profundidades que habita oscila entre los 10 y al menos 100 m, con temperaturas comprendidas entre los 7,4 y 22° C, y salinidades de entre 6,9 y 34,4 (Cortés, 2012). Los adultos se concentran en zonas con profundidades mayores a

los 50 m, mientras que los juveniles permanecen a menores profundidades. Durante la primavera y verano se observan migraciones de los adultos hacia zonas costeras relacionados con el apareamiento, parición y cría (Vooren & da Silva, 1991; Villwock & Vooren, 2003; Colonello *et al.*, 2007a). La distribución de la especie es afectada por los cambios en las condiciones ambientales, encontrándose que la temperatura es la principal variable, y la salinidad la segunda. Se observan diferentes rangos de preferencia por sexos y clases de edad tanto para temperatura como para salinidad, siendo los individuos de mayores tallas afectados principalmente por la temperatura, mientras que los de tallas medias son más afectados por la salinidad y la profundidad (Vögler *et al.*, 2008).”

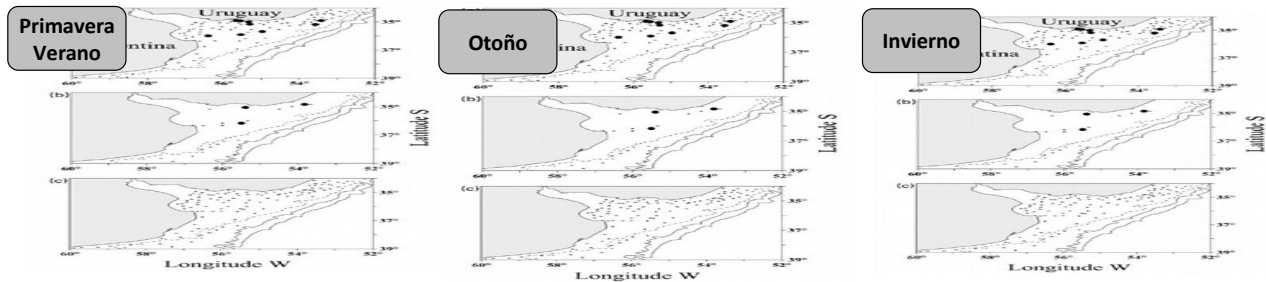


Figura 2. Distribución de neonatos y juveniles (>300 mm de LT) de pez ángel durante primavera y verano (diciembre y febrero), otoño (mayo) y invierno (agosto). Las cruces indican donde se tomaron muestras pero no se obtuvieron neonatos ni juveniles y los puntos indican la presencia de recién nacidos y/o juveniles. Tomado y modificado de Colonello *et al.* (2007).

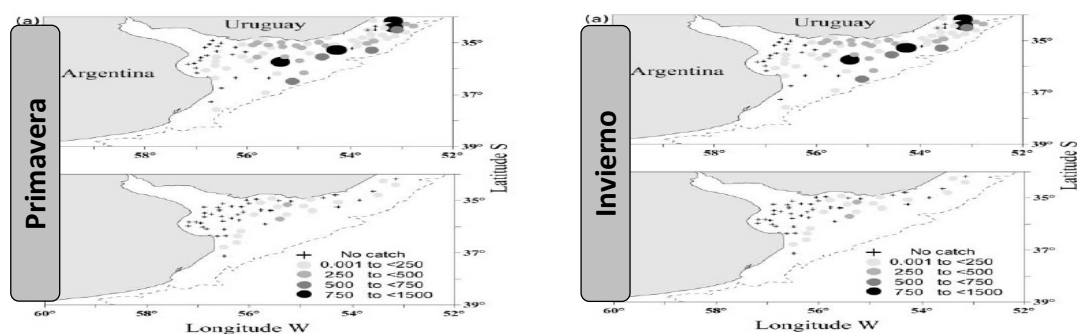
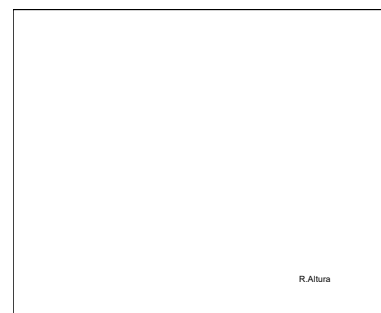
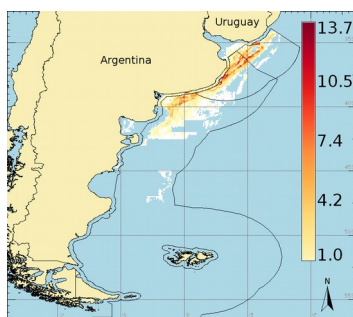


Figura 3. Densidad (Kg/km²) de pez ángel durante a) primavera (noviembre-diciembre) y b) invierno (Julio-agosto). Tomado y modificado de Colonello *et al.* (2007).

Explotación

Más del 80% de los volúmenes anuales desembarcados de *S. guggenheim* corresponden a capturas realizadas entre 34° y 42°S a profundidades menores a 50 m (Figura 4).

Junto con el gatuzo (*Mustelus schmitti*) y las rayas (familia *Rajidae*) son los condriictios más explotados en el área del Tratado del Río de la Plata y su Frente Marítimo (en adelante área del Tratado). Desde la costa hasta la isobata de 50 m el pez ángel es capturado principalmente por la flota industrial argentina como parte de la pesquería demersal multiespecífica conocida como “variado costero”¹ y por la flota uruguaya Categoría B (Figura 5).



¹ Esta pesquería comprende un total de 46 especies, de las cuales 19 son peces cartilaginosos.

Figura 4: Zonas de pesca de pez ángel en 2008 por la flota argentina. La escala de colores indica capturas en kilogramos por cada unidad mínima de información (5 mi n x 5 mi n).

Figura 5. Rectángulos estadísticos de pesca con indicación de la región costera y de altura del Área del Tratado del Río de la Plata y su Frente Marítimo. Consideramos que esta figura puede traer a confusión

Al igual que lo indicado para el caso del gatuzo, el pez ángel es principalmente desembarcado por la flota argentina con esloras entre 18,23 y 24,99 m. Asimismo, el área de distribución de las capturas por la flota uruguaya corresponde a la región costera. La flota que opera sobre el recurso es la denominada Categoría B cuya principal especie objetivo es la corvina (*M. furnieri*) y la pescadilla de calada (*C. guatucupa*) y su fauna acompañante.

Cabe consignar que, si bien esta especie es capturada principalmente por las flotas que operan en la región costera, en menor proporción se observan capturas en rectángulos de pesca de altura de la flota argentina así como valores correspondientes a la flota Categoría A uruguaya (buques cuya principal especie objetivo es la merluza y su fauna acompañante que no pueden operar en el Río de la Plata). Esta categoría presenta embarcaciones con un promedio de 23 metros de eslora, 129 TRB y 415 HP en potencia de su motor principal.

La historia reciente de esta pesquería indica que la captura de pez ángel por la flota argentina representa más de 90% del total en el área del Tratado. El valor máximo registrado fue en 2010 con volúmenes del orden de las 3.700 t. Si bien a partir de 2015 se disminuyó la captura, en 2019 se observó una recuperación del 7% con relación al 2018 (Figura 6). La tendencia mensual indica que la mayor captura se registra entre los meses de enero y abril principalmente a partir de 2013 (Figura 7) mientras que en años precedentes se observó un incremento de la captura entre octubre y diciembre. Por su parte, el mayor desembarque de esta especie de la flota uruguaya correspondió a 443 t en 2008 y el mínimo en 2012 con 27 t. En 2019 se reportaron 154 t por parte de la flota costera uruguaya (Figura 6).

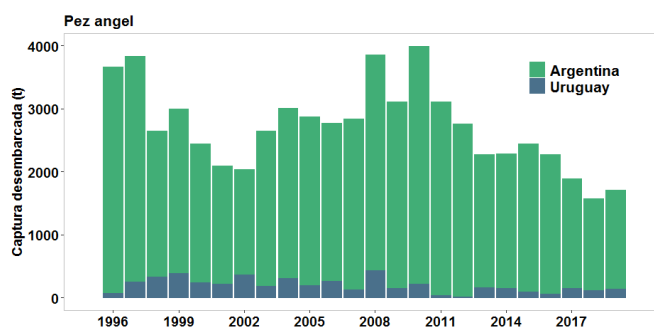


Figura 6. Capturas declaradas pez ángel por Argentina y Uruguay en el área del Tratado.

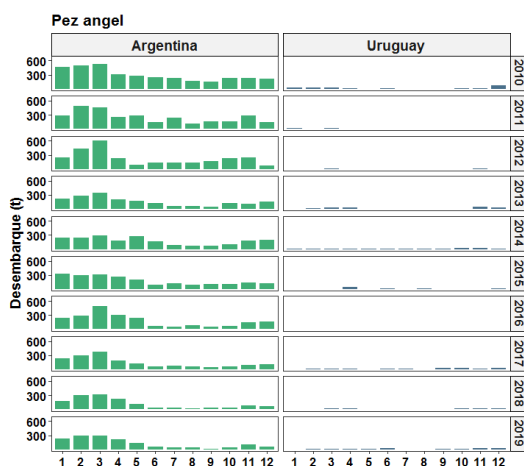


Figura 7. Tendencia mensual de capturas desembarcadas de pez ángel por Argentina y Uruguay en el área del Tratado.

Índices de abundancia

Para la evaluación de stock en 2020 se utilizaron cuatro series de índices de abundancia, de los cuales dos se estimaron a partir de datos de la flota comercial argentina y las restantes a partir de campañas de investigación realizadas en BIPs de INIDEP y de la DINARA. Los mismos se presentan en la Figura 8.

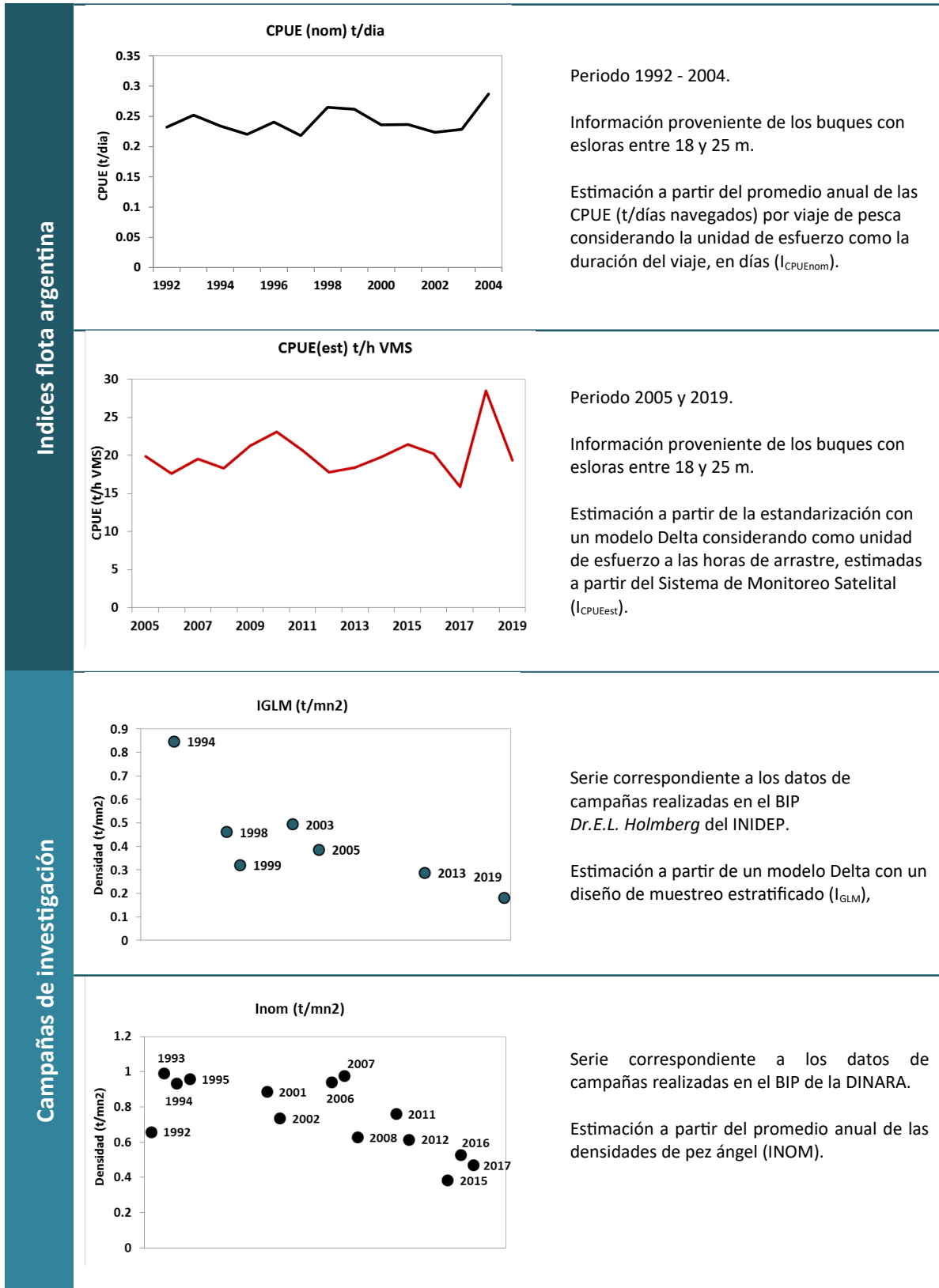


Figura 8. Tendencia de los índices de abundancia de pez ángel estimados para la región costera del área del Tratado.

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 de pez ángel y estimar las capturas biológicamente aceptables (CBA) para 2020 y realizar las proyecciones considerando distintos escenarios de explotación, el modelo logístico de biomasa excedente de Schaefer, ajustando sus parámetros por inferencia Bayesiana.

Modelo global

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_{2017} 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.

En el ajuste por inferencia bayesiana se contrasta el conocimiento previo (Prior información previa) con datos para obtener la información a posteriori. El teorema de Bayes indica que la probabilidad de los parámetros dados los datos ($P(\theta|\text{datos})$, distribución a posteriori) es proporcional al producto de la probabilidad de los datos dados los parámetros ($P(\text{datos}|\theta)$, Verosimilitud) y la probabilidad de los parámetros ($P(\theta)$, Priors o información previa), lo que puede resumirse en la siguiente fórmula:

$$P(\theta|\text{datos}) \propto P(\text{datos}|\theta)P(\theta)$$

dada esta ecuación, la distribución a posteriori de los parámetros depende fuertemente de la información previa, si los datos son pobres (e.g.: escasos, sin contraste, etc.; Thorson y Cope, 2017).

Para realizar el ajuste por inferencia bayesiana se utilizó el Modelo de Producción Excedente Estado-Espacio propuesto por Meyer y Millar (1999). Este modelo permite incorporar la incertidumbre en las transiciones anuales de la biomasa (error de proceso) y la incertidumbre, en los índices de abundancia observados, asociada con la medición y/o el muestreo (errores de observación). Se utilizó una reparametrización que expresa a los valores de Biomasa en función de K ($P_t = B_t / K$), a fin de facilitar la convergencia de las cadenas de Markov Monte Carlo hacia la distribución a posteriori (Meyer y Millar, 1999). Los errores de proceso y de observación se suponen Log-normales. El ajuste de este modelo se realizó a partir de los índices de abundancia de campaña y flota. La ecuación de estado del modelo de Schaefer fue la siguiente:

$$P_1 | \sigma^2 = e^{u_1}$$

$$P_t | P_{t-1}, K, r, \sigma^2 = \left(P_{t-1} + rP_{t-1} \left(1 - \frac{P_{t-1}}{K} \right) - \frac{C_{t-1}}{K} \right) e^{u_t}, \quad t = 2, \dots, N$$

mientras que las ecuaciones de observación para los dos índices considerados tuvo la siguiente forma:

$$I_{CPUE_{nom}_t} | P_t, q_1, \tau_1^2 = q_1 K P_t e^{v_{1,t}}, \quad t = 1, \dots, N$$

$$I_{CPUE_t} | P_t, q_2, \tau_2^2 = q_2 K P_t e^{v_{2,t}}, \quad t = 1, \dots, N$$

$$I_{GLM_t} | P_t, q_3, \tau_3^2 = q_3 K P_t e^{v_{3,t}}, \quad t = 1, \dots, N$$

$$I_{NOM_t} | P_t, q_4, \tau_4^2 = q_4 K P_t e^{v_{4,t}}, \quad t = 1, \dots, N$$

donde u_t tiene distribución normal independiente e idénticamente distribuida (i.i.d.) con media 0 y varianza σ^2 y, $v_{1,t}$, $v_{2,t}$, $v_{3,t}$ y $v_{4,t}$ tiene distribución normal i.i.d. con media 0 y varianza τ^2 . Debido a que los índices de abundancia no fueron estimados al inicio del año la proporción P_t incluida en las ecuaciones de observación será reemplazada por: $P_t + T(P_{t+1} - P_t)$, donde T puede tomar valores de 0 a 1 e indica la época para la cual se estimaron los índices de abundancia. El valor de T correspondiente al índice de flota se supondrá igual a 0,5 y el de los índices de campaña igual a 0,916.

Se consideró que los parámetros K , r , q_1 , q_2 , q_3 , q_4 , σ^2 , τ_{12}^2 , τ_{22}^2 , τ_{32}^2 y τ_{42}^2 fueron independientes. Las distribuciones a priori de los parámetros K , r , q_1 , q_2 , q_3 , q_4 , σ^2 y τ^2 se especificaron a partir del conocimiento biológico y de evaluaciones previas (Otero et al., 1982; Milessi, 2008; Informe 02-2017 del Grupo de Trabajo Condriectios de la CTMFM), las mismas se detallan a continuación:

Parámetro	Prior
K	$\log(K) \sim U(\log(27590); \log(79965))$
r	$r \sim \log N(\mu_r, \sigma_r^2); \mu_r = -2,858434$ $\sigma_r^2 = 0,3239033$
Coefficientes de capturabilidad	$q_1 \sim \text{Gamma-inversa}(0,001; 0,001)$ $q_2 \sim \text{Gamma-inversa}(0,001; 0,001)$ $q_3 \sim \text{Gamma-inversa}(0,001; 0,001)$ $q_4 \sim \text{Gamma-inversa}(0,001; 0,001)$
Error de proceso y observación	$\sigma^2 \sim \text{Gamma-inversa}(190; 0,8)$ $\tau_1^2 \sim \text{Gamma-inversa}(90; 0,8)$ $\tau_2^2 \sim \text{Gamma-inversa}(90; 0,8)$ $\tau_3^2 \sim \text{Gamma-inversa}(90; 0,8)$ $\tau_4^2 \sim \text{Gamma-inversa}(90; 0,8)$

Finalmente, a partir de las ecuaciones de estado y observación, y de las distribuciones previas (*priors*) de los parámetros, la distribución posterior conjunta del modelo Base quedó definida de la siguiente forma:

$$p(K, r, q_1, q_2, q_3, q_4, \sigma^2, \tau_1^2, \tau_2^2, \tau_3^2, \tau_4^2, P_1, \dots, P_N, I_{CPUE_{nom_1}}, \dots, I_{CPUE_{nom_N}}, I_{GLM_{est_1}}, \dots, I_{GLM_{est_N}}, I_{GLM_{m_1}}, \dots, I_{GLM_{m_N}}, I_{NOM_{m_1}}, \dots, I_{NOM_{m_N}}) \propto p(p(K) p(r) p(q_1) p(q_2) p(q_3) p(q_4) p(\sigma^2) p(\tau_1^2) p(\tau_2^2) p(\tau_3^2) p(\tau_4^2) p(P_1) p(\sigma^2) \prod_{i=2}^N \hat{i} p(P_i | P_{i-1}, K, r, \sigma^2) \times \prod_{i=1}^N \hat{i} p(I_{CPUE_{nom_i}} | P_i, q_1, \tau_1^2) \prod_{i=1}^N \hat{i} p(I_{CPUE_{est_i}} | P_i, q_2, \tau_2^2) \hat{i} \prod_{i=1}^N \hat{i} p(I_{GLM_i} | P_i, q_3, \tau_3^2) \prod_{i=1}^N \hat{i} p(I_{NOM_i} | P_i, q_4, \tau_4^2) \hat{i} \hat{i})$$

El caso 1 se correspondió con el modelo Base. En el caso 2, a partir de la estimación de biomasa realizada a partir de la campaña CC-06/1983, se supuso que la biomasa de pez ángel en el área del Tratado fue de 27.590 toneladas.

Resultados

Los resultados de las simulaciones MCMC (Markov Chain Monte Carlo) mostraron un buen ajuste del modelo a los datos de CPUE (Figura 9).

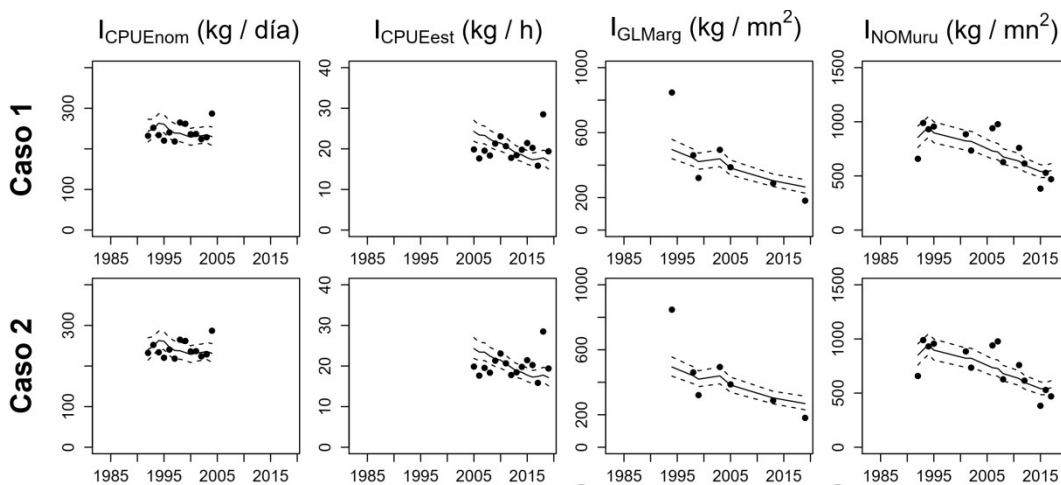


Figura 9. Relación entre los Índices de abundancia observados (puntos negros) y estimados (línea continua) para pez ángel en el área del Tratado obtenidos a partir de distintos casos de un Modelo Bayesiano de Producción Excedente Estado Espacio.

En la Tabla 1 se presentan los estimados de los parámetros del modelo y los cálculos de los indicadores de productividad del recurso. La tendencia de la biomasa estimada evidenció un rápido decrecimiento hasta el año 1994, un periodo de disminución con menor velocidad (entre los años 1995 y 2014) y otro de relativa estabilidad entre los años 2015 y 2019 (Figura 10).

Tabla 1. 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), CR_{2020} : Captura de reemplazo, que permite que la biomasa de 2020 sea igual a la de 2019, biomasa correspondiente al RMS (B_{RMS}), B_{2020} , biomasa estimada a 2020, B_{2019}/B_{RMS} : proporción de la biomasa en 2019 respecto de la biomasa RMS, B_{2020}/K : proporción de la biomasa estimada para 2020 respecto de la capacidad de carga. Biomasa actual en función de K , F_{RMS} tasa de explotación para el RMS.

	Caso 1	Caso 2
r	0,135	0,17
K	66.058	61.586
RMS	2.177	2.612
CR 2020	2.092	2.24
B_0	65.611	27.831
B_{2020}	28.577	19.513
B_{RMS}	33029	30793
B_0/K	0,999	0,454
B_{2020}/K	0,443	0,328
B_{2019}/B_{RMS}	0.978	0.719
F_{RMS}	0.0675	0.0852
F_{2019}	0.0607	0.0897
F_{2019}/F_{RMS}	0.944	1.051

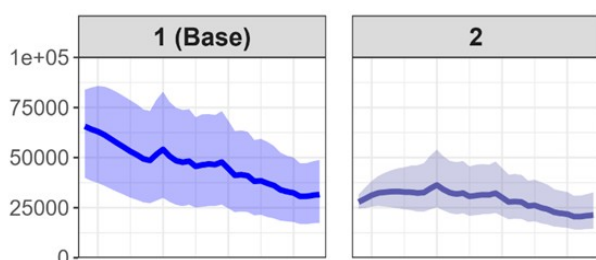


Figura 10. Ajuste del modelo de Schaefer por inferencia bayesiana a los datos de biomasa total de pez ángel. El área sombreada se corresponde con los intervalos de credibilidad del 95.

A fin de visualizar la evolución de las biomazas y el estado actual de la población de pez ángel 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. El análisis del diagrama de Kobe indicó que la biomasa de pez ángel se encontraría en un nivel inferior al óptimo y que la tasa de mortalidad por pesca sería inferior a la óptima en el Caso 1, mientras que en el Caso 2 la tasa de mortalidad por pesca sería superior a la óptima (Figura 11). El análisis de la situación correspondiente al año 2019 evidenció que el riesgo de que la biomasa sea inferior al PBRO es del 39 y 84% para el Caso 1 y el Caso 2 respectivamente (Figura 11).

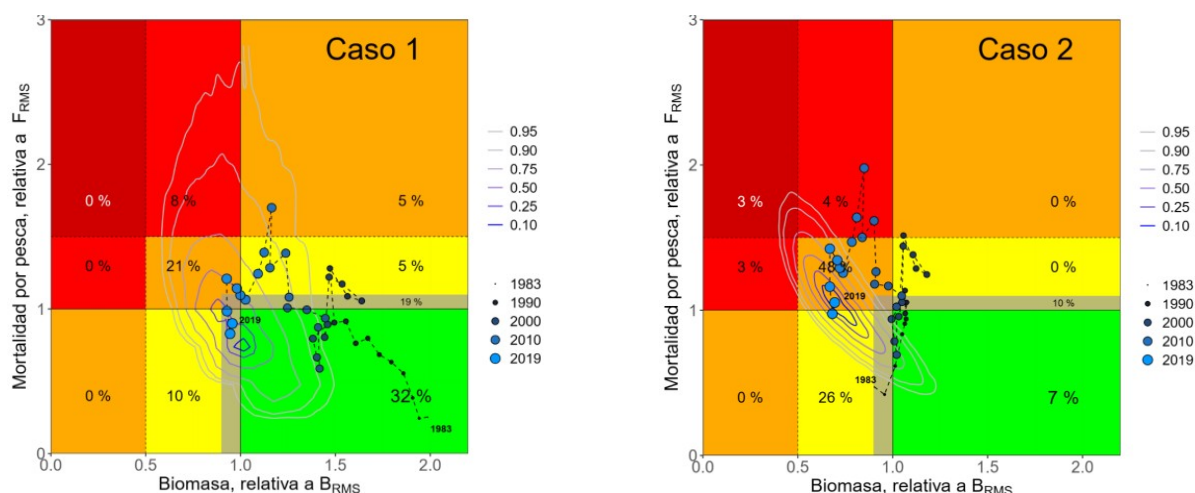


Figura 11. Diagrama de Kobe de las trayectorias de la Biomasa (B_t) relativa a B_{RMS} y de la mortalidad por pesca (F_t) relativa a F_{RMS} obtenidas a partir de un Modelo Bayesiano Estado Espacio aplicado a pez ángel en el área del Tratado. Se presentan los casos seleccionados para el análisis de riesgo (Casos 1 y 2). Las isolíneas indican los intervalos de probabilidad conjunta para B_{2019}/B_{RMS} y F_{2019}/F_{RMS} . También se indica el porcentaje de estos valores en cada cuadrante del diagrama.

Proyecciones de biomasa

Las proyecciones a captura constante indicaron que en el Caso 1 las condiciones de riesgo asociadas al PBRO se alcanzarían con una captura constante de 1.910 t. En dicho caso, la condición de riesgo asociada al PBRL se alcanzaría con una captura anual de 1.950 t

(Figura 12). Para el Caso 2, el nivel de captura que permitiría alcanzar la condición de riesgo asociada al PBRO fue de 1.830 t, mientras que el valor de captura que permitiría cumplir con la condición asociada al PBRL fue de 1.900 t (Figura 12).

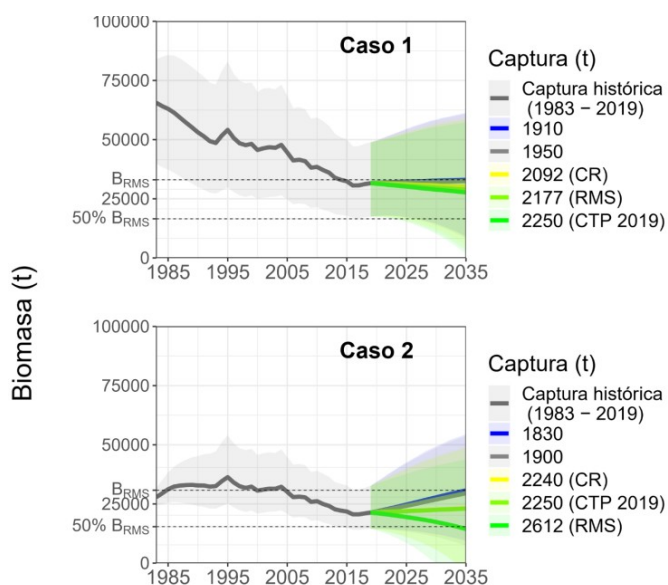


Figura 12. Proyecciones de biomasa pez ángel en el área del Tratado para distintos niveles de captura constante. Se indica la tendencia de biomasa y se presentan las proyecciones para los casos seleccionados para el análisis de riesgo (Casos 1 y 2). El área sombreada se corresponde con los intervalos de credibilidad del 95%. CR: Captura de reemplazo 2020. CTP 2019: Captura total permisible 2019. RMS: Rendimiento máximo sostenible.

Las proyecciones realizadas con distintas tasas de mortalidad por pesca (F) constantes indicaron que en el Caso 1 la condición de riesgo asociada al PBRO se alcanzaría, en el largo plazo, aplicando una F equivalente al 88% de la F_{RMS} , mientras que la condición de riesgo asociada al PBRL se alcanzaría aplicando una F equivalente al 127% de la F_{RMS} (Figura 13). En el Caso 2, la condición asociada al PBRO se alcanzaría con una la tasa de mortalidad por pesca del 82% de la F_{RMS} , mientras que la asociada al PBRL se alcanzaría con una F equivalente al 127% de la F_{RMS} (Figura 13).

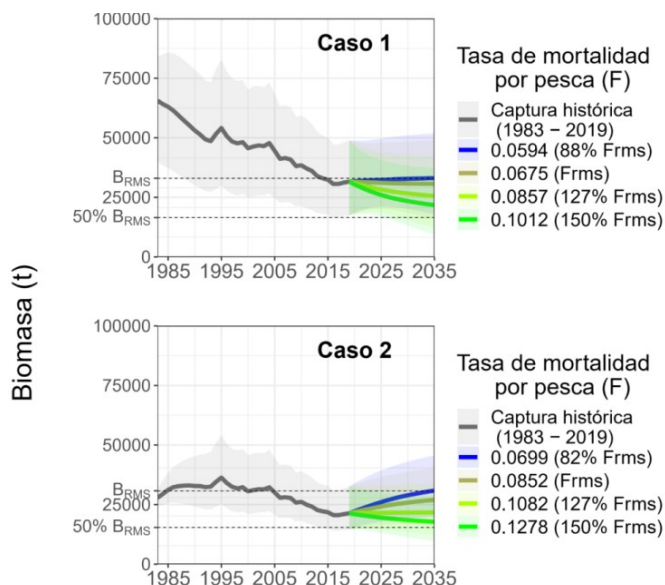


Figura 13. Proyecciones de biomasa de pez ángel en el área del Tratado para distintos niveles de mortalidad por pesca constante. Se indica la tendencia de biomasa y se presentan las proyecciones para los casos seleccionados para el análisis de riesgo (Casos 1 y 2). El área sombreada se corresponde con los intervalos de credibilidad del 95%. F_{RMS} : tasa de mortalidad por pesca en el RMS.

Recomendaciones de manejo

A partir del trabajo conjunto desarrollado en la reunión del corriente año el GT Condrictios acordó formular las siguientes recomendaciones de captura para pez ángel en el año 2020 en el área del Tratado.

Modelo Global*		
Modelos**	M1	M2
CR ₂₀₂₀	2.092	2.240
RMS	2.177	2.612
B _{RMS}	33.029	30.793
B ₀ /K	0,999	0,454
B ₂₀₂₀ /K	0,443	0,328
B ₂₀₁₉ /B _{RMS}	0,978	0,719
F _{RMS}	0,0675	0,0852
F ₂₀₁₉	0,0607	0,0897
F ₂₀₁₉ /F _{RMS}	0,944	1,051

* Modelo dinámico de Schaefer: Indicadores del estado actual del recurso: Rendimiento Máximo Sostenible (RMS), CR₂₀₂₀: Captura de reemplazo, que permite que la biomasa de 2020 sea igual a la de 2019, biomasa correspondiente al RMS (B_{RMS}), B₂₀₁₉/B_{RMS}: proporción de la biomasa en 2019 respecto de la biomasa RMS, B₂₀₂₀/K: proporción de la biomasa actual en función de K, F₂₀₁₉: tasa de explotación para 2019, F_{RMS}: tasa de explotación para el RMS.

** M1 caso 1. M2 caso 2.

Medidas de ordenación vigentes

- [Resolución CTMFM Nº 10/00 \(Modifica Art. 1 Resol. 7/97\)](#). Corvina, pescadilla y otras especies demersales. Norma modificando eslora máxima/total de buques autorizados a operar en un sector de la Zona Común de Pesca.
- [Resolución CTMFM Nº 05/09](#), que establece buenas prácticas de pesca para condrictios, prohibiendo el uso de “bicheros” y el aleteo.
- [Resolución CTMFM Nº 09/13](#), que establece un máximo de desembarque de peces cartilaginosos por marea.
- [Resolución CTMFM Nº 06/20](#). Norma estableciendo la captura total permisible de la especie pez ángel/angelito (*Squatina guggenheim*) para el 2020 en la Zona Común de Pesca.

Comercialización²

En Argentina, al pez ángel se lo comercializa fresco para consumo interno, pelado, sin cabeza y sin vísceras con el nombre de “pollo de mar”. Se lo procesa en forma de pencas, saladas y secas, tanto para el mercado interno como para la exportación. De los hígados se extrae aceite (Cousseau y Perrotta, 2013).

En cuanto a volumen físico las exportaciones argentinas de pez ángel en el período 2013-2016 han promediado las 427 t manteniéndose estable con un máximo en 2014 de 532 t. El volumen exportado en 2019 disminuyó un 23% en relación a 2016. La participación del pez ángel en el total de las exportaciones de productos pesqueros no superó el 0,13% en el periodo considerado (Figura 14).

El precio promedio por tonelada de las exportaciones argentinas de pez ángel aumentó levemente entre 2013 y 2019, alcanzando en esos años valores, expresados en dólares estadounidenses (USD) FOB, de 3.440 y 3.981, respectivamente. En 2013, las exportaciones de esta especie alcanzaron un valor de USD 1.527.000, equivalente a un 0,10 % del total exportado en concepto de productos pesqueros mientras que, en 2019, el valor de las exportaciones de pez ángel (USD 916.000) contribuyó en un 0,05% al total exportado.

² La información para el desarrollo de este punto proviene de los informes anuales argentinos sobre comercialización de productos pesqueros elaborados por la Dirección de Economía Pesquera de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura [[Exportaciones e Importaciones pesqueras – Informes anuales](#)]. El volumen exportado por Argentina incluye no sólo las capturas correspondientes al área del Tratado, sino también aquéllas realizadas en las aguas propias adyacentes y pueden incorporar desembarques correspondientes a otras unidades de manejo, como por ejemplo el pez ángel capturado en El Rincón.

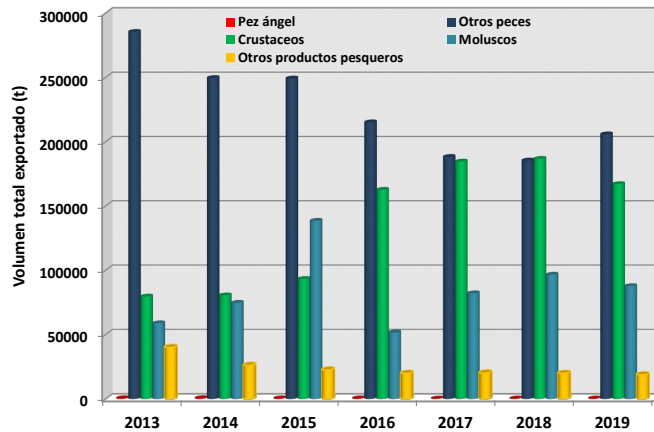


Figura 14. Contribución del pez ángel al volumen total (t) de productos pesqueros exportados por Argentina en el período 2013-2019.

El principal destino de las exportaciones argentinas de pez ángel en 2019 ha sido Brasil totalizando el 99% del total exportado y Singapur con el 1%. El pez ángel en *filetes congelados* fue el principal producto exportado en un total de 284 t a un precio promedio de USD 3.215).

BIBLIOGRAFÍA DE REFERENCIA

- Awruch C.A. 2000. Biología del tiburón ángel *Squatina guggenheim* Marini, 1936 (Elasmobranchii, Squatinidae) en el Golfo San Matías, Pcia. de Río Negro, Argentina. Trabajo de Licenciatura, Universidad de Buenos Aires, Argentina, 67 pp.
- Awruch C.A., F.A. Nostro, G.M. Somoza y E. Di Giácomo. 2008. Reproductive biology of the angular angel shark *Squatina guggenheim* (Elasmobranchii, Squatinidae) off Patagonia (Argentina, southwestern Atlantic). *Cienc. Mar.*, 34 : 17-28.
- Carozza C.R., L. Navarro, A.J. Jaureguizar & M. Bertolotti. 2001. Asociación íctica costera bonaerense "variado costero" Informe I. Informe Técnico Interno INIDEP Nº 48, 28 p.
- Colonello J.H. 2005. Ecología reproductiva y hábitos alimentarios de *Squatina guggenheim* (Chondrichthyes: Squatinidae) en el Distrito Biogeográfico Bonaerense, entre 34 y 42 S. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Mar del Plata, 183 pp.
- Colonello J.H., L.O. Lucifora y A.M. Massa. 2007. Reproduction of the angular angel shark (*Squatina guggenheim*): geographic differences, reproductive cycle and sexual dimorphism. *ICES J.Mar.Sci.*, 64:131-140.
- Cousseau M.B. 1973. Taxonomía y biología del pez ángel, *Squatina argentina*, Marini (Pisces, Squatinidae). *Physis* 32: 175-195.
- Cousseau, M.B. 1986. Estudios biológicos sobre peces costeros con datos de dos campañas de investigación realizadas en 1981. VI. El gatuso (*Mustelus schmitti*). Publicaciones de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo 1: 60-65.
- Cousseau M.B. y D.E. Figueroa. 2001. Las especies del género *Squatina* en aguas de Argentina (Pisces: Elasmobranchii: quatinidae). *Neotrópica* 47: 85-86.
- Cousseau, M.B., R.G. Perrotta. 2013. Peces marinos de Argentina: biología, distribución, pesca. Mar del Plata, Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero INIDEP. 193 pp.
- Díaz De Astarloa, J.M., A. Aubone y M.B. Cousseau. 1999. Asociaciones ícticas de la plataforma costera de Uruguay y norte de Argentina, y su relación con los parámetros ambientales. *Physis* 57: 29-45.
- Figueiredo, J.L., 1977. Manual de pixes marinhos do sudeste do Brasil. I. Introdução. Cações, raias e quimeras. Museu de Zoologia, Universidade de Sao Paulo. Brasil. 104 p.
- Negri, R.M., Molinari, G., Carignan, M., Ortega, L. Ruiz, G.M., Cozzolino, E., Cucchi-Colleoni, A.D., Lutz, V., Costagliola, M., García, A., Izzo, S., Jurquiza, V., Salomone, A., Odizzio, M., La Torre, S., Sanabria, M., Hozbor, M-V., Peressutti, S.R., Méndez, S., Silva, R., Martínez, A., Cepeda, G., Viñas, M.D., Díaz, M.V., Pájaro, M., Mattera B., Montoya, N., Berghoff, C., Leonarduzzi, E. 2016. Ambiente y Plancton en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya en un escenario de cambio climático (marzo, 2014). *Frente Marítimo*, 24: 251-316.

- Paesch, L. 1995. Análisis de la distribución espacio temporal y de la variación de la abundancia de los elasmobranquios en la Zona Común de Pesca Argentino Uruguaya. Tesis Licenciatura en Oceanografía Biológica, Facultad de Ciencias, Montevideo, 136 pp.
- Paesch, L. 2006. Estructura de la comunidad de elasmobranquios demersales en el Río de la Plata y su frente marítimo. Tesis de Maestría-Biología, opción Ecología. Facultad de Ciencias, Montevideo. 138 pp.
- Sunyé P.S., C.M. Vooren. 1997. On cloacal gestation in angel sharks from southern Brazil. *Journal of Fish Biology* 50: 86-94.
- Vögler R., A.C. Milessi y R.A. Quiñones. Influence of environmental variables on the distribution of *Squatina guggenheim* (Chondrichthyes, Squatinidae) in the Argentine–Uruguayan Common Fishing Zone. 2008. *Fisheries Research*. Vol 91, Issues 2–3 : 212-221.
- Vooren, C.M. 1997. Demersal elasmobranchs. Pp 141-146 In: Seeliger, U., C. Odebrecht & J.P. Castello (eds) *Subtropical convergence environments: the coast and sea in the southwestern Atlantic*.
- Vooren C.M., K.G. Da Silva. 1991. On the taxonomy of the angel sharks from southern Brazil, with the description of *Squatina occulta* sp. N. *Revista Brasileira de Biologia* 51: 589-602.
- Wöhler, O.C., P. Cedrola y M.B. Cousseau. 2011. Contribuciones sobre biología, pesca y comercialización de tiburones en Argentina. Aportes para la elaboración del Plan de Acción Nacional. Consejo Federal Pesquero, Buenos Aires. 224 pp.