



PERÚ Ministerio de la Producción

CARGO



IMARPE
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

001

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la Universalización de la Salud"

P-108-2020

OFICIO N° 253 -2020-IMARPE/PE

Callao, 10 MAR. 2020

Señora
SILVIA VELÁSQUEZ SILVA
Directora General de Políticas y Análisis
Regulatorio en Pesca y Acuicultura
Ministerio de la Producción
Calle Uno Oeste N° 060, Urb. Córpac
San Isidro

Asunto: Pesquería del recurso tiburón martillo 2020

Referencia: OFICIO N° 0040-2020-PRODUCE/DGPARPA de fecha 23.01.2020

Es grato dirigirme a usted, para saludarla cordialmente y en atención al documento de la referencia, se alcanza el informe "**La pesquería del tiburón martillo (*Sphyrna zygaena*) y proyecciones de pesca 2020**", para su conocimiento y fines pertinentes.

Sea propicia la oportunidad para renovarle las seguridades de mi mayor consideración y estima personal.

Atentamente,

Javier Gaviola Tejada
Presidente Ejecutivo
stituto del Mar del Perú



C. YAMASHIRO



[Handwritten signature]



P. ELASKOVIC

 16565162		N° Folios: 9
REGISTRO N° 00018748-2020		
FECHA: 10/03/2020 04:11:55	CLAVE: 5697	
RAZÓN SOCIAL: INSTITUTO DEL MAR DEL PER...		
ASUNTO: Pesquería del recurso tib...		
REGISTRADO POR: jvegan		
https://www.produce.gob.pe/index.php/consulta-tramite		



IMARPE
Instituto del Mar del Perú
Oficina de Trámite Documentario

10 MAR 2020

SITRADOCC N°:

Recibido: Instituto del Mar del Perú | Esquina Gamarra y General Valle s/n, Chucuito - Callao | T. (051) 208 8650 | www.imarpe.gob.pe

CONSULTAS Telf: 208-8650 Anexo: 897 / 858

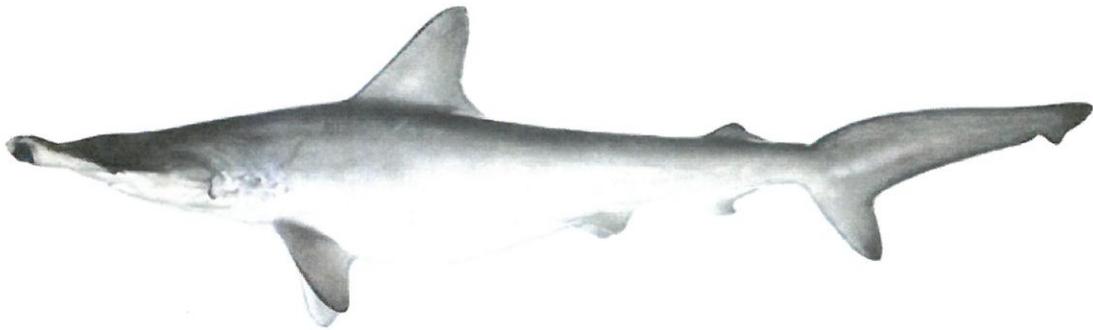
EL PERÚ PRIMERO

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ



DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIONES DE RECURSOS DEMERSALES Y
LITORALES
ÁREA FUNCIONAL DE INVESTIGACIONES DE PECES DEMERSALES, BENTÓNICOS
Y LITORALES

LA PESQUERÍA DEL TIBURÓN MARTILLO *Sphyrna zygaena* Y PROYECCIONES DE PESCA 2020



Marzo, 2020

PESQUERÍA DEL TIBURÓN MARTILLO *Sphyrna zygaena* Y PROYECCIONES DE PESCA 2020

1. INTRODUCCIÓN

El “tiburón martillo” *Sphyrna zygaena* es una especie cosmopolita que habita aguas costeras y oceánicas de la plataforma continental en casi todas las aguas tropicales y templadas del mundo. Durante los últimos años, su pesquería ha sido impulsada por el comercio internacional de sus aletas, especialmente para exportación al mercado asiático; y su explotación a través del tiempo está impactando sobre sus poblaciones, situación que se acentúa si consideramos las características biológicas de su historia de vida que presenta una estrategia adaptativa del tipo K (MacArthur & Wilson, 1967).

A nivel nacional se desarrolla una pesquería de tiburones, razón por la cual el Ministerio de la Producción (PRODUCE), a través del Decreto Supremo N° 002-2014-PRODUCE, aprobó el Plan de Acción Nacional para la Conservación y Ordenamiento de Tiburones, Rayas, y Especies Afines en el Perú (PAN Tiburón – Perú), donde se destaca la importancia comercial de 35 especies de condriictios capturados por la flota artesanal, entre los cuales *S. zygaena* representó el 13,9 % de las capturas durante el periodo 1996 – 2012.

En nuestro país, la pesquería de tiburón martillo es realizada principalmente por la flota pesquera artesanal cortinera distribuida en la costa norte y centro del Perú. La cual se encuentra regulada a través de la R.M. N° 166-2019-PRODUCE, de donde se establecieron los límites de captura (457 toneladas) del recurso tiburón martillo *Sphyrna zygaena* aplicable a las actividades extractivas efectuadas por la flota artesanal, correspondiente al periodo comprendido entre el 11 de marzo y 31 de diciembre de 2019.

En el presente informe se dan a conocer los principales resultados del monitoreo de la pesquería del tiburón martillo *Sphyrna zygaena* durante el 2019, proyectándose una cuota de captura para el año 2020.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Teniendo en cuenta que *S. zygaena* es una especie costera y semi oceánica bastante común y abundante (Compagno *et al.*, 1995), de amplia distribución geográfica en el Pacífico sudeste que abarca el ámbito marino de los países de Colombia, Ecuador, Perú y Chile (Chirichigno y Cornejo, 2001), es importante mencionar que los resultados obtenidos en el presente informe corresponden a parte de la población de *S. zygaena* disponible, dentro del dominio marítimo peruano y aguas adyacentes. En este contexto, en base a las evidencias científicas disponibles, se ha asumido la existencia de unidad poblacional frente a la costa peruana, para la evaluación de stock y recomendaciones de manejo. Por lo cual, el suponer la existencia de una unidad poblacional frente al Perú resulta precautorio, pues permite adoptar medidas oportunas para controlar el esfuerzo de pesca a nivel local.



2.1. INDICADORES DE LA PESQUERIA

• Desembarques y esfuerzo de pesca durante el período 1997-2019

El análisis histórico de los desembarques y esfuerzo de pesca desarrollado sobre el tiburón martillo *Sphyrna zygaena*, se realizó con información del Sistema de Captación de Información de la Pesca Artesanal del Instituto del Mar del Perú (Imarpe), desde Puerto Pizarro (03° 29' S 80° 23' O) a Vila Vila (18° 06' S, 70° 43' O). Este sistema contempla dentro de su plan de investigaciones, el monitoreo de la flota pesquera artesanal y de los recursos vivos que la sustentan. Desde su creación en 1996, como programa piloto denominado “Determinación del Potencial Pesquero Artesanal”, hasta el año 2014 se monitorearon entre 21 y 45 lugares de desembarque a lo largo del litoral. Desde el año 2015, a través del PP 0095 “Fortalecimiento de la Pesca Artesanal” se vienen monitoreando 56 lugares (Castillo *et al.*, 2018). Asimismo, la información fue estratificada en tres zonas para un mejor análisis: la zona norte abarcó desde Puerto Pizarro (03°24'S) hasta Chimbote (~ 09°00'S), la zona centro desde Chimbote hasta San Juan de Marcona (~ 15°30'S) y, por último, la zona sur entre San Juan de Marcona e Ilo (18°20'S).

• Composición por tallas

La composición por tallas se obtuvo a partir de los muestreos biométricos realizados en la caleta de Salaverry (importante zona de desembarques de *S. zygaena* en la costa del Perú), durante los meses de abril a junio 2019. Se midieron 155 ejemplares y se consideró la longitud total (cm) de cada individuo, los que fueron agrupados en intervalos de clase de 5 cm.

2.2 INDICADORES DEL STOCK

Captura por Unidad de Esfuerzo – CPUE

La información para la estandarización de la CPUE, mediante modelos lineales generalizados (GLM, por sus siglas en inglés), estuvo conformada por los desembarques diarios y el esfuerzo en número de días de la flota pesquera artesanal frente al litoral peruano, durante el periodo 1996 – 2019.

Mediante un análisis exploratorio previo, se optó por trabajar con la información correspondiente al arte de pesca “CORTINA”, debido a la mayor representatividad de las capturas obtenidas mediante este arte de pesca (~ 96 %). Asimismo, se realizó el análisis del seguimiento de embarcaciones que han registrado actividades de pesca sobre el tiburón martillo por un periodo mayor igual a cinco (05) años, con la finalidad de aumentar la certidumbre sobre la direccionalidad de la actividad de pesca.

Bajo las premisas anteriormente descritas, la construcción del modelo GLM consideró las variables: año, mes, tipo de embarcación (ligado a la capacidad de bodega), región (como proxi zonas de pesca) y “target” que viene a ser la relación entre la captura de tiburón martillo y la captura total de la embarcación. Esta última variable permite compensar la baja especificidad del arte de pesca “cortina”, permitiendo incluir información respecto de la disponibilidad del recurso en la zona de pesca.



C. YAMASHIRO



V. BLASKOVIC

$$\log(CPUE) = \text{Año} + \text{Mes} + \text{Tipo}_{\text{barco}} + \text{Región} + \text{Target}$$

Se asumió una distribución de la CPUE del tipo log-normal, y el ajuste del modelo fue realizado con ayuda de la plataforma R (R Core Team, 2019).

- **Modelo Dinámico de Biomasa tipo Espacio - Estado**

Debido a la limitada disponibilidad de información sobre la estructura por tamaños y/o edades del tiburón martillo en las capturas, el presente análisis fue realizado a través de la aplicación del modelo dinámico de biomasa bajo el enfoque de espacio de estados (State – Space Models), permitiendo la inclusión del error de proceso y de observación en la modelación (Meyer y Millar, 1999). Cabe señalar que los modelos dinámicos de biomasa son ampliamente utilizados en la evaluación de stocks de tiburones.

Este tipo de modelo presenta, invariablemente, dos componentes principales:

a) Ecuación de observación

Está dada por la modelación de la variación de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE), la cual fue establecida de la siguiente forma:

$$CPUE_j = qB_j + \tau_j$$

Donde $CPUE$ representa el vector de captura por unidad de esfuerzo, B es el vector de estado representado por la biomasa en el año j ; q es el vínculo entre $CPUE$ (observación) y la biomasa (estado) y por último τ_j representa el ruido (error) de observación en el año j .

b) Ecuación de estado

La biomasa representa el estado de nuestro modelo, el cual fue modelado como sigue:

$$B_j = B_{j-1} + g(B_{j-1}) - C_{j-1} + \sigma_j$$

Donde C es la captura, σ_j representa el error de proceso y $g(B_{j-1})$ es la función de producción, el cual fue considerado de tipo Schaefer (1954) representado de la siguiente forma:

$$g(B_{j-1}) = r * B_j \left(1 - \frac{B_{j-1}}{K}\right)$$

Siendo r la tasa de crecimiento poblacional, y K la capacidad de carga del ambiente.

En la implementación del modelo, se realizó la re-parametrización $P_j = B_j/K$ según Millar y Meyer (2000), con la finalidad de acelerar el muestreo en las simulaciones.

De esta forma, las ecuaciones de observación y de estado fueron reescritas de la siguiente forma:



C. YAMASHIRO



V. ELASKOVIC

$$U_j | P_j, q, \tau^2 = qKP_j e^{v_j}; j = 1, \dots, N$$

$$P_1 | \sigma^2 = e^{u_1} \quad P_j | P_{j-1}, K, r, \sigma^2 = \left(P_{j-1} + rP_{j-1}(1 - P_{j-1}) - \frac{C_{j-1}}{K} \right) e^{u_j}; j = 2, \dots, N$$

Donde u_t y v_t son el error de proceso y de observación, respectivamente y N es el número total de años a ser analizada.

- **Ajuste del modelo estado – espacio de biomasa dinámica**

El ajuste del modelo fue realizado a través del Software JAGS (Just Another Gibbs Sampler), herramienta diseñada especialmente para el análisis bayesiano, el cual utiliza el método de Monte Carlo basado en Cadenas de Markov (MCMC) (Plummer, 2003).

El enfoque bayesiano en este tipo de análisis permite incorporar información disponible en la literatura y aquella obtenida a través de la experiencia de otras investigaciones (conocimiento *priori*) (Punt y Hilborn, 1997). Para nuestro caso, el conocimiento *priori* sobre los parámetros del modelo fue obtenido de la evaluación realizada para el año 2016 (Tabla 01).

Tabla 1. Distribución *priori* de los parámetros del modelo estado-espacio de biomasa dinámica para el tiburón martillo *Sphyrna zygaena*

Parámetro	Símbolo	Distribución <i>priori</i>
Capacidad de carga	K	Log-normal (4359, 304.1)
Tasa de crecimiento poblacional	r	Log-normal (0.46, 0.04)
Coefficiente de capturabilidad	q	Gamma-inv (0.001, 0.001) I (10 ³ , 10 ⁸)
Error de proceso	σ^2	Gamma-inv (0.001, 0.001)
Proporción entre B_j/K	P_j	Log-normal (P_{obs} , σ^2)
Captura por unidad de esfuerzo	U_j	Log-normal (U_{obs} , 1/var)

En la estimación de la distribución posteriori de los parámetros del modelo, se realizaron tres (03) series de 1000000 de simulaciones cada una. Las primeras 900000 simulaciones fueron consideradas como periodo de “burn-in”, el cual consiste en descartar las primeras iteraciones cuando se realizan las simulaciones de los métodos de cadenas de Markov Monte Carlo (MCMC). Durante este periodo se espera que la cadena de simulación se desplace de la región del valor inicial hacia a una región más representativa (posteriori) (Kruschke, 2015). Asimismo, para comprobar la convergencia y la ausencia de autocorrelación, se utilizó el paquete “coda” (Plummer *et al.*, 2006) del software R.

2.3 CRITERIOS PARA LA ORDENACIÓN

- **Simulación Montecarlo y Análisis de riesgo**

En base a los parámetros estimados por el modelo de producción bajo el enfoque estado – espacio, se realizó la proyección de biomasa siguiendo la siguiente expresión:

$$B_j = B_{j-1} + r * B_{j-1} * (1 - (B_{j-1}/K)) - C_{j-1}$$



C. YAMASHIRO



V. BLASKOVIC

Los parámetros r y K fueron re muestreados con reemplazo, utilizando una distribución normal como función de densidad de probabilidades: r , $N(0.50, 0.1)$ y K , $N(4164.4, 678.8)$. Cada caso estuvo representado por un nivel de captura anual en un rango de 200 a 1000 toneladas, observado en el récord histórico de las capturas, desde 1997 para este recurso. Para cada caso se realizaron proyecciones a 10 años.

Para el análisis de riesgo se asignó probabilidad 1 si $B_j < B_{j-1}$; y 0 si $B_j > B_{j-1}$. Para cada caso (nivel de captura) se realizó un promedio de las probabilidades estimadas en las proyecciones con el método de Montecarlo a un (01) año. El procedimiento detallado se encuentra en Haddon (2011).

3. RESULTADOS

3.1. INDICADORES DE LA PESQUERIA

- **Zonas de Pesca**

La flota artesanal dedicada a la pesca del tiburón martillo operó en todo el litoral peruano, con mayor intensidad en las zonas norte y centro (Figura 1).

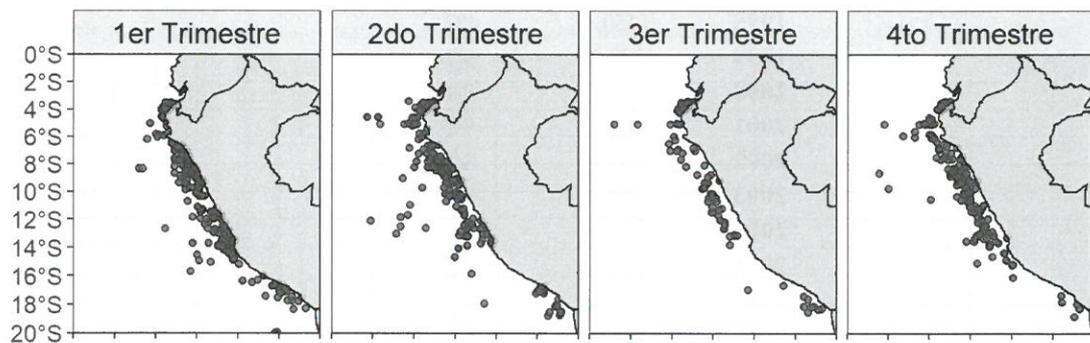


Figura 1. Zonas de pesca del tiburón martillo *Sphyrna zygaena* en la pesquería artesanal del Perú, 2019

- **Desembarque**

El análisis de los niveles de desembarque de tiburón martillo fue realizado en base a las cifras estimadas por IMARPE, debido a que no se cuenta con información oficial específica de *S. zygaena* como se observa en la Tabla 2.



Los niveles de desembarque durante el 2019 presentaron un ligero incremento respecto del 2018 (Figura 2). Las mayores capturas se registraron principalmente en las zonas norte y centro del litoral con 67% y 31%, respectivamente. Asimismo, cabe resaltar que durante los años 2016 y 2017, los niveles de desembarque superaron la cuota establecida, mientras que los años siguientes, los desembarques se encontraron por debajo de estas medidas de manejo (Tabla 2).



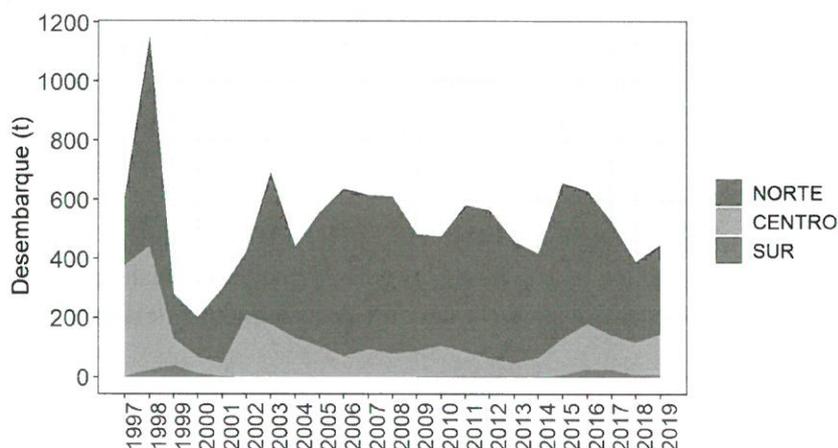


Figura 2. Desembarques estimados (t) del tiburón martillo *Sphyrna zygaena* por zonas de pesca, durante el periodo 1997 – 2019. Fuente: IMARPE (uso para fines de investigación)

Tabla 2. Desembarques y cuota de pesca del tiburón martillo, 1997-2019

Año	Desembarque (t)		Cuota (t)
	IMARPE	PRODUCE	
1997	610.6	61	
1998	1150.1	482	
1999	279.2	S/I	
2000	201.2	S/I	
2001	300.6	S/I	
2002	423.6	S/I	
2003	692.2	S/I	
2004	440.6	S/I	
2005	558.4	S/I	
2006	637.1	S/I	
2007	616.8	S/I	
2008	610.2	S/I	
2009	484.5	S/I	
2010	475.9	S/I	
2011	582.6	S/I	
2012	564.7	S/I	
2013	459.0	S/I	
2014	418.6	S/I	
2015	658.2	S/I	
2016	630.3	S/I	482
2017	527.4	4	470
2018	388.8	S/I	442
2019	449.3	S/I	457

*S/I: Sin información

• **Esfuerzo**

El esfuerzo expresado en número de días para el año 2019 fue ligeramente menor al registrado en el 2018. Las zonas norte y centro representaron el 66% y 27%, respectivamente, del esfuerzo ejercido por la flota artesanal (Figura 3).



C. YAMASHIRO



V. BLASKOVIĆ

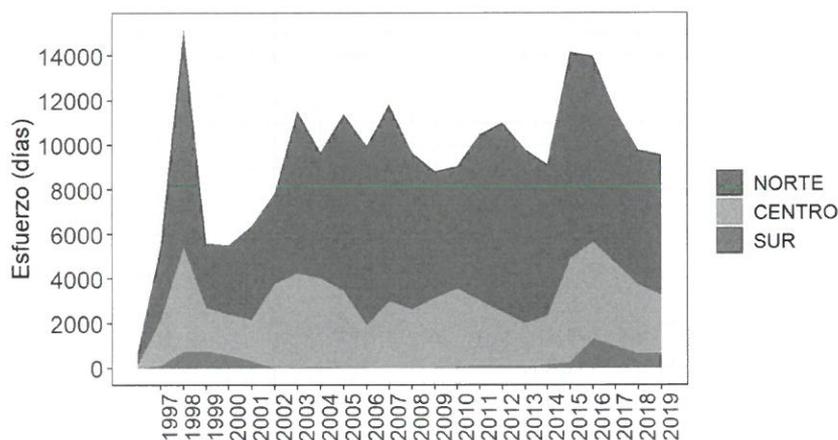


Figura 3. Esfuerzo acumulado (N° días) del tiburón martillo *Sphyrna zygaena* por zonas de pesca, durante el periodo 1997 – 2019. Fuente: IMARPE (uso para fines de investigación)

• **Composición por tallas de las capturas**

El rango de tallas durante el periodo de estudio fluctuó de 71 a 278 cm de longitud total (LT), con una moda principal en 90 cm LT y talla media de 106 cm LT. La información obtenida del “tiburón martillo” procedió de los muestreos realizados de las capturas de las embarcaciones artesanales con red cortina (Figura 4).

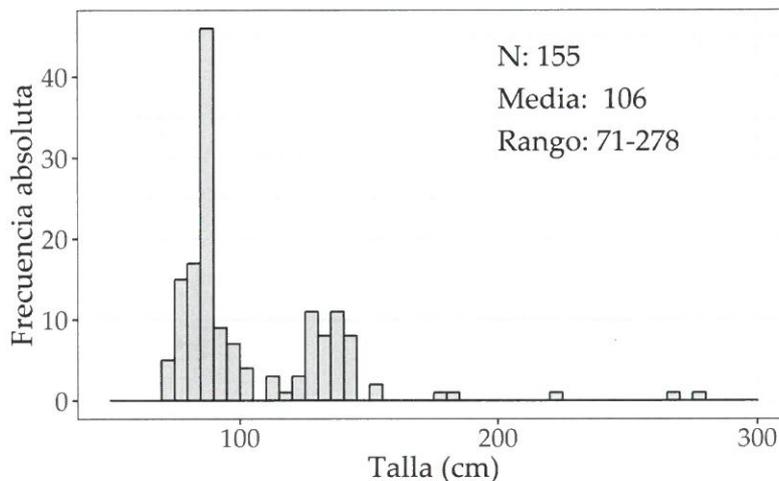


Figura 4. Composición por tallas del tiburón martillo *Sphyrna zygaena* en la caleta Salaverry, 2019



3.2. INDICADORES DEL STOCK

• **CPUE (Nominal y Estandarizada)**

Los mayores valores de la CPUE estandarizada fueron estimados en el periodo 1996 – 1998, luego del cual decreció hasta 2002, con una tendencia fluctuante entre el 2003 y 2013 y un leve incremento en el 2014 y 2016, y una posterior tendencia de decaimiento hasta el 2018, año en el cual se registró el mínimo valor en la serie analizada, como efecto de los altos niveles de captura (> 600 t) registrados en el periodo 2015 - 2016. Cabe señalar, que se registró un



ligero incremento en el valor medio de la CPUE durante el 2019 (Figura 5). Posiblemente relacionado a medidas de regulación más conservadoras aplicadas desde el 2018, basándose principalmente en mortalidad por pesca al nivel de los $2/3F_{MRS}$.

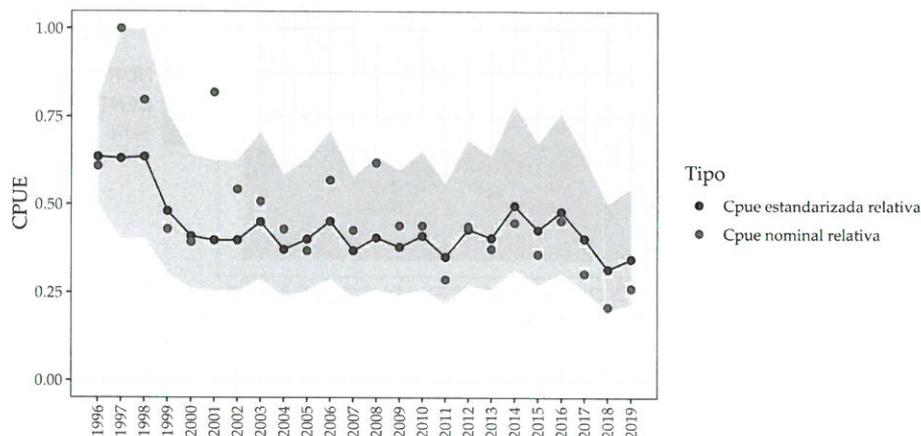


Figura 5. Variación de la CPUE estandarizada del tiburón martillo *Sphyrna zygaena*, 1996-2019

• **Modelo Espacio-Estado de Biomasa Dinámica**

El modelo Espacio Estado para el tiburón martillo consiguió representar adecuadamente la variación de la CPUE estandarizada, como se puede observar en la Figura 6, además de los límites de credibilidad asociadas a las simulaciones.

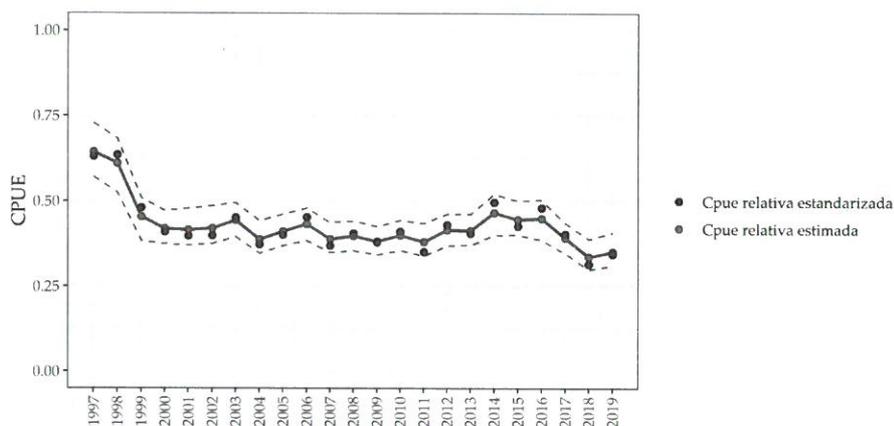


Figura 6. Ajuste del modelo Espacio-Estado de Biomasa para el tiburón martillo *Sphyrna zygaena*

Los parámetros poblacionales estimados a través de este enfoque son presentados en la Tabla 3. Los valores obtenidos fueron de 4164,4 t para la capacidad de carga (K), y $0,50 \text{ año}^{-1}$ para la tasa de crecimiento poblacional (r), y $1,73 \cdot 10^{-4}$ para el coeficiente de capturabilidad.



Tabla 3. Valor medio, desviación estándar e intervalos de credibilidad del modelo estado-espacio de biomasa dinámica para el tiburón martillo *Sphyrna zygaena*

Parámetros	Media	S.D.	Intervalo de Credibilidad	
			2.50%	97.50%
K	4164,4	678,8	3061,4	5647,0
r	0,50	0,10	0,33	0,70
q	1,73E-04	3,21E-05	1,170E-05	2,43E-04
σ^2	1,29E-02	7,92E-03	2,22E-03	3,22E-02

Las distribuciones *posteriori* de los parámetros estimados son mostradas en la Figura 7. El comportamiento de los parámetros r , K y q fue del tipo simétrica, simulando una distribución normal, aunque el coeficiente de capturabilidad mostró leve asimetría a la izquierda. Por otro lado, el error de proceso (σ^2) muestra asimetría a la izquierda, indicando una distribución del tipo Gamma o Log normal.

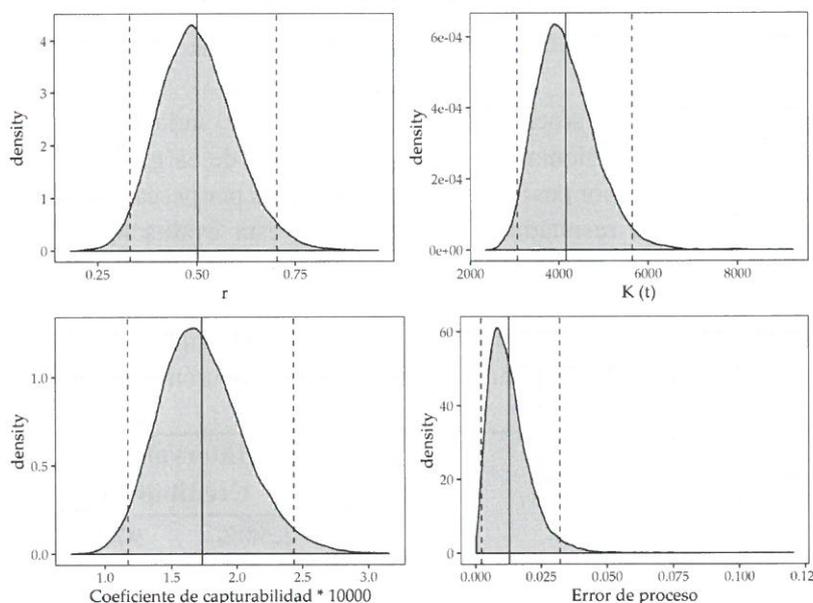


Figura 7. Distribución *a posteriori* de los parámetros del modelo espacio-estado de biomasa dinámica para el tiburón martillo *Sphyrna zygaena*. La línea roja continua y discontinua representan los valores medios y límites de credibilidad, respectivamente

La biomasa media estimada para el inicio del año 2020 (o en su defecto para finales del año 2019) muestra un leve incremento de los niveles de biomasa, manteniéndose en valores equiparables al valor promedio de $K/2$ (nivel de biomasa para alcanzar el máximo rendimiento sostenible), mostrando que el recurso se encuentra en explotación plena. Por otro lado, la mortalidad por pesca (F) para el año 2019 presentó un incremento, pero con valores estimados por debajo del nivel de referencia de F_{MRS} (Figura 8).



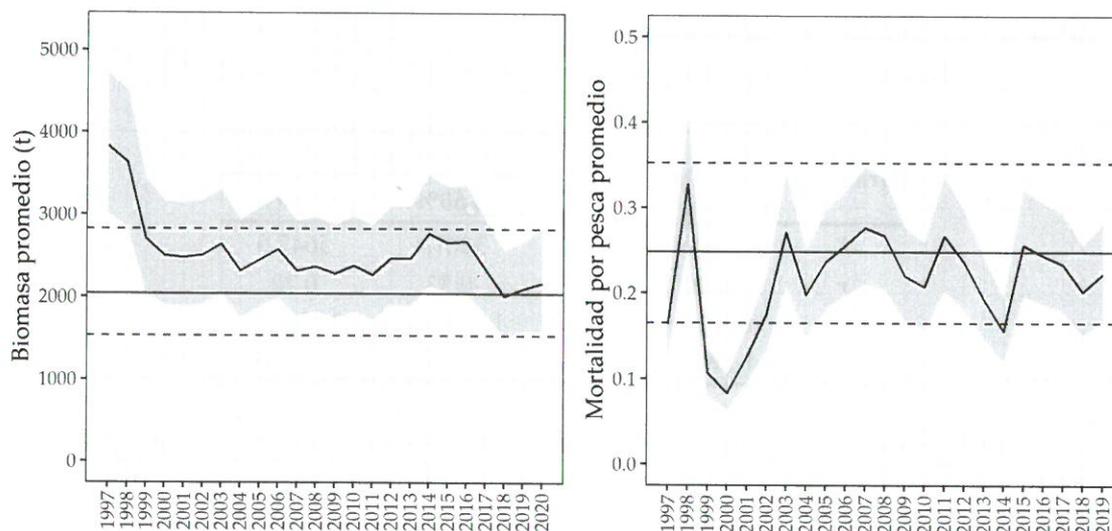


Figura 8. Variación de la biomasa estimada (*izquierda*) y mortalidad por pesca (*F*) (*derecha*) estimadas a través del modelo espacio-estado de biomasa dinámica para el tiburón martillo *Sphyrna zygaena*. Líneas rojas continuas y discontinuas representan el valor promedio e intervalos de credibilidad para el B_{MRS} ($K/2$) y el F_{MRS} , respectivamente

Para determinar el estado del stock se consideraron dos (02) indicadores, la primera estuvo dada por la relación entre la biomasa actual y la capacidad de carga (K), y la segunda por la relación entre la mortalidad por pesca actual y la mortalidad por pesca correspondiente al MRS (Tabla 4). En base a los resultados preliminares de esta evaluación, ambos indicadores muestran que el stock de *S. zygaena* se encuentra en un nivel de explotación óptimo.

Tabla 4. Media, desviación estándar y límites de credibilidad de los indicadores derivados del modelo estado – espacio de biomasa dinámica para el tiburón martillo *Sphyrna zygaena*

Indicador	Media	S.D.	Intervalo de Credibilidad	
			2.50%	97.50%
B_{act}/K	0,520	0,086	0,359	0,699
F_{act}/F_{MRS}	0,902	0,175	0,600	1,289

Los indicadores de estado de la población derivados del modelo permitieron determinar que el stock de tiburón martillo en aguas peruanas se encuentra en niveles equiparables al nivel óptimo de explotación. El Máximo Rendimiento Sostenible (MRS) estimado en 510,5 t y la Mortalidad por Pesca a nivel de MRS (F_{MRS}) deben considerarse como puntos de referencia límite (Caddy and Mahon, 1995; Mace, 2001), en razón de las debilidades de los supuestos que generan el cálculo del MRS. Debido a esa consideración, también se ha estimado un punto biológico de referencia alternativo y de menor riesgo como es el $F_{0.1}$ y el rendimiento a este nivel de pesca $Y_{0.1}$, los cuales fueron estimados en $0,23 \text{ año}^{-1}$ y 505,4 t, respectivamente (Tabla 5).



C. YAMASHIRO



V. PLASKOVIC

Tabla 5. Media, desviación estándar y límites de credibilidad de los puntos biológicos de referencia derivados del modelo estado-espacio de biomasa dinámica para el tiburón martillo *Sphyrna zygaena*

Punto Biológico de Referencia	Media	S.D.	Intervalo de Credibilidad	
			2.50%	97.50%
MRS	510,5	62,0	393,6	640,4
B_{MRS}	2082,2	339,4	1530,7	2823,5
E_{MRS}	1467	249	1037	2022
F_{MRS}	0,25	0,05	0,17	0,35
$F_{0.1}$	0,23	0,04	0,15	0,32
$Y_{0.1}$	505,4	61,4	389,7	634,0
$2/3F_{MRS}$	0,17	0,03	0,11	0,23
$2/3YF_{MRS}$	453,7	55,1	349,9	569,3

Asimismo, se ha considerado adicionalmente otro punto biológico de referencia: el de captura a nivel de $2/3 F_{MRS}$ (dos tercios de la mortalidad por pesca a nivel de MRS) (Caddy and Mahon, 1995), que se basa en el criterio arbitrario según algunos, de reducir significativamente el esfuerzo de pesca sin mellar significativamente el MRS . En este caso, el rendimiento anual considerando este punto biológico de referencia alternativo equivale a 453,7 toneladas.

3.3. CRITERIOS PARA LA ORDENACIÓN

En la figura 9 se muestran las proyecciones de biomasa a 10 años bajo diferentes escenarios de captura, donde resalta que los niveles de captura que permitirían una explotación sostenible serían menores o iguales al MRS , pero cabe resaltar que, debido a la alta variabilidad de nuestro mar, se debe optar por niveles de pesca más conservadores como el $F_{0.1}$ o el $F_{2/3MRS}$ ($Y_{2/3}$).

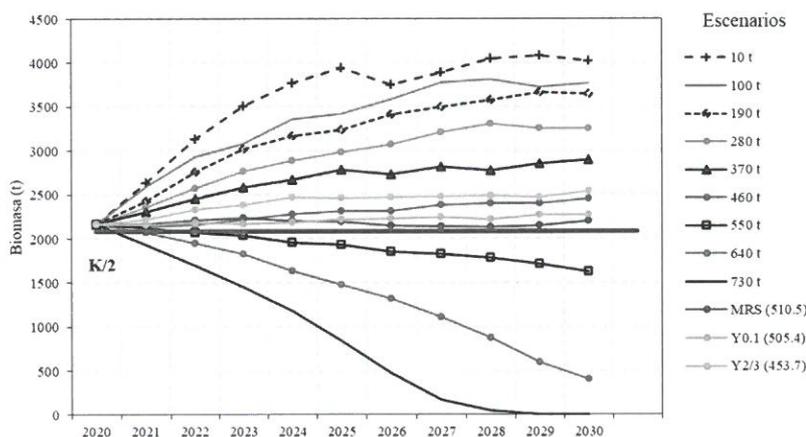


Figura 9. Variación de la biomasa del tiburón martillo *Sphyrna zygaena* bajo diferentes niveles de explotación

- **Análisis de riesgo**

Considerando el escenario actual, la biomasa inicial promedio estimada para el 2020 se encuentra a niveles equiparables de $K/2$. Se realizó un análisis de riesgo a corto plazo, donde



el riesgo expresa la probabilidad promedio de que la biomasa se encuentre por debajo del nivel de biomasa predecesora, considerándose en general que el asumir un riesgo por debajo del 50% es lo más recomendado (Haddon, 2011).

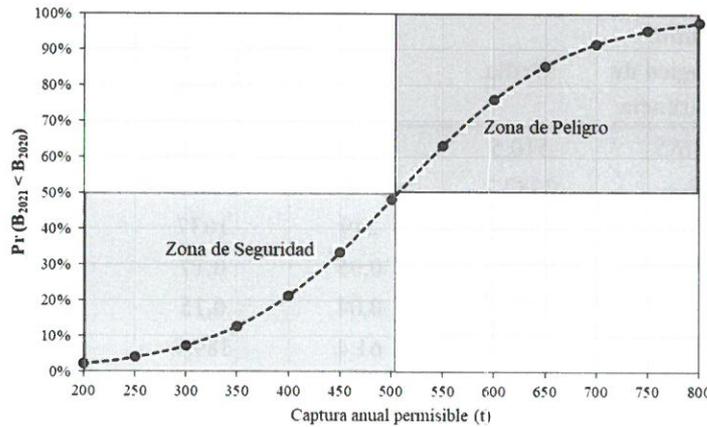


Figura 10. Análisis de riesgo para el tiburón martillo *Sphyrna zygaena*. El riesgo es definido como la probabilidad de reducir la biomasa por debajo de la biomasa predecesora

Asimismo, se muestra el análisis de riesgo en números, donde se consideran los niveles de captura que permitirían una explotación sostenible (Tabla 6).

Tabla 6. Análisis de riesgo a diferentes niveles de captura y probabilidad de que la biomasa se encuentre por debajo de la biomasa inicial estimada para el 2020 (B₂₀₂₀)

Nivel de Captura (t)	1 año	
	Pr (B ₂₀₂₁ < B ₂₀₂₀)	
350	12.8%	Rango de sostenibilidad
370	15.8%	
390	19.3%	
410	23.5%	
430	28.2%	
450	33.4%	
2/3PMRS (453.7 t)	34.4%	
460	36.2%	
470	39.1%	
480	42.0%	
490	45.1%	
Y0.1 (505.4 t)	49.8%	
506	50.0%	
MRS (510.5 t)	51.3%	
520	54.3%	
550	63.2%	
590	73.7%	
630	82.1%	
650	85.4%	
670	88.2%	
690	90.6%	
710	92.5%	
730	94.0%	
750	95.3%	



4. DISCUSIÓN

El valor medio de la CPUE estandarizada en el 2019 fue ligeramente mayor a la observada en el año precedente, la que puede estar relacionada con una mayor disponibilidad del recurso en las áreas habituales de pesca, debido a que se observa un incremento en los desembarques y una ligera disminución del esfuerzo. Este comportamiento podría estar relacionado con el escenario ambiental variable y de alta incertidumbre, pasando de condiciones ligeramente cálidas a levemente frías y viceversa, observado durante el 2019, lo que conllevaría a que el recurso se concentre principalmente en las áreas habituales de pesca, como respuesta a la variabilidad oceanográfica experimentada.

Por otro lado, pese a la disminución de la biomasa media durante los años 2016 – 2018, esta se encuentra dentro del margen de posibles valores de biomasa que permiten alcanzar el Máximo Rendimiento Sostenible (B_{MRS}). Teniendo en consideración que el modelo de evaluación representa razonablemente la variabilidad del índice de abundancia relativa (CPUE) observada, la reducción de este indicador, y por ende de la biomasa entre el 2016 y 2018 puede estar asociado a factores ambientales (variabilidad oceanográfica), subestimación de los niveles de captura, o a un efecto conjunto entre ambos aspectos. En este sentido, es necesario continuar con medidas de manejo precautorias que permitan controlar el esfuerzo de pesca a nivel local, con la finalidad de alcanzar la sostenibilidad de esta actividad.

En este contexto, las proyecciones de biomasa bajo diferentes intensidades de explotación muestran que las capturas que permiten mantener niveles sostenibles de biomasa se encuentran por debajo del MRS. En consecuencia, de establecerse una cuota para el año 2020 debería estar contemplada dentro del cuadrante de sostenibilidad de la Figura 10; sin embargo, este nivel de pesca podría modificarse en función de la variabilidad de los indicadores del stock y del entorno ambiental.

Finalmente, debido a la complejidad de la dinámica espacial de este recurso se hace necesario reforzar la toma de información sobre su pesquería y biología, dado que uno de los principales problemas se centra en los volúmenes de desembarque; asimismo, los aspectos biológicos y ecológicos darían cuenta de la historia de vida del recurso y su relación con el ambiente frente a nuestras costas, a fin de disponer de información confiable y oportuna que permita reducir la incertidumbre asociada al proceso de evaluación, por lo cual se requiere una activa participación y colaboración de los usuarios directos de este recurso pesquero.

5. RECOMENDACIONES

- En razón que el nivel de explotación del recurso tiburón martillo *Sphyrna zygaena* se encuentra en niveles de explotación plena, se recomienda evitar el acceso de nueva flota a esta pesquería, y considerar una racionalización de la existente.
- La captura anual del tiburón martillo *Sphyrna zygaena* en el 2020, no debe superar aquella que se obtiene con una mortalidad por pesca equivalente a $2/3F_{MRS}$ (453,7 t), en tanto el riesgo sea menor al 50%.
- Reforzar los sistemas de registro de desembarques, así como el embarque de un observador a bordo en embarcaciones dedicadas a la actividad extractiva de este recurso.



C. YAMASHIRO



V. BLASKOVIĆ

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Caddy, J. F.; Mahon, R. 1995. Reference points for fisheries management. FAO Fisheries Technical Paper, Rome, pp.
- Chirichigno, N.; Cornejo, M. 2001. Catálogo Comentado de los Peces Marinos del Perú. Pub. Esp. Inst. Mar Perú. 314 pp.
- Compagno, L. J. V.; Krupp, F.; Schneider, W. 1995. Tiburones. *En*: Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro Oriental. Roma, FAO. 2 (1): 647-743.
- Haddon, M. 2011. Modelling and quantitative methods in fisheries (Second edition). CRC Press, 440 pp.
- Kruschke, J. 2015. Doing bayesian data analysis: A tutorial with R, JAGS, and Stan. 2da edición. Elsevier Inc. 759 p.
- Mace, P. 2001. A new role for MSY in single-species and ecosystem approaches to fisheries stock assessment and management. *Fish Fish.*, 2 (1): 2-32.
- MacArthur, R. H.; Wilson, E. O. 1967. The theory of island biogeography. Princeton University Press. 203 pp.
- Meyer, R.; Millar, R. B. 1999. BUGS in Bayesian stock assessments. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 56 (6): 1078-1087.
- Millar, R. B.; Meyer, R. 2000. Non-linear state space modelling of fisheries biomass dynamics by using Metropolis-Hastings within-Gibbs sampling. *J. Roy. Stat. Soc. Ser. C. (Appl. Stat.)*, 49 (3): 327-342.
- Plummer, M., Best, N., Cowles, K., Vines, K. 2006. CODA: Convergence Diagnosis and Output Analysis for MCMC, *R News*, vol 6, 7-11
- Plummer, M. 2003. JAGS: A program for analysis of Bayesian graphical models using Gibbs sampling. Proceedings of the 3rd International Workshop on Distributed Statistical Computing. Vienna, Austria.
- Punt, A.; Hilborn, R. A. Y. 1997. Fisheries stock assessment and decision analysis: the Bayesian approach. *Rev. Fish Biol. Fish.*, 7 (1): 35-63.
- Schaefer, M. B. 1954. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries. *Bulletin of Mathematical Biology*, 53 (1-2): 253-279.

Callao, marzo 2020

MP/EA



V. ELASKOVIĆ



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la Universalización de la Salud"

Lima, 23/01/2020

OFICIO N° 00000040-2020-PRODUCE/DGPARPA

Señor(a):
JAVIER GAVIOLA TEJADA
PRESIDENTE DEL CONSEJO DIRECTIVO
IMARPE
INSTITUTO DEL MAR DEL PERU (IMARPE)
ESQ.GAMARRA Y GRAL.VALLE S/N - CHUCUITO - CALLAO - CALLAO - CALLAO
CALLAO-CALLAO-CALLAO

Presente.-

Asunto: Pesquería del recurso tiburón martillo 2020

Referencia : a) Decreto Supremo N° 021-2016-PRODUCE
b) Resolución Ministerial N° 008-2016-PRODUCE



Es grato dirigirme a usted, para saludarlo cordialmente, y al mismo tiempo solicitarle tenga a bien informar, de acuerdo a lo establecido en el artículo 5 del Decreto Supremo de la referencia a), sobre las perspectivas y recomendaciones de ordenamiento pesquero a considerar por el Ministerio de la Producción para la determinación de los límites de captura del recurso tiburón martillo (*Sphyrna zygaena*) para el año 2020; teniendo en cuenta que la Resolución Ministerial de la referencia b) estableció la temporada de pesca de dicho recurso a nivel nacional, entre el periodo comprendido entre el **11 de marzo** y el 31 de diciembre de cada año.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para expresarle las muestras de mi especial consideración y estima.

Atentamente,

SILVIA VELÁSQUEZ SILVA
Directora General de Políticas y Análisis Regulatorio en Pesca y Acuicultura

DPO/RYCHC/mlj

Firmado digitalmente por: VELASQUEZ SILVA Silvia Irene FAU
20504794637 hard
Empresa: MINISTERIO DE LA PRODUCCION
Lugar: Perú
Motivo: Soy autor del documento
Fecha/Hora: 23/01/2020 15:50:51



Esta es una copia autenticada imprimible de un documento electrónico archivado por el MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 del D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas en la siguiente dirección web:
"https://edocumentostramite.produce.gob.pe/verificar/" e ingresar clave: ETL4T4MG

EL PERÚ PRIMERO