



PERÚ

Ministerio de la Producción



IMARPE
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

INFORME TECNICO

INDICADORES BIOLÓGICOS, PESQUEROS Y POBLACIONALES DEL CALAMAR GIGANTE *Dosidicus gigas* Y PERSPECTIVAS DE PESCA PARA EL 2024

1.- MARCO REFERENCIAL

La pesquería del calamar gigante o pota *Dosidicus gigas* en aguas peruanas se viene realizando desde 1991. Contó con la participación de una flota industrial de bandera extranjera, que operó hasta el 2011, y de una flota artesanal nacional, que viene operando desde 1999. Esta última flota ha devenido en mayor importancia en los últimos años generando divisas para el país y fuentes de trabajo en beneficio de las poblaciones de pescadores artesanales en el litoral peruano.

El presente informe analiza información biológica y pesquera de *D. gigas* y alcanza el estado poblacional del recurso calamar gigante o pota en el mar peruano durante el 2023, y se presentan las perspectivas de su explotación para el 2024.

2.- MATERIALES Y MÉTODOS

2.1.- Área de estudio y evaluación

El área de evaluación está comprendida entre la frontera norte y sur peruana, con una extensión longitudinal hasta las 200 mn (Figura 1).

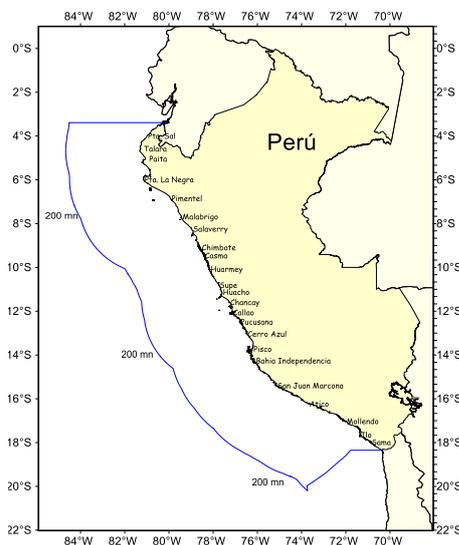


Figura 1. Área de evaluación del calamar gigante. La línea azul (200 mn) delimita el dominio marítimo peruano.

2.2.- Base de datos

Para la caracterización de la pesquería y estimación de indicadores poblacionales del calamar gigante se utilizaron tres fuentes de información:



BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024





PERÚ

Ministerio de la Producción



IMARPE
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

**“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la
conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”**

- a) La primera fuente, los desembarques oficiales anuales alcanzado por PRODUCE.
- b) La segunda, datos de captura y esfuerzo registrados por la Oficina de Pesca Artesanal de IMARPE.
- c) Y la tercera, datos biológicos registrados por el IMARPE a través del monitoreo a bordo y seguimiento de la flota artesanal calamarera.

2.3.- Estimación del índice de captura por unidad de esfuerzo (CPUE)

Teóricamente, la relación entre la captura, esfuerzo y la densidad de la población es clara en operaciones de pesca realizadas por una unidad de pesca estandarizada, y si la densidad de peces se encuentra uniformemente distribuida. Sin embargo, alteraciones en esta relación pueden estar asociadas a cambios en el poder de pesca (generalmente vinculado al aspecto tecnológico), cambios en el tiempo efectivo de pesca (debido a cambios en la distribución del recurso) y, por último, cambios en la estrategia de pesca.

Uno de los principales cambios observados en la pesquería del calamar gigante, es el incremento del área de acción de la flota pesquera, relacionado a cambios en la distribución del recurso. En este contexto, la estimación de este indicador poblacional fue realizada mediante la metodología propuesta por Gulland (1971), donde se asume que existen diferencias en la ejecución de las operaciones de pesca por zonas o áreas de pesca, es decir, que las actividades de pesca se encuentran distribuidas inequitativamente a lo largo del área de distribución del recurso frente al litoral peruano.

Para una primera aproximación, podemos escribir, para cualquier zona de pesca, la siguiente expresión:

$$\frac{C}{f} = q^1 \tilde{D} = qD$$

Donde, C es la captura, f el esfuerzo, q y q^1 (coeficiente de capturabilidad) son constantes y \tilde{D} es la densidad ponderada a la intensidad de pesca y D es la densidad media en la zona de pesca.

Generalmente, la población estará distribuida sobre varios lugares de pesca, y la relación entre la captura y el esfuerzo total será igual a la media ponderada de las capturas por unidad de esfuerzo, en las distintas zonas de pesca, ponderada por el esfuerzo en cada uno de ellos, es decir:

$$\frac{C}{f} = \frac{\sum \frac{C_i}{f_i} * f_i}{\sum f_i}$$

Donde, C y f son la captura y el esfuerzo total; C_i y f_i son la captura y el esfuerzo en una determinada zona de pesca, respectivamente.



BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024





PERÚ

Ministerio de la Producción



IMARPE

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

**“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”**

Como es probable que la distribución de la actividad pesquera varíe de un año a otro, estos factores de ponderación también varían, afectando la relación entre la captura total por unidad de esfuerzo y la abundancia de la población.

Considerando ello, para cada zona de pesca i cuya área sea A_i , la abundancia puede expresarse de la siguiente manera:

$$N_i = A_i * D_i = \frac{A_i}{q_i} * \frac{C_i}{f_i}$$

Subdividiendo la extensión abarcada por la población, el número total de individuos de la población (N_t) se expresa:

$$N_t = \frac{1}{q} * \sum A_i * C_i / f_i$$

Y la densidad:

$$D = \frac{N}{A} = \frac{1}{q} * \frac{1}{A} * \sum A_i * \frac{C_i}{f_i}$$

$$\text{En la que } A = \sum A_i$$

El esfuerzo efectivo total (\tilde{f}), es decir, la medida de esfuerzo que se mantendrá proporcional a la mortalidad por pesca, independientemente de los cambios en la distribución de los peces y en la actividad pesquera, puede expresarse como sigue:

$$\tilde{f} = \frac{C}{qD} = \frac{A \sum C_i}{\sum A_i * C_i / f_i}$$

Una vez estimado el esfuerzo efectivo, el valor de la CPUE fue estimado a través de:

$$CPUE_{eff} = \frac{C}{\tilde{f}}$$

La CPUE estimada ($CPUE_{eff}$), según lo descrito anteriormente, se encuentra en unidades de peso por unidad de tiempo (t/día). Para realizar la conversión a número por unidad de esfuerzo, se estimó el peso medio anual en los desembarques de calamar gigante. Para tal propósito, se consideró como información base los muestreos biométricos realizados en los principales lugares de desembarque, correspondientes al mismo periodo 2000-2023. Esta información fue revisada y validada a nivel de región y arte de pesca, realizando un proceso de ponderación progresivo por estratos o niveles, según la siguiente descripción:

- a) Ponderación por embarcación

$$fp_{e,l} = f_{abs_{e,l}} * \frac{d_e}{p_{muestra_e}}$$



BICENTENARIO DEL PERÚ 2021 - 2024



**“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la
conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”**

Donde $fp_{e,l}$ es la frecuencia ponderada para la longitud l en la embarcación e ; $f_{abs_{e,l}}$ es la frecuencia absoluta; $p_{muestra_e}$ es el peso muestra (kg) y d_e es el desembarque total de la embarcación (kg).

b) Ponderación por arte de pesca/mes/región

$$\begin{aligned} f_{acum(a,m,r,l)} &= \sum fp_{(a,m,r,e,l)} \\ dma_{(a,m,r)} &= \sum d_{a,m,r,e} \\ fpa_{(a,m,r,l)} &= f_{acum(a,m,l)} * \frac{dta_{(a,m,r)}}{dma_{(a,m,r)}} \end{aligned}$$

Donde $f_{acum(a,m,r,l)}$ es la sumatoria de las frecuencias ponderadas para la longitud l de las embarcaciones muestreadas con arte de pesca a durante el mes m en la región r . $dma_{(a,m)}$ es el acumulativo del desembarque de las embarcaciones muestreadas por arte de pesca a durante el mes m en la región r . $fpa_{a,m,r,l}$ es la frecuencia ponderada acumulada para el arte de pesca a durante el mes m en la región r de la longitud l . $dta_{(a,m,r)}$ es el desembarque total registrado por arte de pesca a durante el mes m en la región r .

Este proceso fue realizado con la finalidad de asignar un grado de importancia de las estructuras por tallas, en función a la magnitud del desembarque de cada región según su modo de extracción, nivel de desembarque y estacionalidad. Para este proceso se consideró la información proveniente del Sistema de Captación de Información de la Pesca Artesanal del Instituto del Mar del Perú (IMARPE).

2.4.- Evaluación poblacional

El presente informe trabaja bajo el supuesto de que lo observado frente a las costas del Perú es una meta población interconectada con otros parches presentes fuera del dominio marítimo peruano, mediante procesos de emigración e inmigración. Los resultados plasmados en el presente informe consideran solo la información tomada en el Perú.

La evaluación poblacional del calamar gigante fue realizada a través del uso del entorno de trabajo JABBA (Winker et al., 2018). Esta propuesta trabaja sobre la versión generalizada de la función de producción excedente de Pella-Tomlinson:

$$SP = \frac{r}{m-1} * B \left(1 - \left(\frac{B}{K} \right)^{m-1} \right)$$

Donde r es la tasa intrínseca de crecimiento poblacional en el tiempo t , K es la capacidad de carga poblacional (biomasa virginal en equilibrio) y m es un parámetro de forma que determina a qué valor de B/K se alcanza el máximo valor de producción excedente. Si $0 < m < 2$, la producción

**“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la
conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”**

excedente alcanza el Máximo Rendimiento Sostenible (MRS) a niveles de biomasa menores a $K/2$. En el presente trabajo de evaluación se fijó el valor de $m = 2$, condicionando que la función de producción se asemeje a una función tipo Schaefer (1954).

JABBA, se basa en la estimación bayesiana propuesta por Meyer y Millar (1999). Donde la biomasa B_y en el año y es expresada como una proporción de K ($P_y = B_y/K$) para mejorar la eficiencia en las estimaciones. La forma estocástica de la dinámica poblacional (ecuación de proceso) está dado por:

$$P_y = \begin{cases} \psi e^{\eta y} & \text{para } y = 1 \\ \left(P_{y-1} + \frac{r}{m-1} * P_{y-1} (1 - P_{y-1}^{m-1}) - \frac{\sum_f C_{f,y-1}}{K} \right) e^{\eta y} & \text{para } y = 2, 3, 4, \dots, n \end{cases}$$

Donde $C_{f,y}$ es la captura en el año y obtenida por la pesquería f y η_y es el error de proceso con $\eta_y \sim N(0, \sigma_{proc}^2)$, donde la varianza σ_{proc}^2 puede ser fija o estimada a través de una distribución tipo gamma inversa.

La biomasa es estimada a través de la expresión:

$$B_y = P_y * K$$

Y la ecuación de observación está dada por:

$$I_{i,y} = q_i B_y e^{\varepsilon_{y,i}}$$

Donde q_i es el coeficiente de capturabilidad asociado al índice de abundancia i , y $\varepsilon_{y,i}$ es el error de observación con $\varepsilon_{y,i} \sim N(0, \sigma_{\varepsilon_{i,y}}^2)$, donde $\sigma_{\varepsilon_{i,y}}^2$ es la varianza en el año y para el índice i . La descripción completa de este entorno de trabajo se encuentra disponible en Winker *et al.* (2018).

Para la modelación se utilizó la información de desembarques anuales y la serie de CPUE para el periodo 2000-2023.

Respecto a los parámetros r (tasa intrínseca de crecimiento poblacional) y K (capacidad de carga), la distribución *a priori* fue del tipo *log-normal* con valor promedio en 1,0 y 400 millones de individuos, respectivamente. Asimismo, se asumió que la relación entre la biomasa y la capacidad de carga en el primer año evaluado poseía una distribución *a priori* del tipo normal con media igual a 0,5 y un error estándar de 0,1.

2.5.- Análisis de Riesgo

Debido a la presencia de fuentes de error que no son consideradas por el modelo, se efectuó un análisis de riesgo, el mismo que implica proyectar a futuro las diferentes opciones de manejo (en

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

este caso, de los niveles de captura), considerando las medidas de dispersión estimadas para cada uno de los parámetros del modelo.

Las proyecciones de biomasa fueron elaboradas a corto plazo (1 año) bajo diferentes escenarios de explotación, considerando como riesgo la probabilidad de que la abundancia del año siguiente sea menor que la abundancia actual, es decir:

$$\Pr(N_{2025} < N_{2024})$$

3.- RESULTADOS

3.1.- Desembarques

Los desembarques de calamar gigante en la pesquería artesanal durante el periodo 1999-2023 han variado entre 53.794 y 621.850 t. Los desembarques presentaron una rápida tendencia creciente hasta el 2008, año en el que se alcanzó el primer pico de desembarque. Posterior al 2008 se observan variaciones interanuales con picos de desembarque en el 2014 y 2019, con un descenso entre los años 2016 y 2018. Durante el periodo enero-diciembre de 2023, el desembarque fue de 621.850 t, siendo el valor máximo histórico (Figura 2).

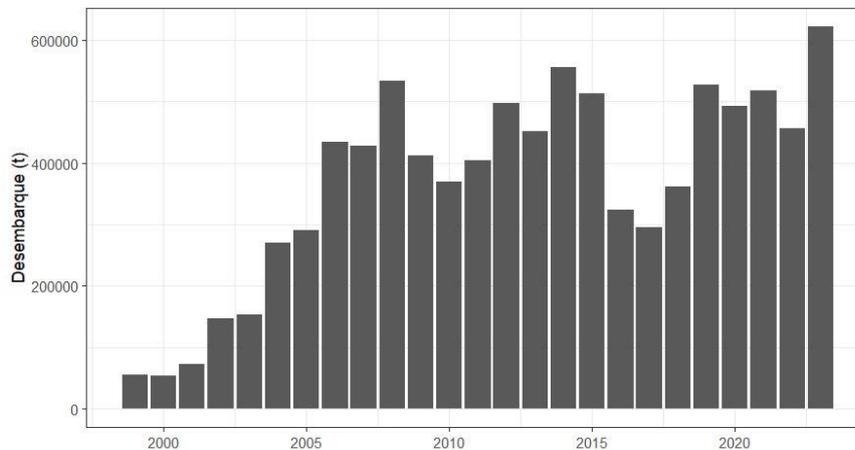


Figura 2. Desembarque (t) anual de calamar gigante realizado por la flota artesanal durante el periodo 1999-2023 (Fuente: PRODUCE).

3.2.- Zonas de pesca

En el 2023, durante los meses de enero y febrero, la flota artesanal calamarera operó ampliamente a lo largo de todo el litoral principalmente dentro de las 100 mn. Durante estos meses, las mayores capturas se realizaron en el litoral norte entre Punta La Negra y Malabrigo y, secundariamente, frente a Huarmey. De marzo a agosto, la flota artesanal laboró principalmente entre Huarmey y Punta Sal, desplazándose espacialmente hacia el norte conforme avanzaba los meses. Posteriormente, entre los meses de setiembre y diciembre, la flota se concentró al norte, entre

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

Punta Sal y Punta La Negra. Al igual que en los primeros meses, la pesca se realizó principalmente dentro de las 100 mn. En el litoral sur, de marzo a diciembre, las operaciones de pesca fueron mínimas y se localizaron al sur del grado 16°S (Figura 3).

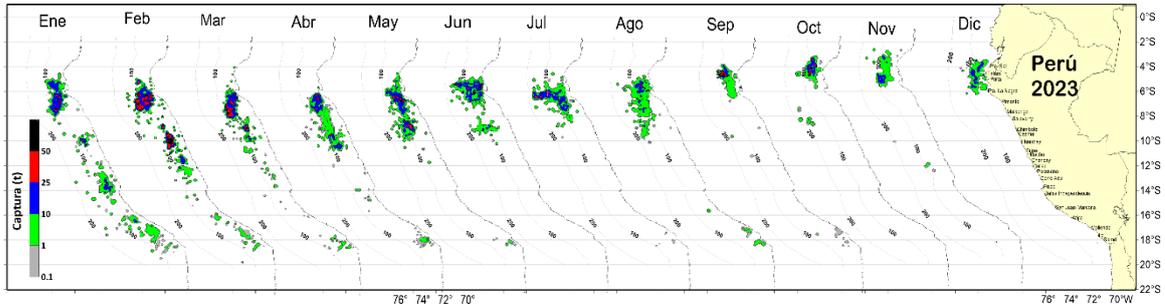


Figura 3. Zonas de pesca del calamar gigante en el litoral peruano durante enero-diciembre 2023 (Fuente: IMARPE - ROSPAS - Oficina de Pesca Artesanal - Información para uso científico).

3.3.- Pesos medios

La variación de los pesos medios anuales del calamar gigante en aguas peruanas ha presentado 2 periodos en los que se diferencian ejemplares de alrededor de 15 kg, previo al año 2012, y ejemplares con un peso menor, de alrededor de 6-7 kg posterior a este año. Esto se relacionó con el Índice de Oscilación Peruana (IOP), que representa la variación a largo plazo de la temperatura superficial del mar (TSM) a nivel costero (Purca, 2005). Los calamares de mayores pesos promedio predominaron en periodos de anomalías negativas de la TSM, asociados a Aguas Costeras Frías (ACF) altamente productivas, mientras que los de menores pesos promedio predominaron en periodos con anomalías positivas asociadas a Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) de menor productividad. El aumento del peso medio en los últimos años 2019-2023, se observa paralelamente a cambios en el IOP (Figura 4).

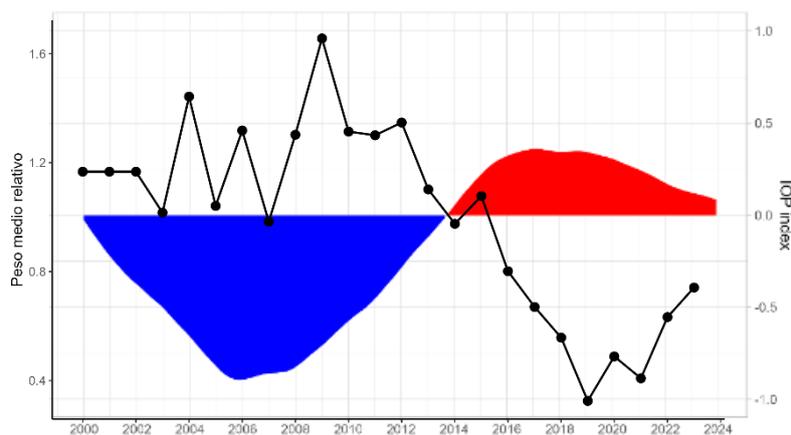


Figura 4. Pesos medios anuales relativos del calamar gigante y la variación interanual del IOP en el periodo 2000-2023 en aguas peruanas.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la
conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

3.4.- Captura por unidad de esfuerzo (CPUE)

En la Figura 5, se observan las series de CPUE, tanto en peso como en número, estimadas para el periodo analizado (2000-2023). Se observa que la CPUE en peso presenta marcada tendencia negativa desde el 2010, variación explicada por los cambios suscitados en la capturabilidad del recurso, debido a la ampliación del área de distribución, lo que conlleva a un progresivo aumento del esfuerzo de pesca (incremento en la duración de los viajes de pesca). Sin embargo, al considerar el indicador en número de ejemplares por día efectivo de pesca, se observa que la tendencia es menos pronunciada, debido a la corrección realizada mediante el uso del peso medio anual. Esta estrategia fue considerada como la más adecuada, considerando el amplio rango de tallas, su rápido crecimiento y las variaciones temporales en la talla de madurez debido a su alta plasticidad fenotípica en respuesta a cambios ambientales.

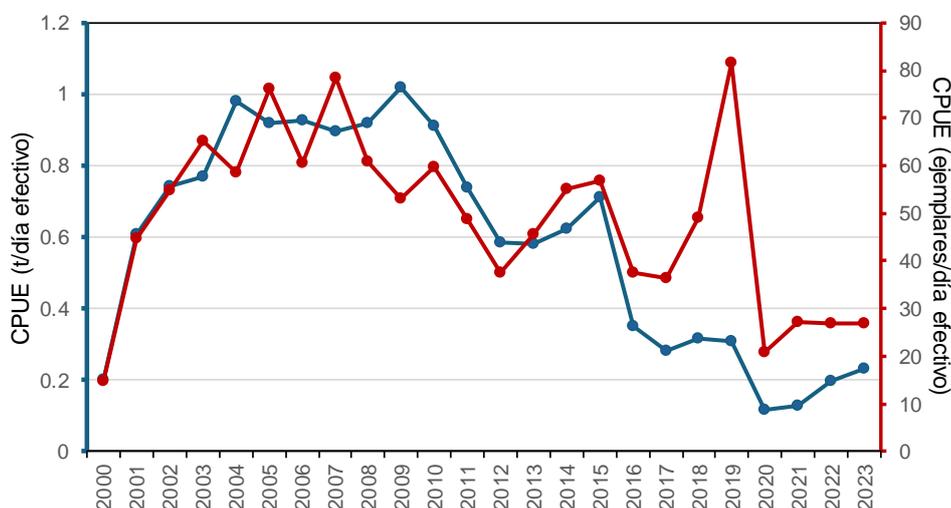


Figura 5. Captura por unidad de esfuerzo en peso y número del calamar gigante *Dosidicus gigas* durante el periodo 2000-2023.

3.5.- Índice de cobertura

El índice de cobertura, definido como el porcentaje de área de pesca que cubre la flota cada mes en relación con el área total de distribución histórica, exhibe dos etapas marcadas en la dinámica de la flota artesanal calamarera. La primera, del 2000 al 2010, muestra bajos valores en el índice de cobertura, indicando una mayor concentración de las operaciones de pesca. Posteriormente, en el segundo periodo, de mediados del 2010 hasta la actualidad, la flota artesanal exhibe un notorio cambio en la cobertura de sus zonas de pesca dispersándose y cubriendo una mayor área, invirtiendo mayores tiempos de navegación para la búsqueda del recurso (Figura 6).

En el periodo 2020-2021, se observó un descenso en el índice de cobertura atribuido a la poca disponibilidad de datos georreferenciados a causa de la pandemia de la COVID-19.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la
conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

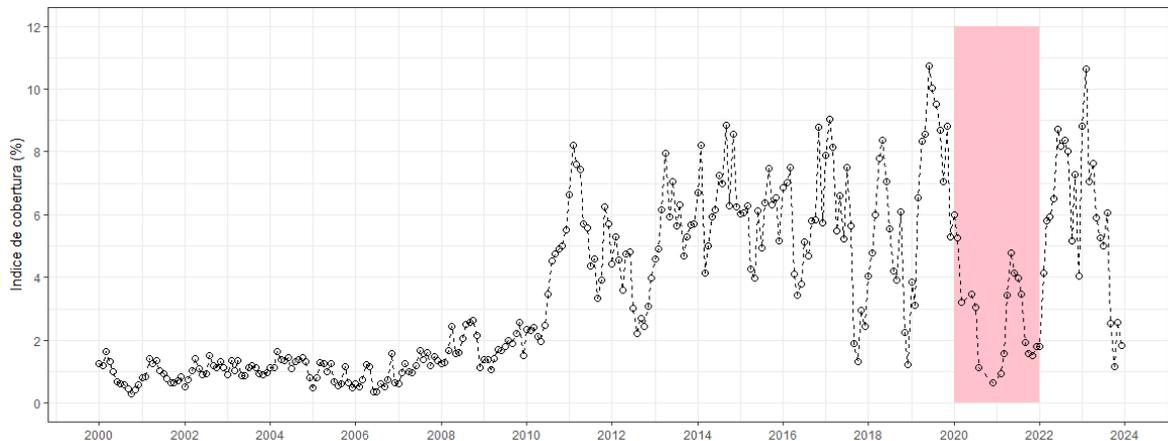


Figura 6. Índice de cobertura de la flota artesanal que captura calamar gigante *Dosidicus gigas* en aguas jurisdiccionales peruanas en el periodo 2000-2023. En recuadro rosado indica los años en los que se dio la pandemia de la COVID-19.

3.6.- Evaluación poblacional

De la aplicación del modelo de evaluación descrito en la Sección 2.4, se observa el ajuste del modelo a los valores de CPUE (Figura 7). Este modelo consigue replicar la variación de la CPUE, cuya mayor proporción de valores se mantienen dentro de los intervalos de credibilidad estimados.

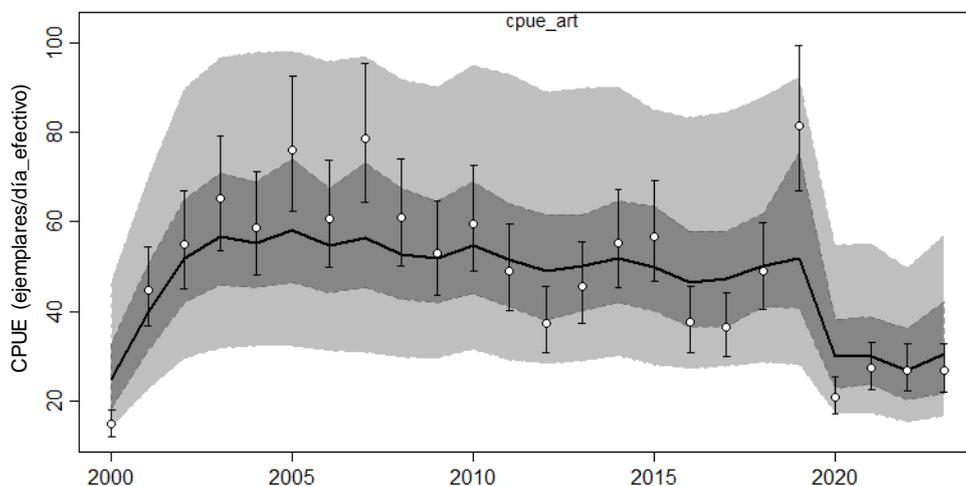


Figura 7. Ajuste del modelo de evaluación a la CPUE del calamar gigante *Dosidicus gigas*. 2000 – 2023

Los parámetros derivados del ajuste del modelo son mostrados en la Tabla 1, con tasa de crecimiento poblacional (r) estimado en $0,99 \text{ año}^{-1}$, capacidad de carga (K) en 376 855 millones de

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

individuos, la relación entre de la biomasa estimada para el 2000 y la capacidad de carga (psi) en 0,472. Asimismo, se estimó el coeficiente de capturabilidad en $1,55e^{-4}$.

Tabla 1. Valores medios, desviación estándar e intervalos de credibilidad de los parámetros del modelo de evaluación para el calamar gigante *Dosidicus gigas*.

Parámetros	Media	SD	Intervalo de credibilidad		
			2,50%	50%	97,50%
K	376 855,8	33 055,3	321 200,5	374 501,0	448 993,9
r	0,992	0,093	0,821	0,987	1,185
psi	0,472	0,045	0,390	0,470	0,570
q	$1,55E^{-4}$	$1,83E^{-5}$	$1,21E^{-4}$	$1,54E^{-4}$	$1,92E^{-4}$
sigma2	$1,19E^{-2}$	$1,13E^{-2}$	$8,33E^{-4}$	$7,55E^{-3}$	$3,96E^{-2}$

De los resultados obtenidos, se observa que la abundancia estimada para el último año del periodo evaluado, se encuentra a un nivel equivalente al del valor de referencia N_{MRS} (Abundancia al Máximo Rendimiento Sostenible), manteniendo una situación similar a la observada desde el 2020 (Figura 8). Respecto de la mortalidad por pesca, se encontraría levemente por debajo del valor de la mortalidad por pesca para el Máximo Rendimiento Sostenible (F_{MRS}) (Figura 8).

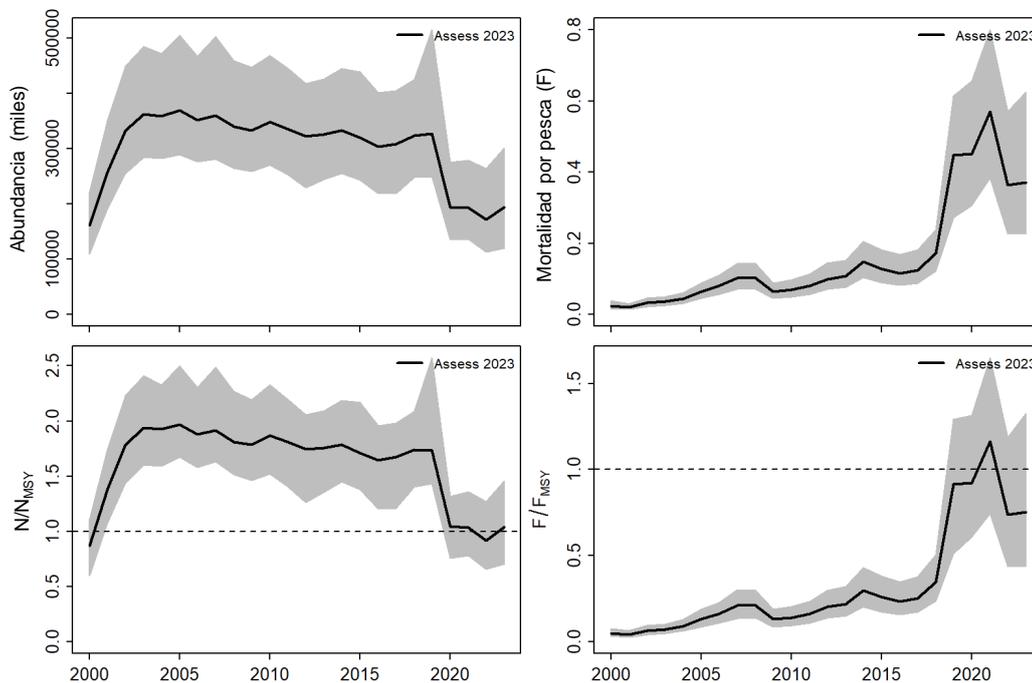


Figura 8. Variación de la abundancia, mortalidad por pesca, N/N_{MRS} y F/F_{MRS} estimada para el calamar gigante *Dosidicus gigas* (la incertidumbre asociada a las estimaciones está representadas por el área en color gris).

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

La relación entre la biomasa y la mortalidad por pesca estimada para el stock del calamar gigante, muestra signos propios de una población en situación de plena explotación, con aproximadamente un 58,2% de probabilidad de encontrarse en la zona verde (Figura 9) y un 25,7% de encontrarse en los sectores de alerta.

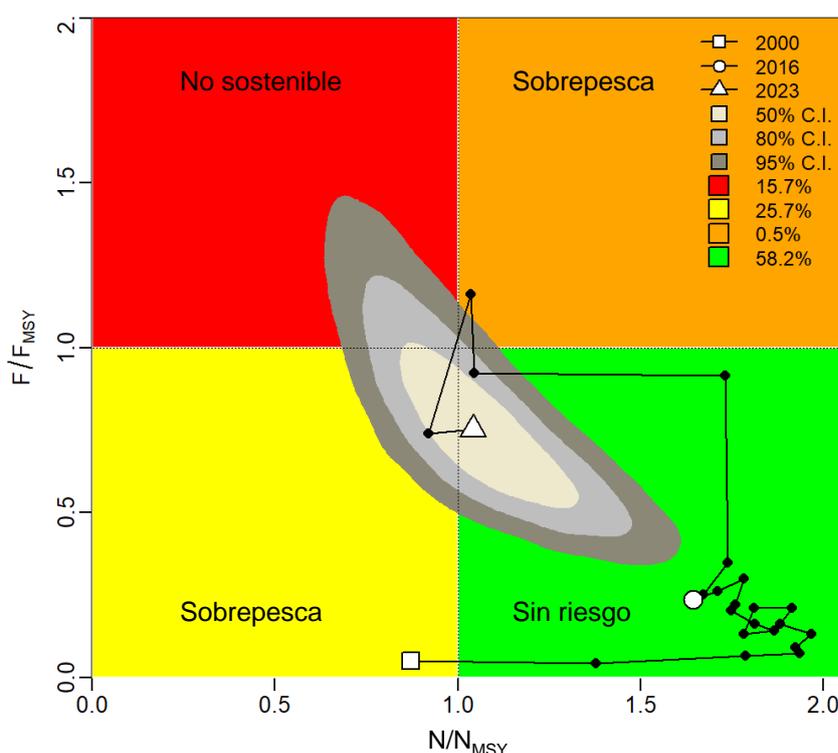


Figura 9. Kobe-plot derivado del modelo de evaluación para el calamar gigante *Dosidicus gigas*

Los puntos biológicos de referencia estimados como el Máximo Rendimiento Sostenible (MRS), y la mortalidad por pesca al MRS que se muestran en la Tabla 2, y deben ser considerados como puntos de referencia límite (Mace, 2001). Bajo este contexto, adicionalmente se estimaron puntos de referencia alternativos y de menor riesgo como el $F_{0.1}$ y el rendimiento a este nivel de pesca $Y(F_{0.1})$.

Tabla 2. Puntos biológicos de referencia estimados para el calamar gigante *Dosidicus gigas*.

Parámetros	Media	SD	Intervalo de credibilidad		
			2.50%	50%	97.50%
MRS	93 307,2	10 909,1	74 569,5	92 413,1	117 053,2
F_{MRS}	0,496	0,046	0,411	0,493	0,593
$2/3F_{MRS}$	0,331	0,031	0,274	0,329	0,395
$Y(2/3F_{MRS})$	82 939,8	9 697,0	66 284,0	82 145,0	104 047,3
$F_{0.1}$	0,446	0,042	0,370	0,444	0,533
$Y(F_{0.1})$	92 374,2	10 800,0	73 823,8	91 489,0	115 882,7

**“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la
conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”**

Asimismo, se ha considerado el nivel de captura de $2/3 F_{MRS}$ (dos tercios de la mortalidad por pesca a nivel de MRS) (Caddy y Mahon, 1995), que se basa en el criterio de reducir significativamente el esfuerzo de pesca sin afectar significativamente el MRS.

3.7.- Análisis de riesgo

En base al vector de abundancias para el último año y los vectores de los parámetros r y K estimados por el modelo, se realizaron simulaciones utilizando diferentes niveles de captura, entre los cuales se consideraron los puntos biológicos de referencia como el MRS, la mortalidad por pesca al $F_{0.1}$ y la mortalidad por pesca a los $2/3$ del MRS ($2/3F_{MSY}$). Teniendo en cuenta el escenario actual, donde el stock del calamar gigante se encuentra en situación de plena explotación, se realizó un análisis de riesgo a corto plazo, donde se expresa el riesgo de que la abundancia del año siguiente sea menor que la abundancia actual. En este contexto el asumir un riesgo por debajo del 50% es lo más recomendado (Haddon, 2011).

Para la conversión de número de individuos (abundancia) a unidades de peso (biomasa), se empleó un enfoque precautorio, mediante el uso del peso promedio de los últimos 5 años, el cual fue estimado en 6,02 kg (Tabla 3).

Tabla 3. Análisis de riesgo.

Captura (x 1000 ind)	Captura (t)	1 año Pr($N_{2025} < N_{2024}$)
60 000	361 479	0,6%
65 000	391 602	1,3%
70 000	421 725	3,5%
75 000	451 848	9,0%
80 000	481 971	22,3%
Y($2/3F_{MRS}$) (82 940)	499 683	35,0%
85 000	512 095	45,4%
90 000	542 218	68,1%
Y($F_{0.1}$) (92 374)	556 522	76,0%
MRS (93 307)	562 143	78,7%
95 000	572 341	82,9%
100 000	602 464	91,1%
105 000	632 587	95,9%
110 000	662 711	97,9%
115 000	692 834	99,2%
120 000	722 957	99,7%
125 000	753 080	99,9%
130 000	783 204	100,0%



PERÚ

Ministerio
de la Producción



IMARPE
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

**“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la
conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”**

4.- DISCUSIÓN

Según Rodhouse (2008), las poblaciones de calamares ommastréfidos (por ejemplo, *Illex argentinus*, *Illex illecebrosus*, *Todarodes pacificus*, *Todarodes sagittatus* y *Dosidicus gigas*) durante las 4 últimas décadas han mostrado contracciones y expansiones poblacionales, generando pesquerías muy variables con periodos de auge y caídas, que se deberían a: (1) efectos directos de la variabilidad ambiental; (2) cambios en la disponibilidad de presas, especialmente en las primeras etapas de vida; (3) cambios en la depredación, enfermedades y parasitismo; y (4) la explotación de peces depredadores que podrían reducir la presión de depredación, y por lo tanto crear nichos vacíos en los que podrían expandirse, los cuales son considerados como ecológicamente oportunistas y de corta vida. Sin embargo, por las características eurioicas de *D. gigas*, la dificultad de identificar el o los factores clave de las relaciones recurso-ambiente, impiden entender y explicar tanto la variabilidad de su estructura demográfica, como su accesibilidad, disponibilidad y vulnerabilidad a la flota pesquera (Guevara-Carrasco et al., 2018).

Desde el 2010, se evidencia un cambio en la disponibilidad y accesibilidad del recurso a la flota pesquera artesanal, lo cual se observa por la variabilidad en la cobertura de las zonas de pesca (Figura 6) y en el aumento en la duración de los viajes, indicando la dispersión del recurso posiblemente asociada a un cambio en el ecosistema marino peruano y, en consecuencia, cambiando la tendencia en la CPUE (Figura 5). Entendemos que los bajos valores de CPUE estimados en el 2020 y 2021 han sido subestimados debido a una disminución en la cobertura de los registros de captura y esfuerzo a causa de la Pandemia COVID-19.

Por otro lado, los desembarques del calamar gigante en aguas peruanas desde 1991 (inicios de la pesquería) hasta el presente han mostrado dos periodos de abundancia (Csirke, 2018). El primero, en los años 90, con predominio de calamares de madurez a tamaños medianos, y un segundo en los 2000, con predominio de calamares de madurez a tamaños grandes. Debido a eso es que se ha propuesto la existencia de hasta 3 fenotipos en esta población, según lo descrito por Nigmatullin et al. (2001). Durante el primer periodo, los desembarques no superaron las 210 mil toneladas, probablemente en parte por el desconocimiento de la abundancia potencial del recurso; así como, por el sistema de ordenación predominante, presentaron un pico en el año 1994, y baja abundancia en los años 1996 (La Niña) y 1997-1998 (El Niño). Después de este periodo, los desembarques se incrementaron rápidamente alcanzando valores mayores a las 500 mil toneladas en 2008 y 2014. Este incremento se debería a las características del calamar gigante (corta vida, rápido crecimiento, alta resiliencia y amplia variabilidad fenotípica) aunadas a las condiciones ambientales favorables para esta especie y a que el acceso a la pesquería fue libre.

En el 2023, la flota artesanal mostró cambios en la distribución de las zonas de pesca (Figura 3), concentrándose en la zona norte progresivamente hacia el segundo semestre del año, debido a la dispersión del recurso en sus zonas habituales de pesca, coincidiendo con la evolución del evento El Niño Costero 2023 (ENFEN Nota de prensa 02-2023). Sin embargo, mediante las imágenes satelitales del monitoreo de embarcaciones calamareras, procesadas por el Área Funcional de Sensoramiento Remoto (AFSR) del IMARPE (<https://satelite.imarpe.gob.pe/#/>), se evidenció la presencia de una flota industrial extranjera en latitudes entre los grados 12° - 20° S en aguas



BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024





PERÚ

Ministerio
de la Producción



IMARPE
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

**“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la
conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”**

internacionales frente a las costas peruanas, la cual presentó áreas de pesca reducidas y restringidas principalmente en zonas aledañas al mar peruano, y en menor proporción en el extremo noroeste de la distribución de *D. gigas*. Esto pudo indicar la presencia de esta especie en áreas alejadas, no estando disponible a la flota artesanal nacional del sur y probablemente conllevando a un cambio en la especie objetivo de pesca, a especies que presentaron mayor disponibilidad frente a las condiciones ambientales favorables, como el perico *Coryphaena hippurus*.

Los cambios en las poblaciones biológicas no solo se dan durante periodos anuales asociados a eventos cálidos o fríos, como El Niño o La Niña, sino que existen cambios relacionados a periodos más largos como cambios decadales. En ese sentido, si consideramos las variaciones del Índice de Oscilación Peruana (IOP), se explicarían los cambios observados después del 2010 (tendencia decreciente de la CPUE y menor disponibilidad del recurso) como asociados a esta variabilidad de mayor escala temporal. Asimismo, estas variaciones también se han manifestado en la disminución de los pesos medios individuales de la pota, disponibles a la flota peruana. Previo al 2012, se observaron ejemplares con pesos alrededor de 15 kg, mientras que, en años más recientes, el peso promedio disminuyó alrededor de 6 kg (Figura 4). Por lo tanto, las respuestas biológicas (variación en los tamaños de madurez, concentración/dispersión), poblacionales (auges y caídas, contracciones y expansiones) y pesqueros (autonomía de navegación, capacidad de bodega) observados desde los inicios de la pesquería de *D. gigas* en aguas peruanas, estarían en buena parte relacionados a cambios en el ambiente.

Considerando lo mencionado en párrafos anteriores, las proyecciones de pesca para el calamar gigante en aguas peruanas están basadas en la mejor información pesquera, biológica y ambiental posible. En este contexto, se incorporó el cambio en la capturabilidad del recurso a través de la estandarización del esfuerzo pesquero (descrito en la Sección 2.3), lo cual permitió estimar los niveles poblacionales disponibles del calamar gigante para el mar peruano, con un máximo rendimiento sostenible de 93,3 millones de individuos, el cual debe considerarse como punto de referencia límite (Caddy y Mahon, 1995). Además, considerando la necesidad de establecer un manejo que contribuya al aprovechamiento del calamar gigante de manera sostenible, y teniendo en cuenta las tendencias de indicadores pesqueros y biológicos durante los últimos años, pronósticos climáticos y los principios ecosistémicos de ordenación de la pesca, se recomienda como objetivo un nivel de pesca permisible asociado al Punto de Referencia 2/3 F_{MRS} (Tabla 3).

De acuerdo a la relación probabilística entre la biomasa y la mortalidad por pesca, el estado de explotación de la pota para el 2023 tiene aproximadamente el 58.2% de probabilidad de estar plenamente explotado y un 41.8% de estar en niveles de sobrepesca (Figura 9). Por ello, se hace evidente la necesidad de adoptar medidas precautorias para el año 2024. En este sentido, es imperativo evitar exceder el Límite Máximo de Captura Total Permissible (LMCTP) para preservar la sostenibilidad del recurso. En este contexto y basándonos en los datos analizados, se estima que para el año 2024, la captura del stock del calamar gigante no debe exceder los 82.9 millones de individuos ($F2/3$), teniendo en cuenta un peso promedio precautorio de 6.02 kg, que equivale a 499 mil toneladas. Es importante destacar que esta proyección de captura estaría sujeta a posibles modificaciones en función de la evolución del clima y la respuesta del recurso.



BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024





PERÚ

Ministerio
de la Producción



IMARPE
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

**“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la
conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”**

Por lo tanto, se espera que todas las partes involucradas en la pesca del calamar gigante actúen con responsabilidad y cautela, ajustando las prácticas de pesca conforme a los límites establecidos y manteniéndose atentos a posibles cambios en las condiciones climáticas que puedan afectar la disponibilidad y la salud del stock.

Por lo antes expuesto es fundamental destacar que, ante la incertidumbre evidente, resulta imperativo llevar a cabo un crucero de investigación del calamar gigante en las aguas del dominio marítimo peruano. El propósito primordial de esta empresa es recabar indicadores biológicos y pesqueros de este recurso marino, procedentes de una fuente independiente con respecto a la actividad pesquera.

5.- CONCLUSIONES

1. Los desembarques de calamar gigante en aguas peruanas han experimentado fluctuaciones significativas desde 1999 hasta 2023, con notables picos en 2008, 2014 y 2019. Estos desembarques alcanzaron su máximo histórico en 2023, indicando una dinámica cambiante en la disponibilidad del recurso. La distribución espacial de la flota artesanal también ha mostrado cambios, con una mayor concentración en el litoral norte hacia finales de 2023, posiblemente influenciada por eventos climáticos como el El Niño Costero.
2. Se observa una disminución en los pesos medios del calamar gigante en aguas peruanas, posiblemente asociada a cambios en la temperatura superficial del mar y la disponibilidad de presas. La CPUE en peso muestra una tendencia negativa desde 2010 debido a cambios en la capturabilidad del recurso y un aumento en el esfuerzo de pesca. Sin embargo, al considerar la CPUE en número de ejemplares por día efectivo de pesca, la tendencia es menos pronunciada.
3. El modelo de evaluación poblacional indica que la abundancia del calamar gigante se mantiene en niveles comparables al Máximo Rendimiento Sostenible (MRS) para el período evaluado. Sin embargo, el análisis de riesgo muestra que existe un riesgo considerable de reducción en la abundancia si se excede cierto nivel de captura. Por ello no debe sobrepasarse en el presente año 2024, el Punto Biológico de Referencia (PBR) de $F_{2/3MRS}$.
4. Las fluctuaciones observadas en los desembarques, la distribución espacial y la abundancia del calamar gigante destacan la necesidad de una gestión pesquera adaptativa y precautoria. Para ello se debe seguir monitoreando de cerca las tendencias del recurso, ajustar las prácticas de pesca conforme a los límites establecidos y mantener una atención constante a los cambios en las condiciones climáticas que puedan afectar la disponibilidad y la salud del stock.
5. Ante la incertidumbre sobre el estado de explotación de la pota, es crucial obtener los recursos para realizar un crucero de investigación del calamar gigante en aguas peruanas para obtener indicadores biológicos y pesqueros de manera independiente.



BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024





PERÚ

Ministerio
de la Producción



IMARPE
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

**“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la
conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”**

6.- RECOMENDACIÓN

Establecer el Límite Máximo de Captura Total Permisible (LMCTP) correspondiente al año 2024, considerando el rendimiento a los 2/3 del MRS como Punto Biológico de Referencia Objetivo.

7. REFERENCIAS

Caddy, J.F.; Mahon, R. 1995. Reference points for fisheries management. FAO fisheries technical paper. 347:83-83.

Csirke J, Alegre A, Argüelles J, Guevara-Carrasco R, Mariátegui L, Segura M, Tafur R, Yamashiro C. 2015. Main biological and fishery aspects of the jumbo squid (*Dosidicus gigas*) in the Peruvian Humboldt Current System. Paper presented at the 3rd meeting of the Scientific Committee of the SPRFMO. Port Vila, Vanuatu. 28 September - 3 October 2015. SPRFMO Doc. SC-03-27: 33p.

Gulland, J.A. 1971. Manual de Métodos para la Evaluación de las Poblaciones de Peces. Man Fish Sci FAOMan Fish Sci FAO:164-164.

Haddon, M. 2011. Modelling and Quantitative Methods in Fisheries, Second Edition. USA: Chapman & Hall/CRC.

Mace, P. 2001. A new role for MSY in single-species and ecosystem approaches to fisheries stock assessment and management. Fish and Fisheries. 2:2-32.

Meyer, R., Millar, R. 1999. BUGS in Bayesian stock assessments. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 56:1078-1087.

Nigmatullin C M, Nesis K N, Arkhipkin A I. 2001. A review of the biology of the jumbo squid *Dosidicus gigas* Cephalopoda: Ommastrephidae). Fisheries Research. 54: 9-19.

Purca, 2005. Variabilidad temporal de baja frecuencia en el ecosistema de la Corriente Humboldt frente a Perú. Tesis para optar el grado de Doctor. Universidad de Concepción, Chile.

Rodhouse, P. 2008. Large-scale range expansion and variability in ommastrephid squid populations: a review of environmental links. CalCOFI Rep. 49: 83-89.

Schaefer, M.B. 1954. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries. Bulletin of Mathematical Biology. 53:253-279

Winker, H.; Carvalho, F.; Kapur, M. 2018. JABBA: Just Another Bayesian Biomass Assessment. Fisheries Research. 204:275-288.

Callao, marzo 2024



BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024

