



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

OFICIO N° **0763** -2025-IMARPE/PE

Callao, 13 MAYO 2025

Señora
HAYDEÉ ROSAS CHÁVEZ
Directora General de Políticas y Análisis
Regulatorio de Pesca y Acuicultura
Ministerio de la Producción
Calle Uno Oeste N.º 060, Urb. Córpac
San Isidro

Asunto: Perspectivas de pesca del calamar gigante 2025

Es grato dirigirme a usted, para saludarla y remitir el informe técnico "Indicadores biológicos, pesqueros y poblacionales del calamar gigante *Dosidicus gigas* y perspectivas de pesca para el 2025", para su consideración y fines pertinentes.

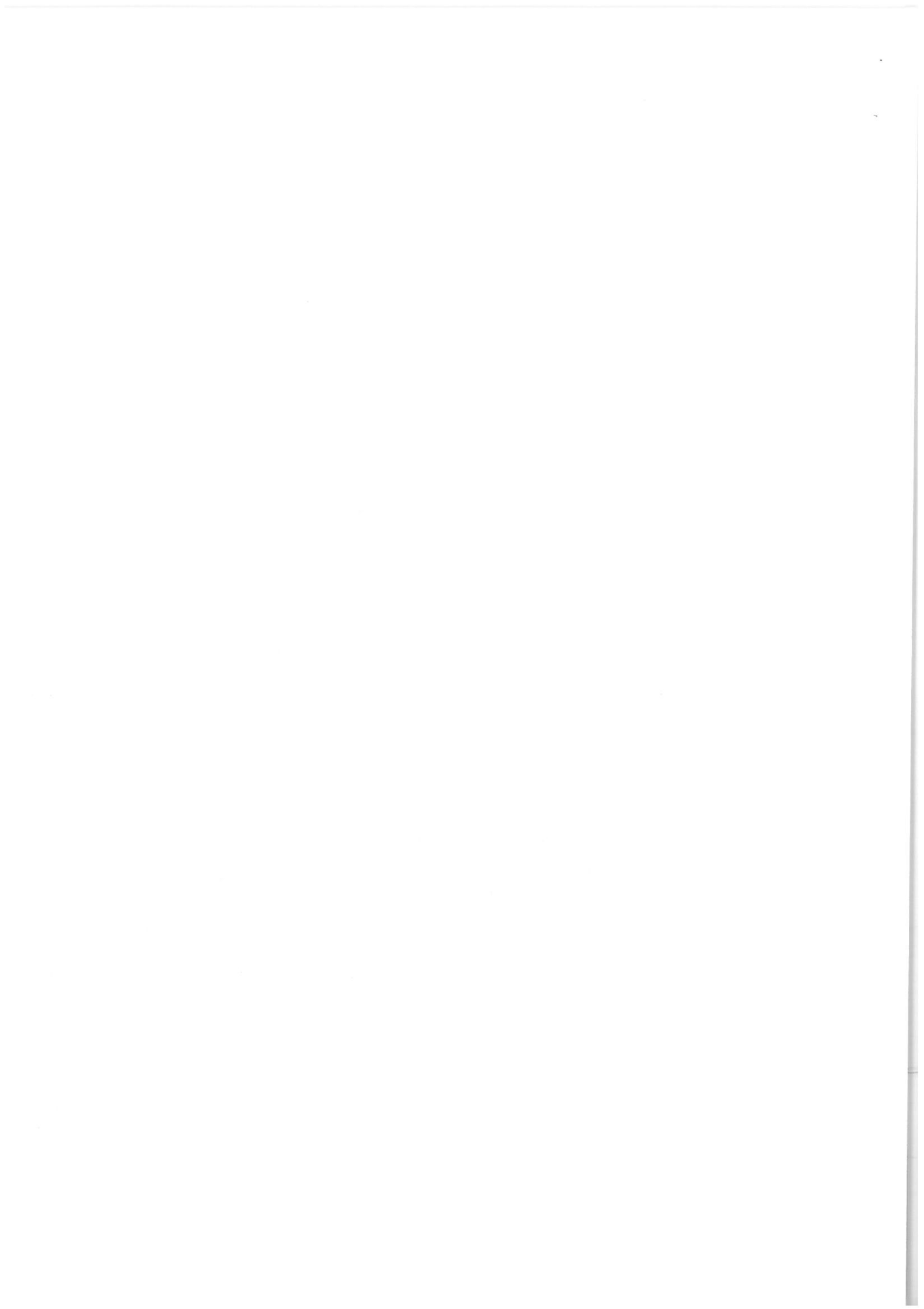
Hago propicia la oportunidad para renovar las seguridades de mi mayor consideración y estima personal.

Atentamente,



Contralmirante
Jorge Paz Acosta
Presidente Ejecutivo (e)
Instituto del Mar del Perú







“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

INFORME TÉCNICO

INDICADORES BIOLÓGICOS, PESQUEROS Y POBLACIONALES DEL CALAMAR GIGANTE *Dosidicus gigas* Y PERSPECTIVAS DE PESCA PARA EL 2025

1. MARCO REFERENCIAL

La pesquería del calamar gigante (*Dosidicus gigas*), constituye una de las actividades extractivas más relevantes en el ámbito marino del Perú, tanto por su dimensión económica como por su impacto social. Desde sus inicios en 1991, esta pesquería ha experimentado importantes cambios en su estructura y en la composición de sus actores. Inicialmente, contó con la participación de una flota industrial extranjera mecanizada que operó hasta el año 2011. Paralelamente, se ha desarrollado una flota artesanal nacional, la cual ha cobrado creciente protagonismo en las últimas décadas. Actualmente, esta flota representa el núcleo de la actividad pesquera de la especie en aguas peruanas, aportando significativamente a la generación de divisas y al empleo directo e indirecto, en especial en comunidades costeras dependientes de la pesca artesanal.

En el año 2025, se estableció una captura de inicio para el calamar gigante de 190 mil toneladas para el periodo entre el 1 de enero hasta el 30 de junio¹, que podría ser modificada en función de la evolución de los factores biológicos-pesqueros, ambientales y por la disponibilidad del recurso. En ese contexto, el presente documento analiza información biológica y pesquera de *D. gigas* y alcanza el panorama del estado poblacional del recurso en el mar peruano durante el 2024, y presentan las perspectivas de su explotación para el 2025.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Área de estudio y evaluación

El área de estudio comprende la frontera norte y sur peruana, con una extensión longitudinal hasta las 200 millas náuticas, que pertenecen a aguas jurisdiccionales peruanas.

2.2. Base de datos

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

- Los desembarques oficiales anuales alcanzados por PRODUCE.
- Datos de captura y esfuerzo registrados por la Oficina de Pesca Artesanal de IMARPE.
- Datos biológicos registrados en el monitoreo a bordo y seguimiento de la flota artesanal potera.
- Datos registrados en los cruceros de investigación del calamar gigante.
- Información de pronósticos oceanográficos del ENFEN.

¹Artículo 1 de la Resolución Ministerial 0123-2025-PRODUCE.





“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

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

La teoría sobre la evaluación de recursos pesqueros indica una fuerte relación entre la captura (número de individuos o biomasa), el esfuerzo de pesca (que depende del arte y la distribución espacial del recurso) y la densidad poblacional del recurso objetivo. Sin embargo, alteraciones en esta relación o índice de abundancia pueden estar asociadas a cambios en el poder de pesca (vinculados principalmente al desarrollo tecnológico), variación en el tiempo efectivo de pesca (a causa de cambios en la distribución del recurso) o en la estrategia de pesca.

El incremento del área de acción de la flota artesanal de calamar gigante es uno de los fenómenos observados en su pesquería a través del tiempo, a diferentes escalas, principalmente asociado a cambios en la distribución espacial y, por lo tanto, en la disponibilidad 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 extractivas no se encuentran equitativamente 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:

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

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

Generalmente, la población de calamar gigante está distribuida sobre varios lugares o zonas de pesca. La relación entre la captura y el esfuerzo total será igual a la media ponderada de la CPUE en las distintas zonas de pesca y, a su vez ponderada por el esfuerzo en cada uno de ellas, 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.

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:





“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
 “Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

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

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:

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

En la que $A = \sum A_i$

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

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

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

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

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 (2000-2024). 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

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

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).





“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
 “Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

b) Ponderación por arte de pesca/mes/región

$$f_{acum(a,m,r,l)} = \sum f_{p(a,m,r,e,l)}$$

$$dma_{(a,m,r)} = \sum d_{a,m,r,e}$$

$$f_{pa(a,m,r,l)} = f_{acum(a,m,l)} * \frac{dta_{(a,m,r)}}{dma_{(a,m,r)}}$$

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 . $f_{pa,a,m,r,l}$ 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 se basa en 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 sólo consideran la información tomada en aguas jurisdiccionales peruanas.

La evaluación poblacional del calamar gigante fue ejecutada 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 (SP) 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 excedente alcanza el Máximo Rendimiento Sostenible (MRS) a niveles de biomasa menores a $K/2$. En esta evaluación se fijó el valor de $m = 2$, condicionando a que la función de producción se asemeje a una función tipo Schaefer (1954).





“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
 “Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

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 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 2000-2024.

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





“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

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:

$$Pr(N_{2026} < N_{2025})$$

3. RESULTADOS

3.1. Efecto de las condiciones ambientales sobre la disponibilidad del recurso

Toda actividad extractiva de recursos hidrobiológicos genera un impacto en la población objetivo, por ejemplo, por el aumento en el esfuerzo de pesca (Jennings and Revill 2007). Sin embargo, una revisión de la relación stock-reclutamiento de más de 200 pesquerías, entendido como el efecto de la biomasa parental (población adulta con la capacidad de reproducirse), demostró que la biomasa parental sólo predice (o explica) entre el 5% y el 15% de la varianza del reclutamiento (Cury et al. 2014). Entonces, la renovación de las poblaciones marinas depende principalmente de las condiciones ambientales y, en segundo lugar, del tamaño de las poblaciones parentales (Szuwalski et al. 2015) que sí son susceptibles a las pesquerías.

En este contexto, el Sistema de Corriente de Humboldt (SCH), de gran variabilidad a diferentes escalas espacio-temporales, afecta la dinámica poblacional de los diferentes recursos que se desarrollan en aguas peruanas. El efecto del ambiente en las poblaciones de recursos marinos se observa en los cambios en los patrones de desplazamiento (Castillo et al. 2021) o en patrones migratorios de especies con un extenso rango de distribución como el calamar gigante (Lorrain et al. 2011), en las tasas de crecimiento en los diferentes estadios de vida de las especies (Flores-Valiente et al. 2023) y en los cambios del hábitat disponible para cada especie (Alegre et al. 2014). Todo este contexto ambiental, conlleva a variaciones en la concentración del recurso y a una mayor incertidumbre al momento de estimar su disponibilidad a la pesquería. Las condiciones ambientales modulan los índices biológicos, que se traducen en una menor sobrevivencia de los individuos, ya sea directamente (i.e. mortalidad por inanición de larvas/paralarvas y juveniles) o a través de un evento cascada de desacople en la red trófica, cuyo efecto se observaría retrasado en el tiempo (Lehodey et al., 2021). La temperatura, las corrientes oceánicas y las interacciones tróficas son los principales procesos ligados al ambiente y los cambios en el ecosistema (Drinkwater et al., 2010) que modulan la dinámica de una población.

El crecimiento y desarrollo óptimo de un individuo suele producirse dentro de un rango de temperatura delimitado que puede diferir entre sus fases ontogénicas. Este fenómeno se ha observado en peces (Ern et al., 2023; Recsetar et al., 2012) y cefalópodos (Higgins et al., 2012; Melzner et al., 2007; Noyola et al., 2013; Zúñiga et al., 2013); estos últimos, incluso ven limitado su proceso de reproducción asociados a altas temperaturas (Meza-Buendía et al., 2021) y fallos en el proceso de eclosión como se ha reportado en *Dosidicus gigas* (Staaf et al., 2011; Yatsu et al., 1999). Cambios en la temperatura también afectan la velocidad de natación y la tasa de actividad de los organismos móviles (Aitken and O’Dor, 2004; Ikeda, 2016; Seibel et al., 1997), aunque los cefalópodos parecen ser menos sensibles que los peces (Webber et al., 2000). La velocidad de nado





“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

puede afectar, tanto al éxito alimentario como al comportamiento antidepredador, a través de cambios en las tasas de interacción con presas y depredadores, respectivamente (Drinkwater et al., 2010).

La distribución espacial de una especie también se ve afectada por variaciones en la temperatura, asociados a cambios en los patrones de circulación, que transportan por advección larvas/paralarvas a zonas donde normalmente no se distribuyen (Bashevkin et al., 2020), alterando la duración de su periodo planctónico (Aguilar et al., 2019) y que dependiendo de la disponibilidad de alimento, podrían experimentar tasas de mortalidad natural más altas (Dan et al., 2018; Iglesias and Fuentes, 2014; Marshall et al., 2010). Entonces, la variabilidad ambiental, sobre todo la asociada a la temperatura y disponibilidad de alimento puede afectar procesos biológicos (Flores-Valiente et al. 2023), migratorios y poblacionales de las especies marinas.

El calamar gigante, se desarrolla y distribuye en el Océano Pacífico, es susceptible a cambios en el ambiente. En condiciones normales, el SCH muestra altos niveles de disponibilidad de nutrientes, producto del proceso de afloramiento frente a la costa peruana. Durante la ocurrencia del evento El Niño, los vientos se debilitan, las corrientes oceánicas cambian, y la columna de agua se estratifica, disminuyendo la disponibilidad de nutrientes al sistema, lo que causa una menor productividad y un descenso en la abundancia y cambio en la distribución de las principales especies pesqueras frente a la costa peruana, como la anchoveta y la pota, aunque hace accesible el ingreso de especies más oceánicas a la costa peruana, lo que fomenta su captura oportunista (Lehodey et al., 2021); por ende, El Niño tiene efectos positivos y negativos en las especies marinas. En el caso del calamar gigante, ya se ha reportado que su presencia y abundancia está altamente relacionada con estos eventos en el SCH (Taípe et al., 2001) y el Sistema de Corriente de California (Robinson et al., 2016). Aunque el éxito del reclutamiento de esta especie, como muchas otras, puede ser denso dependiente, el ambiente ejerce un efecto mayor (Cury et al., 2014).

En general, se ha postulado que una de las principales causas del declive en los desembarques de calamar gigante, tiene una componente ambiental importante. Por ejemplo, en ecosistemas como en el Golfo de California, la disminución prolongada de vientos generó menor productividad primaria (descenso de los niveles de clorofila) después de eventos ENSO (Robinson et al., 2016), además de cambios en la composición de presas (Markaida, 2006a). Estas condiciones habrían impactado negativamente en la población de calamar gigante en el Golfo de California, incluso a nivel de la estructura poblacional, favoreciendo a los morfotipos pequeños y medianos, en desmedro del fenotipo grande (Markaida, 2006b). En el caso peruano, durante El Niño 97/98 se experimentó un descenso considerable de los desembarques y recién pudo observarse indicios de recuperación en 1999 (Taípe et al., 2001). Entonces, un evento El Niño intenso y continuo, generaría un escenario desfavorable para el desarrollo del calamar gigante, en vista de lo reportado por Arkhipkin et al. (2015), quien sugiere que las altas temperaturas experimentadas entre el tercer y el sexto mes de ontogénesis tienen el mayor efecto negativo sobre la madurez y desarrollo de la especie.

Los procesos reproductivos y de eclosión son la base para el ingreso de nuevos individuos que permite la renovación de la población. Este proceso de incremento poblacional no es inmediato e implica que, en los meses posteriores al evento ambiental de gran intensidad y duración, se





“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

encontrarán ejemplares de tamaño pequeño (denominados “potillas”), que con el pasar de los meses, se convertirán en ejemplares de mayor tamaño, como en el caso de El Niño 97/98 (Martín Salazar, Com. pers., 17 de septiembre de 2024). A pesar de que un incremento gradual en la temperatura podría favorecer el desarrollo embrionario de *D. gigas* en el ecosistema marino peruano (Staaf et al., 2011), existe evidencia experimental de que el proceso de eclosión en hembras (mayor a 30 cm de longitud de manto) de esta especie es impactada negativamente a temperaturas superiores de 25 °C, al punto de mostrar un fallo de eclosión casi en la totalidad de huevos fertilizados (Staaf et al., 2011; Yatsu et al., 1999).

De acuerdo al INFORME TÉCNICO emitido por ENFEN, con fecha de 16 de abril de 2025 (disponible en <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/7943216/6679410-informe-tecnico-enfen-16-abril-2025.pdf?v=1744897572>), para el Pacífico Sur, se espera observar una transición a condiciones neutras del ambiente que se irán atenuando progresivamente, y se mantendrían hasta diciembre del presente año. Asimismo, se pronostica un incremento en la intensidad del afloramiento, aunque el bombeo de Ekman permanecería con valores bajos. En la zona costera se ha observado una tendencia favorable de la clorofila. En este informe técnico emitido por el ENFEN, cambió el estado del sistema de alerta de “Vigilancia de El Niño Costero” a “No Activo”.

Teniendo en cuenta la fisiología reproductiva de *D. gigas* en el Pacífico Sur, se sostuvo que el último evento ENSO 2023/2024 habría afectado la tasa de eclosión y posterior reclutamiento del recurso. Sin embargo, para el 2025, de acuerdo con el informe ENFEN (16/04/2025), las condiciones ambientales a diciembre de 2025 serían favorables gradualmente debido al incremento del afloramiento. A partir de enero del presente año y a la fecha, se ha evidenciado un incremento en los desembarques, por lo que se proyecta que la captura de calamar gigante podría volver a sus niveles históricos (aproximadamente entre 400,000 y 500,000 toneladas anuales).

3.2. Cruceros de investigación del calamar gigante - verano 2024-2025

Los cruceros de investigación de calamar gigante se desarrollaron entre el 16 y 23 de diciembre del 2024, cubriendo la zona centro (Cr. 2412) y entre el 15 de enero y 08 de febrero, permitiendo explorar las zonas norte y sur (Cr. 2501-02) para tener un panorama en aguas jurisdiccionales peruanas. Cuyo objetivo fue prospectar el área de distribución del recurso, describir la estructura poblacional, entre otros aspectos.

La estructura global de tallas de longitud de manto (LM) capturados mediante el uso de pinta potera, permitieron observar ejemplares entre 15 y 68 cm de LM, con moda de 33 cm y una media 35,9 cm (Figura 1). En la zona norte se observó una estructura con moda principal de 33 cm LM, rango de 17 a 56 cm LM. En la zona centro, se identificaron ejemplares con moda principal en 31 cm LM, a partir de un registro de 57 ejemplares capturados. En la zona sur, se encontraron ejemplares con dos modas marcadas, una principal en 50 cm LM y una secundaria en 25 cm LM, distribuidas en un rango entre 15 a 68 cm LM (Figura 2).





“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
 “Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

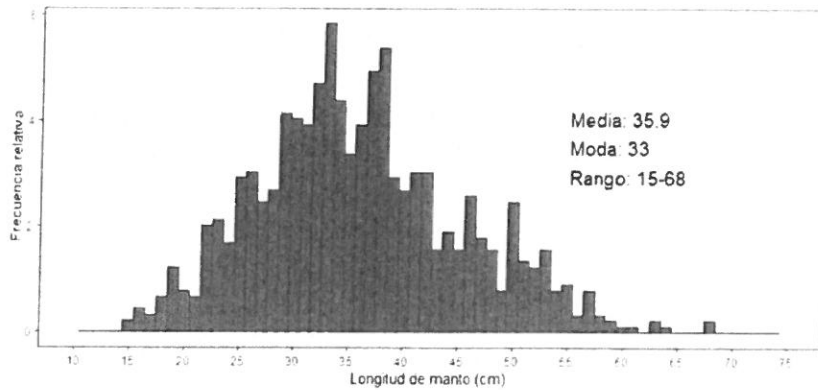


Figura 1. Estructura de tallas del calamar gigante *Dosidicus gigas* registrada durante los cruceros de investigación del calamar gigante Cr. 2412 y Cr. 2501-02

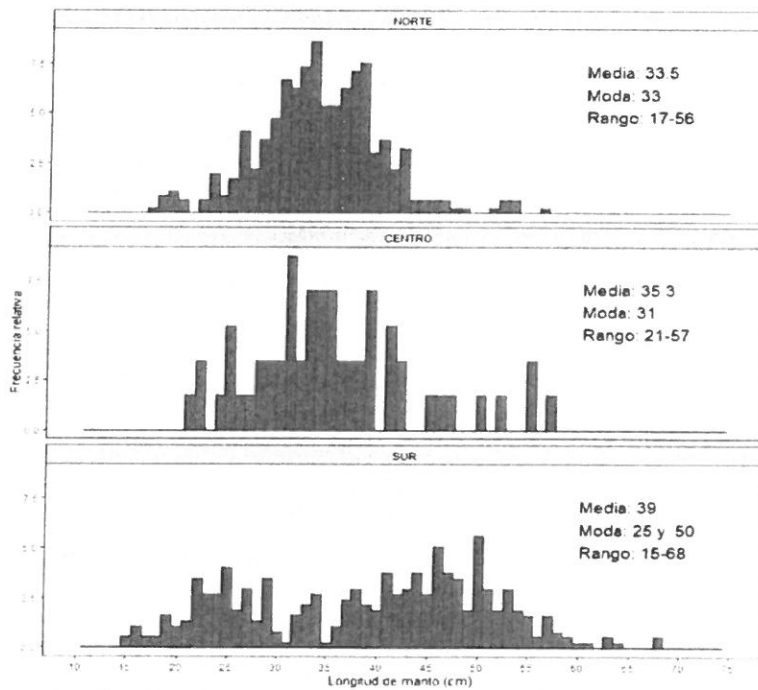


Figura 2. Estructura de tallas del calamar gigante *Dosidicus gigas*, por zonas, registrada durante los cruceros de investigación del calamar gigante Cr. 2412 y Cr. 2501-02.

En cuanto a la estructura de tallas y el estadio de madurez de las hembras, se identificó un grupo de reclutas inmaduros presentes en las tres zonas. En la zona sur, este grupo mostró una moda marcada de 25 cm LM, con un rango aproximado de 15 a 51 cm LM, mientras que en la zona norte estuvo en todo el rango de tallas observado. Por otro lado, los ejemplares maduros y desovantes





“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
 “Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

se distribuyeron en los siguientes intervalos de tallas: 26-53 cm LM en la zona norte, 28-55 cm LM en la zona centro y 29-68 cm LM en la zona sur (Figura 3).

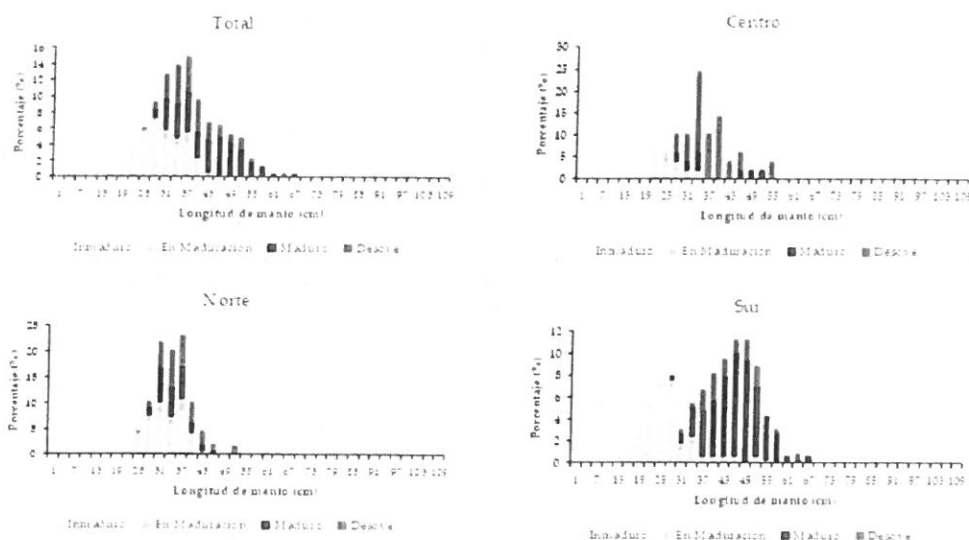


Figura 3. Estructura de tallas – madurez de ejemplares hembra del calamar gigante *Dosidicus gigas*, total y por zonas, registrada durante los cruceros de investigación del calamar gigante. Cr. 2412 y Cr. 2501-02.

3.3. Desembarques

Los desembarques anuales de calamar gigante en la pesquería artesanal durante el periodo 2016-mayo 2025 alcanzaron un máximo de 621.852 t en 2023. Sin embargo, al observar los valores mes a mes (Figura 4), se ha observado descensos (Figura 4, flecha roja), principalmente asociados a eventos El Niño, intensos y prolongados, seguidos de incrementos rápidos en la tasa de captura (Figura 4, flecha verde), como se ha evidenciado durante los primeros meses del 2025.

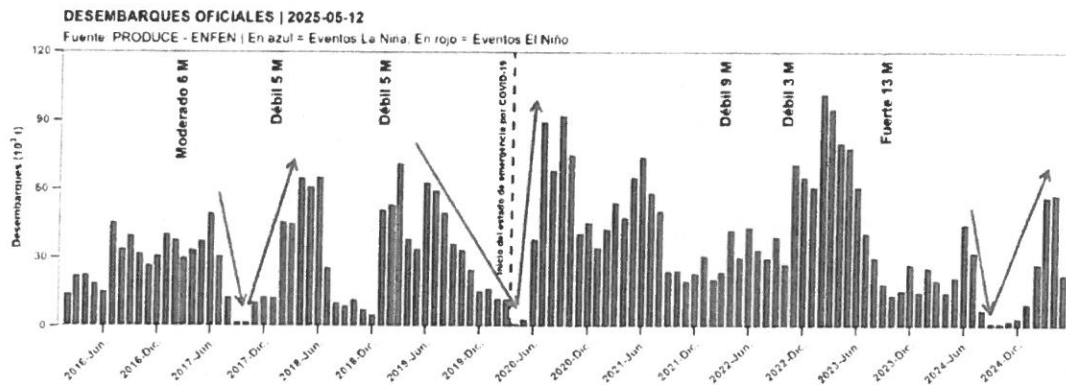


Figura 4. Desembarques mensuales (t) de calamar gigante realizado por la flota artesanal durante el periodo 2016-2025 (Fuente: PRODUCE).





“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

3.4. Patrón anual de desembarques

La evaluación de los patrones temporales en los desembarques pesqueros permite identificar tendencias estacionales; en este sentido, al promediar los valores mensuales de la flota artesanal entre 1996 y 2024 (Figura 5), se observaron dos picos claros de volumen desembarcado de calamar gigante, el primero en marzo y el segundo se alcanzaría en junio, para luego empezar a descender en los meses siguientes.

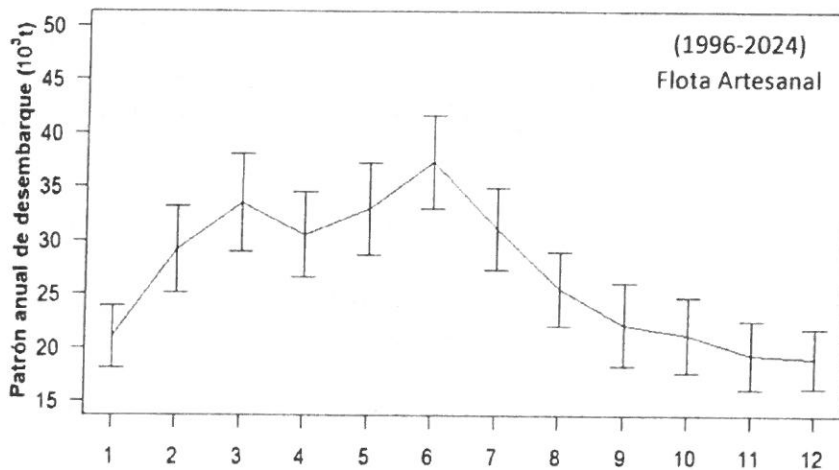


Figura 5. Patrón anual de desembarques calculado a partir de los valores mensuales entre 1996 y 2024.

3.5. Zonas de pesca

En el 2023 (Figura 6A), 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 Huarney. De marzo a agosto, la flota artesanal laboró principalmente entre Huarney y Punta Sal, desplazándose espacialmente hacia el norte conforme avanzaban los meses. Posteriormente, entre los meses de setiembre y diciembre, la flota se concentró al norte, entre Punta Sal y Punta La Negra.

En 2024 (Figura 6B), entre enero y junio, la pesca se concentró principalmente dentro de las 100 mn en la zona norte y sur. A partir de julio a diciembre, las operaciones de pesca fueron mínimas y se localizaron al sur del grado 16°S.

Durante el 2025 (Figura 6C), en enero la pesca se concentró en el norte, durante febrero comenzó a incrementar su distribución, en marzo y abril se ha concentrado en el centro y sur; asimismo sigue el mismo patrón en la primera quincena de mayo.

Respecto a la distribución espacial de la CPUE nominal (kg/h), los valores en 2023 fueron bastante altos en los primeros meses, entre enero y marzo, para luego descender. En 2024, los valores de





“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
 “Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

CPUE fueron mucho más bajos que en 2023, aunque con distribución uniforme entre enero y julio, para luego concentrarse sólo al sur, con valores bajos también. Los primeros meses de 2025, se ven más optimistas respecto al 2024, sobre todo en marzo y abril, sin embargo, de acuerdo con el patrón histórico, se esperaría que, a partir de julio, comience una ralentización de la tasa de captura.

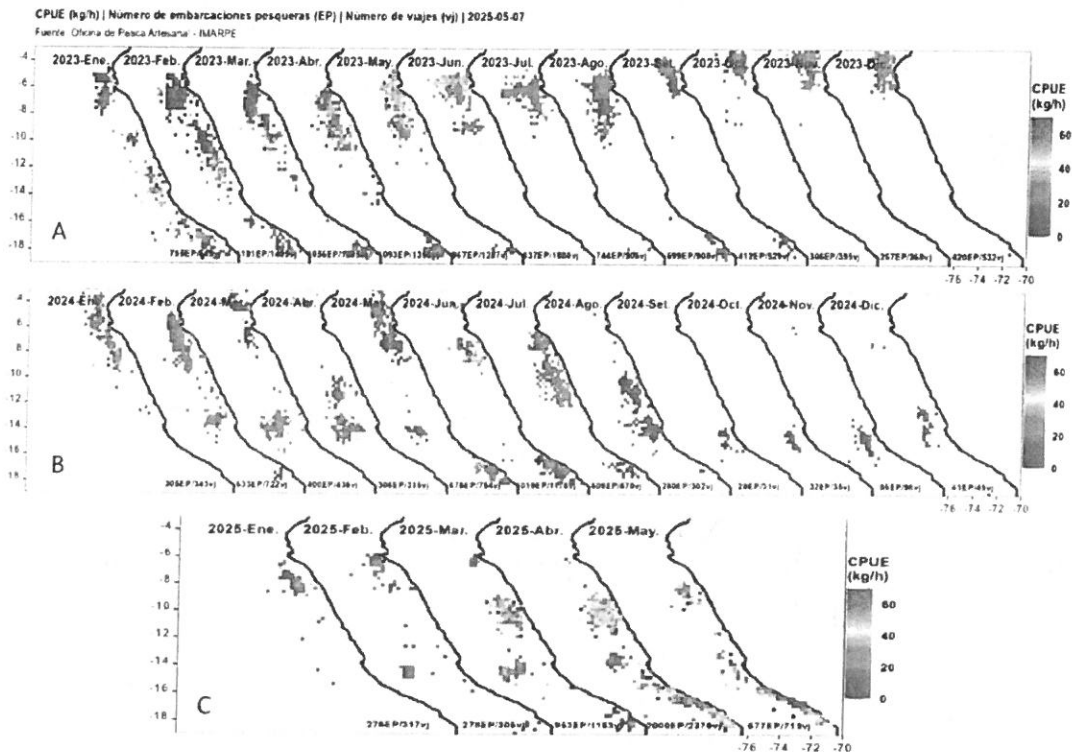


Figura 6. Zonas de pesca del calamar gigante en el litoral peruano durante enero-diciembre en 2023, 2024 y 2025 (Fuente: IMARPE - ROSPAS - Oficina de Pesca Artesanal - Información para uso científico).

3.6. Captura por unidad de esfuerzo (CPUE)

En la Figura 7, se observan las series de tiempo de la CPUE calculada por año, tanto en peso (t/día efectivo, línea azul) como en número (#individuos/día efectivo, línea roja), estimadas para el periodo 2000-2024. Se observa que los valores de CPUE en función del peso, muestran una tendencia al descenso desde el 2010, variación explicada por los cambios suscitados en la disponibilidad 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 índice 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, teniendo en cuenta el amplio





“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
 “Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

rango de tallas, los diferentes grupos etarios de los que está compuesta la población, su rápido crecimiento y las variaciones temporales en la talla de madurez debido a su alta plasticidad fenotípica en respuesta a cambios ambientales.

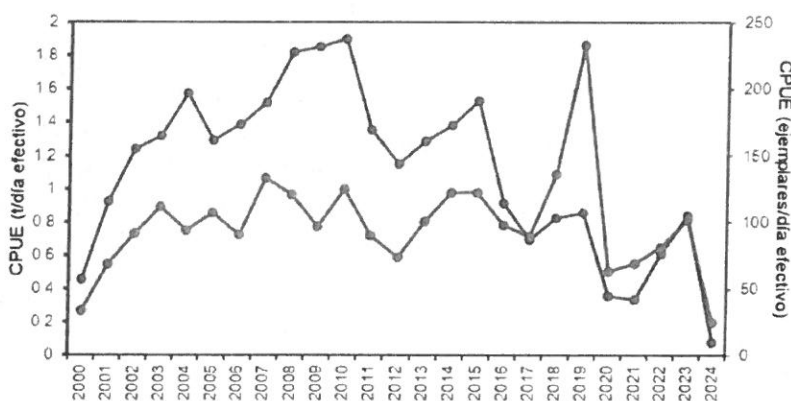


Figura 7. Captura por unidad de esfuerzo en peso y número del calamar gigante *Dosidicus gigas* durante el periodo 2000-2024.

3.7. Evaluación poblacional

De la aplicación del modelo de evaluación descrito en la Sección 2.4, se observa que el índice relativizado de abundancia representa la tendencia general de los valores de CPUE observados en la serie histórica 2000-2024 (Figura 8). Este modelo consigue replicar la variación de la CPUE, cuya mayor proporción de valores se mantienen dentro de los intervalos de credibilidad estimados.

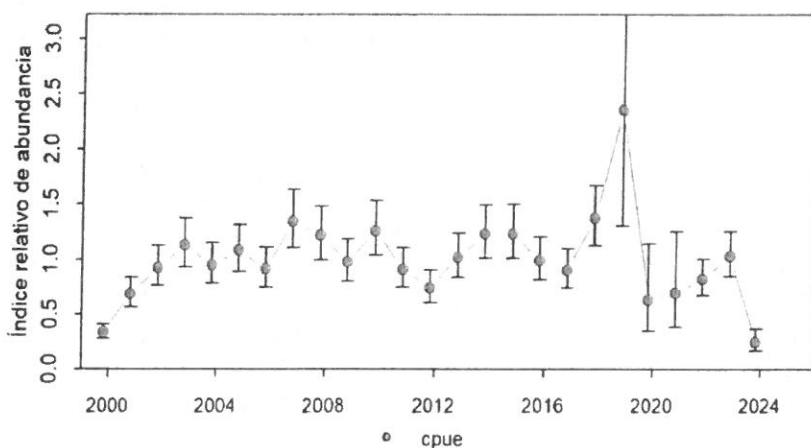


Figura 8. Ajuste del modelo de evaluación a la CPUE del calamar gigante *Dosidicus gigas*. 2000 – 2024





“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
 “Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

Los parámetros derivados del ajuste del modelo son mostrados en la Tabla 1, con tasa de crecimiento poblacional (r) estimado en $0,981 \text{ año}^{-1}$, capacidad de carga (K) en 465 116 millones de individuos, la relación entre de la biomasa estimada para el 2000 y la capacidad de carga (ψ) en 0,470. Asimismo, se estimó el coeficiente de capturabilidad en $1,38E-04$.

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	465 116	149 698	304 026	465 863	620 759
r	0,981	0,089	0,805	0,983	1,152
ψ	0,470	0,045	0,388	0,468	0,568
q	1,38E-04	5,31E-05	7,58E-05	1,36E-04	2,12E-04
sigma2	4,73E-03	6,31E-03	5,82E-04	2,69E-03	2,67E-02

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 9A). Respecto de la mortalidad por pesca, se encontraría por debajo del valor de la mortalidad por pesca para el Máximo Rendimiento Sostenible (F_{MRS}) aunque con un amplio rango de incertidumbre (Figura 9B).

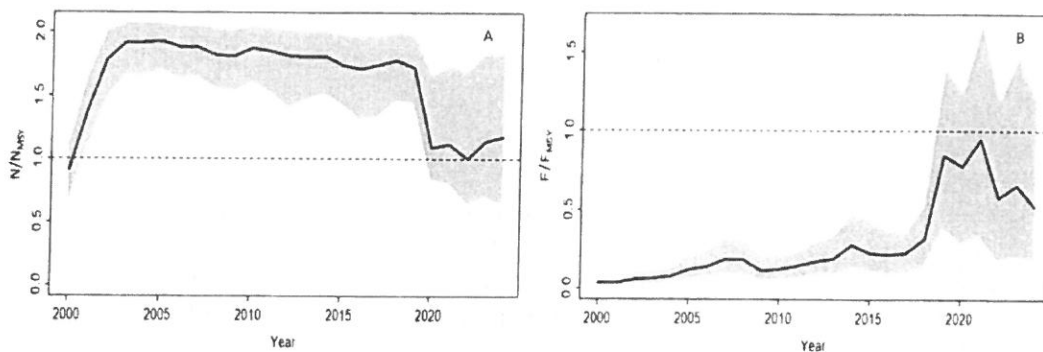


Figura 9. Variación de la B/B_{MRS} y F/F_{MRS} estimada para el calamar gigante *Dosidicus gigas* (la incertidumbre, asociada a las estimaciones, está representada por el área en color gris).

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 63.1% de probabilidad de encontrarse en la zona verde o saludable (Figura 10).





“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
 “Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

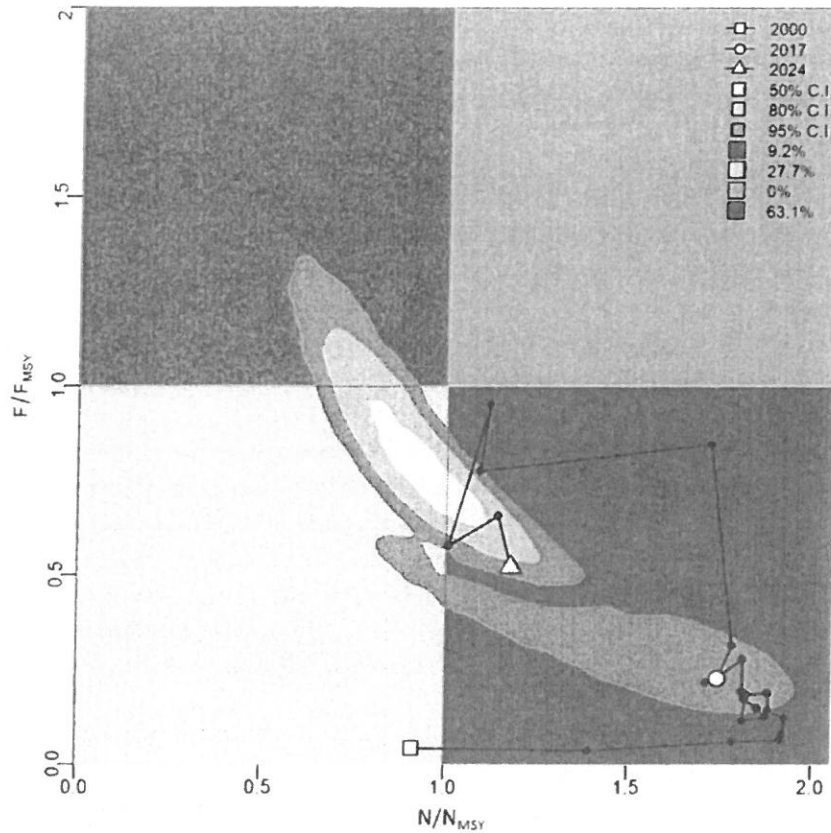


Figura 10. Kobe-plot derivado del modelo de evaluación para el calamar gigante *Dosidicus gigas*

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	112 951	35 013	70 957	102 493	171 985
F_{MRS}	0,491	0,044	0,403	0,492	0,576
$2/3F_{MRS}$	0,327	0,030	0,268	0,328	0,384
$Y(2/3F_{MRS})$	100 401	31 123	63 072	91 105	152 876
$F_{0.1}$	0,442	0,040	0,362	0,442	0,518
$Y(F_{0.1})$	111 822	34 663	70 247	101 468	170 266





“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
 “Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

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.

3.8. 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 consideró el punto biológico de referencia a la mortalidad por pesca a los $2/3$ del MRS ($2/3 F_{MRS}$). 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 no sea menor al año en curso (Tabla 3).

En el año 1999, se observó una mayor disponibilidad del recurso posterior al evento climático El Niño 1997-1998. Por la intensidad de este escenario ambiental post Niño, y su similitud con lo acontecido durante y después de El Niño 2023-2024, se puede inferir que se estaría frente a un panorama de condiciones comparables. En consecuencia, lo observado en los desembarques durante los años 1999 y 2000, nos da una aproximación de lo que se está observando y lo que se esperaría este futuro próximo. En ese contexto, se usó como referencia la información proveniente del año 1999 para fortalecer las estimaciones de peso medio, calculado en 4,2 kg como insumo en la evaluación del calamar para el 2025 (Tabla 3).

Tabla 3. Análisis de riesgo.

Captura (x 1000 ind)	Captura (t)	1 año Pr($N_{2026} < N_{2025}$)
60 000	252 000	9,1%
65 000	273 000	19,1%
70 000	294 000	31,4%
75 000	315 000	48,8%
80 000	336 000	74,0%
85 000	357 000	89,8%
90 000	378 000	93,3%
95 000	399 000	94,5%
100 000	420 000	95,4%
Y($2/3 F_{MRS}$) 100 401	421 684	95,4%
105 000	441 000	96,0%
110 000	462 000	96,5%
(Y0.1) 111 822	469 652	96,7%
(MRS) 112 951	474 394	97,0%
115 000	483 000	97,3%
120 000	504 000	98,0%
125 000	525 000	98,7%
130 000	546 000	99,3%

(*) Y: Rendimiento.

(**) MRS: Máximo Rendimiento Sostenible.





“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

4. DISCUSIÓN

Según Rodhouse (2008), las poblaciones de calamares ommastreídeos (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 períodos 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 calamar gigante o pota a la flota pesquera artesanal, lo cual se observa por la variabilidad en la cobertura de las zonas de pesca 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 7). Se considera, que los bajos valores de CPUE 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. 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 6), concentrándose en la zona norte progresivamente hacia el segundo semestre del año, debido a la dispersión del recurso en sus zonas habituales de extracción, coincidiendo con la evolución del evento El Niño Costero 2023 (ENFEN Nota de prensa 02-2023). Sin embargo, mediante 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





“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

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 el objetivo de pesca, por especies con mayor disponibilidad frente a las condiciones ambientales favorables, como el perico *Coryphaena hippurus*.

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 disponible. En este contexto, se incorporó el cambio en la capturabilidad del recurso a través de la ponderación 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 112,9 millones de individuos, el cual debe considerarse como punto de referencia límite (Caddy y Mahon, 1995). Además, considerando un enfoque precautorio y la necesidad de establecer un manejo adaptativo, que contribuya al aprovechamiento del calamar gigante de manera sostenible a lo largo del tiempo, 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 considera adecuado un nivel de pesca permisible, que no supere el Rendimiento a los 2/3 de la Mortalidad por pesca relativa al Máximo Rendimiento Sostenible [$Y(2/3F_{MRS})$] (Tabla 3) durante el 2025. Teniendo en cuenta un peso promedio precautorio de 4,2 kg por individuo, equivalente a 421 684 toneladas. Es importante destacar que esta proyección de captura estaría sujeta a posibles modificaciones en función de la evolución del ambiente y la respuesta adaptativa del recurso.

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 permitida de acuerdo con la normativa vigente y a los límites establecidos, manteniéndose atentos a posibles cambios en las condiciones ambientales que puedan afectar la concentración, 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 en noviembre del 2025, que permita tener información sobre el estado poblacional y reproductivo del recurso para el 2026. El propósito primordial es recabar indicadores biológicos y pesqueros de este recurso marino, procedentes de una fuente independiente a la actividad pesquera.

5. CONCLUSIONES

- Las condiciones ambientales imperantes en el periodo 2023-2024 (El Niño) y sus repercusiones en los años posteriores se muestran comparables a las observadas en el periodo post-El Niño 1997-1998. Por ende, se esperaría una tendencia positiva con un aumento progresivo en la disponibilidad del recurso para el año 2025.





“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

- El modelo de evaluación poblacional indica que la abundancia del calamar se mantiene cerca del Máximo Rendimiento Sostenible (MRS), sin embargo existe un riesgo considerable de disminución si se supera un nivel de captura crítico en 2025, por lo que resulta adecuada una captura menor al $Y(2/3F_{MRS})^2$.
- Dada la incertidumbre inherente al recurso y a su respuesta a la variabilidad ambiental, es fundamental fortalecer las actividades de investigación para obtener datos biológicos y pesqueros, resaltando la necesidad de una gestión adaptativa y precautoria.

6. APRECIACIONES FINALES

Para la determinación de una captura autorizada para el 2025, se debe tener en cuenta un escenario que considere el menor riesgo para asegurar que la captura del año 2026 no sea menor a la del 2025.

En base a la mejor información disponible de las condiciones biológicas y ambientales, bajo un enfoque precautorio y adaptativo, para el 2025, la captura autorizada no debe superar las 231 684 toneladas adicionales a las 190 mil toneladas de la captura inicial, que sumadas dan 421 684 toneladas $[Y(2/3F_{MRS})]$.

7. REFERENCIAS

Aguilar LA, Matthews SA, Ayre DJ, Minchinton TE. Modelling the differences between El Niño and La Niña years and planktonic larval duration on dispersal across the southeast Australian biogeographic barrier. *Geo Geogr Environ* [Internet]. 2019 Jan 1;6(1):14. Available from: <https://doi.org/10.1002/geo2.74>

Aitken JP, O'Dor RK. Respirometry and swimming dynamics of the giant Australian cuttlefish, *sepia apama* (mollusca, cephalopoda). *Mar Freshw Behav Physiol* [Internet]. 2004 Dec 1;37(4):217–34. Available from: <https://doi.org/10.1080/10236240400016579>

Alegre A, Ménard F, Tafur R, Espinoza P, Argüelles J, Maehara V, Flores O, Simier M, Bertrand A. 2014. Comprehensive model of Jumbo squid *Dosidicus gigas* trophic ecology in the Northern Humboldt current system. *PLoS One* 9(1), e85919: 11p doi: 10.1371/journal.pone.008591

Bashevkin SM, Dibble CD, Dunn RP, Hollarsmith JA, Ng G, Satterthwaite E V, et al. Larval dispersal in a changing ocean with an emphasis on upwelling regions. *Ecosphere* [Internet]. 2020 Jan 1;11(1):29. Available from: <https://doi.org/10.1002/ecs2.3015>

² $Y(2/3F_{MRS})$: Rendimiento a los 2/3 de la Mortalidad por pesca relativa al Máximo Rendimiento Sostenible.





“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

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

Castillo PR, Ñiquen M, Cruz L La, Guevara-Carrasco R, Cuadros G. Migration behavior of anchoveta (*Engraulis ringens*) in the Northern Humboldt Current System between September 2019 and September 2020. *Lat Am J Aquat Res.* 2021;49(5):702–16.

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.

Cury PM, Fromentin J-M, Figuet S, Bonhommeau S. Resolving Hjort's Dilemma. *Oceanography [Internet]*. 2014 Sep 30;27(4):42–7. Available from: <http://www.jstor.org/stable/24862211>

Dan S, Iwasaki H, Takasugi A, Yamazaki H, Hamasaki K. An upwelling system for culturing common octopus paralarvae and its combined effect with supplying natural zooplankton on paralarval survival and growth. *Aquaculture [Internet]*. 2018;495:98–105

Drinkwater KF, Beaugrand G, Kaeriyama M, Kim S, Ottersen G, Perry RI, et al. On the processes linking climate to ecosystem changes. *J Mar Syst.* 2010;79(3–4):374–88.

Ern R, Andreassen AH, Jutfelt F. Physiological Mechanisms of Acute Upper Thermal Tolerance in Fish. *Physiology [Internet]*. 2023 Feb 14;38(3):141–58.

Flores-Valiente J, Lett C, Colas F, Pecquerie L, Aguirre-Velarde A, Rioual F, et al. Influence of combined temperature and food availability on Peruvian anchovy (*Engraulis ringens*) early life stages in the northern Humboldt Current system: A modelling approach. *Prog Oceanogr [Internet]*. 2023;215:12.

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.

Higgins FA, Bates AE, Lamare MD. Heat tolerance, behavioural temperature selection and temperature-dependent respiration in larval *Octopus huttoni*. *J Therm Biol [Internet]*. 2012;37(1):83–8.





“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

Iglesias J, Fuentes L. Octopus vulgaris. Paralarval Culture BT - Cephalopod Culture. In: Iglesias J, Fuentes L, Villanueva R, editors. Dordrecht: Springer Netherlands; 2014. p. 427–50. Available from: https://doi.org/10.1007/978-94-017-8648-5_23

Ikeda T. Routine metabolic rates of pelagic marine fishes and cephalopods as a function of body mass, habitat temperature and habitat depth. J Exp Mar Bio Ecol [Internet]. 2016;480:74–86. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022098116300478>

Jennings S, Reville AS. The role of gear technologists in supporting an ecosystem approach to fisheries. ICES J Mar Sci. 2007;64(8):1525–34.

Lehodey P, Bertrand A, Hobday AJ, Kiyofuji H, McClatchie S, Menkès CE, et al. ENSO Impact on marine fisheries and ecosystems. Am Geophys Union. 2021;429–51.

Lorrain A, Argüelles J, Alegre A, Bertrand A, Munaron J M, Richard P, Cherel Y. 2011. Sequential isotopic signature along gladius highlights contrasted individual foraging strategies of jumbo squid (*Dosidicus gigas*). PLoS One 6 (7) e22194: 6p.

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.

Markaida U. 2006a. Food and feeding of jumbo squid *Dosidicus gigas* in the Gulf of California and adjacent waters after the 1997–98 El Niño event. Fisheries Research. 79: 16–27. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165783606000634>

Markaida U. Population structure and reproductive biology of jumbo squid *Dosidicus gigas* from the Gulf of California after the 1997–1998 El Niño event. Fish Res [Internet]. 2006b;79(1):28–37. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165783606000646>

Marshall R, McKinley S, Pearce CM. Effects of nutrition on larval growth and survival in bivalves. Rev Aquac [Internet]. 2010 Mar 1;2(1):33–55.

Melzner F, Mark FC, Pörtner H. Role of blood-oxygen transport in thermal tolerance of the cuttlefish, *Sepia officinalis*. Integr Comp Biol [Internet]. 2007 Oct 1;47(4):645–55. Available from: <https://doi.org/10.1093/icb/icm074>

Meza-Buendía AK, Trejo-Escamilla I, Piu M, Caamal-Monsreal C, Rodríguez-Fuentes G, Díaz F, et al. Why high temperatures limit reproduction in cephalopods? The case of *Octopus maya*. Aquac Res [Internet]. 2021 Nov 1;52(11):5111–23.





“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

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.

Noyola J, Caamal-Monsreal C, Díaz F, Re D, Sánchez A, Rosas C. Thermopreference, tolerance and metabolic rate of early stages juvenile Octopus maya acclimated to different temperatures. *J Therm Biol [Internet]*. 2013;38(1):14–9.

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.

Robinson CJ, Gómez-Gutiérrez J, Markaida U, Gilly WF. Prolonged decline of jumbo squid (*Dosidicus gigas*) landings in the Gulf of California is associated with chronically low wind stress and decreased chlorophyll a after El Niño 2009–2010. *Fish Res [Internet]*. 2016;173:128–38.

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

Seibel BA, Thuesen E V, Childress JJ, Gorodezky LA. Decline in Pelagic Cephalopod Metabolism With Habitat Depth Reflects Differences in Locomotory Efficiency. *Biol Bull [Internet]*. 1997 Apr 1;192(2):262–78. Available from: <https://doi.org/10.2307/1542720>

Staaf DJ, Zeidberg LD, Gilly WF. 2011. Effects of temperature on embryonic development of the Humboldt squid *Dosidicus gigas*. *Mar Ecol Prog Ser*. ;441:165–75.

Szuwalski CS, Vert-Pre KA, Punt AE, Branch TA, Hilborn R. Examining common assumptions about recruitment: a meta-analysis of recruitment dynamics for worldwide marine fisheries. *Fish Fish*. 2015;16(4):633–48.

Taipe A, Yamashiro C, Mariategui L, Rojas P, Roque C. Distribution and concentrations of jumbo flying squid (*Dosidicus gigas*) off the Peruvian coast between 1991 and 1999. *Fish Res*. 2001;54(1):21–32.

Webber DM, Aitken JP, O’Dor RK. Costs of Locomotion and Vertic Dynamics of Cephalopods and Fish. *Physiol Biochem Zool [Internet]*. 2000 Nov 1;73(6):651–62. Available from: <https://doi.org/10.1086/318100>





“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

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

Yatsu A, Tafur R, Maravi C. Embryos and rhynchoteuthion paralarvae of the jumbo flying squid dosidicus gigas (cephalopoda) obtained through artificial fertilization from peruvian waters. Fish Sci. 1999;65(6):904–8.

Zúñiga O, Olivares A, Rojo M, Chimal ME, Díaz F, Uriarte I, et al. Thermoregulatory behavior and oxygen consumption of Octopus mimus paralarvae: The effect of age. J Therm Biol [Internet]. 2013;38(2):86–91.

AFIIMM.

Callao, mayo 2025



Firmado digitalmente por:
ESTRELLA ARELLANO Carlota
Eisa FAU 20148138886 hard
Motivo: Coordinadora
AFIIMM
Fecha: 13/05/2025 15:01:30-0500



Firmado digitalmente por:
BARRIGA RIVERA Edward FAU
20148138886 hard
Motivo: Gerente
Científico (e)
Fecha: 13/05/2025 15:08:46-0500



