



PERÚ

Ministerio de la Producción

CARGO



IMARPE
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

001

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

OFICIO N° 490 -2019-IMARPE/CD

Callao, 06 SEP. 2019

Señora

SILVIA VELÁSQUEZ SILVA

Directora General de Políticas y Análisis

Regulatorio en Pesca y Acuicultura

Ministerio de la Producción

Calle Uno Oeste N° 060, Urb. Córpac

San Isidro

Asunto: Informe de evaluación poblacional del recurso cabinza

Referencia: Oficio N° 414-2019-IMARPE/CD de fecha 22.07.19

Es grato dirigirme a usted, para saludarla cordialmente y alcanzar a su despacho el informe "Análisis de la biología, pesquería y estado poblacional de cabinza *Isacia conceptionis* (Cuvier, 1830) en el litoral peruano", elaborado en el marco del PP0095 "Fortalecimiento de la pesca artesanal".

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

Atentamente,

Vicemirante (r)
Javier Gaviola Tejada
Presidente del Consejo Directivo
Instituto del Mar del Perú – Imarpe



EL PERÚ PRIMERO

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ



DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIONES DE RECURSOS DEMERSALES Y
LITORALES

ÁREA FUNCIONAL DE INVESTIGACIONES EN PECES DEMERSALES,
BENTÓNICOS Y LITORALES

ANÁLISIS DE LA BIOLOGÍA, PESQUERÍA Y ESTADO POBLACIONAL DE CABINZA *Isacia conceptionis* (Cuvier, 1830) EN EL LITORAL PERUANO



© F. Zavalaga. Imarpe

Setiembre 2019

ANÁLISIS DE LA BIOLOGÍA, PESQUERÍA Y ESTADO POBLACIONAL DE CABINZA *Isacia conceptionis* (Cuvier, 1830) EN EL LITORAL PERUANO

INTRODUCCIÓN

En el marco de sus objetivos institucionales, el Imarpe ejecuta el programa de “Seguimiento de las Pesquerías de los Recursos Demersales y Litorales en el mar peruano”, mediante el cual se colecta y analiza información biológico-pesquera de las especies más importantes que sostienen las pesquerías industriales y artesanales.

La “cabinza” *Isacia conceptionis*, es una especie demersal costera que debido a su amplia distribución, disponibilidad y accesibilidad a la flota artesanal es explotada a lo largo del mar peruano. Sus mayores desembarques se realizan en la zona centro y sur del litoral, siendo extraída principalmente por las artes de cerco y cortina. La creciente demanda para el consumo humano directo en estado fresco se debe a su alto valor nutritivo, lo que ha estimulado el desarrollo de su pesquería y el incremento paulatino del esfuerzo de pesca, el que ha causado preocupación sobre su estado poblacional.

Actualmente, la pesquería de este recurso dispone de una regulación pesquera basada en la talla mínima de captura, establecida en 21 cm (longitud total) mediante la R.M. N° 209-2001-PE, la cual señala una tolerancia máxima de 10% de ejemplares en número capturados por debajo de la talla mínima y un tamaño de malla de 38 mm (1 1/2 pulgada) para redes de cerco y cortina.

En este contexto, y en el marco del Programa Presupuestal 0095 “Fortalecimiento de la Pesca Artesanal”, se presentan las principales características biológico-pesqueras de esta especie y se realiza una primera aproximación al conocimiento del estado de su población y nivel de explotación, con el objetivo de contribuir a su ordenación pesquera.



TAXONOMÍA Y CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ESPECIE

<p>Reino: Animalia Phylum: Chordata Clase: Actinopterygii Orden: Perciformes Familia: Haemulidae Género: <i>Isacia</i> Especie: <i>Isacia conceptionis</i></p>	
<p>Nombres comunes Cabinza (Perú) Cabinza grunt (Inglés)</p>	

Figura 1. *Isacia conceptionis* “cabinza” (Cuvier, 1830)

Presenta el cuerpo alargado, no alto, 20 a 25 branquiaspinas en la rama inferior del primer arco branquial, boca pequeña y el maxilar no alcanza el borde anterior del ojo. Los

adultos tienen color gris-plateado y el lomo más oscuro, los juveniles presentan a veces líneas horizontales a los lados del cuerpo (CHIRICHIGNO, 1998; MOQUILLAZA, 1995).

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

La cabinza es una especie que se distribuye desde Paita (Perú) a Talcahuano (Chile) (Figura 2), y habita sobre fondos arenosos y areno-rocosos con algas (CHIRICHIGNO y CORNEJO, 2001).

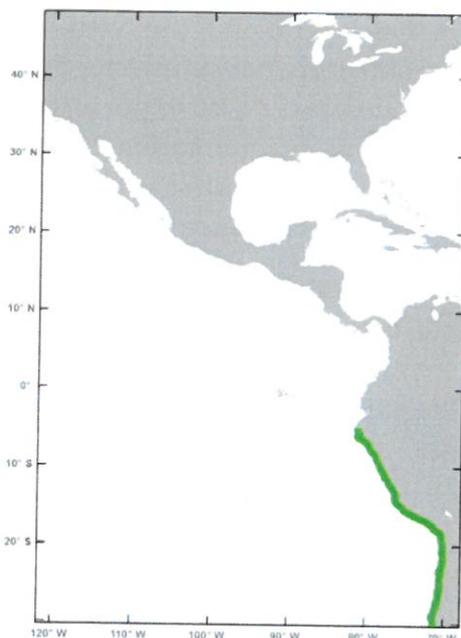


Figura 2. Distribución geográfica de cabinza *Isacia conceptionis*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la evaluación poblacional de cabinza se ha planteado como hipótesis de trabajo la existencia de una sola unidad poblacional, a pesar de existir una barrera oceanográfica al sur de Pisco (zona de afloramiento de San Juan), la cual limita la distribución de peces pelágicos como la anchoveta y sardina. Debido a que los resultados obtenidos no mostraron diferencias marcadas de carácter biológico, como una mayor amplitud en la estructura de tallas entre la zona norte-centro en relación con la zona sur, así como diferencias en el ciclo reproductivo. Es por ello, que se ha considerado la existencia de una sola unidad de stock de *I. conceptionis* frente al litoral peruano, hasta que se establezcan a futuro indicios que confirmen la posible presencia de más de una unidad de stock.

Indicadores de la pesquería

Desembarques

Para el análisis de los desembarques se consideraron dos fuentes de información, la primera y más extensa corresponde a las cifras oficiales provenientes del Ministerio de la Producción (PRODUCE), cuyo periodo de información abarca desde 1950 hasta 2017.



Cabe recalcar que esta información se encuentra a escala anual y global, es decir no contempla desagregados por tipo de arte, lugar y mes de desembarque.

La segunda fuente de información proviene del Sistema de Captación de Información de la Pesca Artesanal del Instituto del Mar del Perú (Imarpe), desde Puerto Pizarro (03° 29' S 80° 23' O) a Vila Vila (18° 06' S, 70° 43' O). Este sistema contempla dentro de su plan de investigaciones, el monitoreo de la flota pesquera artesanal y de los recursos vivos que la sustentan. Desde su creación en 1996 como programa piloto denominado "Determinación del Potencial Pesquero Artesanal" hasta el año 2014 se monitoreó entre 21 y 45 lugares de desembarque a lo largo del litoral. Desde el año 2015, a través del PP 0095 "Fortalecimiento de la Pesca Artesanal" se vienen monitoreando 56 lugares (CASTILLO *et al.*, 2018). Esta información, por su carácter desagregado, permite realizar análisis más exhaustivos, contándose con registros por artes de pesca, viajes, lugares de desembarque, entre otros. Esta fuente de información permitió realizar análisis sobre la variación de la proporcionalidad del uso de artes de pesca utilizados en la extracción de cabinza, así como los análisis por zonas de pesca durante el periodo 1996 – 2018.

Para el análisis de captura en función a las zonas de desembarque se consideraron tres zonas o macro regiones: norte, comprendida por los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad; centro, por los departamentos de Ancash, Lima e Ica; y sur, por los departamentos de Arequipa, Moquegua y Tacna; con la finalidad de identificar posibles diferencias entre ellas.

Indicadores biológicos

Tallas medias e índice gonadosomático

Los muestreos biométricos y biológicos del recurso en los principales lugares de descarga fueron realizados por los Laboratorios Costeros de Imarpe y sede central Callao, de acuerdo a los lineamientos establecidos en ESPINO *et al.*, (1995), y en base a la información colectada de las longitudes totales (cm) se obtuvo la evolución de las tallas medias de cabinza por zonas de estudio y artes de pesca, con una frecuencia anual, en el periodo 1972-2018.

Con la Base de Datos de los muestreos biológicos en el periodo 2000-2018 se determinó la época de mayor desarrollo gonadal de cabinza, mediante la variación mensual del índice gonadosomático (IGS) de las hembras (TRESIERRA Y CULQUICHICÓN, 1993), el cual fue calculado excluyendo las hembras inmaduras (BUITRÓN *et al.*, 2011) y las gónadas hidratadas empleando la ecuación de VAZZOLER (1982):

$$IGS = \frac{Wg * 100}{We}$$

Donde Wg es el peso de gónada y, We es el peso eviscerado del pez.

Para el análisis de las tallas medias e índice gonadosomático se consideraron las zonas centro y sur, debido a que éstas presentaron un monitoreo constante en el tiempo, así como una mayor disponibilidad de información.



R. GUEVARA



C. YAMASHIRO



V. PLASKOVIĆ

Indicadores del Stock

Captura por Unidad de Esfuerzo – CPUE

El uso de la CPUE como índice de abundancia ha generado críticas respecto al sesgo producido por cambios en el poder de pesca y a las variaciones espacio-temporales del recurso, que pueden conllevar a una idea errónea respecto de la situación de un recurso. Para minimizar este sesgo, se realizó un proceso de estandarización, que consiste en estimar factores potenciales que permitan diferenciar el grado de influencia de algunos aspectos como las características de la embarcación o condiciones ambientales que afectan directa o indirectamente a los valores de la CPUE. En este contexto, para realizar la estandarización de la CPUE se usó un modelo lineal generalizado (GLM, por sus siglas en inglés); para el cual se consideraron los factores que podrían influenciar los valores de CPUE, las mismas que se relacionaron a la actividad pesquera de la cabina, y otras variables que permitieran explicar la variación de la CPUE.

Para la formulación del GLM se consideró la información diaria de desembarque y esfuerzo de la flota pesquera artesanal, frente al litoral peruano durante el periodo 1996–2018, generada por el Sistema de Captación de Información de la Pesca Artesanal.

Previo a un análisis exploratorio, se optó por trabajar con la información correspondiente al arte de pesca “cerco” (debido a la abundancia de información y representatividad en los desembarques) y lugares de desembarque que presentaron un monitoreo constante en el tiempo, mayor información y mayor volumen de desembarque. Asimismo, se realizó el análisis de seguimiento de embarcaciones que han realizado por lo menos 30 viajes de pesca al año; con la finalidad de aumentar la certidumbre sobre la direccionalidad de la actividad de pesca.

Cabe señalar, que la unidad de esfuerzo utilizada para el cálculo de la CPUE fue referido a los días efectivos de pesca. Para ello, se considera el número de días que la embarcación emplea para pescar el recurso objetivo, es decir, se restan los días de navegación a la zona de pesca.

Para determinar el tiempo de navegación en días:

- Se estimó la distancia desde la zona de pesca al lugar de desembarque. Esta distancia puede ser estimada a partir de las coordenadas geográficas de las zonas de pesca, presentes en la Base de Datos, y las coordenadas geográficas de los puertos pesqueros.
- Se consideraron velocidades promedio (en nudos) de navegación de una embarcación, teniendo en cuenta el tipo de flota, arte y lugar de desembarque.
- Por último, se asumió que la embarcación zarpa y arriba en el mismo lugar en el que desembarca, lo que duplicaría la distancia recorrida (ida y vuelta).

Luego, se estimó el tiempo de navegación (en días) mediante la ecuación: $Tiempo_{días} = 2 * Distancia (km) / 1852 * Velocidad * 24 h$; y posteriormente se restan a los días totales para obtener los días efectivos de pesca.

Bajo las premisas anteriormente descritas, para la construcción del modelo GLM se consideró las variables año, tipo de embarcación (ligado a la capacidad de bodega),



R. GUEVARA



C. YAMASHIRO



V. ELASKOVIĆ

región (como proxi zonas de pesca) y “target” que viene a ser la relación entre la captura de cabinza y la captura total de la embarcación. Esta última variable, permite compensar la baja especificidad del arte de pesca “cerco”, permitiendo incluir información respecto de la disponibilidad del recurso en la zona de pesca.

El siguiente modelo, se empleó para la estandarización de la CPUE para las zonas norte-centro y sur:

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

Se asumió una distribución de la CPUE del tipo log-normal, y el ajuste del modelo fue realizado con ayuda de la plataforma R (R Core Team, 2018).

Modelos de evaluación de stock

Método CMSY/BSM - FROESE *et al.* (2016)

Este método se basa en simulaciones de Monte - Carlo (CMSY) para la estimación de puntos de referencia (MRS , F_{MRS} , B_{MRS}), así como el tamaño relativo del stock (B/B_{MRS}) y explotación (F/F_{MRS}) a partir de datos de captura.

Además, presenta una implementación bayesiana del modelo de producción de Schaefer (BSM), el cual se ajusta a datos de captura y algún índice de abundancia (CPUE o biomasa).

La dinámica básica de la biomasa se establece a través de la siguiente ecuación:

$$B_{t+1} = B_t + r \left(1 - \frac{B_t}{K} \right) B_t - C_t$$

Donde B_{t+1} es la biomasa explotada en el subsiguiente año $t + 1$, B_t es la biomasa actual, y C_t es la captura en el año t .

Para este análisis se empleó el CMSY, y se utilizaron como inputs la serie de desembarques históricos de PRODUCE. Dado que dicha serie abarca el periodo 1950 – 2017, se extrapola el valor para el 2018 considerando para ello la información sobre el desembarque proveniente del Sistema de Captación de Información de la Pesca Artesanal del Imarpe, que, mediante un análisis de regresión entre ambas fuentes de información, se obtuvo el posible valor de desembarque correspondiente a 2018. Como información adicional al modelo, se utilizó la tasa intrínseca de crecimiento (r) valores a priori con distribución uniforme, entre 0,2 – 0,8 (propuesto por FROESE *et al.*, 2016, para peces con resiliencia media “FishBase”). Asimismo, se consideró utilizar un tamaño relativo del stock durante el primer año (B_{1950}/K), con un rango de $0,8K - 1K$ (inicio de la pesquería) y para el último año (B_{2018}/K) de $0,3K - 0,7K$ (nivel intermedio de explotación); debido a los niveles de desembarque de este recurso registrados durante los últimos años.

Evaluación poblacional del recurso cabinza en el litoral peruano a través de un Modelo Dinámico de Biomasa tipo Espacio - Estado

Debido a la incertidumbre asociada a la información de la estructura por tamaños y/o edades de cabinza en las capturas, el presente análisis se realizó a través de la aplicación del modelo dinámico de biomasa bajo el enfoque de espacio de estados (State – Space



Models), permitiendo la inclusión del error de proceso y de observación en la modelación (MEYER & MILLAR, 1999; MILLAR & MEYER, 2000).

Este enfoque presenta dos componentes:

- **Ecuación de observación**

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

$$CPUE_j = qB_j + \tau_j$$

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

- **Ecuación de estado**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Ajuste del modelo dinámico de biomasa

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

El enfoque bayesiano en este tipo de análisis permite incorporar información disponible en la literatura y la información obtenida a través de la experiencia de otras investigaciones (conocimiento priori) (PUNT Y HILBORN, 1997). Para nuestro caso, el



conocimiento priori sobre los parámetros del modelo fue obtenido de la Base de datos del FishBase (FROESE Y PAULY, 2019) (Tabla 1).

Tabla 1. Distribución priori de los parámetros del modelo estado-espacio de biomasa dinámica para cabinza *I. conceptionis*

Parámetro	Símbolo	Distribución <i>priori</i>
Capacidad de carga	K	Log-normal (0.001, 0.94) I (máx.(captura), 7*máx.(captura))
Tasa de crecimiento poblacional	r	Uniforme (0.2, 0.8)
Coefficiente de capturabilidad	q	Gamma (0.001, 0.001)
Error de proceso	σ^2	Gamma-inv (0.001, 0.001)
Proporción entre B_j/K	P_j	Log-normal (P_{obs} , σ^2)
Captura por unidad de esfuerzo	U_j	Log-normal (U_{obs} , τ^2)

Se realizaron tres series o cadenas de medio millón (500 000) de simulaciones cada una, de las cuales se descartaron las primeras 300 000 como periodo de "calentamiento o burning". Para probar la convergencia y la ausencia de autocorrelación de las cadenas de simulaciones, se utilizó el paquete "coda" del software estadístico R. Para caracterizar la distribución posteriori de los parámetros, se hizo un re-muestreo considerándose un (01) valor cada diez (10) simulaciones.

Puntos biológicos de referencia - PBR

Los niveles de biomasa y tasas de captura que maximizan el modelo de producción son importantes como puntos biológicos de referencia para el Máximo Rendimiento Sostenible (MRS). Para el modelo empleado en la presente evaluación, el nivel de biomasa que genera el MRS es:

$$B_{MRS} = \frac{K}{2}$$

El mismo que corresponde a una mortalidad por pesca (F_{MRS}):

$$F_{MRS} = r/2$$

Asociándose al valor del máximo rendimiento sostenible (MRS):

$$MRS = \frac{r * K}{4}$$

Asimismo, fueron considerados otros puntos de referencia basados en el criterio de reducir significativamente el esfuerzo de pesca sin afectar significativamente el MRS, dentro de los cuales tenemos:

$F_{0.1}$: en el manejo pesquero, el valor de F es la pendiente de la curva de rendimiento es una décima parte de su valor cerca al origen. En condiciones de equilibrio, la estimación de este PBR es:

$$F_{0.1} = 0.9 * r/2$$



$F_{2/3MRS}$: considerado como una medida más conservadora fue estimada como:

$$F_{\frac{2}{3}MRS} = \frac{2}{3} F_{MRS}$$

Para cada PBR fue estimado su nivel de rendimiento asociado.

Medias de Ordenación

Talla Mínima de Captura

Talla de primera madurez (TPM)

Con fines de manejo, los análisis realizados para la estimación de la TPM consideraron solo la información disponible correspondiente a hembras, debido a que estas son las responsables del desove.

Para la determinación de la madurez sexual, existen algunas escalas de catalogación macróscopica. En este caso, se empleó la catalogación de Johansen (1924) que consiste de 8 estadios de maduración. En este contexto, la Talla de Primera Madurez equivale a la talla media del grupo de los individuos que por primera vez en su ciclo vital comienzan a ser sexualmente maduros. Teóricamente estos individuos jóvenes, luego de pasar la etapa virginal de su ontogenia, comienzan a desarrollar en las gónadas características diferenciales propias de la madurez sexual, que las ubican en el estadio III de la escala de Johansen.

Para estimar la talla de primera madurez se contrastan para cada rango de tamaño, los ejemplares en estado de inmaduros (virginales) con todos los que se encuentran en fase de maduración inicial o más avanzada. Conforme el rango de tamaño se incrementa, la proporción o porcentaje de individuos en fase de maduración inicial o más avanzada también se incrementa. La curva de porcentaje de maduración en el rango de tamaños u Ojivas de Madurez, semeja a una curva sigmoidea, en la cual el 50% representa la Talla de Primera Madurez (Vazzoler, 1982).

La aplicación de esta metodología consistió en los siguientes pasos:

- Garantizar, en lo posible, la cobertura de un amplio rango de tallas, desde ejemplares pequeños hasta grandes.
- Identificar los principales picos de desove, para lo cual se analizó la variación temporal del Índice Gonadosomático (IGS).
- Categorizar las hembras en dos (02) sub-grupos: inmaduras, aquellas que presentaron estadios de madurez gonadal I y II; y el grupo de maduras estuvo compuesto por los estadios III y IV. No se consideraron los demás estadios de madurez debido a que el objetivo de este análisis es identificar la talla de transición entre inmaduros y maduros.
- Aplicación del modelo logístico de madurez sexual.



Las proporciones de hembras maduras a la longitud total (Lt) fue ajustada a una regresión logística o modelo lineal generalizado con familia binomial y enlace logit en la plataforma estadística R.

$$\text{logit} = \log\left(\frac{p}{1-p}\right)$$

Donde 1-p es la probabilidad de "fracaso". En los análisis de madurez un "éxito" se define como "estar maduro" y un "fracaso" como "estar inmaduro". Con esta transformación se forma un modelo lineal con:

$$\text{logit}(p) = a + b * X$$

O visualmente:

$$\log\left(\frac{p}{1-p}\right) = a + b * X$$

Donde X es la variable explicativa (Lt), a y b son estimaciones del intercepto y la pendiente del modelo ajustado.

Asimismo, se ha realizado un Bootstrap (1000 réplicas) del modelo para obtener el intervalo de confianza al 95% de la TPM, utilizando el percentil 0,025 para estimar el límite inferior y el percentil 0,975 para el límite superior.



R. GUEVARA

Estimación de Talla Mínima de Captura (TMC)

La estimación de la TMC fue realizada considerando como punto de partida la TPM, al cual, conceptualmente, se le agrega un incremento en longitud (ΔL) en un intervalo de tiempo (Δt) que experimenta la hembra hasta el inicio del proceso de desove. Este concepto biológico se expresa de la siguiente forma:

$$TMC = TPM + \Delta L$$

$$\Delta L = TMC - TPM = (L_{\infty} - TPM) * (1 - \exp(-K * \Delta t))$$

Donde ΔL es el incremento de longitud que logrará el pez en el intervalo de tiempo t ; Δt representa al tiempo que transcurre entre la talla de primera madurez y el primer desove; L_{∞} y K son los parámetros de la función de crecimiento de Von Bertalanffy.



C. YAMASHIRO

Parámetros de crecimiento de cabinza

Los valores de los parámetros de crecimiento utilizados en el presente análisis fueron obtenidos del trabajo realizado por GOICOCHEA *et al.*, (2012).

$$L_{\infty}=36.4 \text{ cm}; K=0,299 \text{ y } t_0 = -0,542$$



V. LASCOVIC

RESULTADOS

• INDICADORES DE LA PESQUERÍA

Desembarques

El desembarque histórico anual de cabinza (1950-2018) ha sido fluctuante en el tiempo, observándose importantes volúmenes de extracción entre los años 1973 (4 109 t, después de El Niño 1972-1973), 2002 (5 606 t, durante El Niño débil 2002), 2003 (5 385 t, después de El Niño débil 2002), 2009 (4 699 t, durante El Niño débil 2009) y 2010 (4 142 t, durante La Niña moderada 2010). Asimismo, se registró en promedio, alrededor de 3 000 t de cabinza durante el periodo 1996-2018 (Figura 3). Cabe señalar, que durante o después de la ocurrencia de un evento El Niño o La Niña, la disponibilidad del recurso aumenta, reflejándose en el incremento de los desembarques.

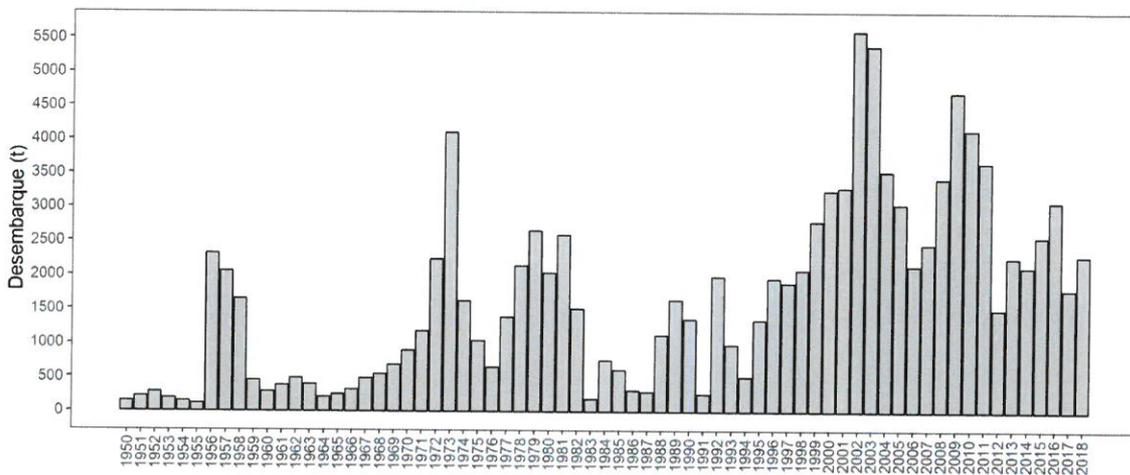


Figura 3. Desembarques históricos de *Isacia conceptionis* "cabinza" (1950-2018). Fuente: PRODUCE (1950-2017, 2018 cifra preliminar)

En la zona norte, la cabinza mostró bajos niveles de desembarque (11% a nivel nacional); sin embargo, en el año 2010 las capturas llegaron a superar los valores registrados en las zonas centro y sur. El 69% de los desembarques a nivel nacional se registraron en la zona centro, con valores máximos durante el 2002-2003, cabe señalar, que en el periodo 2009–2014 se observó una tendencia descendente de los desembarques, para después incrementar y mantenerse relativamente estable durante los últimos años. Por último, los desembarques en la zona sur representaron el 21%, mostrando una tendencia ascendente desde 1996 al 2011, para después mostrar una tendencia negativa (Figura 4).



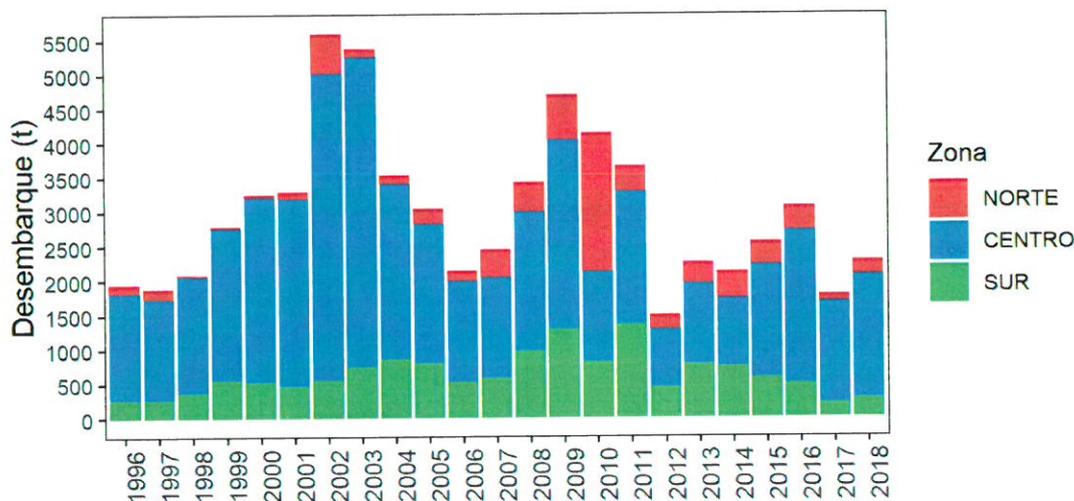


Figura 4. Estimados de desembarques (t) de cabinza *Isacia conceptionis* en las zonas norte, centro y sur del litoral peruano en el periodo 1996-2018. Fuente: IMARPE (uso para fines científicos)

Artes y aparejos de pesca

La cabinza es capturada con diversos artes o aparejos de pesca y los mayores volúmenes de desembarque correspondieron a cerco (87%), cortina (7%) y pinta (3%) durante el periodo 1996-2018. Cabe mencionar que las capturas realizadas con el arte de cerco son representativas durante el periodo analizado (Figura 5).

Los resultados indican que otras artes o aparejos de pesca que son empleadas en las actividades extractivas de este recurso como el chinchorro, trasmallo, entre otros, muestran pequeños niveles de desembarque.

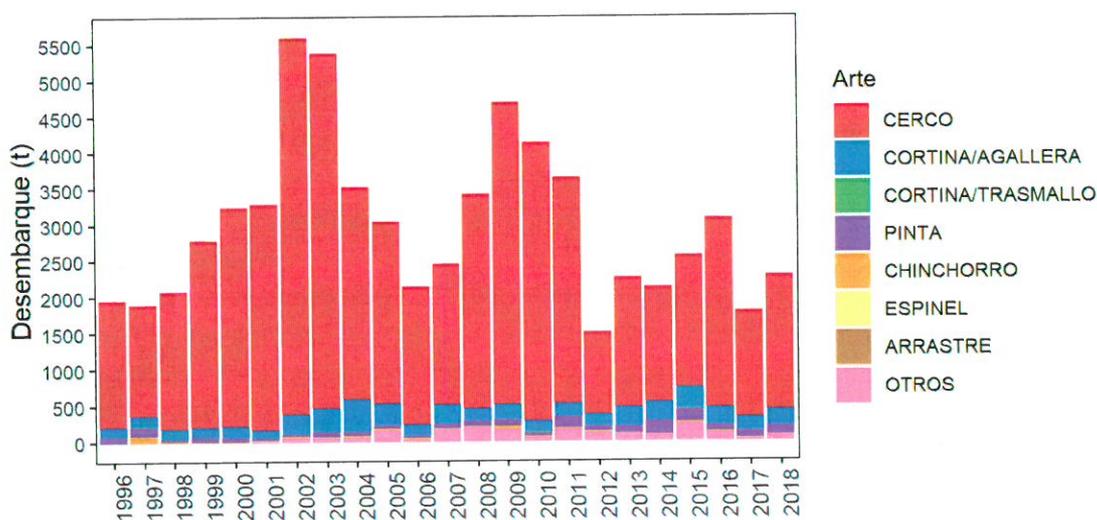


Figura 5. Estimados de desembarques anuales (t) de cabinza *Isacia conceptionis* en función de sus artes de pesca en el periodo 1996-2018. Fuente: IMARPE



Distribución

Durante el periodo 1996-2018, los registros de áreas de pesca muestran una amplia distribución de la cabinza a lo largo del litoral peruano (Figura 6). Asimismo, la distribución de la flota artesanal que emplea artes o aparejos de pesca tipo cerco, cortina y pinta muestran similar distribución. En general, la distribución de la flota fue similar a través del tiempo a pesar de observar eventos cálidos y fríos tipo El Niño y La Niña.

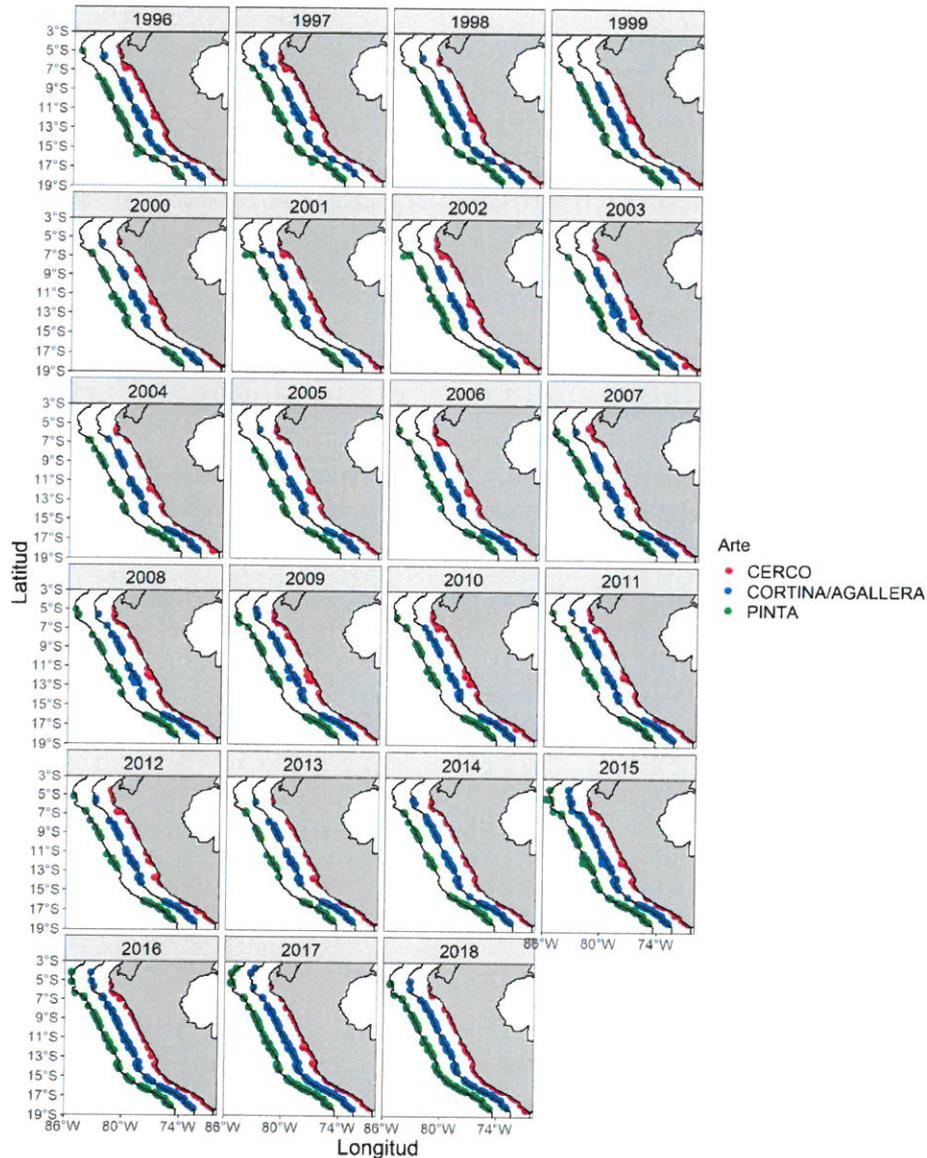


Figura 6. Distribución de áreas de pesca de cabinza según artes de pesca: cerco, cortina/agallera y pinta durante 1996-2018

- INDICADORES BIOLÓGICOS

Tallas medias

La serie histórica de tallas medias de cabinza muestra variaciones con valores máximos durante el periodo 1972 -1991, encontrándose próximo al nivel de la Talla Mínima de

Captura (TMC) (R.M. N° 209-2001-PE). Después de ello, la talla media registró una ligera disminución con valores por debajo de la TMC. Sin embargo, a partir del 2011 se observó una tendencia ascendente próximo al nivel de la TMC para mantenerse relativamente estable durante los últimos años del periodo evaluado (Figura 7). Asimismo, las tallas medias para las principales zonas de extracción del recurso (centro y sur), presentaron un comportamiento similar al registrado a nivel nacional (Figura 8).

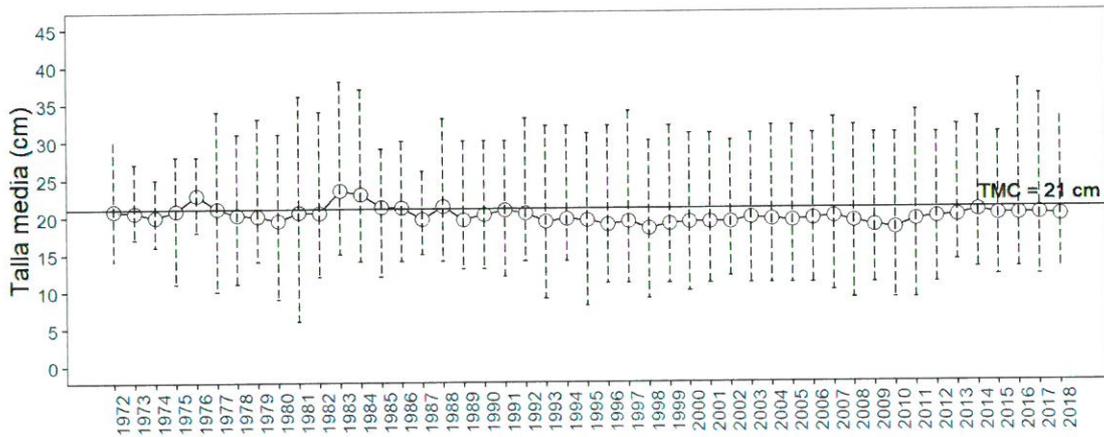


Figura 7. Evolución de la talla media de cabina *Isacia conceptionis* durante el periodo 1972-2018. Línea punteada vertical muestra la talla mínima y máxima

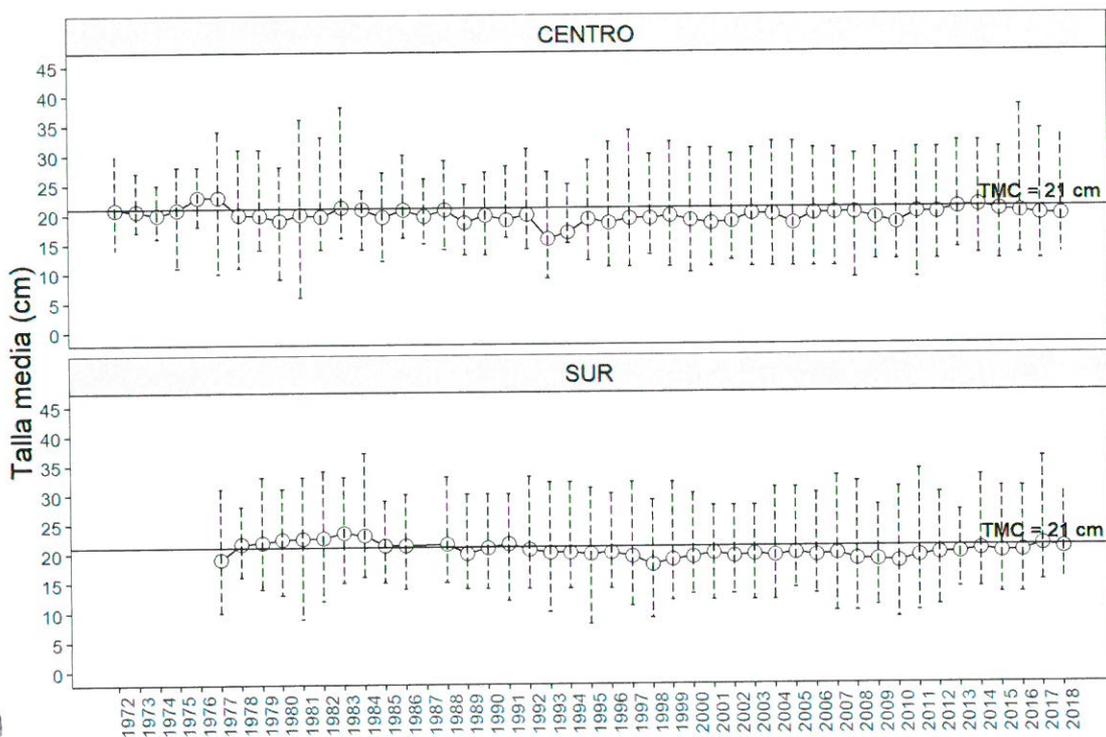
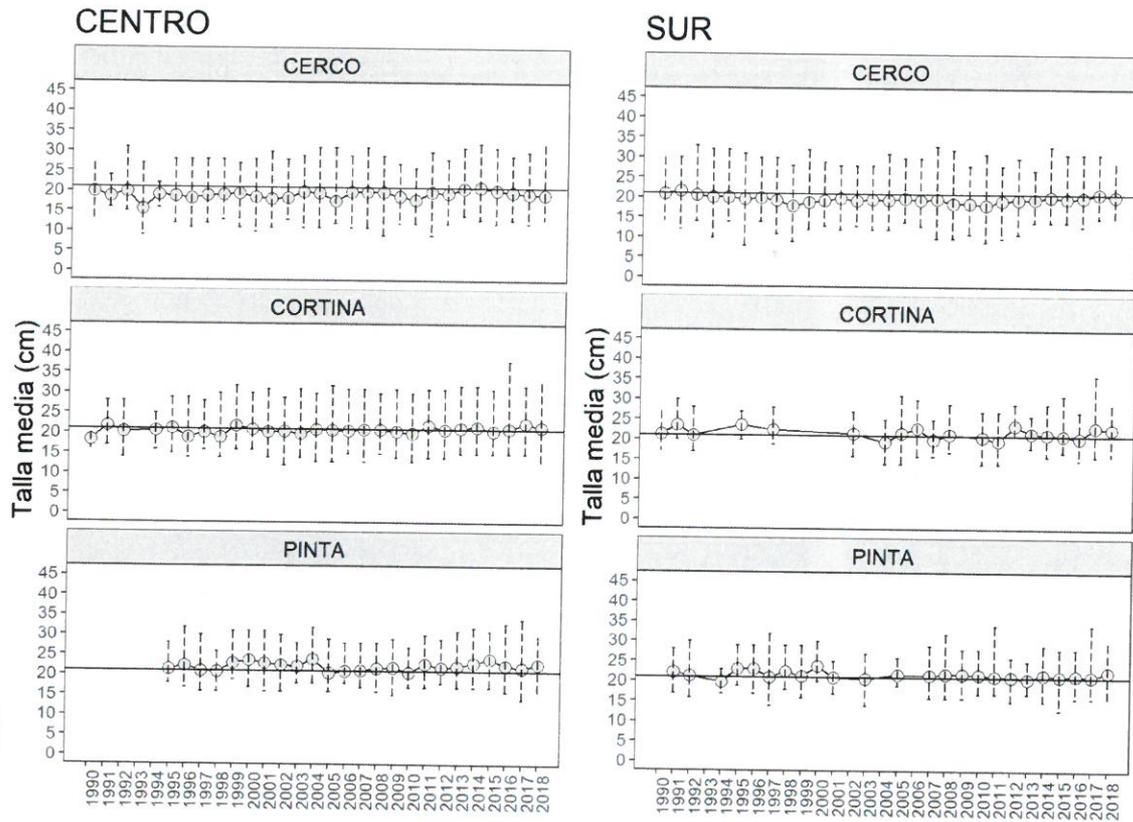


Figura 8. Evolución de la talla media de cabina *Isacia conceptionis* para la zona centro y sur. Línea punteada vertical muestra la talla mínima y máxima

Según zonas y artes de pesca, las tallas medias se registraron por debajo de la TMC para las dos zonas con el arte de cerco, mientras que en el caso de la cortina y pinta se registraron valores a nivel o sobre la TMC (Figura 9).




 R. GUEVARA

Figura 9. Evolución de la talla media de cabeza *Isacia conceptionis* por zonas y arte de pesca periodo 1990-2018. Línea continua indica la TMC y línea punteada vertical muestra la talla mínima y máxima

Índice gonadosomático

Los valores de IGS muestran un ciclo reproductivo marcado frente al litoral peruano, observando sus máximos valores entre los meses de octubre y enero (Figura 10). Asimismo, el IGS latitudinalmente muestra un comportamiento similar; indicando una mayor presencia de individuos madurantes y desovantes entre los meses de primavera y verano (Figura 11).


 DGIRD
 YAMASHIRO


 V. BLASKOVIĆ

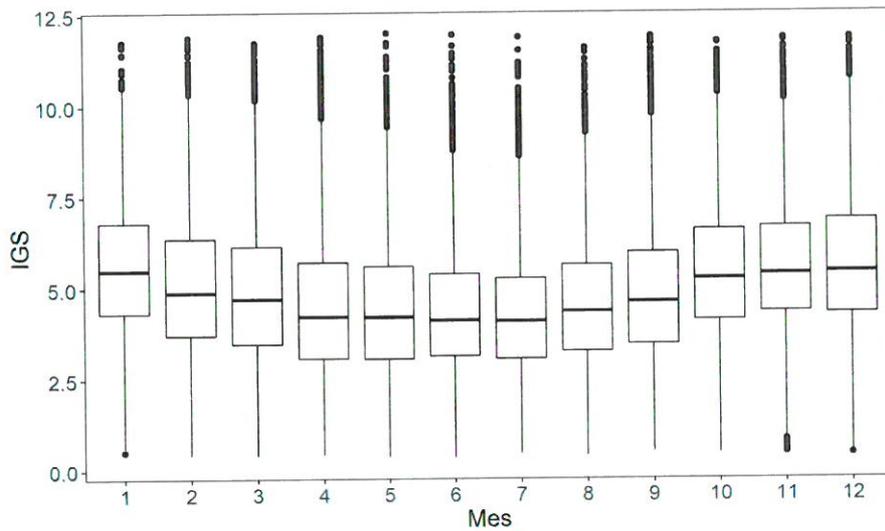


Figura 10. Índice gonadosomático de cabinsa *Isacia conceptionis* frente al litoral peruano durante el periodo 2000-2018

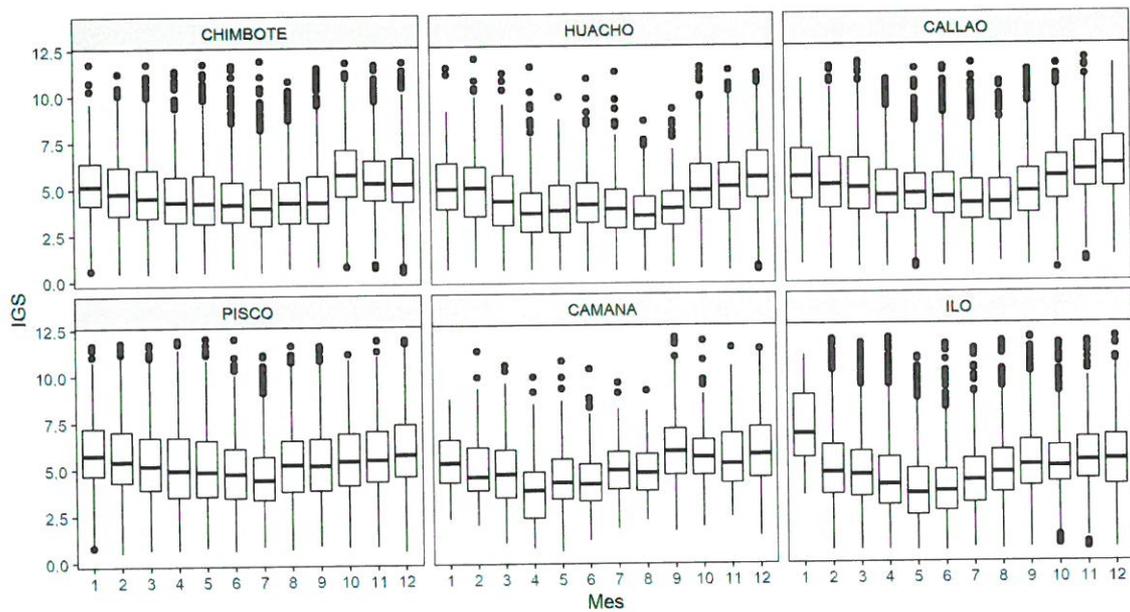


Figura 11. Índice gonadosomático de cabinsa *Isacia conceptionis* según su distribución geográfica periodo 2000-2018

• INDICADORES DEL STOCK

Estandarización de la CPUE

La bondad del ajuste del modelo y la significatividad de las variables fue contrastada mediante un análisis de residuos (Figura 12). Los residuales se distribuyeron adecuadamente en relación a los valores predichos y tuvieron una distribución normal, aunque con algunos pequeños desvíos en los extremos.



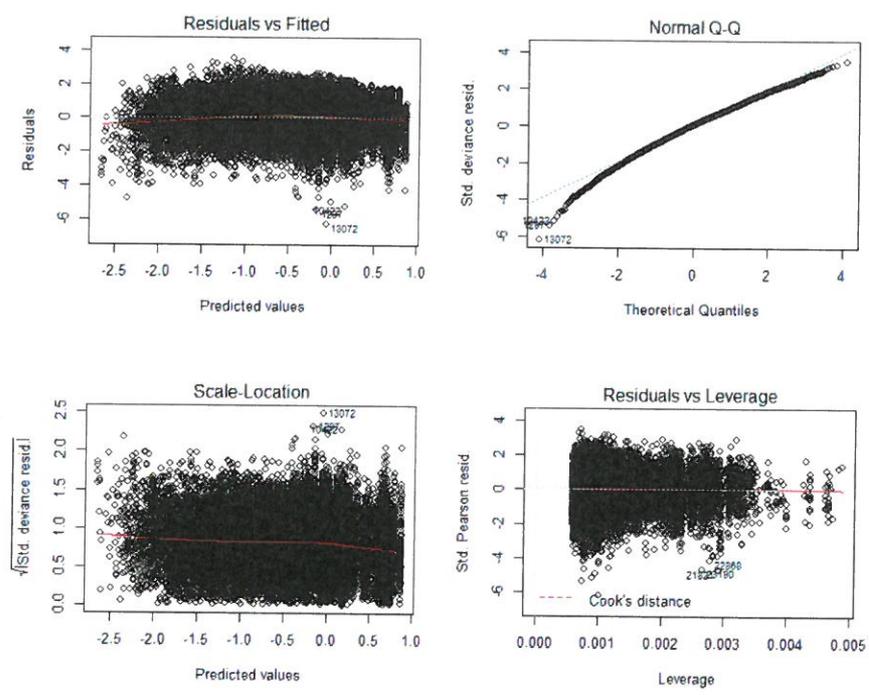


Figura 12. Residuos del modelo GLM aplicado sobre la CPUE de cabinza en el litoral peruano. Periodo, 1996-2018


R. GUEVARA

El efecto obtenido, a partir de la estandarización de la CPUE, fue suavizar los “picos extremos” de la serie de CPUE observada. La CPUE estandarizada mostró una tendencia fluctuante desde 1996 al 2001 y relativamente estable del 2002 al 2007, para luego presentar un ligero incremento hasta el 2009. Después de este periodo, la CPUE mostró una tendencia descendente hasta el 2015, con un incremento en el 2016 y mantenerse relativamente estable durante los últimos años del periodo evaluado (Figura 13).

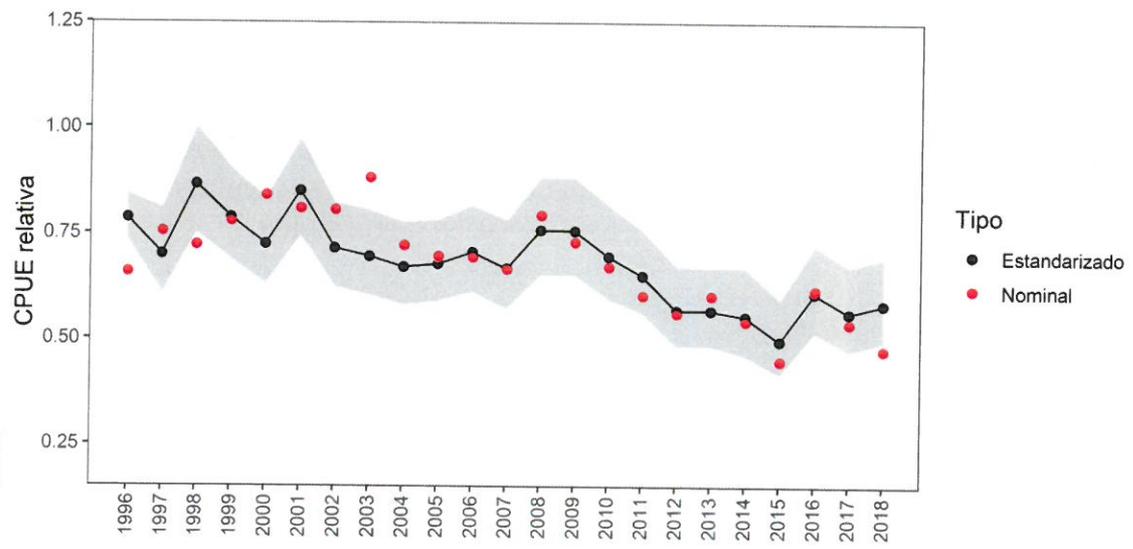


Figura 13. Variación de la CPUE estandarizada vs CPUE nominal de cabinza. Periodo, 1996 - 2018 (banda gris, representa los límites de confiabilidad al 95%)


C. YAMASHIRO


V. BLASKOVIC

Método CMSY - FROESE *et al.* (2016)

Los resultados obtenidos por el CMSY muestran una recuperación de la biomasa desde el año 2015. Los parámetros poblacionales estimados por modelo se muestran en la Tabla 2, mientras que los puntos biológicos de referencia en la Tabla 3.

Tabla 2. Parámetros biológicos de cabinza a través del CMSY con su valor medio e intervalos de credibilidad al 95%

Parámetros	Mediana	Unidades	Intervalos de credibilidad
r	0.566	año ⁻¹	0.407 - 0.785
K (t)	22 652.08	t	14 991.94 – 34 226.18

Tabla 3. Puntos biológicos de referencia de cabinza a través del CMSY con su valor medio e intervalos de credibilidad al 95%

Puntos biológicos	Mediana	Unidades	Intervalos de credibilidad
MRS	3 202.58	t	2 711.16 – 3 783.07
B _{MRS} (t)	11 326.04	t	7 495.97 – 17 113.09
F _{MRS}	0.283	año ⁻¹	0.204 - 0.392
B ₂₀₁₈ /B _{MRS}	1.219		0.650 - 1.395
F ₂₀₁₈ /F _{MRS}	0.586		0.512 – 1.100



R. GUEVARA

Los desembarques anuales de cabinza fueron registrados por encima del MRS a mediados de la década de los 70s, así como en los periodos 2000-2004 y 2008-2011 (Figura 14A); mientras que la biomasa anual mostró una tendencia fluctuante negativa en el tiempo, con biomasa por debajo de la B_{MRS} entre los años 2006-2007 y 2011-2014; asimismo, la biomasa a partir del año 2013 presentó un incremento paulatino hasta sobrepasar la B_{MRS} (Figura 14B), debido a que los desembarques y mortalidad por pesca a partir del 2012 presentaron valores por debajo del MRS y F_{MRS}, respectivamente (Figura 14A y 14C).

Por último, el diagrama de Kobe muestra las trayectorias de B_t/B_{MRS} (eje vertical) y F_t/F_{MRS} (eje horizontal) indicando que en la actualidad *I. conceptionis* se encuentra en un estado de plena explotación (B₂₀₁₈/B_{MRS} = 1.22 y F₂₀₁₈/F_{MRS} = 0.59) (Figura 14D).



C. YAMASHIRO



V. RASKOVIĆ

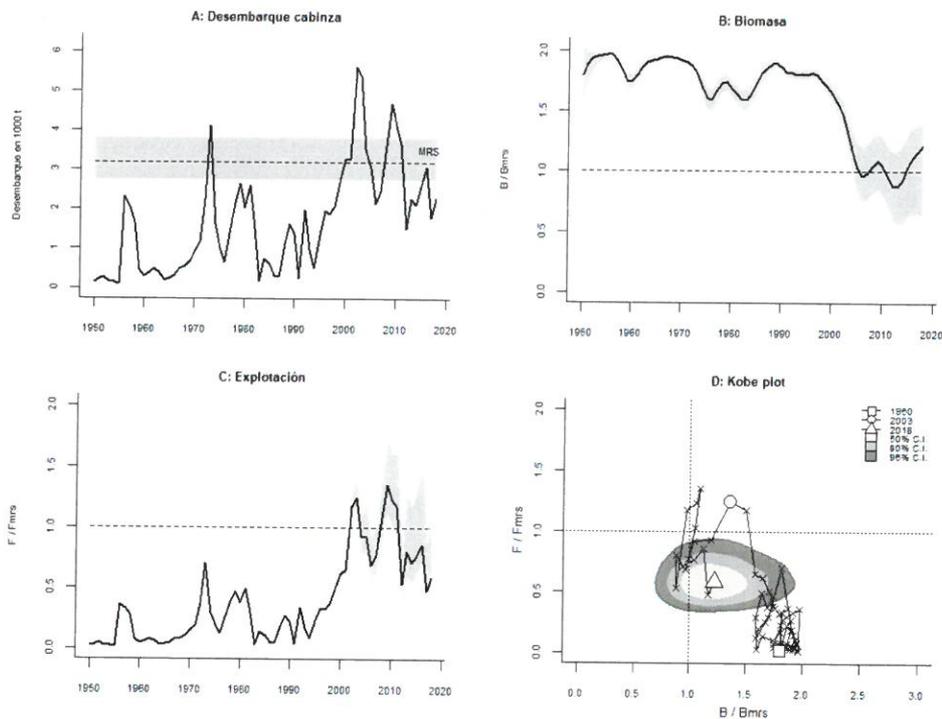


Figura 14. Panel A: Serie de desembarques con el máximo rendimiento sostenible (MRS) y sus intervalos de credibilidad (línea punteada en negro y banda gris, respectivamente). Panel B: Serie de Biomasa (B) con respecto a la Biomasa del rendimiento máximo sostenible (B_{MRS}). Panel C: Serie de Mortalidad por pesca (F) con respecto a la mortalidad por pesca del rendimiento máximo sostenible (F_{MRS}). Panel D: Kobeplot

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU
DIRECCION EJECUTIVA CIENTIFICA
R. GUEVARA

Modelo Dinámico de Biomasa tipo Espacio – Estado

En general, el ajuste del modelo dinámico de biomasa a los índices de abundancia fue considerado bueno, debido a que se consiguió representar adecuadamente la variación de la serie de CPUE estandarizada (Figura 15).

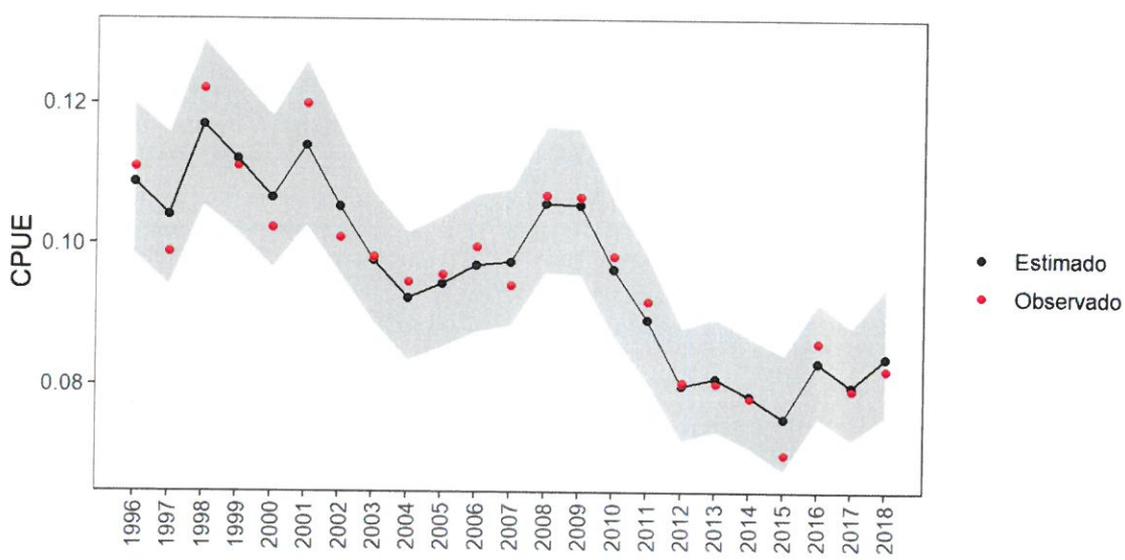


Figura 15. Ajuste del modelo dinámico de biomasa de cabinza *Isacia conceptionis* durante el periodo 1996-2018 (banda gris, representa los límites de confiabilidad al 95%)

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU
DIRECCION EJECUTIVA CIENTIFICA
YAMASHIRO
AFIPDSB
PERU
V. PLASKOVIC

Los parámetros poblacionales estimados por el modelo fueron de 25 814 t para la capacidad de carga (k), de 0,54 año⁻¹ para tasa de crecimiento poblacional (r) y 5,68*10⁻⁰⁶ para el coeficiente de capturabilidad (Tabla 4).

Tabla 4. Valor medio, desviación estándar e intervalos de credibilidad del modelo dinámico de biomasa para cabinza *Isacia conceptionis*

Parámetros	Media	Unidades	S.D.	Intervalos de Credibilidad	
				2.50%	97.50%
K	25814.33	t	5344.67	17322.82	37221.93
r	0.541	año ⁻¹	0.128	0.311	0.776
q	5.68E-06		1.28E-06	3.68E-06	8.47E-06
σ^2	9.96E-03		5.50E-03	2.95E-03	2.37E-02

Las distribuciones *posteriori* de los parámetros estimados son mostradas en la Figura 16. El comportamiento de los parámetros r , K y q fue del tipo simétrica, simulando una distribución normal, aunque la capacidad de carga y coeficiente de capturabilidad mostró leve asimetría a la izquierda. Por otro lado, el error de proceso (σ^2) muestra asimetría a la izquierda, indicando una distribución del tipo Gamma o Log normal.

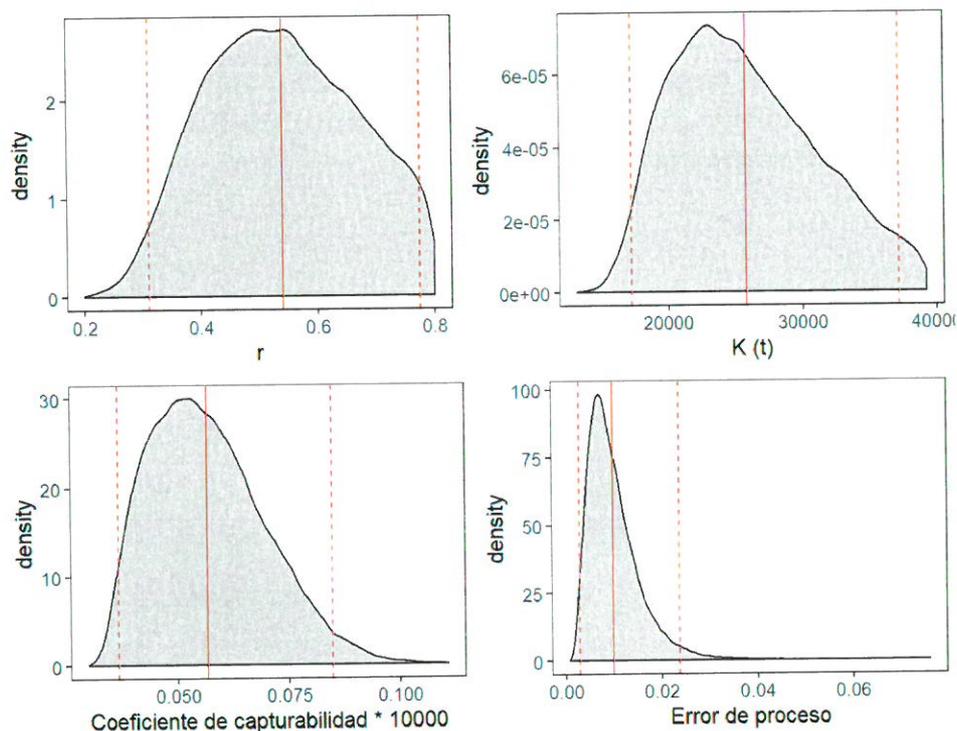


Figura 16. Distribución *a posteriori* de los parámetros del modelo dinámico de biomasa para cabinza *Isacia conceptionis*. La línea roja continua y discontinua representan los valores medios y límites de credibilidad, respectivamente

La biomasa media estimada según el modelo muestra una tendencia descendente desde 1996 al 2015, hasta encontrarse cerca al valor promedio de $K/2$ (nivel de biomasa para alcanzar el máximo rendimiento sostenible). Después de ello, los niveles de biomasa mostraron un leve incremento hasta inicios del año 2019 (o en su defecto para finales del 2018), asociada a la reducción de los niveles de captura, mostrando que el recurso se encontraría en plena explotación. Por otro lado, la mortalidad por pesca (F) presentó una tendencia fluctuante en el tiempo, con valores por debajo del nivel de referencia (F_{MRS}) desde el 2004 (Figura 17).

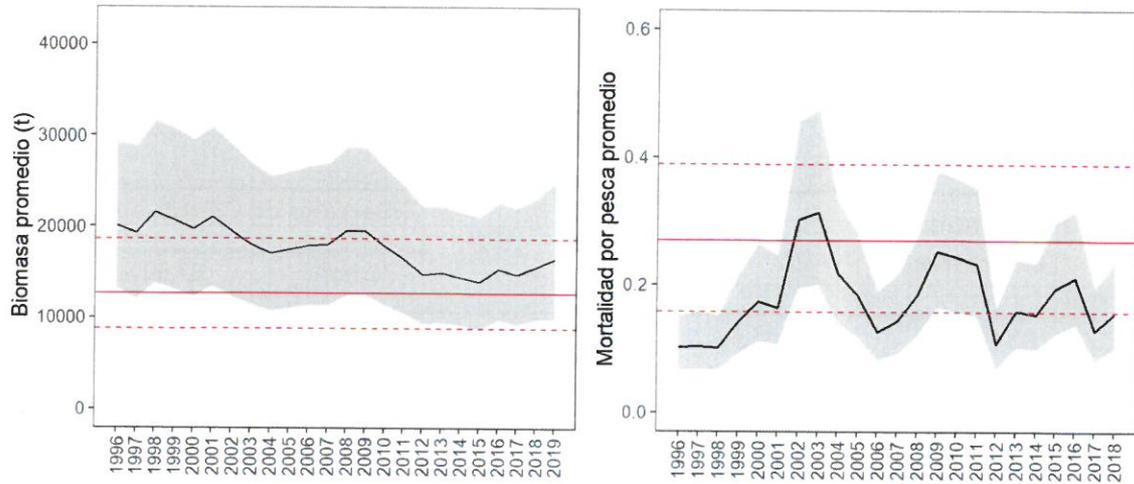


Figura 17. Variación de la biomasa estimada (izquierda) y mortalidad por pesca (F) (derecha) estimadas a través del modelo dinámico de biomasa para cabinza *Isacia conceptionis*. Líneas rojas continuas y discontinuas representan el valor promedio e intervalos de credibilidad para el B_{MRS} ($K/2$) y el F_{MRS} , respectivamente

Para determinar el estado del stock, se consideraron dos (02) indicadores. El primero estuvo dado por la relación entre la biomasa actual y la biomasa a nivel de Máximo Rendimiento Sostenible (B_{MRS}), y el segundo, por la relación entre la mortalidad por pesca actual y la mortalidad por pesca correspondiente al MRS (F_{MRS}) (Tabla 5). En base a los resultados preliminares de esta evaluación, ambos indicadores muestran que el stock de *I. conceptionis* se encuentra en un nivel de plena explotación; debido a que la biomasa actual se encuentra sobre el nivel de la B_{MRS} y la mortalidad por pesca actual por debajo del nivel de la F_{MRS} .

Tabla 5. Media, desviación estándar y límites de credibilidad de los indicadores derivados del modelo dinámico de biomasa para cabinza *Isacia conceptionis*

Indicadores	Media	S.D.	Intervalos de Credibilidad	
			2.50%	97.50%
B_{act}/B_{MRS}	1.279	0.164	0.976	1.629
F_{act}/F_{MRS}	0.586	0.107	0.404	0.829



R. GUEVARA



C. YAMASHIRO



V. ŽASKOVIĆ

Los indicadores de estado de la población derivados del modelo permitieron determinar que el stock de cabinza en aguas peruanas se encuentra en niveles de plena explotación. El Máximo Rendimiento Sostenible (MRS) estimado en 3 345 t, así como la mortalidad por pesca a nivel de MRS (F_{MRS}) deben considerarse como puntos de referencia límite y no objetivo (CADDY & MAHON, 1995; MACE, 2001).

Ello debido a que los supuestos que generan el cálculo del MRS asumen condiciones de equilibrio. Considerando esta situación, también se han estimado puntos de referencia alternativos y de menor riesgo como el $F_{0.1}$ y el rendimiento a este nivel de pesca $Y_{0.1}$ los cuales fueron estimados en 0,24 año⁻¹ y 3 312 t, respectivamente (Tabla 6).

Tabla 6. Media, desviación estándar y límites de credibilidad de los puntos biológicos de referencia derivados del modelo dinámico de biomasa para cabinza *Isacia conceptionis*

Puntos Biológicos de Referencia	Media	Unidades	S.D.	Intervalos de Credibilidad	
				2.50%	97.50%
MRS	3345.25	t	452.10	2498.78	4307.47
B_{MRS}	12907.16	t	2672.34	8661.41	18610.97
E_{MRS}	47994	días	7939	34140	65596
F_{MRS}	0.270	año ⁻¹	0.064	0.156	0.388
$F_{0.1}$	0.243	año ⁻¹	0.058	0.140	0.349
$Y_{0.1}$	3311.80	t	447.58	2473.79	4264.39



Asimismo, se ha considerado adicionalmente otro punto biológico de referencia: la captura a nivel de $2/3 F_{MRS}$ (dos tercios de la mortalidad por pesca a nivel de MRS) (CADDY & MAHON, 1995), que se basa en el criterio arbitrario según algunos, de reducir significativamente el esfuerzo de pesca sin mellar significativamente el MRS. En este caso, el rendimiento anual considerando este punto biológico de referencia alternativo equivale a 2 974 toneladas. De forma similar a lo mostrado en la aplicación del CMSY, se muestra el kobepplot derivado de los resultados obtenidos mediante la aplicación del modelo dinámico de biomasa, donde se observa que la situación actual de la población de cabinza se ubica en la zona verde, zona deseable e indicadora de una población saludable (Figura 18). Asimismo, se plasma la incertidumbre asociada a la aplicación del modelo dinámico de biomasa, las cuales son representadas con puntos en color negros y su densidad asociada en áreas de color gris.



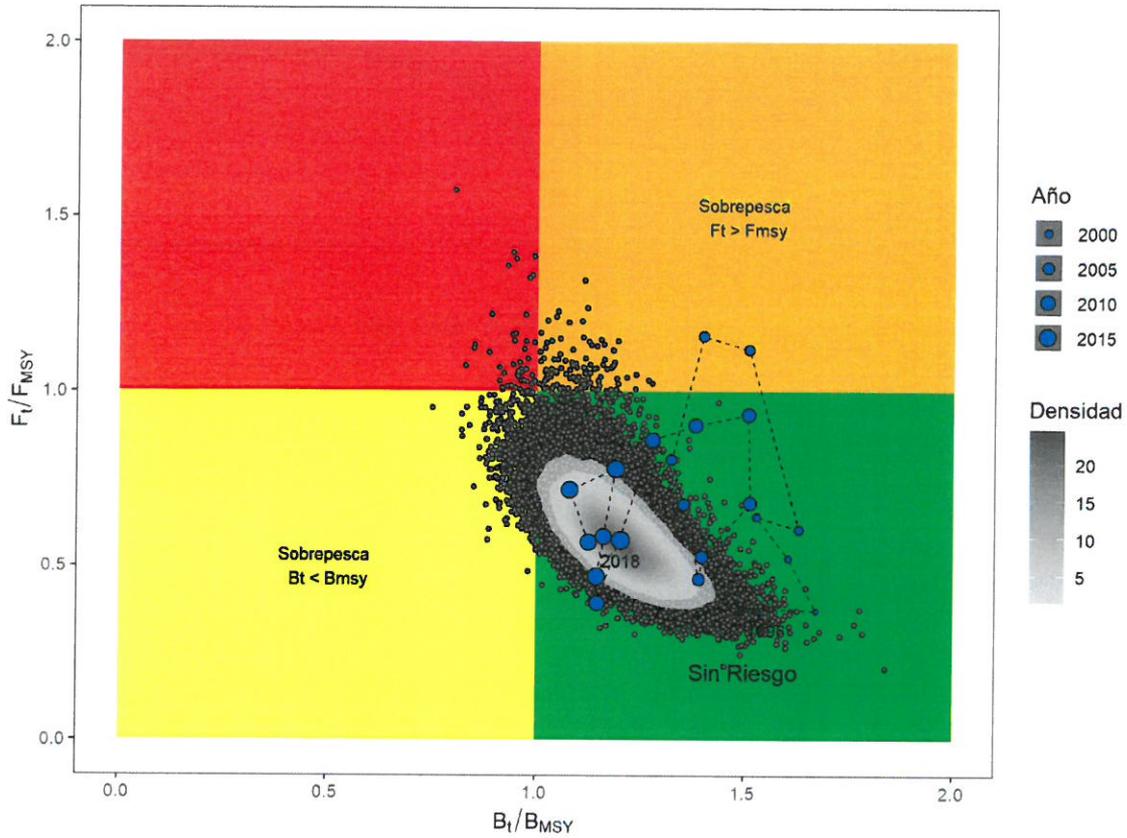


Figura 18. Diagrama de Kobeplot para la pesquería de cabinza *Isacia conceptionis*.

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU
DIRECCION EJECUTIVA CIENTIFICA
R. GUEVARA

• MEDIDAS DE ORDENACIÓN

Talla de Primera Madurez

La talla de primera madurez estimada para el recurso cabinza fue de 16,67 cm de LT (Figura 19), con intervalos de credibilidad al 95% de 16,55 – 16,78 cm para el periodo 2000-2018 (Tabla 7).

La edad correspondiente a la talla de primera madurez estimada, en base a los parámetros de crecimiento considerados en el presente análisis, muestran que la cabinza alcanza su primera madurez a la edad aproximada de 1,51 años.

Tabla 7. Valor medio, desviación estándar e intervalos de credibilidad de las estimaciones de la talla de primera madurez de cabinza *Isacia conceptionis*

Periodo	Media	S.D.	Límite inferior	Límite superior
2000 - 2018	16,67 cm.	0.060	16,55 cm.	16,78 cm.

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU
DGIRDL
G. YAMASHIRO

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU
AFIPGBL
J. BLASKOVIC

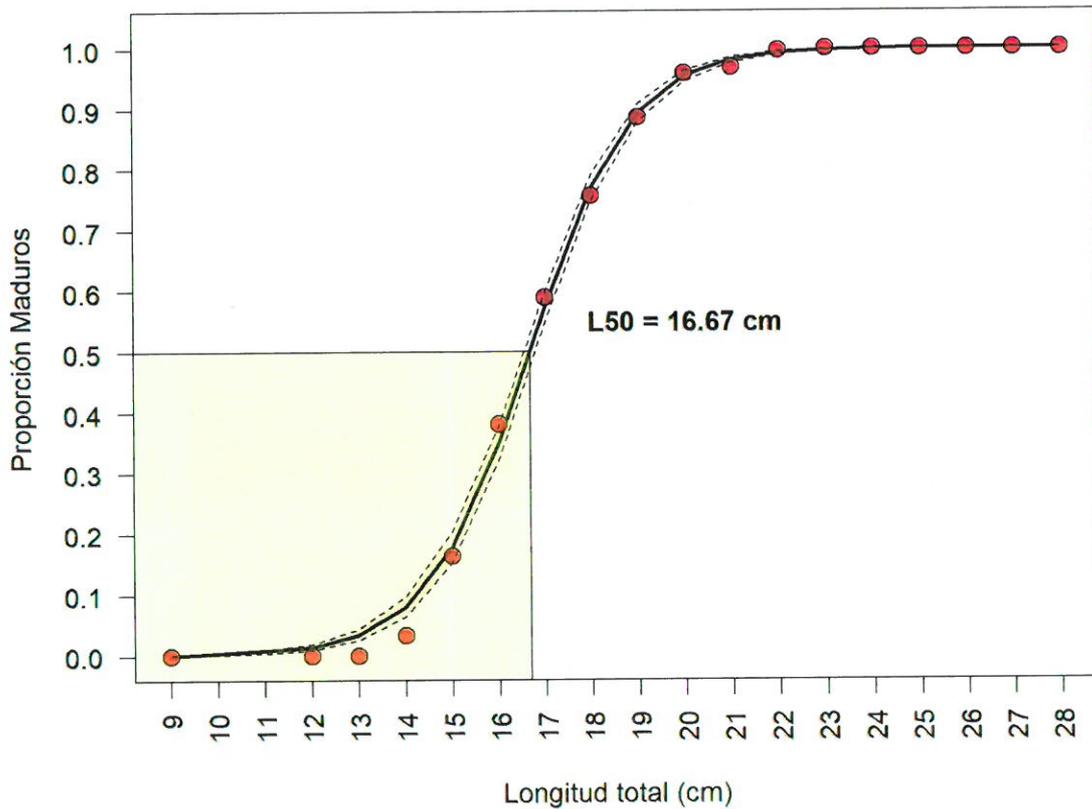


Figura 19. Curva logística de madurez sexual de la cabinsa *Isacia conceptionis* para el periodo 2001 - 2018



Talla Mínima de Captura

El ciclo reproductivo de cabinsa presenta un periodo de reproducción durante las estaciones de primavera-verano, siendo los meses de octubre a enero los más importantes (Figura 10). Asimismo, el recurso requiere de aproximadamente 4 meses (Δt) para ingresar a un periodo importante de reproducción (noviembre), desde que inicia su maduración gonadal (julio) (Figura 20). Esto se explica con la figura inferior derecha de Estadio vs. IGS, en la cual el valor medio de IGS para un estadio 4 (madurantes) es de aproximadamente 4, mientras que el valor medio de un estadio 6 (desovante) es de aproximadamente 5.5.



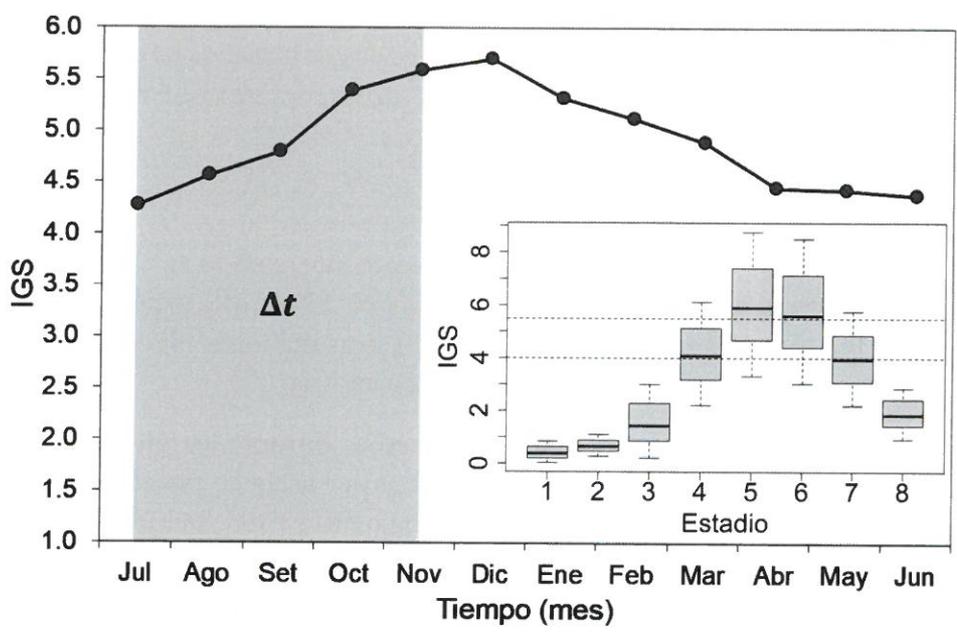


Figura 20. Variación del Índice Gonadosomático de cabinza *Isacia Conceptionis*

La talla mínima de captura requiere la estimación del tiempo que tardaría un individuo maduro hembra en participar de al menos en un evento de desove, antes de ser capturado. En este sentido, existe un periodo de madurez gonadal, es decir, una etapa de maduración, una etapa de desove y una etapa de reposo. Según el análisis del ciclo reproductivo de cabinza, entre la etapa de maduración y la de desove existe un tiempo de aproximadamente 4 meses (Δt). Bajo este escenario, se muestran los valores considerados como inputs para la estimación de la Talla Mínima de Captura (Tabla 8), el mismo que fue estimado en 19 cm LT.


R. GUEVARA

Tabla 8. Inputs y estimación de la Talla Mínima de Captura de la cabinza *Isacia conceptionis*

	Edad (años)	Talla (cm)
TPM	1.51	16.67
Δt	0.33	1.87
TMC	1.84	18.54 \approx 19.0


C. YAMASHIRO

Para determinar el porcentaje de tolerancia, se han considerado criterios que se han basado en la experiencia y en las medidas de precaución partiendo del concepto de selectividad.


V. BLASKOVIC

La selectividad se define como la fracción de peces que es retenida en un determinado tamaño de malla. Esta fracción, cuando se grafica en función del tamaño, adopta la figura de una "ojiva" (forma de S), similar al mostrado en la Figura 19. En general, una "ojiva de selectividad" se puede caracterizar como una función por dos parámetros: la longitud en la que se retiene el 50% (L_{50}) y el rango de selección (RS). A su vez, el RS está determinado por la longitud en la que se retiene el 25% (L_{25}) y la que retiene al 75% (L_{75}) de los individuos que interactúan con la red.

A partir del concepto de Rango de Selección, se puede definir objetivamente el "Porcentaje de Tolerancia" como la fracción de peces cuyos tamaños se encuentren entre L25 y L50. Con esto, el "Porcentaje de Tolerancia" de ejemplares por debajo de la talla mínima de captura equivaldría al 25% en número.

DISCUSIÓN

Si bien la cabinza es una especie explotada históricamente, siendo su valor comercial y abundancia muy comparable al de la lorna (MEJIA *et al.*, 1970), esta especie ha mostrado desembarques fluctuantes en el tiempo (Figura 3), con mayores niveles de captura a partir 1996, asociado al creciente desarrollo de su pesquería.

En general, es importante indicar que las tallas medias durante los últimos 6 años han mostrado valores cercanos (por debajo) a la TMC, y por artes de pesca solo con el arte de cerco se registró (en su mayoría) valores por debajo de la TMC. Debido a que las redes tipo cerco (mayores volúmenes de desembarque) utilizan por lo general un tamaño de malla de 38 mm (establecido en la R.M. N° 209-2001-PE), el cual permite extraer un mayor número de ejemplares por debajo de la TMC, mientras que las redes tipo cortina, utilizan diferentes tamaños de malla que en su mayoría son mayores a lo propuesto en la R.M. N° 209-2001-PE, y el arte de pinta suele utilizar un tamaño de anzuelo que permite extraer ejemplares de mayor talla. Basado en la mejor información científica disponible, se ha realizado un nuevo cálculo de TMC (19 cm) así como el porcentaje de tolerancia en número de ejemplares por debajo de la TMC (25%), cuyos valores puedan responder a la necesidad de explotar razonablemente este importante recurso pesquero. Debe tenerse en consideración que el proceso de implementación de estos nuevos valores van a responder a los criterios, objetivos y estrategias de manejo de la administración pesquera, y pueda desarrollarse de manera progresiva.



R. GUEVARA

Con el objetivo de tener una idea general del posible estado poblacional del recurso, se decidió utilizar un método basado en capturas (CMSY) y un modelo dinámico de biomasa, debido a que éstos son empleados en la actualidad para determinar el grado de explotación y el estado poblacional de los recursos pesqueros, ya que son herramientas útiles para formular medidas de regulación precautoria hasta disponer de una mayor cantidad de información que permita emplear modelos más realistas (p. ej. modelos estructurados por edad).



C. YAMASHIRO

Comparando los resultados obtenidos a través del CMSY y el modelo dinámico de biomasa, se observa que ambos modelos presentan resultados similares. Estos métodos trabajan sobre un modelo de producción tipo Schaefer, pero con supuestos particulares para cada situación. En el caso del CMSY, este método considera como forzante a la media móvil de la captura, asimismo, se parametriza la situación del stock bajo un supuesto del tamaño relativo del stock, basándose en el conocimiento experto, además de considerar que la captura es una secuencia de rendimientos producidos por la biomasa disponible (es decir que la captura es un proxy de la abundancia del stock). Por otro lado, para el modelo dinámico de biomasa se considera la captura total obtenida instantáneamente durante un periodo de tiempo (cada año), y la limitación de la dependencia de los niveles de captura como índice de abundancia se resuelve a través del uso de la CPUE. En general, los resultados muestran que *I. conceptionis* se encuentra en la actualidad en un estado de plena explotación.



#. PLASKOVIC

CONCLUSIONES

- Los mayores desembarques son registrados en las regiones de Ancash, Lima e Ica.
- La principal arte de pesca que incide sobre la captura de cabinza es el cerco, la cual registró valores de tallas medias por debajo de la Talla Mínima de Captura en casi todo el periodo analizado.
- La cabinza presenta un patrón reproductivo bien definido, entre los meses de primavera y verano.
- La talla de primera madurez gonadal (TPM) de cabinza se estimó en 17 cm LT y la talla mínima de captura (TMC) calculada fue de 19 cm LT.
- El porcentaje de tolerancia en número de ejemplares por debajo de la TMC equivale al 25%.
- El stock de cabinza *Isacia conceptionis* frente al litoral peruano se encuentra en niveles de plena explotación.

RECOMENDACIONES

- Adoptar las medidas de conservación correspondientes a un recurso en nivel de plena explotación.
- Considerar la Talla Mínima de Captura (TMC) del recurso cabinza (*Isacia conceptionis*) en 19 cm de Longitud Total (LT), con una tolerancia de hasta 25% de ejemplares (en número), por debajo de la TMC.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BUITRÓN, B; PEREA, A; MORI, J; SÁNCHEZ, J; ROQUE, C. 2011. Protocolo para estudios sobre el proceso reproductivo de peces pelágicos y demersales. Inf. Inst. Mar Perú 38(4): 373-383.

CADDY, J. F.; MAHON, R. 1995. Reference points for fisheries management. FAO Fisheries Technical Paper, Rome, pp.

CASTILLO G, FERNÁNDEZ J, MEDINA A, GUEVARA-CARRASCO R. 2018. Tercera encuesta estructural de la pesquería artesanal en el litoral peruano. Resultados generales. Inf Inst Mar Perú. 45(3): 299-388

CHIRICHIGNO N. 1998. Clave para identificar los peces marinos del Perú. Callao, Perú. 2da edición. 496 pp.

CHIRICHIGNO N, CORNEJO M. 2001. Catálogo comentado de los peces marinos del Perú. Pub. Especial. Inst. Mar Perú. 314 p.

ESPINO, M; YAMASHIRO, C; FERNÁNDEZ, F; CÁRDENAS, G. 1995. Aspectos metodológicos relacionados con el análisis de las pesquerías y sus recursos (Guía para el seguimiento de las pesquerías). Inf. Inst. Mar Perú N° 111: 5-34.

FROESE, R., DEMIREL, N., CORO, G., KLEISNER, K.M., WINKER, H. 2016. Estimating fisheries reference points from catch and resilience. *Fish and Fisheries*. <http://dx.doi.org/10.1111/faf.12190>.



GOICOCHEA, C; MOQUILLAZA, P; MOSTACERO, J; 2012. Edad y crecimiento de *Isacia conceptionis* (Cuvier) en la zona de Ilo, 2009. Inf Inst Mar Perú. 39 (1-2): 18-22

JOHANSEN, A. C. 1924. On the summer and autumn spawning herring in the North Sea. Medel. Forum. Havunders. Fishery. 7(5).119 pp.

MEJÍA, J.; SAMAME, M.; PASTOR, A. 1970. Información básica de los principales peces de consumo. Inf. Esp. Inst. Mar Perú N° IM-62, 20p.

MACE, P. 2001. A new role for MSY in single-species and ecosystem approaches to fisheries stock assessment and management. Fish Fish., 2 (1): 2-32.

MEYER, R.; MILLAR, R. B. 1999. BUGS in Bayesian stock assessments. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 56 (6):1078-1087.

MILLAR, R. B.; MEYER, R. 2000. Non-linear state space modelling of fisheries biomass dynamics by using Metropolis Hastings within-Gibbs sampling. J. Roy. Stat. Soc. Ser. C. (Appl. Stat.), 49 (3): 327-342.

MOQUILLAZA, P. 1995. Algunos aspectos biológicos de la cabinza, *Isacia conceptionis*, en las zonas de Callao e Ilo. Universidad Nacional "San Luis Gonzaga de Ica". Tesis para optar el título de biólogo



R. GUEVARA

PLUMMER, M. 2003. JAGS: A program for analysis of Bayesian graphical models using Gibbs sampling. Proceedings of the 3rd International Workshop on Distributed Statistical Computing. Vienna, Austria.

PUNT, A.; HILBORN, R. A. Y. 1997. Fisheries stock assessment and decision analysis: the Bayesian approach. Rev. Fish Biol. Fish., 7 (1): 35-63.

SCHAEFER, M. B. 1954. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries. Bulletin of Mathematical Biology, 53 (1-2): 253-279.

TRESIERRA, A.; CULQUICHICÓN, Z. 1993. Biología pesquera. Libertad E.I.R.L. La Libertad. p: 137-250, 349-359.

VAZZOLER, A. E. 1982. Manual y métodos para estudios biológicos de poblaciones de Peixes. Reproducción y Crecimiento. CNP/PN2, 108 pp.



C. YAMASHIRO



M. KASKOVIC

Callao, setiembre 2019