



**DETERMINACIÓN DEL ESTADO POBLACIONAL DEL  
PERICO (*Coryphaena hippurus*) EN LAS AGUAS DEL MAR  
PERUANO UTILIZANDO UN MODELO DE PRODUCCIÓN  
BAYESIANO ESTADO-ESPACIO**

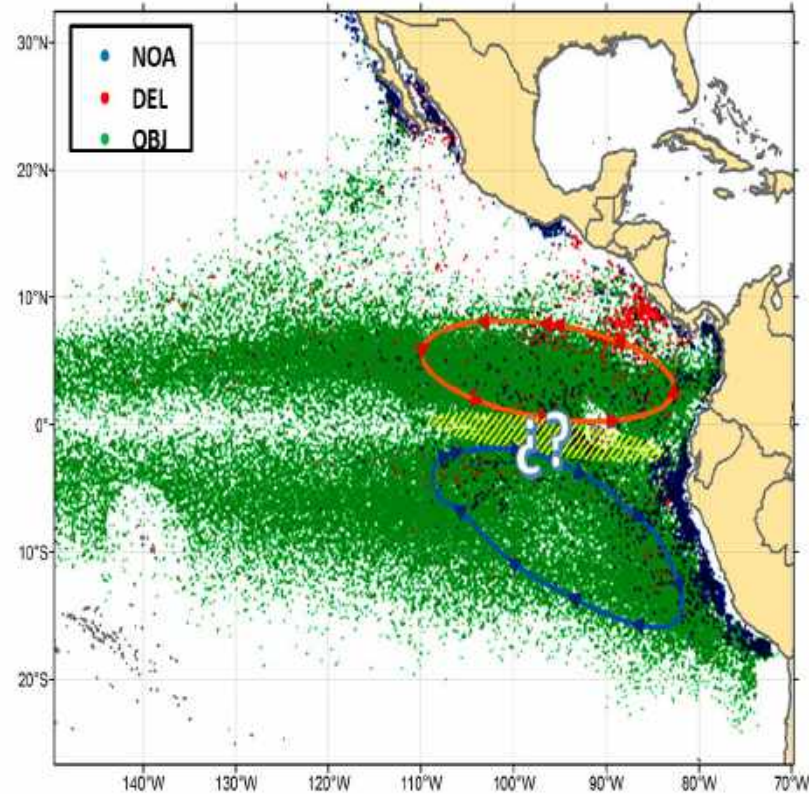
**POPULATION STATUS OF DOLPHINFISH (*Coryphaena hippurus*) OFF  
THE PERUVIAN SEA USING A BAYESIAN STATE-SPACE PRODUCTION  
MODEL**

Pablo Marín<sup>1</sup> & Josymar Torrejón-Magallanes<sup>1</sup>

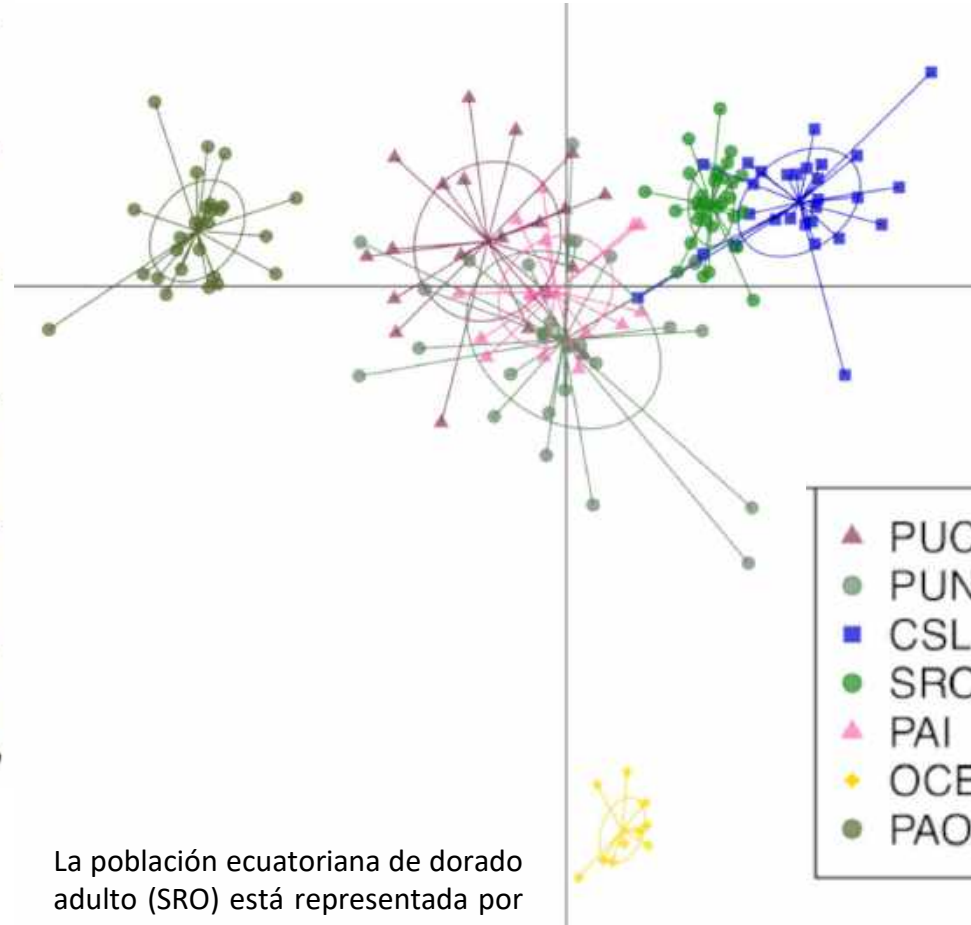
Expositor: Elmer Quispe-Salazar

# Estructura poblacional

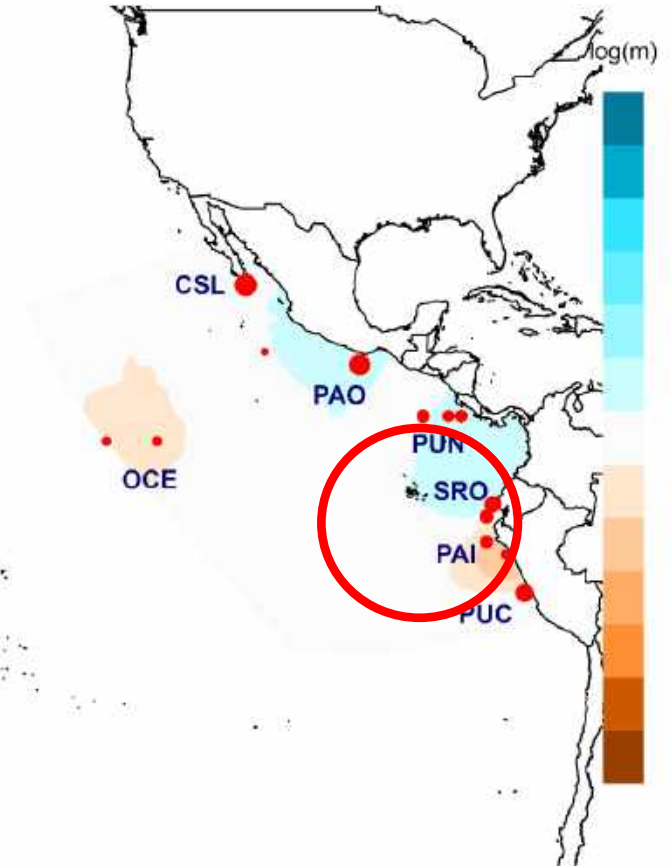
## Enfoque genético (Mar-Silva et al., 2024)



¿metapoblación?



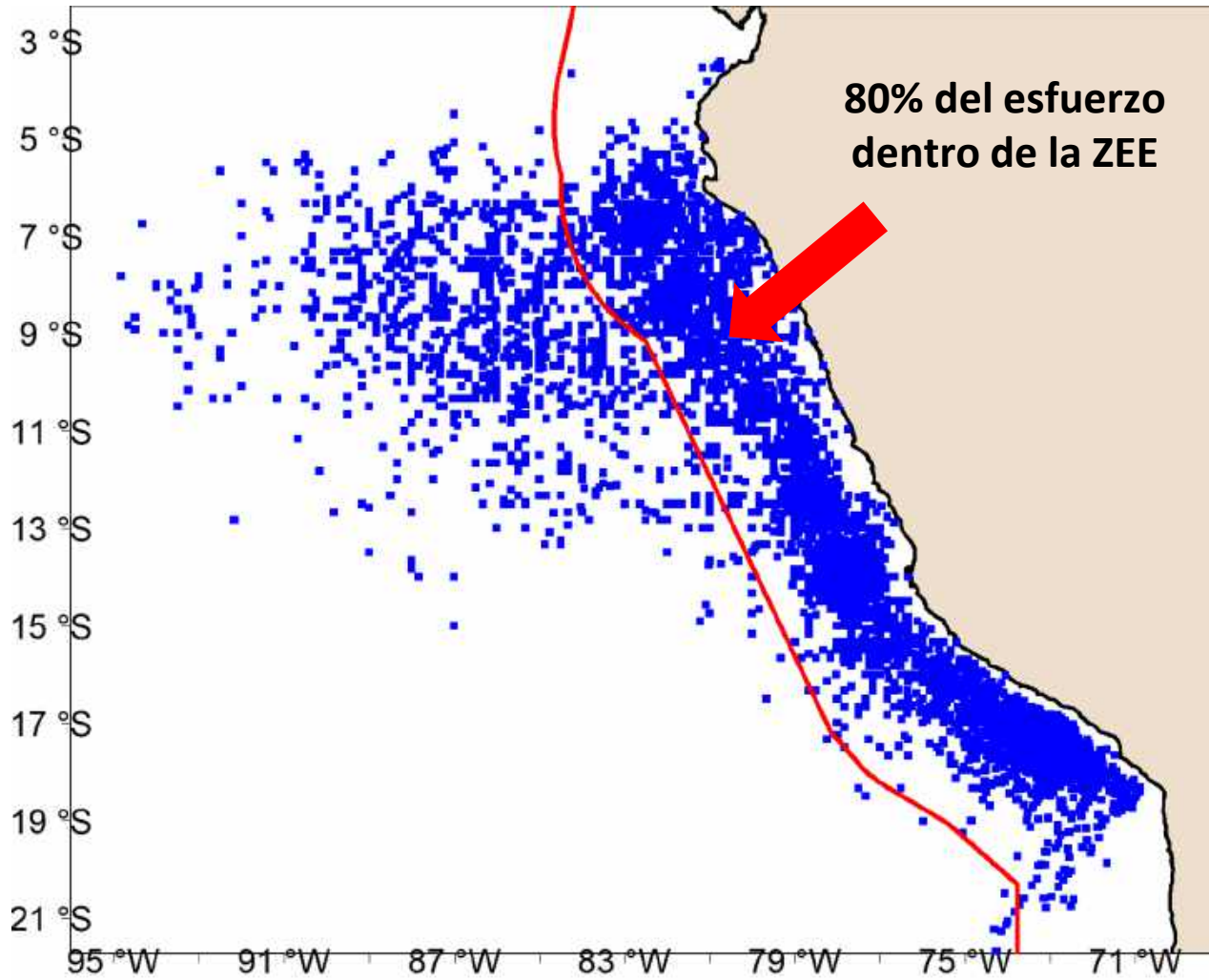
La población ecuatorialiana de dorado adulto (SRO) está representada por el color verde, y la **peruana** (PAI/PUC) por el color **rosa**. Mostrando genéticamente que pertenece a diferentes stocks del Pacífico Oriental.



Our results revealed significant differences among locations occupying the latitudinal limits of the species distribution at transitional areas between tropical and subtropical waters

# Estructura poblacional

Torrejón-Magallanes et al. (2019)



Distribución espacial de la flota artesanal peruana que pesca perico, 2015-2021. (Fuente: IMARPE)

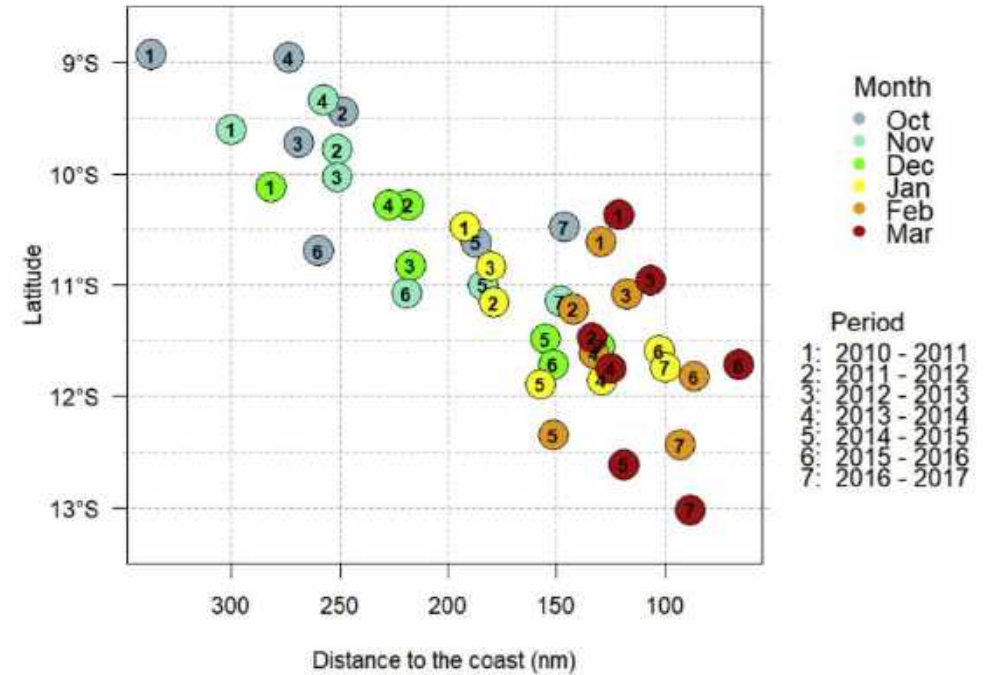


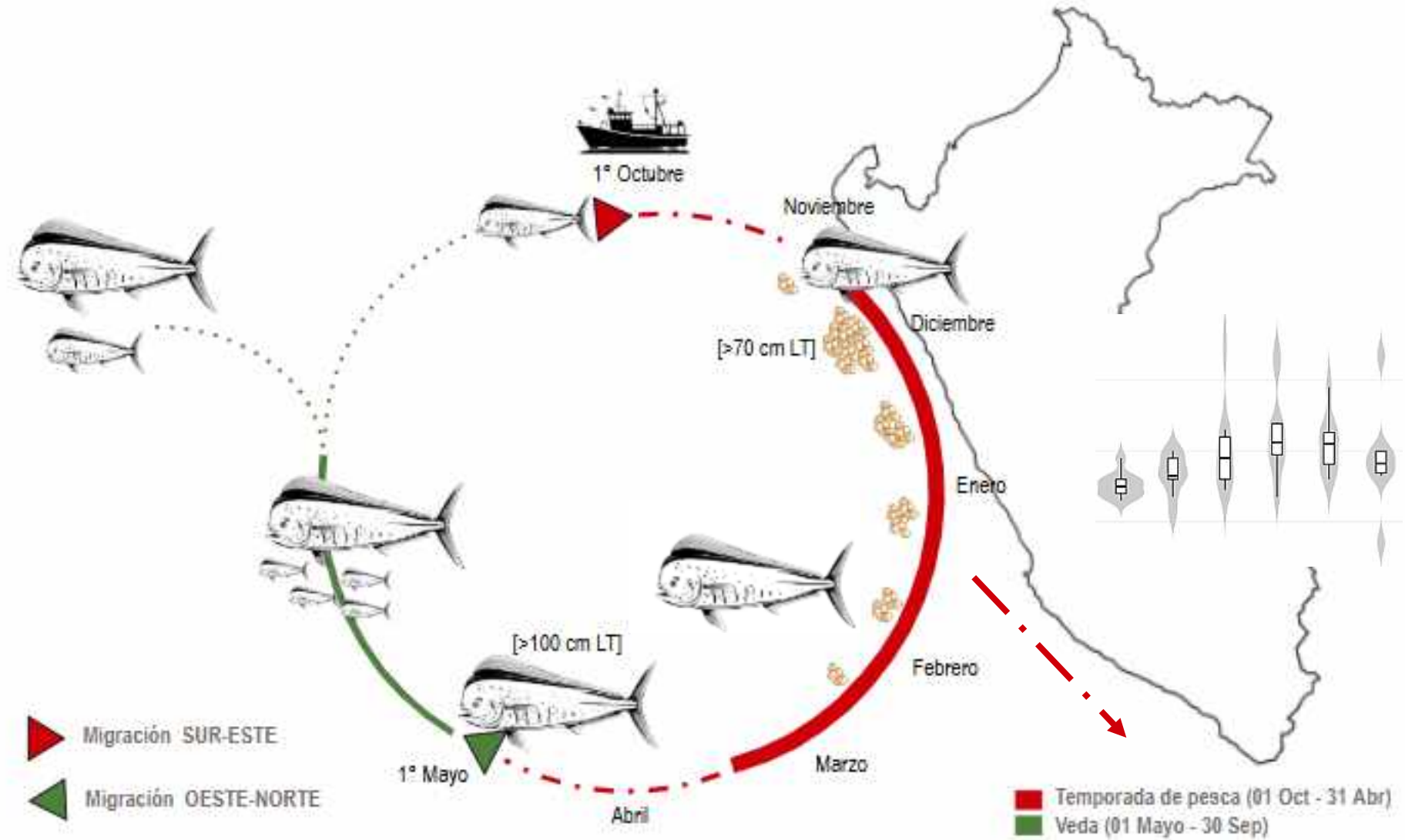
Fig. 6. Spatial-seasonal variations of the center of gravity in areas with high predicted CPUE.

## Pesquería

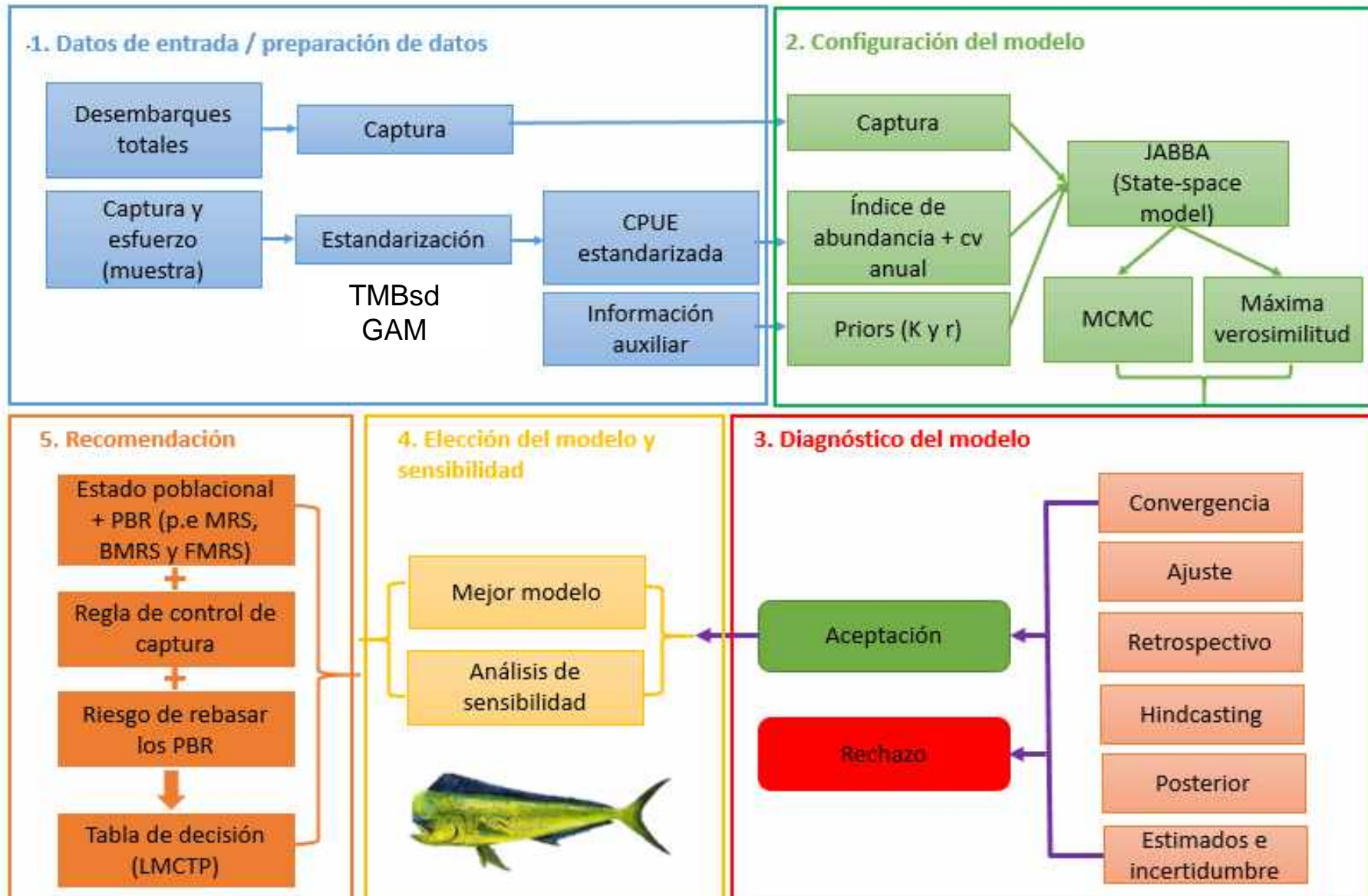
Peso medio de las capturas



# Modelo conceptual



# Proceso de evaluación



# JABBA: Evaluación con datos moderados

- Software de código abierto para la evaluación de stock bajo el filosofía de un modelo de producción.
- JABBA genera estimaciones sobre el estado de las poblaciones de interés para la gestión pesquera
- Herramientas exclusivas de diagnóstico visual para ayudar a identificar conflictos de datos.
- Opción de producir automáticamente proyecciones futuras.



## JABBA: Just Another Bayesian Biomass Assessment

Henning Winker<sup>a,b,c</sup>, Felipe Carvalho<sup>c</sup>, Maia Kapur<sup>c,d</sup>

<sup>a</sup> Department of Agriculture, Forestry and Fisheries, Private Bag X2, Mafenberg, 8018, South Africa

<sup>b</sup> Centre for Systems in Ecology, Environment and Conservation (SEEC), Department of Statistical Sciences, University of Cape Town, South Africa

<sup>c</sup> NOAA Pacific Islands Fisheries Science Center, 1945 Wasp Boulevard, Building 176, Honolulu, HI, 96818, United States

<sup>d</sup> Joint Institute for Marine and Atmospheric Research, University of Hawaii, 1845 Wasp Boulevard, Building 176, Honolulu, HI, 96818, United States

### ARTICLE INFO

Handled by George A. Rose

Keywords:

Bayesian

Surplus production model

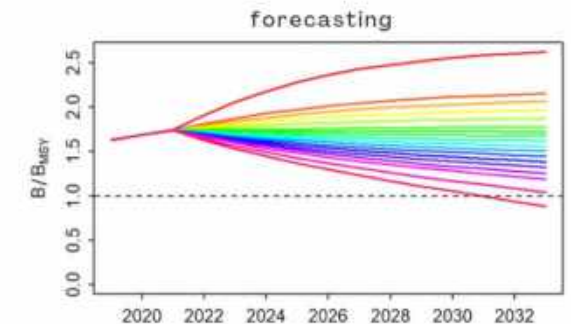
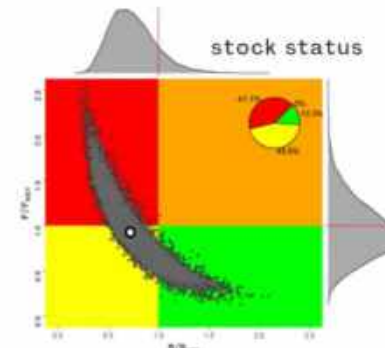
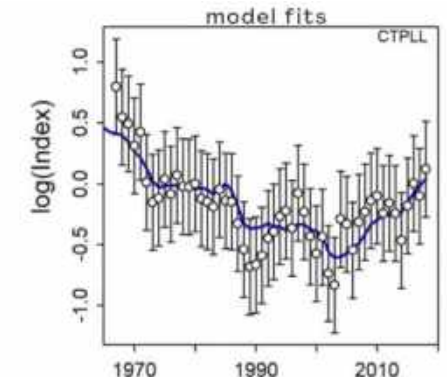
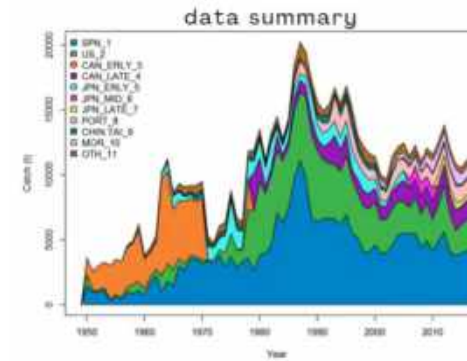
State-space framework

Stock assessment

JAGS

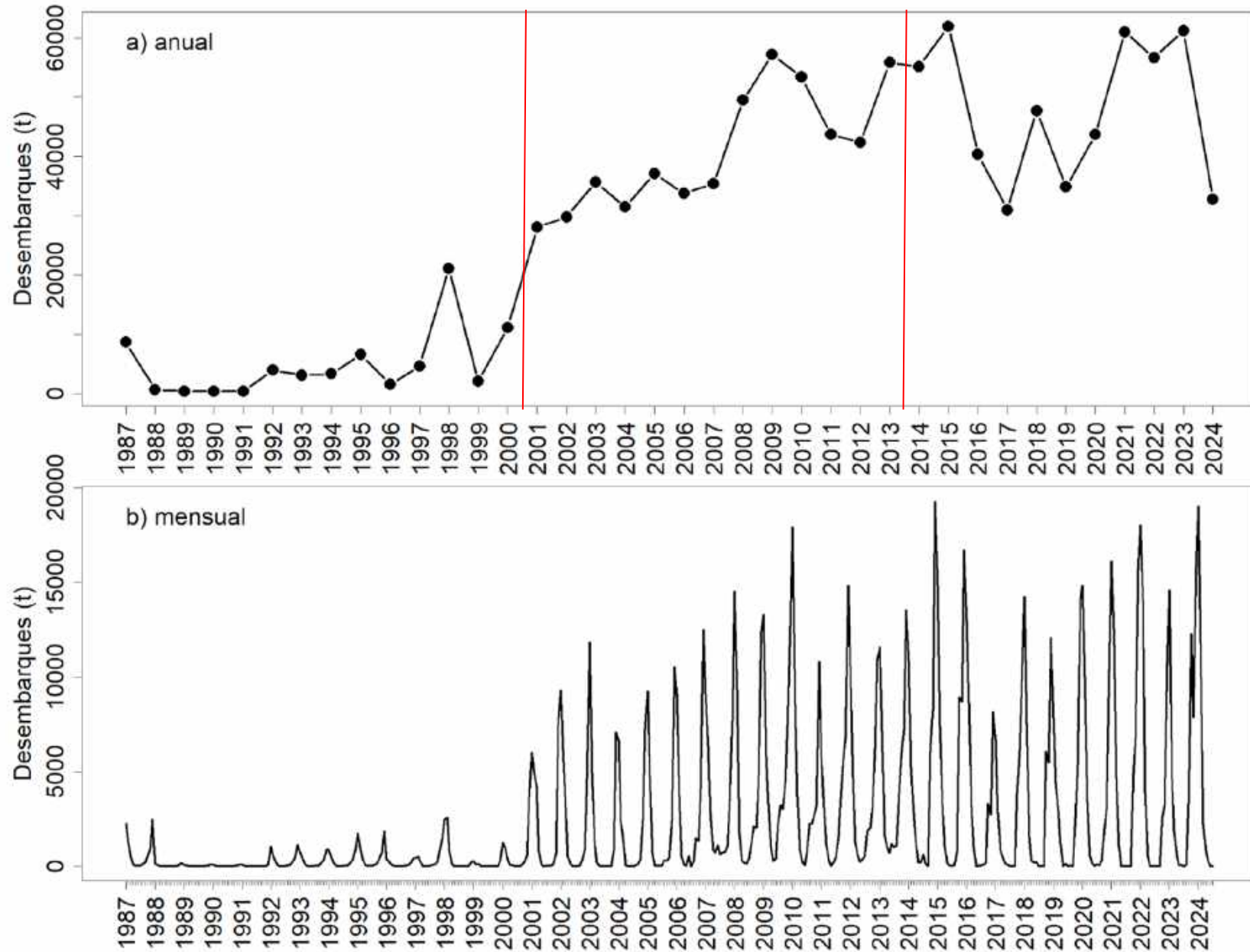
### ABSTRACT

This study presents a new, open-source modelling software entitled 'Just Another Bayesian Biomass Assessment' (JABBA). JABBA can be used for biomass dynamic stock assessment applications, and has emerged from the development of a Bayesian State-Space Surplus Production Model framework, already applied in stock assessments of sharks, tuna, and billfishes around the world. JABBA presents a unifying, flexible framework for biomass dynamic modelling, runs quickly, and generates reproducible stock status estimates and diagnostic tools. Specific emphasis has been placed on flexibility for specifying alternative scenarios, achieving high stability and improved convergence rates. Default JABBA features include: 1) an integrated state-space tool for averaging and automatically fitting multiple catch per unit effort (CPUE) time series; 2) data-weighting through estimation of additional observation variance for individual or grouped CPUE; 3) selection of Fox, Schaefer, or Pella-Tomlinson production functions; 4) options to fix or estimate process and observation variance components; 5) model diagnostic tools; 6) future projections for alternative catch regimes; and 7) a suite of inbuilt graphics illustrating model fit diagnostics and stock status results. As a case study, JABBA is applied to the 2017 assessment input data for South Atlantic swordfish (*Xiphias gladius*). We envision that JABBA will become a widely used, open-source stock assessment tool, readily improved and modified by the global scientific community.

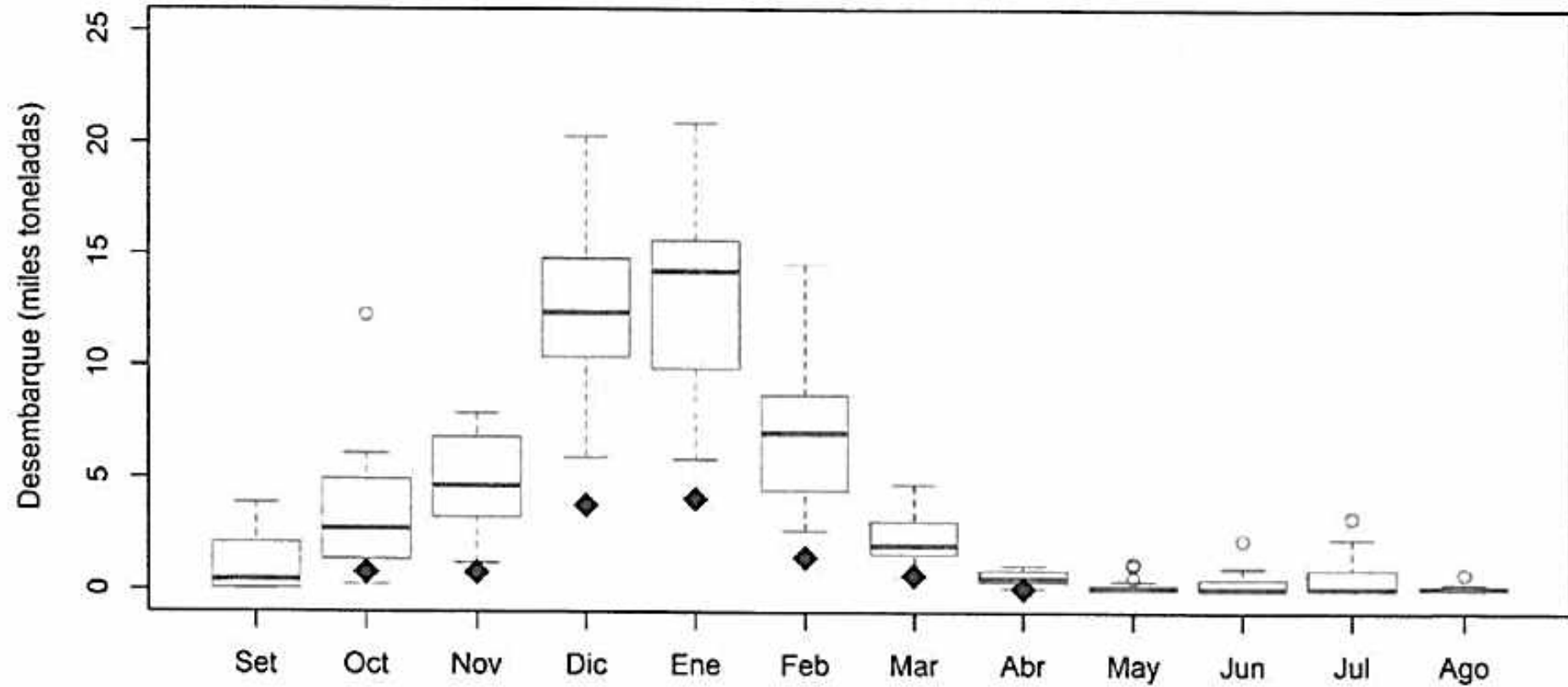


# Datos de entrada para el modelo JABBA: Caso Perico

# Desembarques



# Desembarques



Patrón mensual de desembarques de perico durante 2002-2024 (diagrama de cajas) comparado con el desembarque mensual de perico de octubre 2024- abril 2025 (rombos negros)

# CPUE

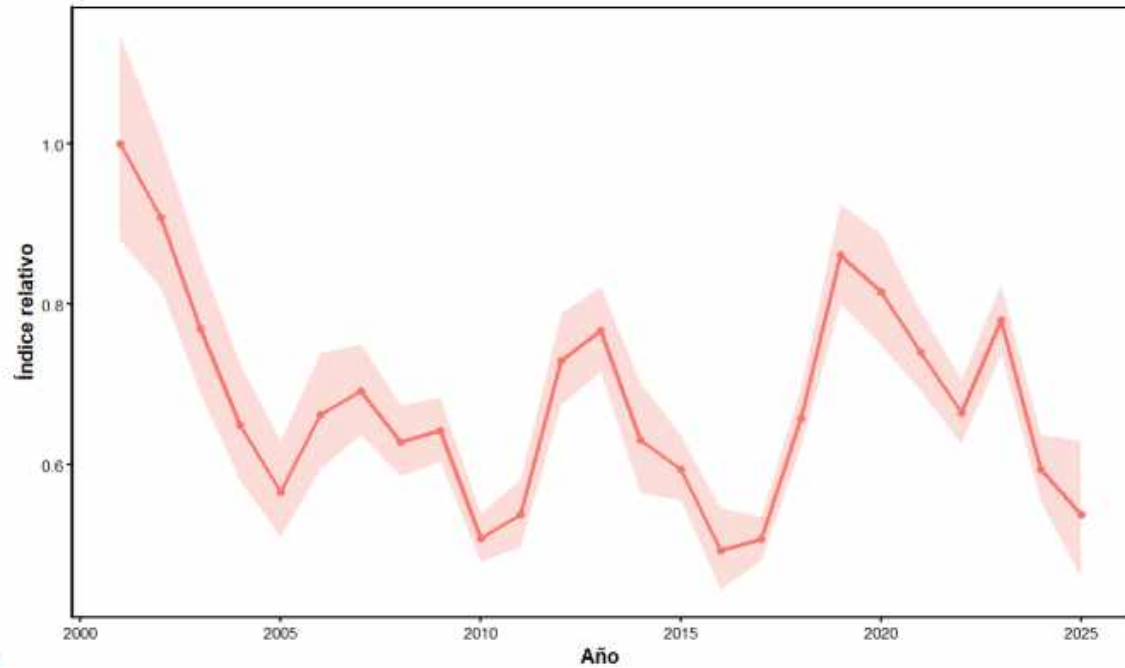
- Datos de captura y esfuerzo: Programa de Monitoreo de Pesca artesanal (2001 - 2025).

## Proceso de estandarización (Zhou et al. 2019)

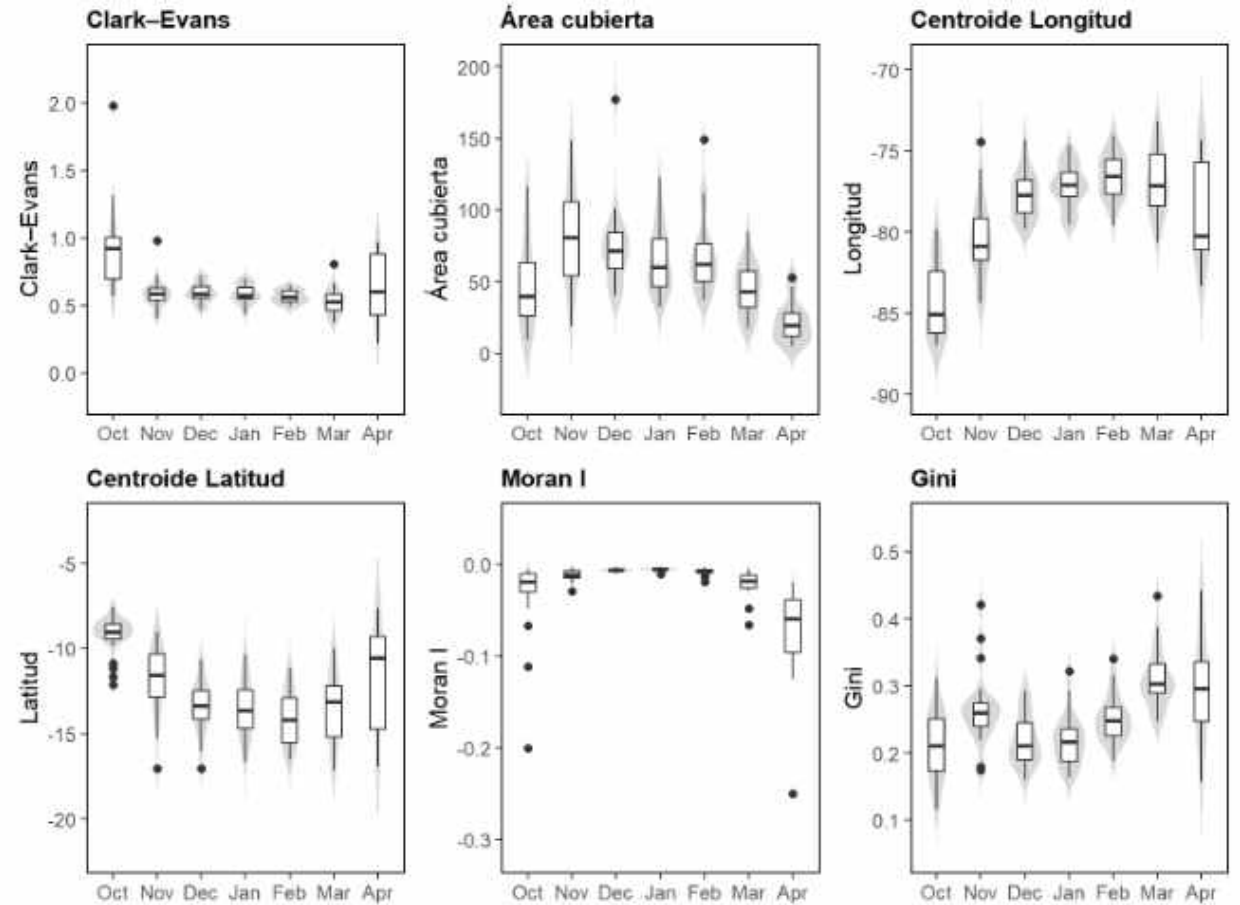
- Se estandarizó la CPUE de la pesquería artesanal de palangre de perico con GLMM espacio-temporales usando sdmTMB.
- La base analizada comprendió 79 236 viajes durante 2001–2025, agregados en grillas de  $0.25^\circ \times 0.25^\circ$  y escala mensual.
- Según el criterio de información de Akaike: modelo Tweedie espacio-temporal que incorporó como efectos fijos el año, el mes y la capacidad de bodega de la embarcación, y como covariables ambientales la temperatura superficial del mar, la salinidad superficial y el nivel del mar.
- Además, el modelo incluyó un offset del número de anzuelos para representar el esfuerzo pesquero, así como efectos aleatorios espaciales y espacio-temporales para capturar la estructura residual de la variación en la CPUE.

$$\eta_{s,t} = \beta_0 + \text{year} + \text{mes} + \text{cb} + s(\text{sst}) + s(\text{sss}) + s(\text{ssh}) + \log(\text{anzuelos}) + \omega_s + \varepsilon_{s,t}$$

# CPUE



R-sq.(adj) = 0.63 Deviance explained = 70.5%  
-REML = 1.0834e+05 n = 79 236



# Datos- Información previa (priors)

Especificaciones de los valores previos para los parámetros del modelo base.

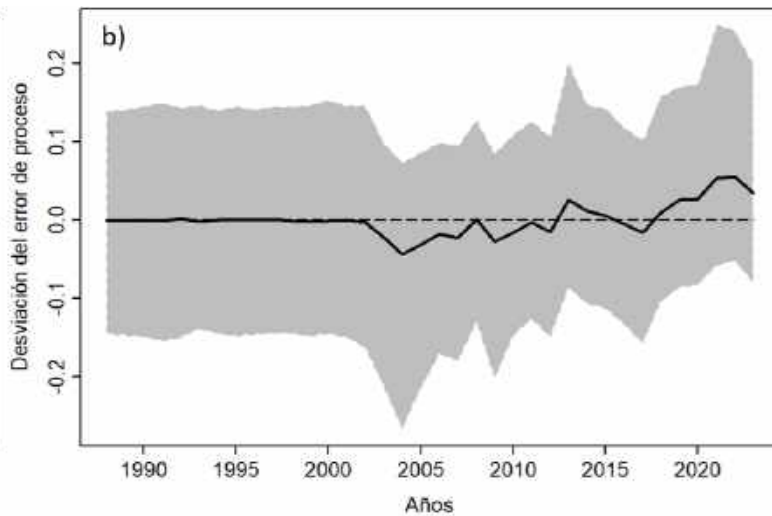
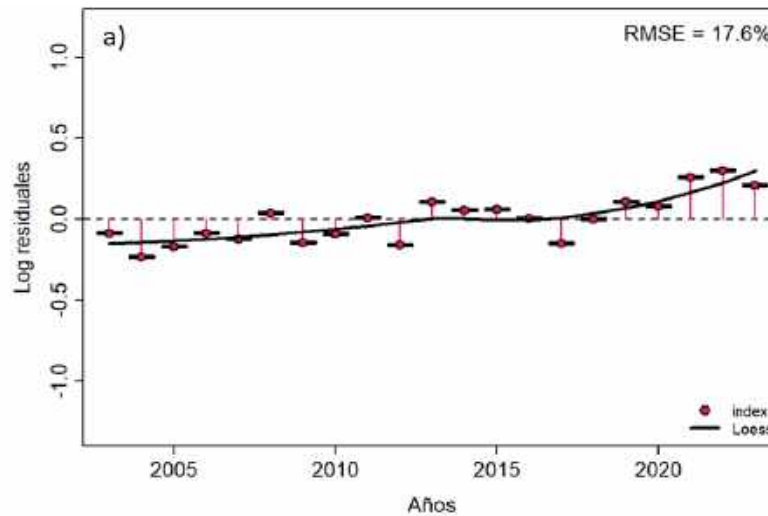
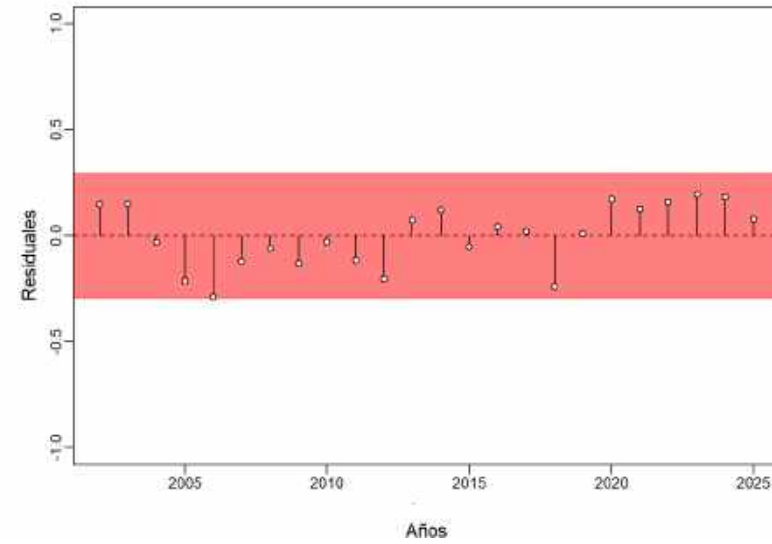
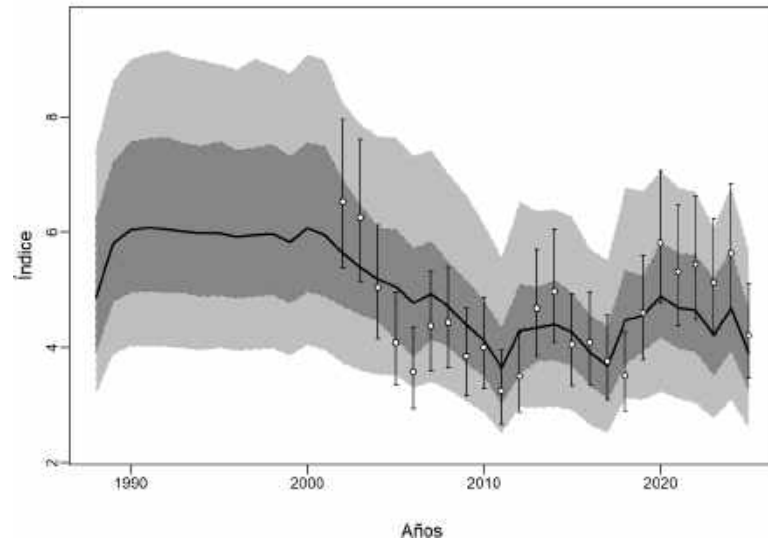
Parámetros	Especificaciones	Notación
Tasa intrínseca de crecimiento poblacional	$r \sim \text{lnorm}(\log(0.95), 0.23)$	$r$
Capacidad de carga	$K \sim \text{lnorm}(\log(165000), 0.2)$	$K$
Biomasa inicial	$B_{1988}/K \sim \text{lnorm}(1, 0.01)$	$\varphi$
Coefficiente de capturabilidad	$q \sim \text{uniforme}(10^{-30}, 1000)$	$q$
Desviación estándar de la captura	$\sigma_{capt} = 0.05$	$\sigma_{capt}$
Error de proceso	$\sigma_{proc}^2 \sim \text{gamma - inversa}(4, 0.001)$	$\sigma_{proc}^2$
Error de observación	$\sigma_{obs}^2 \sim \text{gamma - inversa}(4, 0.001)$	$\sigma_{obs}^2$

# Evaluación de stock

- Basado en JABBA, modelo de producción estado-espacio.
- Un stock de perico/dorado en las aguas del mar peruano.
- Modelo la dinámica del stock para el periodo 1988-2025, resolución año pesquero (oct-set).
- Incorpora información previa, basada en evaluaciones anteriores.
- Análisis de sensibilidad a los valores previos y al índice de abundancia.
- Análisis retrospectivo.

# Resultados

## Ajuste índice de abundancia y distribución de residuales



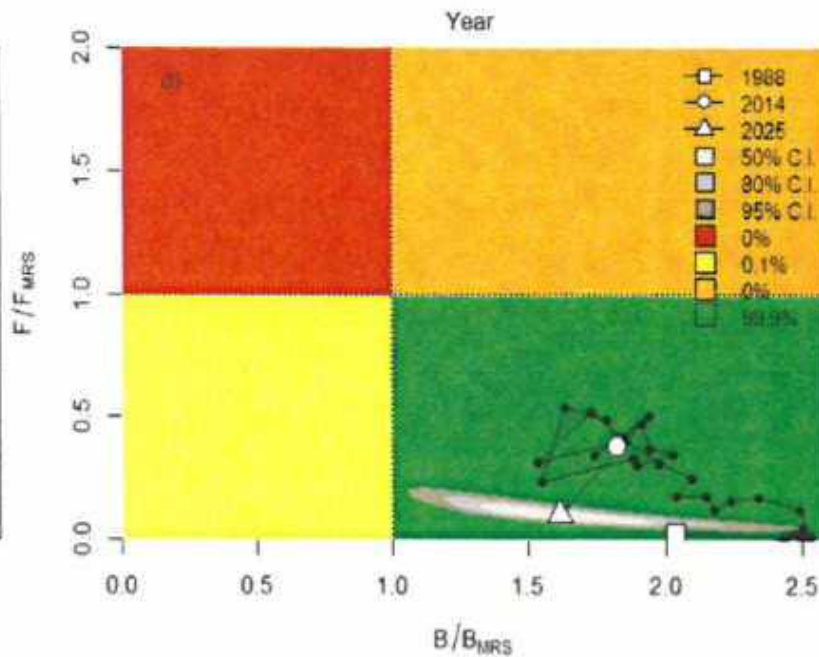
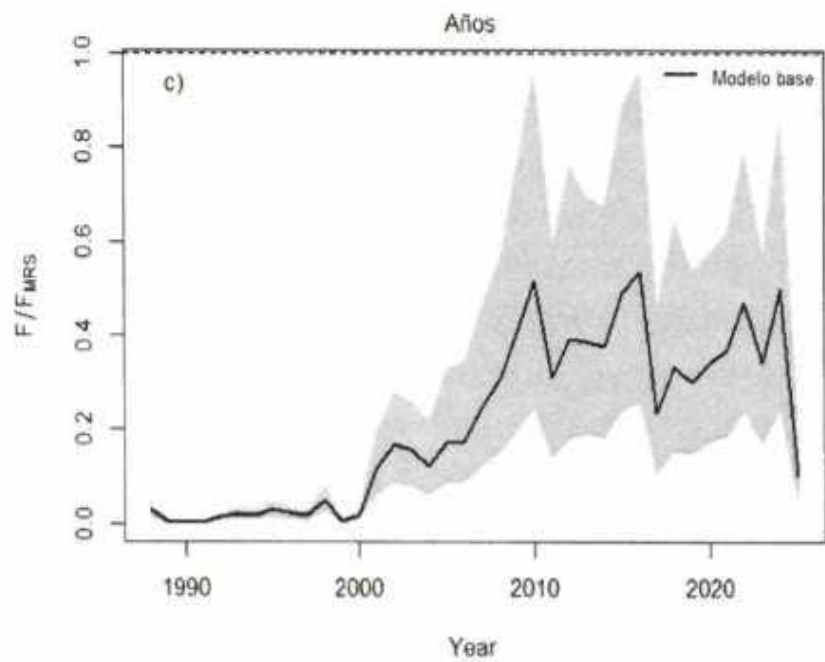
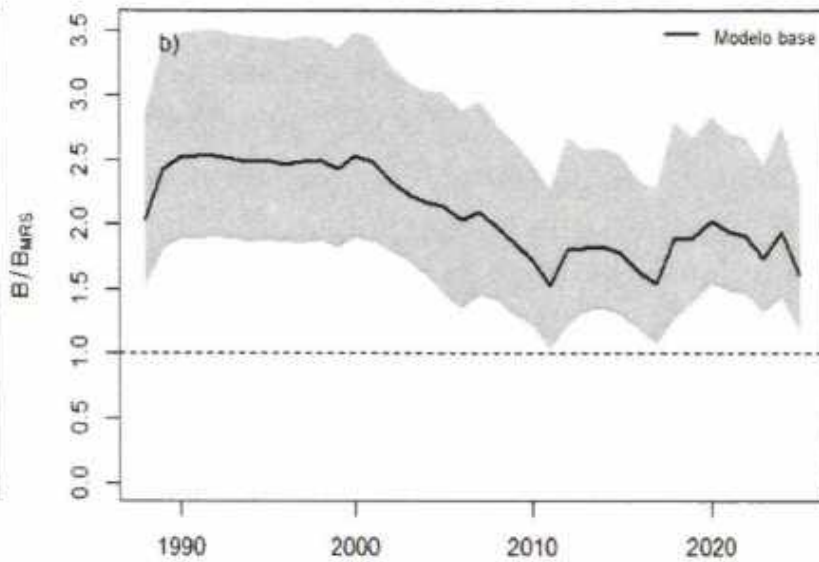
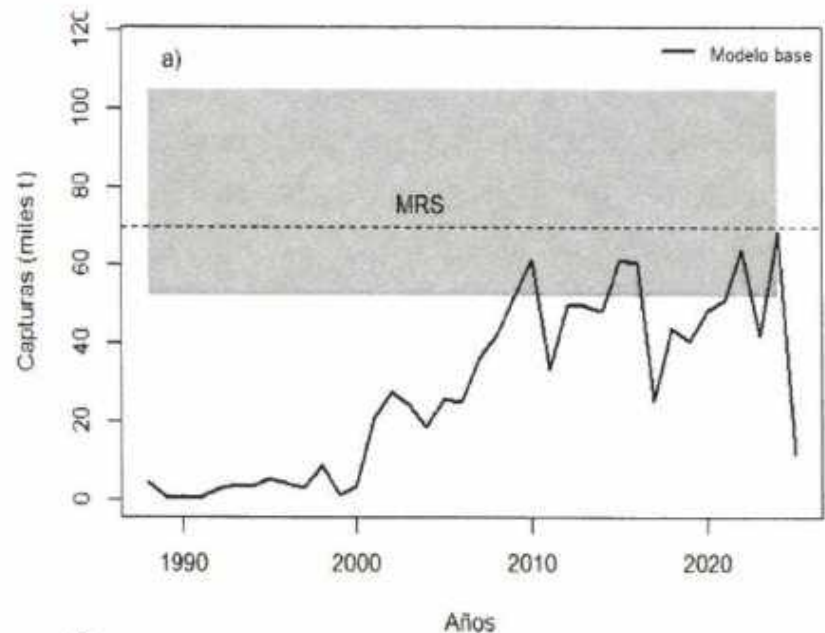
# Resultados

Parámetros poblacionales y puntos de referencia para el perico denotando la mediana y los intervalos de credibilidad al 95% para el modelo base.

Tabla 2. Parámetros poblacionales, puntos de referencia y estado actual para el perico en las aguas del mar peruano, según el modelo base.

Parámetros	Valor estimado	Rango de valores
$r$	1,0 año <sup>-1</sup>	0,7 – 1,4 año <sup>-1</sup>
$K$	201 mil t	166 – 262 mil t
$MRS$	69 mil t	52 – 105 mil t
$m$	1,15	0,7-2
$F_{MRS}$	0,88 año <sup>-1</sup>	0,51 – 1,64 año <sup>-1</sup>
$B_{MRS}$	79 mil t	54– 117 mil t
$B_{2025} / B_{MRS}$	1,61	1,2 – 2,3
$F_{2025} / F_{MRS}$	0,1	0,05 – 0,18

# Resultados



# Conclusiones

- **Modelo conceptual y unidad poblacional (Perú).** El modelo conceptual resume el ciclo de vida del dorado/perico y sustenta la unidad poblacional diferenciada de evaluación utilizada a nivel nacional, coherente con la escala espacial y la disponibilidad de información en aguas peruanas.
- **Índice de abundancia a partir de CPUE.** El índice anual de abundancia relativo se construyó mediante estandarización de CPUE, con el objetivo de reducir sesgos por estacionalidad, diferencias operativas de flota, distribución espacial del esfuerzo y variabilidad ambiental. Esto entrega un índice más comparable entre años.
- **Evaluación del stock en Perú.** Bajo el enfoque de evaluación con datos disponibles (capturas e índice), el modelo base entrega estimaciones de estado y puntos de referencia con incertidumbre explícita. En el marco del modelo utilizado, los resultados son compatibles con una condición favorable del stock en aguas peruanas, con biomasa relativa por encima del punto de referencia y presión de pesca por debajo del nivel de referencia.

# Siguientes pasos

- Actualizar la CPUE, período 1996-2025. Incluyendo otras variables ambientales en el proceso de estandarización y su relación.
- Seguir avanzando en los métodos de evaluación del perico y utilizar un modelo integrado con la incorporación de más tipos de información (p. ej., estructura de tallas, parámetros de la historia de vida y/o variables ambientales)
- Implementar la evaluación de estrategias de manejo (MSE).

# Implicancia para el GTRD

- En conjunto, el aporte peruano proporciona una base consistente para el trabajo regional, incluyendo un marco conceptual, un índice estandarizado reproducible y una evaluación de referencia. Esto contribuye a la discusión regional sobre la actualización de evaluaciones y necesidades de datos.

# GRACIAS

