



Gobierno de
Mexico

Agricultura
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



INSTITUTO MEXICANO DE INVESTIGACIÓN EN PESCA Y ACUACULTURA SUSTENTABLES
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN PESQUERA EN EL PACÍFICO
CENTRO REGIONAL DE INVESTIGACIÓN ACUÍCOLA Y PESQUERA EN GUAYMAS

Programa de Coordinación de la Investigación y Atención al Sector

Informe Técnico

Análisis preliminar de la pesquería artesanal de escama marina capturada con línea y anzuelo en Guaymas, Sonora

Informe preparado para:

- S.C.P.P. 29 de agosto, S.C.L.
- FIP de Escama Multiespecies capturados con línea de mano y anzuelo en Guaymas, Sonora.
- Oficina de Representación Estatal de la CONAPESCA en Sonora.
- Subsecretaría de Pesca y Acuicultura del estado de Sonora, SAGARHPA.

Guaymas, Sonora, a 5 de noviembre de 2025



Contenido

Antecedentes	5
Contexto general	5
Objetivos del FIP	6
Diagnóstico inicial del estado de la pesquería	6
Enfoque ecosistémico	7
Integración del conocimiento local y manejo participativo	7
Perspectiva social y económica	8
Consideraciones finales	8
Metodología	9
Resumen general del método de análisis de cohortes	9
Método cuantitativo y fórmulas	9
Supuestos y limitaciones	12
Aplicaciones y utilidades	12
Utilidad específica en el contexto del Golfo de California	13
Consideraciones específicas para su uso	13
Resultados	15
Datos de captura y composición de tallas	15
Relaciones biométricas	16
Parámetros de crecimiento	18
Talla de primera captura (LC50)	20
Análisis de Cohortes de Jones (ANCO)	20
Consideraciones finales	26
Literatura citada	26
Créditos y elaboración	27



Resumen

El Instituto Mexicano de Investigación en Pesca y Acuacultura Sustentables (IMIPAS), a través del Centro Regional de Investigación Acuícola y Pesquera (CRIAP) de Guaymas, elaboró el presente informe técnico con el objetivo de analizar el estado biológico y pesquero de las principales especies de escama marina capturadas artesanalmente con línea y anzuelo en Guaymas, Sonora.

El documento se enmarca en el Programa de Mejora Pesquera (FIP) liderado por Comunidad y Biodiversidad, A.C., en colaboración con cooperativas locales, CONAPESCA e IMIPAS, y validado por MRAG Americas. Este FIP busca cumplir con los estándares de *Marine Stewardship Council (MSC)* para lograr la certificación de sostenibilidad en 2026.

Cinco especies fueron analizadas: Jurel de castilla (*Seriola lalandi*), Pargo rojo del Pacífico (*Lutjanus peru*), Extranjero o Cabrilla pinta (*Paralabrax auroguttatus*), Pierna o conejo (*Caulolatilus princeps*) y Baqueta (*Epinephelus acanthistius*). El estudio incluye información sobre su crecimiento, mortalidad, talla de primera captura y biomasa media anual.

Se aplicó el Análisis de Cohortes de Jones (ANCO), un método que utiliza datos de longitud en lugar de edad para estimar mortalidades y estructura poblacional, siendo especialmente útil en pesquerías tropicales con datos limitados. Los resultados permiten estimar mortalidad total (Z), mortalidad por pesca (F), mortalidad natural (M) y tasas de explotación (E), identificando que la pesca actual mantiene niveles moderados de esfuerzo, pero con necesidad de refinamiento y un número mayor del muestreo.

El informe también integra un enfoque ecosistémico y participativo, incorporando el conocimiento ecológico local (LEK) de los pescadores, el uso de modelos tróficos y el análisis de indicadores ecológicos y sociales.

En conjunto, el documento ofrece una primera aproximación robusta del estado de la pesquería artesanal multiespecífica de Guaymas, recomendando continuar el monitoreo biológico, validar parámetros de crecimiento y fortalecer la gobernanza cooperativa para avanzar hacia la sostenibilidad ecológica, social y económica.



Abstract

The Instituto Mexicano de Investigación en Pesca y Acuicultura Sustentables (IMIPAS), prepared this technical report to assess the biological and fishery status of key marine finfish species caught by artisanal handline fisheries in Guaymas, Sonora.

This work is part of the Fishery Improvement Project (FIP) led by Comunidad y Biodiversidad, A.C., in partnership with local fishing cooperatives, CONAPESCA, and IMIPAS, and validated by MRAG Americas. The FIP aims to meet the Marine Stewardship Council (MSC) sustainability standards and achieve certification by 2026.

Five main species analyzed were Yellowtail amberjack (*Seriola lalandi*), Pacific red snapper (*Lutjanus peru*), Spotted sand bass (*Paralabrax auroguttatus*), Ocean whitefish (*Caulolatilus princeps*), and Gulf grouper (*Epinephelus acanthistius*). The study provides data on growth parameters, first-capture size (LC₅₀), and annual mean biomass.

The Jones' Length-Based Cohort Analysis (ANCO) method was applied, which estimates mortality and population structure using length-frequency data instead of age, making it especially valuable for tropical, data-limited fisheries. The analysis yielded estimates of total mortality (Z), fishing mortality (F), natural mortality (M), and exploitation rates (E), showing moderate fishing pressure and highlighting the need for refined growth parameters and expanded sampling.

The report integrates an ecosystem-based and participatory approach, incorporating Local Ecological Knowledge (LEK) from fishers, trophic modeling, and ecological and social indicators to support sustainable management.

Overall, this report represents a solid preliminary assessment of the multi-species artisanal fishery in Guaymas, emphasizing the importance of continued biological monitoring, local parameter validation, and strengthened co-management frameworks to achieve ecological, social, and economic sustainability.



ANTECEDENTES

Programa de Mejora Pesquera (FIP) para la pesquería artesanal de escama marina capturada con línea y anzuelo en Guaymas, Sonora

Contexto general

El FIP de Guaymas se desarrolla en el marco del enfoque ecosistémico de manejo pesquero (EAF, *Ecosystem Approach to Fisheries*), buscando cumplir con los principios del *Marine Stewardship Council* (MSC) para la sostenibilidad de la pesca artesanal. La iniciativa está liderada por Comunidad y Biodiversidad, A.C. (COBI), en colaboración inicial con nueve cooperativas pesqueras de Guaymas, Sonora, y validada por MRAG Americas.

La pesquería se basa principalmente en la captura con línea y anzuelo (*handline*) de cinco especies de escama marina (**Tabla 1**):

Tabla 1. Lista de especies y sus características biológicas que integran el FIP

Especie común	Nombre científico	Familia	Tipo de hábitat	Observaciones biológicas
Jurel de Castilla	<i>Seriola lalandi</i>	Carangidae	Pelágico costero	Alta movilidad; depredador tope regional.
Pargo rojo del Pacífico	<i>Lutjanus peru</i>	Lutjanidae	Arrecifal y demersal	Desove estacional; reclutamiento costero.
Extranjero, Cabrilla pinta	<i>Paralabrax auroguttatus</i>	Serranidae	Rocoso y somero	Territorial; crecimiento lento.
Pierna, conejo	<i>Caulolatilus princeps</i>	Malacanthidae	Fondo arenoso y arrecifal	Asociado a fondos blandos profundos.
Baqueta	<i>Ephinephelus acanthistius</i>	Epinephelidae	Arrecifal profundo	Longevo; susceptible a sobrepesca.



Estas especies conforman un grupo multiespecífico de peces costeros, de alto valor comercial, explotado por una flota artesanal compuesta por pangas de 7–10 m, operadas por 2–3 pescadores.

Objetivos del FIP

El objetivo general es transformar el manejo de la pesquería artesanal de escama marina hacia la sostenibilidad, cumpliendo con los indicadores del estándar MSC y alcanzar su certificación en 2026.

Objetivos específicos:

1. Generar información biológica y pesquera básica mediante el monitoreo de bitácoras (2020–2024).
2. Realizar evaluaciones poblacionales y análisis tróficos (*Ecopath*), determinando movilidad y conectividad.
3. Definir puntos de referencia biológicos (BRPs) para las cinco especies.
4. Evaluar impactos ecosistémicos y definir estrategias de captura sostenibles.
5. Desarrollar un sistema de monitoreo y cumplimiento cooperativo.
6. A partir de 2025, implementar acciones sociales verificables que fortalezcan los derechos laborales y la cohesión comunitaria.

Diagnóstico inicial del estado de la pesquería

Durante la pre-evaluación de 2020, mediante un análisis FODA, se encontró lo siguiente:

- Fortalezas:
 - Amplia información biológica sobre las especies.
 - Pesca altamente selectiva, con bajo impacto en especies acompañantes y hábitats.
 - Marco legal robusto; i.e. LGPAS, CONAPESCA, INAPESCA (hoy IMIPAS).
- Debilidades:
 - Ausencia de evaluaciones de stock y estrategias de cosecha formales.
 - Falta de reglas de control de captura y puntos de referencia biológicos.
 - Carencia de planes de manejo específicos y de participación sistemática de los pescadores en la toma de decisiones.



Conclusión: El estado inicial de la pesquería no cumplía aún con los requisitos MSC, por lo que el FIP se orienta a llenar los vacíos científicos, ecológicos y de gobernanza detectados.

Enfoque ecosistémico

El marco metodológico usado para el componente ecosistémico del FIP, integra los siguientes elementos:

- Se aplican modelos tróficos *Ecopath with Ecosim* (EwE) para cuantificar los efectos de la pesca artesanal en el ecosistema.
- En sitios con información limitada (como Guaymas), se incorpora el Conocimiento Ecológico Local (LEK) de los pescadores para construir redes tróficas cualitativas o semicuantitativas.
- Se simulan escenarios de remoción de especies y cambios en el esfuerzo de pesca para analizar impactos sobre los niveles tróficos y flujos de energía.
- Los indicadores utilizados incluyen:
 - Nivel trófico medio de la captura.
 - Índice de conectancia de red (robustez estructural).
 - Cambios en biomasa y productividad primaria.
 - Resiliencia ecosistémica ante perturbaciones.

En el caso de Guaymas, el modelo muestra que la extracción actual con línea y anzuelo no genera efectos significativos sobre la estructura trófica, pero advierte riesgos si aumenta el esfuerzo sin regulación adaptativa.

Integración del conocimiento local y el manejo participativo

El FIP impulsa un modelo de co-gestión adaptativa, basado en la colaboración entre: - Pescadores organizados en cooperativas locales. - COBI, como organismo técnico-facilitador. - CONAPESCA, como autoridad regulatoria e IMIPAS como agente técnico asesor de la autoridad. - MRAG Americas, como organismo validador internacional.

Este modelo busca institucionalizar la participación comunitaria en la toma de decisiones y fomentar una cultura de responsabilidad compartida en el manejo pesquero, con participación especial de los pescadores en (**Tabla 2**):

- Monitoreo de captura y registro de tallas.
- Mapeo participativo de hábitats y zonas de agregación.
- Validación de modelos tróficos con su conocimiento empírico.



Esto responde a las recomendaciones de Cisneros-Montemayor *et al.* (2020) y Zetina-Rejón *et al.* (2022), que enfatizan que la participación de pescadores no solo mejora la calidad del modelo, sino que aumenta la legitimidad del manejo.

Tabla 2. Estructura de la gobernanza del FIP de Guaymas

Nivel	Actor principal	Función
Operativo	Cooperativas pesqueras de Guaymas	Monitoreo de captura, cumplimiento y vigilancia.
Técnico	COBI e investigadores asociados	Diseño de estrategias de manejo y modelación ecológica.
Regulatorio	CONAPESCA / IMIPAS	Validación de medidas, permisos y cumplimiento normativo.
Internacional	MRAG Americas / MSC	Auditoría y evaluación del avance hacia la certificación.

Perspectiva social y económica

El FIP contempla que la sostenibilidad ecológica esté acompañada de beneficios sociales verificables, incluyendo:

- Acceso a mejores mercados y precios por producto certificado.
- Promoción de derechos laborales, seguridad y equidad de género.
- Desarrollo comunitario (agua, saneamiento, condiciones laborales).

Estos elementos se alinean con el principio 3 del MSC y las Directrices Voluntarias de la FAO para la Pesca Artesanal Sostenible (2015).

Consideraciones finales

El Programa de Mejora Pesquera de Guaymas representa un caso ejemplar de transición hacia la sostenibilidad en un contexto de pesca artesanal multiespecífica y con datos limitados. Su enfoque combina:

- Gestión basada en ecosistemas (EAF) con apoyo de modelos *Ecopath*.
- Participación directa de cooperativas pesqueras locales.
- Evaluación social y ecológica integrada (biomasa, hábitat, gobernanza).



La aplicación combinada de herramientas cuantitativas (EwE) y cualitativas (LEK) permite anticipar los impactos de la pesca, priorizar medidas de manejo, y fortalecer la base científica para una eventual certificación MSC.

METODOLOGÍA

Se utiliza el análisis de cohortes (ANCO) para la evaluación preliminar del estado de la pesquería, empleando la técnica de **análisis de cohortes de R. Jones** —también conocida como *"length-based cohort analysis (LCA)"* o *"Jones' length-based cohort analysis"*— en evaluación pesquera.

Resumen general

El análisis de cohortes de Jones es un método de evaluación de poblaciones de peces que está diseñado para utilizar datos de composición por talla (longitud), en vez de exclusivamente por edad, para estimar parámetros de mortalidad (natural y por pesca), crecimiento, y la dinámica de la población explotada. Este enfoque fue concebido para contextos en los que la lectura de edad (otolitos, escamas) es difícil, costosa o poco fiable, especialmente en pesquerías tropicales o de especies de rápido crecimiento. [SEAFDEC+2FAOHome+2](#)

Jones (1984) desarrolló la versión original para "datos compuestos por talla" con notas sobre el método de "Análisis de Población Virtual" (VPA). [WorldFish Digital Repository+1](#) Posteriormente se ha revisado el método, ajustando los parámetros de crecimiento, mortalidad y selección de captura para adoptar con mejores resultados. Por ejemplo, en su artículo de 1990, Jones comenta la importancia de escoger correctamente los parámetros de crecimiento para que los resultados sean coherentes con análisis por edad. [OUP Academic+1](#)

En resumen: este método permite estimar la estructura de cohortes (número de individuos en cada "talla-grupo") y seguir su decrecimiento (por mortalidad) a lo largo de tamaños crecientes, estimando así la mortalidad total Z, la mortalidad por pesca F, la mortalidad natural M, e incluso proyectar escenarios bajo distintos regímenes de explotación.

Método cuantitativo

Aquí describo los pasos principales del método, así como las fórmulas clave, los supuestos y los parámetros de entrada necesarios.

Entradas necesarias

- Datos de longitud de la captura (frecuencias por intervalos de talla) para al menos un periodo de muestreo o, idealmente, series de años.



- Parámetros de crecimiento de la especie (por ejemplo de la función de von Bertalanffy: L_∞ y K). [OUP Academic+2SEAFDEC+2](#)
- Una estimación o suposición de la mortalidad natural M (o al menos un rango plausible).
- Suposición de que la selectividad del arte es relativamente constante entre los grupos de talla considerados o que puede estimarse.
- Resumen del esfuerzo pesquero o al menos la composición de tallas de la captura en números por intervalo de longitud.

Procedimiento básico

1. Agrupar los datos de captura en intervalos de longitud (por ejemplo 2 cm, 5 cm, etc).
2. Para cada intervalo de longitud L_i , calcular el número de peces capturados $C(L_i)$ o la proporción de captura en ese intervalo.
3. Estimar para cada intervalo el “tiempo” que los peces tardan en crecer desde el límite inferior hasta el límite superior del intervalo. Este tiempo se deriva mediante los parámetros de crecimiento: por ejemplo si se usa la función de von Bertalanffy, se puede estimar el tiempo asociado al crecimiento de L_i a L_{i+1} . (Jones resalta que es importante que L_∞ sea “un poco mayor que los individuos más grandes” observados, y que K sea compatible con el incremento anual real observado). [OUP Academic+1](#)
4. Suponiendo que los peces en un intervalo crecen hacia el siguiente y que sufren mortalidad (Z) durante ese crecimiento, se aplica la relación tipo cohorte:

$$N(L_{i+1}) = N(L_i) e^{-Z \Delta t_i}$$

donde $N(L_i)$ es el número que “entró” al intervalo de longitud L_i , Δt_i es el tiempo de crecimiento desde L_i a L_{i+1} .

5. La captura observada en el intervalo se vincula (en números) a la mortalidad por pesca de ese intervalo:

$$C(L_i) = F(L_i) \frac{N(L_i)}{Z(L_i)} (1 - e^{-Z(L_i) \Delta t_i})$$

donde $F(L_i)$ es la mortalidad por pesca en ese intervalo, $Z(L_i) = F(L_i) + M$. (Este tipo de fórmula es análoga a las de VPA, adaptadas a tallas en vez de edades.)



6. Mediante un algoritmo de “ajuste” (por ejemplo variando $F(L_i)$, asumiendo M , ajustando K , etc) se busca que la proyección desde la “cohorte” de tallas concuerde con la captura observada en todas las longitudes. En la práctica, Jones sugiere utilizar un valor de L_∞ algo superior a la talla máxima observada y luego derivar K de un incremento anual mínimo conocido. [OUP Academic+1](#)
7. Una vez estimados Z , F , M , y la abundancia por intervalo, se puede derivar números totales N en la población, mortalidad atmosférica, mortalidad por pesca, posibilidad de rendimiento por recluta, etc.

Fórmulas específicas (resumen)

- Tiempo para crecer de talla L_i a L_{i+1} :

$$\Delta t_i = \frac{1}{K} \ln \frac{L_\infty - L_i}{L_\infty - L_{i+1}}$$

(si se asume función de von Bertalanffy)

- Cohorte de tallas:

$$N(L_{i+1}) = N(L_i) e^{-Z \Delta t_i}$$

- Captura estimada en intervalo:

$$C(L_i) = N(L_i) \frac{F(L_i)}{Z(L_i)} (1 - e^{-Z(L_i) \Delta t_i})$$

- Si se desea estimar cambio en captura ante variación de F : Jones propone la fórmula:

$$N_2(L) = N_1(L) \times \exp(\sum[F_1 \Delta t] - \sum[F_2 \Delta t])$$

y

$$C_2(L) = C_1(L) \times \exp(\sum[F_1 \Delta t] - \sum[F_2 \Delta t]) \times \frac{F_2(L)}{F_1(L)}$$

donde 1 y 2 indican condiciones antes y después del cambio en F . [FAO Home+1](#)



Supuestos y limitaciones

- La selectividad del arte o la probabilidad de captura en cada intervalo de talla se considera constante o bien conocida.
- Crecimiento, mortalidad natural y selección no cambian (o al menos se asumen constantes) dentro del período evaluado.
- No errores grandes en los datos de talla/composición por intervalos.
- Es una “cohorte de talla” más que “cohorte de edad”: múltiples edades pueden estar en un mismo intervalo de longitud, lo que introduce cierta “mezcla”. Jones advierte que cuanto más difusa la relación talla-edad, mayor la incertidumbre. [FAOHome+1](#)
- Es más apropiado para poblaciones con crecimiento que puede modelarse razonablemente con parámetros de longitud (por ejemplo von Bertalanffy) y donde los datos de edad no están disponibles.
- No sustituye completamente métodos basados en edad cuando se dispone de buenas series de edad-composición.

Aplicaciones

- Poblaciones donde no se dispone o es difícil extraer la estructura por edad (por falta de otolitos, escalas, etc).
- Pesquerías tropicales o de especies de rápido crecimiento, donde la lectura de edad es costosa o poco fiable. Por ejemplo, se ha aplicado el método en estudios de *Oreochromis niloticus* (tilapia del Nilo) en Etiopía usando el modelo de Jones. [E-FAS](#)
- Evaluación de pesca en lagos o sistemas de agua dulce donde la estructura por edad es difícil de seguir, pero la talla es fácil de medir.
- Estimación de mortalidad por pesca F , mortalidad total Z , abundancia por talla y predicción de efectos de cambios en la explotación (por ejemplo aumento de malla, reducción de esfuerzo, cambio de selección).
- Como parte de evaluación de rendimiento-por-recluta (Y/R) y efectos de tamaños mínimos de captura, ya que una de sus salidas es la abundancia por talla y la mortalidad que sufren.

Utilidades / ventajas

- Permite utilizar abundantes datos de talla (que son más fáciles de obtener que edad) y convertirlos en estimaciones de dinámica poblacional.



- Facilita el análisis en contextos de datos limitados (data-poor) en cuanto a edades.
- Puede usarse para proyectar cambios en captura bajo distintos escenarios de mortalidad por pesca, selección o tamaño mínimo de captura. Por ejemplo, mediante la fórmula de cambio en F antes y después ya citada. [FAOHome+1](#)
- Ofrece una aproximación de mortalidad total Z y por pesca F en series de tallas, lo que puede alimentar otros modelos de gestión (rendimiento-por-recluta, rendimientos sostenibles, etc).
- En muchos casos se ha mostrado como una alternativa razonable cuando el método basado en edad (VPA) no es viable.

Utilidad específica en el contexto del noroeste de México / Golfo de California

Si aplicamos esta metodología al noroeste de México, y específicamente a la región del Golfo de California, los resultados inciden en:

- Aplicación a especies costeras o de crecimiento relativamente rápido para las cuales la lectura de edad es difícil o costosa (por ejemplo peces demersales o arrecifales).
- Monitoreo de efectos de explotación sobre el tamaño medio de captura, cambios en la estructura por talla en el tiempo, y estimación de mortalidad por pesca sin requerir muestreos extensos de edad.
- Soporte para la toma de decisiones de manejo: por ejemplo estimar qué efecto tendría elevar la talla mínima de captura, reducir la mortalidad por pesca ($f-q$) o modificar la selectividad del arte de pesca.
- Colaboración con estudios de crecimiento local (se requiere estimación local de L_{∞} , K) lo cual es factible en la región costera con acceso a muestras de talla.

Consideraciones específicas para su uso

- Es esencial estimar o validar los parámetros de crecimiento (principalmente L_{∞} y K). Como señala Jones (1990), usar crecimiento basado en la relación convencional de talla media por edad puede llevar a estimaciones excesivamente pequeñas de F . [OUP Academic+1](#)
- La separación de tallas en intervalos debe ser cuidadosamente escogida para que la variabilidad de crecimiento no “difumine” demasiado la cohorte de talla.



- Se debe evaluar la selectividad de pesca (¿a qué talla entra la pesquería?) porque la asunción de que todos los peces por encima de una talla de entrada son explotados a la misma tasa puede no cumplirse.
- Aunque se basa en datos de talla, para interpretar correctamente los resultados conviene tener al menos una verificación ocasional de lectura de edad u otra fuente de validación.
- Los resultados deben interpretarse con prudencia en poblaciones con estructura compleja (por ejemplo migración, muchos modos de crecimiento, crecimiento de talla heterogéneo).
- En el contexto de manejo, los resultados de mortalidad y abundancia deben complementarse con otros indicadores (como CPUE, biomasa, esfuerzo) para definir medidas de manejo integradas.

RESULTADOS

Se realizó reconstrucción de las capturas (t) a la talla (cm) de las especies Jurel, Extranjero, Pargo y Pierna a través del Análisis de Cohortes de *Jones* (ANCO); la Baqueta se dejó de lado para este análisis por la cantidad y calidad de datos (pesos en kg, más adelante se muestra). Los datos de captura fueron los reportados por CONAPESCA y SAGARHPA específicamente para Sonora de 2011-2024, mientras que los datos biológicos (tallas y pesos) fueron los provenientes de COBI y cooperativa 29 de agosto (2019-2021).

Las distribuciones de frecuencias de tallas de las cinco especies son reflejo de la selectividad del arte (anzuelo) utilizado para su captura (**Figura 1**). Por tanto, se presentan mayormente individuos con tallas comerciales o que son susceptibles a la pesca, y no se encuentran los individuos con tallas menores (y quizá superiores) de las poblaciones.

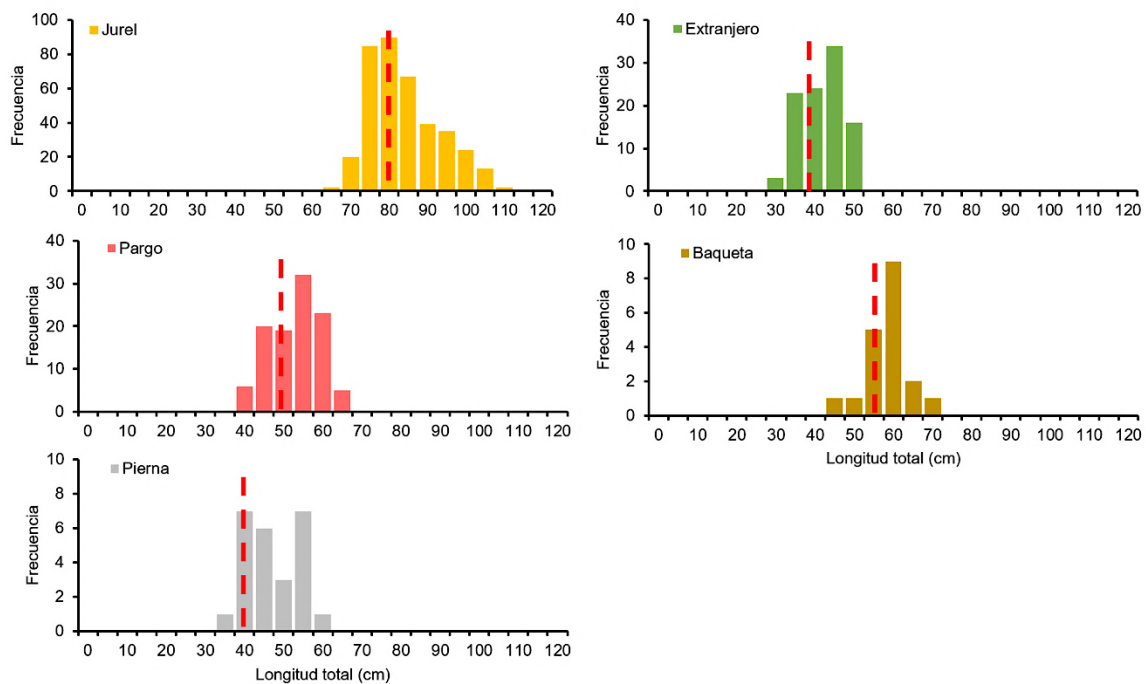


Figura 1. Distribución de frecuencias de tallas (cm) de las especies Jurel, Extranjero, Pargo, Baqueta y Pierna provenientes de la captura con línea de mano en Guaymas, Sonora. La línea punteada roja indica la talla de primera captura estimada (LC₅₀).



Con la información de tallas (cm) y pesos (Kg) fue posible obtener relaciones biométricas y valores de parámetros a y b para cada especie (**Figura 2**). Todas presentaron buenos ajustes a la ecuación potencial (R^2), excepto la información de Baqueta de la cual hubo pocos datos y muy dispersos (**Tabla 3**). Para tal caso se deben de obtener e incorporar más datos de tallas y pesos antes de tratar de corregir valores extremos con su actual ecuación.

Tabla 3. Parámetros de la relación peso (W) y longitud (L), de acuerdo con la expresión: $W = aL^b$ en el crecimiento de los peces. W = peso del pez (en gramos, kilogramos, etc.), L = longitud del pez (en cm, mm o m, dependiendo del estudio), a = coeficiente de forma, es una constante relacionada con la condición o "robustez" del pez y b = es el exponente alométrico; indica la pendiente de la curva y el tipo de crecimiento del pez, siendo R^2 = el ajuste del coeficiente de correlación.

Especie común	Nombre científico	a	b	R^2
Jurel de Castilla	<i>Seriola lalandi</i>	0.000003	2.6717	0.9137
Pargo rojo del Pacífico	<i>Lutjanus peru</i>	0.000006	2.5764	0.9117
Extranjero, Cabrilla pinta	<i>Paralabrax auroguttatus</i>	0.000008	3.1335	0.9298
Pierna, conejo	<i>Caulolatilus princeps</i>	0.00002	2.8916	0.9747
Baqueta	<i>Ephinephelus acanthistius</i>	0.0009	1.9947	0.1826

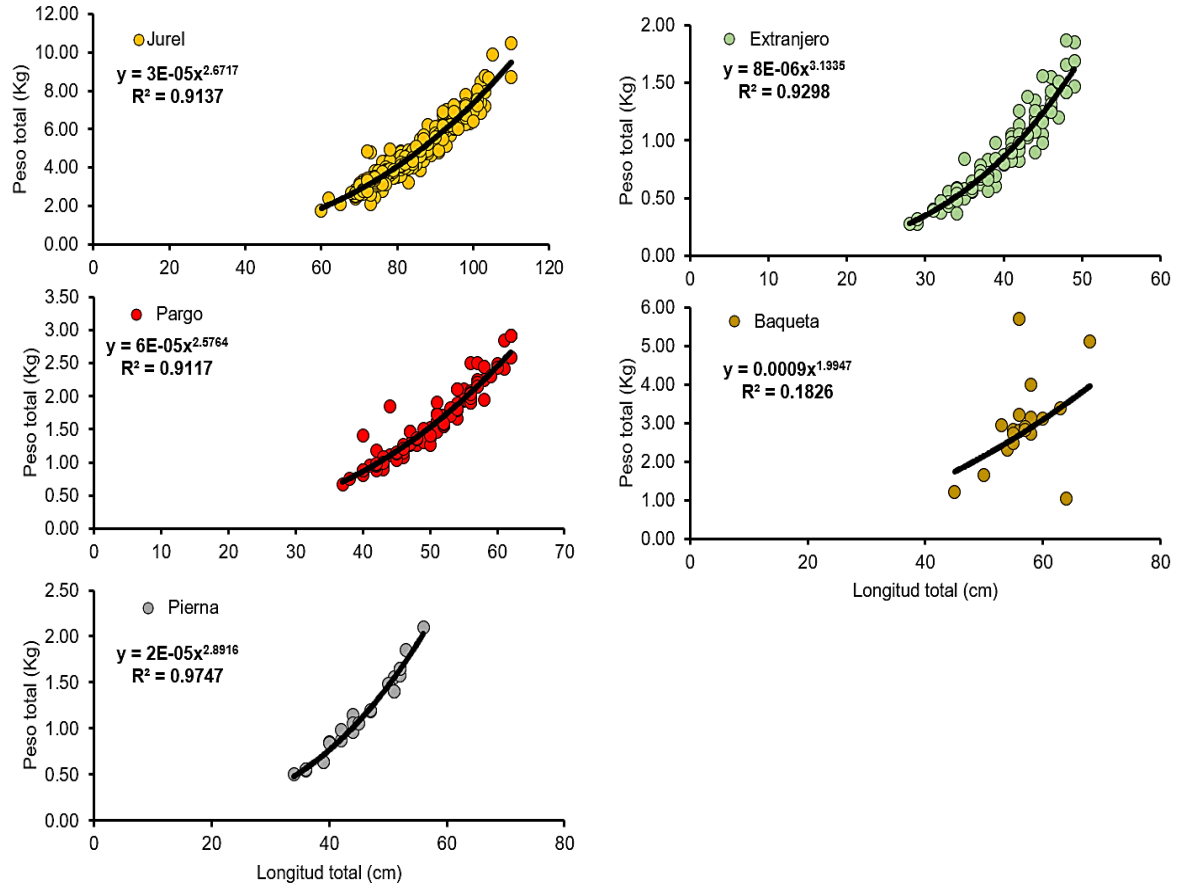


Figura 2. Relaciones biométricas Longitud total (cm) – Peso total (Kg) de las especies Jurel, Extranjero, Pargo, Baqueta y Pierna provenientes de la captura con línea de mano en Guaymas, Sonora.

La información de tallas (cm) de las especies estuvieron limitados en cantidad, en espectro, a pocos meses y años. Es por ello que para cada especie se obtuvo una distribución global que presentara la mejor estructura posible para estimar el crecimiento a través de métodos electrónicos basados en tallas (Powell y Wetherall, Shepherd y ELEFAN). Los valores de parámetros de crecimiento y estimados derivados se presentan en la **Tabla 4**, mientras que las curvas de crecimiento obtenidas por el modelo de von Bertalanffy se presentan en la **Figura 3**.



Tabla 4. Valores de parámetros de crecimiento y estimados derivados para las especies Jurel, Extranjero, Pargo, Baqueta y Pierna provenientes de la captura con línea de mano en Guaymas, Sonora

Parámetros	Jurel	Extranjero	Pargo	Baqueta	Pierna
L_{∞} (cm)	120.75	57.75	65.50	112.10	69.50
K anual	0.18	0.19	0.21	0.22	0.22
t_0 años	-0.64	-0.74	-0.65	-0.53	-0.61
Longevidad (años)	16.02	15.05	13.64	13.10	13.03
Phi prima	3.42	2.80	2.95	3.44	3.03
M	0.27	0.29	0.32	0.33	0.33

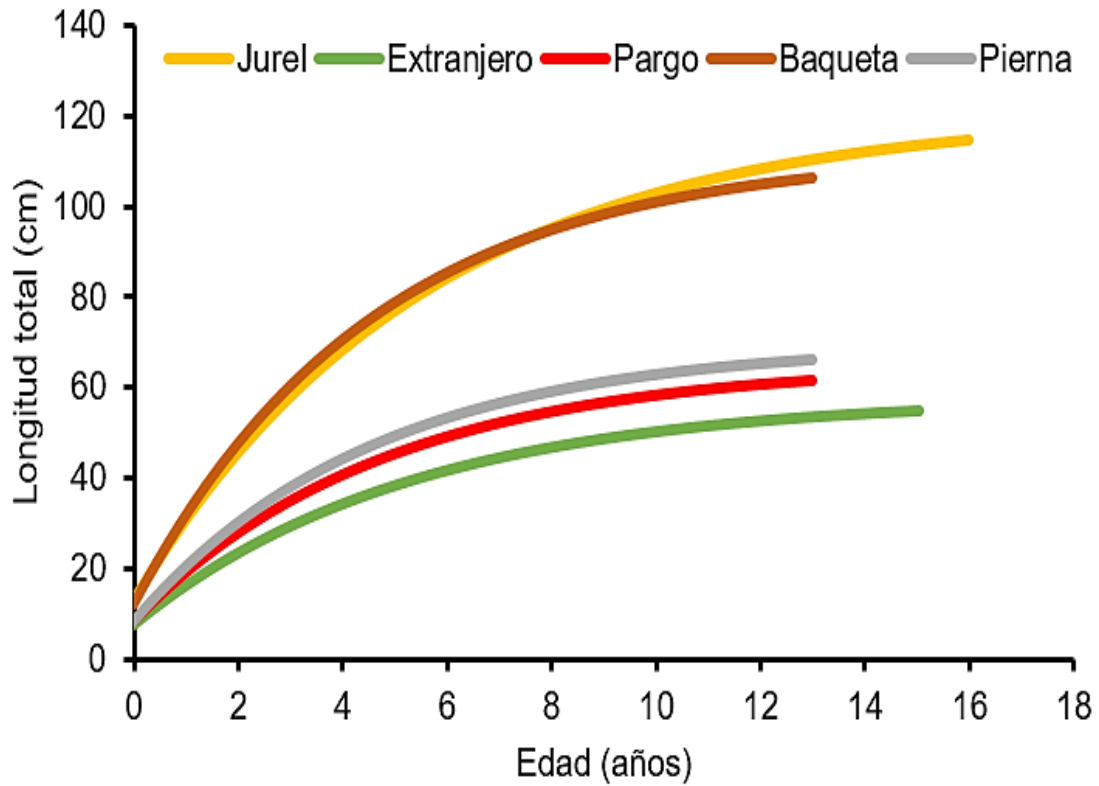


Figura 3. Curvas de crecimiento individual promedio de las especies Jurel, Extranjero, Pargo, Baqueta y Pierna provenientes de la captura con línea de mano en Guaymas, Sonora. Estimaciones por medio de métodos electrónicos basadas en tallas y el modelo de crecimiento de von Bertalanffy.

Por otro lado, fue posible estimar las cifras de tallas de primera captura (LC_{50}) para cada especie. Las curvas sigmoideas y valores de LC_{50} obtenidas por un modelo logístico para cada especie se presentan en la **Figura 4**.

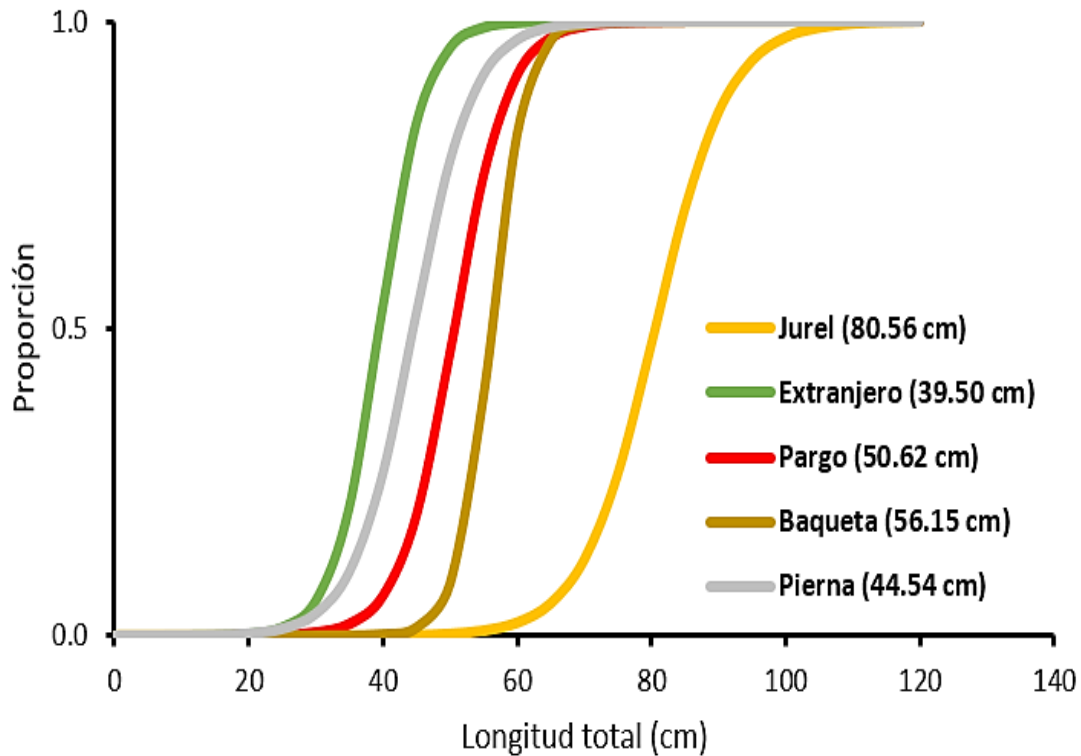


Figura 4. Curvas sigmoideas de las tallas de primera captura (LC_{50}) de las especies Jurel, Extranjero, Pargo, Baqueta y Pierna provenientes de la captura con línea de mano en Guaymas, Sonora. Estimaciones dadas por el modelo Logístico.

El Análisis de Cohortes de Jones (ANCO) permitió obtener para cada especie valores de abundancia, captura, mortalidad por pesca y total, además de tasas de explotación específicos a la talla (**Figura 5**) y de forma interanual desde 2011 a 2024 (**Tabla 5** y **Figura 6**). Este modelo utiliza como información de entrada valores de capturas observadas para cada año, distribución de frecuencias de tallas, parámetros de crecimiento, mortalidad natural y de relaciones biométricas. Para esta primera versión y con el objetivo de reconstruir las capturas a la talla de un periodo de 14 años se trabajó bajo el supuesto que cada especie mantuvo entre los años la misma estructura, crecimiento, relación talla-peso y mortalidad natural. Sin embargo, esto es algo que se pudiera o debiera afinar en el



modelo si se cuenta con información de tallas suficientes en espectro y de forma interanual. Con ello se puede evidenciar mejor la variabilidad en los parámetros antes mencionados y por tanto los valores de salida de ANCO.

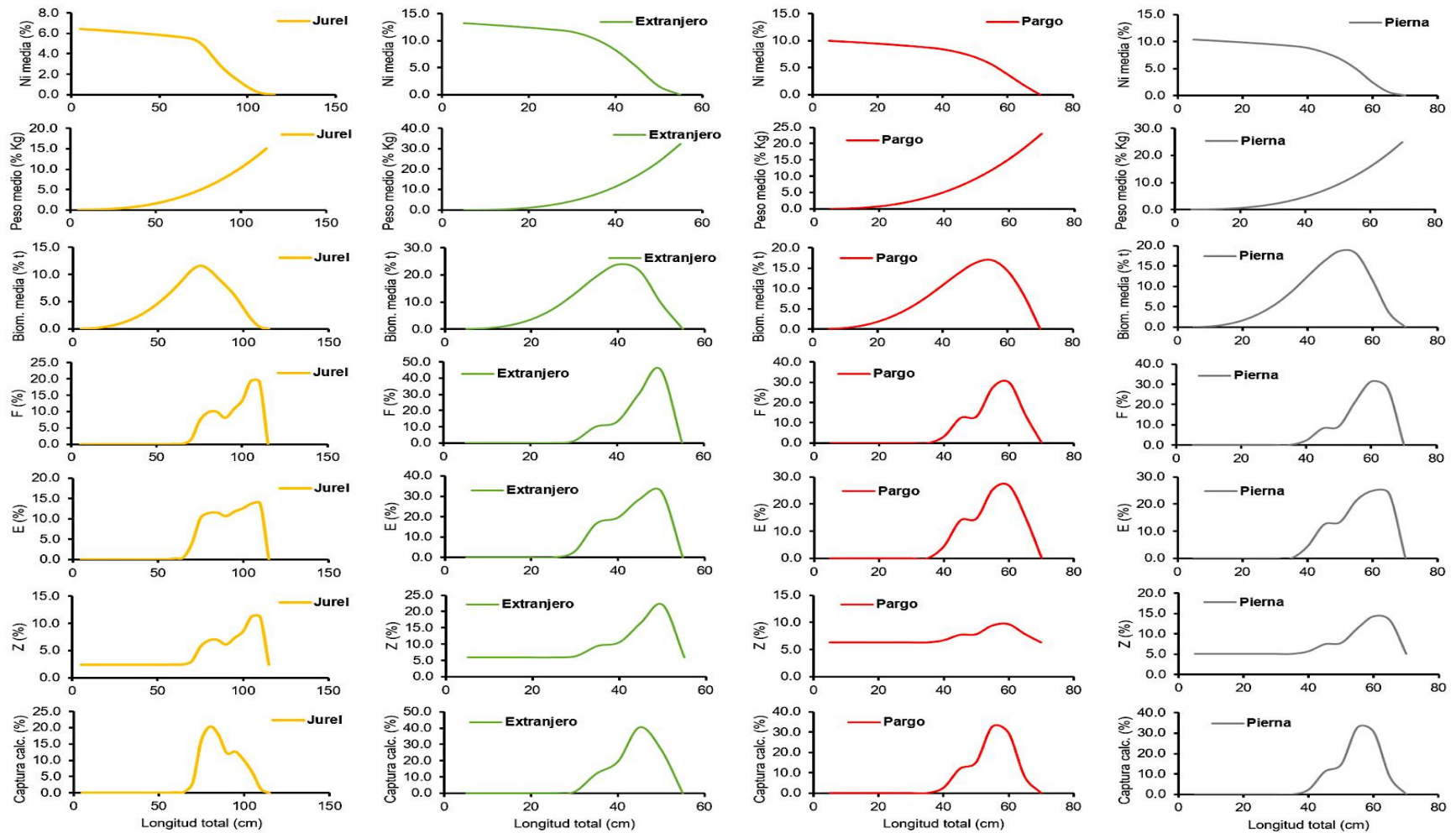


Figura 5. Valores (%) globales de salida específicas a las tallas obtenidas mediante el Análisis de Cohortes de Jones para las especies Jurel, Extranjero, Pargo y Pierna provenientes de la captura con línea de mano en Guaymas, Sonora. Se presentan valores de abundancia, peso medio, biomasa media, mortalidad por pesca (F), tasa de explotación (E), mortalidad total (Z) y captura calculada a cada talla (cm).



Tabla 5. Valores anuales del Análisis de Cohortes de Jones (ANCO) para las especies Jurel, Extranjero, Pargo y Pierna provenientes de la captura con línea de mano en Guaymas, Sonora.

Especie	Año	Captura (t)	Captura (inds)	Ni	N media	Biomasa media (t)	Biomasa (t)	F anual	E anual	Z anual	Y (t)	Dif Y
Jurel	2011	47.83	11,279.00	516,173.91	138,324.78	163.27	421.29	0.047	0.15	0.32	44.96	2.87
	2012	426.30	100,524.18	4,600,402.94	1,232,820.39	1,455.15	3,754.75	0.047	0.15	0.32	400.71	25.59
	2013	128.75	30,360.00	1,389,399.49	372,332.61	439.48	1,134.00	0.047	0.15	0.32	121.02	7.73
	2014	191.38	45,127.68	2,065,229.82	553,442.27	653.25	1,685.60	0.047	0.15	0.32	179.89	11.49
	2015	171.56	40,454.51	1,851,365.84	496,130.79	585.60	1,511.05	0.047	0.15	0.32	161.26	10.30
	2016	279.65	65,942.97	3,017,823.68	808,719.28	954.56	2,463.08	0.047	0.15	0.32	262.87	16.78
	2017	252.79	59,608.93	2,727,951.77	731,039.13	862.88	2,226.50	0.047	0.15	0.32	237.62	15.17
	2018	193.62	45,657.07	2,089,456.65	559,934.59	660.91	1,705.37	0.047	0.15	0.32	182.00	11.62
	2019	177.69	41,899.29	1,917,485.01	513,849.47	606.52	1,565.01	0.047	0.15	0.32	167.02	10.66
	2020	159.52	37,615.66	1,721,448.66	461,315.46	544.51	1,405.01	0.047	0.15	0.32	149.95	9.57
	2021	99.00	23,344.80	1,068,354.61	286,298.69	337.93	871.97	0.047	0.15	0.32	93.06	5.94
	2022	183.10	43,175.29	1,975,880.09	529,498.24	624.99	1,612.67	0.047	0.15	0.32	172.11	10.99
	2023	117.95	27,814.48	1,272,905.78	341,114.51	402.63	1,038.92	0.047	0.15	0.32	110.88	7.08
2024	210.53	49,644.39	2,271,933.13	608,834.82	718.63	1,854.30	0.047	0.15	0.32	197.90	12.64	
Extranjero	2011	48.88	47,929.41	1,212,263.67	624,167.74	154.93	210.04	0.048	0.14	0.33	42.49	6.39
	2012	63.25	62,015.05	1,568,527.33	807,600.02	200.46	271.76	0.048	0.14	0.33	54.98	8.27
	2013	132.57	129,987.37	3,287,729.76	1,692,779.31	420.18	569.63	0.048	0.14	0.33	115.24	17.33
	2014	185.78	182,162.32	4,607,374.50	2,372,235.19	588.84	798.28	0.048	0.14	0.33	161.49	24.28
	2015	333.60	327,112.33	8,273,549.77	4,259,867.72	1,057.39	1,433.48	0.048	0.14	0.33	290.00	43.60
	2016	376.87	369,540.35	9,346,668.24	4,812,392.68	1,194.53	1,619.41	0.048	0.14	0.33	327.61	49.26
	2017	331.83	325,376.79	8,229,653.33	4,237,266.42	1,051.78	1,425.88	0.048	0.14	0.33	288.46	43.37
	2018	269.28	264,043.42	6,678,367.52	3,438,543.68	853.52	1,157.10	0.048	0.14	0.33	234.08	35.20
	2019	289.78	284,144.73	7,186,783.63	3,700,315.88	918.49	1,245.19	0.048	0.14	0.33	251.90	37.88
	2020	284.01	278,487.27	7,043,691.28	3,626,640.80	900.21	1,220.40	0.048	0.14	0.33	246.89	37.12



	2021	274.00	268,671.43	6,795,422.39	3,498,812.64	868.48	1,177.38	0.048	0.14	0.33	238.19	35.81
	2022	352.19	0.00	8,734,705.98	4,497,306.86	1,116.32	1,513.38	0.048	0.14	0.33	306.16	46.03
	2023	465.41	456,360.65	11,542,586.92	5,943,022.62	1,475.18	1,999.88	0.048	0.14	0.33	404.58	60.83
	2024	420.00	0.00	10,416,345.60	5,363,145.89	1,331.24	1,804.74	0.048	0.14	0.33	365.10	54.90
Pargo	2011	59.12	34,682.08	2,708,182.25	1,252,206.90	687.95	859.22	0.013	0.04	0.33	53.82	5.30
	2012	193.95	113,780.17	8,884,629.67	4,108,067.18	2,256.92	2,818.80	0.013	0.04	0.33	176.56	17.38
	2013	62.22	36,504.74	2,850,505.91	1,318,014.39	724.10	904.37	0.013	0.04	0.33	56.65	5.58
	2014	80.23	47,067.91	3,675,340.95	1,699,400.88	933.63	1,166.06	0.013	0.04	0.33	73.04	7.19
	2015	120.10	70,460.80	5,501,996.08	2,544,008.06	1,397.64	1,745.60	0.013	0.04	0.33	109.34	10.76
	2016	300.87	176,508.19	13,782,804.84	6,372,881.07	3,501.17	4,372.83	0.013	0.04	0.33	273.90	26.97
	2017	315.03	184,813.03	14,431,295.93	6,672,729.80	3,665.91	4,578.57	0.013	0.04	0.33	286.79	28.23
	2018	271.52	159,291.17	12,438,397.71	5,751,255.29	3,159.66	3,946.29	0.013	0.04	0.33	247.19	24.34
	2019	266.48	156,332.53	12,207,369.30	5,644,432.58	3,100.97	3,873.00	0.013	0.04	0.33	242.59	23.88
	2020	507.68	297,838.15	23,256,965.75	10,753,535.18	5,907.84	7,378.67	0.013	0.04	0.33	462.18	45.50
	2021	469.00	275,143.80	21,484,856.91	9,934,149.07	5,457.68	6,816.44	0.013	0.04	0.33	426.96	42.04
	2022	466.16	273,476.66	21,354,677.00	9,873,956.60	5,424.62	6,775.13	0.013	0.04	0.33	424.38	41.78
	2023	476.45	279,514.88	21,826,176.62	10,091,968.17	5,544.39	6,924.73	0.013	0.04	0.33	433.75	42.70
	2024	391.00	229,381.40	17,911,457.71	8,281,883.92	4,549.95	5,682.71	0.013	0.04	0.33	355.95	35.04
Pierna	2011	50.42	25,147.97	983,147.32	382,169.36	201.64	336.72	0.035	0.10	0.37	45.43	4.99
	2012	259.53	129,435.96	5,060,233.35	1,967,015.62	1,037.82	1,733.09	0.035	0.10	0.37	233.83	25.70
	2013	73.03	36,422.95	1,423,936.93	553,513.24	292.04	487.69	0.035	0.10	0.37	65.80	7.23
	2014	34.75	17,330.63	677,532.08	263,370.50	138.96	232.05	0.035	0.10	0.37	31.31	3.44
	2015	35.69	17,797.36	695,778.82	270,463.38	142.70	238.30	0.035	0.10	0.37	32.15	3.53
	2016	217.93	108,687.00	4,249,063.60	1,651,697.44	871.46	1,455.27	0.035	0.10	0.37	196.35	21.58
	2017	109.18	54,453.11	2,128,816.94	827,514.44	436.61	729.10	0.035	0.10	0.37	98.37	10.81
	2018	79.16	39,479.86	1,543,445.17	599,968.53	316.55	528.62	0.035	0.10	0.37	71.32	7.84
	2019	63.22	31,530.74	1,232,678.18	479,167.08	252.81	422.18	0.035	0.10	0.37	56.96	6.26
	2020	31.03	15,474.20	604,955.85	235,158.64	124.07	207.19	0.035	0.10	0.37	27.96	3.07
	2021	84.00	41,893.34	1,637,798.96	636,645.76	335.90	560.93	0.035	0.10	0.37	75.68	8.32
	2022	81.97	40,880.53	1,598,203.80	621,254.32	327.78	547.37	0.035	0.10	0.37	73.85	8.12



2023	68.08	33,954.75	1,327,443.76	516,004.39	272.25	454.64	0.035	0.10	0.37	61.34	6.74
2024	48.99	24,431.96	955,155.19	371,288.25	195.90	327.13	0.035	0.10	0.37	44.14	4.85

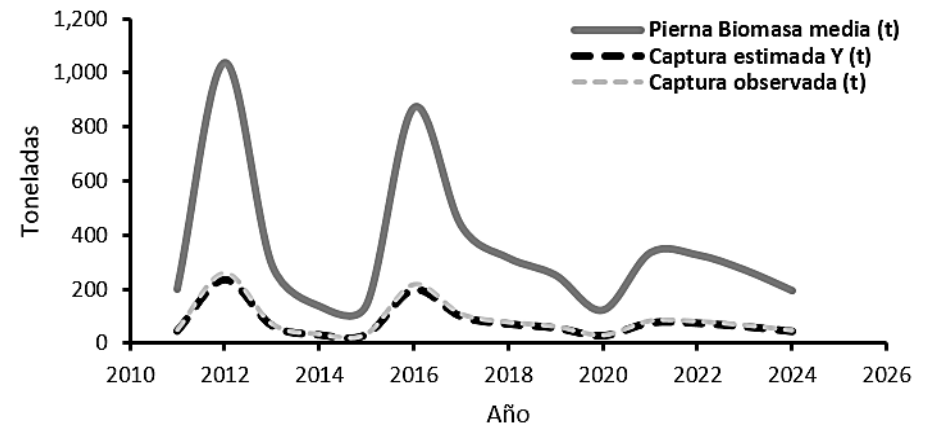
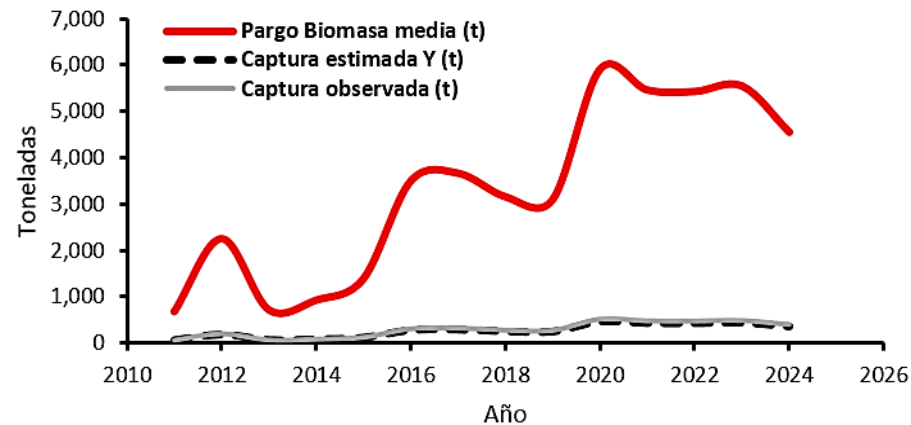
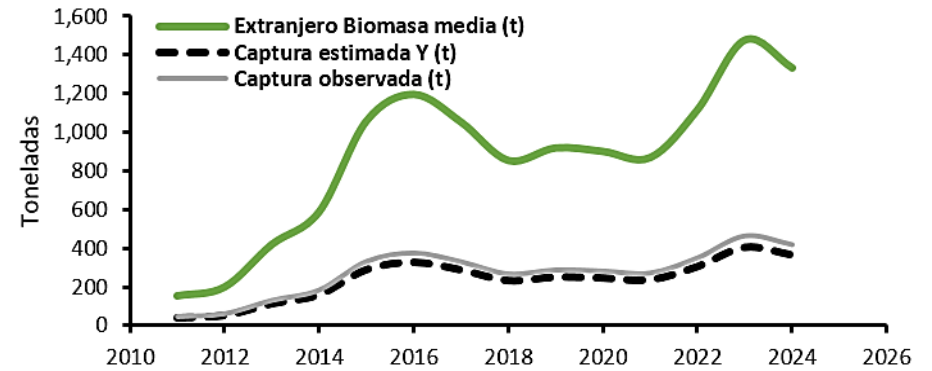
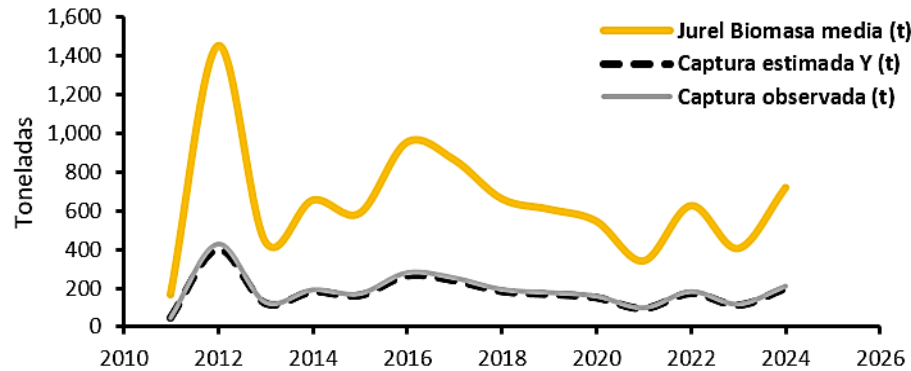


Figura 6. Valores de biomasa media anual, además de la captura anual observada y calculada mediante Análisis de Cohortes de Jones para las especies Jurel, Extranjero, Pargo y Pierna provenientes de la captura con línea de mano en Guaymas, Sonora (2011-2024).



Consideraciones finales

En los documentos de Excel adjuntos se encuentran todas las cifras obtenidas sobre frecuencias de tallas, relaciones biométricas, análisis de crecimiento y sus estimados derivados (t_0 , longevidad y M), la talla de primera captura, así como para el ANCO de cada especie. El desglose de la información de ANCO específico a la talla para cada año se encuentra en el documento de Excel número 2.

Esta es una primera aproximación de ANCO para las especies y pudiera ser afinado con más información, así mismo los estimados de crecimiento y sus cálculos derivados. Sin embargo, si no existiese más información, tales estimados pueden ser útiles como valores de entrada en otros análisis de evaluación pesquera, siempre y cuando se tenga en cuenta los supuestos antes descritos para las especies (mantienen entre años la misma estructura, crecimiento, mortalidad natural, relaciones biométricas). Particularmente las cifras de biomasa media de ANCO han sido utilizadas como indicadores de abundancia en modelos globales de tipo Bayesianos, obteniendo valores optimizados de biomasas interanuales, capacidad de carga, resiliencia y puntos de referencia biológicos. Esto debido a que la Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) que es un indicador de abundancia comúnmente utilizado, puede que no sea un buen indicador por el efecto de hiperestabilidad en las pesquerías, dejando oculto la abundancia real de los recursos. Por tanto, las abundancias relativas ayudan a aliviar este fenómeno durante las evaluaciones en pesquerías.

Literatura citada

- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (1992). *Length-based cohort analysis (Jones' method)*. In FAO Fisheries Technical Paper No. 254: Fish stock assessment manual (Part 4, Section 4). De: <https://www.fao.org/4/t0535e/T0535E04.htm>
- Cisneros-Montemayor, A. M., Zetina-Rejón, M. J., Espinosa-Romero, M. J., Cisneros-Mata, M. A., Singh, G. G., & Fernández-Rivera Melo, F. J. (2020). *Evaluating ecosystem impacts of data-limited artisanal fisheries through ecosystem modelling and traditional fisher knowledge*. *Ocean & Coastal Management*, 195, 105291. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2020.105291>
- Comunidad y Biodiversidad A.C. & MRAG Americas. (2020). *Pre-assessment report of the marine finfish fishery caught with handlines in Guaymas, Sonora, Mexico*. Guaymas, Sonora.



- FIP Guaymas Finfish. (2020). *Programa de Mejora Pesquera para especies de escama marina capturadas con línea y anzuelo en Guaymas, Sonora (2020–2024)*. Comunidad y Biodiversidad A.C.
- Jones, R. (1984). *Assessing the effects of changes in exploitation pattern using length composition data (with notes on VPA and cohort analysis)*. *FAO Fisheries Technical Paper*, No. 256. Rome: FAO. De: <https://digitalarchive.worldfishcenter.org/bitstreams/3698234f-c4e5-4e06-a0da-c1d286aa9865/download>
- Jones, R. (1990). Length-based cohort analysis: A simple method for determining the effects of changes in fishing effort and mesh size on yield and yield per recruit. *ICES Journal of Marine Science*, 46(2), 133–149. <https://doi.org/10.1093/icesjms/46.2.133>
- Southeast Asian Fisheries Development Center (SEAFDEC). (2019). *Basic stock assessment training material: Length-based cohort analysis (Jones' method)*. Training Department, Samut Prakan, Thailand. De: <https://seafdec.or.th/neritic-tunas/documents/Training%20Material/Stock%20Assessment%20Basic%20Level%20202/09-Jones.pdf>
- Teferi, Y., & Gebremedhin, S. (2014). Length-based cohort analysis of *Oreochromis niloticus* in Lake Hayq, Ethiopia, using Jones' method. *Fisheries and Aquatic Sciences*, 27(4), 207–215. <https://doi.org/10.5657/FAS.2014.0207>.
- Zetina-Rejón, M. J., López-Ibarra, G. A., Rocha-Tejeda, L., Flores-Guzmán, A., López-Ercilla, I., Rodríguez-Rodríguez, E., Sandoval-Jiménez, S. A., Arreguín-Sánchez, F., & Cisneros-Montemayor, A. M. (2022). *A framework for simulating ecosystem effects in data-poor small-scale fisheries using science-based and local ecological knowledge-based models*. *Frontiers in Marine Science*, 8, 799068. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.799068>

Elaborado por:

Raúl E. Molina, Jefe de investigación del CRIAP en Guaymas, Son.

Alejandro Balmori, Responsable del proyecto escama marina, CRIAP en Guaymas, Son.

Edgar A. Arzola, Coordinador de Investigación, DIPP-IMIPAS