

Comisión Interamericana del Atún Tropical  
Inter-American Tropical Tuna Commission



EVALUACION DE PATUDO EN EL OCEANO PACIFICO ORIENTAL, 2019: evaluación de referencia

Haikun Xu, Mark N. Maunder, Carolina Minte-Vera, Juan L. Valero, Cleridy Lennert-Cody y Alexandre Aires-da-Silva

Documento SAC-11-06

11<sup>MA</sup> REUNION COMITÉ CIENTIFICO ASESOR, La Jolla, California (EEUU)  
11-15 de Mayo, 2020

Pospuesta hasta fecha aun por determinar

## Problemas con evaluaciones de población de atunes tropicales del OPO

- Asesoramiento de ordenación vía enfoque de "mejor evaluación"
- Multiplicador de  $F$  de las evaluaciones de caso base YFT y BET utilizadas para determinar la duración del cierre estacional
- 2018: La evaluación de BET no es lo suficientemente fiable como para determinar los cierres (SAC-09 INF)
  - Evaluación excesivamente sensible a nuevos datos (principalmente para los índices de abundancia de la pesquería de palangre)
  - Otros problemas
- 2019: misma conclusión para evaluación de YFT (SAC-10 INF-F)

- Incluyó revisiones externas de evaluaciones de YFT y BET
- Ambas revisiones sugirieron una variedad de modelos alternativos en lugar de remplazos para los modelos base
- Cambio de “mejor evaluación” a enfoque de análisis de riesgo que considera múltiples modelos y se ocupa explícitamente de la incertidumbre en las evaluaciones de poblaciones

# Enfoque pragmático de análisis de riesgo

Descrito en Maunder et al. 2020 (SAC-11- INF-F):

- 1. Identificar hipótesis alternativas ('estados de la naturaleza') sobre la dinámica poblacional que abordan los principales problemas en las evaluaciones**
  - YFT: SAC-11-J; BET: SAC-11 INF-F
- 2. Implementar modelos de evaluación de stocks que representen hipótesis alternativas**
  - YFT: SAC-11-07; BET: SAC-11-06
- 3. Asignar pesos relativos a cada hipótesis (modelo)**
  - YFT: SAC-11 INF-J; BET: SAC-11 INF-F
- 4. Calcular distribuciones de probabilidad combinadas para cantidades de ordenación utilizando ponderaciones relativas de los modelos**
  - SAC-11-08

# Modelos *retenidos* en el análisis de riesgo

Nombre	Numero	Descripción	$h=0.7$	$h=0.8$	$h=0.9$	$h=1.0$
Env-Fix	1	Ambiente, Fijado				
Env-Gro	2	Ambiente, Estima crecimiento				
Env-Sel	3	Ambiente, Selectividad domo				
Env-Mrt	4	Ambiente, Mortalidad adultos				
Srt-Fix	5	Corto plazo, Fijado				
Srt-Gro	6	Corto plazo, Estima crecimiento		48 modelos		
Srt-Sel	7	Corto plazo, Selectividad domo				
Srt-Mrt	8	Corto plazo, Mortalidad adultos				
Mov	9	Movimiento pre-adultos				
Gro	10	Estima crecimiento				
Sel	11	Selectividad domo				
Mrt	12	Mortalidad adultos				

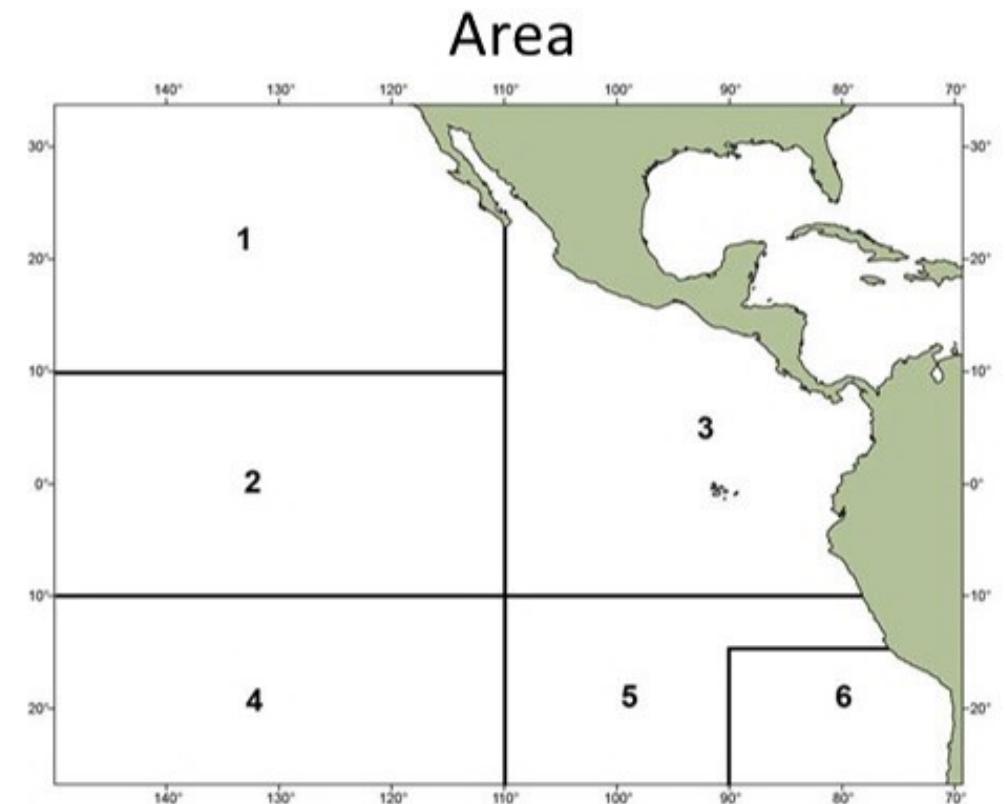
# Resumen de presentación

- Definición de flotas: pesquerías y “campañas de investigación”
- Datos: captura, índice de abundancia y composición de tallas
- Supuestos de modelo: crecimiento, mortalidad natural, reclutamiento y selectividad
- Las diferencias entre doce modelos de referencia
- Resultados de modelos

# Pesquerías

Flota	Arte	Tipo de lance	Años	Area	Datos de captura
<b>Pesquerías</b>					
1	LL	-	1979-presente	1	Solo captura retenida (1,000)
2			1979-1993; 1994-presente	2	
3				3	
4				4	
5				5	
6				6	
7	LL	-	1979-presente	1	Solo captura retenida (tons)
8			1979-1993; 1994-presente	2	
9				3	
10				4	
11				5	
12				6	
13	PS	OBJ	1979-presente	2	Solo captura retenida (tons)
14				3	
15				4	
16				5	
17				6	
18	PS	OBJ	1979-presente	2-6	Descarte de peces pequeños (tons)
19	PS	NOA+DEL	1979-presente	2	Solo captura retenida (tons)
20				3	
21				4	
22				5	
23				6	

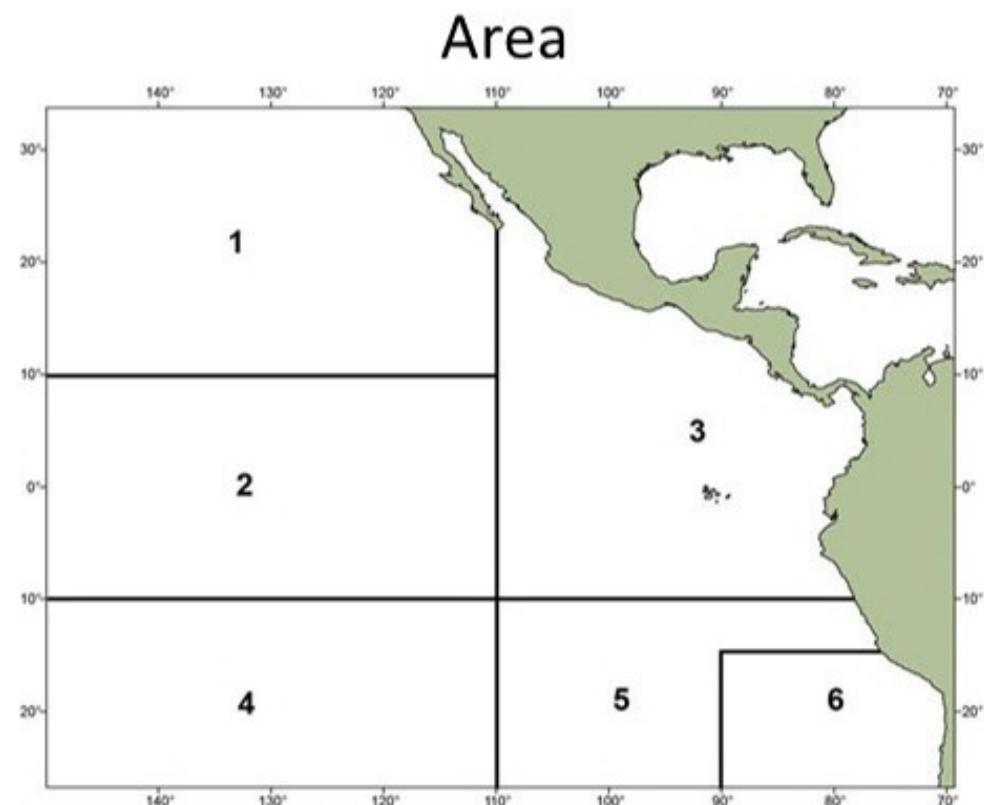
Esta evaluación utiliza el enfoque de "áreas como flotas"



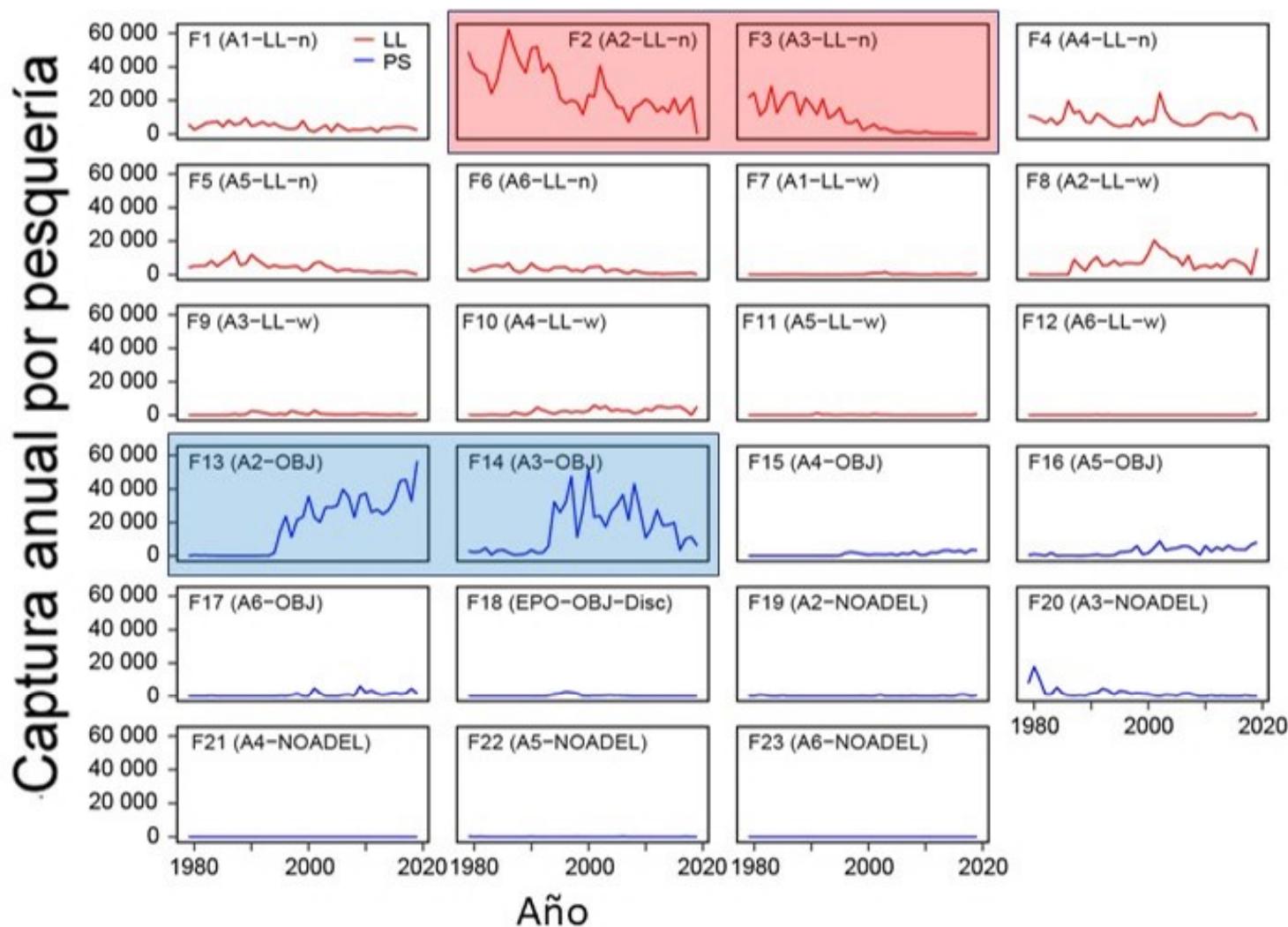
# “Campaña de investigación” (“survey”)

Flota	Arte	Tipo de lance	Años	Area	Datos de captura
<b>“Campaña de investigación”</b>					
24	LL	-	1979-1992	2-6	Sin capturas
25			1995-presente		

- En *Stock Synthesis*: es una flota que tiene datos (índices de abundancia, composiciones de talla), pero sin capturas.
- No es una campaña de investigación real: son datos estandarizados de la flota comercial de palangre de JPN
- No hay índice para el Area 1: no considerada representativa del “núcleo” de la región ecuatorial de la distribución de patudo

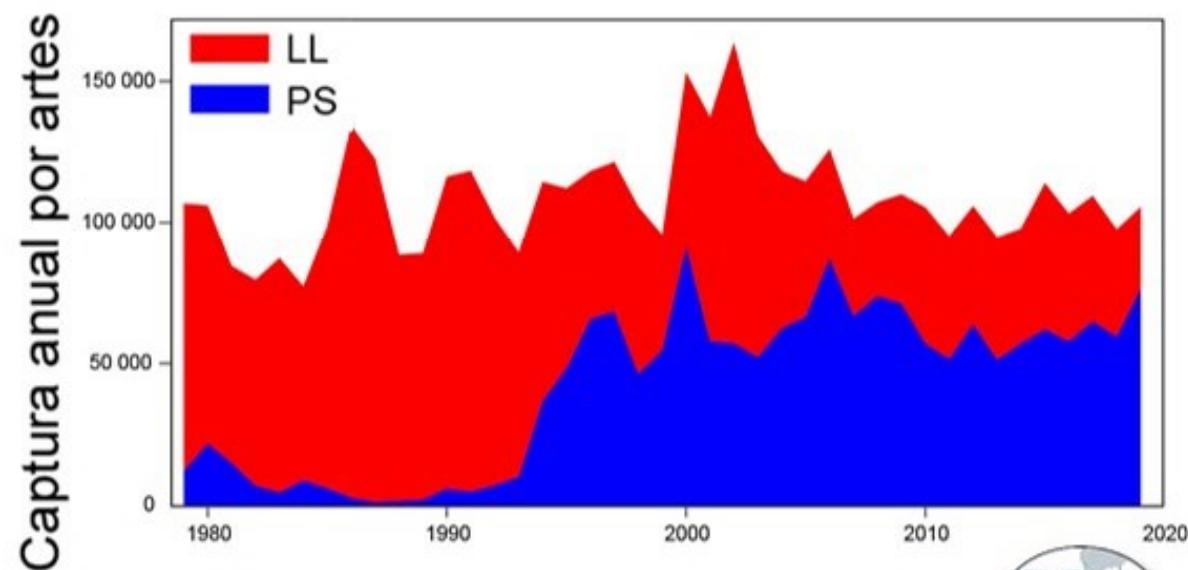


# Datos - capturas

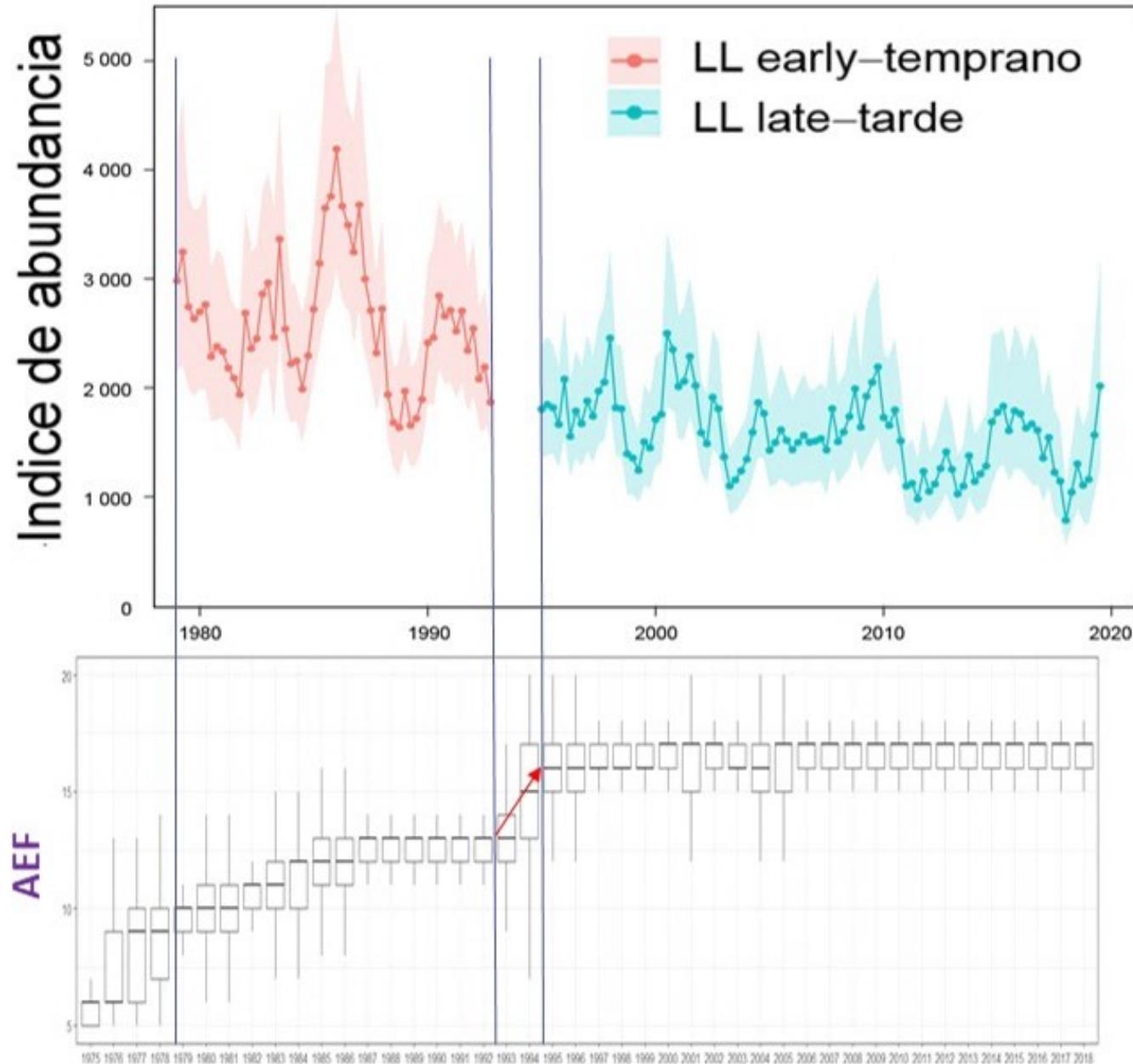


Nota: las capturas de palangre se presentan tanto en número (Pesquerías 1-6) como en peso (Pesquerías 7-12), pero las presentadas en número se convierten en peso para fines comparativos

- Areas 2 y 3 son los principales caladeros para las pesquerías LL y OBJ
- Antes de 1993, las capturas eran realizadas principalmente por las pesquerías LL;
- Después de 1997, las pesquerías OBJ capturaron más patudo que las pesquerías LL



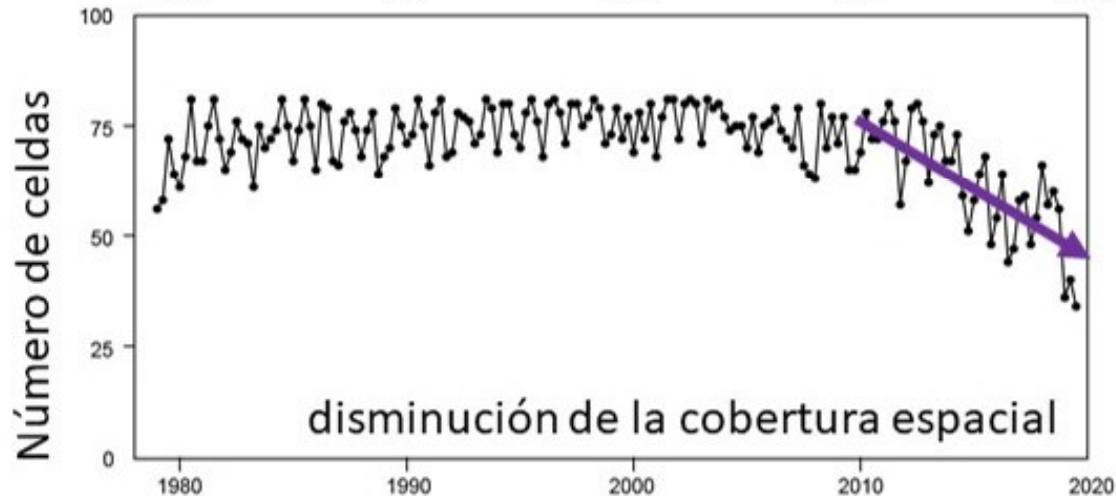
# Datos - índices de abundancia



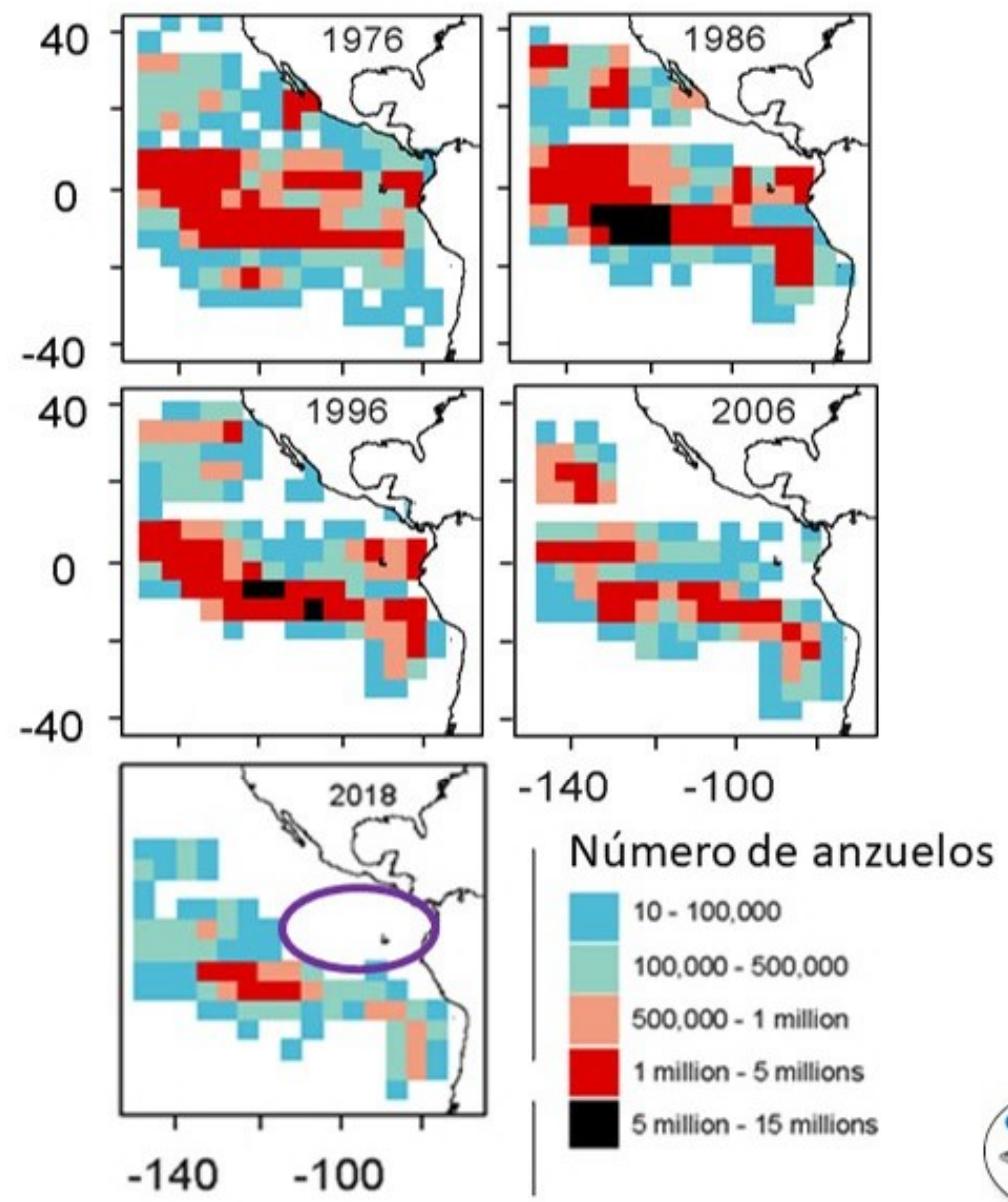
- Nuevo modelo y nuevos datos para índices para palangre :
  - Estandarizado, modelo espaciotemporal (VAST)
  - Datos de captura y esfuerzo por 1" celda x mes x buques de la flota de JPN
- Cambios en índices de abundancia de palangre:
  - Dos índices: 1979-1992 (**temprano**), 1995-2019 (**tarde**)
  - Diferente capturabilidad y selectividad cada índice por cambio en anzuelos entre flotadores (**AEF**)
  - CV varían en el tiempo, estimados por VAST
  - Diferente CV medios por índice: estimados para el índice temprano y fijos (0.15) para el índice tardío

# Datos - índices de abundancia

## Contracción de la pesquería de palangre de JPN



Año



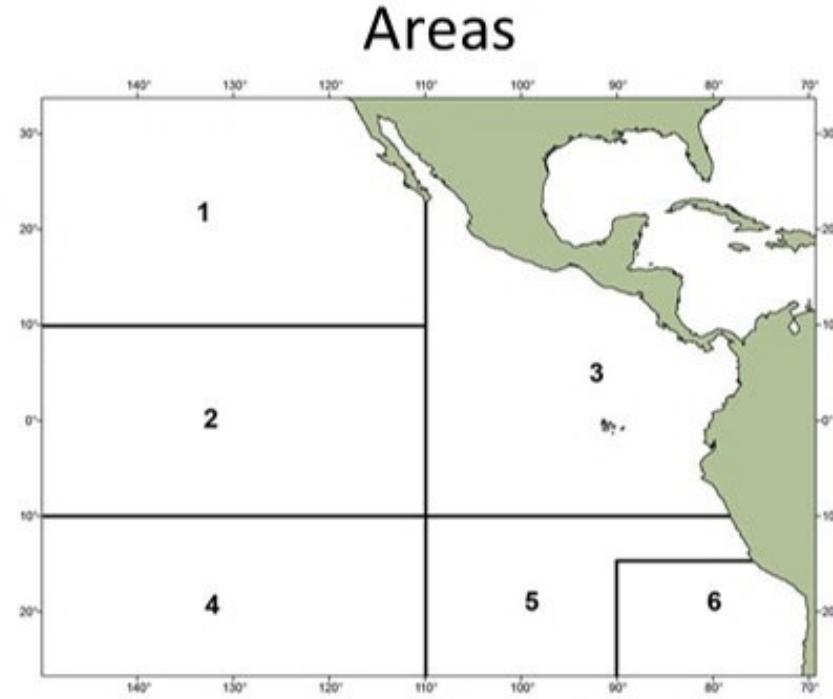
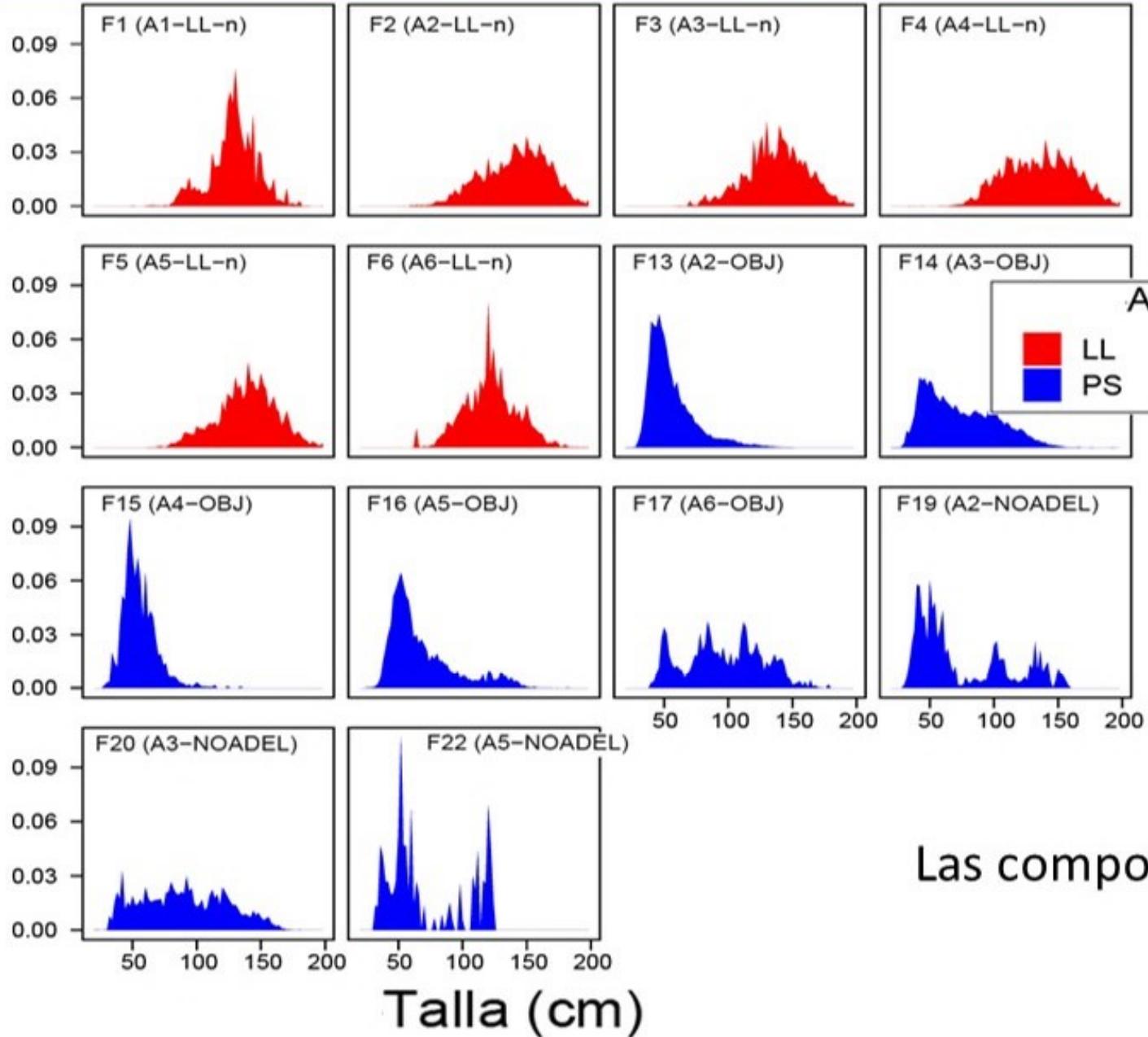
# Datos - índices de abundancia

## ¿Cómo tratar la contracción de la pesquería de palangre de JPN?

- Disminución del esfuerzo pesquero y cobertura espacial en el OPO de flota de palangre de JPN desde 2010
- Disminución del tamaño de muestra y aumento del área sin muestrear en el OPO
- Cada vez más hay incertidumbre en el índice de palangre
- Nuestra solución: utilizar CVs del índice con variación temporal estimada por modelo espaciotemporal considerando contracción de la pesquería -> CVs grandes en años recientes reflejan más incertidumbre, menos efecto en ajuste del modelo de evaluación poblacional

# Datos – composiciones de tallas

Frecuencia de talla media



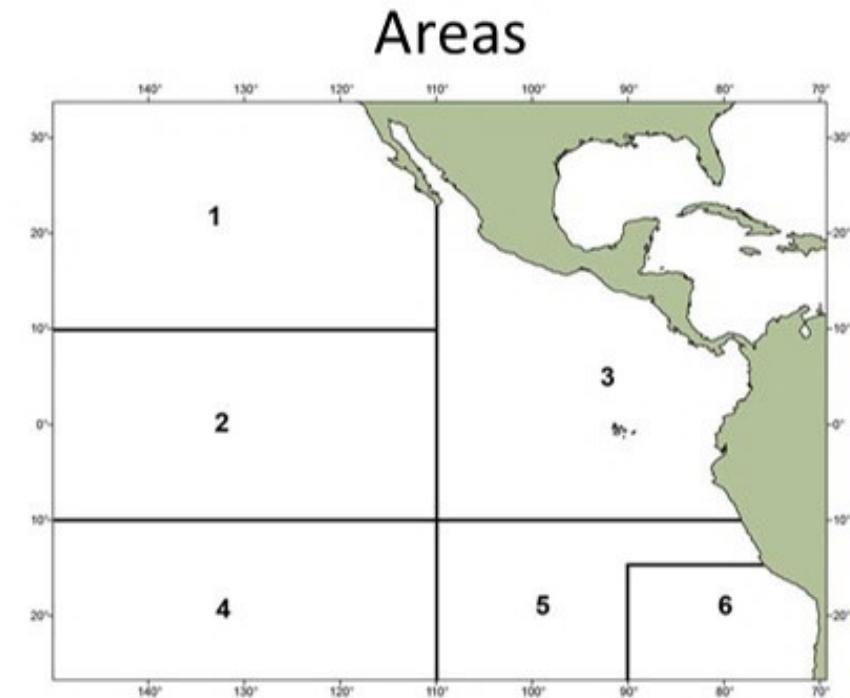
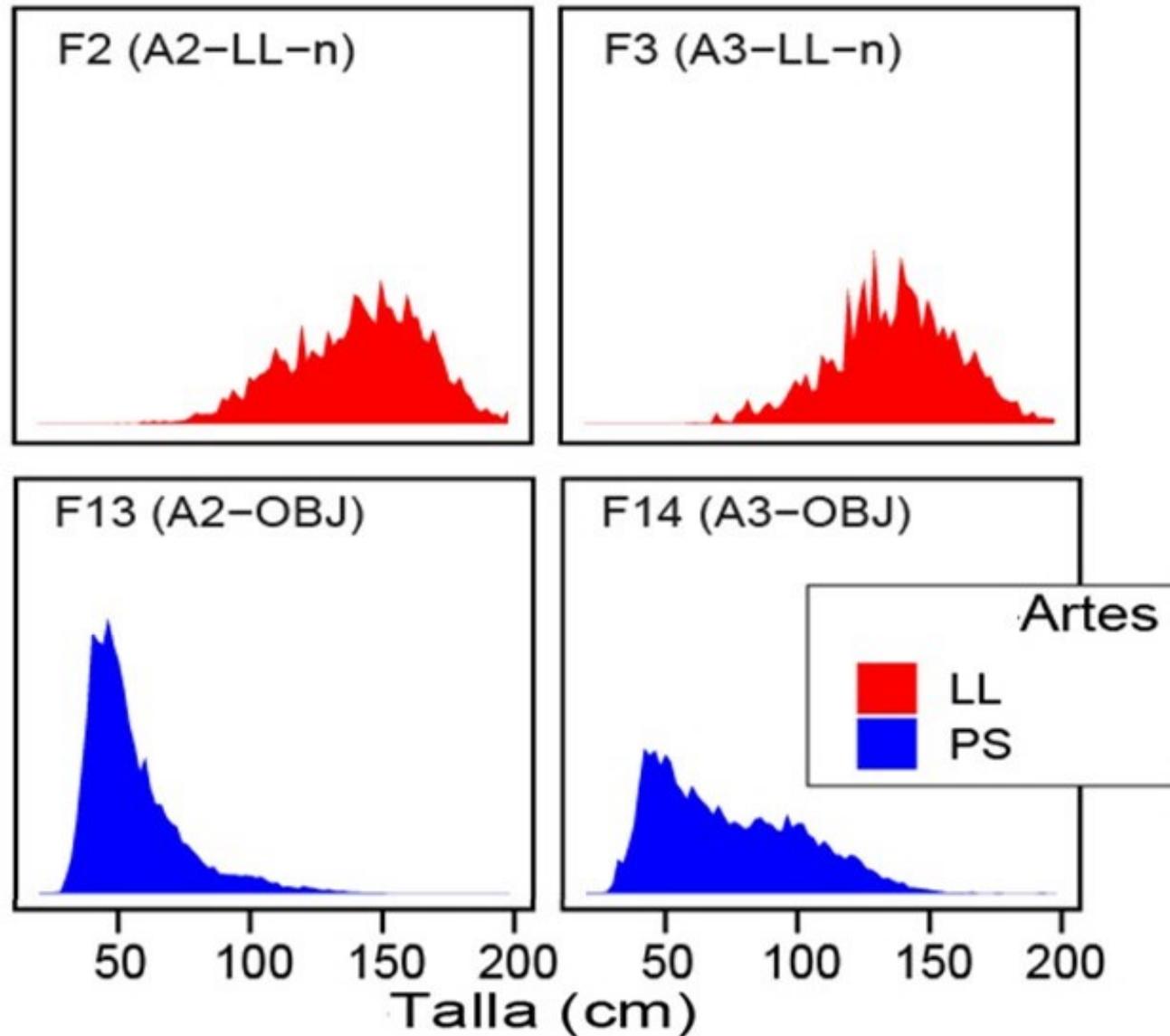
Las composiciones son diferentes en las 6 áreas



# Datos – composiciones de tallas

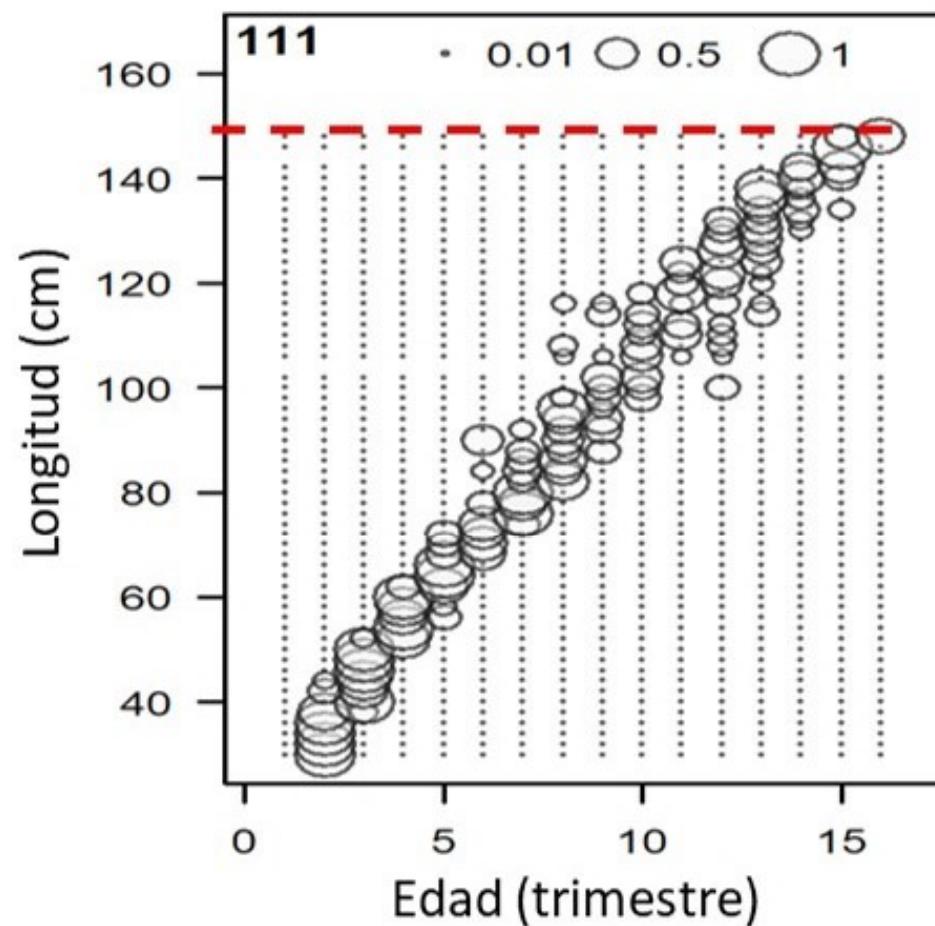
En la misma zona, las pesquerías **LL** capturan patudos más grandes que las pesquerías **OBJ**

Frecuencia de talla media



# Datos – edades condicional a la talla

Datos de edad condicional a la talla para la pesquería OBJ (Area 3), tercer trimestre de 2002

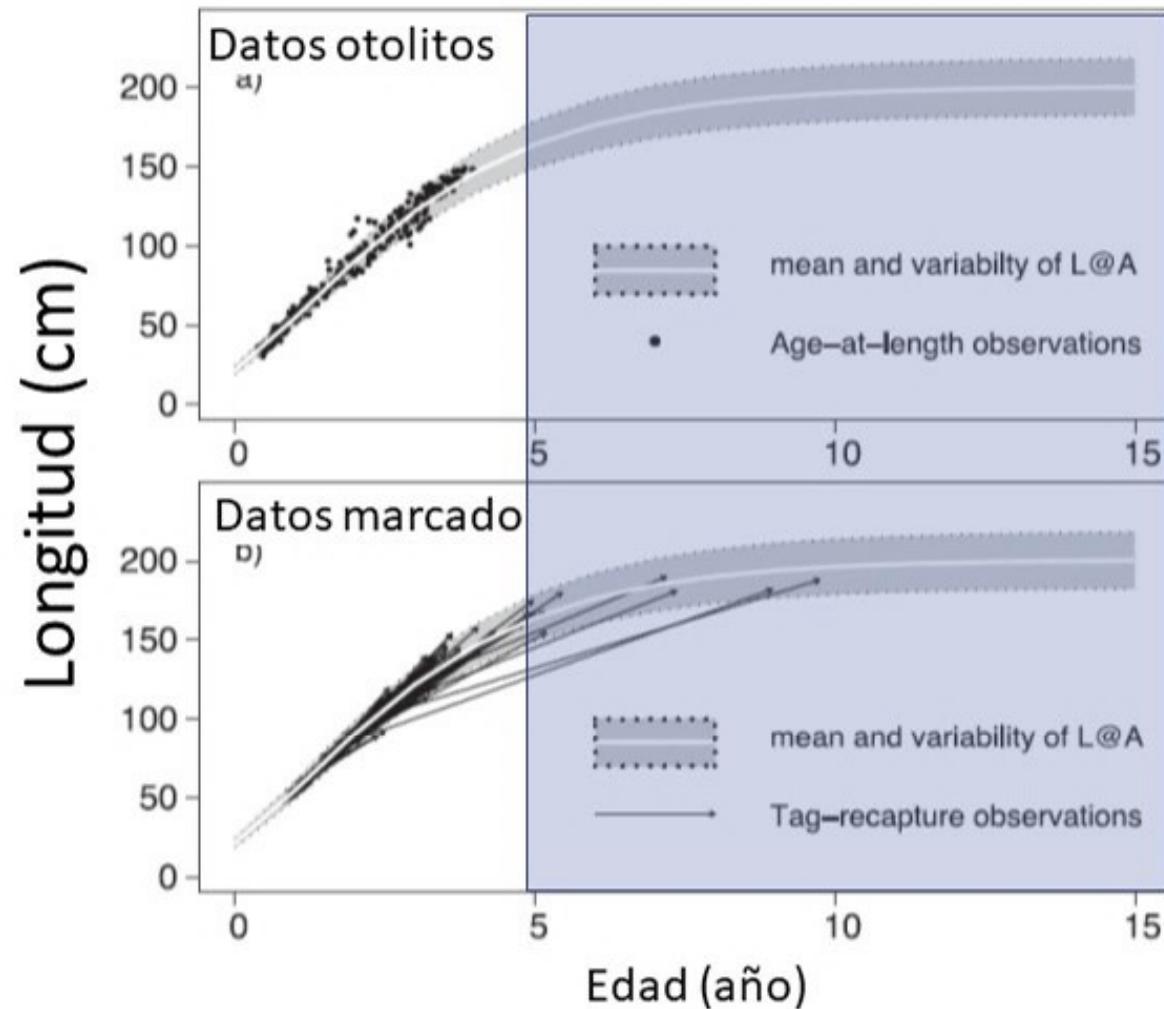


- Los datos de edad condicionales a talla se incluyen en los tres modelos de referencia que estiman la curva de crecimiento
- Los datos no incluyen patudos mayores de 150 cm o mayores de 4 años de edad

# Supuestos de modelo (Env-Fix) - generales

- Basado en *Stock Synthesis* (v3.30.15), modelo integrado estructurado por edad
- Un stock de atún patudo en el OPO
- Dos sexos – sólo la mortalidad natural es específica del sexo
- Enfoque de "áreas como flotas"
- Modela 1979-2019 con una resolución de tiempo trimestral
- Edad máxima acumuladora de la población: 40 trimestres (10 años)
- Ponderación de Francis para datos de composición de tallas
- Agrupa capturas por lances de cerco en delfines y sobre atunes no asociados

# Supuestos de modelo (Env-Fix) - crecimiento



Estimado externamente integrando datos de edad y longitud, de otolitos y de marcado (Silva et al. 2015)

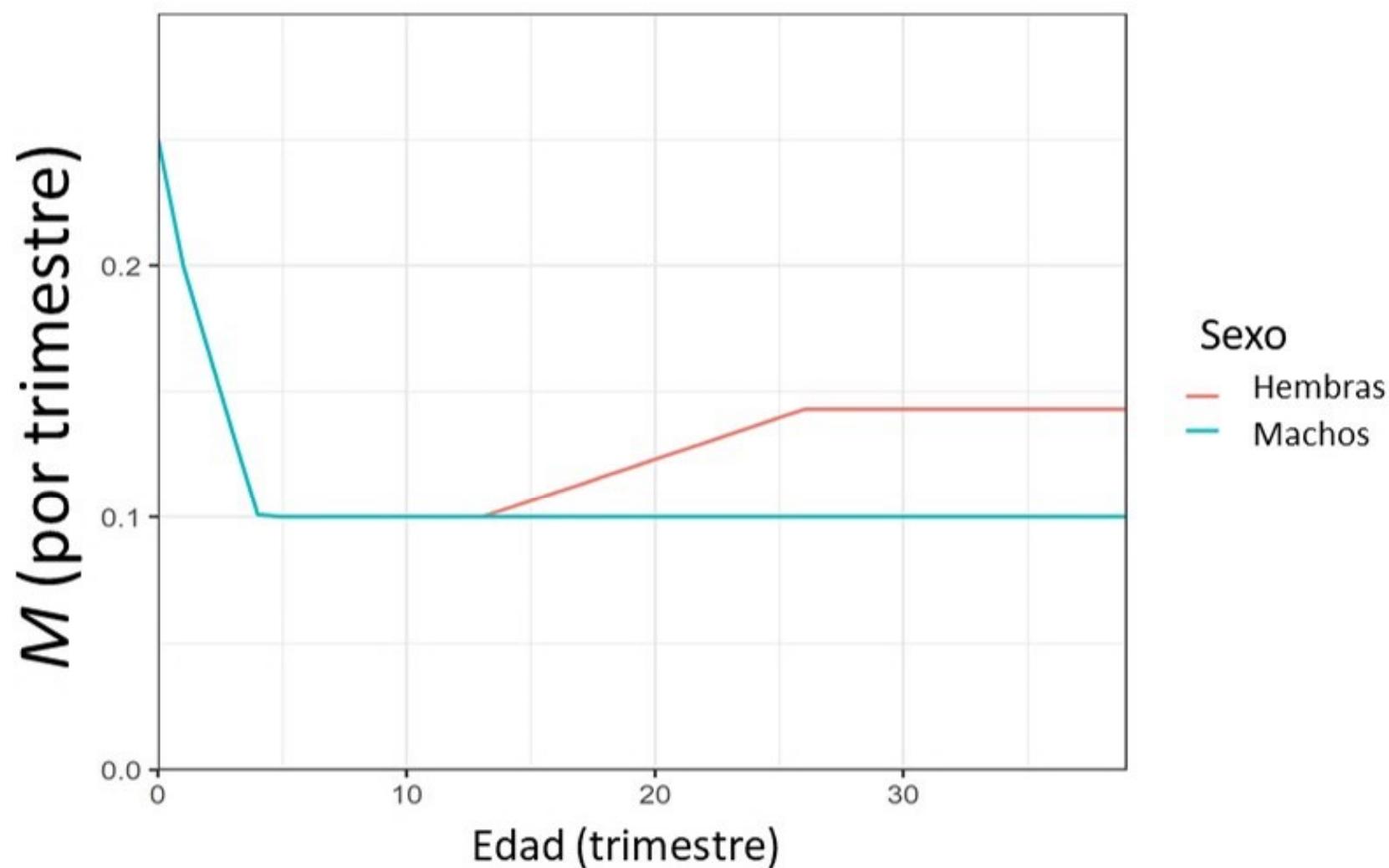
**Problemas con la estimación** de crecimiento:

- Datos de marcado **muy limitados** y sin datos de otolitos **para patudos grandes (viejos)**: mas incertidumbre en longitud media estimada en edades avanzadas
- Los datos de marcado pueden **no ser representativos** del stock del OPO: limitaciones en espacio (marcados a 95W y recapturados principalmente en el Area 3) y tiempo (2000-2004)

Silva et al. (2015)

# Supuestos de modelo (Env-Fix) – mortalidad natural

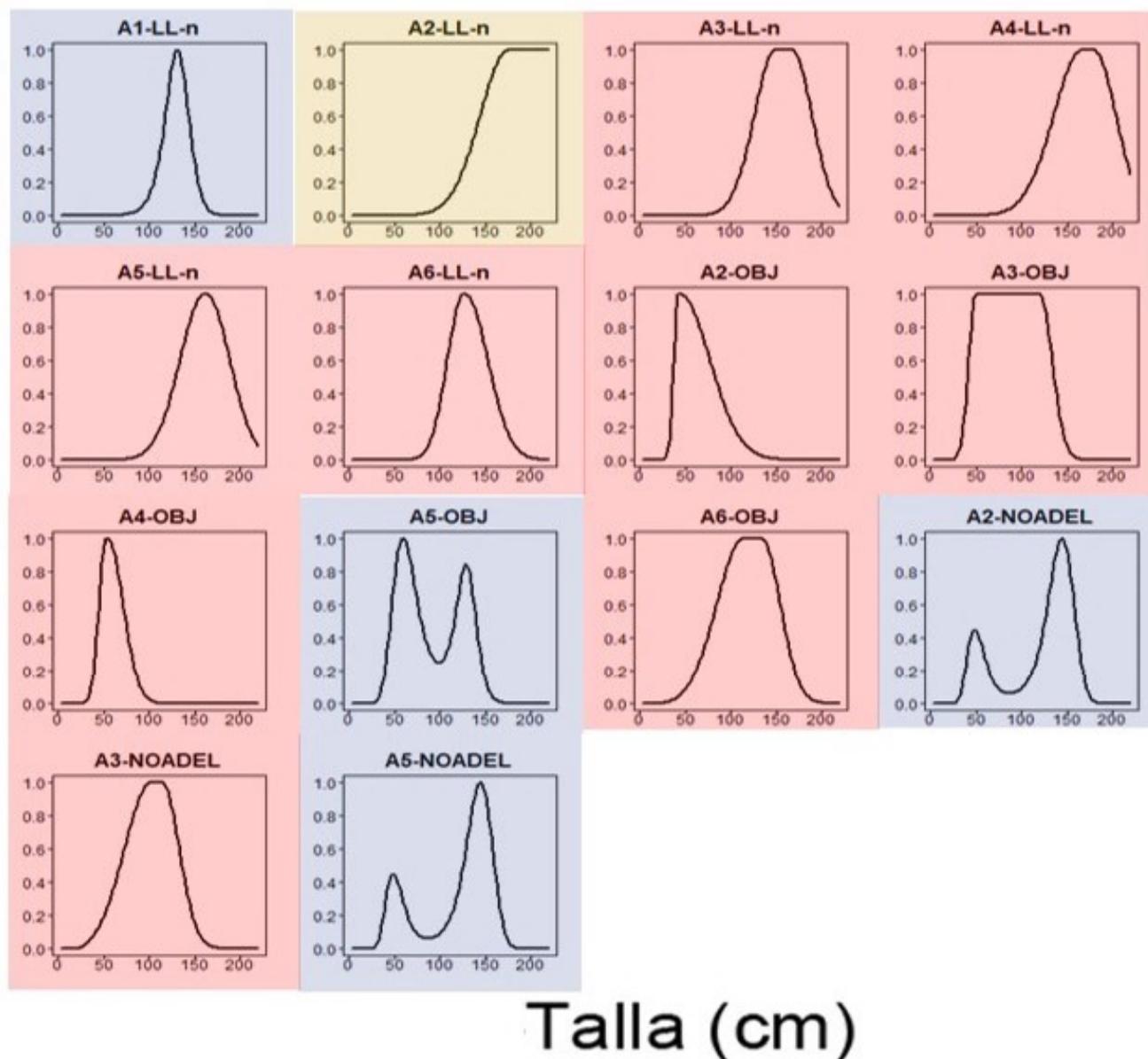
Se asumen vectores de mortalidad natural ( $M$ ) específicos por edad y sexo



# Supuestos de modelo (Env-Fix) – reclutamiento

- Relación de Beverton-Holt entre biomasa reproductora y reclutamiento
- Reclutamiento es trimestral: utilizando el enfoque de trimestres por año
- Se supone que se asumen cuatro pendientes ( $h$ ): 1,0, 0,9, 0,8, 0,7
- No hay autocorrelación en los desvíos de reclutamiento
- Variabilidad de reclutamiento ( $\sigma_R$ ) a 0.6 (trimestral)
- El ajuste de sesgo sigue a Methot y Taylor (2011)

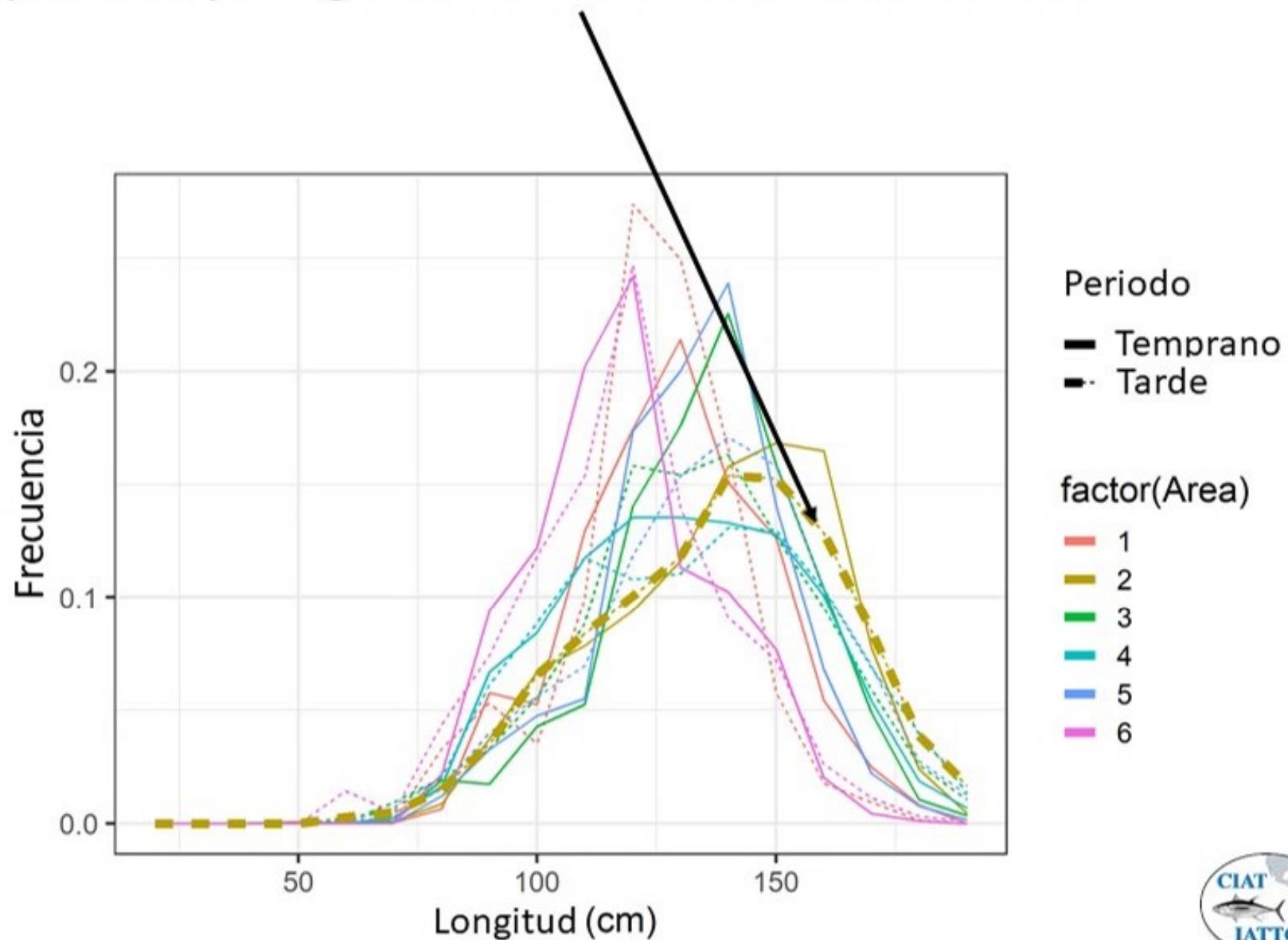
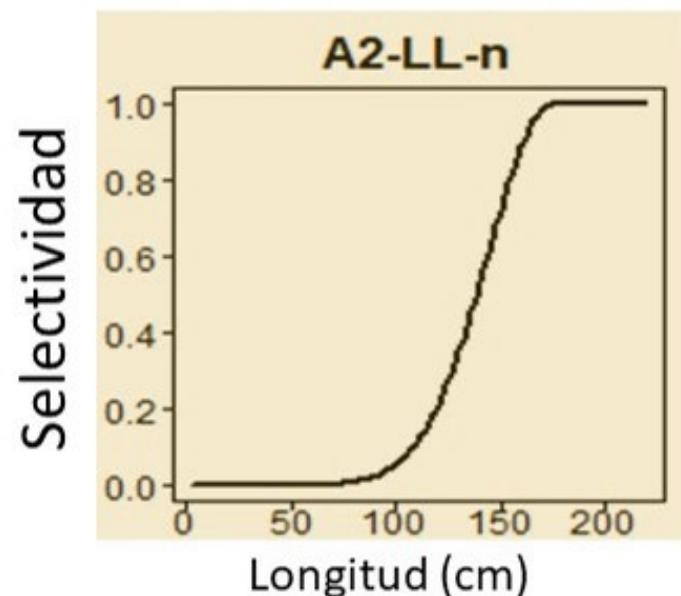
# Supuestos de modelo (Env-Fix) – selectividad



- Mayoría de pesquerías tienen selectividad domo
- Algunas pesquerías tienen selectividad de *spline*, más de una moda en tallas agregadas
- Una pesquería de palangre tiene selectividad asintótica

# Supuestos de modelo (Env-Fix) – selectividad

¿Por qué la selectividad de pesquería de palangre del **Area 2** se asume asintótica?



# Modelos de referencia: Diferencias con el modelo Env-Fix

Diferencias en color rojo

Modelo	Años	Parámetro de cambio de reclutamiento	Crecimiento	Mortalidad natural	Selectividad Palangre Área 2	Datos adicionales	
Env-Fix	1979 2019	Si	std ( $L_1$ )	Fija	Asintótica		
Env-Gro		Si	<b>Todos los parámetros</b>	Fija	Asintótica	<b>Edades a la talla</b>	
Env-Mrt		Si	std ( $L_1$ )	<b>Estimada (edad: 26 trimestres)</b>	Asintótica		
Env-Sel		Si	std ( $L_1$ )	Fija	<b>Domo</b>		
Gro		<b>No</b>	<b>Todos los parámetros</b>	Fija	Asintótica	<b>Edades a la talla</b>	
Mov		<b>No</b>	std ( $L_1$ )	<b>Estimada (edad: 13 trimestres)</b>	Asintótica		
Mrt		<b>No</b>	std ( $L_1$ )	<b>Estimada (edad: 26 trimestres)</b>	Asintótica		
Sel		<b>No</b>	std ( $L_1$ )	Fija	<b>Domo</b>		
Srt-Fix		2000 2019	<b>No</b>	std ( $L_1$ )	Fija	Asintótica	
Srt-Gro			<b>No</b>	<b>Todos los parámetros</b>	Fija	Asintótica	<b>Edades a la talla</b>
Srt-Mrt	<b>No</b>		std ( $L_1$ )	<b>Estimada (edad: 26 trimestres)</b>	Asintótica		
Srt-Sel	<b>No</b>		std ( $L_1$ )	Fija	<b>Domo</b>		

Años incluidos en modelos

Parámetro de cambio de reclutamiento para años 1979-1993

Crecimiento, estimar que parámetros

Mortalidad natural: fija o estimada

Selectividad de Pesquería 2 (palangre)

# Modelos de referencia: Diferencias con el modelo Env-Fix

Diferencias en color rojo

Estima crecimiento (**6 parámetros**):

Modelo de crecimiento tipo Richards

$$L(a) = L_1 + (L_2 - L_1) \left( \frac{1 - \exp(-K(a - a_1))}{1 - \exp(-K(a_2 - a_1))} \right)^{1/b}$$

$L_1$ : longitud media a edad 0

$L_2$ : longitud media a edad 40 trimestres

$K$ : tasa de crecimiento

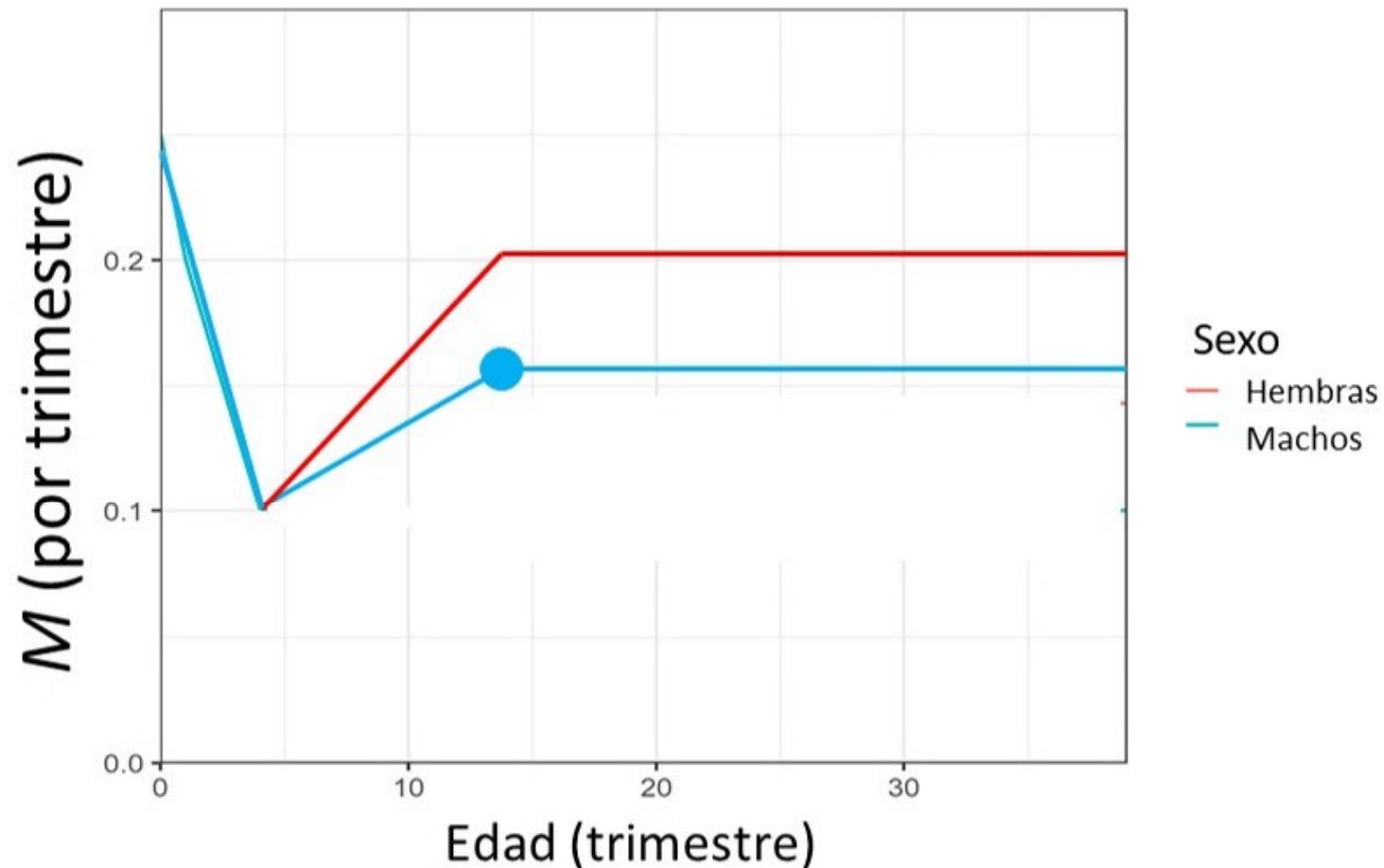
$b$ : parámetro de curvatura

Desviación estándar ( $L_1$ )

Desviación estándar ( $L_2$ )

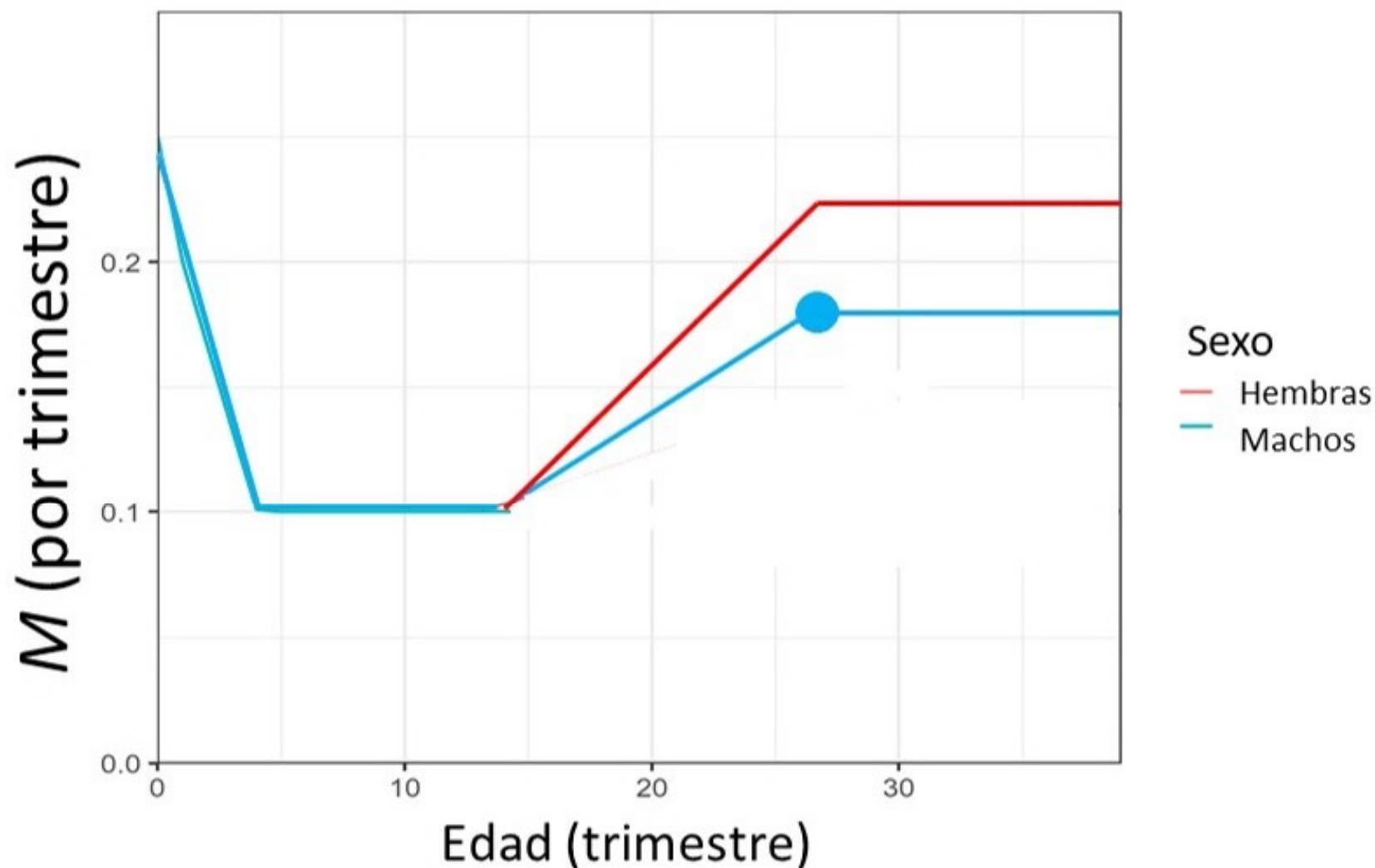
# Modelos de referencia: Diferencias con el modelo Env-Fix

Estima la mortalidad natural ( $M$ ) de **pre-adultos** (1 parámetro)  
La diferencia entre  $M$  de machos y hembras es fija

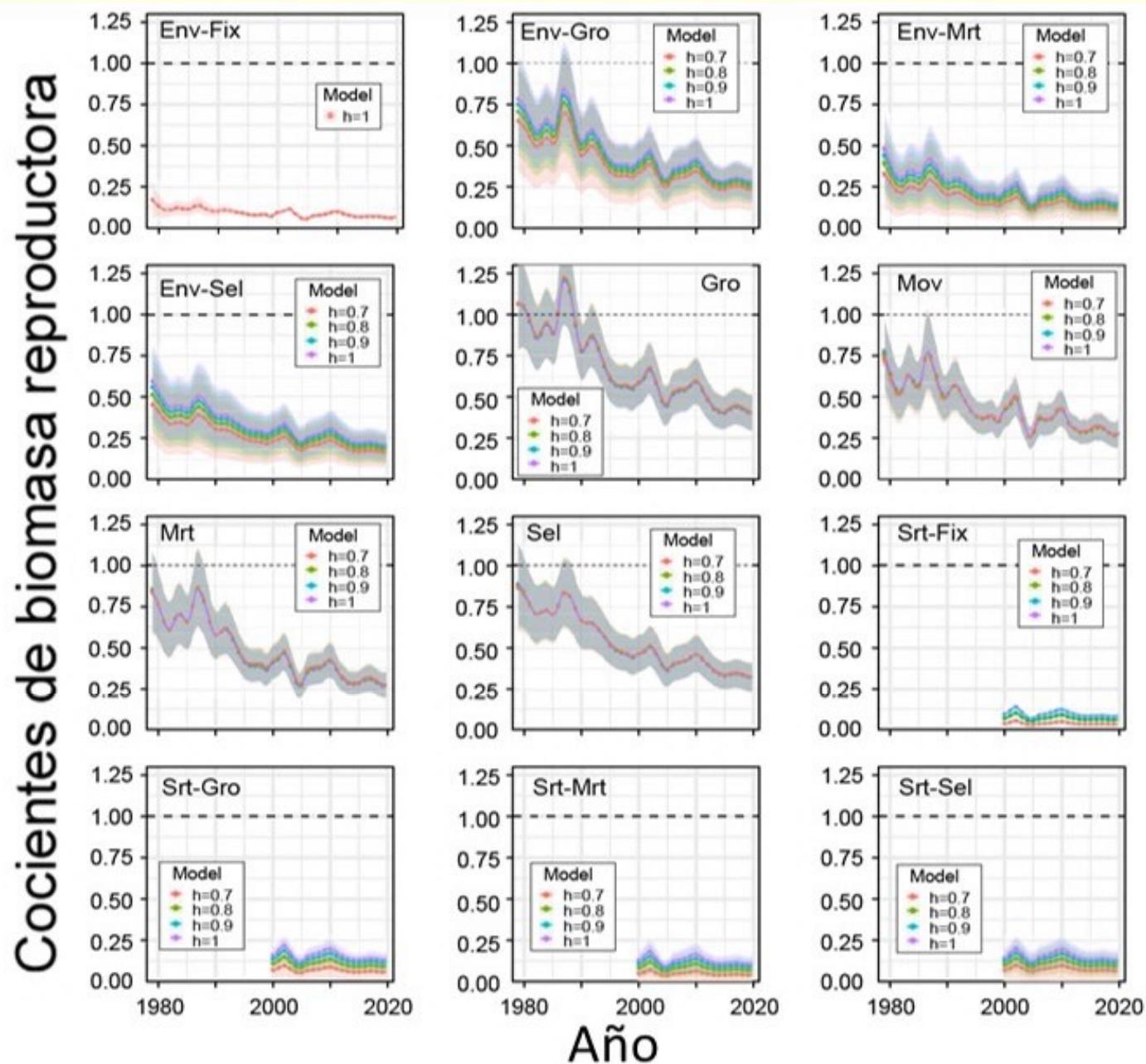


# Modelos de referencia: Diferencias con el modelo Env-Fix

Estima la mortalidad natural ( $M$ ) de **adultos** (1 parámetro)  
La diferencia entre  $M$  de machos y hembras es fija

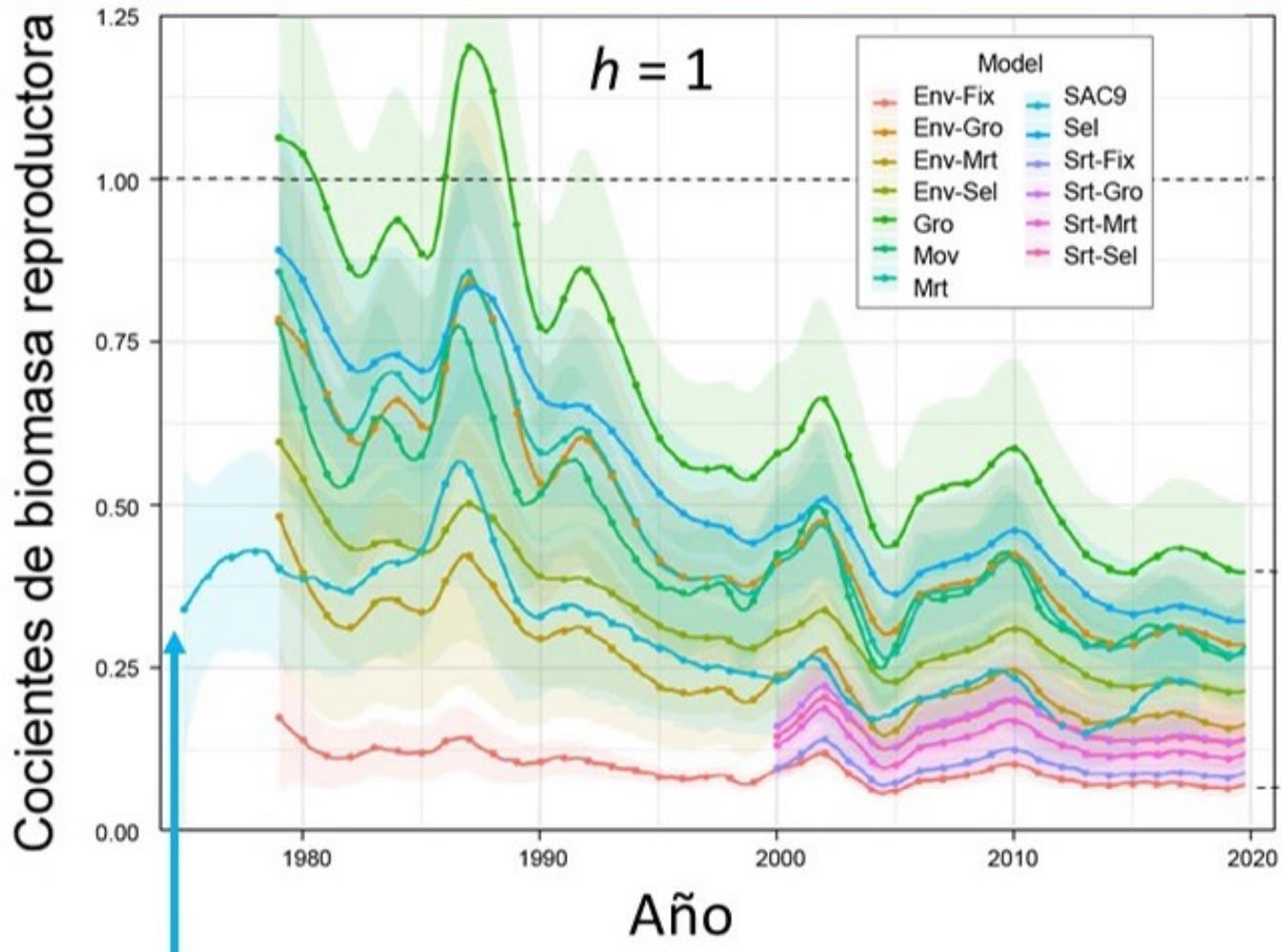


# Resultados: cociente de biomasa reproductora



Resultados dependen del valor de pendiente ( $h$ ) en la mayoría de los modelos de referencia

# Resultados: cociente de biomasa reproductora

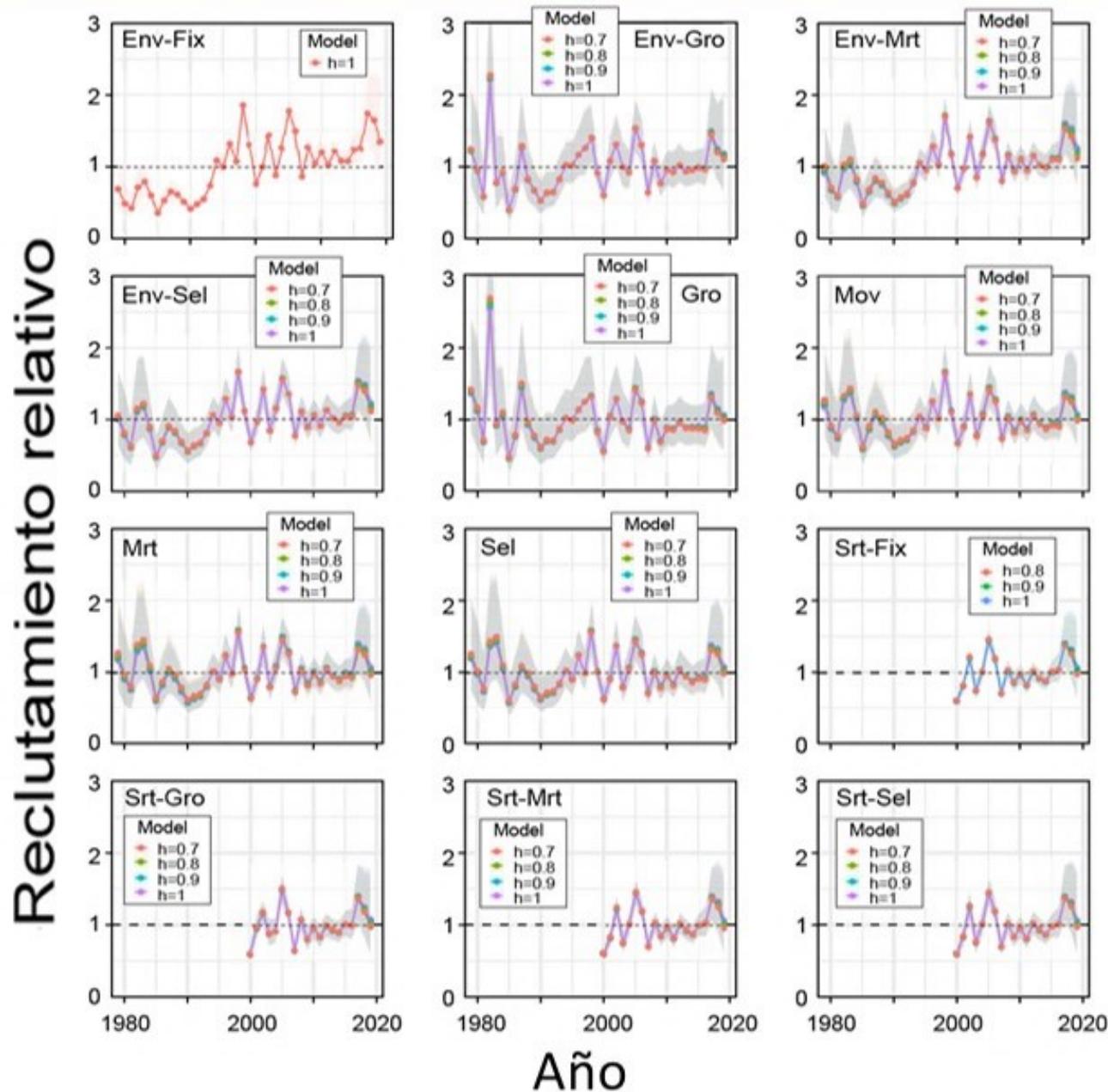


← -- Nivel virgen de biomasa reproductora

Los 12 modelos estiman un amplio rango para 2019, de 10% and 40% del nivel virgen de biomasa reproductora

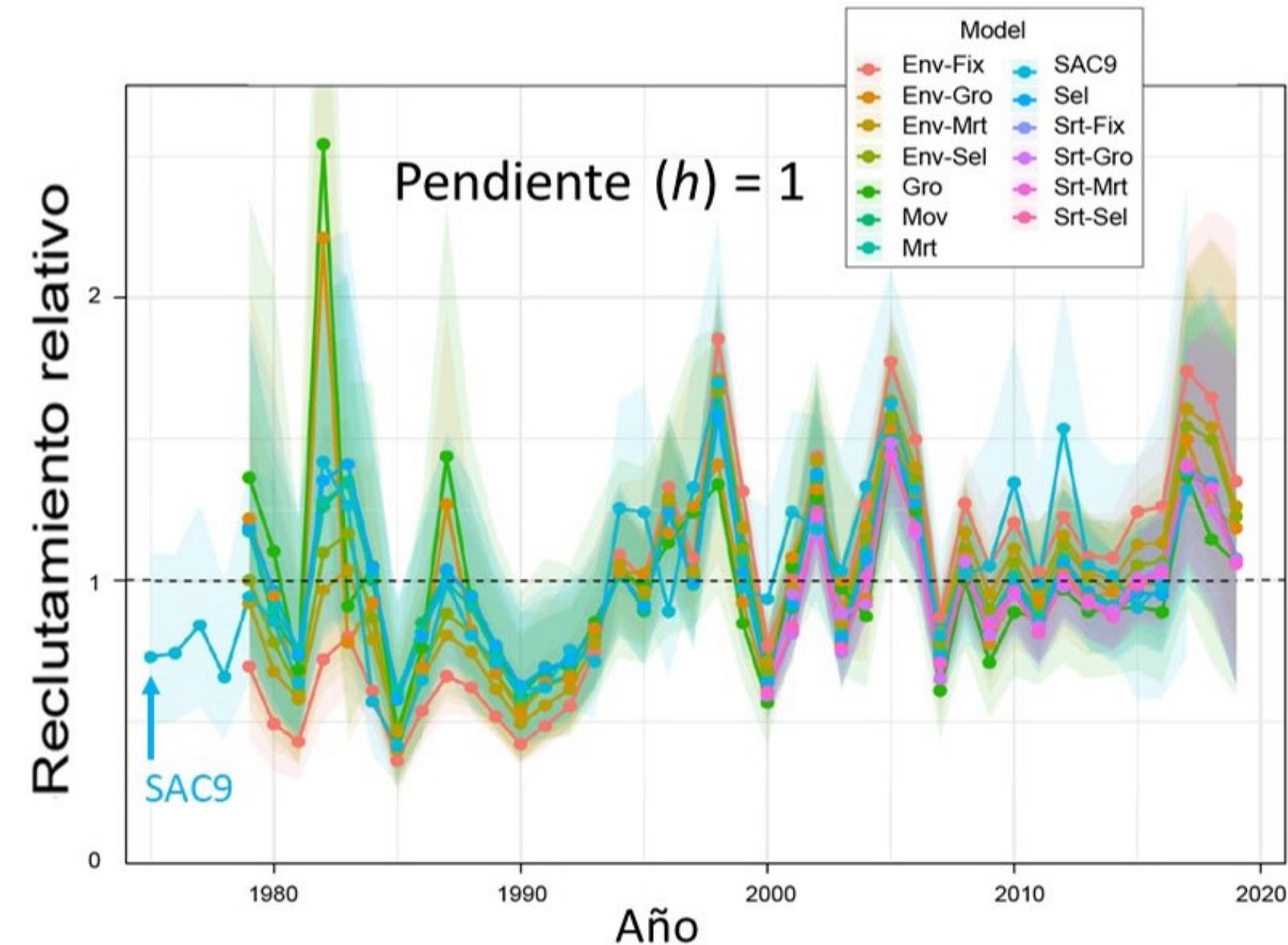
SAC9 (La evaluación anterior) se encuentra en la mitad de los 12 modelos de referencia

# Resultados: reclutamiento



Las estimaciones de reclutamiento no son sensibles al supuesto de la pendiente ( $h$ )

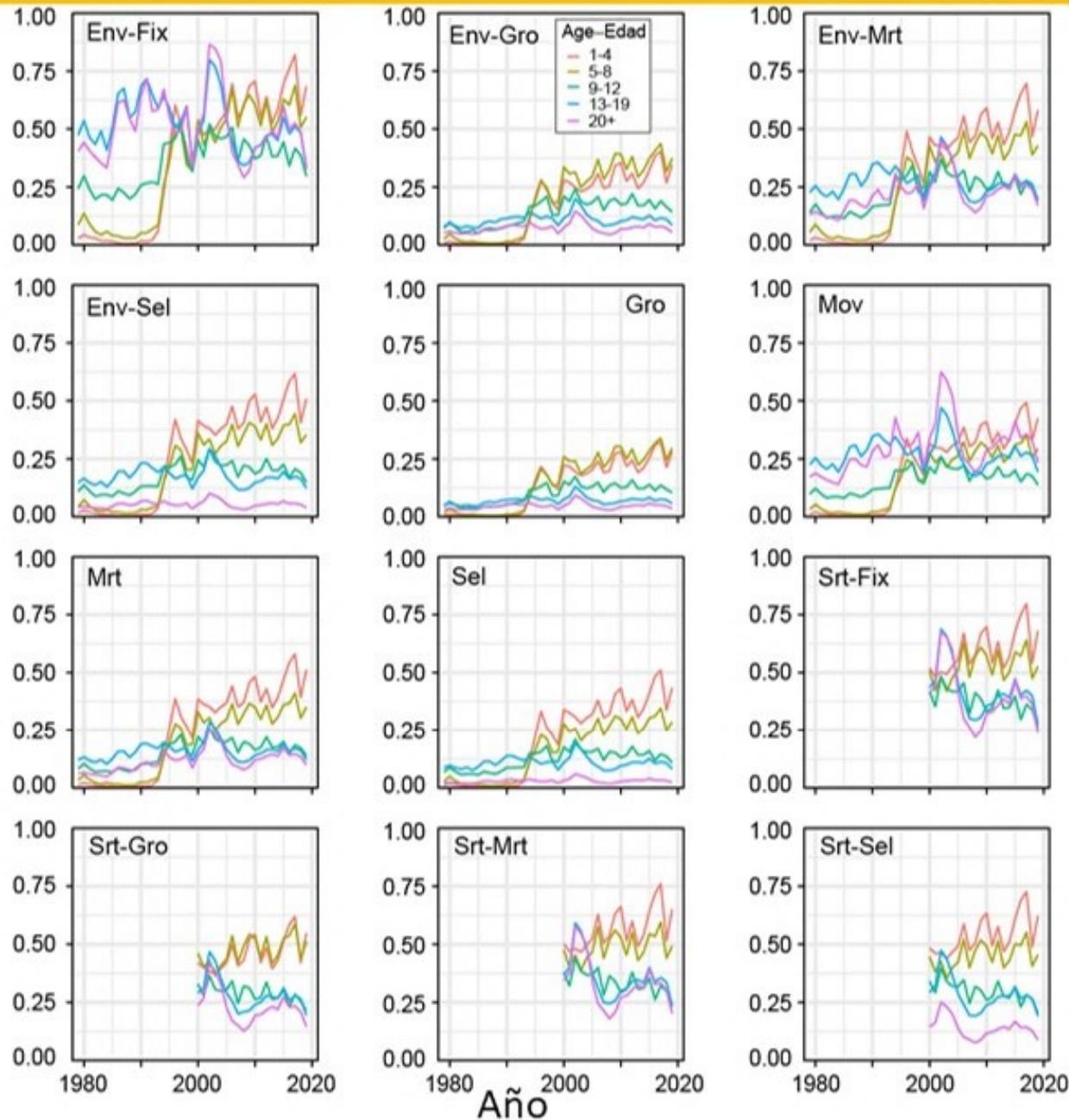
# Resultados: reclutamiento



El cambio de reclutamiento es evidente en algunos, pero no en todos, los modelos de referencia

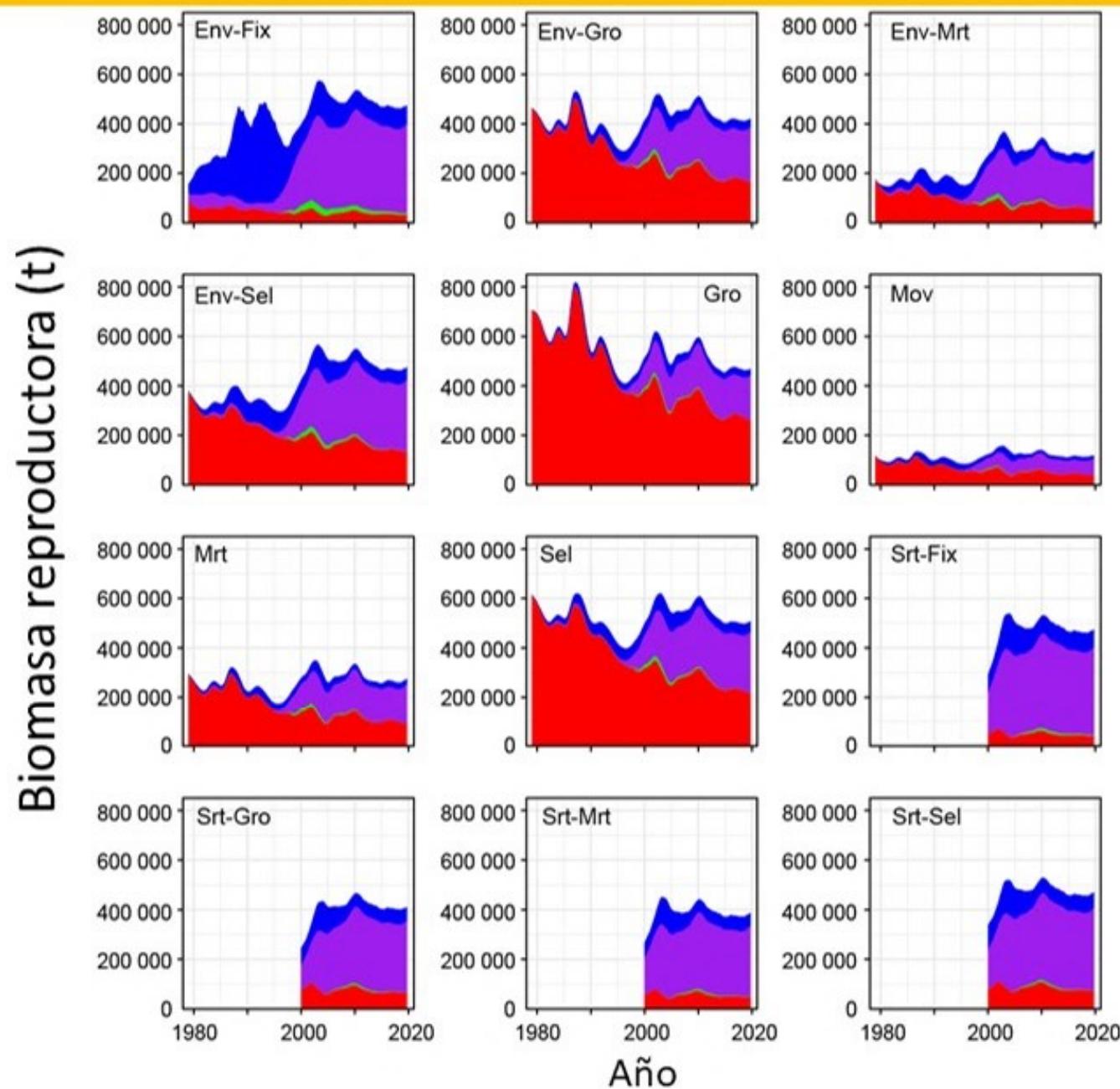
# Resultados: mortalidad por pesca

Mortalidad anual por pesca



- Antes de 1993, la mortalidad por pesca era mayor en adultos que en juveniles
- Desde el 2000, la mortalidad por pesca es mayor en juveniles que en adultos
- Desde el 2010, la mortalidad por pesca de adultos fue estable, la de juveniles continua aumentando

# Resultados: impacto en biomasa reproductora por pesquería



- Impacto de **descartes** es pequeño pero notable
- Antes de 1993 el mayor impacto es el **palangre**
- Desde 2000 el mayor impacto es el **cerco (OBJ)**

# Resumen

La evaluación previa de patudo consistió en:

- Un modelo de caso base con una pendiente asumida ( $h = 1$ )
- Los resultados no incluían declaraciones probabilísticas

La evaluación nueva de patudo:

- Considera explícitamente la incertidumbre de la evaluación
- Desarrollado sobre la base de hipótesis jerárquicas y análisis de riesgo
- Incluye 12 modelos con 4 pendientes asumidas ( $h = 0.7, 0.8, 0.9, 1.0$ ), resultando en 48 configuraciones de modelos.

# Paso siguiente en el análisis de riesgo

- 1. Identificar hipótesis alternativas ('estados de la naturaleza') sobre la dinámica poblacional que abordan los principales problemas en las evaluaciones**
  - YFT: SAC-11-J; BET: SAC-11 INF-F
- 2. Implementar modelos de evaluación de stocks que representen hipótesis alternativas**
  - YFT: SAC-11-07; BET: SAC-11-06
- 3. Asignar pesos relativos a cada hipótesis (modelo)**
  - YFT: SAC-11 INF-J; BET: SAC-11 INF-F
- 4. Calcular distribuciones de probabilidad combinadas para cantidades de ordenación utilizando ponderaciones relativas de los modelos**
  - SAC-11-08



Gracias