

Comisión Interamericana del Atún Tropical
Inter-American Tropical Tuna Commission



Evaluación de la estrategia de ordenación del atún patudo en el Océano Pacífico oriental

Haikun Xu and Mark N. Maunder
Comisión Interamericana del Atún Tropical

3a Reunión del Grupo de Trabajo en Estrategias de Evaluación y Ordenación
Reunión virtual, Abril 20-21 2026

Esquema

1. Exploraciones adicionales de EEO antes de la sesión informal celebrada a mediados de febrero
2. Resultados completos de la simulación de EEO tras la sesión informal celebrada a mediados de febrero

Esquema

1. Exploraciones adicionales de EEO antes de la sesión informal celebrada a mediados de febrero
2. Resultados completos de la simulación de EEO tras la sesión informal celebrada a mediados de febrero

Esquema (Documento MSE-03-04)

INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION

AD HOC WORKING GROUP TO STRENGTHEN THE DIALOGUE AMONG
SCIENTISTS, MANAGERS AND OTHER STAKEHOLDERS ON MANAGEMENT
STRATEGY EVALUATION (WORKING GROUP ON MSE)

3rd MEETING

(by videoconference)
XX-XX 2026

DOCUMENT MSE-03-04

PRELIMINARY RESULTS OF THE MANAGEMENT STRATEGY
EVALUATION FOR BIGEYE TUNA IN THE EASTERN PACIFIC OCEAN

Haikun Xu and Mark N. Maunder
Inter-American Tropical Tuna Commission

1. INTRODUCTION

An open-source R package (*IATTCMSE*) has been developed to conduct management strategy evaluation (MSE) for tropical tunas in the eastern Pacific Ocean (EPO) and is publicly available at <https://github.com/HaikunXu/IATTCMSE>. The package has been rigorously tested for bigeye tuna in the EPO using the suite of reference models included in the 2024 benchmark stock assessment (SAC-15-02). This report presents preliminary results intended to support discussion at the second MSE workshop.

Since the previous meeting of the MSE working group (MSEWG) in December 2025, additional analyses and simulations have been conducted to address comments provided during that meeting. These comments fall into three broad categories: performance indicators, harvest control rules (HCRs), and MSE specifications. In response to comments on performance indicators, the MSE code was updated to generate maximum sustainable yield (MSY)-related quantities, enabling calculation of the probability that spawning biomass exceeds $50\%S_{MSY}$ and the probability that the stock remains in the green quadrant of the Kobe plot ($S > S_{MSY}$ and $F < F_{MSY}$). Projected longline catch and catch-per-unit-effort (CPUE) is compared with historical levels. Projected total longline catch was also compared with the current total longline quota specified in Resolution C-21-04. The explicit inclusion of a limit reference point ($50\%S_{MSY}$) in the HCR was also explored, and its effects on MSE performance were evaluated. With respect to MSE specifications, implementation error was incorporated into the management module to assess its influence on simulation outcomes.

In addition to addressing the comments from the previous meeting, the staff evaluated the performance of the eight candidate HCRs identified for prioritization in the previous meeting to facilitate finalization of the set of HCRs to be tested for bigeye tuna in the EPO.

2. MSE FRAMEWORK

2.1. Operating models

The operating models (OMs) used in the MSE consist of the 36 reference models included in the 2024 risk analysis (ensemble of stock assessment models). For the purposes of the MSE, these models were updated

COMISIÓN INTERAMERICANA DEL ATÚN TROPICAL

GRUPO DE TRABAJO ESPECIAL PARA FORTALECER EL DIÁLOGO ENTRE CIENTÍFICOS,
ADMINISTRADORES Y OTROS INTERESADOS SOBRE LA EVALUACIÓN DE
ESTRATEGIAS DE ORDENACIÓN (GRUPO DE TRABAJO SOBRE EEO)

3ª REUNIÓN

(por videoconferencia)
XX-XX de 2026

DOCUMENTO MSE-03-04

RESULTADOS PRELIMINARES DE LA EVALUACIÓN DE ESTRATEGIAS DE
ORDENACIÓN DEL ATÚN PATUDO EN EL OCÉANO PACÍFICO ORIENTAL

Haikun Xu y Mark N. Maunder
Comisión Interamericana del Atún Tropical

1. INTRODUCCIÓN

Se desarrolló un paquete en R de código abierto (*IATTCMSE*) para realizar la evaluación de estrategias de ordenación (EEO) para los atunes tropicales en el Océano Pacífico oriental (OPO) y está disponible al público en <https://github.com/HaikunXu/IATTCMSE>. El paquete ha sido rigurosamente probado para el atún patudo en el OPO usando el conjunto de modelos de referencia incluidos en la evaluación de referencia de 2024 (SAC-15-02). Este informe presenta resultados preliminares para apoyar las discusiones en el segundo taller sobre EEO.

Desde la reunión anterior del Grupo de Trabajo sobre EEO (GTEEO), celebrada en diciembre de 2025, se han realizado análisis y simulaciones adicionales para abordar los comentarios recibidos durante dicha reunión. Estos comentarios se dividen en tres grandes categorías: indicadores de desempeño, reglas de control de extracción (RCE) y especificaciones de la EEO. En respuesta a los comentarios sobre los indicadores de desempeño, se actualizó el código de EEO para generar cantidades relacionadas con el rendimiento máximo sostenible (RMS), lo que permite calcular la probabilidad de que la biomasa reproductora rebase $50\%S_{RMS}$ y la probabilidad de que la población permanezca en el cuadrante verde de la gráfica de Kobe ($S > S_{RMS}$ y $F < F_{RMS}$). La captura de palangre proyectada y la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) se comparan con los niveles históricos. La captura de palangre total proyectada también se comparó con la cuota de palangre total actual especificada en la resolución C-21-04. También se estudió la inclusión explícita de un punto de referencia límite ($50\%S_{RMS}$) en la RCE y se evaluaron sus efectos sobre el desempeño de la EEO. Con respecto a las especificaciones de la EEO, se incorporó el error de implementación en el módulo de ordenación para evaluar su influencia en los resultados de las simulaciones.

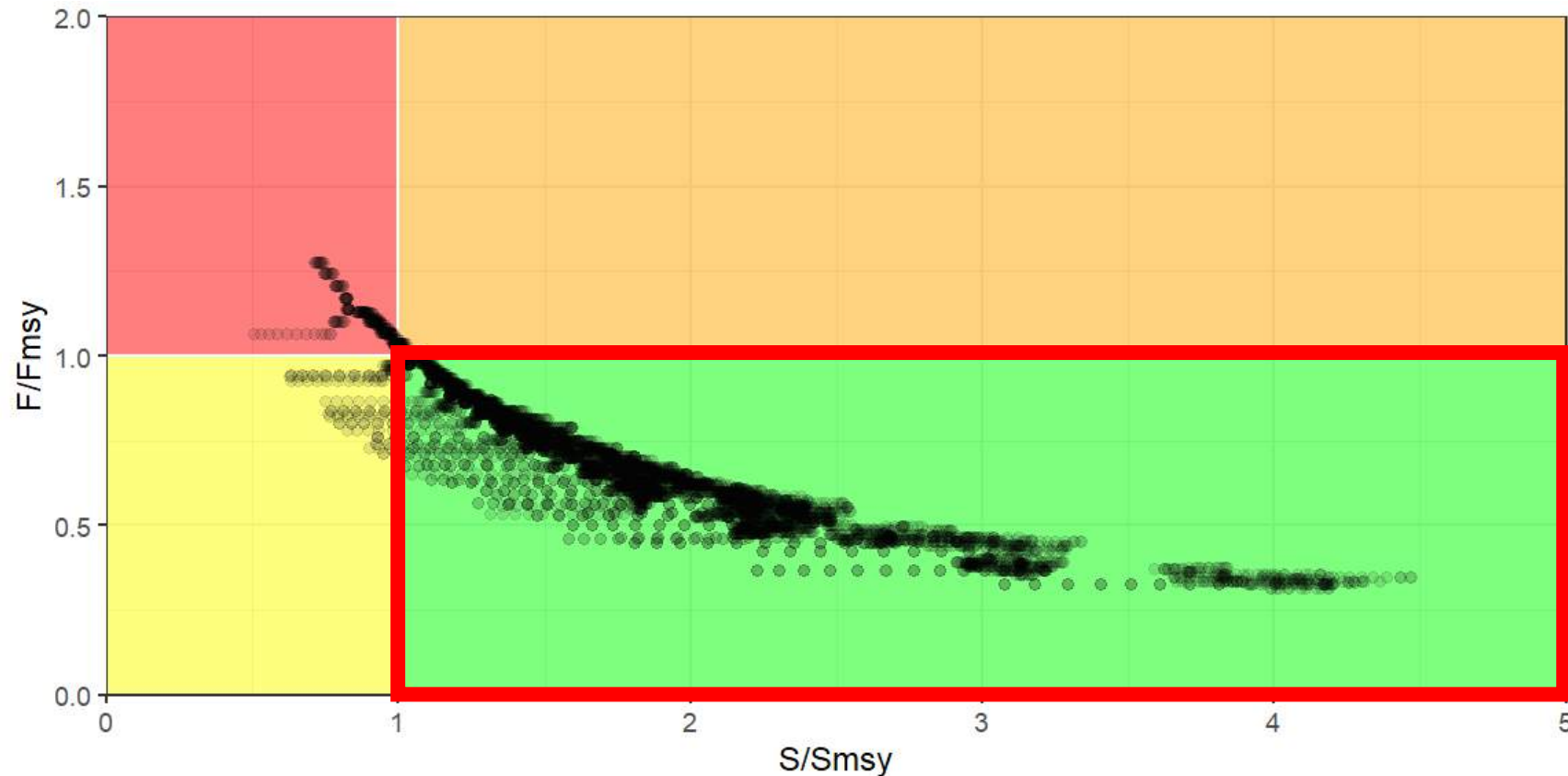
Además de abordar los comentarios de la reunión anterior, el personal evaluó el desempeño de las ocho RCE candidatas identificadas como prioritarias en la reunión anterior para facilitar la finalización del conjunto de RCE que se probarán para el atún patudo en el OPO.



Indicadores de rendimiento adicionales - gráfico de Kobe

Para el stock bajo la RCE del personal técnico:

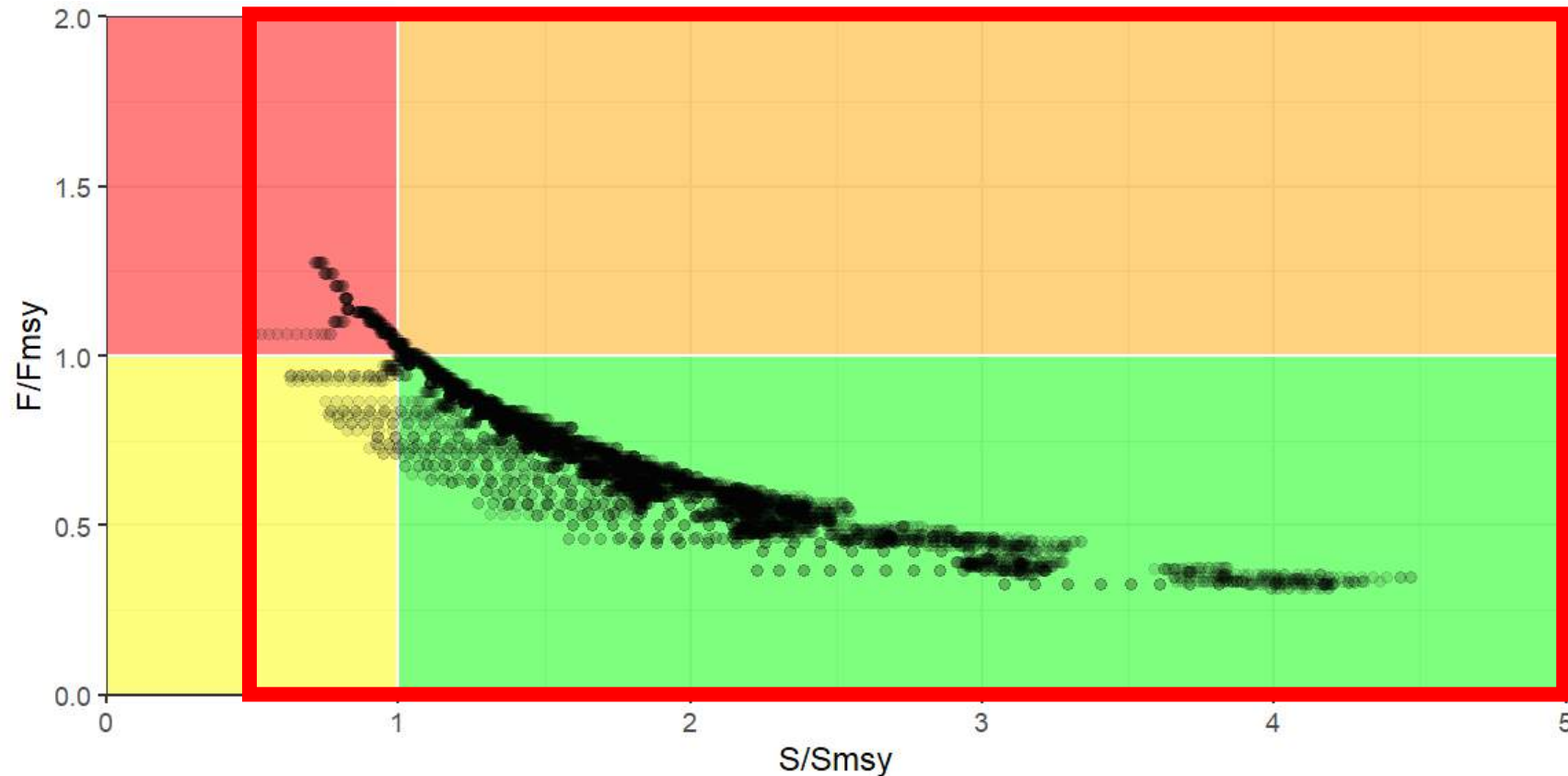
- La probabilidad de estar en el cuadrante verde del gráfico de Kobe es del 92%



Indicadores de rendimiento adicionales - gráfico de Kobe

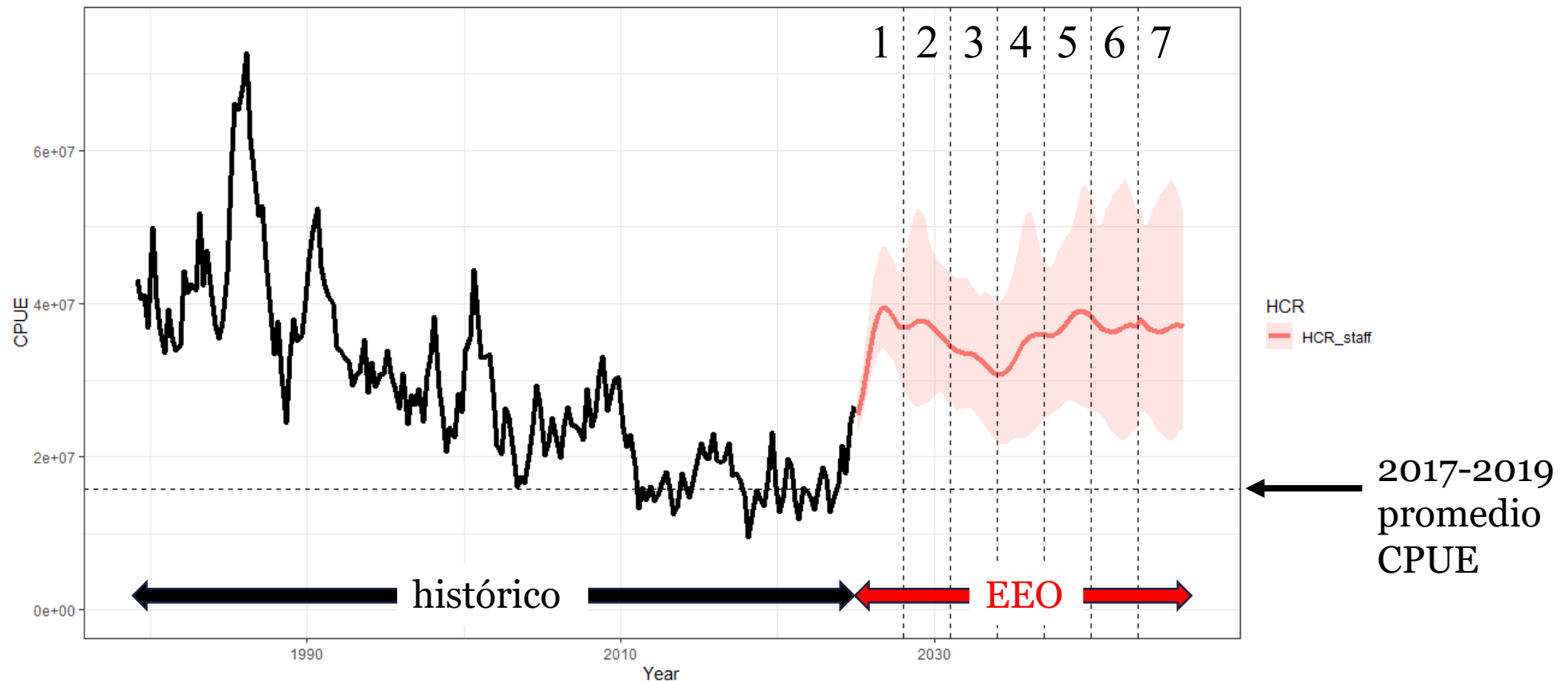
Para el stock bajo la RCE del personal técnico:

- La probabilidad de estar en el cuadrante verde del gráfico de Kobe es del 92%
- La probabilidad de estar por encima del 50 % del SMSY es del 100 %.



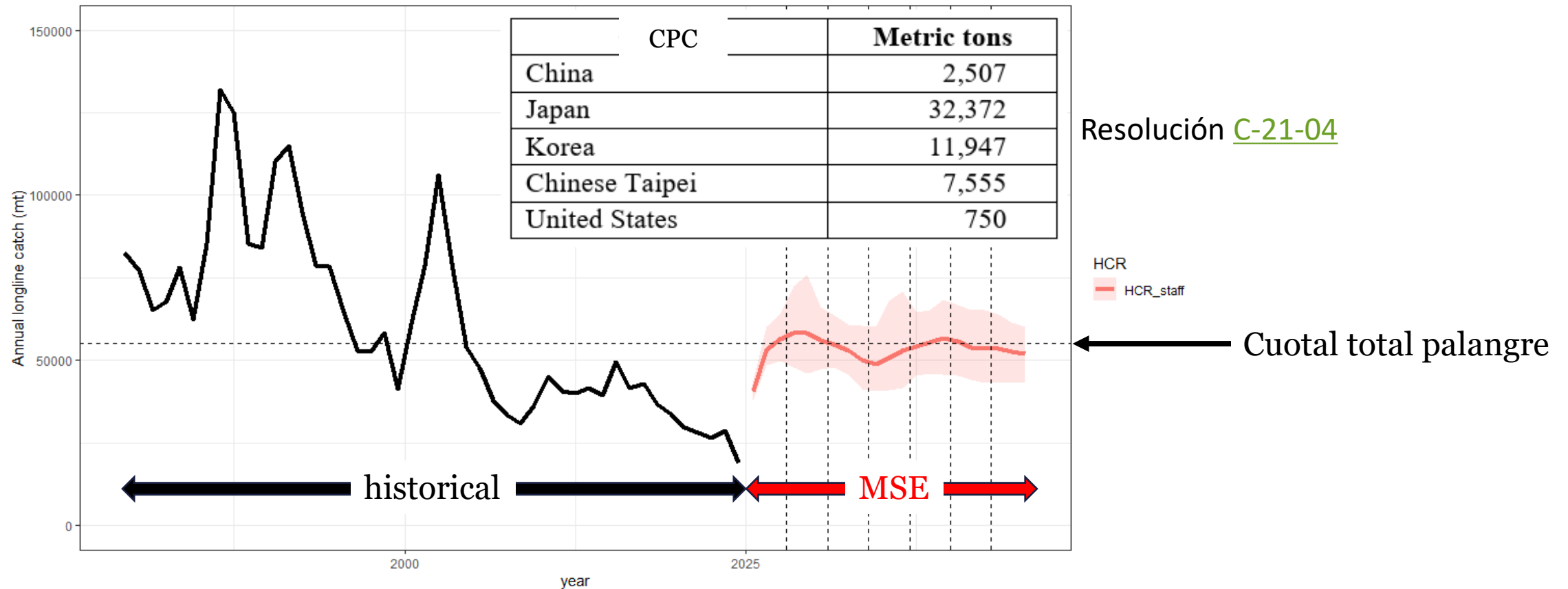
Indicadores de rendimiento adicionales – CPUE de palangre

Para la población bajo la RCE del personal técnico:
Se proyecta que la CPUE de palangre alcance cerca de 2 veces el promedio del periodo 2017–2019.



Indicadores de rendimiento adicionales – Captura de palangre

Para la población bajo la RCE del personal técnico:
se proyecta que la captura de palangre sea cercana a la cuota total (55.131 mt)

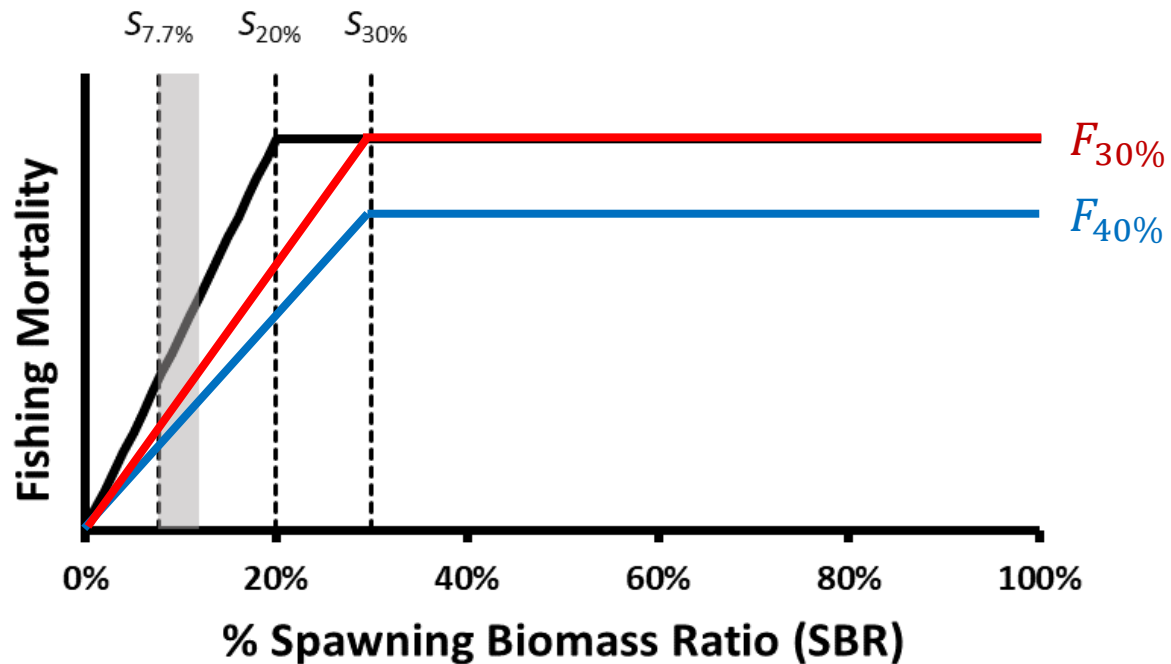


Discusión – Cuota de captura de palangre

- El MSE no puede establecer una cuota de captura para la pesquería de palangre en las simulaciones debido a dificultades técnicas (no se prevé resolverlas en el corto plazo), por lo que todas las simulaciones asumen ausencia de cuota para esta pesquería.
- Se proyecta que la CPUE de palangre para el atún patudo alcance aproximadamente el doble del promedio observado en 2017–2019.
- Las simulaciones sugieren que las capturas futuras de palangre, bajo el nivel actual de esfuerzo pesquero, podrían exceder la cuota total en una proporción significativa (>33%) de los años futuros.

Evaluar el desempeño de algunas RCE

El grupo de trabajo propone eliminar el límite de 10 días para el aumento del periodo de veda de la pesquería cuando se estime que la población está por debajo del punto de control, permitiendo una respuesta rápida ante la disminución de la población.

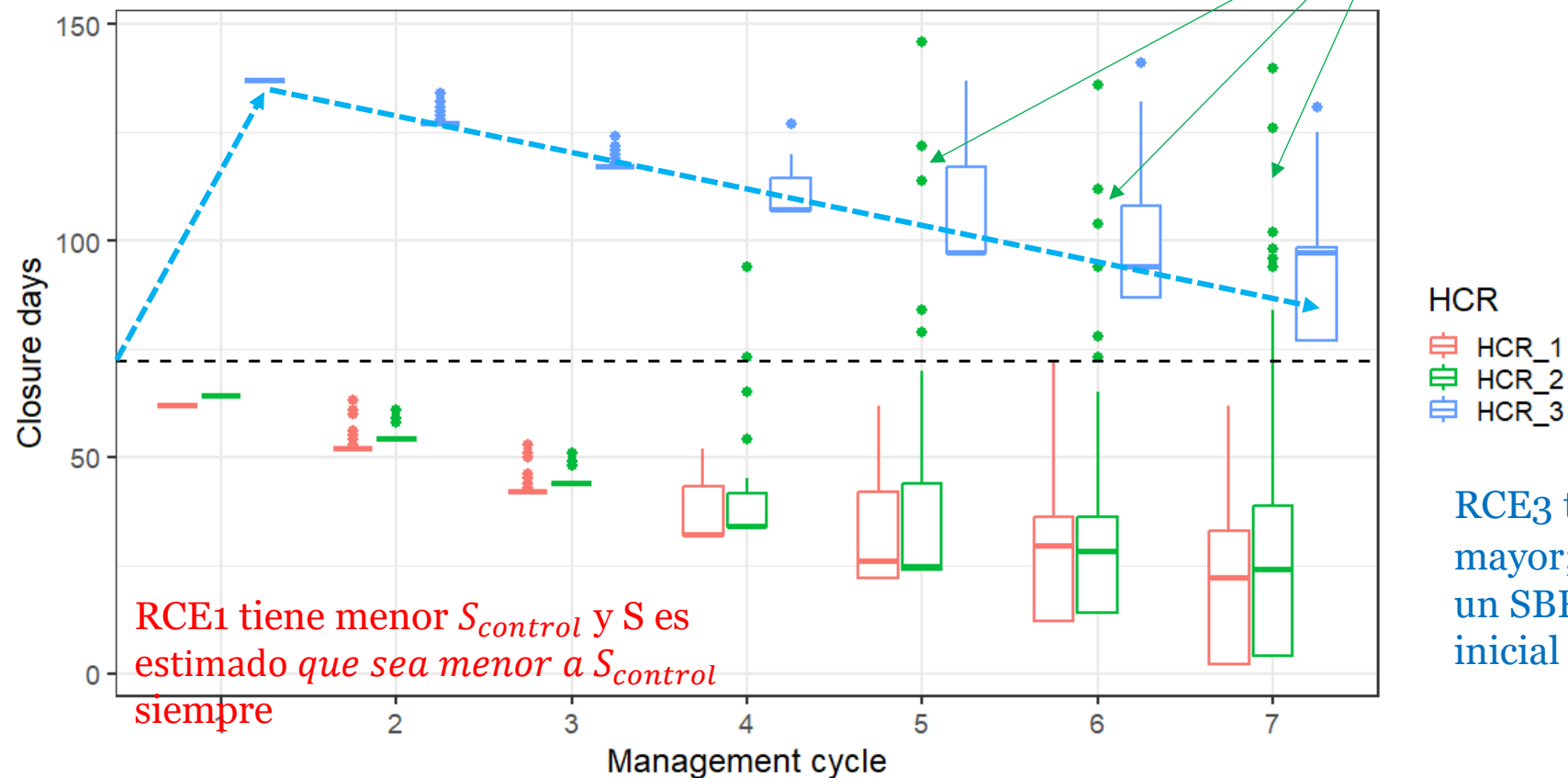


Componente	RCE1	RCE2	RCE3
F_{max}	$F_{30\%}$	$F_{40\%}$	$F_{30\%}$
$S_{control}$	$S_{20\%}$	$S_{30\%}$	$S_{30\%}$
Cambio max en veda cuando $S > S_{control}$	10 días	10 días	10 días

Evaluar el desempeño de algunas RCE

Componente	RCE1	RCE2	RCE3
F_{max}	$F_{30\%}$	$F_{30\%}$	$F_{40\%}$
$S_{control}$	$S_{20\%}$	$S_{30\%}$	$S_{30\%}$
Cambio max en veda cuando $S > S_{control}$	10 días	10 días	10 días

La RCE2 tiene el mismo $S_{control}$ y S_{target} ; lo que ocasionalmente conduce a cierres extremos



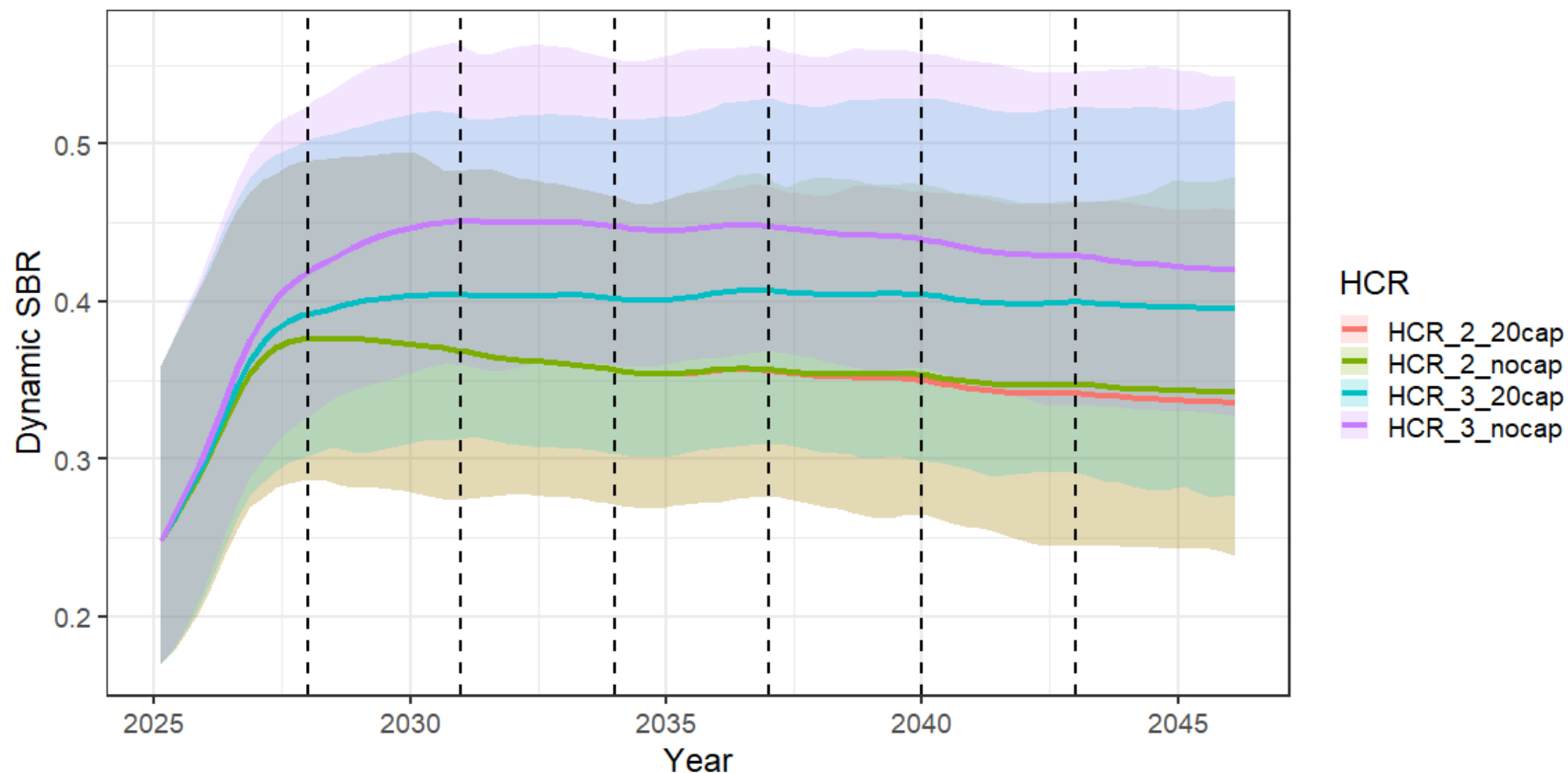
Evaluar el desempeño de algunas RCE

- Eliminar el tope de 10 días cuando $S < S_{\text{control}}$ tiene como objetivo permitir una respuesta rápida ante la disminución del stock, pero conduce a resultados no deseados:
 - **Inestabilidad (RCE2):** ocasionalmente se observan grandes incrementos en los días de cierre.
 - **Inflexibilidad (RCE3):** la acción de ordenación puede quedar “atrapada” en una zona excesivamente conservadora cuando S se recupera por encima de S_{control} , debido al tope de 10 días cuando $S > S_{\text{control}}$.

Se prueba un tope de 20 días (en lugar de eliminar el tope) cuando $S < S_{\text{control}}$ para RCE2 y RCE3.

Evaluar el desempeño de algunas RCE

Componente	RCE2_20cap	RCE2_nocap	RCE3_20cap	RCE3_nocap
F_{max}	$F_{30\%}$	$F_{30\%}$	$F_{40\%}$	$F_{40\%}$
$S_{control}$	$S_{30\%}$	$S_{30\%}$	$S_{30\%}$	$S_{30\%}$
Cambio máximo en veda	10 días ($S > S_{control}$) 20 días ($S < S_{control}$)	10 días ($S > S_{control}$) No cap ($S < S_{control}$)	10 días ($S > S_{control}$) 20 días ($S < S_{control}$)	10 días ($S > S_{control}$) No cap ($S < S_{control}$)

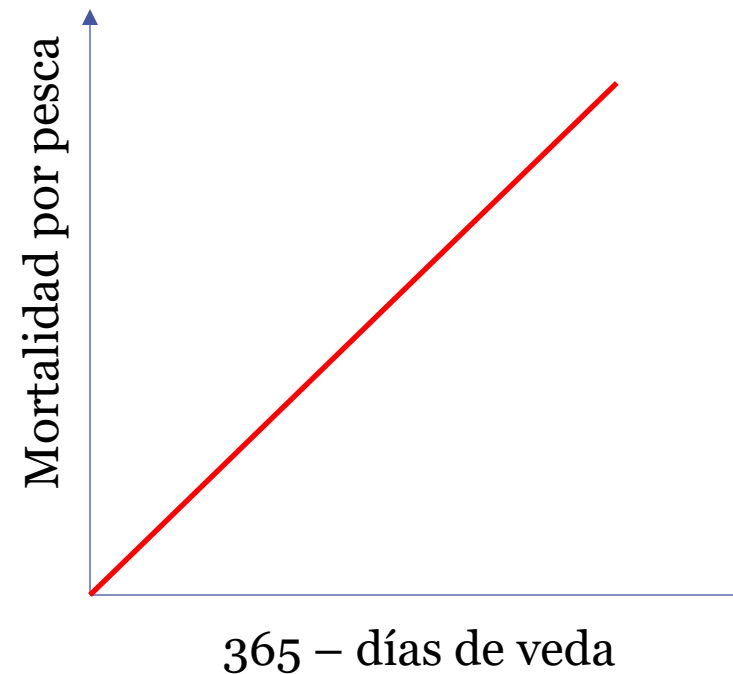


Evaluar el desempeño de algunas RCE

- Eliminar el tope de 10 días cuando $S < S_{\text{control}}$ tiene como objetivo permitir una respuesta rápida ante la disminución del stock, pero conduce a resultados no deseados:
 - **Inestabilidad (RCE2):** ocasionalmente se observan grandes incrementos en los días de cierre.
 - **Inflexibilidad (RCE3):** la acción de ordenación puede quedar “atrapada” en una zona excesivamente conservadora cuando S se recupera por encima de S_{control} , debido al tope de 10 días cuando $S > S_{\text{control}}$.
- Un tope de 20 días cuando $S < S_{\text{control}}$ permite respuestas más rápidas ante la disminución de la población, manteniendo la estabilidad:
 - RCE2: elimina los aumentos extremadamente grandes en los días de cierre.
 - RCE3: la población alcanza el nivel objetivo después de solo dos ciclos.

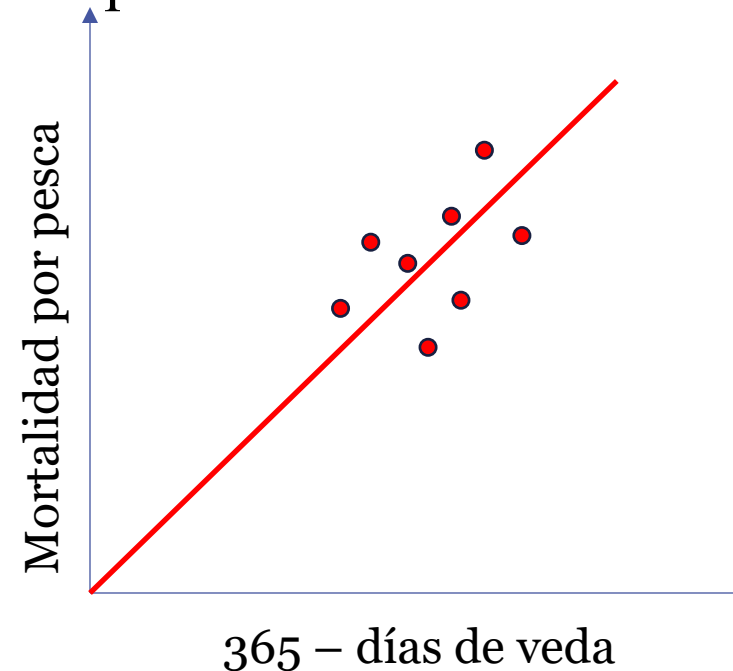
Impacto de incluir el error de implementación

- Asumimos que la mortalidad por pesca es proporcional a $(365 - \text{días de veda})$



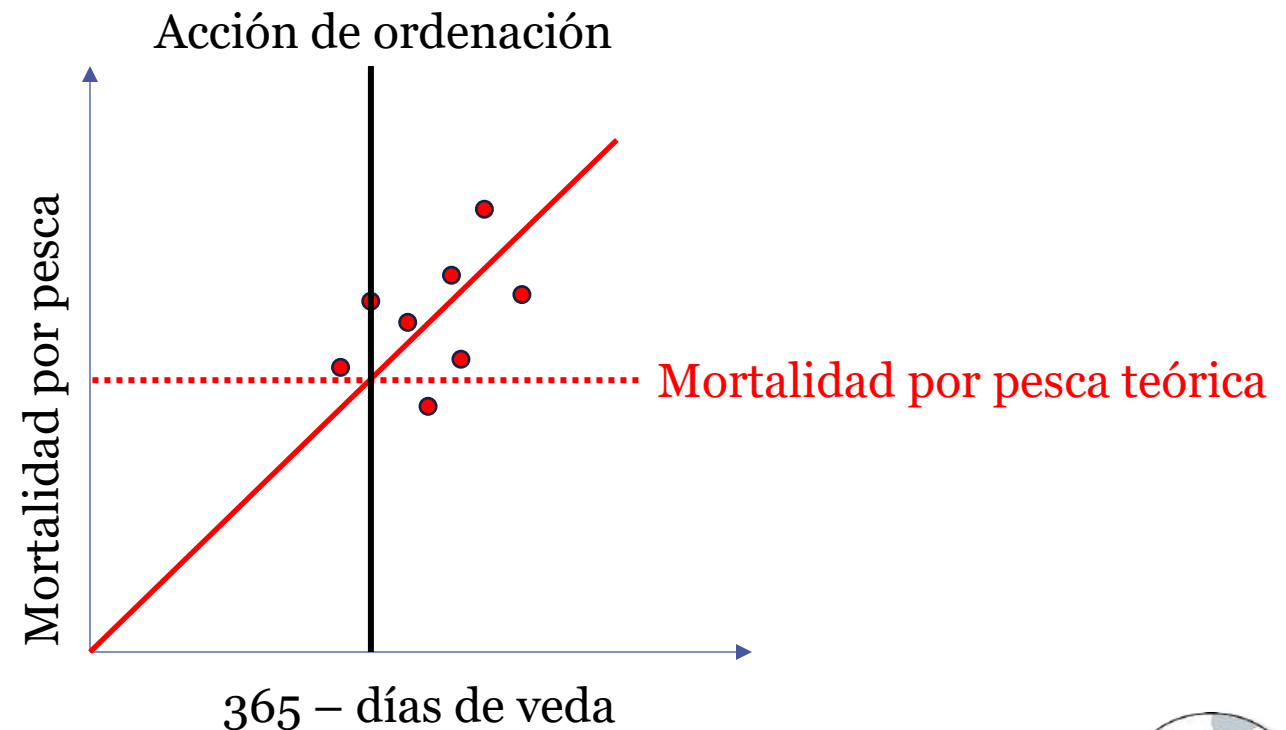
Impacto de incluir el error de implementación

- Asumimos que la mortalidad por pesca es proporcional a (365 – días de veda)
- En el mundo real, la mortalidad por pesca puede desviarse de esta relación lineal debido a varios factores como:
 - Capacidad de la flota
 - Umbral individual de embarcación para patudo
 - Abundancia de listado
 - Número de FADs activos
 - Precio del diesel



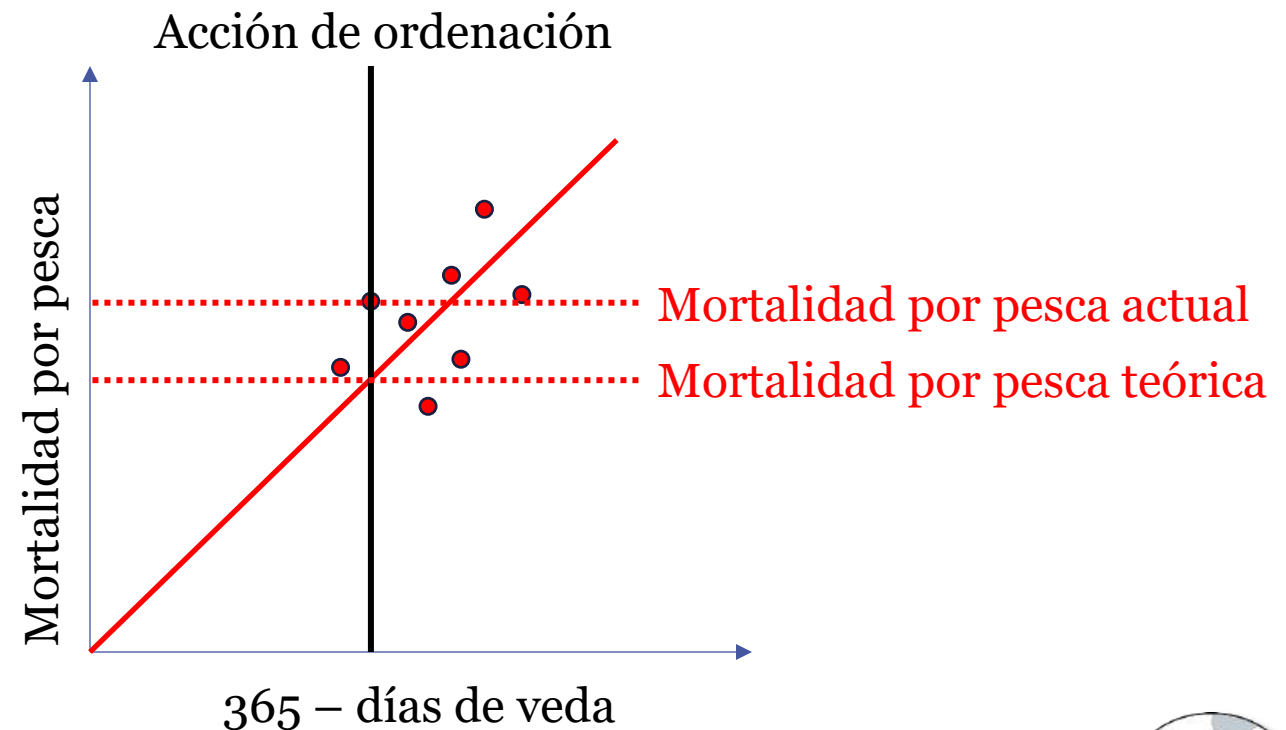
Impacto de incluir el error de implementación

- Asumimos que la mortalidad por pesca es proporcional a $(365 - \text{días de veda})$
- En el mundo real, la mortalidad por pesca puede desviarse de esta relación lineal debido a varios factores como:
 - Capacidad de la flota
 - Umbral individual de embarcación para patudo
 - Abundancia de listado
 - Número de FADs activos
 - Precio del diesel



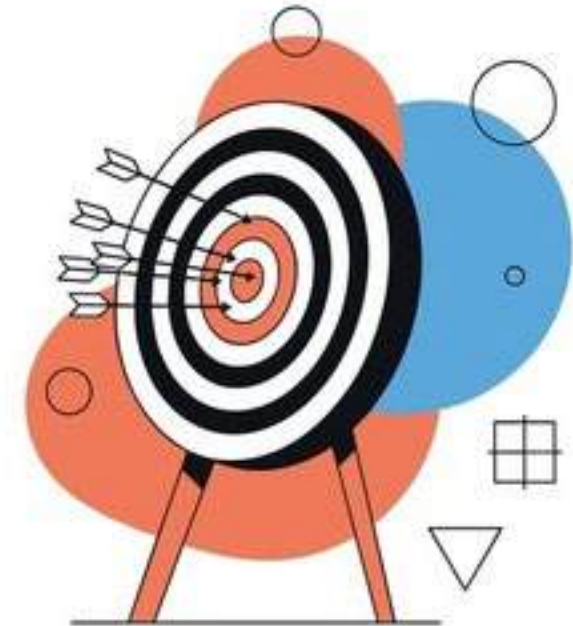
Impacto de incluir el error de implementación

- Asumimos que la mortalidad por pesca es proporcional a $(365 - \text{días de veda})$
- En el mundo real, la mortalidad por pesca puede desviarse de esta relación lineal debido a varios factores como:
 - Capacidad de la flota
 - Umbral individual de embarcación para patudo
 - Abundancia de listado
 - Número de FADs activos
 - Precio del diesel



Impacto de incluir el error de implementación

- Asumimos que la mortalidad por pesca es proporcional a $(365 - \text{días de veda})$
- En el mundo real, la mortalidad por pesca puede desviarse de esta relación lineal debido a varios factores como:
 - Capacidad de la flota
 - Umbral individual de embarcación
 - Abundancia de listado
 - Número de FADs activos
 - Precio del diesel

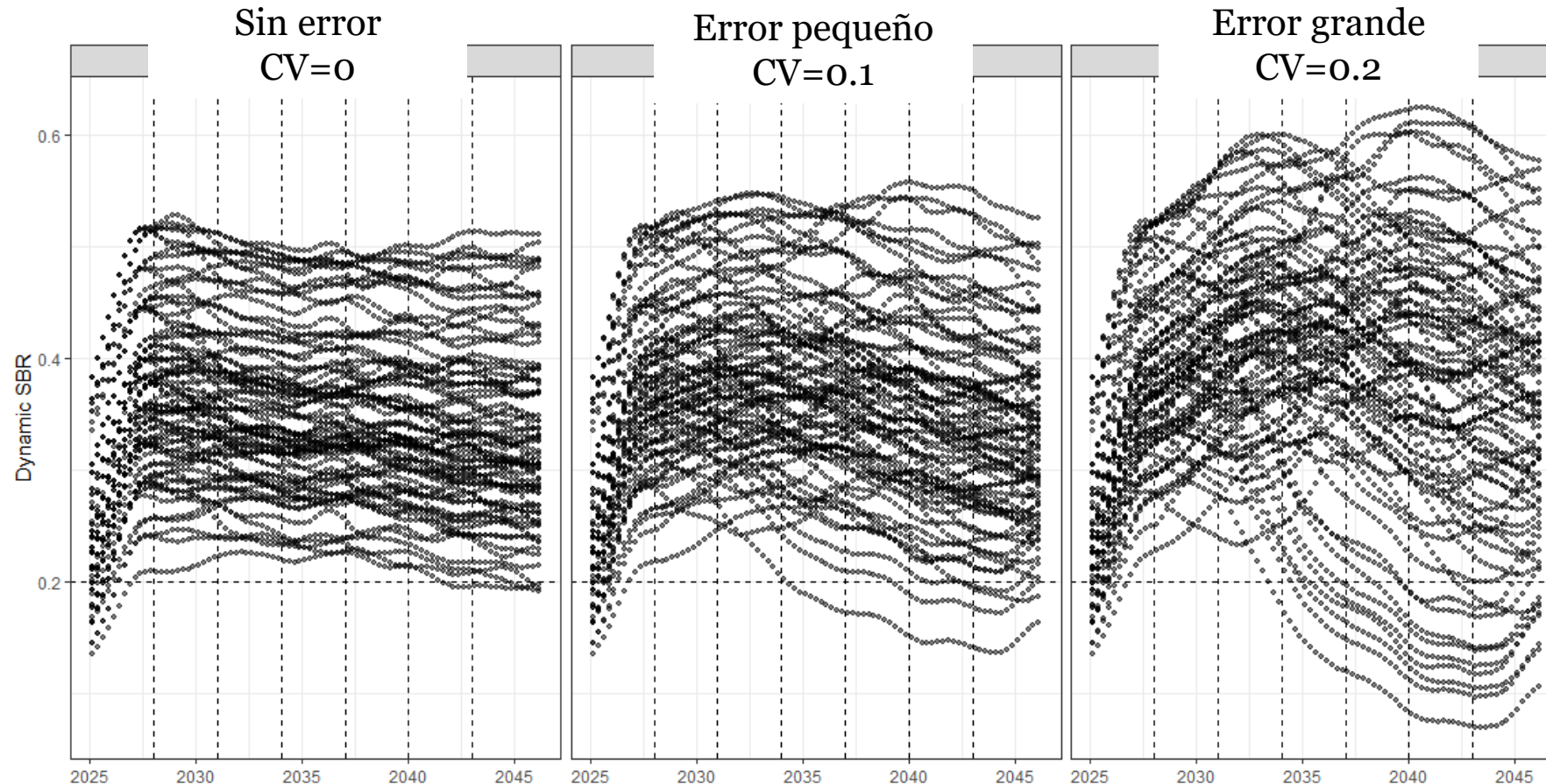


Impacto de incluir el error de implementación

- Asumimos que la mortalidad por pesca es proporcional a (365 – días de veda)
- En el mundo real, la mortalidad por pesca puede desviarse de esta relación lineal debido a varios factores como:
 - Capacidad de la flota
 - Umbral individual de embarcación para patudo
 - Abundancia de listado
 - Número de FADs activos
 - Precio del diesel
- Simulamos la EEO utilizando la RCE del personal técnico con o sin error de implementación para evaluar el impacto del error de implementación en los resultados de la EEO.

Impacto de incluir el error de implementación

La incertidumbre del SBR dinámico está fuertemente influenciada por el grado de error de implementación.



Discusión: error de implementación

- Un error de implementación grande conduce a trayectorias más extremas, lo que puede afectar la probabilidad de superar los puntos de referencia límite.
- La mortalidad por pesca está influenciada por factores más allá del cierre de la pesquería; la inclusión del error de implementación puede mejorar el realismo y la robustez de los resultados de la EEO.
- Una cuestión pendiente para mayor discusión es la magnitud apropiada del error de implementación; no se dispone de una estimación cuantitativa para las pesquerías de cerco del OPO.
- El error de implementación se aplica a una mortalidad por pesca constante durante tres años, por lo que un $CV = 0.1$ parece más probable que un $CV = 0.2$.

Esquema

1. Exploraciones adicionales de EEO antes de la sesión informal celebrada a mediados de febrero
2. Resultados completos de la simulación de EEO tras la sesión informal celebrada a mediados de febrero

Comparación de las ocho RCE candidatas

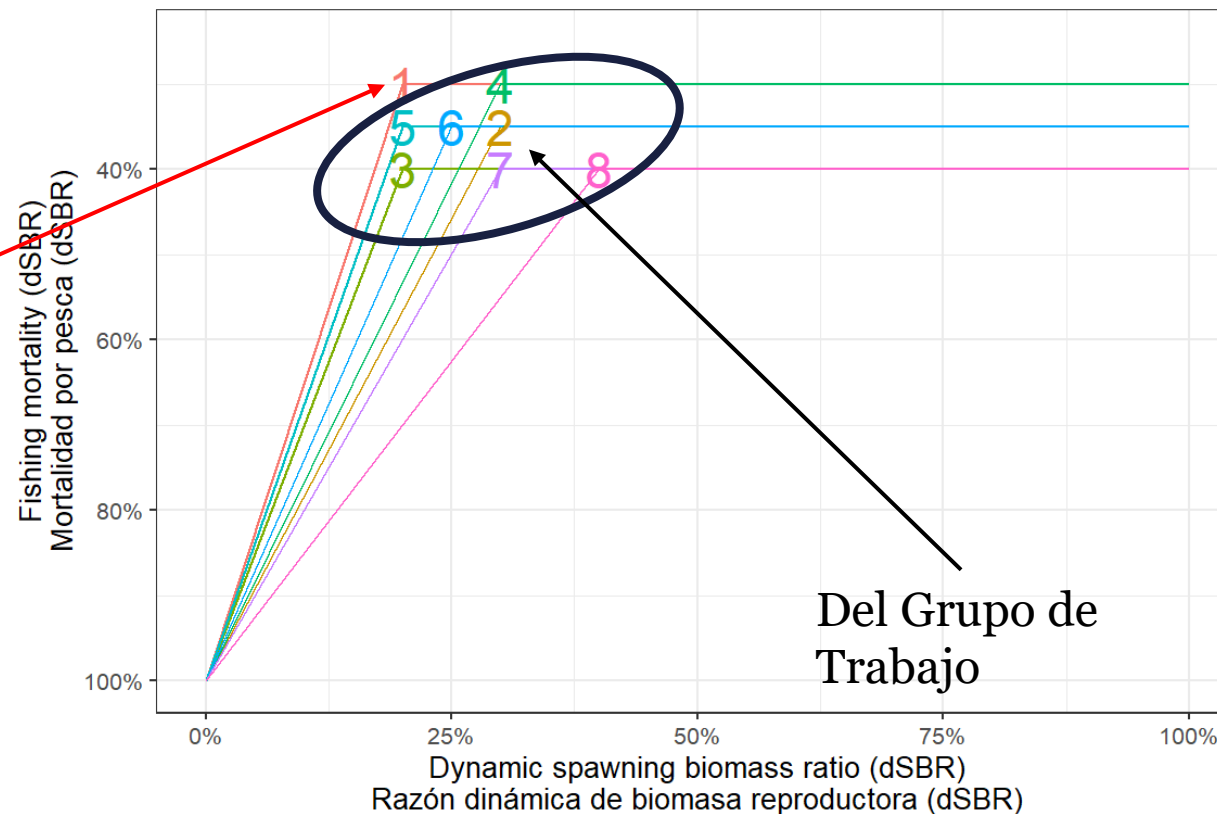
- Se incluye el error de implementación (CV=0,1)
- Límite asimétrico de 10/20 días cuando el stock está por encima/por debajo del punto de control
- 1,200 iteraciones por RCE – resultados completos de la EEO

Componente	Staff	WG1	WG2	WG3	WG4	WG5	WG6	WG7
Número	1	2	3	4	5	6	7	8
F_{max}	$F_{30\%}$	$F_{35\%}$	$F_{40\%}$	$F_{30\%}$	$F_{35\%}$	$F_{35\%}$	$F_{40\%}$	$F_{40\%}$
$S_{control}$	$S_{20\%}$	$S_{30\%}$	$S_{20\%}$	$S_{30\%}$	$S_{20\%}$	$S_{25\%}$	$S_{30\%}$	$S_{40\%}$
Rango de cambio en la veda (día): $S > S_{control}$	-10 a 10	-10 a 10	-10 a 10	-10 a 10	-10 a 10	-10 a 10	-10 a 10	-10 a 10
Rango de cambio en la veda (día): $S < S_{control}$	-10 a 20	-10 a 20	-10 a 20	-10 a 20	-10 a 20	-10 a 20	-10 a 20	-10 a 20
Nombre	F30-S20	F35-S30	F40-S20	F30-S30	F35-S20	F35-S25	F40-S30	F40-S40

Comparación de las ocho HCRs candidatas

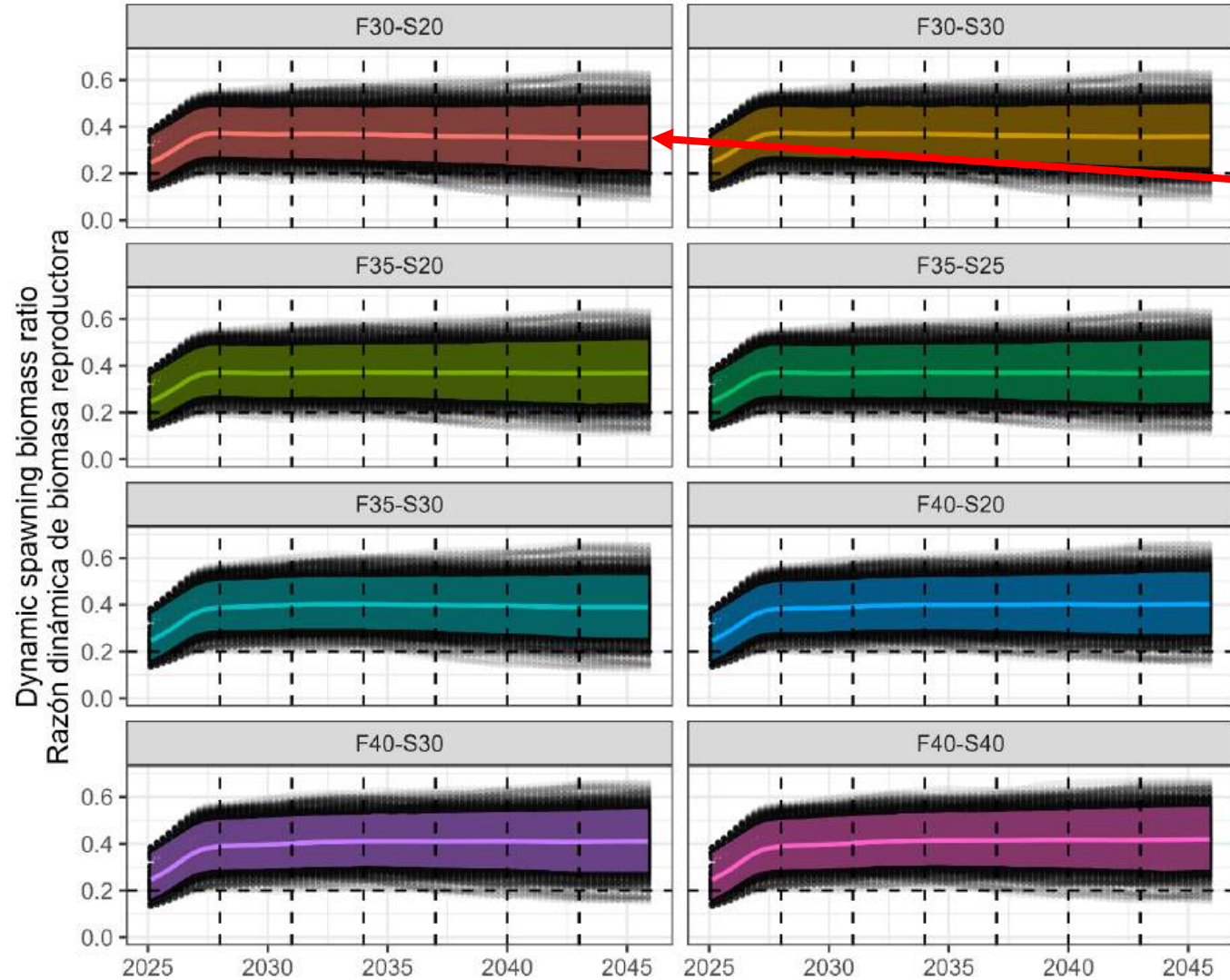
- Se incluye el error de implementación (CV=0,1)
- Límite asimétrico de 10/20 días cuando el stock está por encima/por debajo del punto de control
- 1,200 iteraciones por RCE – resultados completos de la EEO

Del
personal
F30-S20

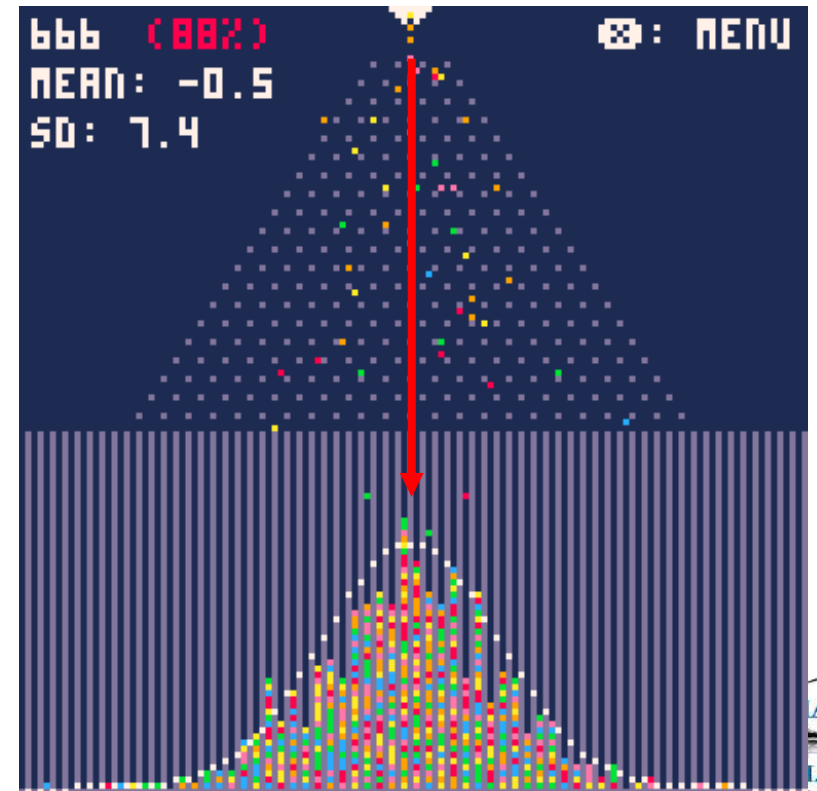


Del Grupo de
Trabajo

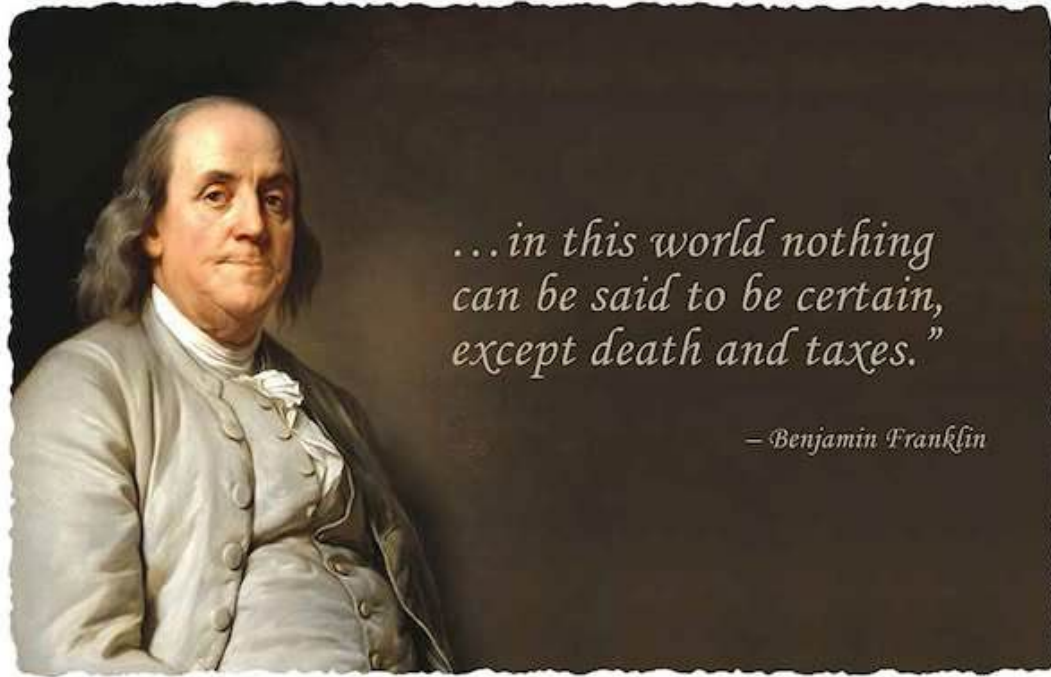
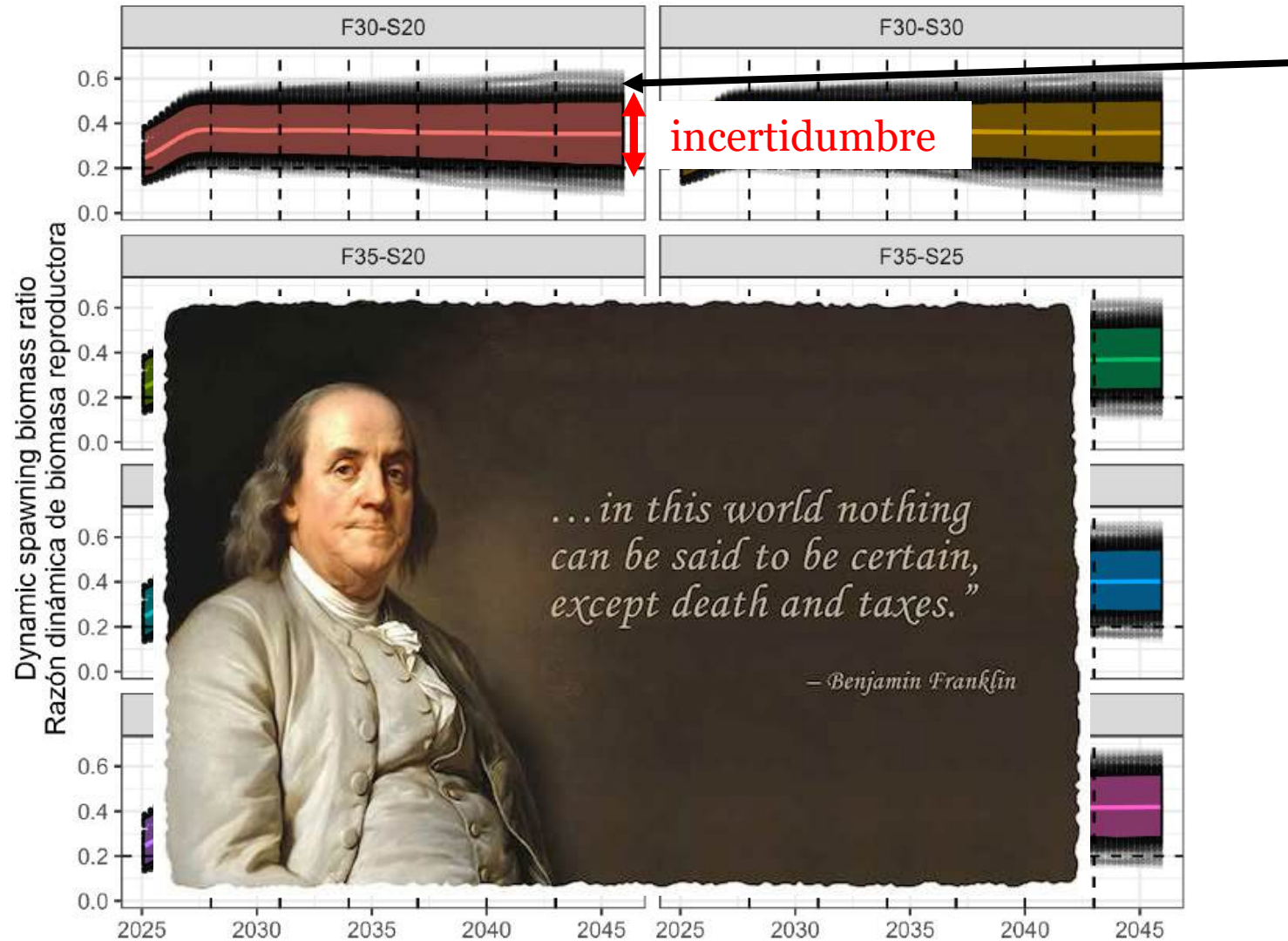
Resultados: SBR dinámica



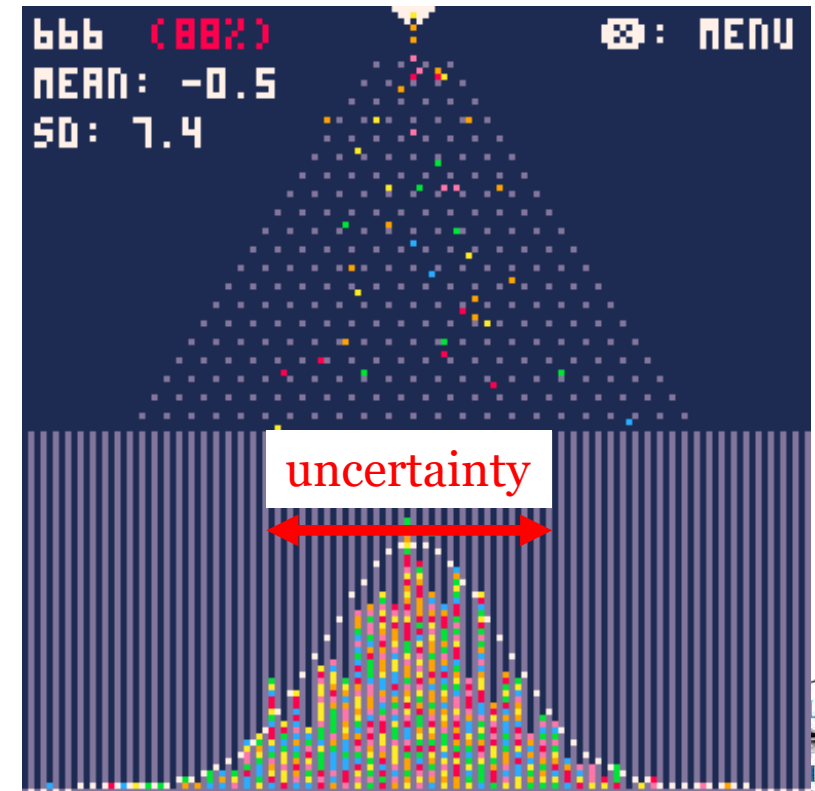
Media



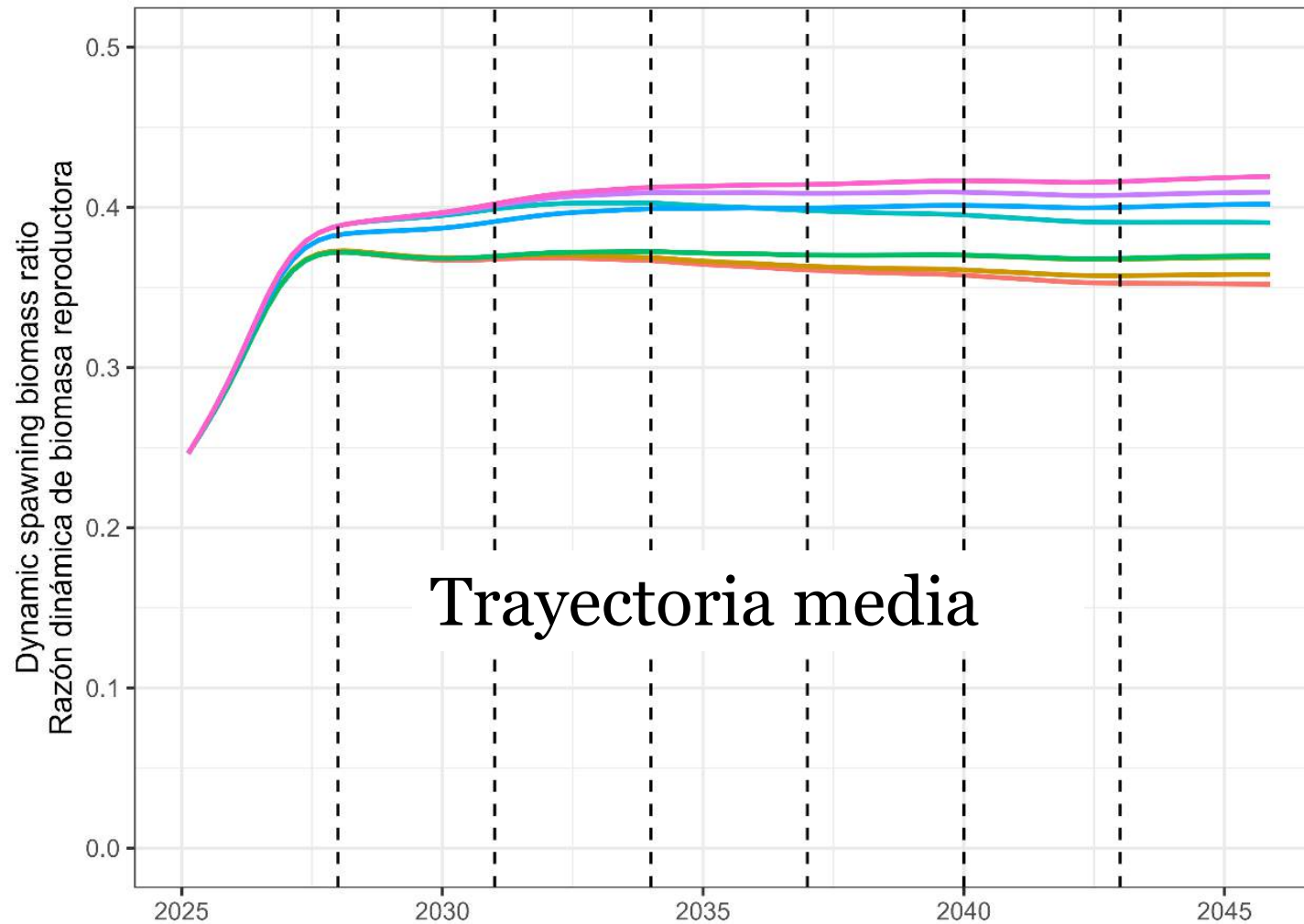
Resultados: SBR dinámica



- “Lanzamos 1,200 pelotas” en el EEO para estimar una distribución de probabilidad.
- Cada línea negra representa la trayectoria de una “pelota” a lo largo de 21 años.



Resultados: SBR dinámica



HCR

—	F30-S20	—	F35-S20	—	F35-S30	—	F40-S30
—	F30-S30	—	F35-S25	—	F40-S20	—	F40-S40

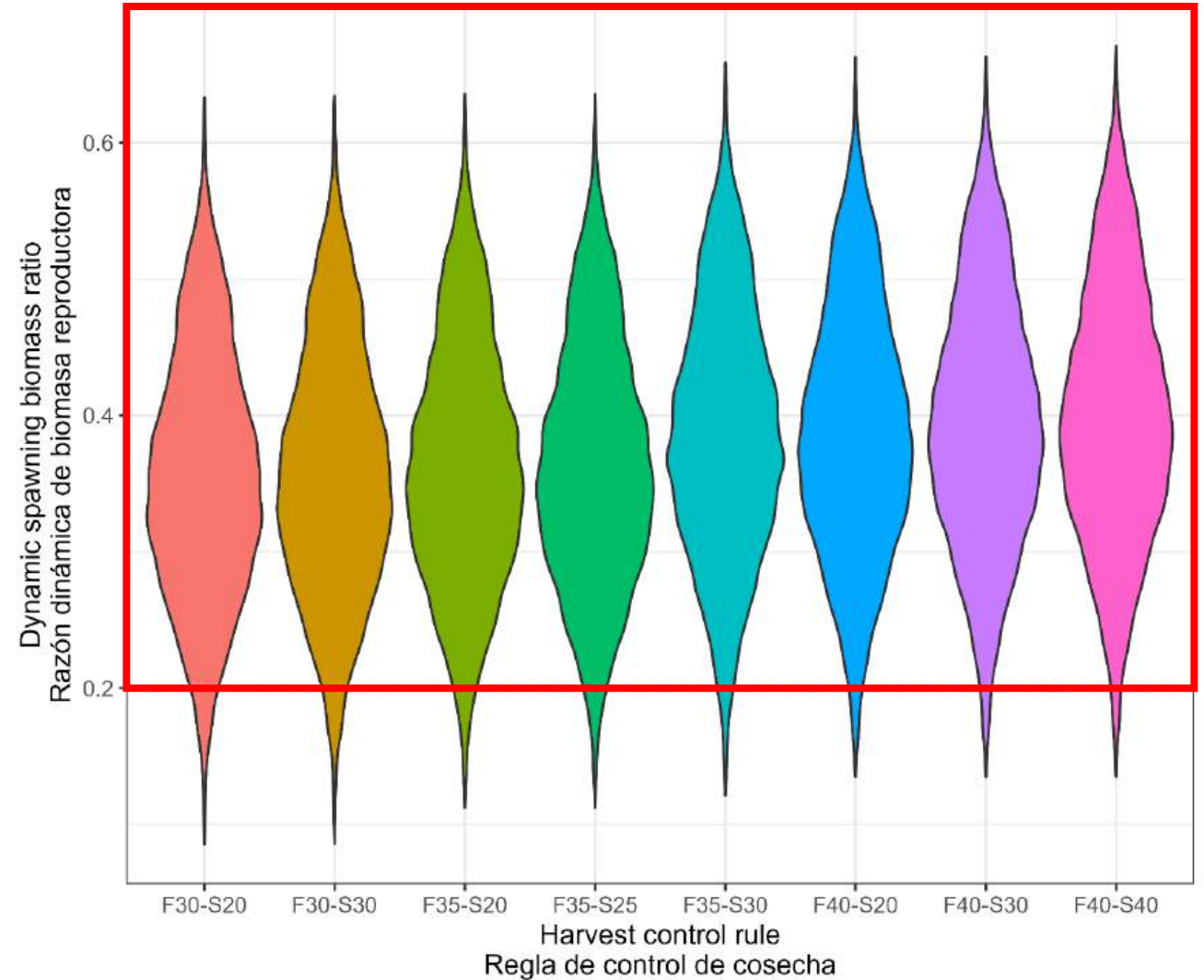
Indicadores de desempeño

Objetivo de gestión	Indicador de desempeño	Unidad	Descripción
Seguridad	$p(dSBR > 0.2)$	%	La probabilidad de que la relación de biomasa reproductora dinámica sea mayor que 0,2
	$p(SBR > 0.077)$	%	La probabilidad de que la relación de biomasa reproductora de equilibrio sea mayor que 0,077
	$p(SB > 0.5SB_{MSY})$	%	La probabilidad de que la biomasa reproductora sea mayor que el 50% de la biomasa reproductora al rendimiento máximo sostenible
Estado	$p(Kobe \text{ in green})$	%	La probabilidad de que el stock esté en el cuadrante verde del gráfico de Kobe
Estabilidad	$AAV(catch)$	%	Variabilidad anual promedio en la captura anual
	$p(closure + 20)$	%	La probabilidad de que el cierre aumente en 20 días
Rendimiento	$PS \text{ catch}$	ton	Captura anual promedio de cerco
	$LL \text{ catch}$	ton	Captura anual promedio de palangre
Esfuerzo	$closure$	day	Cierre pesquero promedio
Abundancia	$CPUE$	%	La relación de la CPUE promedio de palangre con respecto al nivel promedio de 2017-2019

Indicadores de desempeño: seguridad

La probabilidad de que la relación de biomasa reproductora dinámica sea mayor que 0.2

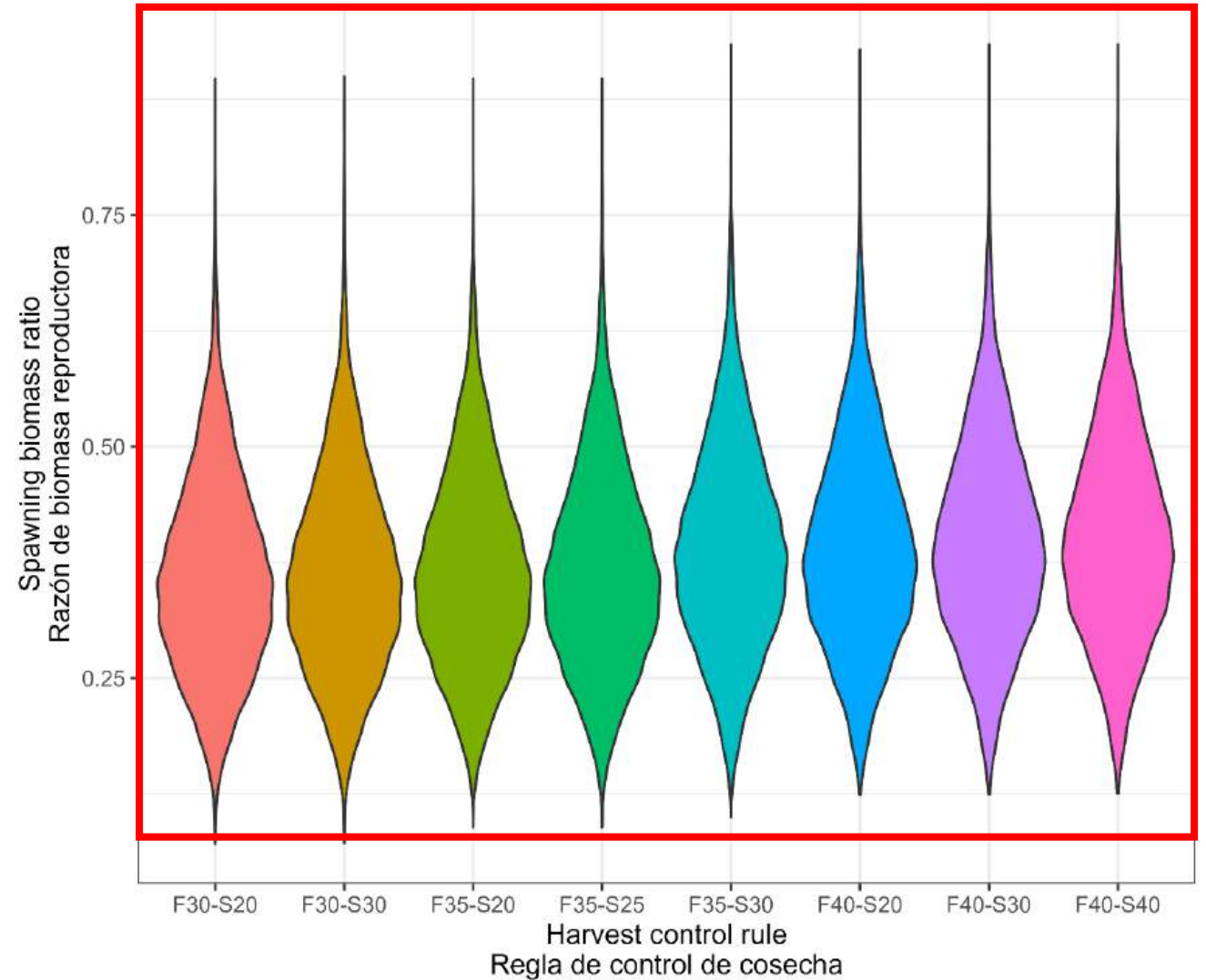
RCE	Prob (%) dSBR > 0.2	Prob (%) SBR > 0.077	Prob (%) $S > 0.5S_{MSY}$
F30-S20	96.5	99.9	99.9
F30-S30	96.7	99.9	99.9
F35-S20	97.5	100.0	100.0
F35-S25	97.5	100.0	100.0
F35-S30	98.3	100.0	100.0
F40-S20	98.5	100.0	100.0
F40-S30	98.7	100.0	100.0
F40-S40	98.8	100.0	100.0



Indicadores de desempeño: seguridad

La probabilidad de que la relación de biomasa reproductora de equilibrio sea mayor que 0.077

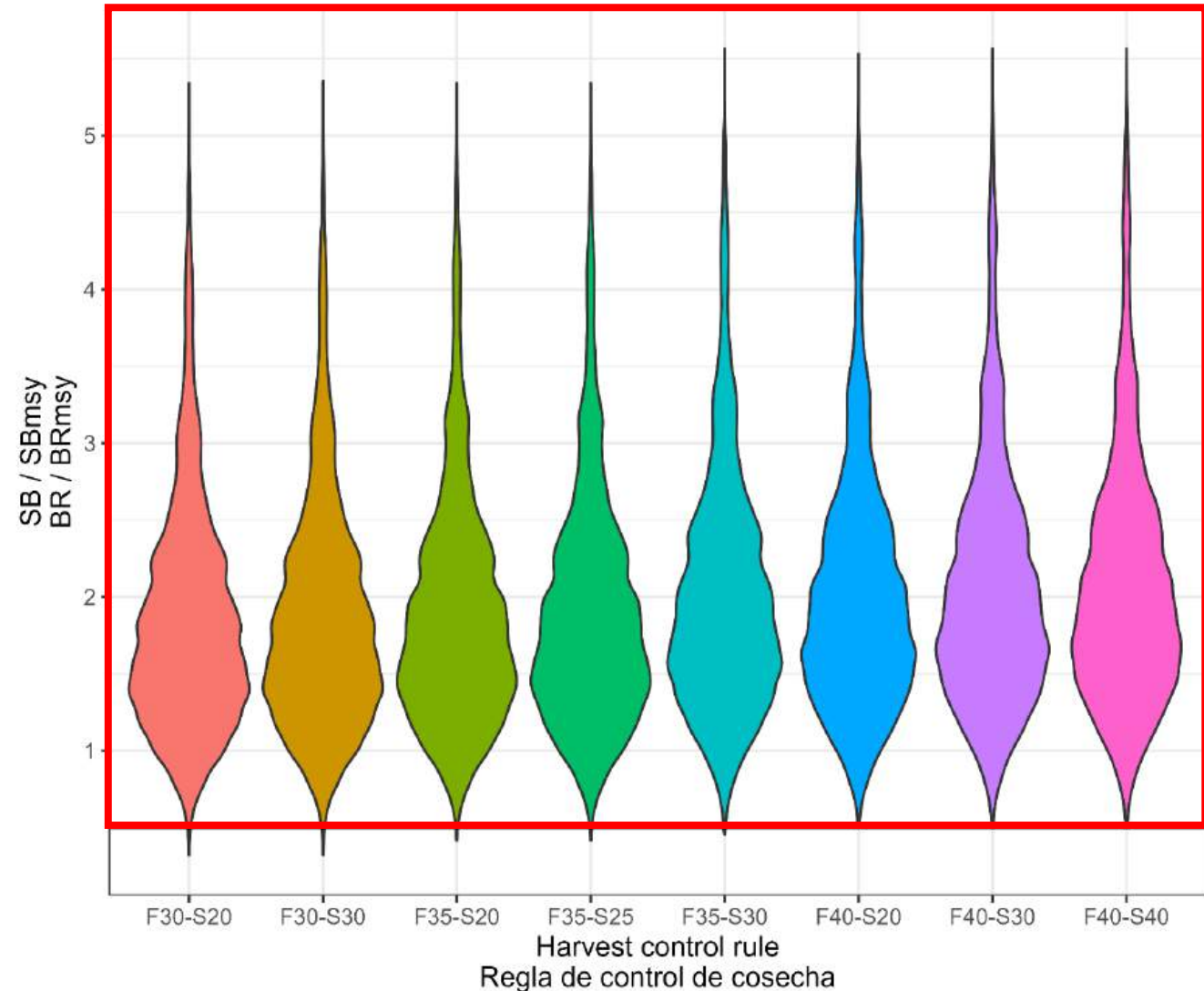
RCE	Prob (%) dSBR > 0.2	Prob (%) SBR > 0.077	Prob (%) $S > 0.5S_{MSY}$
F30-S20	96.5	99.9	99.9
F30-S30	96.7	99.9	99.9
F35-S20	97.5	100.0	100.0
F35-S25	97.5	100.0	100.0
F35-S30	98.3	100.0	100.0
F40-S20	98.5	100.0	100.0
F40-S30	98.7	100.0	100.0
F40-S40	98.8	100.0	100.0



Indicadores de desempeño: seguridad

La probabilidad de que la biomasa reproductora sea mayor que el 50% de la biomasa reproductora en el MSY

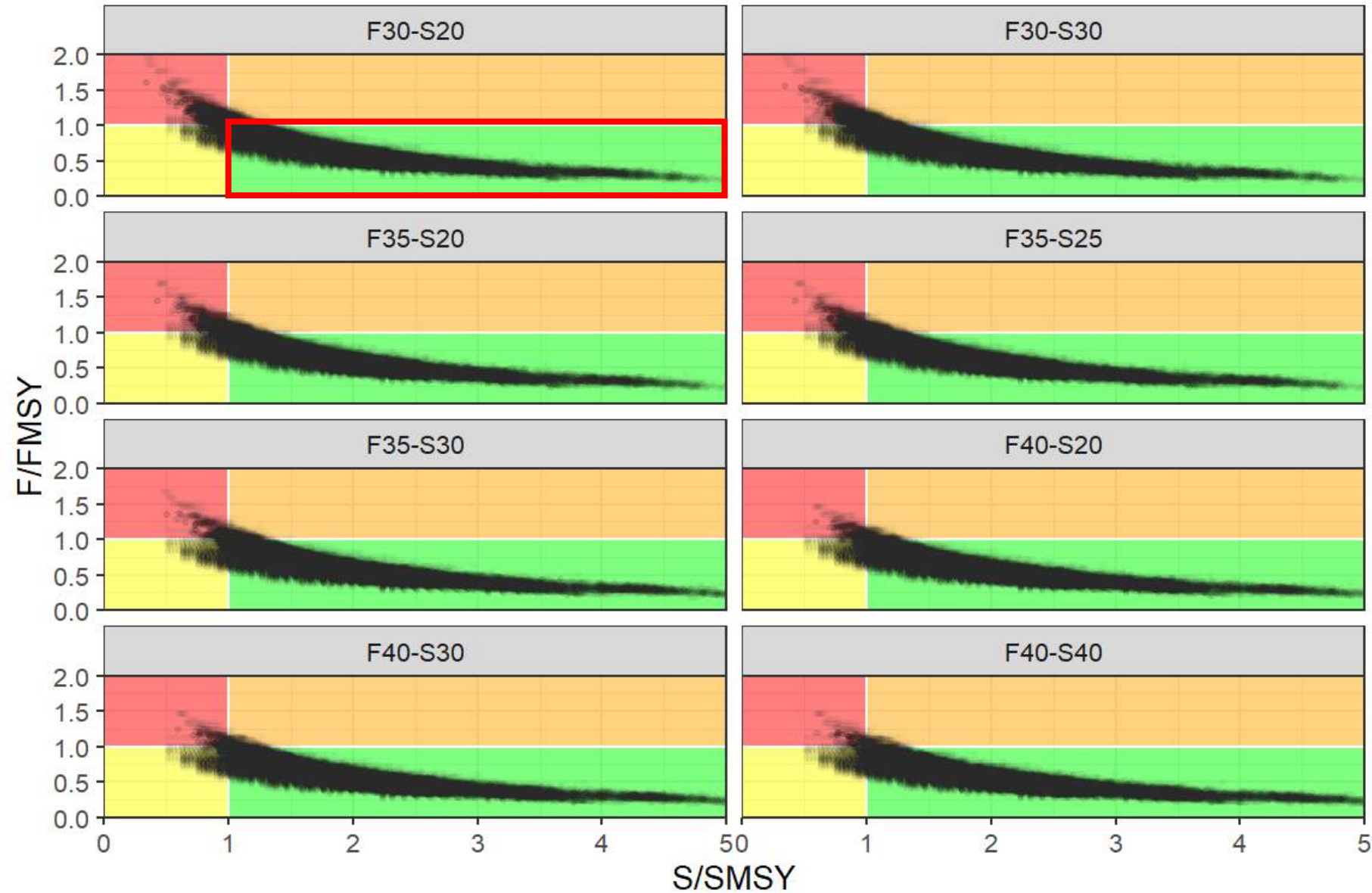
HCR	Prob (%) dSBR > 0.2	Prob (%) SBR > 0.077	Prob (%) S > 0.5S_{MSY}
F30-S20	96.5	99.9	99.9
F30-S30	96.7	99.9	99.9
F35-S20	97.5	100.0	100.0
F35-S25	97.5	100.0	100.0
F35-S30	98.3	100.0	100.0
F40-S20	98.5	100.0	100.0
F40-S30	98.7	100.0	100.0
F40-S40	98.8	100.0	100.0



Indicadores de desempeño: estado

La probabilidad de que el stock esté en el cuadrante verde del gráfico de Kobe

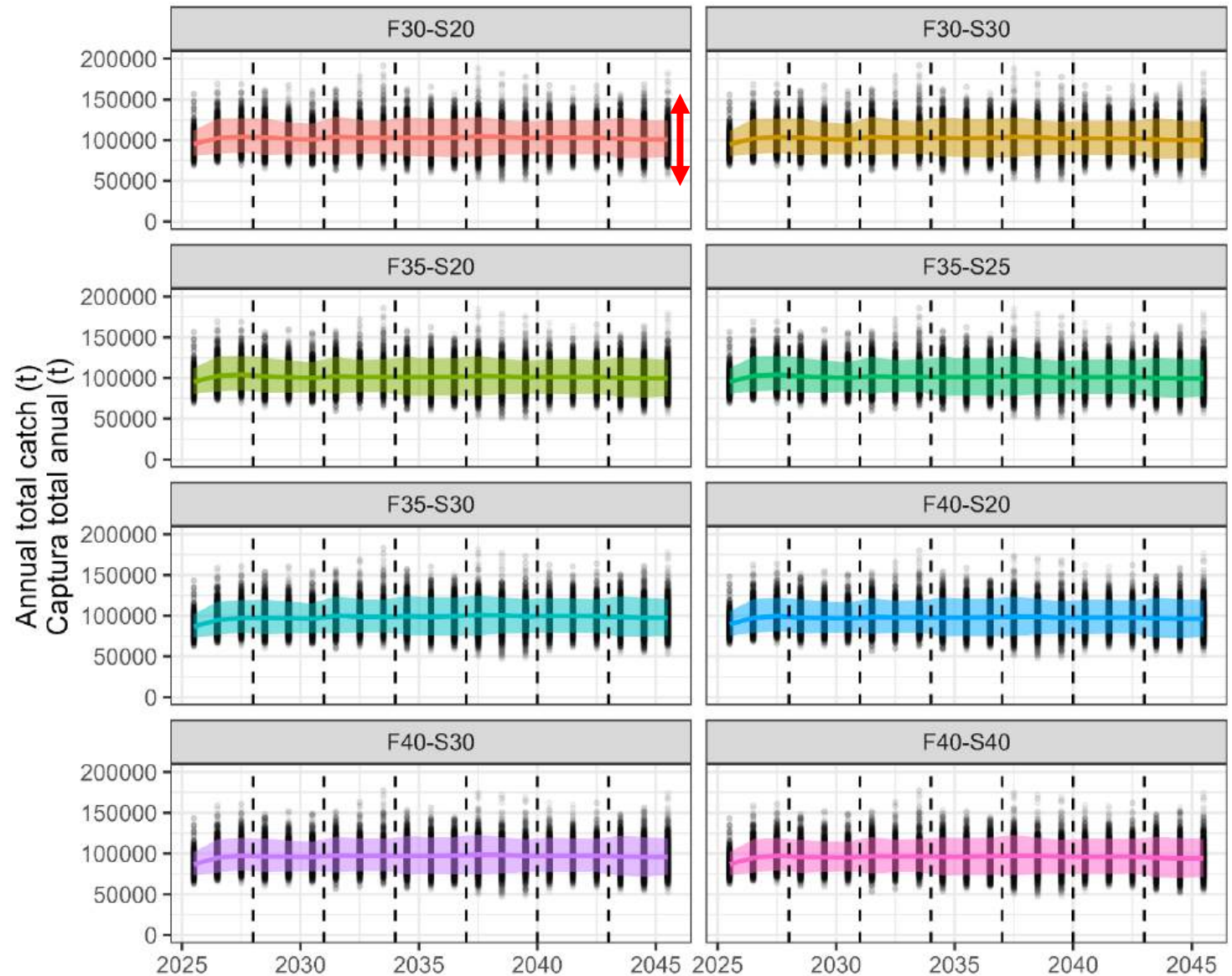
RCE	Prob (%) Kobe = verde
F30-S20	89.6
F30-S30	90.0
F35-S20	91.6
F35-S25	91.6
F35-S30	94.0
F40-S20	94.6
F40-S30	95.2
F40-S40	95.5



Indicadores de desempeño: estabilidad

Variabilidad anual promedio en la captura anual de patudo

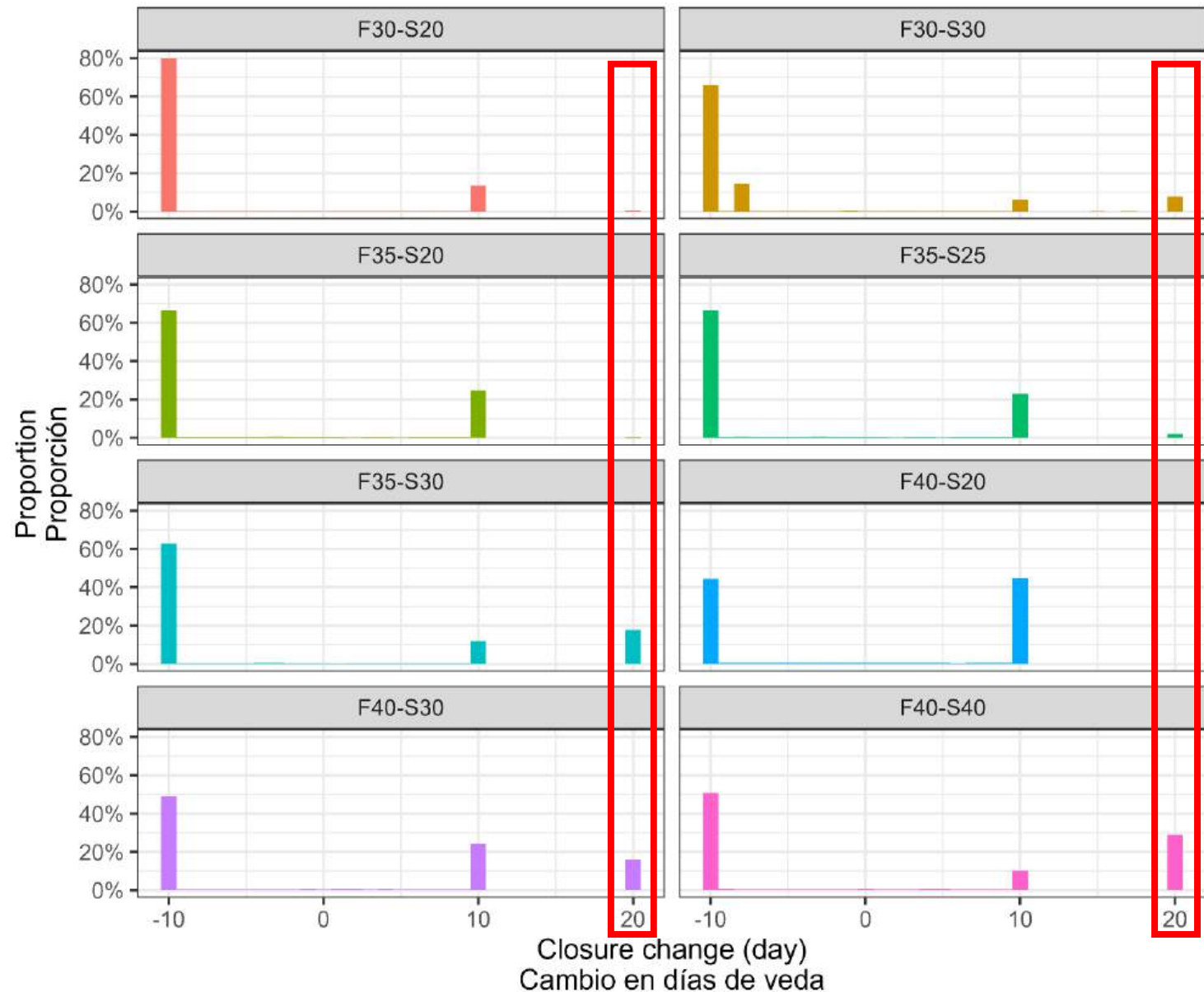
RCE	AAV (%) En captura	Prob (%) cambio = 20
F30-S20	7.3	0.8
F30-S30	7.3	7.7
F35-S20	7.3	0.4
F35-S25	7.3	1.9
F35-S30	7.2	17.6
F40-S20	7.2	0.1
F40-S30	7.2	16.3
F40-S40	7.3	28.9



Indicadores de desempeño: estabilidad

La probabilidad de que la veda aumente en 20 días

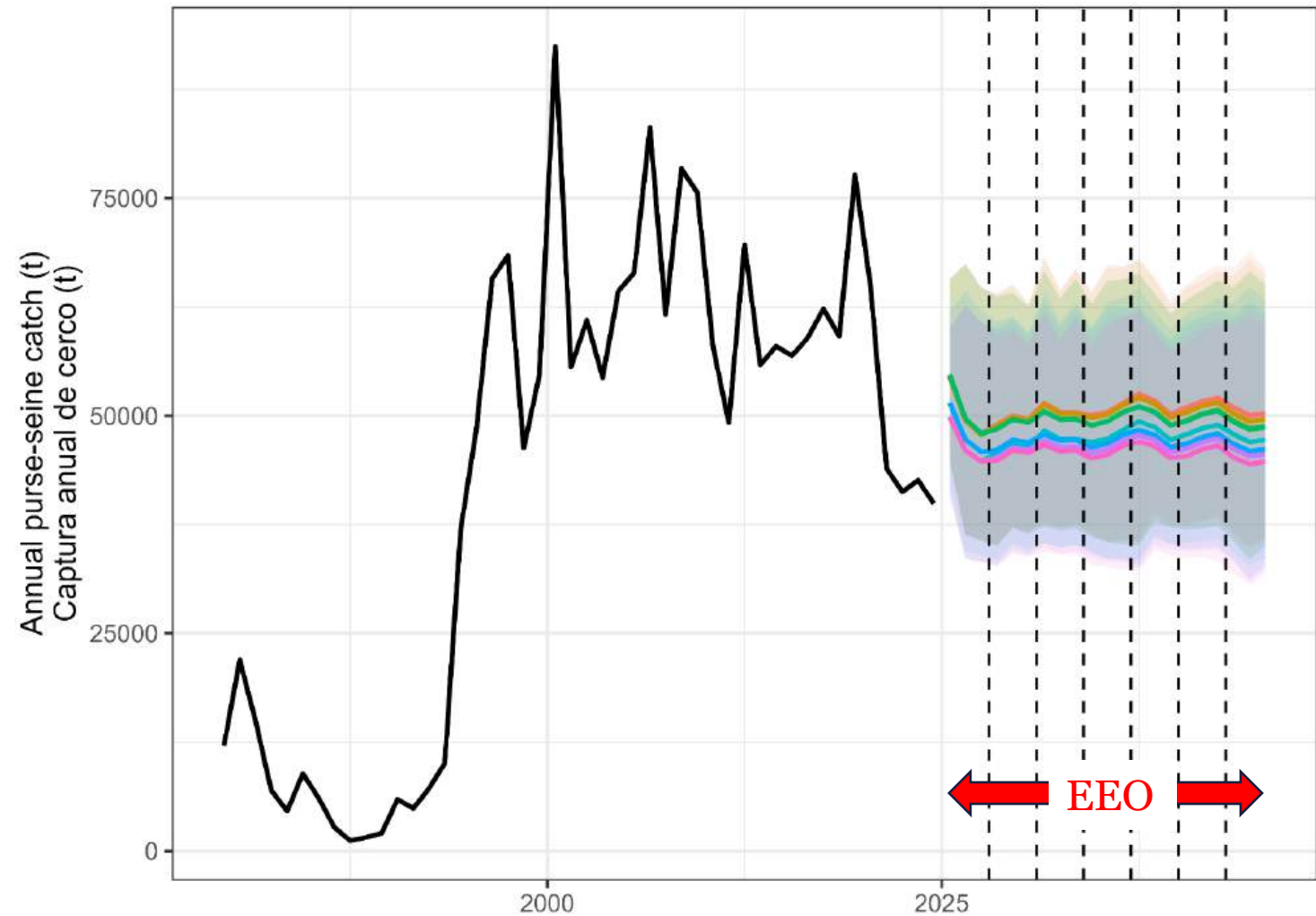
RCE	AAV (%) En captura	Prob (%) cambio = 20
F30-S20	7.3	0.8
F30-S30	7.3	7.7
F35-S20	7.3	0.4
F35-S25	7.3	1.9
F35-S30	7.2	17.6
F40-S20	7.2	0.1
F40-S30	7.2	16.3
F40-S40	7.3	28.9



Indicadores de desempeño: rendimiento

Captura anual promedio de cerco

RCE	Anual Captura cerco (mt)	Anual Captura palangre (mt)
F30-S20	50722	51663
F30-S30	50384	51509
F35-S20	49785	51277
F35-S25	49746	51250
F35-S30	47514	50533
F40-S20	47221	50258
F40-S30	46456	49966
F40-S40	45911	49624



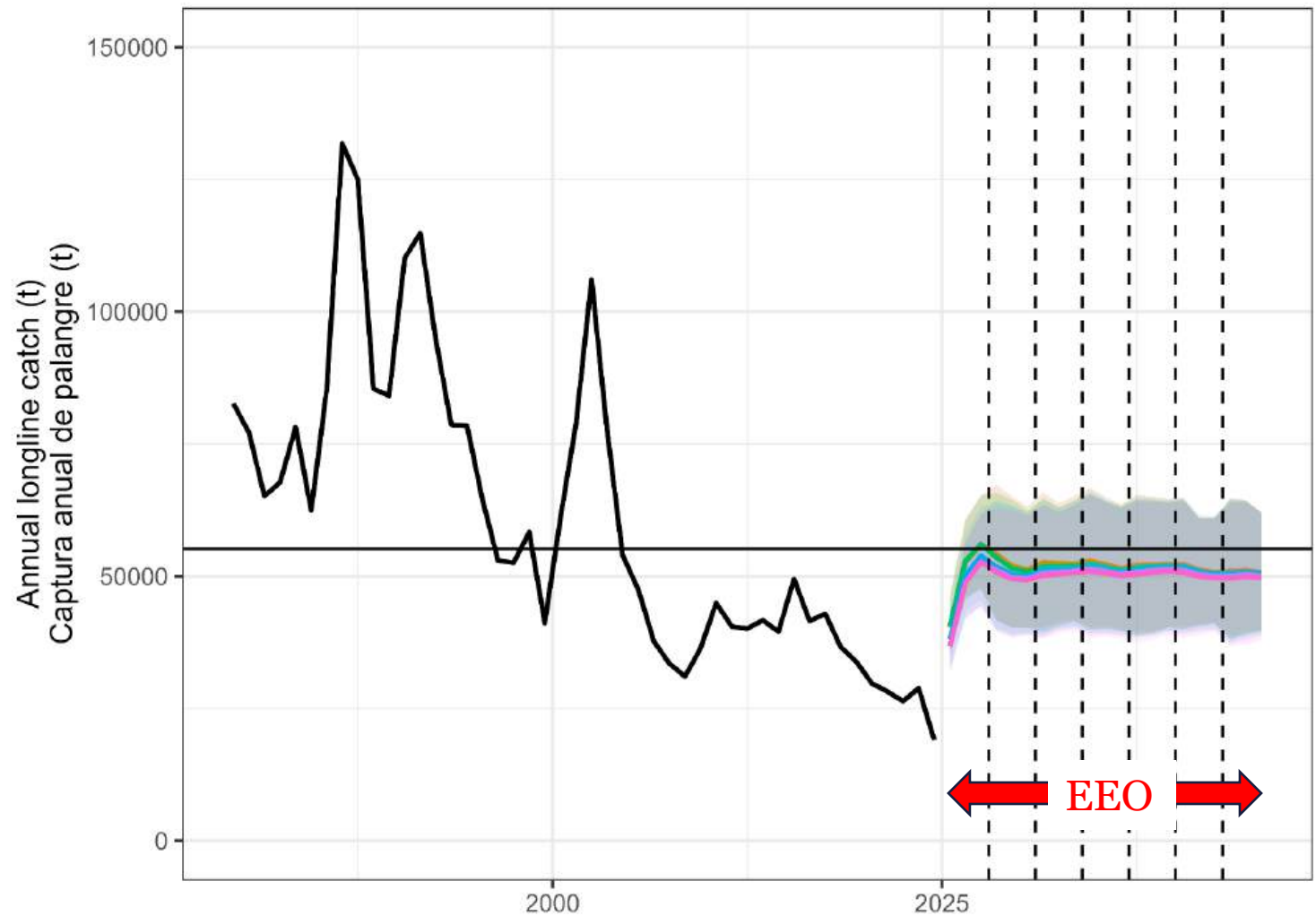
HCR

- F30-S20
- F35-S20
- F35-S30
- F40-S30
- F30-S30
- F35-S25
- F40-S20
- F40-S40

Indicadores de desempeño: rendimiento

Captura anual promedio de palangre

RCE	Annual captura cerco (mt)	Annual captura palangre(mt)
F30-S20	50722	51663
F30-S30	50384	51509
F35-S20	49785	51277
F35-S25	49746	51250
F35-S30	47514	50533
F40-S20	47221	50258
F40-S30	46456	49966
F40-S40	45911	49624



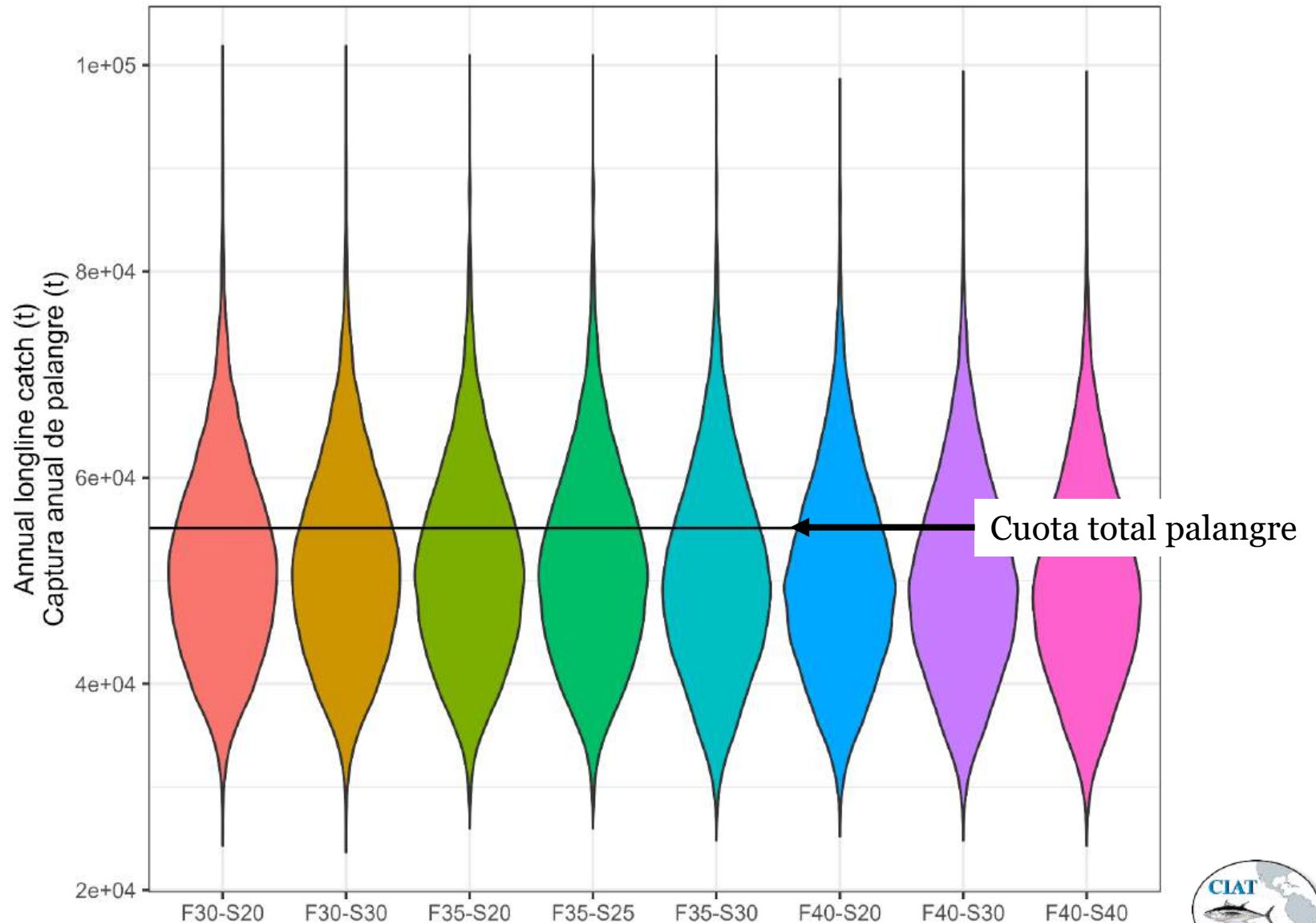
HCR

— F30-S20	— F35-S20	— F35-S30	— F40-S30
— F30-S30	— F35-S25	— F40-S20	— F40-S40

Indicadores de desempeño: rendimiento

Captura anual promedio de palangre

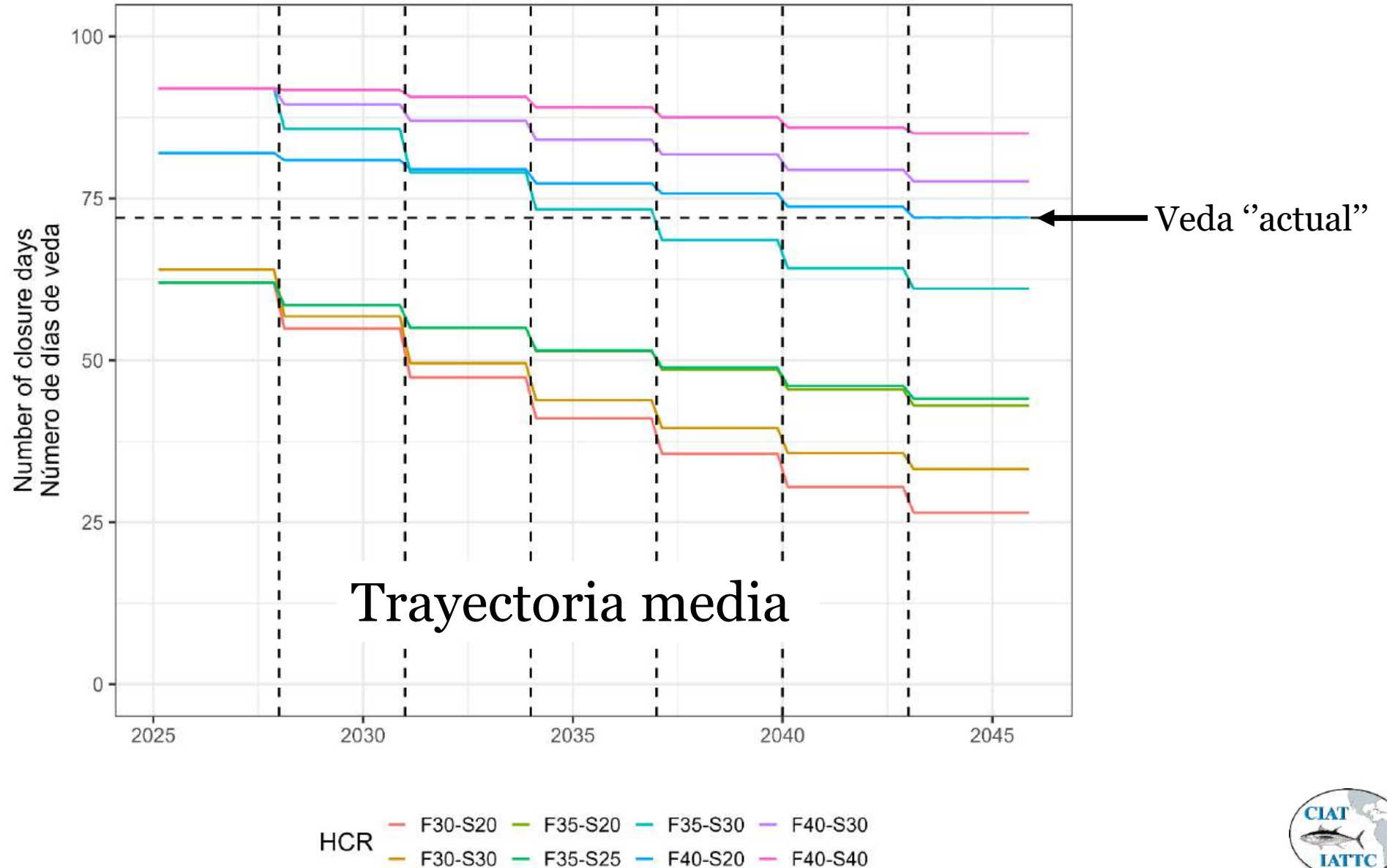
RCE	Annual captura cerco(mt)	Anual Captura palangre(mt)
F30-S20	50722	51663
F30-S30	50384	51509
F35-S20	49785	51277
F35-S25	49746	51250
F35-S30	47514	50533
F40-S20	47221	50258
F40-S30	46456	49966
F40-S40	45911	49624



Indicadores de desempeño: esfuerzo

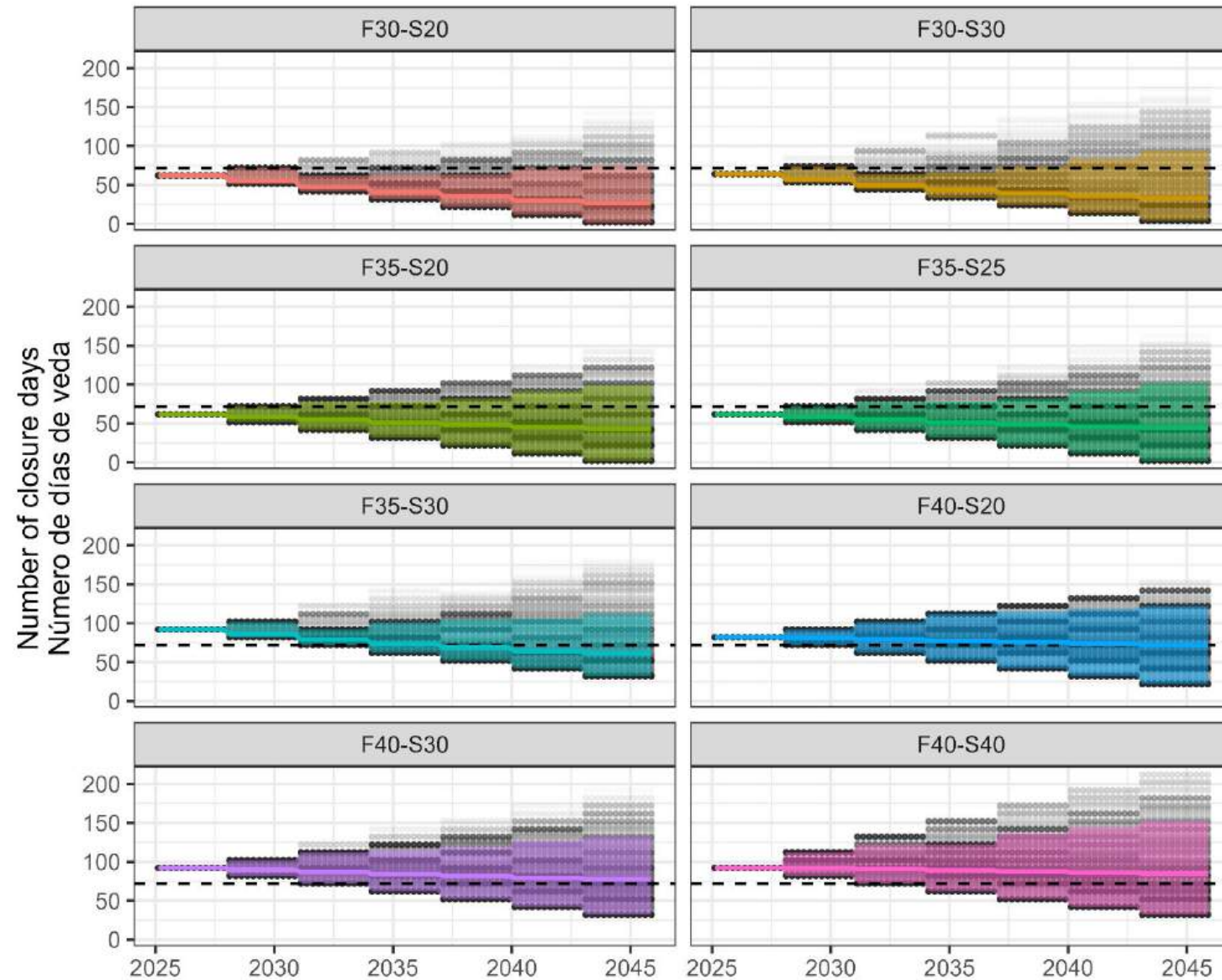
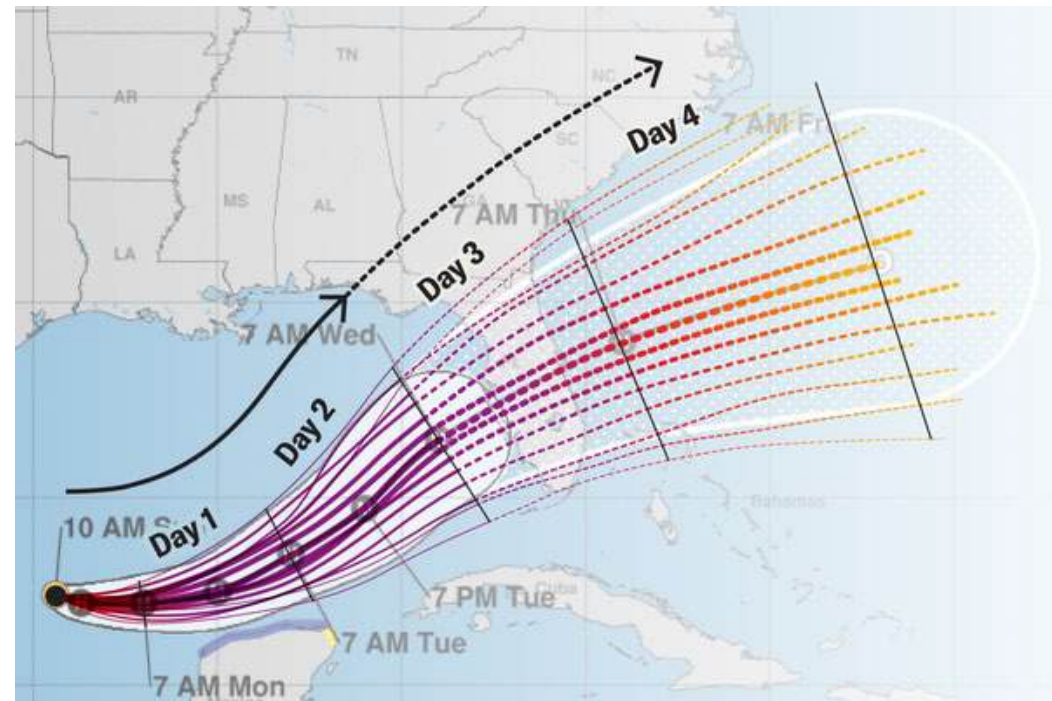
Veda pesquera promedio

RCE	Promedio veda (día)
F30-S20	43
F30-S30	46
F35-S20	52
F35-S25	52
F35-S30	75
F40-S20	77
F40-S30	84
F40-S40	89



Indicadores de desempeño: esfuerzo

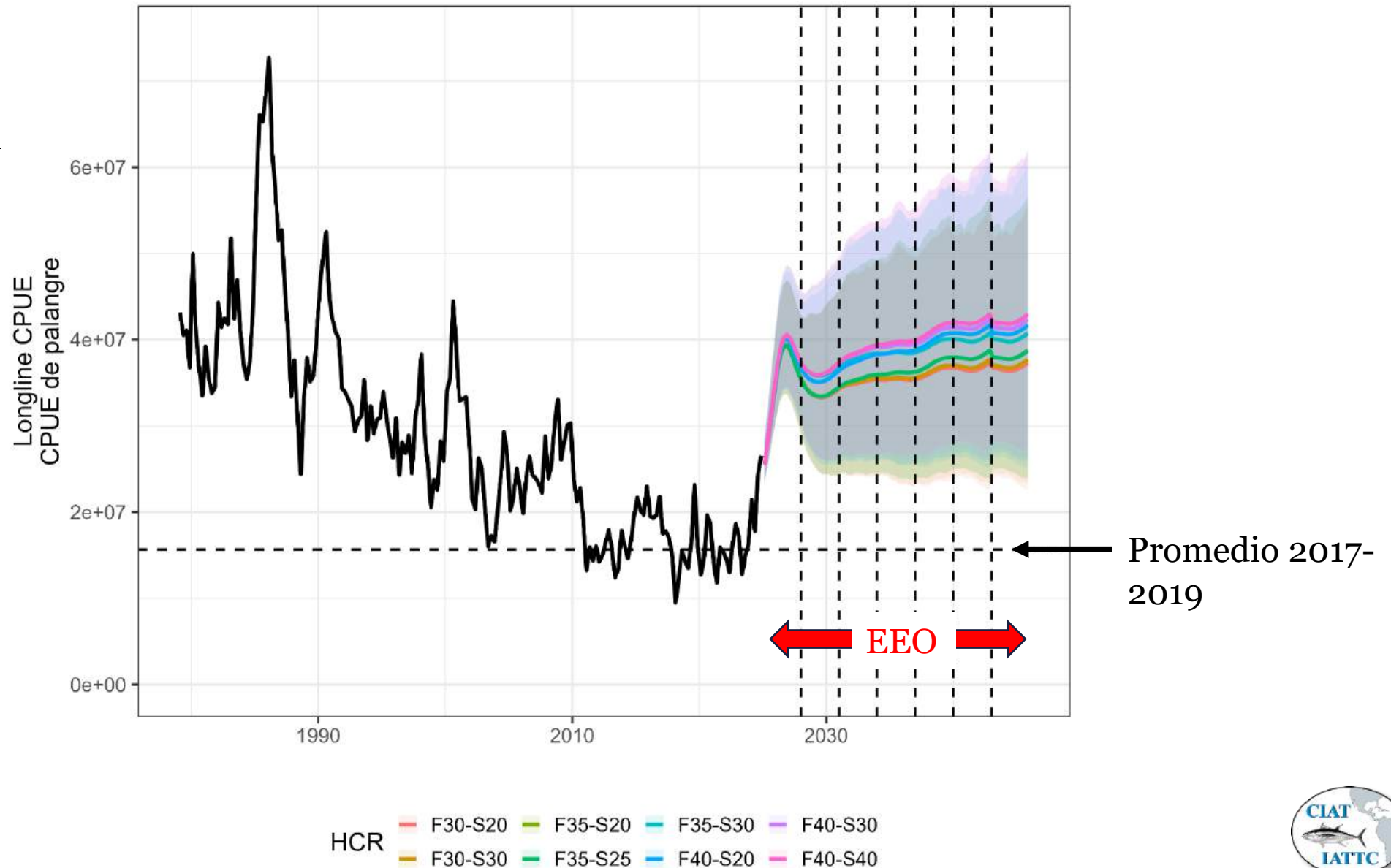
Cuanto más se proyecta hacia el futuro, mayor es la incertidumbre de la proyección.



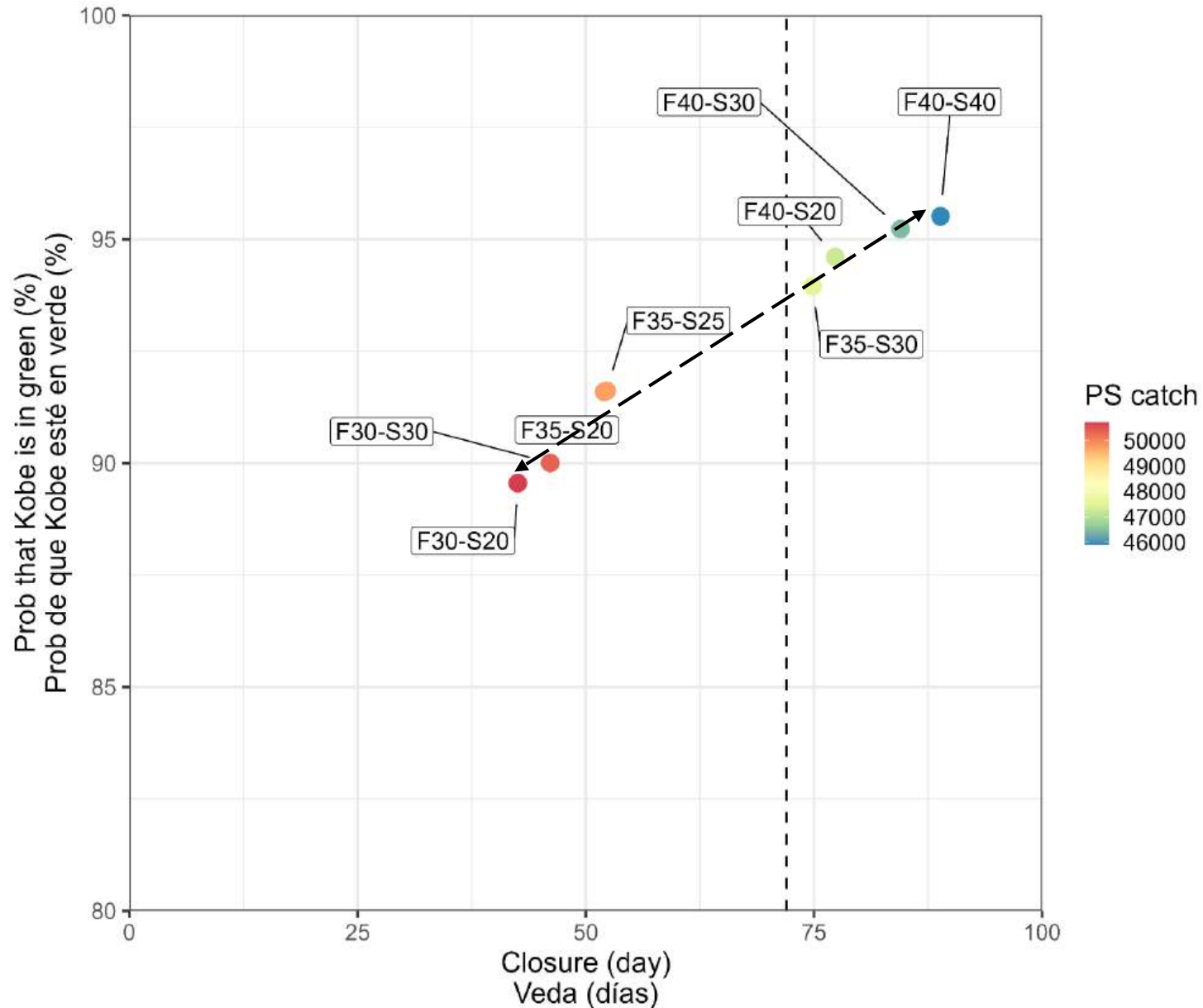
Indicadores de desempeño: abundancia

La relación de la CPUE promedio de palangre con respecto al nivel de 2017-2019

RCE	CPUE ratio
F30-S20	2.26
F30-S30	2.28
F35-S20	2.31
F35-S25	2.31
F35-S30	2.44
F40-S20	2.45
F40-S30	2.49
F40-S40	2.51



Compensación: estado vs. esfuerzo



Indicadores de desempeño: resumen

- Todas las RCE presentan probabilidades menores al 5% de sobrepasar el punto de referencia límite blando (SBR dinámico de 0.2).
- Todas las RCE presentan probabilidades menores al 0.1% de sobrepasar los dos puntos de referencia límite duros (SBR de 0.077 y 0.5 S_{MSY}).
- Todas las RCE presentan altas probabilidades (89.6%–95.5%) de ubicarse en el cuadrante verde del gráfico de Kobe.
- Estas RCE difieren principalmente en la duración promedio del cierre (43–89 días), la captura anual promedio de cerco (45,911–50,722 t) y la probabilidad de un aumento de 20 días en el cierre (0.1%–28.9%).
- La probabilidad de un aumento de 20 días en el cierre es menor al 2% cuando el punto de control es 0.2 o 0.25.

Indicadores de desempeño: resumen

RCE	Prob dSBR > 0.2	Prob SBR > 0.077	Prob $S > 0.5S_{MSY}$	Prob Kobe = verde	AAV in catch	Prob cambio = 20	Captura anual cerquero	Captura anual palangre	Promed io veda	CPUE ratio
F30-S20	96.5	99.9	99.9	89.6	7.3	0.8	50722	51663	43	2.26
F30-S30	96.7	99.9	99.9	90.0	7.3	7.7	50384	51509	46	2.28
F35-S20	97.5	100.0	100.0	91.6	7.3	0.4	49785	51277	52	2.31
F35-S25	97.5	100.0	100.0	91.6	7.3	1.9	49746	51250	52	2.31
F35-S30	98.3	100.0	100.0	94.0	7.2	17.6	47514	50533	75	2.44
F40-S20	98.5	100.0	100.0	94.6	7.2	0.1	47221	50258	77	2.45
F40-S30	98.7	100.0	100.0	95.2	7.2	16.3	46456	49966	84	2.49
F40-S40	98.8	100.0	100.0	95.5	7.3	28.9	45911	49624	89	2.51

Prueba de robustez

- Evaluar el desempeño de las RCEs candidatas bajo una reducción sostenida del 25% en el régimen de reclutamiento a partir de 2025.
- Este escenario tiene como objetivo evaluar el comportamiento de la RCE bajo condiciones ambientales desfavorables que reducen sustancialmente la productividad de la población.
- Excepto por el cambio de régimen impuesto en el reclutamiento, todas las especificaciones de simulación para la prueba de robustez fueron idénticas a las utilizadas en la EEO del caso base.
- Debido a limitaciones de tiempo, la prueba de robustez se realizó únicamente para la RCE candidata menos conservadora, F30–S20, que se espera sea la más vulnerable a las disminuciones en el reclutamiento.

Prueba de robustez

- La RCE menos conservadora, F30-S20, es robusta a un cambio de régimen descendente en el reclutamiento:
 - Probabilidades menores al 1% de superar los dos puntos de referencia límite estrictos
 - Probabilidad menor al 5% de superar el punto de referencia límite suave
 - Más del 85% de probabilidad de que el stock esté en el cuadrante verde del gráfico de Kobe

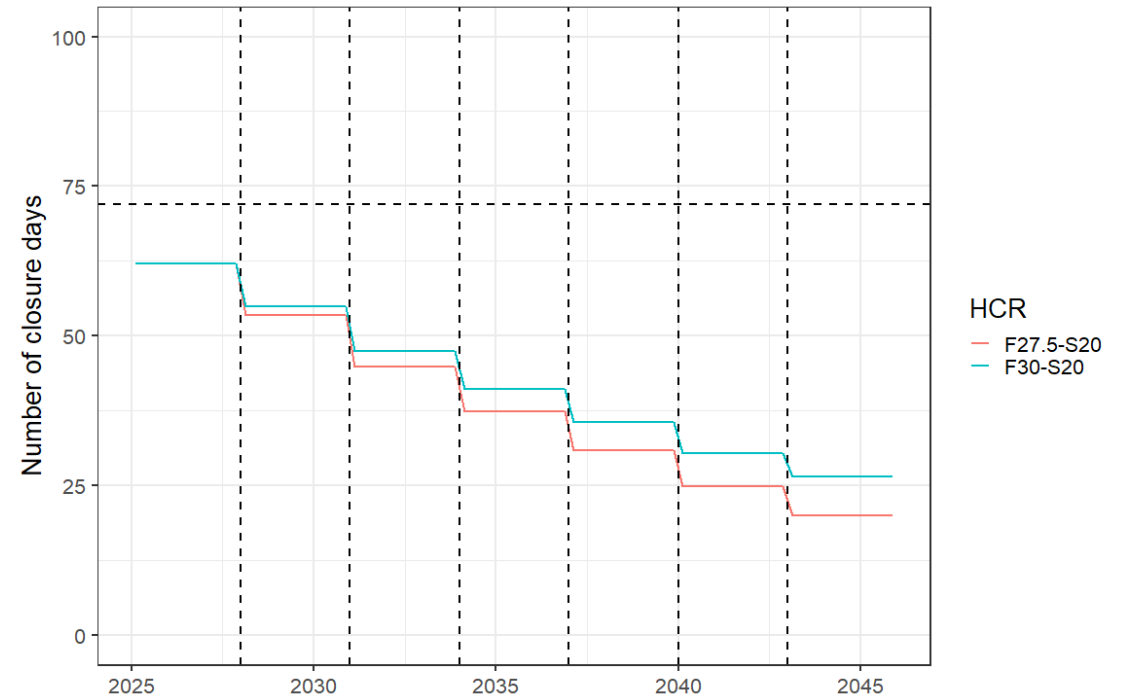
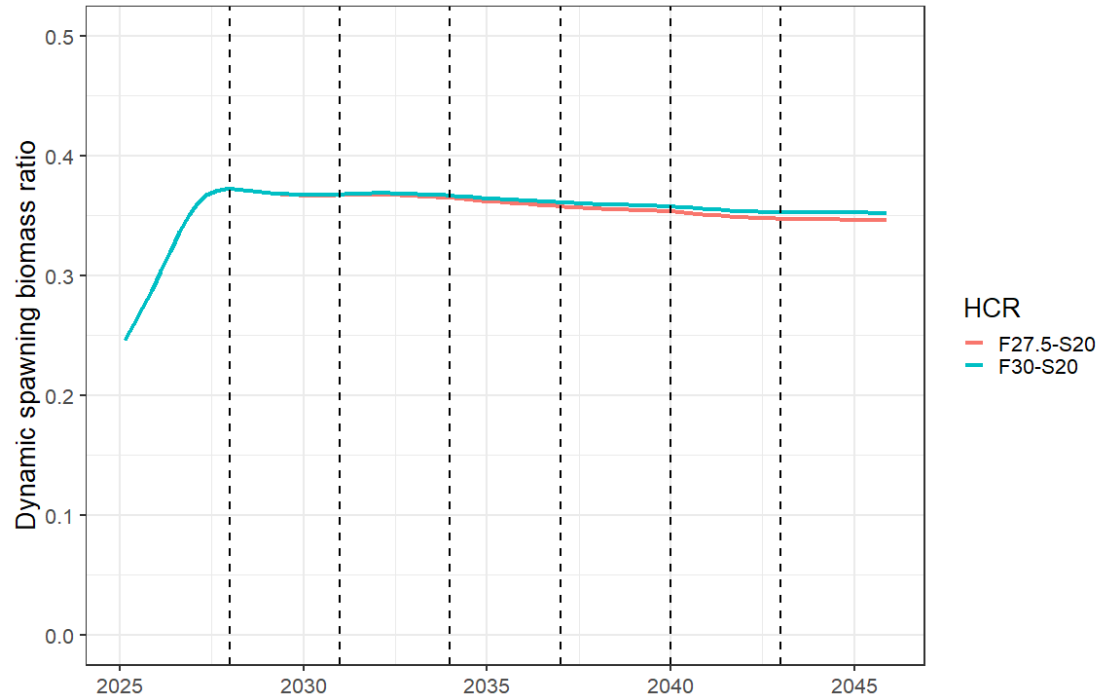
Ro	Prob dSBR > 0.2	Prob SBR > 0.077	Prob $S > 0.5S_{MSY}$	Prob Kobe = green	AAV in catch	Prob cambio = 20	Captura cerco annual	Captura palangre annual	Veda	CPUE ratio
75%	95.4	99.0	99.8	88.5	7.2	1.5	38646	41096	38	1.76
100%	96.5	99.9	99.9	89.6	7.3	0.8	50722	51663	43	2.26



Preguntas



F27.5-S20



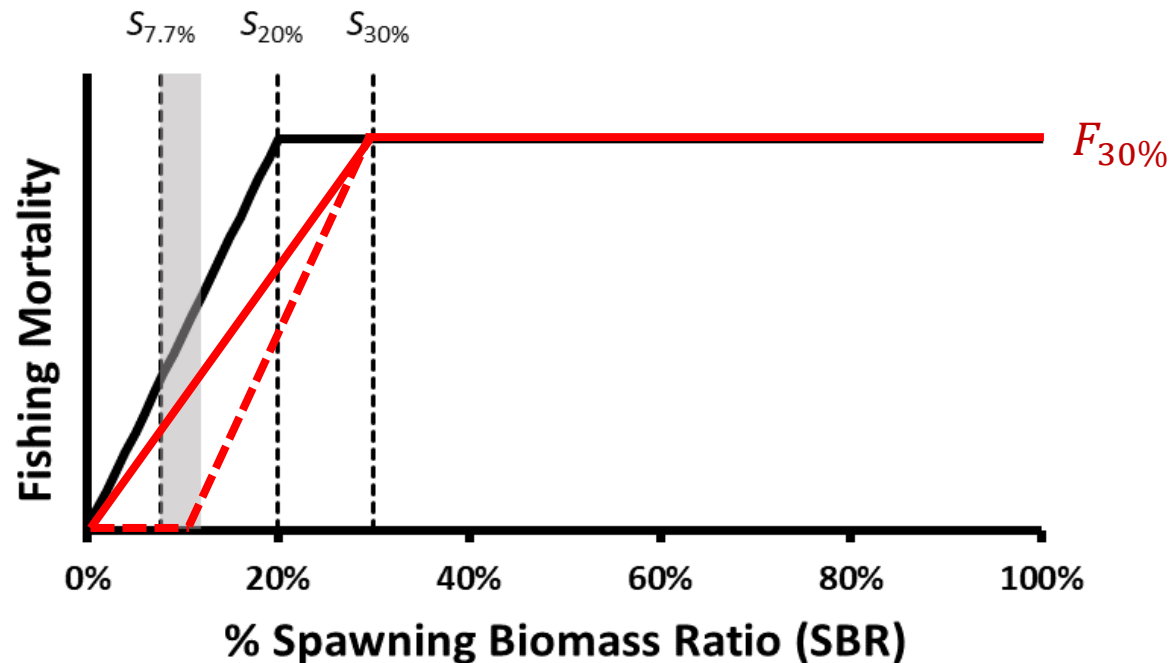
HCR	Prob dSBR > 0.2	Prob SBR > 0.077	Prob $S > 0.5S_{MSY}$	Prob Kobe = green	AAV in catch	Prob change = 20	Annual PS catch	Annual LL catch	Fishery closure	CPUE ratio
F27.5-S20	96.1	99.8	99.9	88.8	7.3	1.1	51072	51797	39	2.25
F30-S20	96.5	99.9	99.9	89.6	7.3	0.8	50722	51663	43	2.26



Impacto de considerar un segundo punto de control en la RCE

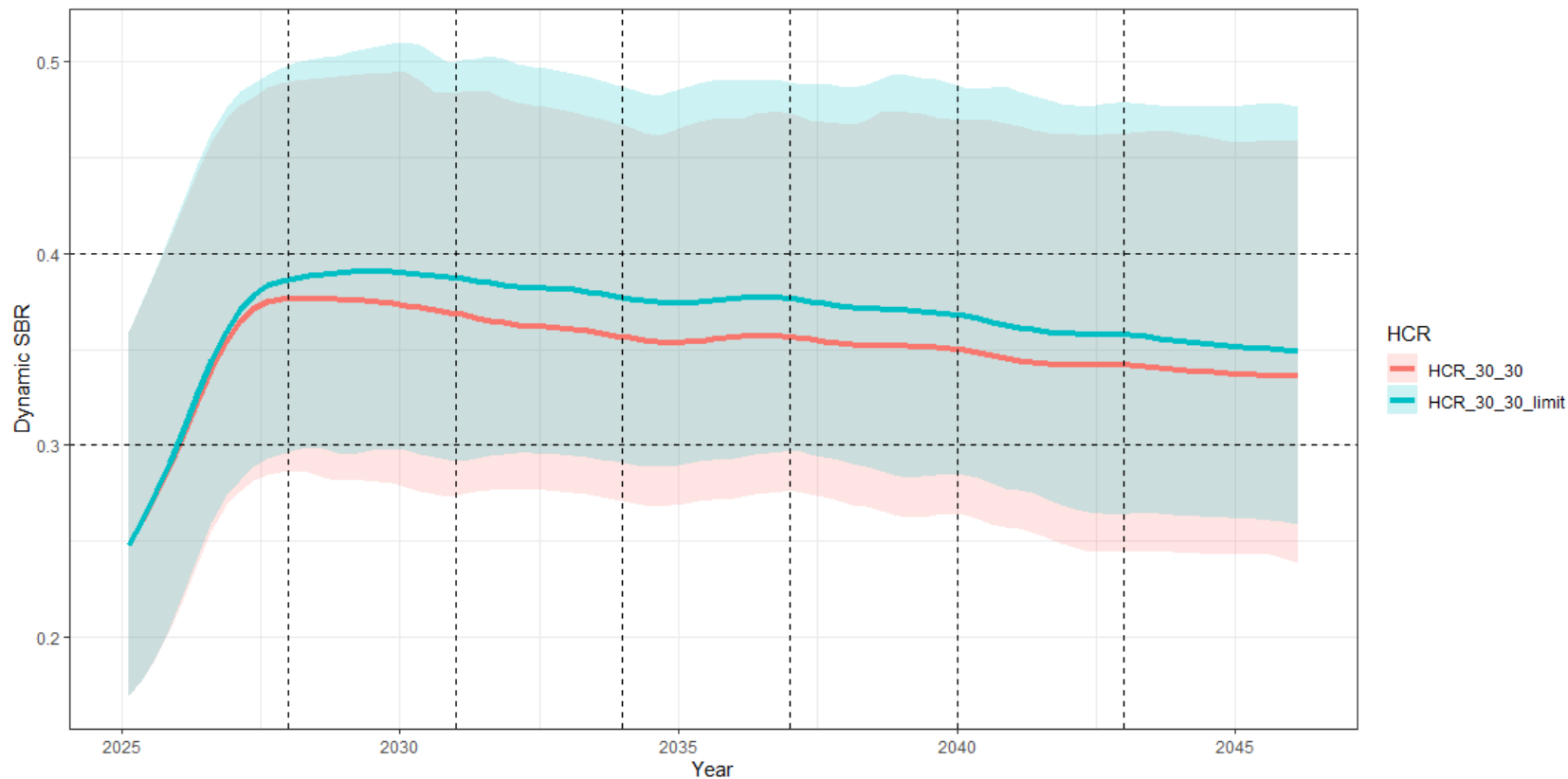
Se considera un segundo punto de control de 50% S_{MSY} ($= 0.1 S_0$) en la RCE.

La mortalidad por pesca disminuye linealmente entre los dos puntos de control, alcanzando 0 cuando se supera el segundo punto.



Impacto de considerar un segundo punto de control en la RCE

La inclusión de un segundo punto de control de 50% S_{MSY} en la RCE resulta en medidas de ordenación más conservadoras.



Discusión: incorporación de un segundo punto de control en la RCE

- Las ocho RCE tienen una probabilidad cero de superar los dos puntos de referencia límite estrictos
- Si se utiliza un límite asimétrico en los cambios de cierre (límite de 10/20 días) para permitir respuestas rápidas al agotamiento antes de superar los puntos de referencia límite, la inclusión explícita de un segundo punto de control en la RCE puede ser innecesaria
- Incorporar un segundo punto de control aumenta el número de parámetros de la RCE, complicando aún más las negociaciones en torno a la estrategia de cosecha para el atún patudo en el OPO
- Se recomienda no incluir explícitamente un segundo punto de control en la RCE, a menos que los resultados completos de la RCE seleccionada indiquen que la probabilidad de sobrepasar los dos puntos de referencia límite duros es $>1\%$.