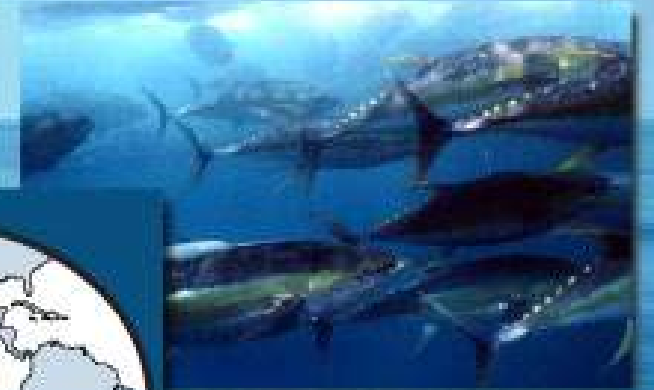


Comisión Interamericana del Atún Tropical
Inter-American Tropical Tuna Commission



Evaluación de Estrategias de Ordenación para el atún patudo en el Océano Pacífico Oriental

Haikun Xu y Mark N. Maunder

Comisión Interamericana del Atún Tropical

3ª Reunión del Grupo de Trabajo sobre Evaluación de Estrategias de Ordenación
Reunión en línea, 20 y 21 de abril de 2026

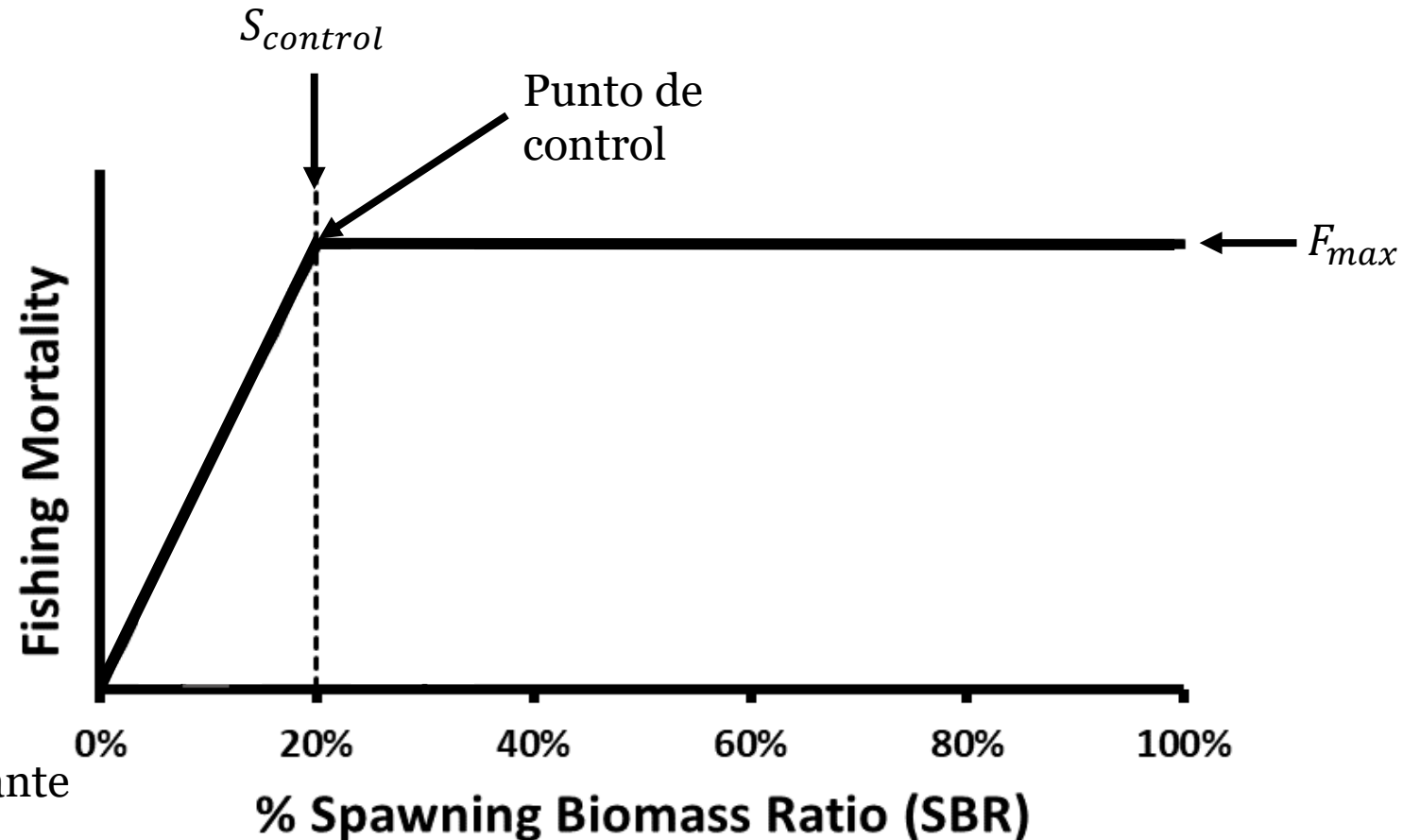
Especificaciones de la EEO

- Los modelos operativos representan hipótesis sobre la dinámica poblacional real
- El conjunto de modelos operativos para el patudo en el OPO consta de los 36 modelos de referencia desarrollados para el análisis de riesgo de 2024
- El modelo de estimación utiliza datos pesqueros simulados para estimar el estado y las tendencias percibidas de la población para la regla de control de extracción
- El modelo de estimación para el patudo en el OPO es la versión ASPM_Rdevs+ del modelo de referencia base ajustado
- La EEO simula 21 años desde 2025 hasta 2046, incluidos siete ciclos de ordenación de 3 años
- Tanto la variabilidad del reclutamiento como el error de observación se incluyen en la EEO
- Se incluye el error de implementación ($CV=0,1$) en la EEO
- 1.200 iteraciones por RCE – resultados completos de la EEO

Regla de control de extracción: ejemplo

| Componente | Personal |
|---|------------|
| Número | 1 |
| F_{max} | $F_{30\%}$ |
| $S_{control}$ | $S_{20\%}$ |
| Rango de cambio de veda (días): $S > S_{control}$ | -10 a 10 |
| Rango de cambio de veda (días): $S < S_{control}$ | -10 a 20 |
| Nombre | F30-S20 |

- $F_{max} = F_{30\%}$ y $S_{control} = S_{20\%}$
- Las RCE alternativas pueden cambiar estos valores
- Implementar la mortalidad por pesca mediante días de veda
- Un límite de 20 días cuando $S < S_{control}$ permite respuestas más rápidas al agotamiento preservando la estabilidad

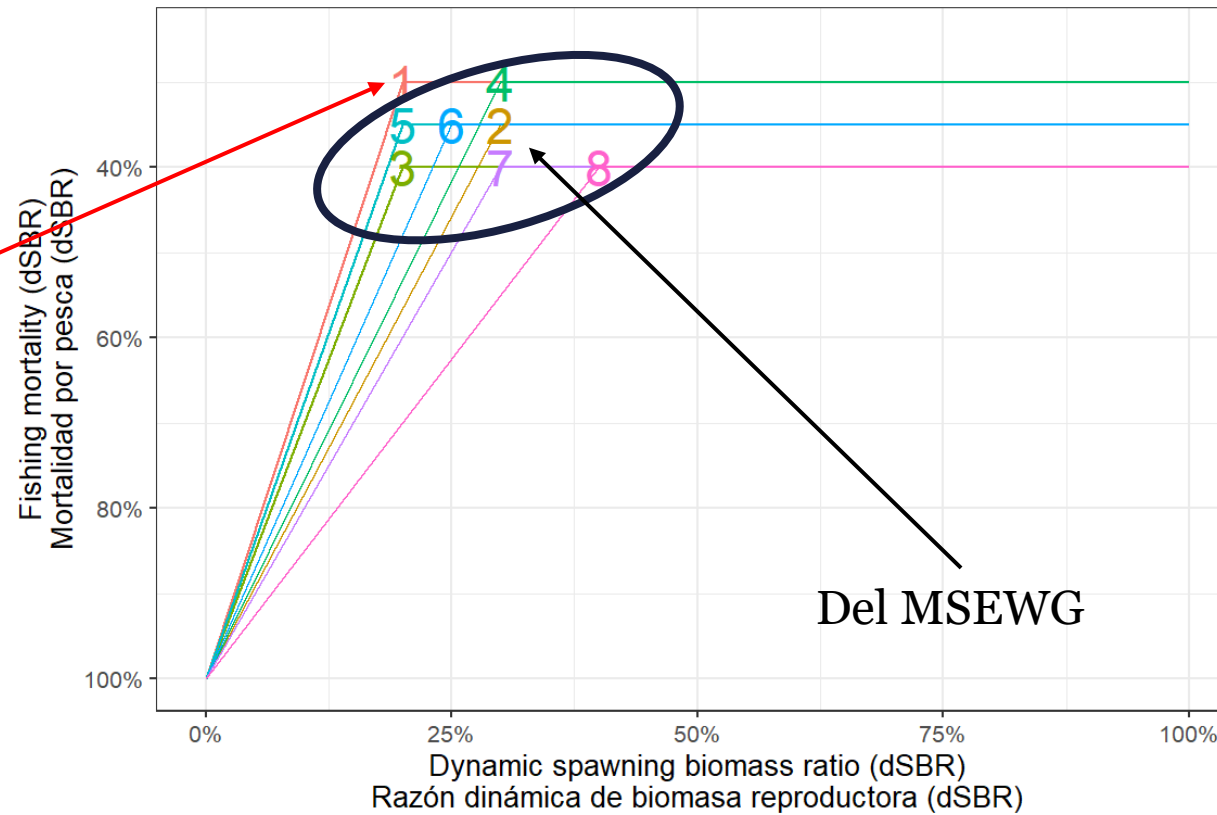


Comparación de ocho RCE candidatas

| Componente | Personal | 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 de veda (días): $S > S_{control}$ | -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 de veda (días): $S < S_{control}$ | -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 RCE candidatas

Del personal F30-S20



Del MSEWG

Los detalles técnicos se encuentran en SAC-17-05

INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION

SCIENTIFIC ADVISORY COMMITTEE

17TH MEETING

La Jolla, California (USA)

08-12 June 2026

DOCUMENT SAC-17-05

MANAGEMENT STRATEGY EVALUATION FOR BIGEYE TUNA IN THE EASTERN PACIFIC OCEAN

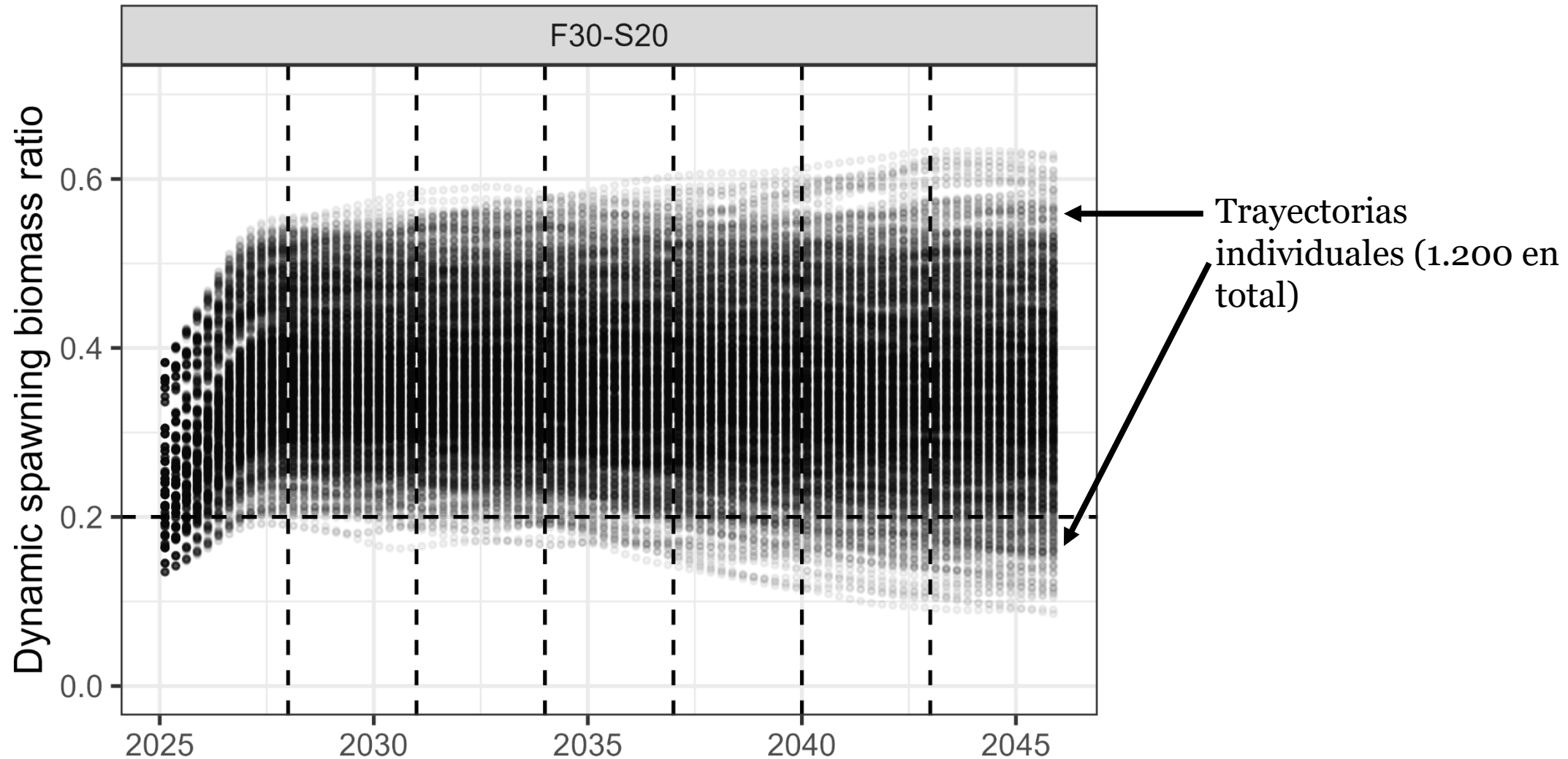
Haikun Xu and Mark N. Maunder

CONTENTS

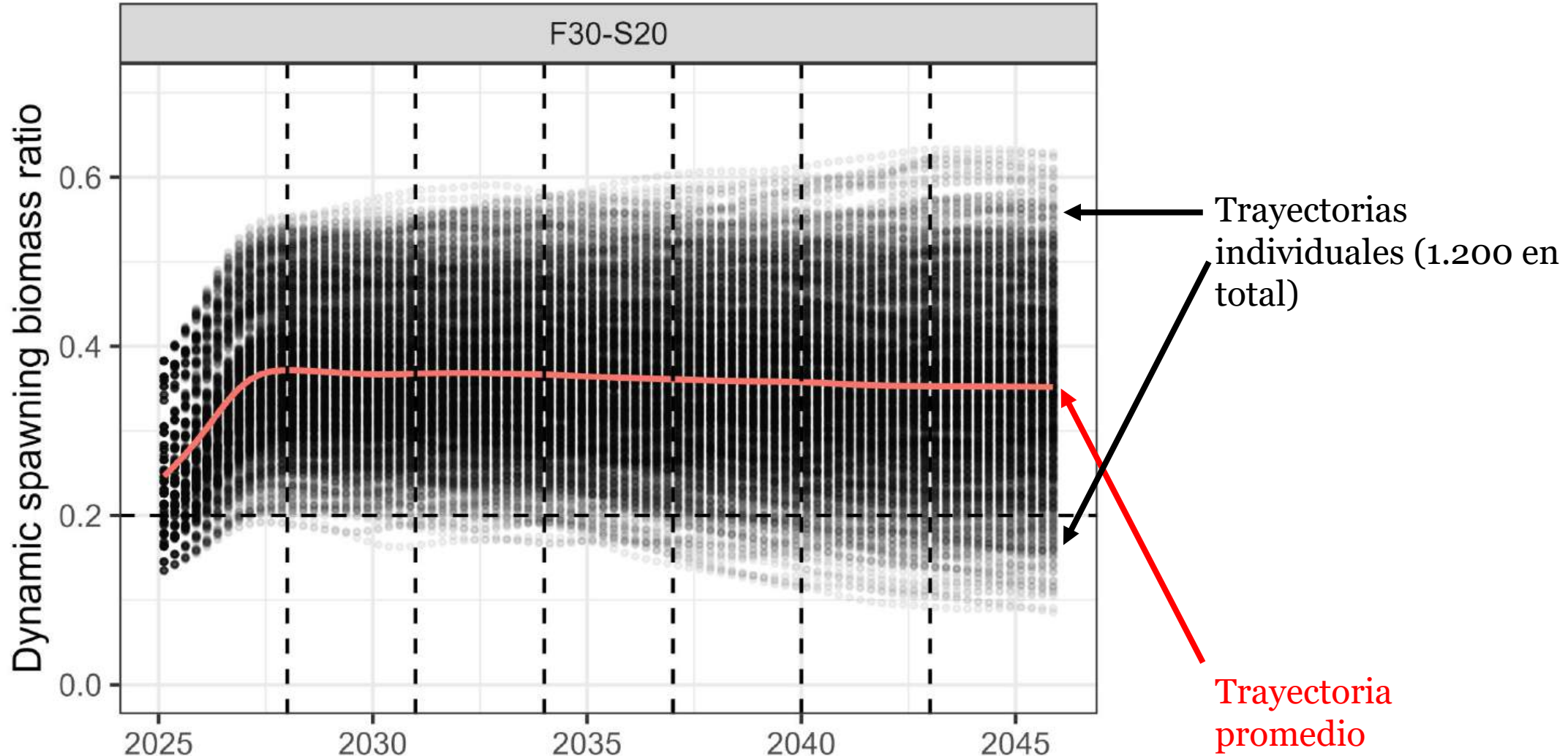
| | |
|--|----|
| Executive summary | 2 |
| 1. Introduction | 2 |
| 2. Background | 4 |
| 2.1. Fisheries | 4 |
| 2.2. Management | 5 |
| 2.3. Candidate harvest control rules | 5 |
| 2.4. Performance Indicators | 7 |
| 2.4.1. Safety | 7 |
| 2.4.2. Status | 7 |
| 2.4.3. Stability | 7 |
| 2.4.4. Yield and effort | 8 |
| 2.4.5. Abundance | 8 |
| 3. MSE framework | 8 |
| 3.1. Operating models | 8 |
| 3.2. Sampling model | 9 |
| 3.3. Estimation model | 9 |
| 3.4. MSE specifications | 10 |
| 3.4.1. General specifications | 10 |
| 3.4.2. Management module | 10 |
| 3.4.3. Implementation error | 11 |
| 3.4.4. Robustness test | 11 |
| 3.5. MSE algorithm | 11 |
| 4. Results | 12 |



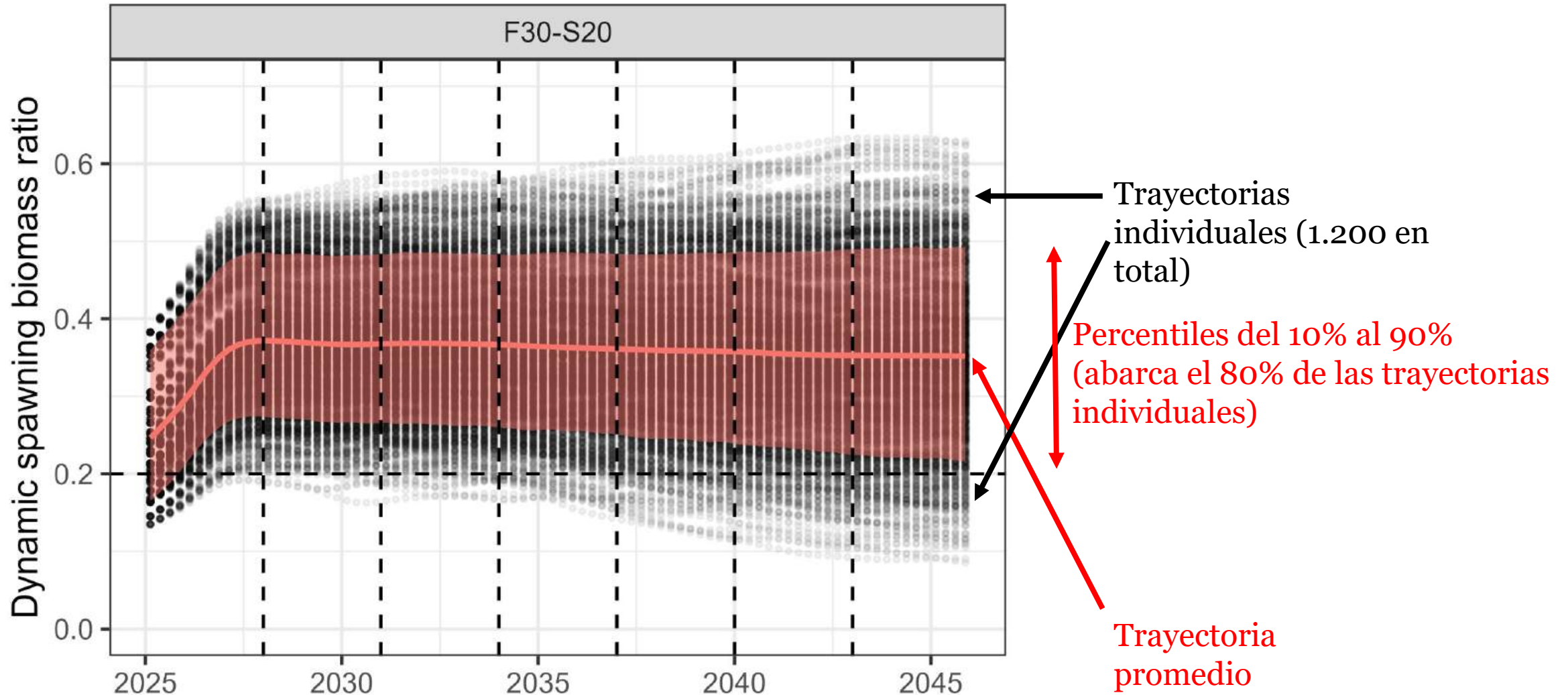
Resultados: SBR dinámico – ¿cómo leer esta figura?



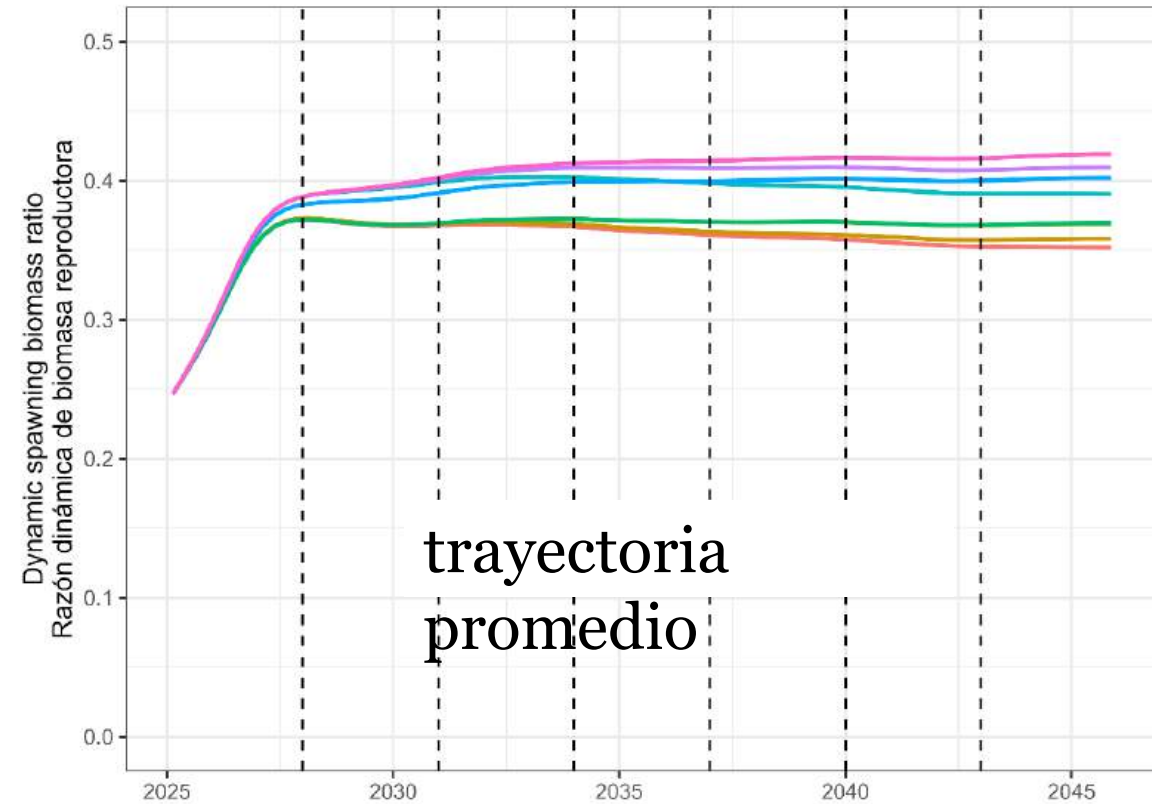
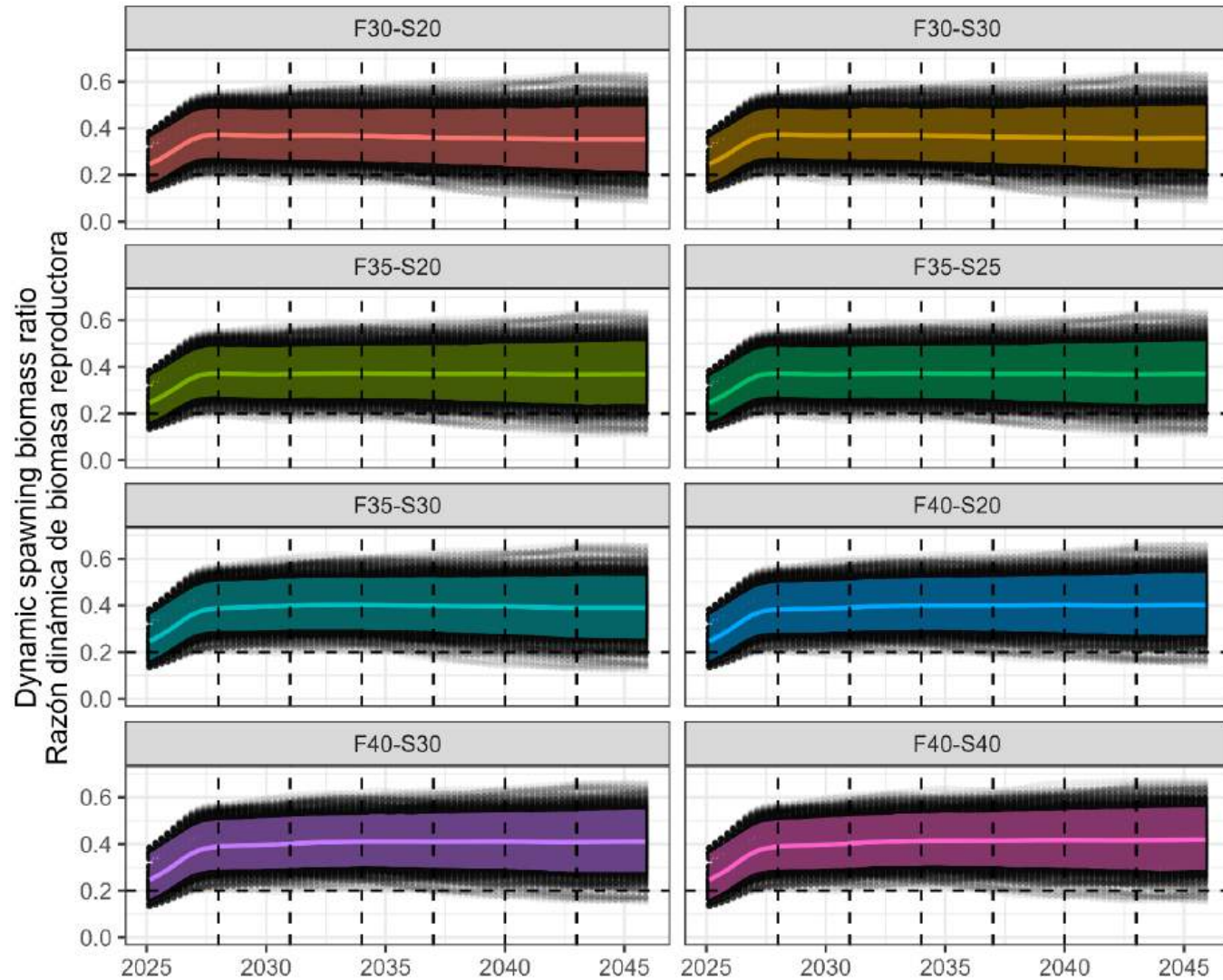
Resultados: SBR dinámico – ¿cómo leer esta figura?



Resultados: SBR dinámico – ¿cómo leer esta figura?



Resultados: SBR dinámico



HCR

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

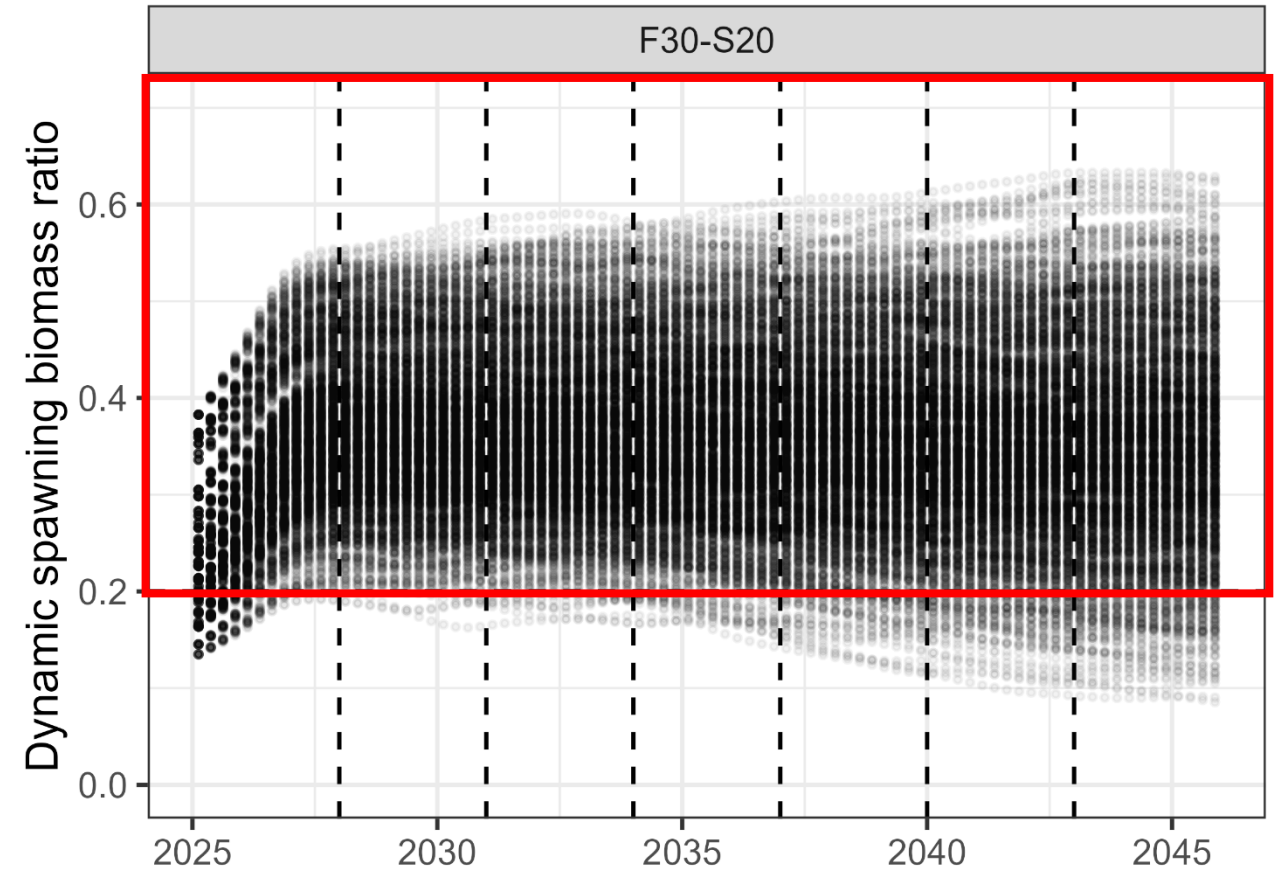
Indicadores de desempeño

| Objetivo de ordenación | Indicador de desempeño | Unidad | Descripción |
|------------------------|----------------------------|--------|--|
| Seguridad | $p(dSBR > 0.2)$ | % | La probabilidad de que el cociente dinámico de biomasa reproductora sea mayor que 0,2 |
| | $p(SBR > 0.077)$ | % | La probabilidad de que el cociente de biomasa reproductora en 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 en el rendimiento máximo sostenible |
| Estado | $p(Kobe \text{ in green})$ | % | La probabilidad de que la población 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 la veda aumente en 20 días |
| Rendimiento | $PS \text{ catch}$ | ton | Captura anual promedio de cerco |
| | $LL \text{ catch}$ | ton | Captura anual promedio de palangre |
| Esfuerzo | $closure$ | día | Veda pesquera promedio |
| Abundancia | $CPUE$ | % | El cociente de la CPUE promedio de palangre con respecto al nivel promedio de 2017-2019 |

Indicadores de desempeño: seguridad

La probabilidad de que el cociente dinámico de biomasa reproductora sea mayor que 0,2

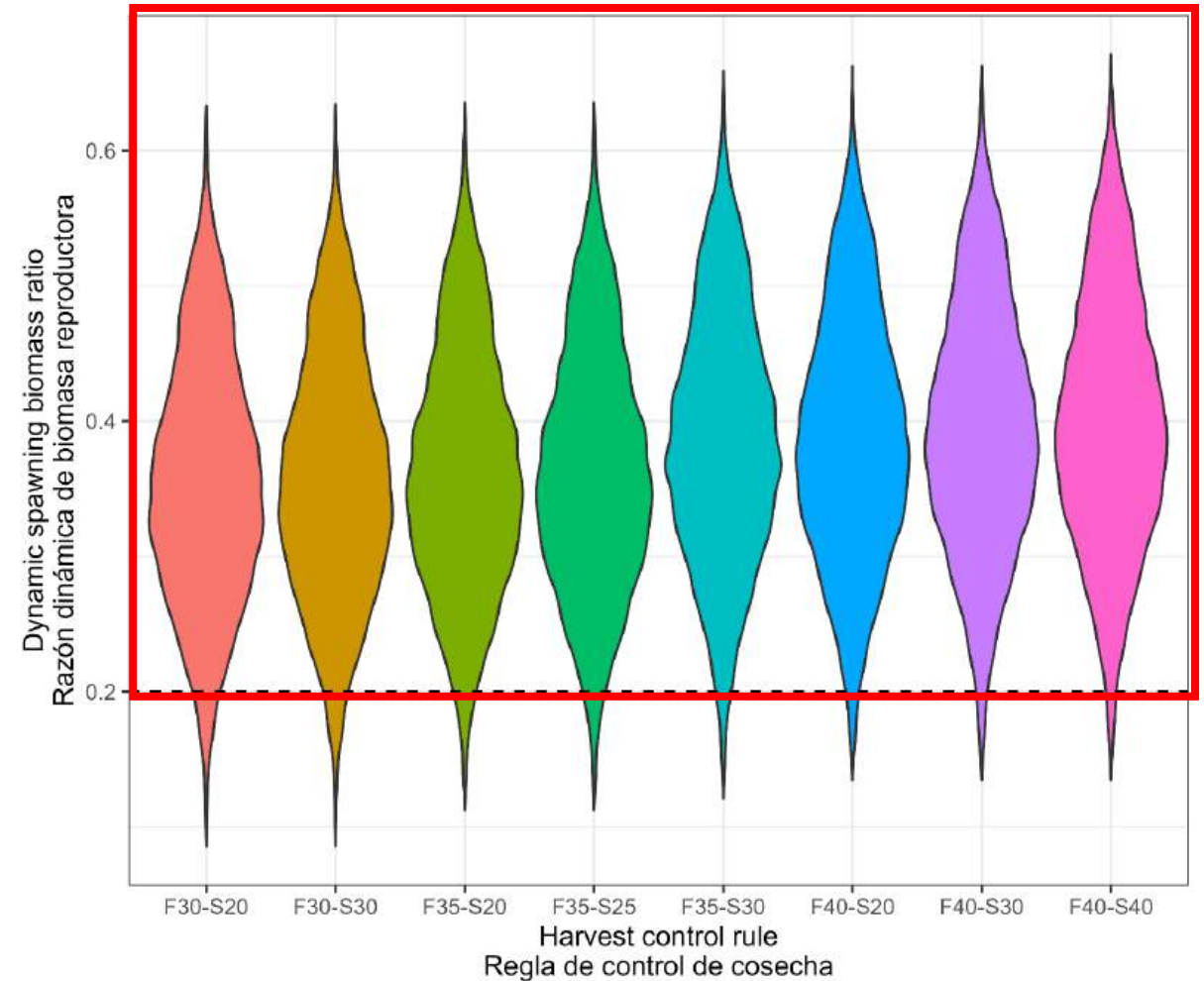
| RCE | Prob (%) SBRd > 0,2 | Prob (%) SBR > 0,077 | Prob (%) $S > 0,5S_{MSY}$ |
|---------|------------------------|-------------------------|------------------------------|
| F30-S20 | 96.5 | 99.9 | 99.9 |
| F30-S30 | 96.7 | 99.9 | 99.9 |
| F35-S20 | 97.5 | 100.0 | 100.0 |
| F35-S25 | 97.5 | 100.0 | 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 el cociente dinámico de biomasa reproductora sea mayor que 0,2

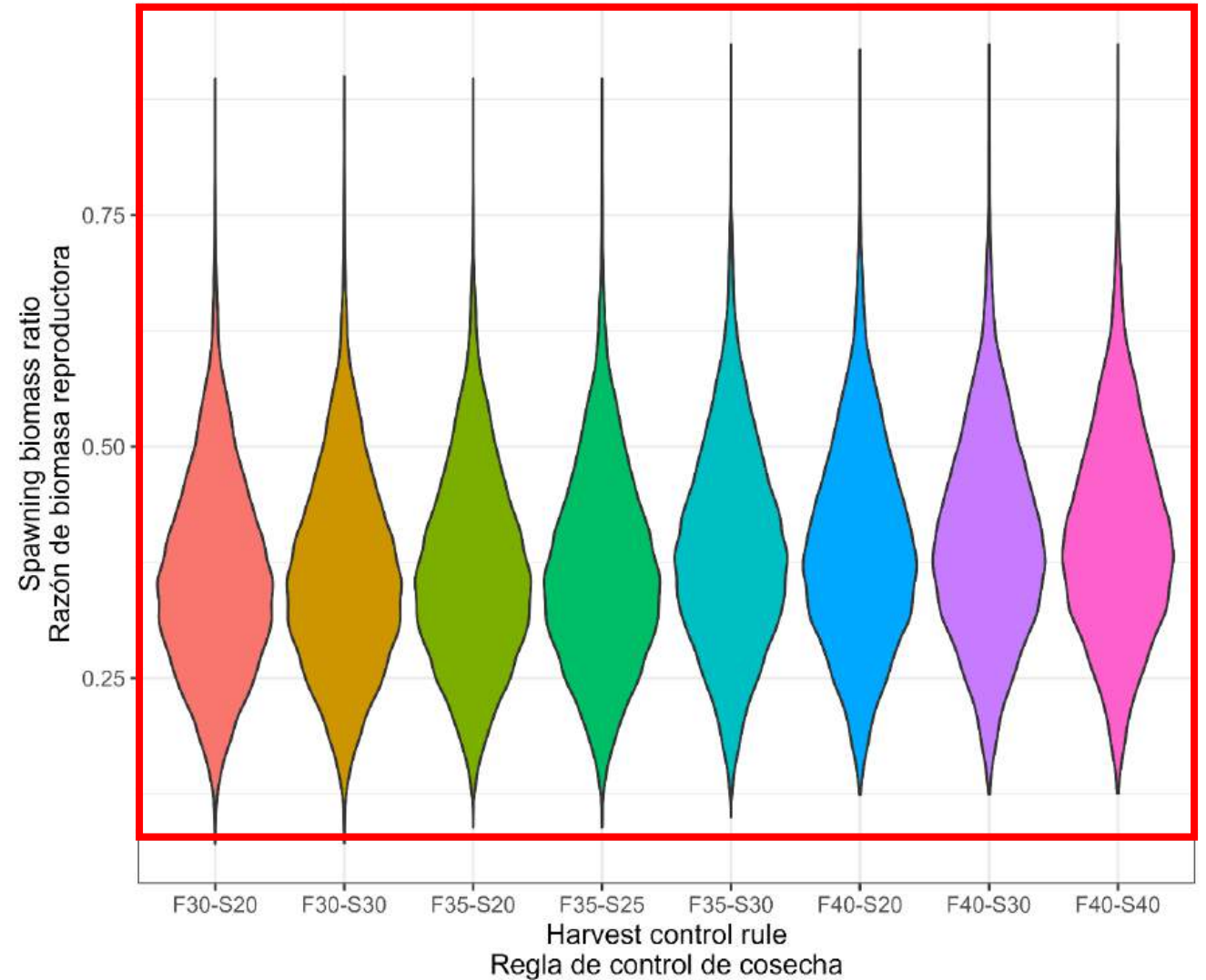
| RCE | Prob (%) SBRd > 0,2 | Prob (%) SBR > 0,077 | Prob (%) $S > 0,5S_{MSY}$ |
|---------|------------------------|-------------------------|------------------------------|
| F30-S20 | 96.5 | 99.9 | 99.9 |
| F30-S30 | 96.7 | 99.9 | 99.9 |
| F35-S20 | 97.5 | 100.0 | 100.0 |
| F35-S25 | 97.5 | 100.0 | 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 el cociente de biomasa reproductora en equilibrio sea mayor que 0,077

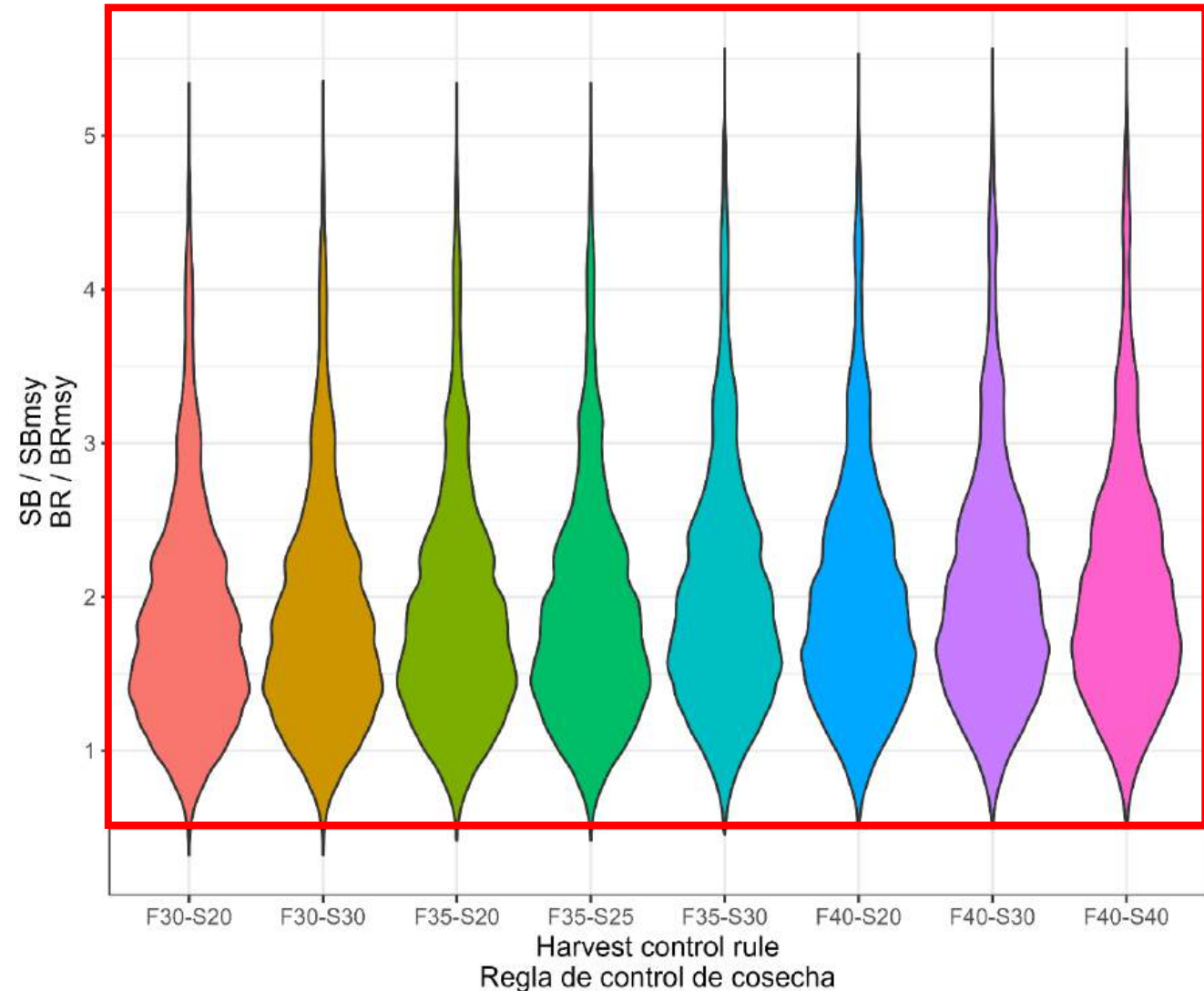
| RCE | Prob (%) SBRd > 0,2 | Prob (%) SBR > 0,077 | Prob (%) $S > 0,5S_{MSY}$ |
|---------|------------------------|--|------------------------------|
| F30-S20 | 96.5 | 99.9 | 99.9 |
| F30-S30 | 96.7 | 99.9 | 99.9 |
| F35-S20 | 97.5 | 100.0 | 100.0 |
| F35-S25 | 97.5 | 100.0 | 100.0 |
| F35-S30 | 98.3 | 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 RMS

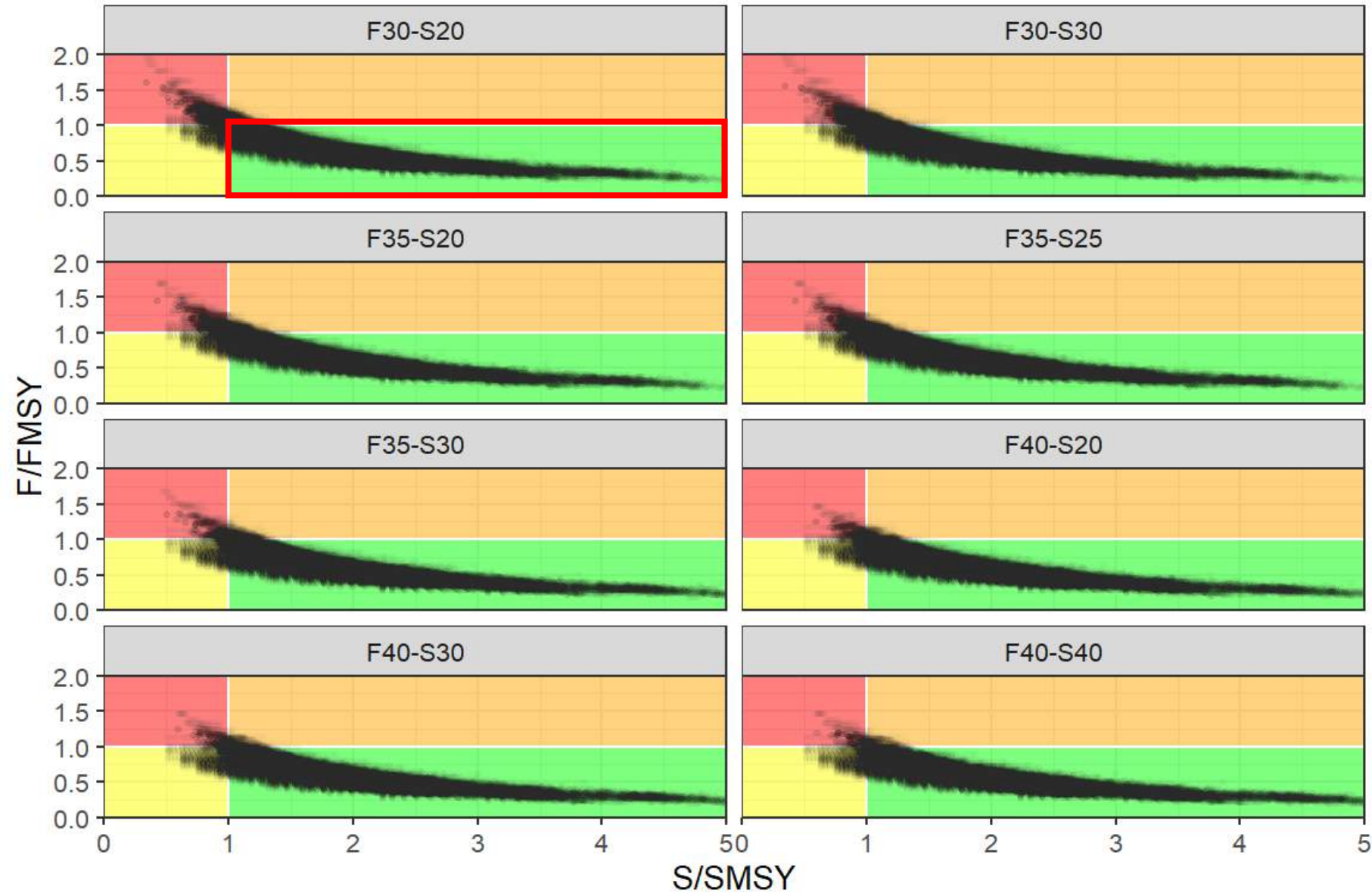
| RCE | Prob (%) SBRd > 0,2 | Prob (%) SBR > 0,077 | Prob (%) S > 0,5S_{MSY} |
|---------|------------------------|-------------------------|--|
| F30-S20 | 96.5 | 99.9 | 99.9 |
| F30-S30 | 96.7 | 99.9 | 99.9 |
| F35-S20 | 97.5 | 100.0 | 100.0 |
| F35-S25 | 97.5 | 100.0 | 100.0 |
| F35-S30 | 98.3 | 100.0 | 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 la población esté en el cuadrante verde del gráfico de Kobe

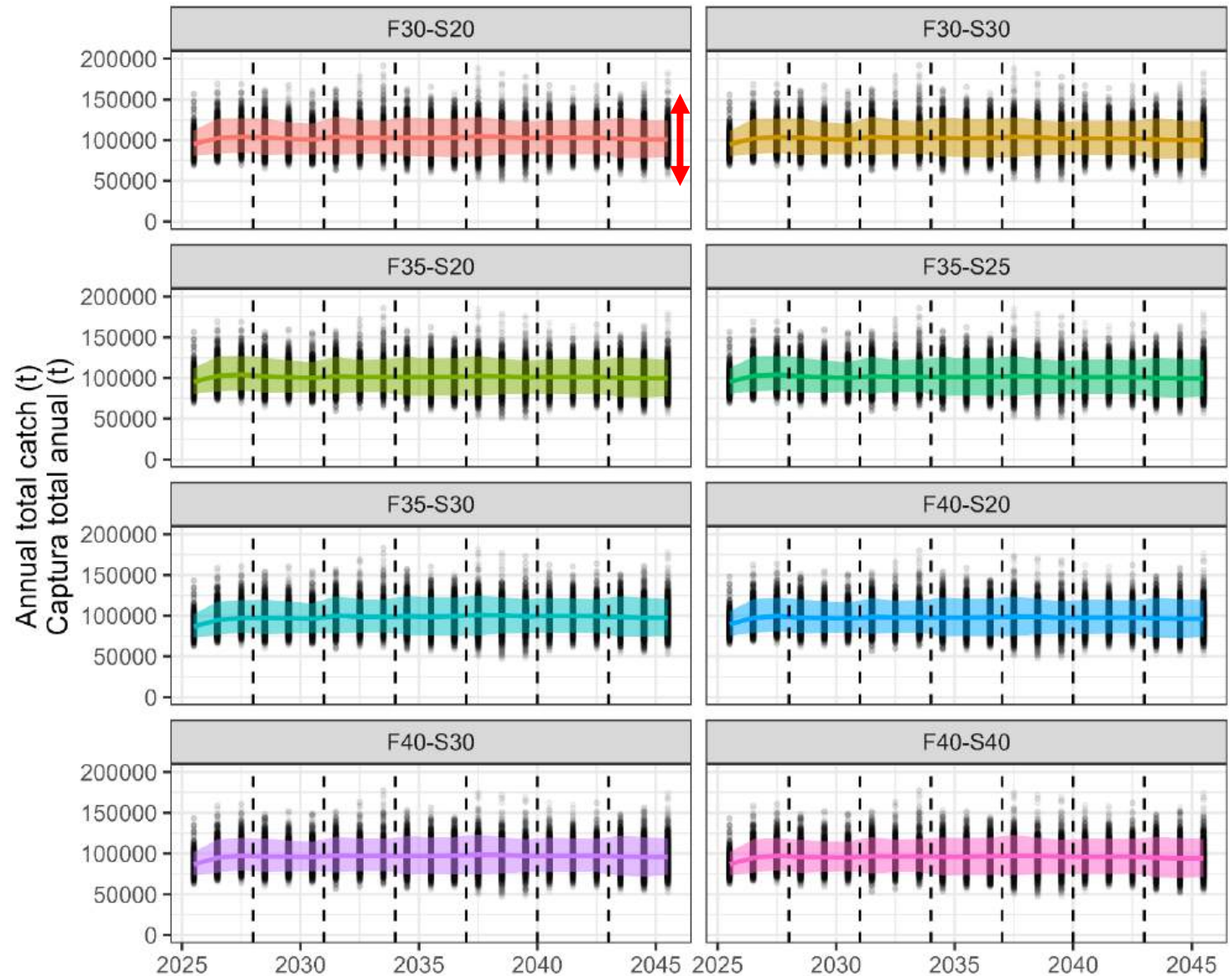
| RCE | Prob (%) Kobe = verde |
|---------|--------------------------|
| F30-S20 | 89.6 |
| F30-S30 | 90.0 |
| F35-S20 | 91.6 |
| F35-S25 | 91.6 |
| F35-S30 | 94.0 |
| F40-S20 | 94.6 |
| F40-S30 | 95.2 |
| F40-S40 | 95.5 |



Indicadores de desempeño: estabilidad

Variabilidad anual promedio en la captura anual de patudo

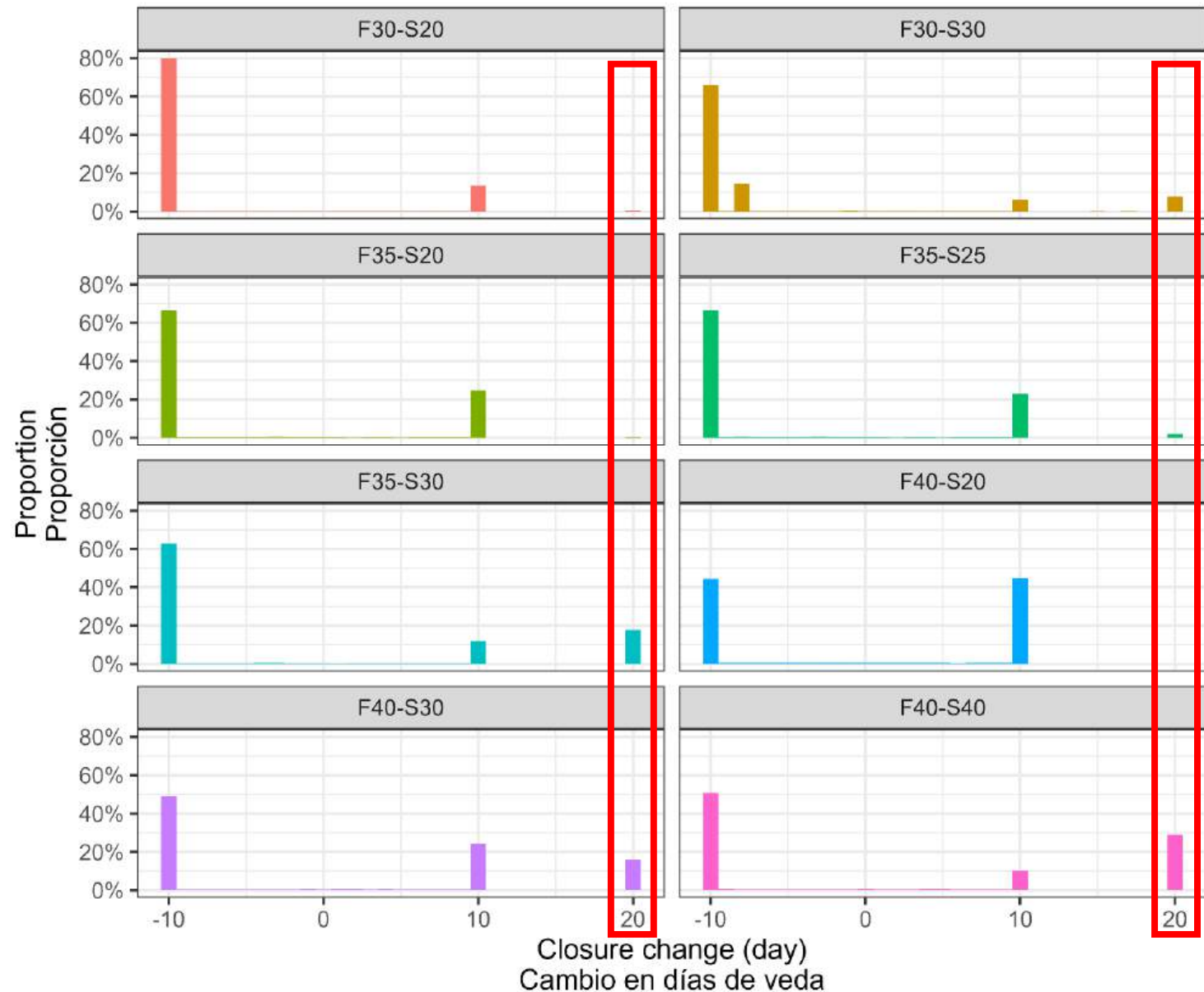
| RCE | VAP (%) en captura | Prob (%) cambio = 20 |
|---------|-----------------------|-------------------------|
| F30-S20 | 7.3 | 0.8 |
| F30-S30 | 7.3 | 7.7 |
| F35-S20 | 7.3 | 0.4 |
| F35-S25 | 7.3 | 1.9 |
| F35-S30 | 7.2 | 17.6 |
| F40-S20 | 7.2 | 0.1 |
| F40-S30 | 7.2 | 16.3 |
| F40-S40 | 7.3 |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



Indicadores de desempeño: estabilidad

La probabilidad de que la veda aumente en 20 días

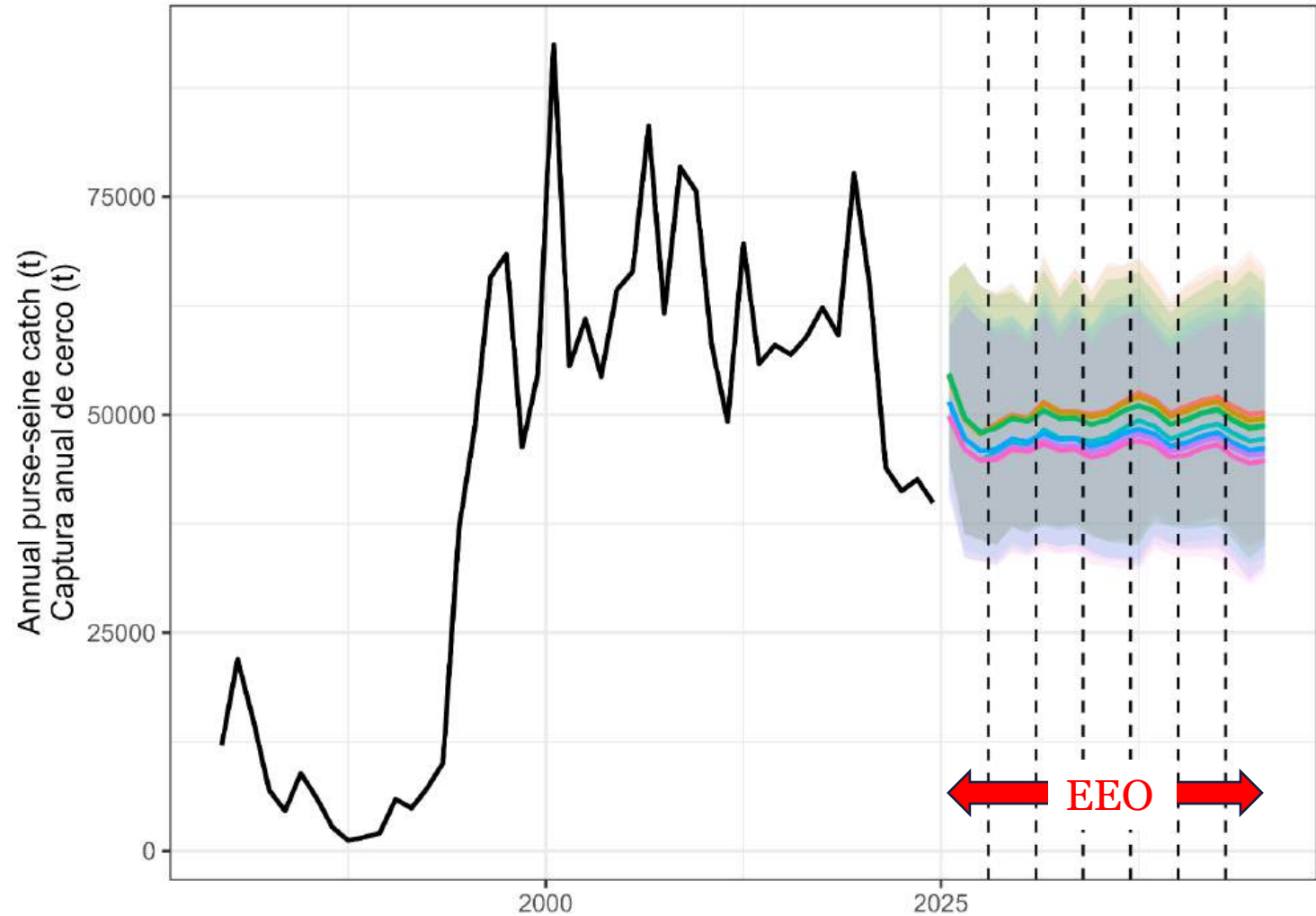
| RCE | VAP (%) en captura | Prob (%) cambio = 20 |
|---------|-----------------------|-------------------------|
| F30-S20 | 7.3 | 0.8 |
| F30-S30 | 7.3 | 7.7 |
| F35-S20 | 7.3 | 0.4 |
| F35-S25 | 7.3 | 1.9 |
| F35-S30 | 7.2 | 17.6 |
| F40-S20 | 7.2 | 0.1 |
| F40-S30 | 7.2 | 16.3 |
| F40-S40 | 7.3 |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



Indicadores de desempeño: rendimiento

Captura anual promedio de cerco

| RCE | Captura anual de cerco (t) | Captura anual de palangre (t) |
|---------|----------------------------|-------------------------------|
| 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 |



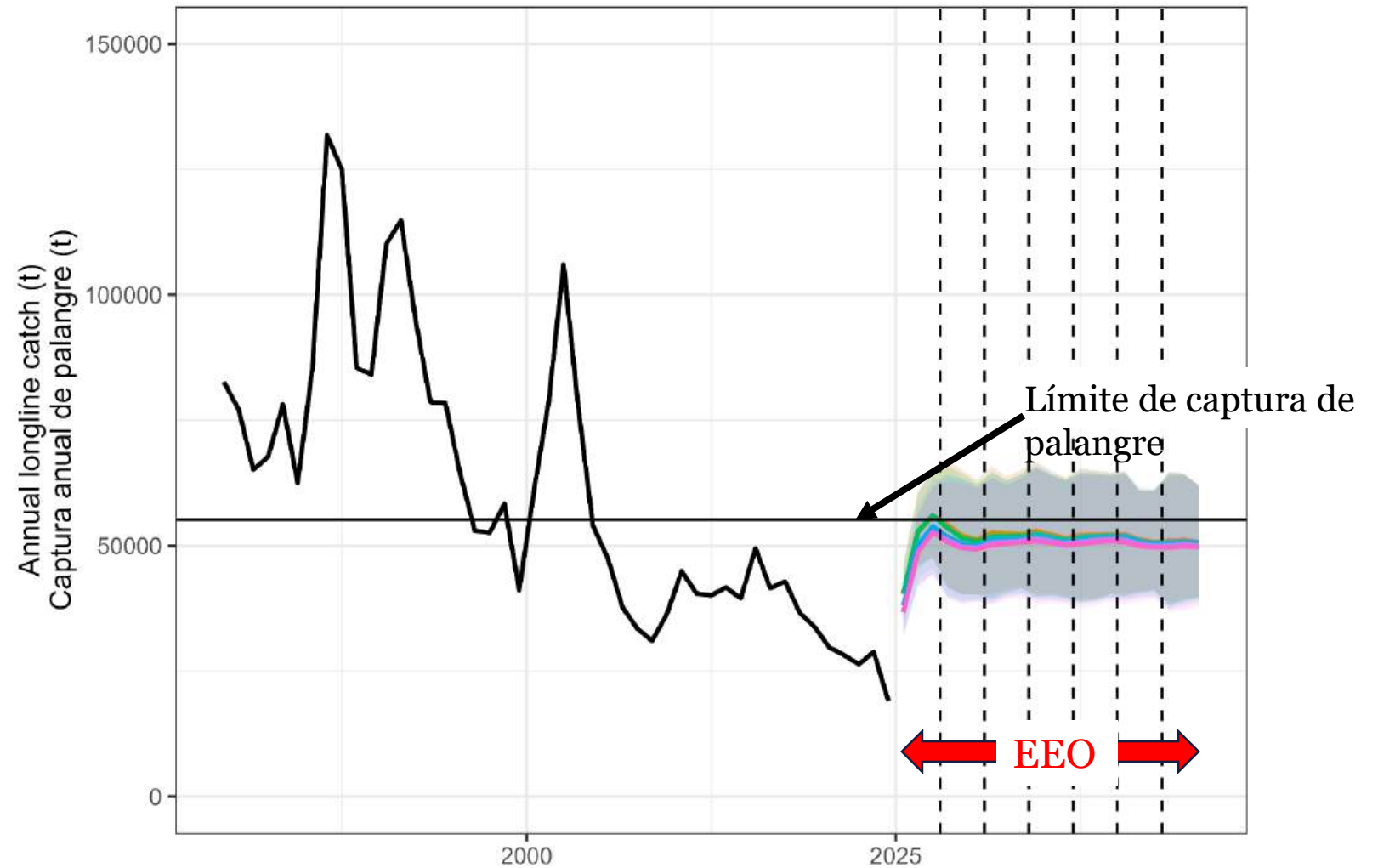
HCR

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

Indicadores de desempeño: rendimiento

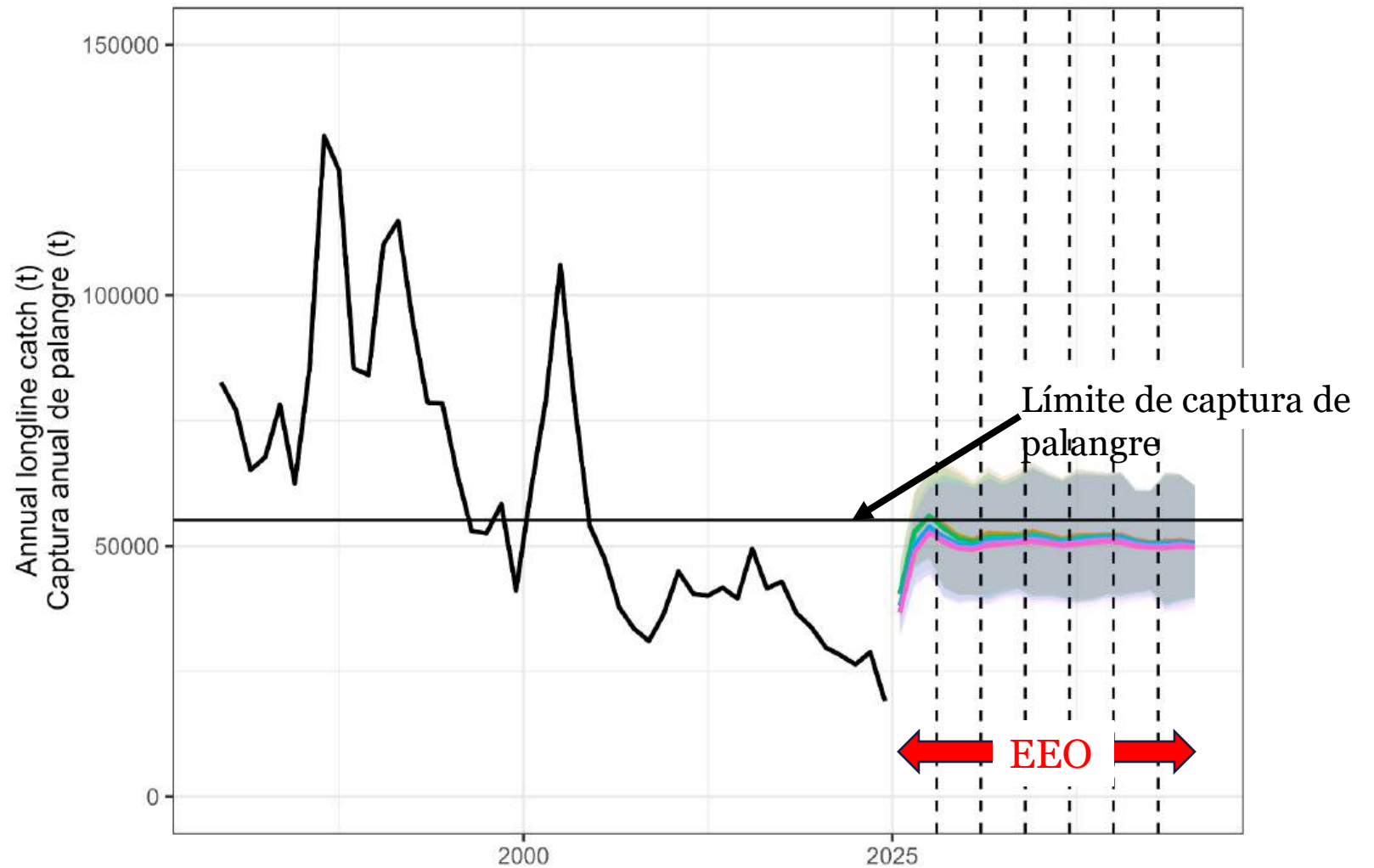
Captura anual promedio de palangre

| RCE | Captura anual de cerco (t) | Captura anual de palangre (t) |
|---------|----------------------------|-------------------------------|
| 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: rendimiento

- La EEO no puede establecer un límite de captura de palangre en las simulaciones debido a dificultades técnicas (no es posible resolverlo a corto plazo)
- Las simulaciones sugieren que las capturas futuras de palangre podrían superar el límite total en años futuros
- **Se espera que la población alcance un estado más optimista que el simulado en la EEO**



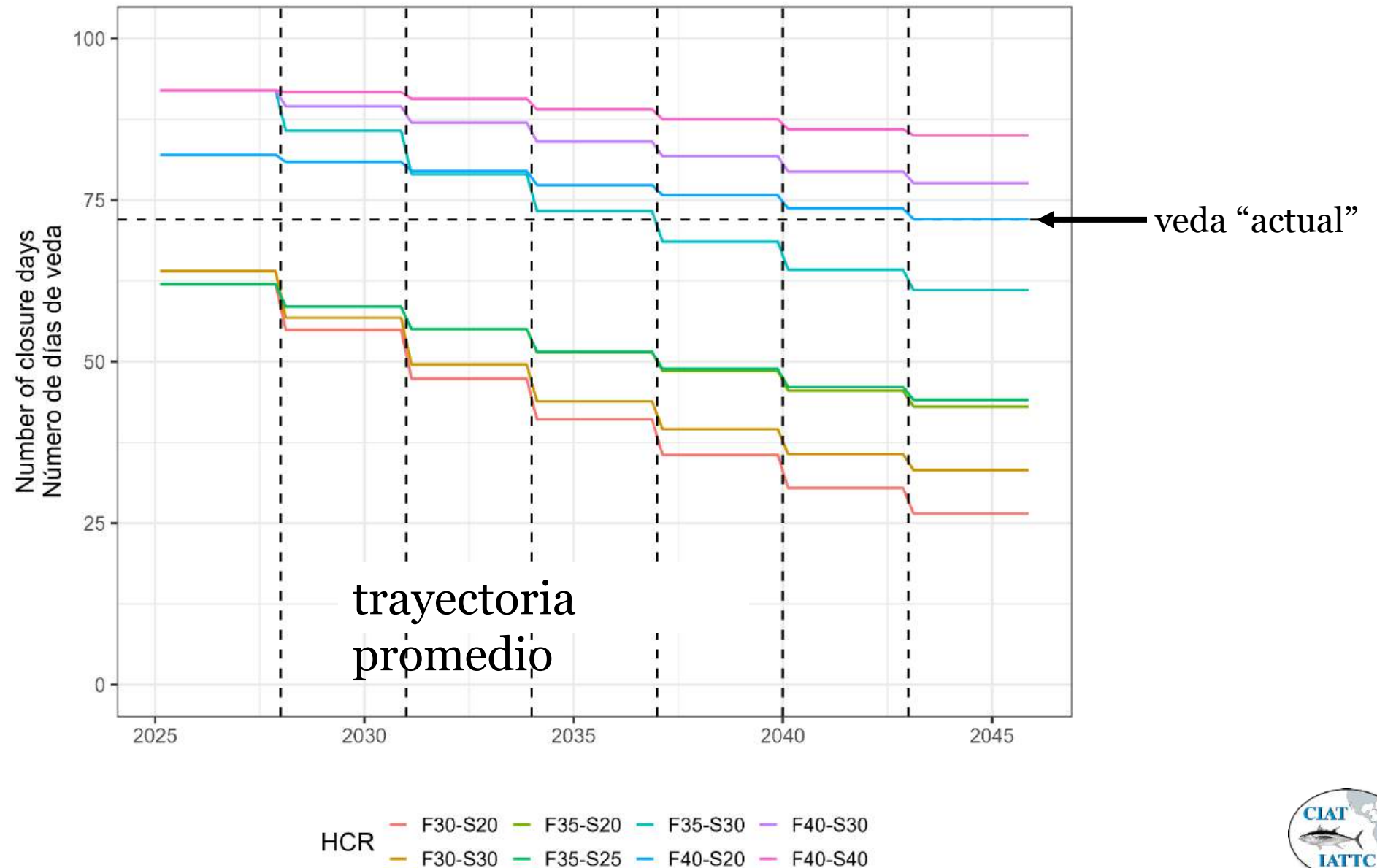
HCR

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

Indicadores de desempeño: esfuerzo

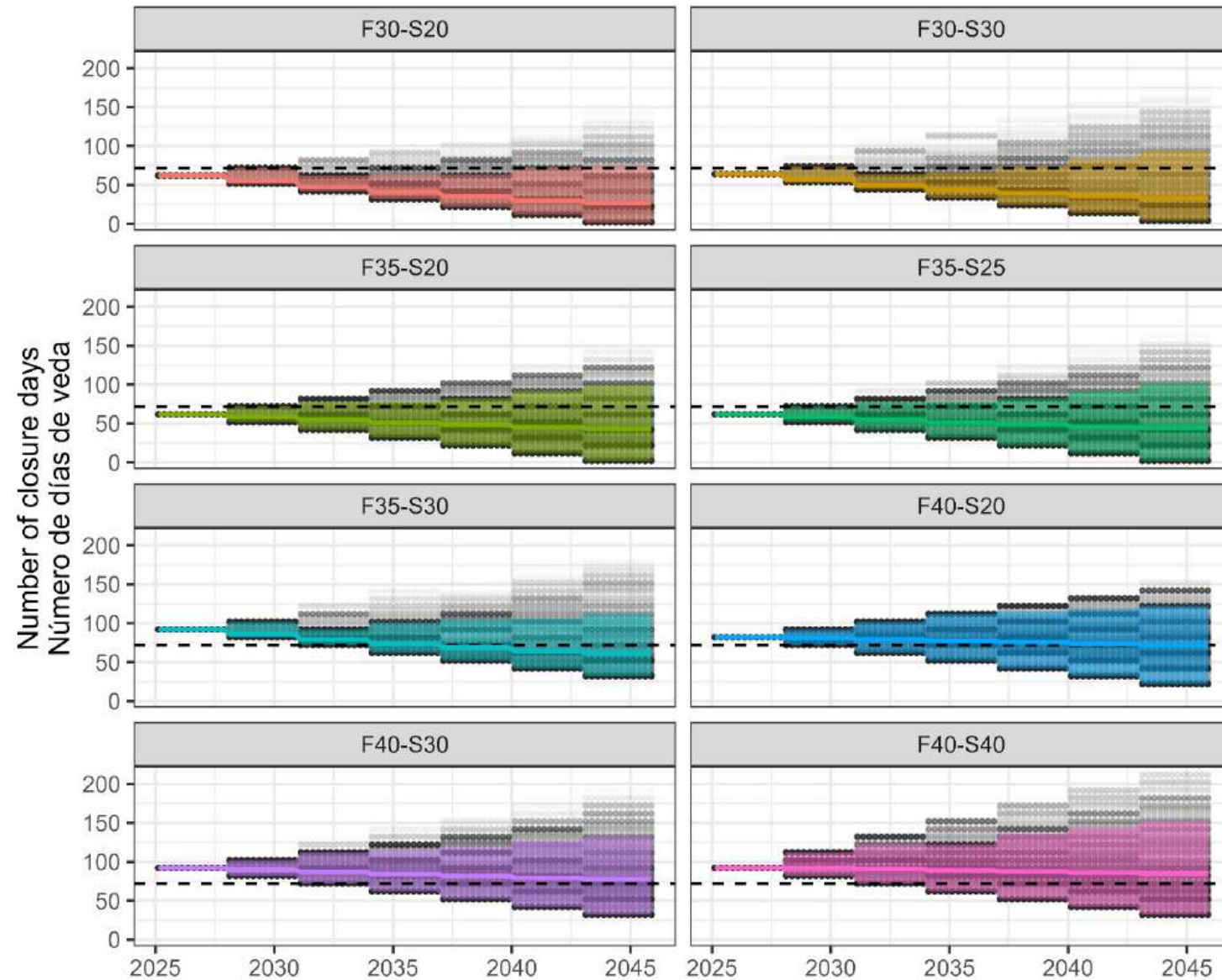
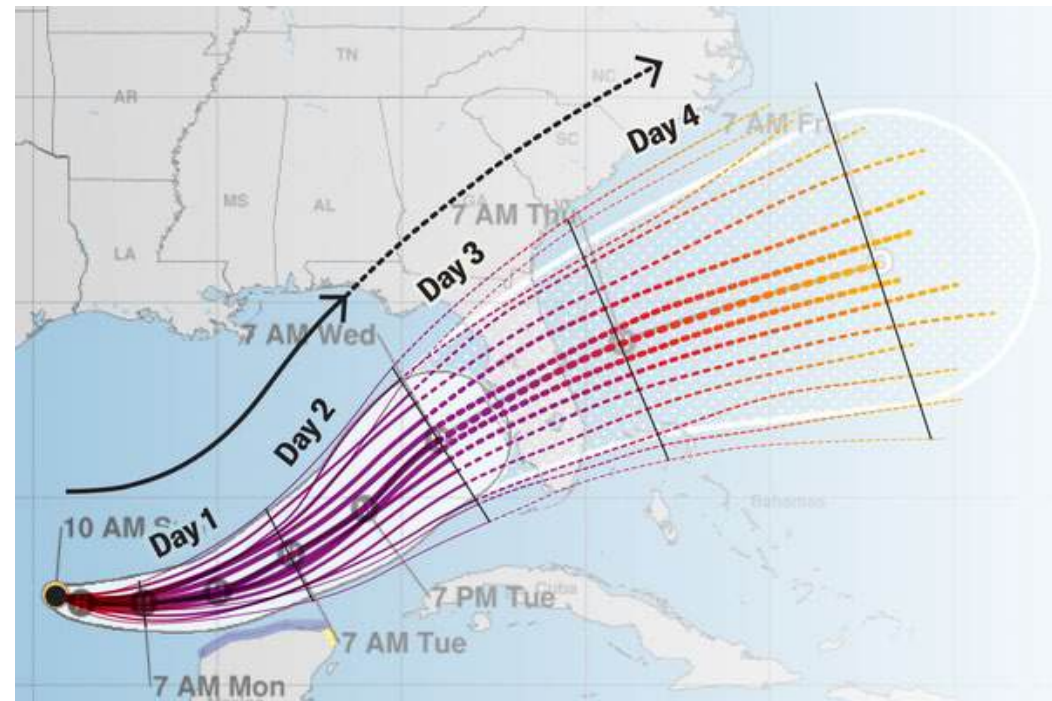
Veda pesquera promedio

| RCE | Veda promedio (días) |
|---------|----------------------|
| 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 proyectamos hacia el futuro, más incierta se vuelve la proyección.



Indicadores de desempeño: abundancia

El cociente de la CPUE promedio de palangre con respecto al nivel de 2017-

| RCE | 2019 | Cociente de CPUE |
|---------|------|------------------|
| 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 |



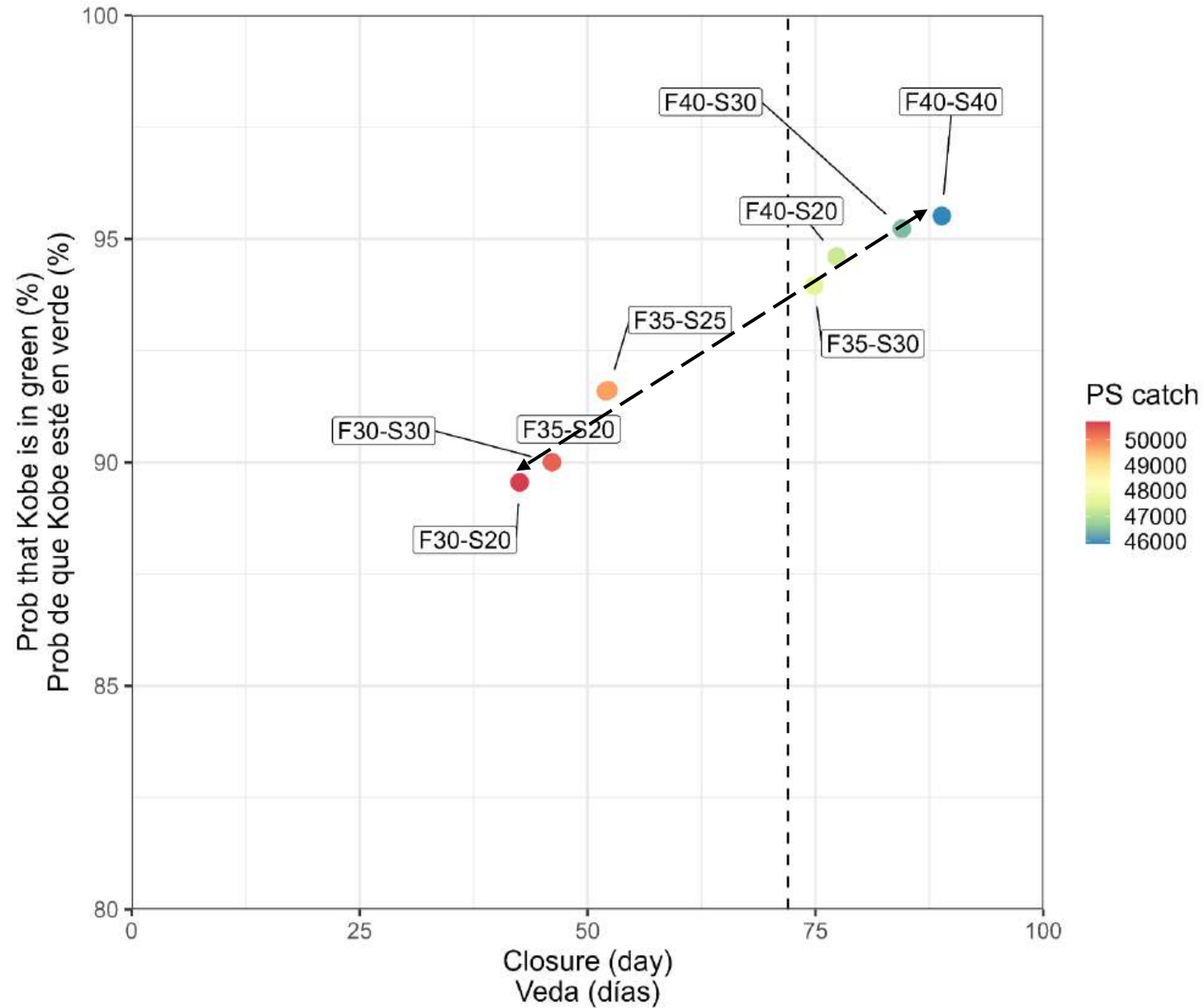
promedio de 2017-2019

HCR

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



Compromiso: estado vs. esfuerzo



Indicadores de desempeño: resumen

Probabilidad muy baja de superar los puntos de referencia límite

Contraste pequeño

| RCE | Prob SBRd > 0,2 | Prob SBR > 0,077 | Prob S > 0,5S _{MSY} | Prob Kobe = verde | VAP en captura | Prob cambio = 20 | Captura anual captura de cerco | Captura anual captura de palangre | Veda veda | Cocient e de CPUE |
|---------|--------------------|---------------------|---------------------------------|----------------------|----------------|---------------------|---|--|--------------|----------------------------|
| 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 |

Mensaje principal

- Se realizó una EEO para el patudo en el OPO
- Se han probado ocho RCE alternativas
- Se identificaron tres RCE que logran:
 - Seguridad
 - Estado
 - Menos días de veda de cerco
 - Mayor rendimiento de palangre
 - Estabilidad
- Las tres RCE son:
 - F30-S20
 - F35-S20
 - F35-S25



Preguntas

