

# ANÁLISIS DE DATOS

## Exploración de tendencias en las capturas y esfuerzo de pesca

---

Elaborado por: Juan-Carlos Quiroz [jcquiroz@facilevisual.com](mailto:jcquiroz@facilevisual.com)

octubre, 2024

### *Mandante*

Environmental Defense Fund  
(EDF)  
México

# Tabla de contenidos

Registros oficiales . . . . .	4
Datos públicos de CONAPESCA . . . . .	5
Captura y esfuerzo . . . . .	5
Tasas de captura . . . . .	7
Modelamiento tasas de captura . . . . .	9

# Listado de Figuras

1	Gráficas de violín destacando el valor promedio (punto rojo) y los cuartiles (líneas) al 25% (p25), 50% (mediana) y 75% (p75) de variabilidad anual. La forma del violín muestra la frecuencia de registros.	6
2	Captura y esfuerzo mensuales para el período 2018-2024. La línea continua y área achurada muestra un suavizador B-spline de orden 5.	7
3	Patrón estacional de las capturas y esfuerzo de pesca para el período 2018-2024. La línea continua y área achurada muestra un suavizador B-spline de orden 5.	8
4	Captura por unidad de esfuerzo (CPUE) basada en desembarques (ton). La línea continua y área achurada muestra un suavizador B-spline de orden 5.	9
5	Valores de predictores lineales Mes y Año	10
6	Predicción anual de la CPUE por mes	10

# Listado de Tablas

1	Estadísticas del esfuerzo (duración viaje en días) y desembarque (toneladas) promedio por viaje de pesca para el período 2018-2024.	5
2	Parámetros estimados para un modelo $cpue \sim Año * Mes$ . . . . .	11

# Registros oficiales

La gestión pesquera de merluza común es conducida por SAGARPA, a través de CONAPESCA e INAPESCA. A pesar de que las capturas comercialmente de merluza en el Golfo de California comenzaron en la década de 1980, sólo en la primera década del milenio (2000-2010) fueron relevantes con 2 mil toneladas anuales, y los programas de monitoreo están en operación desde el 2010. Esta sección describe las capturas reportada por CONAPESCA, con fines de explorar la temporalidad y posibles reconstrucciones de índices de abundancia.

## Datos públicos de CONAPESCA

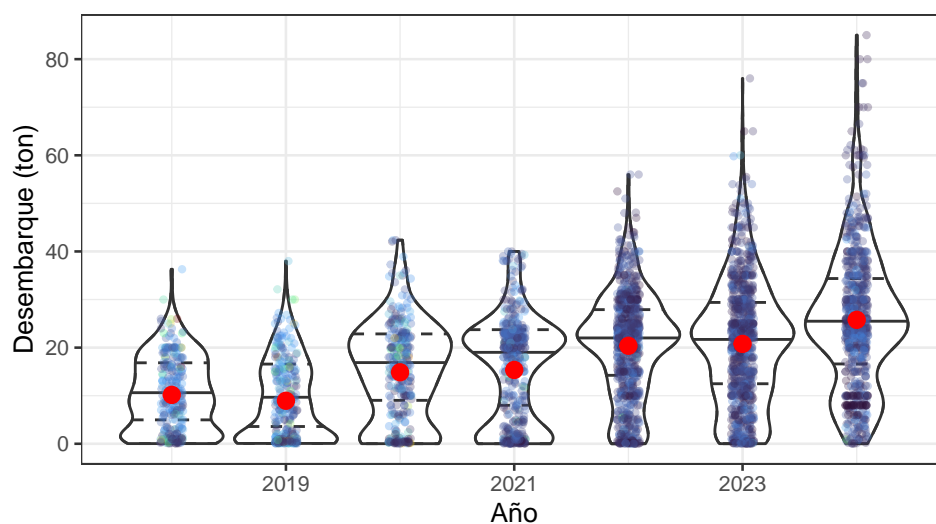
Exploración de datos proporcionados vía website por [CONAPESCA](#), sobre arribos y cosecha por entidad federativa y por ejercicio fiscal.

Los registros de CONAPESCA representan la actividad de pesca para el período 2018 y 2024. El desembarque promedio por viaje de pesca mostró un patrón creciente desde 10.2 ton el año 2018 a 25.8 ton el 2024. Durante este período se observo aumento en la desviación estándar del desembarque por viaje de pesca, que se condice con una reducción en el promedio de la duración de los viajes (Tabla 1). Se detectaron diferencia en la estructura de datos para el año 2024, las que requieren una revisión antes de validar.

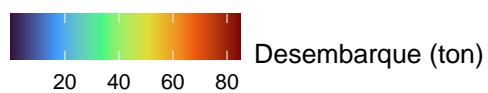
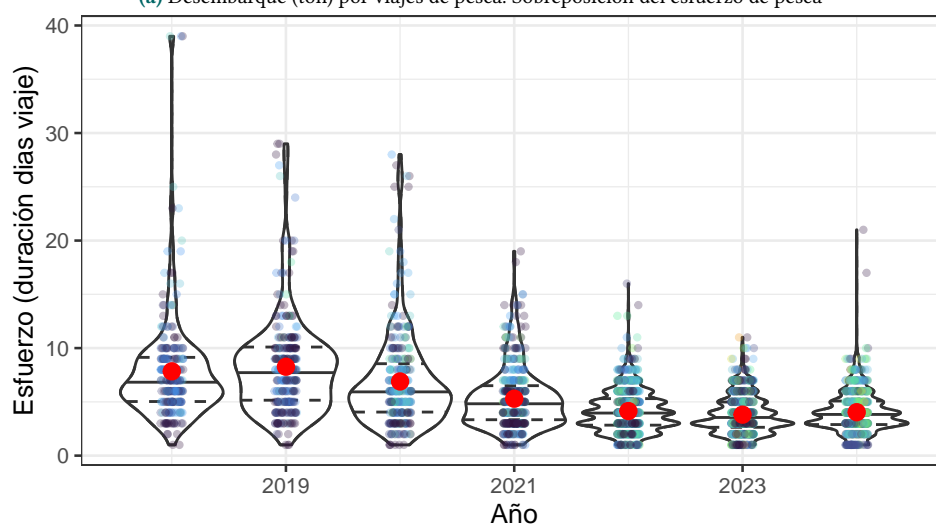
**Tabla 1** – Estadísticas del esfuerzo (duración viaje en días) y desembarque (toneladas) promedio por viaje de pesca para el período 2018-2024.

Variable	Overall N = 3,789	2018 N = 256	2019 N = 281	2020 N = 303	2021 N = 466	2022 N = 854	2023 N = 902
<b>Esfuerzo 1</b>							
Media (DE)	5.8 (3.9)	9.4 (6.2)	9.4 (5.1)	8.2 (6.5)	5.7 (3.2)	4.8 (2.1)	4.7 (1.9)
Q1 - Q3	4.0 - 7.0	6.0 - 11.0	7.0 - 11.0	5.0 - 9.0	4.0 - 7.0	3.0 - 6.0	3.0 - 6.0
<b>Esfuerzo 2</b>							
Media (DE)	5.0 (3.2)	7.8 (5.0)	8.3 (4.6)	6.9 (4.5)	5.3 (2.8)	4.1 (2.0)	3.8 (1.8)
Q1 - Q3	3.0 - 6.0	5.0 - 9.0	5.0 - 10.0	4.0 - 8.0	3.0 - 6.0	3.0 - 5.0	3.0 - 5.0
<b>Desembarque</b>							
Media (DE)	19.0 (13.4)	10.2 (7.6)	8.9 (8.3)	14.9 (10.2)	15.9 (15.9)	20.4 (10.9)	20.8 (12.8)
Q1 - Q3	8.7 - 26.0	2.9 - 16.0	0.8 - 15.3	6.0 - 22.0	2.9 - 23.0	13.0 - 28.0	11.0 - 28.9

La variación del desembarque por viaje de pesca (Figura 1) muestra un incremento durante el período 2018 - 2024, reflejado en la progresión al alza de los estadígrafos (p25, p75, mediana, y media). Para todo el rango de años, los viajes de pesca se concentran en duraciones menores a los 10 días de viaje, con un promedio de 5.4 días (Tabla 1, para ambas unidades de esfuerzo). Por tanto, el aumento en el desembarque anual no necesariamente en consecuencia de la duración de los viajes de pesca, sino responde a una mayor frecuencia de viajes.



(a) Desembarque (ton) por viajes de pesca. Sobreposición del esfuerzo de pesca

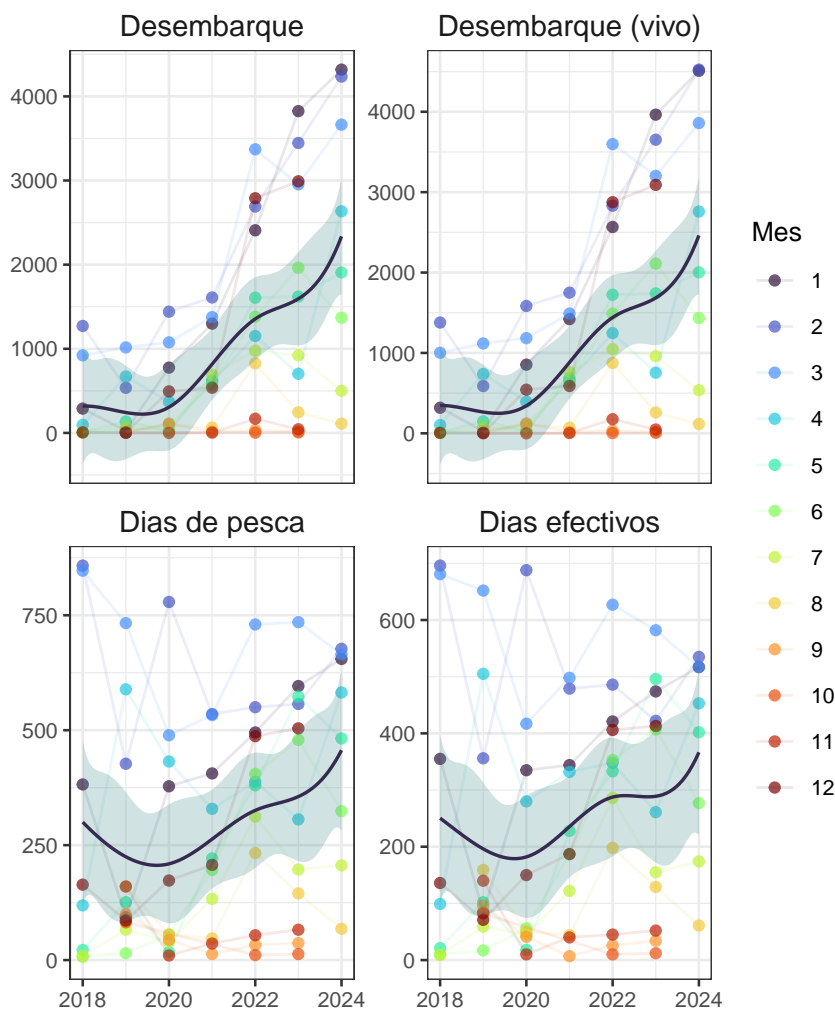


(b) Duración del viaje de pesca (días). Sobreposición del desembarque

**Figura 1** – Gráficas de violín destacando el valor promedio (punto rojo) y los cuartiles (líneas) al 25% (p25), 50% (mediana) y 75% (p75) de variabilidad anual. La forma del violín muestra la frecuencia de registros.

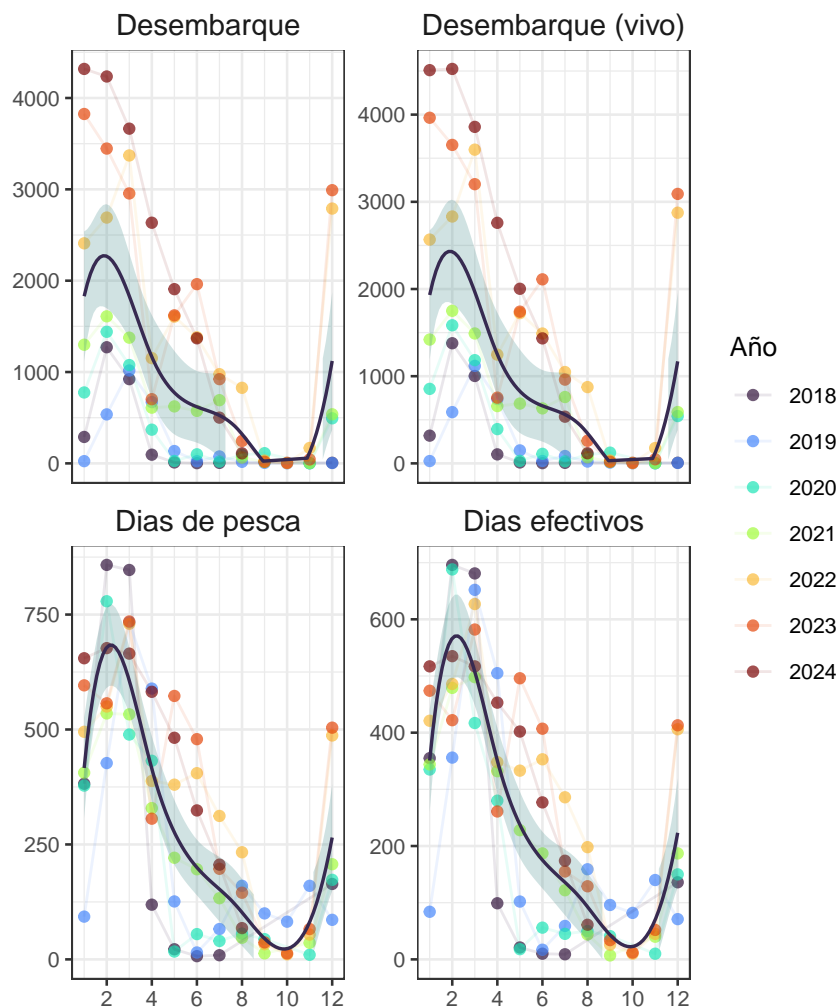
## Captura y esfuerzo

El período 2018-2024 se caracteriza por un crecimiento sostenido en el desembarque y esfuerzo de pesca (Figura 2). El total mensual reportado en CONAPESCA no sobrepasa las 4,000 ton, que se registran en los primeros meses de los años más recientes. La tendencia del desembarque es ligeramente diferente a la del esfuerzo de pesca, sugiriendo que las tasas de captura deberían tener diferencias explicadas por el año.



**Figura 2** – Captura y esfuerzo mensuales para el período 2018-2024. La línea continua y área achurada muestra un suavizador B-spline de orden 5.

El ciclo estacional de la pesquería es evidente, con un aumento en los desembarques al principio del año (*i.e.*, enero-marzo) seguido de un descenso a alrededor del 25% de los niveles iniciales (Figura 3, paneles superiores). En cuanto al esfuerzo de pesca, se observa un patrón similar, con aproximadamente 600 días de pesca por mes al inicio del año, disminuyendo posteriormente pero a una tasa diferente a la reducción de los desembarques (Figura 3, paneles inferiores). Se destacan aumentos en el esfuerzo durante el segundo trimestre de cada año, especialmente en el período 2022-2024.

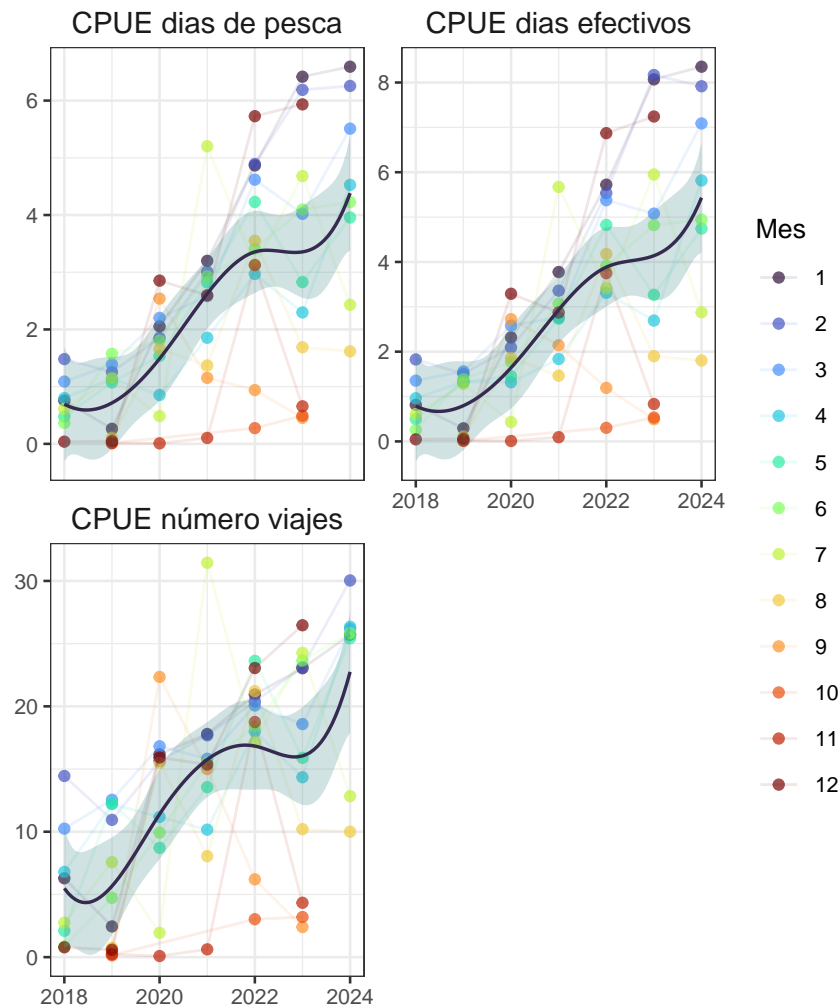


**Figura 3** – Patrón estacional de las capturas y esfuerzo de pesca para el período 2018-2024. La línea continua y área achurada muestra un suavizador B-spline de orden 5.



## Tasas de captura

Las tasas de captura, expresadas como captura por unidad de esfuerzo (CPUE), han experimentado un aumento constante durante el período 2018-2024 (Figura 4). La variación en las unidades de esfuerzo utilizadas (días de pesca, días efectivos, número de viajes) a nivel mensual no muestra diferencias significativas en el incremento de las tasas de captura.



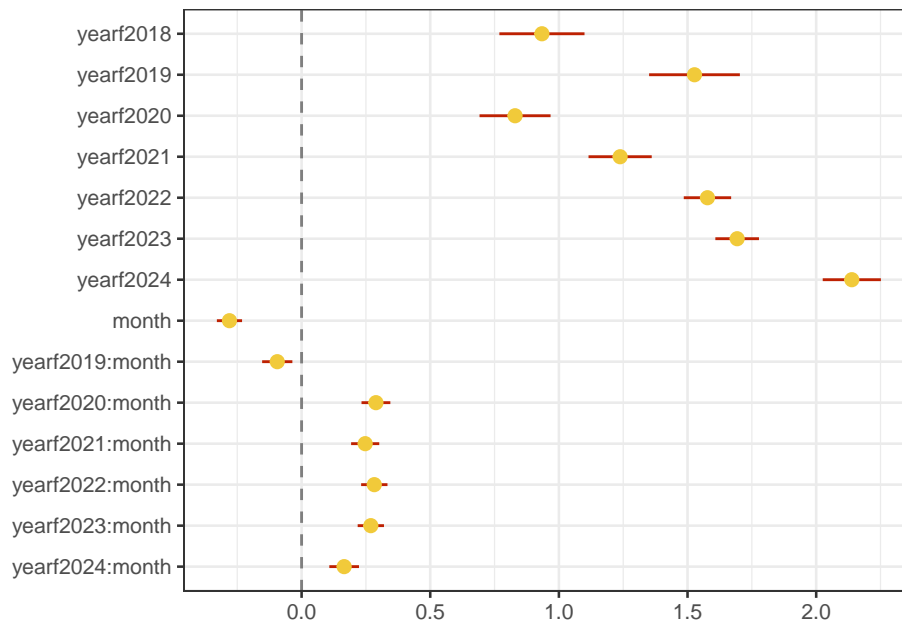
**Figura 4** – Captura por unidad de esfuerzo (CPUE) basada en desembarques (ton). La línea continua y área achurada muestra un suavizador B-spline de orden 5.

### Modelamiento tasas de captura

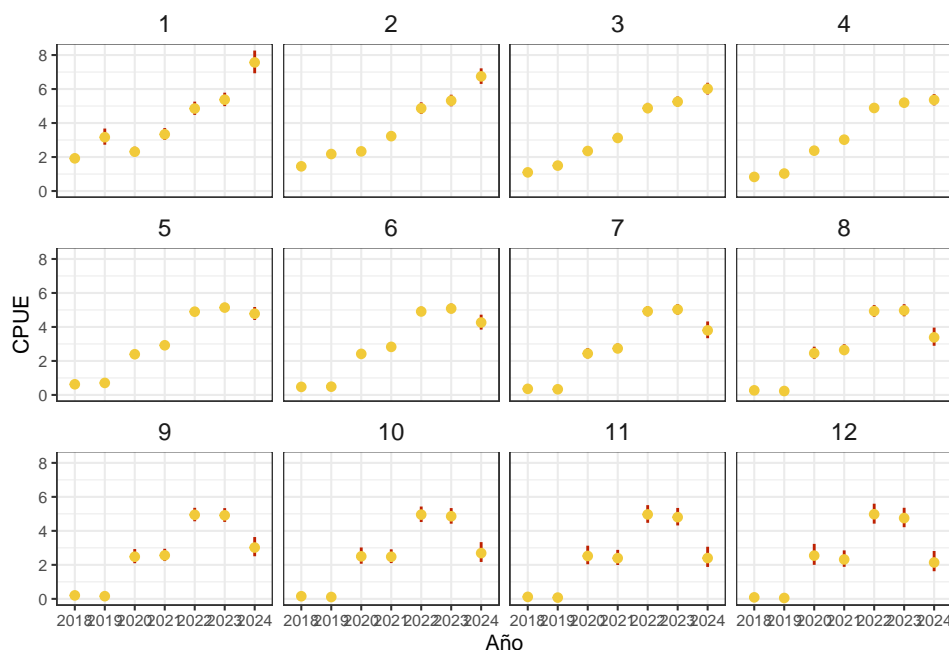
Para la construcción de las tasas de captura es crucial entender el comportamiento de los predictores temporales, en este caso el Año y Mes. La inspección del patrón estacional de las capturas y esfuerzo (Figura 3) muestra un ciclo estacional bastante estable, aunque se observan diferencias importantes en la escala de la CPUE para los meses (Figura 4).

La incorporación de ambos predictores en un modelo lineal generalizado (Figura 5) corrobora el crecimiento significativo de la CPUE durante el período 2018-

2024, y además indica que la interacción entre ambos predictores es significativa ( $P < 0.05$ ), mostrando que el patrón estacional de la CPUE es diferente entre años (Figura 6, Tabla 2). Específicamente, la tendencia anual de la CPUE es diferente para los últimos meses del año.



**Figura 5** – Valores de predictores lineales Mes y Año



**Figura 6** – Predicción anual de la CPUE por mes

Los parámetros estimados ( $\beta$ ) para el modelo de predicción de la CPUE se muestran en la Tabla 2, destacando los predictores Año+Mes y la interacción Año:Mes son significativas. Para fines de la evaluación, se debe considerar únicamente el predictor Año.

**Tabla 2** – Parámetros estimados para un modelo cpue ~ Año \* Mes

Predictor	Beta (95% CI) <sup>1</sup>	p-valor
<b>Año</b>		<b>&lt;0.001</b>
2018	0.93 (0.74 to 1.1)	
2019	1.5 (1.3 to 1.7)	
2020	0.83 (0.70 to 0.96)	
2021	1.2 (1.1 to 1.4)	
2022	1.6 (1.5 to 1.7)	
2023	1.7 (1.6 to 1.8)	
2024	2.1 (2.0 to 2.3)	
<b>Mes</b>	-0.28 (-0.34 to -0.22)	<b>&lt;0.001</b>
<b>Año * Mes</b>		<b>&lt;0.001</b>
2019 * Mes	-0.09 (-0.17 to -0.02)	
2020 * Mes	0.29 (0.22 to 0.35)	
2021 * Mes	0.25 (0.18 to 0.31)	
2022 * Mes	0.28 (0.22 to 0.34)	
2023 * Mes	0.27 (0.20 to 0.33)	
2024 * Mes	0.17 (0.09 to 0.23)	

<sup>1</sup>CI = Confidence Interval

# Bibliografía