

Dynamics of selected variables from artisanal fisheries in the Southeastern Gulf of Mexico: Coexisting with the oil industry

Users and resources

Abstract:

The fisheries in Tabasco and Campeche face significant challenges because of their interaction with the hydrocarbon industry. The contextual conditions that impose the later industry include the decree of safety navigation exclusion zones and large vessels transit, which directly and indirectly cause oil spills and impact the fishing industry in the southern Gulf of Mexico at different levels. Implementing concertation strategies between oil and fishing industries requires robust information for informed local and sectorial decision-making. In this study, our objectives were (1) to assess the dynamics of selected fisheries variables (trends in catch volumes, production prices, operating cost based on fuel consumption per kilogram caught, the relationship between variations in fishing volumes and their composition, and trends in product value, among other indicators of fishing efficiency) for artisanal fleets from 306 landing sites in Campeche and Tabasco, Mexico based on public fishing arrival reports from 2015 to 2023, (2) to identify anomalies in the assessed variables potentially attributable to the coexistence with the hydrocarbon industry, and (3) to compare the overall patterns of selected variables from fishing arrival reports with a thoroughly monitored fishing fleet in Tabasco. This information contributes to fishing performance criteria that may be included in marine spatial planning processes coexistence to increase the feasibility of the coexistence of the oil and fishing industries.

Keywords: Marine spatial planning; Fishing seascape; Small Scale Fisheries.

Authors:

Ricardo Cavieses-Núñez, doctorado, mexicano, Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja California.

Rosa Hiraes-Cota, maestría, mexicana, Universidad Autónoma de Baja California Sur

Luis Uribe-Sandoval, licenciatura, mexicano, Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia, Universidad Nacional Autónoma de México.

Deysi M. Cupido-Santamaría, maestría, mexicana, El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Campeche.

Alejandro Espinoza-Tenorio, doctorado, mexicano, El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Campeche.

Abigail Uribe-Martínez, doctorado, mexicana, Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México.

Eduardo Cuevas, doctorado, mexicano, Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja California.

Introducción

Para el año 2023 se señala que para América Latina la producción de pescado por captura sigue siendo fundamental para el consumo humano, proveyendo alrededor de 12 millones de toneladas en contraste con los casi 5 millones de producción acuícola. Para México la producción por pesca y acuícola en el 2023 fue de más de 1 millón 740 mil toneladas (Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca, 2024). Los estados mexicanos Tabasco y Campeche se encuentran al sur del Golfo de México, su producción pesquera y acuícola para el año 2023 fue de XXXXX y 55,572 toneladas respectivamente (CITA).

Las pesquerías de pequeña escala tanto en el estado de Tabasco como el de Campeche tienen un rol fundamental para la seguridad alimenticia y la generación de empleo comunidades costeras (CITA). Estas localidades enfrentan grandes retos de adaptación a cambios en sus comunidades por efectos de la industria de los hidrocarburos (CITA) y cambio climático.

Entender los patrones históricos en las capturas, costo de combustible, son importantes para poder reconocer las tendencias que siguen las pesquerías.

Metodología.

Se analizaron datos del sistema de monitoreo de embarcaciones de la flota de pesca de altura con puertos base en los estados de Tabasco y Campeche para el periodo 2018 a 2023, de estos datos se obtuvo la distancia mensual recorrida por embarcación, las horas de operación. Posteriormente se analizaron los avisos de arribo de la flota de altura correspondiente al mismo periodo temporal y se identificaron las 10 principales pesquerías en función al Índice de Importancia Relativa por medio de la ecuación siguiente

$$RII = \frac{\%Volume + \%Value + \%Frequency}{3}$$

where:

- %Volume is the percentage of the total landing weight (kilograms) for a particular species relative to the total landing weight of all species.
- %Value is the percentage of the total value (MXN) for a particular species relative to the total value of all species.
- %Frequency is the percentage of times a particular species is reported relative to the total number of reports for all species.

De estas pesquerías se identificaron las principales tendencias en el promedio de precios por kilogramo de captura y volúmenes de captura.

Para el análisis de la flota ribereña se usaron transmisores de posición NEMO instalados en cuatro embarcaciones menores y que abarca el periodo 2022 a 2023. Con estos datos se calcularon las distancias mensuales recorridas, las horas de operación del motor, y se hizo una estimación del consumo de gasolina por medio de la siguiente ecuación.

$$Q_{\text{litros}} \cong H_{\text{horas}} \times 36.9L/Hora \times 6000 r/min$$

Donde:

- Q_{litros} es el consumo aproximado en litros
- H_{horas} es el número de horas que opera el motor obtenido de la marca de tiempo de la posición mientras está en movimiento.
- 36.9 L/Hora es el factor de consumo a 6000 revoluciones por minuto.

El costo por litro de gasolina se estimó con el historial de precios promedio mensual por litro de gasolina en México para el periodo 2022 a 2023

Se utilizaron los avisos de arribo de la flota de embarcaciones de pequeña escala registradas en los estados de Tabasco y Campeche en el periodo 2017 al 2023, para identificar las 10 principales pesquerías y evaluar las sus tendencias en los volúmenes de captura, promedio de precio por kilogramo de captura y frecuencia con que se reporta la especie, de los avisos de arribo se excluyeron los registros que corresponden a Ostión y las especies catalogada

Comentado [RC1]: <https://imemsa.com.mx/producto/fuera-de-borda-f100-get-4-tiempos/>

como “Otras”. Para evaluar el cambio en el comportamiento de la flota se identificaron las unidades económicas como las cooperativas pesqueras, permisionarios o empresas que registran su pesca en los avisos arribos, posteriormente se hicieron comparaciones entre los diferentes años.

Para el mismo periodo de tiempo se realizó el análisis de los avisos de arribo de la flota de altura, identificando las principales pesquerías y evaluar sus tendencias en los pesos de las capturas desembarcadas, el precio promedio por kilogramo de captura, frecuencia de arribo. Se utilizaron los datos proporcionados por la Comisión Nacional de Pesca (CONAPESCA) del Sistema de Monitoreo de Embarcaciones (VMS) para calcular las distancias recorridas y horas de operación de la flota pesquera de altura.

Zona de estudio

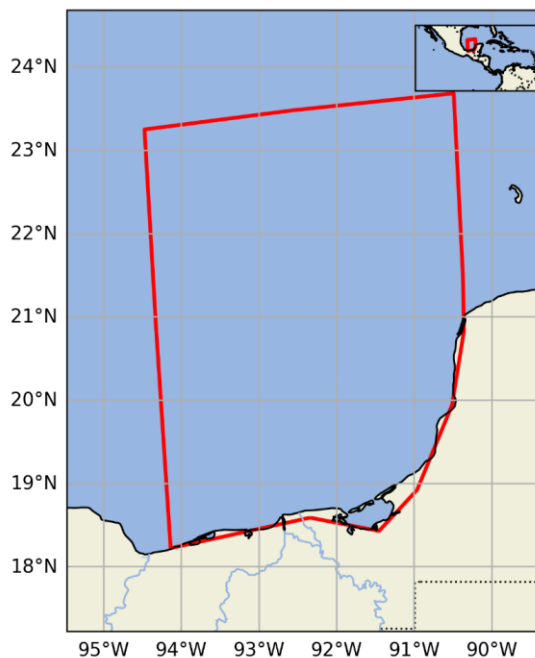


Figura 1. Zona de estudio

La zona de estudio abarca los estados de Tabasco y Campeche, ambos ubicados en la región sureste de México con costas hacia el Golfo de México. Estos estados comparten un clima tropical y una economía impulsada por la industria petrolera y la pesca

Comentado [RC2]: Metodología aplicada a los VMS
Las distancias
los cambios entre comunidades

Comentado [RH3]: tenemos mapa?

Comentado [RC4R3]: Nop

Resultados

Del análisis de los avisos de arribo para la flota pesquera de pequeña escala se obtuvieron diversas tendencias y se identificaron las principales pesquerías para el periodo de estudio. En la Tabla 1 se describe la participación y la importancia de cada pesquería reportada, destacando el pulpo con un Índice de Importancia Relativa (IIR) de 21.16, que representa el 17.90% de las capturas y el 33.73% del valor de la pesca. Este dato subraya la significativa contribución del pulpo tanto en términos de volumen como de valor económico, con un total de 1004 unidades económicas.

Además, se destacan las especies de la pesquería de escama como el robalo, jurel, bandera, mojarra, rubio, huachinango y corvina, que en conjunto suman el 45.15% del IIR. Estas especies no solo son cruciales para la sostenibilidad económica de la pesca de pequeña escala, sino que también muestran una diversificación en la captura. El robalo, por ejemplo, ocupa el segundo lugar en importancia con un IIR de 11.81, representando el 6.78% de las capturas y el 16.26% del valor económico, e involucrando a 1385 unidades económicas lo que supera al número de unidades que participaron en la pesca de pulpo. En este sentido debemos destacar la importancia de pesquerías que, si bien no aportan grandes volúmenes de pesca o su valor no es tan alto, si tienen una amplia participación de unidades económicas reportándolas.

Tabla 1. Ranking IIR especies de pesca de pequeña escala

<i>RANK</i>	<i>NOMBRE PRINCIPAL</i>	<i>% Capture</i>	<i>% Value</i>	<i>% Frequency</i>	<i>Economic units</i>	<i>IIR</i>
1	Pulpo	17.90	33.73	11.84	1004	21.16
2	Robalo	6.78	16.26	12.40	1385	11.81
3	Jurel	15.37	4.82	12.68	1335	10.96
4	Bandera	8.00	3.42	4.61	848	5.34
5	Mojarra	4.21	4.63	5.78	731	4.87
6	Rubio	3.56	1.89	8.32	1094	4.59
7	Jaiba	7.15	3.35	2.61	160	4.37
8	Guachinango	2.60	6.00	3.27	707	3.96
9	Corvina	2.60	2.10	6.15	1163	3.62
10	Caracol	6.01	2.94	1.55	174	3.50
	TOTAL	74.18	79.14	69.21	8601	74.18

Tabla 2. Ranking IIR especies de pesca de altura

<i>RANK</i>	<i>NOMBRE PRINCIPAL</i>	<i>% Capture</i>	<i>% Value</i>	<i>% Frequency</i>	<i>Economic units</i>	<i>IIR</i>
1	Camarón	73.81	84.81	45.14	54	67.92
2	Guachinango	3.77	4.38	9.09	42	5.75
3	Esmedregal	5.44	3.06	7.50	33	5.33
4	Fauna	1.79	0.11	9.81	45	3.91
5	Mero	2.60	2.30	6.03	32	3.64
6	Besugo	2.46	1.26	5.49	29	3.07
7	Pargo	1.22	0.96	4.44	37	2.20
8	Bandera	2.84	0.53	2.14	18	1.83
9	Rubia y villajaiba	0.94	0.52	3.53	30	1.66
10	Tiburón	1.01	0.75	1.05	12	0.94

El análisis de las capturas reportadas por flota pesquera de altura en los avisos de arribo del periodo 2017-2023, se identificaron las principales especies capturadas y sus tendencias. En la Tabla 2 se muestra que la pesca de camarón destaca significativamente con un IIR de 67.92, representando el 73.81% de las capturas y el 84.81% del valor total de la pesca de altura. Este dato subraya la dependencia económica de la pesca de altura en esta especie, siendo crucial para la sostenibilidad económica del sector, con un total de 54 unidades económicas asociadas.

El huachinango, representa un IIR de 5.75, aporta el 3.77% de las capturas y el 4.38% del valor, que fueron reportados por 42 unidades económicas, mientras que el esmedregal, con un IIR de 5.33, representa el 5.44% de las capturas y el 3.06% del valor económico, con 33 unidades económicas. Estas especies, aunque menos predominantes que el camarón, contribuyen significativamente.

La fauna marina no específica también muestra una presencia notable con un IIR de 3.91, capturando el 1.79% y representando el 0.11% del valor económico, distribuido en 45 unidades económicas, por lo general este conjunto de especies son capturas incidentales o fauna de acompañamiento.

La frecuencia de captura también revela información valiosa, con el camarón capturado en el 45.14% de los reportes, seguido por la fauna marina con un 9.81% y el guachinango con un 9.09%.

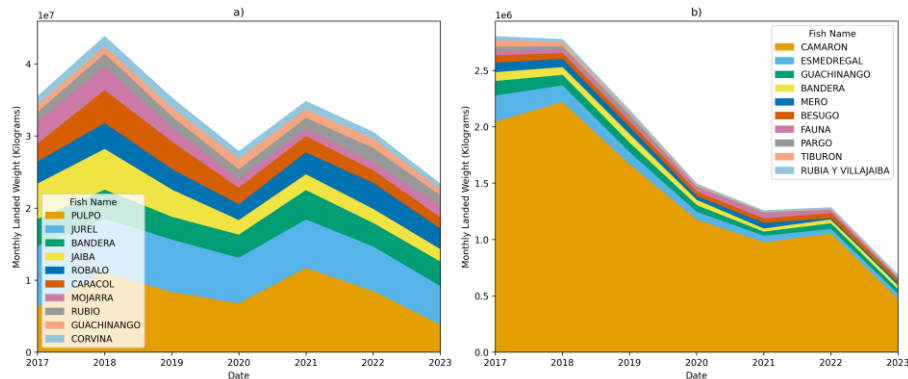


Figura 1. Volumen de captura de las principales pesquerías para el periodo 2017-2023, a) pesquerías de pequeña escala y b) pesquerías de altura.

Comentado [RC5]: Checar para qué flota lo hice

Comentado [RC6R5]: Eliminar OSTION DEL estudio

Cuando visualizamos las capturas reportadas en los avisos de arribo correspondientes a los estados de Tabasco y Campeche, podemos observar en la figura 1(a), que representa las pesquerías de pequeña escala, que el pulpo es la especie dominante en términos de volumen de captura a lo largo de todo el periodo. A partir de 2018, el volumen de captura de pulpo experimenta un decremento significativo, teniendo un breve incremento en la producción en el año 2021, para luego decrecer paulatinamente hasta 2023 siendo este año el que reporta mínimos de captura. Otras especies como el jurel, bandera y robalo también muestran tendencias similares en el volumen de captura, con el jurel destacando por un aumento constante hasta 2021 donde tuvo su máximo de capturas antes de disminuir a un mínimo en 2023 con alrededor de las 5 mil toneladas.

En la figura 1(b), correspondiente a las capturas reportadas por la flota pesquera de altura, el camarón sobresale notablemente, representando el mayor volumen de captura durante el periodo estudiado. Al igual que el pulpo en la pesca de pequeña escala, el camarón muestra un incremento en el volumen de captura hasta alcanzar su punto máximo para el año 2018 de 2100 toneladas, seguido de una disminución constante hasta 2023 llegando a su mínimo de 600 toneladas. Otras especies como el huachinango, esmedregal y fauna marina presentan menores volúmenes de captura, con una tendencia a la baja a lo largo del tiempo.

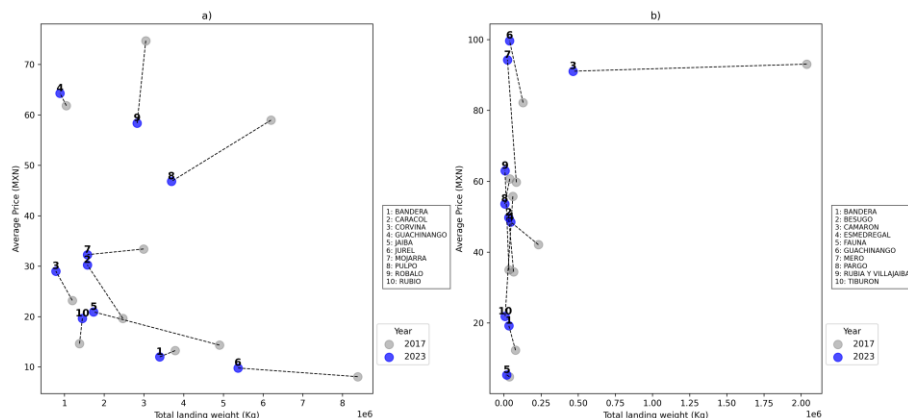


Figure 2. Comparación de los pesos desembarcados y precios promedio de las principales especies capturadas por su IIR en los años 2017 y 2023 en las regiones de Tabasco y Campeche, a) flota de pequeña escala y b) flota de embarcaciones mayores.

Al comparar el promedio de precios por kilogramo de captura y el total del peso desembarcado por la pesca de pequeña escala observamos qué pesquerías presentan el mayor cambio entre los años 2017 y 2023. En la Figura 2(a), podemos observar que las pesquerías de jaiba, jurel, pulpo y mojarra se caracterizan por presentar disminuciones en sus capturas. La jaiba disminuyó su peso desembarcado en un 64.65%, pero su precio por kilogramo aumentó en un 45.99%. El jurel mostró una reducción del 15.25% en el peso y un aumento del 3.99% en el precio por kilogramo. El pulpo experimentó una disminución significativa tanto en el peso (62.64%) como en el precio promedio (19.23%). La mojarra mantuvo su precio relativamente estable, con una disminución del peso desembarcado del 27.28%.

En cuanto a la pesca de langostino, se presentó el mayor decremento en su precio por kilogramo (14.23%), seguido del robalo, que también experimentó una reducción notable en su peso desembarcado (13.02%). El huachinango, en cambio, no presentó cambios significativos en la captura ni en el precio, con solo una ligera reducción del 15.25% en el peso y un incremento del 3.99% en el precio por kilogramo. En términos generales, estas diez pesquerías han disminuido las capturas reportadas, salvo un par de excepciones como el robalo, huachinango y corvina que se mantienen relativamente estables. Para las variaciones de precios, en términos generales, los precios se mantuvieron estables o aumentaron.

En contraste con la pesca de pequeña escala, la flota de altura presenta incrementos significativos en los precios por kilogramo. En la Figura 2(b), el caso de la pesca de camarón resulta interesante ya que es la pesquería más importante para la flota de altura por su IIR. Para esta pesquería, en 2017 se reportaron 2038 toneladas y para 2023 la captura bajó hasta las 466 toneladas, lo que representa una disminución del 77.13%. Para la pesca de pargo, se tiene una disminución de aproximadamente el 83%, pasando de las 39 toneladas en 2017 a

tan solo 6 toneladas para 2023. En promedio, estas diez pesquerías disminuyeron un 72% sus capturas totales.

A diferencia de las capturas, los precios promedio por kilogramo de captura presentaron incrementos significativos en la mayoría de las pesquerías, con un promedio de aumento del 42%. La pesca de pargo y de camarón fueron las únicas que presentaron disminuciones en sus precios, con un 11.6% y un 2%, respectivamente. En cuanto a la pesca de cabrilla, esta tuvo un incremento del 162% en el precio promedio, pasando de 34.5 pesos en 2017 a 90.6 pesos en 2023.

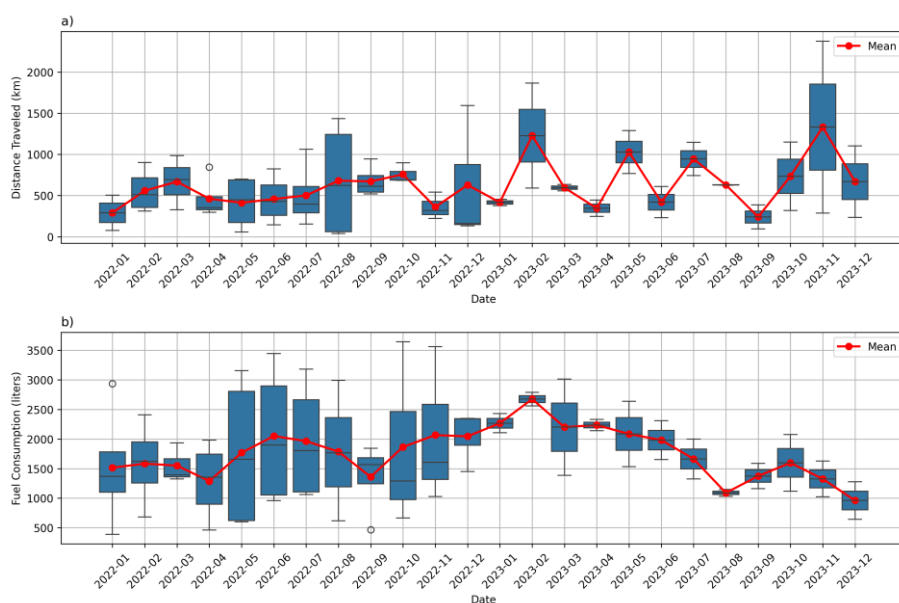
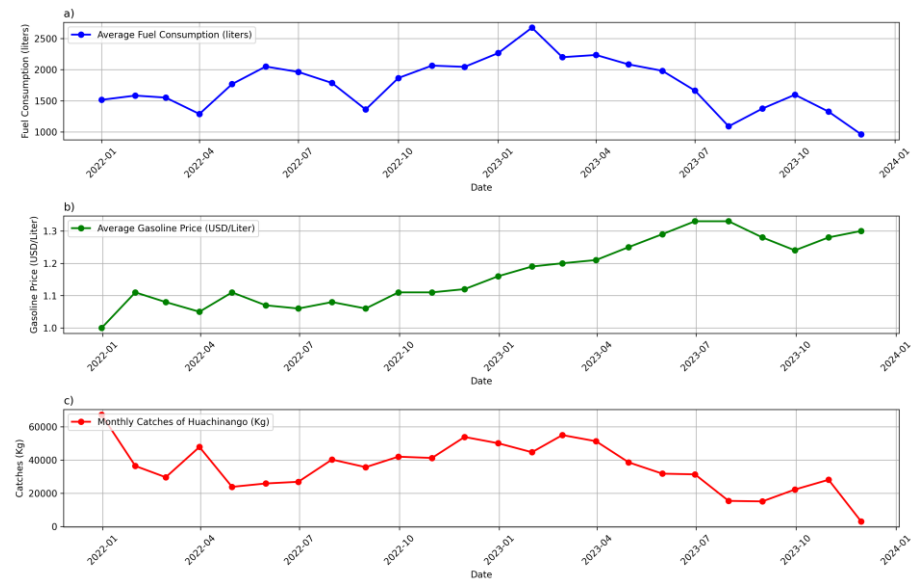


Figura 3. Distancia recorrida mensual (a) y estimación del consumo de combustible de la flota (b), para la flota menor con transmisores NEMO.

En el estudio realizado a lo largo de 2021 sobre la operatividad de cuatro embarcaciones menores equipadas con transmisores NEMO, se observaron patrones significativos en la distancia recorrida y el consumo de combustible, tal como se ilustra en la Figura 3. Durante el año, la distancia media recorrida fue de 626.39 km, con notables fluctuaciones; la distancia máxima alcanzó los 1331 km y la mínima fue de 240 km, destacándose picos en mayo y octubre, y un descenso considerable en marzo. La media mensual de distancia recorrida, representada por la línea roja, revela un ciclo operacional que incrementa hacia la mitad del año y disminuye hacia el final. El segundo panel (b) muestra el consumo estimado de combustible por mes, medido en litros, el cual, al igual que la distancia recorrida, varió

significativamente, con aumentos en los meses de mayor actividad náutica. Esta variabilidad subraya la correlación directa entre la distancia navegada y el combustible consumido, sugiriendo que las estrategias para mejorar la eficiencia del combustible deben centrarse en la optimización de rutas y en la planificación detallada de los viajes.



Comentado [RC7]: De la figura b eliminar el último mes de la serie de tiempo para que coincidan las fechas.

Figura 4. Serie de tiempo para a) el consumo estimado de litros mensual en función a las horas de operación, b) promedio del precio por litro de gasolina en dólares y c) capturas mensuales de la pesquería de Huachinango reportadas en Frontera Tabasco.

En el Figura 4(a), se observa la estimación del consumo promedio de combustible de la flota, medido en litros calculada a partir de las horas de operación de las embarcaciones y su distancia recorrida. A lo largo del año 2022 y hasta diciembre de 2023, el consumo muestra una tendencia generalmente estable con ligeras fluctuaciones, alcanzando picos en los meses de junio de 2022, siendo el máximo en febrero de 2023 con un consumo de 2054 litros y disminuciones hacia enero de 2024 con un mínimo de 1000 litros.

En contraste, en la figura 4(b) muestra el precio promedio de la gasolina en dólares por litro durante el mismo período. Se evidencia un aumento constante en el precio de la gasolina, comenzando en 2022 en aproximadamente \$1.00 por litro y ascendiendo a cerca de \$1.3 por litro a principios de 2024. Por otro lado, la figura 4(c) muestra las capturas mensuales de huachinango reportadas en la oficina de pesca de Frontera, en el estado de Tabasco. A lo largo del período de estudio, las capturas muestran variaciones mensuales, con picos notables en

ciertos meses y una tendencia general de disminución hacia el final del periodo, especialmente notable a partir de mediados de 2023.

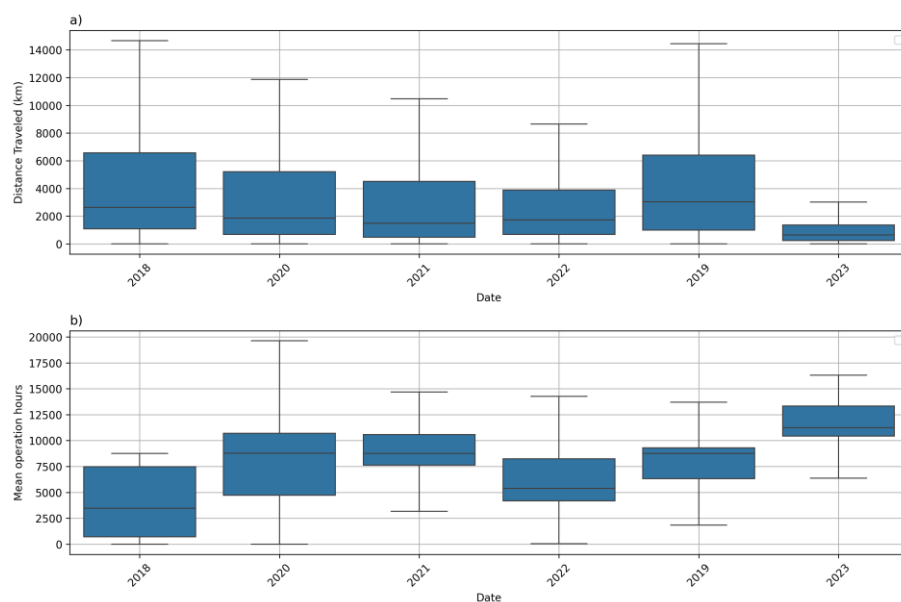


Figura 5. Distancia recorrida mensual (a) y horas de operación (b) de la flota mayor.

La Figura 5 presenta un análisis de la distancia recorrida mensual y las horas de operación de la flota mayor desde enero de 2018 hasta octubre 2023. En la gráfica de la figura(a), se observa la distancia recorrida mensual en kilómetros. A lo largo de los años, la distancia media recorrida muestra variaciones significativas, con un notable aumento en 2019, donde se alcanzaron distancias máximas. En comparación, el año 2023 registra una disminución considerable en la distancia recorrida, indicando una posible reducción en las operaciones de la flota o cambios en las rutas de pesca.

Las horas de operación mensuales de la flota mayor se ilustran en la figura 5 (b). Similar a la distancia recorrida, las horas de operación muestran fluctuaciones a lo largo del periodo de estudio. El año 2019 destaca nuevamente con un pico en las horas de operación, sugiriendo una intensa actividad durante ese año. En contraste, los años siguientes presentan una disminución en las horas de operación, alcanzando su punto más bajo en 2021 y un leve repunte en 2023.

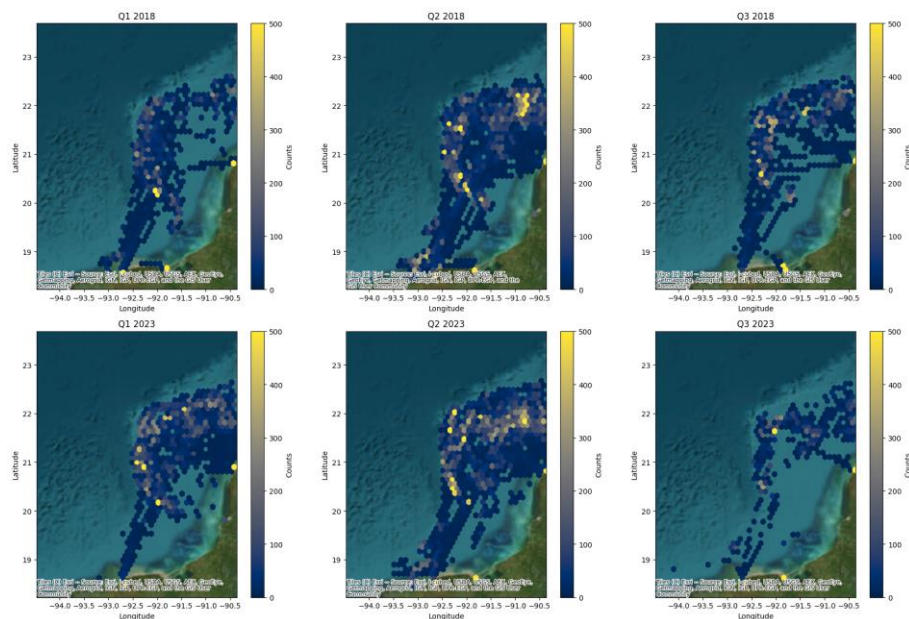


Figura 6. Comparación trimestral del uso para la navegación y pesca de los años 2018 y 2023, la barra de color se ajustó a máximos de 500.

La figura muestra mapas de calor de la densidad de puntos para los trimestres del año 2018 y 2023 en la región de estudio, utilizando datos de monitoreo de embarcaciones (VMS). En los mapas correspondientes al año 2018, se observa una mayor concentración de puntos en las cercanías de la costa, especialmente en el segundo y tercer trimestre. Esto podría indicar una mayor actividad pesquera en estas áreas durante esos periodos. En contraste, el primer trimestre presenta una distribución más dispersa, sugiriendo una posible reducción en la intensidad de la actividad pesquera o una mayor movilidad de las embarcaciones durante este tiempo.

Para el año 2023, los mapas de calor también revelan patrones similares, con una notable densidad de puntos cerca de la costa, especialmente en los trimestres segundo y tercero. Comparando ambos años, se puede notar que la intensidad y distribución de los puntos en los trimestres correspondientes son bastante consistentes, lo que podría indicar patrones estacionales de actividad pesquera. Sin embargo, una diferencia significativa es que la densidad en el tercer trimestre de 2023 parece más concentrada y menos dispersa en comparación con 2018, lo que podría sugerir cambios en las zonas de pesca preferidas o una mayor concentración de esfuerzos en áreas específicas.

Tabla 3. Comparación de capturas y valor de la captura para los principales sitios de desembarque.

Nombre sitio desembarque	Capturas Tons		Valor pesos	
	2017	2023	2017	2023
Malecon Sansores Perez	6474	4712	240,703	133,839
Isla Aguada	5955	872	167,036	65,531
Malecom Seybaplaya	5247	4903	267,420	117,093
Sabancuy	2881	3004	129,303	145,984
Barra De San Pedro	2605	1435	146,684	122,043
Isla Arena	2278	2712	289,374	252,111
Arroyo Grande	2240	1204	390,819	103,117
Costa Blanca	1702	232	73,594	4,920
Frontera.	1499	1616	109,459	55,558
Sanchez Magallanes ,Tab.	1337	1514	84,359	78,619

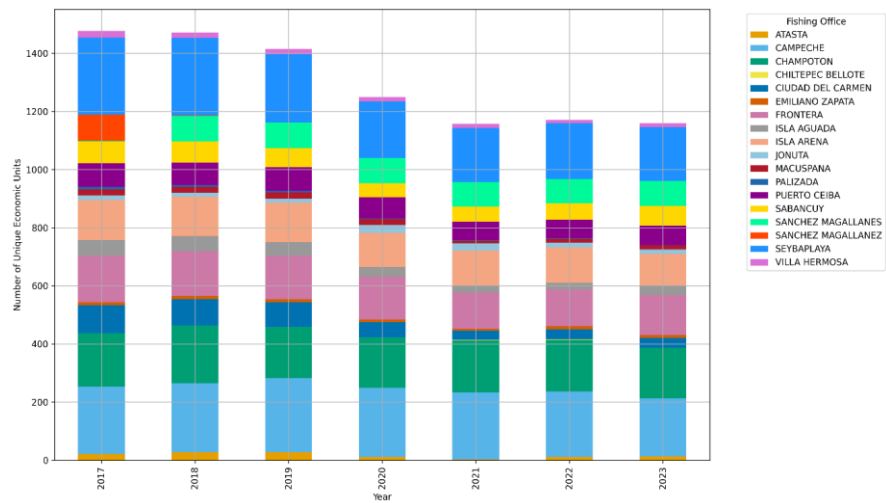


Figure 7. Number of Unique Economic Units Registered per Year (2017-2023) in Each Fishing Office.

La tabla 3 muestra una comparación de las capturas (en toneladas) y el valor de la captura (en pesos) para los principales sitios de desembarque en los años 2017 y 2023. Malecon Sansores Perez presenta una disminución en las capturas, pasando de 6474 toneladas en 2017 a 4712 toneladas en 2023. El valor de las capturas también disminuyó de 240,703 pesos en 2017 a 133,839 pesos en 2023. Isla Aguada muestra una notable reducción en las capturas,

pasando de 5955 toneladas en 2017 a 872 toneladas en 2023, con una correspondiente disminución en el valor de 167,036 pesos a 65,531 pesos.

Malecon Seybaplaya refleja una caída en las capturas, de 5247 toneladas en 2017 a 4903 toneladas en 2023, y en el valor, de 267,420 pesos a 117,093 pesos. Sabancuy muestra un ligero aumento en las capturas, de 2881 toneladas en 2017 a 3004 toneladas en 2023, mientras que el valor de las capturas aumentó de 129,303 pesos a 145,984 pesos. Barra De San Pedro tiene una disminución en las capturas de 2605 toneladas en 2017 a 1435 toneladas en 2023, y una disminución en el valor de 146,684 pesos a 122,043 pesos.

Isla Arena experimentó un aumento en las capturas de 2278 toneladas en 2017 a 2712 toneladas en 2023, y un aumento en el valor de 289,374 pesos a 252,111 pesos. Arroyo Grande muestra una disminución significativa en las capturas, de 2240 toneladas en 2017 a 1204 toneladas en 2023, con una correspondiente disminución en el valor de 390,810 pesos a 103,117 pesos. Costa Blanca muestra una disminución considerable en las capturas, pasando de 1702 toneladas en 2017 a 232 toneladas en 2023, y una disminución en el valor de 73,594 pesos a 4,920 pesos.

Frontera muestra un leve aumento en las capturas, de 1499 toneladas en 2017 a 1616 toneladas en 2023, aunque el valor de las capturas disminuyó de 109,459 pesos a 55,558 pesos. Finalmente, Sanchez Magallanes Tabasco muestra un ligero aumento en las capturas, de 1337 toneladas en 2017 a 1514 toneladas en 2023, pero una disminución en el valor de 84,359 pesos a 78,619 pesos.

La Figura 7 muestra el número de unidades económicas registradas por año en cada oficina de pesca entre 2017 y 2023. La gráfica de barras apiladas indica la cantidad total de unidades económicas para cada año, con cada sección de la barra representando una oficina de pesca específica. Se observa que algunas oficinas de pesca han mantenido un número relativamente constante de unidades registradas, mientras que otras han mostrado variaciones significativas a lo largo de los años.

Discusión

Conclusiones

Bibliografía