

**Implicaciones del arribo masivo de sargazo pelágico en las pesquerías artesanales en el estado de Quintana Roo, México**

Laura Fernanda Reinoso Ospina

**Directora:** Ángela Margarita Moncaleano Niño, PhD

**Codirectores:** Andrés Eduardo Torres Abello, PhD

Rosa Elisa Rodríguez Martínez, MSc

**Trabajo de grado para optar al título de ecóloga**



Pontificia Universidad Javeriana

Facultad de Estudios Ambientales y Rurales

Carrera de Ecología

Bogotá D.C.

2024

*A mi padre,  
por creer en mí, enseñarme a valorar la educación y apoyarme en cada idea,  
por más descabellada que parezca.*

## Tabla de contenido

Resumen.....	4
Abstract .....	5
1. Introducción y problema de investigación.....	6
2. Objetivos del estudio.....	10
3. Marco referencial .....	11
3.1 Contextualización del problema del sargazo .....	11
3.2 Pesca en Quintana Roo .....	12
3.3 Relación entre el sargazo y la pesca.....	13
3.4 Respuestas gubernamentales y comunitarias ante el sargazo .....	14
3.5 Análisis de la sostenibilidad pesquera en el contexto del sargazo .....	16
4. Área de estudio .....	16
5. Aproximación metodológica.....	18
5.1 Preparación de datos y selección de recursos pesqueros .....	20
5.2 Análisis de datos .....	20
6. Resultados .....	21
6.1 Tendencias temporales de la pesca total por zona y efecto del sargazo .....	21
6.2 Tendencias temporales en las capturas de los recursos seleccionados y el efecto del sargazo .....	23
6.3 Percepción del efecto del sargazo en las pesquerías de Quintana Roo .....	25
7. Análisis y discusión de resultados .....	27
7.1 Tendencias temporales de la pesca total por zona y efecto del sargazo .....	27
7.2 Tendencias temporales en las capturas de los recursos seleccionados y el efecto del sargazo .....	30
7.3 Percepción de los actores clave sobre la influencia del sargazo en la actividad pesquera ..	33
7.4 Limitaciones del estudio .....	36
8. Conclusiones .....	37
Agradecimientos .....	39
Referencias.....	41
Anexos .....	48

## Resumen

El sargazo pelágico es una macroalga flotante que, al arribar masivamente a las costas, genera problemas ambientales y socioeconómicos, afectando ecosistemas y comunidades costeras. Desde 2014, los arribazones en Quintana Roo, México han suscitado preocupación en la población local e interés científico, impulsando investigaciones sobre sus efectos y posibles usos. Sin embargo, persiste la necesidad de analizar sus efectos socioeconómicos y ecológicos para desarrollar estrategias de mitigación adaptadas a las comunidades locales.

Este estudio analiza la influencia del sargazo en los desembarques pesqueros de Quintana Roo entre 2005 y 2023. Los datos se obtuvieron de la Plataforma Nacional de Transparencia México y de la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. De 134 recursos pesqueros registrados, se seleccionaron 12 que representan el 66.32% de la producción estatal. Se empleó un enfoque metodológico mixto que integra análisis cuantitativos (regresiones lineales, análisis de componentes principales, pruebas Mann-Whitney U, correlaciones simples y pruebas de correlación cruzada) y entrevistas a actores clave, proporcionando una contextualización integral del fenómeno. Considerando la variabilidad en los recursos capturados a lo largo del estado, se organizó el estudio en tres zonas: norte, centro y sur.

Los hallazgos muestran una disminución en la producción de la mayoría de los recursos pesqueros analizadas en las tres zonas. Esta disminución no puede atribuirse directamente a la presencia del sargazo, sino que responde a múltiples factores como el aumento en el esfuerzo pesquero, la sobrepesca, la pesca furtiva, la expansión de las zonas de pesca y la modificación de estrategias pesqueras. Durante el período de estudio, la langosta fue el único recurso cuya producción aumentó significativamente en todas las zonas estudiadas.

Las percepciones de los actores clave fueron diversas: algunos no consideran al sargazo un problema, mientras que otros perciben beneficios o efectos adversos en su producción. El estudio concluye que los efectos del sargazo dependen de la zona y del recurso pesquero. Además, destaca la necesidad de un enfoque integral que contemple la complejidad de las dinámicas pesqueras regionales, dado que otros factores también afectan la producción.

## **Abstract**

Pelagic *Sargassum* is a floating macroalgae that generates environmental and socioeconomic problems that impact ecosystems and coastal communities when it arrives in massive quantities on the coast. In Quintana Roo, Mexico, the *Sargassum* landings began in 2014 and have raised concerns among the local population. This has sparked scientific interest, leading to research into its effects and uses. However, researchers emphasize the need to study its socioeconomic and ecological impacts to design effective mitigation strategies tailored to local communities.

This study analyzes the influence of *Sargassum* on fishing landings in Quintana Roo from 2005 to 2023. The data was obtained from the National Transparency Platform of Mexico and the National Commission for Aquaculture and Fisheries. Twelve species were selected from 134, representing 66.32% of the state's fishing production.

A mixed methodological approach was employed, which integrated quantitative analysis (linear regressions, principal component analyses, Mann-Whitney U tests, simple correlations, and cross-correlation tests) and interviews with key actors, providing a comprehensive contextualization of the phenomenon. The study was divided into three zones based on the variability of species captured across the state: northern, central, and southern.

The results indicate a decline in fishing production for most species analyzed in the three zones. This decline is not directly related to *Sargassum* but to several factors, such as increased fishing efforts, overfishing, illegal fishing, the expansion of fishing areas, and modifications to fishing strategies. The lobster fishing production increased in all study zones during the study period.

Key stakeholders' perceptions were diverse: some disregard *Sargassum* as a problem, while others perceive benefits or adverse effects on their production. The study concludes that *Sargassum*'s effects vary according to fishing areas and fishery resources. Additionally, it highlights the need for a comprehensive approach that considers the complexity of regional fishing dynamics, given that other factors also affect production.

## 1. Introducción y problema de investigación

El sargazo es un alga parda flotante que habita en regiones templadas y tropicales, particularmente en los océanos Atlántico, Pacífico y Caribe (Franks et al., 2016; Gower & King, 2011; Johnson et al., 2013). De las más de 350 especies del género *Sargassum*, hay dos denominadas *Sargassum natans* y *Sargassum fluitans*, que son pelágicas y se reproducen por fragmentación vegetativa, lo que facilita su rápida proliferación en el mar (Lapointe et al., 2021; Siuda et al., 2024). Estas dos especies pueden llegar a formar grandes parches flotantes que actúan como hábitat para una gran variedad de especies marinas, proporcionando refugio y alimento (Coston-Clements et al., 1991; Hunn et al., 2022; Mazoudier et al., 2023).

Desde 2011, el arribo masivo de sargazo pelágico en el Caribe, Golfo de México y Atlántico Tropical ha causado problemas económicos, ecológicos y de salud pública (Franks et al., 2016; Gower et al., 2013; Milledge & Harvey, 2016; Mohan & Strobl, 2024; Rodríguez-Martínez et al., 2019, 2023; Smetacek & Zingone, 2013; van Tussenbroek et al., 2017). En años posteriores, Wang et al. (2019) identificaron la formación del 'Gran Cinturón de Sargazo del Atlántico' (GASB), una extensa franja de sargazo que se extiende desde la costa occidental de África hasta el Golfo de México, mostrando patrones estacionales y variabilidad interanual influenciada por factores climáticos y la entrada de nutrientes al océano. El crecimiento del sargazo está determinado por factores estacionales como la disponibilidad de nutrientes, la temperatura del agua y los patrones de circulación oceánica (Lapointe et al., 2014; Wang et al., 2019), siendo el aporte de nutrientes y la fijación de nitrógeno factores clave en su proliferación (Lapointe et al., 2021).

Desde finales de 2014, el Caribe Mexicano ha sido afectado por arribazones masivas de sargazo, alcanzando niveles críticos en 2018, lo cual ha generado una gran preocupación en las comunidades costeras (Chávez et al., 2020; García-Sánchez et al., 2020; Rodríguez-Martínez et al., 2016; Rodríguez-Martínez et al., 2022; Sutton et al., 2019; Uribe-Martínez et al., 2022).

La cobertura máxima total de sargazo frente a las costas del Caribe Mexicano fue de 22.900 hectáreas en septiembre de 2018, seguida de 19.000 hectáreas en abril de 2019 (Chávez et al., 2020). Los autores identificaron una alta variabilidad espacial y temporal en los arribos entre

2016 y 2020, siendo la zona entre Tulum y Playa del Carmen la más afectada, seguida de Puerto Morelos, Cancún y Sian Ka'an, todas ubicadas en el estado de Quintana Roo.

El sargazo se convierte en un problema cuando crece en exceso y se desplaza hacia las costas, en donde su acumulación y descomposición genera diversos impactos en humanos y en la flora y fauna de diversos ecosistemas costeros (Chávez et al., 2020; Torres Beristain, 2019). Su acumulación masiva puede deteriorar la calidad del agua provocando la mortalidad de especies marinas, alterar comunidades microbianas, modificar redes tróficas y reducir la penetración de luz (Cabanillas-Terán et al., 2019; Rodríguez-Martínez et al., 2019; van Tussenbroek et al., 2017).

En las costas de Quintana Roo, México, Hendy et al. (2021) documentaron que las acumulaciones de sargazo han provocado interrupciones severas en las cadenas alimenticias y el equilibrio ecológico de las comunidades marinas. Los autores también señalan que la disminución de luz y oxígeno disuelto en estas áreas ha generado condiciones anóxicas, con una reducción del 73% en la luz, lo que aumenta la mortalidad de peces y otras especies de flora y fauna. Además, la pérdida de pastos marinos y arrecifes de coral causada por el sargazo reduce los sitios de crianza y alimentación para muchas especies.

En el Caribe Mexicano el manejo del sargazo ha pasado por tres fases principales (Durand et al., 2024):

- 2015-2017: Identificación inicial del problema, con acciones limitadas y centradas en la limpieza de playas turísticas.
- 2018-2019: Picos de arribos que causaron un aumento en fondos y esfuerzos para contener y remover el sargazo, aunque insuficientes para mitigar sus impactos ambientales y socioeconómicos.
- 2020 en adelante: Reconocimiento del sargazo como un problema continuo que requiere manejo a largo plazo.

A pesar de los esfuerzos para limpiar costas y aprovechar el sargazo industrialmente, persisten desafíos debido a la alta biomasa que arriba a las costas, la falta de personas y recursos

económicos suficientes y el conocimiento limitado sobre los factores que controlan su crecimiento, movilidad y mortalidad (Putman & Hu, 2022; Rodríguez-Martínez et al., 2023).

En el ámbito socioeconómico, los arribos de sargazo afectan el turismo al disminuir el atractivo paisajístico y aumentar los costos de limpieza. Además, representan un riesgo para la salud pública debido a la descomposición del alga, que libera gases tóxicos como el sulfuro de hidrógeno, los cuales pueden provocar problemas respiratorios, irritación ocular y afecciones cutáneas en las personas expuestas (Chávez et al., 2020; Rosellón-Druker et al., 2023; Schling et al., 2022). También se ha vinculado con la reducción en la captura de peces, impactando negativamente las economías locales (Solarin et al., 2014; Sowah et al., 2022).

En Quintana Roo, la pesca es una de las actividades económicas más importante después del turismo. Se reporta una captura anual de aproximadamente 3.807 toneladas, lo que genera ingresos cercanos a 174 millones de pesos mexicanos (Representación AGRICULTURA Quintana Roo, 2018), aportando a la economía local y al bienestar social de las comunidades costeras. Las pesquerías más representativas del estado incluyen la langosta, el mero, el tiburón y cazón, y la mojarra. Para el año 2023, Quintana Roo contaba con una población de 2.191 pescadores y 698 embarcaciones ribereñas activas (Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca [CONAPESCA], 2023).

El estado se organiza en tres zonas de pesca (norte, centro y sur), cada una con características ambientales y de desarrollo pesquero particulares. La zona norte se extiende desde la Isla Holbox hasta Punta Petempich, la zona centro abarca desde Puerto Morelos hasta Punta Herrero, incluyendo las bahías Ascensión y Espíritu Santo, y la zona sur cubre desde Punta Herrero hasta el canal de Bacalar Chico, incluyendo el Banco Chinchorro (Medina-Quej et al., 2006, citado en Blanco-Parra et al., 2016).

A pesar de ser la región pesquera más pequeña de México debido a la estrecha plataforma continental y la presencia de arrecifes, Quintana Roo y Yucatán destacan por tener el mayor número de puertos pesqueros a nivel estatal (Sánchez Crispín, 2016). No obstante, esta cifra no refleja necesariamente la relevancia del sector pesquero en comparación con otras regiones del país. Aunque los volúmenes de captura han mostrado tendencias a la disminución desde 2003, el



clima tropical ha permitido el desarrollo simultáneo de las industrias pesquera y turística, contribuyendo a la economía local y regional (Sánchez Crispín, 2016).

La organización de los pescadores en la región se basa principalmente en cooperativas y uniones, que les permiten acceder a recursos y permisos de pesca (Carriquiriborde-Harispe et al., 1999). En 2018, se identificaron 28 cooperativas pesqueras, lo que resalta la importancia de estas estructuras organizativas para el sector (Salas et al., 2022). También existen pescadores independientes, conocidos como "pescadores libres," quienes operan sin una estructura legal formal, especialmente en la pesca de escama (Carriquiriborde-Harispe et al., 1999). La pesca de escama abarca diversas familias de peces demersales, pelágicos menores, elasmobranquios, crustáceos y moluscos (Caballero Chávez & Morales Martínez, 2021).

La actividad pesquera en Quintana Roo es versátil, adaptándose a distintas especies según las temporadas, las condiciones económicas y los factores ambientales (Galindo, 2021). Entre 2011 y 2020, la región Caribe de México, que incluye Campeche, Yucatán y Quintana Roo, recibió el 9% de los subsidios pesqueros estatales (Organización Causa Natura, 2019b). En particular, Quintana Roo recibió el 0.7% del total nacional, destinados a la modernización de la flota y el suministro de combustibles, beneficiando a 1.203 personas, de las cuales 1.175 fueron hombres y 28 mujeres (Organización Causa Natura, s/f-a, 2019a).

Además de la pesca comercial, la pesca deportiva-recreativa tuvo un impacto económico significativo en 2019, generando \$45.2 millones de dólares y creando 1.674 empleos de tiempo completo, especialmente en la región sur, debido al buen estado de los ecosistemas y al compromiso de las comunidades con modelos de turismo sostenible (Palomo & Perez, 2021).

Aunque muchos pescadores han diversificado sus fuentes de ingreso, la pesca artesanal continua siendo fundamental para la seguridad alimentaria local, con una parte considerable de las capturas destinada al autoconsumo (Salas et al., 2022). Sin embargo, la captura de especies alternativas como respuesta al declive de especies comerciales presenta desafíos importantes, incrementando la vulnerabilidad económica, fomentando la pesca ilegal y dificultando la recuperación de especies sobreexplotadas, lo que compromete la sostenibilidad de la actividad a largo plazo (Gomez Dzib, 2016; Lluch-Cota et al., 2006).

Por otro lado, la pesca ilegal sigue siendo un problema relevante en la región. Esta actividad incluye diversas prácticas como operar sin permisos, emplear artes de pesca no autorizadas, realizar capturas durante vedas o fuera de temporada, exceder las cuotas permitidas, pescar en áreas restringidas y no respetar las tallas mínimas de captura (Organización Causa Natura, s/f-b; Representación AGRICULTURA Yucatán, 2018).

Finalmente, los impactos de los arribazones de sargazo en el Atlántico tropical occidental aún no se comprenden por completo (Chávez et al., 2020). Aunque en México la mayoría de las investigaciones se han centrado en los efectos ecológicos del sargazo, existe una notable falta de estudios sobre su impacto en la actividad pesquera (Rosellón-Druker et al., 2022). Estudiar las comunidades pesqueras resulta especialmente relevante, ya que se trata de un grupo vulnerable ante eventos climáticos y nuevos factores de riesgo que afectan sus actividades (Salas et al., 2022).

Esta investigación surge de la necesidad de estudiar la interacción entre el sargazo y la pesca en Quintana Roo, con el objetivo de determinar si los arribazones afectan la producción pesquera y, en caso afirmativo, analizar si el impacto es homogéneo entre las especies que constituyen las pesquerías más importantes en las zonas norte, centro y sur del estado. Este conocimiento es necesario para desarrollar estrategias de manejo, adaptación y mitigación. Además, busca aportar conocimientos relevantes para la gestión sostenible de los recursos pesqueros.

Por último, este estudio se guía por la pregunta: ¿Cómo influye el arribo masivo de sargazo en la productividad pesquera y en las actividades de los pescadores de Quintana Roo, México?

## **2. Objetivos del estudio**

**Objetivo general:** Establecer si el arribo masivo de sargazo pelágico ha tenido un efecto en la productividad pesquera y en las actividades de los pescadores de Quintana Roo, México.

**Objetivos específicos:**

- Analizar las tendencias de los pesos desembarcados en las pesquerías entre 2005 y 2023.
- Analizar la relación entre el sargazo y los pesos desembarcados en las pesquerías.

- Describir las percepciones de actores clave sobre la influencia del sargazo en las actividades pesqueras.

### **3. Marco referencial**

Este trabajo explora los efectos del sargazo en la pesca de Quintana Roo, abordando la gestión pesquera, la resiliencia de las comunidades costeras y los efectos de fenómenos ambientales en los ecosistemas marinos para interpretar los cambios en los desembarques, así como las percepciones y adaptaciones de los pescadores.

#### **3.1 Contextualización del problema del sargazo**

El Mar de los Sargazos, ubicado en el océano Atlántico septentrional, alberga la mayor concentración de sargazo pelágico, caracterizado por extensas capas flotantes de macroalgas que ofrecen hábitat y alimento a diversas especies marinas. Sin embargo, su dispersión hacia otras regiones genera múltiples problemas ambientales y económicos.

En relación con la distribución del sargazo, entre 2002 y 2008, se observó un patrón estacional en el Golfo de México y el Atlántico occidental, con origen en el noroeste del Golfo y transporte hacia el Atlántico por corrientes marinas y vientos (Gower & King, 2011). En 2011, se detectó un nuevo punto de origen al norte de la desembocadura del Amazonas; además, se observó la dispersión del sargazo hacia las Antillas Menores y el Caribe (Gower et al., 2013).

Asimismo, se identificó que el sargazo sigue un patrón de circulación en sentido horario en el Atlántico tropical, partiendo del Golfo de Guinea y avanzando hacia el oeste. Este movimiento lo acerca a las costas africanas y continúa hacia Brasil. A través de corrientes y vientos, el sargazo se agrupa en grandes balsas que, en determinadas épocas del año, cruzan el océano y llegan a las costas del Caribe, incluyendo el litoral mexicano (Franks et al., 2016). Este sistema de transporte está influenciado por complejas interacciones de corrientes circulares y remolinos oceánicos, lo que afecta también su distribución en el Golfo de México (Chávez et al., 2022; Zhang et al., 2024).

El aumento de sargazo en las costas del Atlántico tropical desde 2011 se ha relacionado con la eutrofización oceánica, el cambio climático y actividades humanas como el uso de fertilizantes y la deforestación, que incrementan la concentración de nutrientes en el océano (Jouanno et al.,

2021; Lapointe et al., 2021; Louime et al., 2017; Marsh et al., 2023). La intensificación de eventos climáticos extremos, como huracanes, también contribuye a esta situación, ya que estos fenómenos naturales enriquecen el océano con nutrientes adicionales que favorecen el crecimiento de las algas (Oviatt et al., 2019).

Las especies marinas del Atlántico tropical muestran patrones de crecimiento diversos, influenciados por factores clave como la disponibilidad de nutrientes, la temperatura del agua y la intensidad de la luz solar (Corbin & Oxenford, 2023). Estas variables no solo influyen el crecimiento de las especies, sino que también determinan su distribución. Asimismo, la fauna asociada a las balsas de sargazo depende del tamaño y volumen de estas estructuras flotantes; cuanto mayores son, mayor es el espacio y los recursos que ofrecen, favoreciendo una notable diversidad de especies, incluidos peces (Alleyne et al., 2023). Estas balsas constituyen pequeños ecosistemas que brindan refugio, alimento y áreas de reproducción, aunque su llegada a zonas costeras puede desestabilizar los ecosistemas locales y generar impactos negativos en las comunidades humanas.

### **3.2 Pesca en Quintana Roo**

La pesca en Quintana Roo ha sido una actividad social y económicamente importante desde la década de 1950 (Cortés-Gómez et al., 2022). En los ejidos de la zona maya, esta actividad se caracteriza principalmente como una pesca de subsistencia, estacional, predominantemente masculina y de acceso abierto, aunque está sujeta a regulaciones locales (Arce-Ibarra & Charles, 2008a, 2008b). La región del Atlántico Mexicano alberga una gran variedad de especies marinas, con más de 300 especies capturadas por flotas artesanales, organizadas en 10 pesquerías diferentes, de las cuales la pesquería de escama abarca cerca de 150 especies (Coronado Castro & Espinoza Tenorio, 2022).

En los ejidos, la actividad pesquera se intensifica durante la temporada seca (de febrero a mayo) y se realiza con técnicas tradicionales y tecnología básica, comúnmente a pie o con el uso de balsas y canoas. Aunque su principal motivación es la subsistencia, también se practica como actividad recreativa (Arce-Ibarra & Charles, 2008b).

Los pescadores apoyan la implementación de zonas de veda ante la disminución de capturas y el deterioro de los ecosistemas costeros. Sin embargo, existen preocupaciones sobre la pesca ilegal

y los intereses turísticos (Velez et al., 2014). La diversificación hacia el turismo ha generado ingresos adicionales, reduciendo la dependencia exclusiva de la pesca (Cortés-Gómez et al., 2022; Velez et al., 2014).

La pesca de escama se considera un recurso secundario debido a su menor valor comercial y la necesidad de mayor esfuerzo y habilidad. Esta actividad está abierta a pescadores independientes y emplea diversas artes de pesca, como redes de enmalle, líneas de mano, palangres verticales y horizontales, atarrayas, arpones y cañas de pesca (Caballero Pinzón, 2002).

En cuanto a la pesca realizada por cooperativas en Quintana Roo, aunque existe poca literatura al respecto, Ceballos Povedano et al. (2011) documentan que la captura de langosta es una actividad exclusiva de estas organizaciones, las cuales dependen principalmente de recursos propios y créditos bancarios. Un aspecto relevante señalado por los autores es la integración de hijos y familiares de pescadores como socios de las cooperativas.

### **3.3 Relación entre el sargazo y la pesca**

El sargazo proporciona un hábitat flotante que atrae a peces y otras especies marinas, concentrando poblaciones y beneficiando a ciertas pesquerías (Solarin et al., 2014). Su presencia favorece la diversidad funcional de los peces, al promover un entorno heterogéneo que facilita la coexistencia de diversas especies (Bosch et al., 2022). Además, esta estructura vegetal marina alberga comunidades diversas, como peces e invertebrados pequeños, que contribuyen a la cadena trófica y fortalecen las redes ecológicas del ecosistema marino (Belattmania et al., 2018; Sissini et al., 2017).

Las variaciones en la biomasa del sargazo influyen en la composición de especies pesqueras, con algunas especies adaptándose al aprovechar la mayor complejidad del hábitat que ofrece el sargazo (Leite et al., 2021; Liranzo-Gómez et al., 2021). Cuando el dosel de sargazo es más denso y alto, ofrece refugios adicionales para juveniles de especies comerciales, favoreciendo su reclutamiento y aumentando su viabilidad en las pesquerías (Wilson et al., 2017).

El impacto del sargazo en la pesca se ha documentado en regiones como las costas de África y América Central, donde su proliferación ha afectado gravemente las actividades pesqueras (Liranzo-Gómez et al., 2021; Ramlogan et al., 2017; Solarin et al., 2014). La presencia de

grandes cantidades de sargazo en las zonas de captura reduce la eficacia de las redes, dificulta el acceso de las embarcaciones y puede dañar sus motores al enredarse en las hélices, lo que resulta en una disminución en las capturas y un incremento en los costos operativos (Ramlogan et al., 2017; Solarin et al., 2014). En el Caribe, las acumulaciones de sargazo en las costas obstaculizan el tránsito de embarcaciones y limitan los días de actividad pesquera, afectando la economía local (Liranzo-Gómez et al., 2021).

Además, el sargazo altera ecosistemas marinos clave, como las praderas de pastos marinos, que son esenciales para especies comerciales como el caracol, la langosta y diversos peces (Bartlett & Elmer, 2021). La alteración de estos hábitats puede provocar el desplazamiento de especies, lo que intensifica su impacto sobre las pesquerías.

### **3.4 Respuestas gubernamentales y comunitarias ante el sargazo**

#### **3.4.1 Medidas de mitigación**

En Quintana Roo, se han implementado diversas acciones gubernamentales y comunitarias para intentar mitigar el impacto del sargazo, como reportaron Rosellón-Druker et al. (2023):

- Limpieza de playas y remoción de sargazo, generando empleos para esta actividad.
- Enterramiento de sargazo.
- Aprovechamiento de sargazo como recurso.
- Recolección de sargazo en mar abierto.
- Implementación de un impuesto ambiental a turistas por ocupación hotelera.
- Instalación de barreras para impedir la llegada del sargazo a las playas.
- Desarrollo de máquinas para recolectar el sargazo de mar y playa.

Sin embargo, estas medidas han sido insuficientes debido a la gran cantidad de biomasa que arriba a la costa y a la falta de presupuesto para el manejo de sargazo en el estado. Actualmente las playas atendidas representan aproximadamente el 10% de las afectadas (Rodríguez-Martínez et al., 2023).

En otros países afectados por el arribo masivo de sargazo, como Barbados, los pescadores han implementado estrategias para mitigar el impacto en la pesca (Ramlogan et al., 2017). Estas incluyen:

- Optar por especies de mayor tamaño, ya que son menos susceptibles a los efectos del sargazo.
- Modificar las artes de pesca, ajustando la profundidad de las líneas para evitar el sargazo en la superficie.
- Utilizar imágenes de satélite para identificar áreas con menor presencia de sargazo.
- Fomentar la cooperación entre pescadores para facilitar el intercambio de información sobre las condiciones del sargazo y las zonas óptimas para pescar.

Estas medidas adaptativas reflejan la capacidad de los pescadores para ajustarse a los cambios ambientales, asegurando la continuidad de su actividad económica.

### **3.4.2 Percepciones de los pescadores y actores locales**

En el estudio de Rosellón-Druker et al. (2023), los pescadores de Quintana Roo señalaron que el sargazo afecta negativamente su producción pesquera debido a cambios en la calidad del agua. Sin embargo, también indicaron que los programas de limpieza de sargazo en playas, durante la temporada baja de langosta, les resultaron beneficiosos al brindarles ingresos adicionales y permitirles diversificar sus fuentes de empleo. Por otro lado, los pescadores de Florida, en el mismo estudio, destacaron los mantos de sargazo como un ecosistema que alberga una gran variedad de fauna asociada.

Hamel et al. (2024) encontraron que la percepción de los pescadores en diferentes zonas de la Cuenca del Caribe fue variada. Algunos reportaron limitaciones en la actividad pesquera y disminución de capturas debido a las dificultades en la pesca con anzuelo y el impacto del sargazo en ecosistemas clave, como los arrecifes de coral. En contraste, otros pescadores percibieron un aumento en sus capturas al pescar cerca del sargazo flotante.

Según Bartlett y Elmer (2021), la llegada masiva de sargazo a las islas Turcas y Caicos ha tenido efectos tanto positivos como negativos. Entre 2018 y 2019, la producción diaria de caracol disminuyó, mientras que las poblaciones de dorado y tiburón aumentaron. Los pescadores han adaptado sus técnicas, empleando líneas más selectivas para contrarrestar el impacto del sargazo. No obstante, manifestaron preocupación por las "mareas marrones" que reducen la visibilidad y afectan la calidad del agua, dificultando en particular la pesca de langosta.

### 3.5 Análisis de la sostenibilidad pesquera en el contexto del sargazo

Ofori y Rouleau (2021) desarrollaron un modelo para evaluar el impacto del sargazo en la pesca en Ghana, proponiendo la remoción semanal del 75% de la biomasa de algas en alta mar. La conservación del 25% de la biomasa de sargazo ofrece refugio para los peces y maximiza las capturas sostenibles, ayudando a prevenir la sobreexplotación en áreas con escasa regulación pesquera. Además, los autores sugieren que su modelo podría implementarse en otras regiones del GASB para evaluar el impacto de distintas estrategias de remoción de sargazo.

## 4. Área de estudio

La región costera de Quintana Roo, México, constituye el área de estudio de esta investigación debido al aumento en los arribos masivos de sargazo pelágico desde 2014. Este estado, ubicado en el sureste del país, abarca 44,705.2 km<sup>2</sup>, representado el 2.3% del territorio nacional y se distribuye en 11 municipios (INEGI, 2020). Quintana Roo se sitúa entre 17°53'38" y 21°36'20" de latitud norte, y 86°42'37" y 89°17'48" de longitud oeste, limitando con Yucatán, Campeche, el Golfo de México, el Mar Caribe y Belice (INEGI, 2021).

El clima predominante es cálido subhúmedo, con excepción de Cozumel, donde es húmedo (INEGI, s/f, 2021). La topografía es variada y las playas han sido moldeadas por la erosión y sedimentación marina. El suelo, mayormente calizo, es rico en carbonatos de calcio y magnesio (Monroy-Ríos, 2019). La plataforma continental del Golfo de México y Mar Caribe favorece una alta productividad primaria que beneficia a las pesquerías (Comisión Intersecretarial para el Manejo Sustentable de Mares y Costas [CIMARES], 2018). La corriente de Yucatán y los vientos alisios favorecen el arribo de sargazo a la costa de Quintana Roo (Chávez et al., 2022; Uribe-Martínez et al., 2022).

El estado alberga 10 sitios Ramsar y diversas áreas protegidas, incluyendo la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, una de las más grandes de México con más de 5.7 millones de hectáreas que protegen arrecifes de coral, pastos marinos, playas y dunas costeras (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas [CONANP], s/f; *Servicio de Información sobre Sitios Ramsar*, s/f). Además, el Sistema Arrecifal Mesoamericano, presente en las costas de Quintana Roo, incluye una biodiversidad de 592 especies de peces, pertenecientes a 111 familias y 296 géneros (Díaz-Ruiz et al., 2019). No obstante, estos ecosistemas enfrentan amenazas como



degradación del hábitat, contaminación, cambio climático y especies invasoras (Díaz-Ruiz et al., 2019). Además, la conectividad entre los hábitats costeros es crucial, ya que muchas especies de peces migran de zonas someras hacia los arrecifes en su etapa adulta (Dávalos Navarro & Caballero Vázquez, 2019).

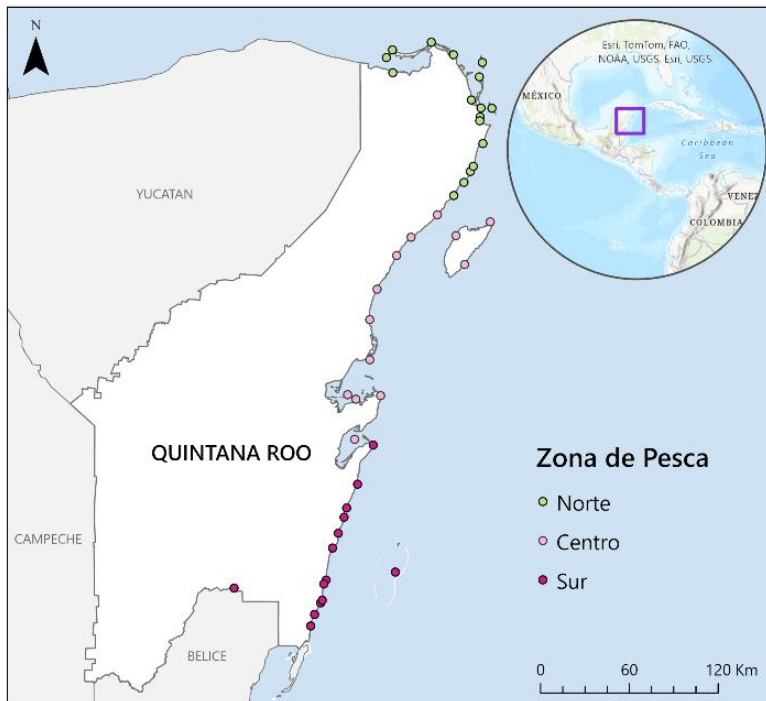
Quintana Roo cuenta con aproximadamente 1.9 millones de habitantes, concentrados principalmente en áreas urbanas, con una densidad de 42 personas por km<sup>2</sup> (Gobierno de México, s/f; INEGI, 2020a). La economía del estado depende principalmente del turismo, con una alta tasa de informalidad laboral (45.4%) y un desempleo del 2.61% (Gobierno de México, s/f). La expansión turística, junto con el crecimiento urbano no regulado y prácticas pesqueras insostenibles, ha causado una grave degradación ambiental, reduciendo los hábitats de los arrecifes, disminuyendo la densidad de peces y aumentando la deforestación en áreas costeras (Figuroa-Zavala et al., 2015). El aumento del nivel del mar representa riesgos significativos, como la erosión de playas, daños a la infraestructura turística y afectaciones a los ecosistemas marinos (Pedrozo-Acuña et al., 2015).

La diversificación económica en las zonas costeras ha reducido la importancia de la pesca. El nivel de especialización en esta actividad, entendido como el grado de concentración o enfoque de las actividades económicas, pasó de estar muy especializado en el norte y especializado en el centro y sur, a una ausencia de especialización pesquera en 2009. En contraste, la especialización en turismo aumentó durante este periodo (Pérez-Campuzano & Santos-Cerquera, 2016).

La Figura 1 muestra el área de estudio, donde los puntos representan los sitios de desembarco georreferenciados. Estos sitios fueron clasificados en tres zonas de estudio (norte, centro y sur) de acuerdo con la división propuesta por Blanco-Parra et al. (2016). Esta zonificación permite analizar las capturas y su variabilidad espacial a lo largo de la costa de Quintana Roo, permitiendo patrones de pesca y efectos ambientales en distintas regiones del estado. Los colores de los puntos en el mapa indican la zona correspondiente, facilitando la visualización de la distribución geográfica de los sitios de captura en el área de estudio.

**Figura 1**

Sitios de desembarque en *Quintana Roo*, México, clasificados por zona: norte (verde), centro (rosado) y sur (fucsia)



*Nota.* Realizado por: Laura F. Reinoso O. Fuentes: Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA), Unidad de Geotecnología en Infraestructura, Transporte y Sustentabilidad (Unidad GITS) del Instituto de Geografía, UNAM.

## 5. Aproximación metodológica

Este estudio emplea un enfoque de investigación mixto, integrando métodos cuantitativos y cualitativos. Se seleccionó el estado de Quintana Roo debido a los efectos significativos que los arribazones de sargazo han tenido en sus ecosistemas y comunidades costeras. A diferencia de Colombia, donde el sargazo no representa una amenaza significativa, Quintana Roo fue elegido debido a la disponibilidad de datos relevantes sobre el fenómeno y las pesquerías. En Colombia, la falta de datos sobre biomasa de sargazo y las limitaciones en el acceso a bases de datos de pesca dificultarían la realización de un análisis similar.

Para el análisis cuantitativo, se accedió a las bases de datos de la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (Anexo 1) y de los avisos de arribo, cosecha y producción ([https://conapesca.gob.mx/wb/cona/avisos\\_arribo\\_cosecha\\_produccion](https://conapesca.gob.mx/wb/cona/avisos_arribo_cosecha_produccion)). Estas fuentes oficiales, ampliamente utilizadas para monitorear la actividad pesquera en México, incluyen información

detallada sobre desembarques, capturas, pesos registrados, así como los pescadores y cooperativas que los reportaron, garantizando su relevancia para este estudio.

Además, se utilizaron datos de biomasa de sargazo frente al estado de Quintana Roo proporcionados por el Dr. Chuanmin Hu, jefe del Laboratorio de Oceanografía Óptica de la Universidad del Sur de Florida (<https://optics.marine.usf.edu/projects/SaWS.html>). Estos datos, obtenidos mediante teledetección satelital, permiten evaluar la magnitud del sargazo en el área de estudio.

Para el análisis cualitativo, se llevaron a cabo entrevistas semiestructuradas como parte de una fase de trabajo de campo. Estas entrevistas se realizaron con actores clave, incluidos presidentes de cooperativas pesqueras, investigadores y funcionarios públicos del sector pesquero. Los participantes aportaron perspectivas directas y expertas sobre la situación de las pesquerías en Quintana Roo, enriqueciendo el análisis con información contextual y experiencias locales.

La investigación cubre el período de 2005 a 2023, con el objetivo de identificar patrones, variaciones y/o tendencias significativas en la actividad pesquera. La Tabla 1 presenta las categorías de análisis, las variables correspondientes y los instrumentos utilizados en este estudio.

**Tabla 1**

*Diseño del estudio: categorías de análisis, variables e instrumentos utilizados*

<b>Categoría de análisis</b>	<b>Variable</b>	<b>Instrumento utilizado</b>
Efectos del sargazo en la actividad pesquera	- Peso desembarcado	- Registros pesqueros
	- Variaciones en la productividad pesquera	- Entrevistas
	- Recursos pesqueros afectados (disminución / aumento)	semiestructuradas
Percepción de los efectos del sargazo en la pesca	-	
	- Desplazamiento de zonas de pesca	- Entrevistas
	- Problemas con los equipos de pesca	semiestructuradas
	- Modificación de prácticas de pesca	
Respuestas locales y adaptación al sargazo	- Cambio en ingresos	
	- Aumento de costos operacionales	
	- Estrategias de adaptación implementadas	- Entrevistas
	- Actores involucrados en la gestión del sargazo	semiestructuradas
	- Colaboración entre actores locales	
	- Apoyo gubernamental u organizacional	

## **5.1 Preparación de datos y selección de recursos pesqueros**

Los datos anuales obtenidos de la CONAPESCA fueron organizados en una base de datos que abarca el período 2005-2023, conservando únicamente las variables de interés: año, lugar de captura, especie y peso desembarcado. Se eliminaron los registros de producción acuícola y de especies de agua dulce.

Para detectar valores atípicos, se realizó un análisis exploratorio de datos mediante diagramas de cajas interactivos en R, utilizando la librería *plotly*. Este paso facilitó la identificación de valores atípicos en los pesos desembarcados por especie y año, los cuales fueron revisados y, cuando fue necesario, ajustados para corregir posibles errores en los datos originales. Posteriormente, se calculó el total anual de los pesos de captura desembarcados por especie y por zona.

La selección de recursos pesqueros para el estudio se realizó con base en dos criterios principales: los mayores volúmenes de desembarque y la frecuencia de registros a lo largo del período analizado. Se compararon los 20 recursos más representativas de cada zona pesquera para identificar aquellas presentes en las tres áreas. Como resultado, se seleccionaron 12 recursos que cumplían con estos criterios, permitiendo así un análisis comparativo entre zonas. Este enfoque facilita la identificación de cambios en las dinámicas pesqueras y su posible relación con la acumulación de sargazo. Los nombres científicos y la información relevante de los recursos seleccionados se presentan en el Anexo 2.

## **5.2 Análisis de datos**

### **5.2.1 Pesca total por zona**

Se emplearon regresiones lineales para evaluar si los años explican significativamente los pesos desembarcados. Además, se aplicaron pruebas de correlación no paramétricas de Spearman entre la biomasa de sargazo y los pesos desembarcados anuales. Finalmente, se realizó un análisis de correlación cruzada para detectar posibles desfases temporales en las correlaciones observadas.

### **5.2.2 Pesquerías seleccionadas**

Se llevó a cabo un análisis de componentes principales con el objetivo de identificar patrones en la relación entre la biomasa de sargazo y los pesos desembarcados de los recursos seleccionados.

Este análisis facilitó la visualización del comportamiento del sargazo en relación con las capturas, así como la detección de similitudes y diferencias en los desembarques.

Se introdujo la variable "Periodo" para clasificar los datos en dos fases: antes (2005-2013) y después (2014-2023) de los arribos masivos de sargazo. Para comparar los desembarques entre periodos, se aplicó la prueba no paramétrica de Mann-Whitney U, debido a la falta de normalidad en los datos. Esta prueba permite evaluar diferencias significativas entre dos grupos independientes (en este caso, los dos periodos), sin necesidad de asumir una distribución específica en los datos. Finalmente, de manera similar al análisis general de pesca por zona, se realizaron regresiones lineales y pruebas de correlación de Spearman.

### **5.2.3 Entrevistas semiestructuradas**

Para complementar el análisis cuantitativo, se realizaron entrevistas semiestructuradas con actores clave. Las entrevistas presenciales y virtuales se llevaron a cabo durante el mes de octubre de 2024, con sesiones presenciales realizadas entre los días 17 y 20. En total, se entrevistaron a 12 personas: 9 pescadores (4 de la zona norte, 3 de la zona centro y 2 de la zona sur) y 3 expertos (2 investigadores y 1 funcionario público). Cabe señalar que el número de pescadores entrevistados no fue uniforme en todas las zonas, ya que gran parte de su participación se dio a través de medios digitales. No obstante, muchos de ellos ocupan posiciones de liderazgo, como presidentes de cooperativas pesqueras, lo cual permite que la información recolectada sea representativa de sus comunidades.

Antes de iniciar las entrevistas, se explicó el propósito del estudio y se obtuvo el consentimiento informado de los participantes. Posteriormente, las entrevistas fueron transcritas utilizando la herramienta Google PinPoint, y se empleó el software MAXQDA para codificar y procesar la información, facilitando las comparaciones entre grupos.

## **6. Resultados**

### **6.1 Tendencias temporales de la pesca total por zona y efecto del sargazo**

La Tabla 2 presenta las variaciones en los desembarques (en toneladas) por zona, así como el total anual para Quintana Roo.

**Tabla 2***Desembarques anuales en toneladas (2005-2023) por zona pesquera en Quintana Roo, México.*

ZONA	AÑO									
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	
NORTE	1731.87	1588.92	1837.73	1955.17	2825.60	1976.17	2102.48	2014.27	1669.58	
CENTRO	174.64	237.69	283.85	346.57	238.53	295.89	379.91	321.25	279.85	
SUR	325.86	200.13	169.08	195.49	150.38	162.12	141.68	211.28	217.47	
TOTAL	2232.37	2026.74	2290.67	2497.23	3214.50	2434.18	2624.07	2546.79	2166.91	

ZONA	AÑO									
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
NORTE	1559.14	2076.22	1949.84	1758.23	1979.92	1552.86	775.57	1420.49	869.50	1026.41
CENTRO	388.20	316.77	400.31	405.73	328.49	341.08	226.13	200.61	156.80	203.10
SUR	128.99	127.29	124.15	151.80	134.10	168.56	86.80	126.88	87.76	102.69
TOTAL	2076.33	2520.28	2474.29	2315.76	2442.51	2062.49	1088.50	1747.98	1114.06	1332.20

Nota: Los pesos desembarcados están en toneladas.

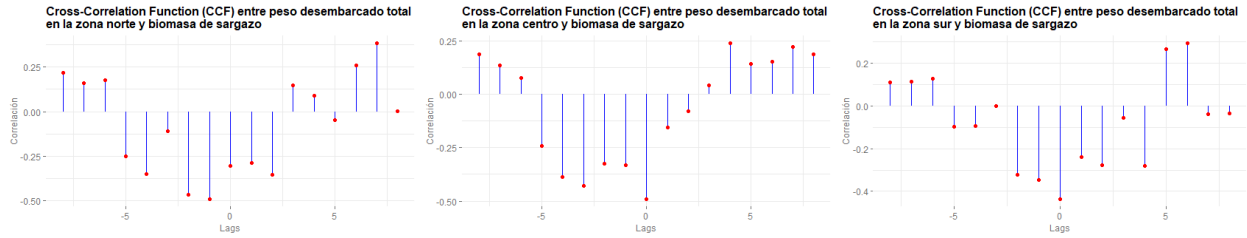
En el análisis de la pesca total en las zonas norte, centro y sur de Quintana Roo se observaron diferentes tendencias en el peso desembarcado (Anexo 3). En la zona norte, el modelo lineal indicó una disminución significativa en el peso desembarcado a lo largo de los años ( $R^2 = 0.37$ ,  $p < 0.001$ ), pasando de 1731.87 toneladas en 2005 a 1026.41 toneladas en 2023, lo que representa una reducción del 40.7%. En la zona sur, también se observó una tendencia descendente con mayor correlación temporal ( $R^2 = 0.53$ ,  $p < 0.001$ , registrando una disminución de 325.86 toneladas en 2005 a 102.69 toneladas en 2023, equivalente a una reducción del 68.5%. Por el contrario, en la zona centro no se identificó una tendencia significativa en el peso desembarcado a lo largo del tiempo ( $p > 0.05$ ).

No se encontraron correlaciones significativas entre la biomasa de sargazo y el peso desembarcado total en ninguna de las zonas: norte ( $p = 0.15$ ), centro ( $p = 0.12$ ) y sur ( $p = 0.16$ ), lo cual indica que no hay evidencia para afirmar que la abundancia de sargazo frente a Quintana Roo tiene un efecto directo cuantificable en la productividad pesquera en términos de peso desembarcado.

El análisis de correlaciones cruzadas sugiere patrones temporales distintos en la relación entre el peso desembarcado y la biomasa de sargazo (Figura 2). En la zona norte, se observó un posible desfase de un año, indicado por el lag -1, que mostró la relación más fuerte entre las variables. En cambio, en las zonas centro y sur, la relación más notable ocurre en el lag 0, lo que sugiere una respuesta inmediata.

**Figura 2**

*Correlación cruzada entre peso desembarcado y sargazo en las zonas estudiadas*

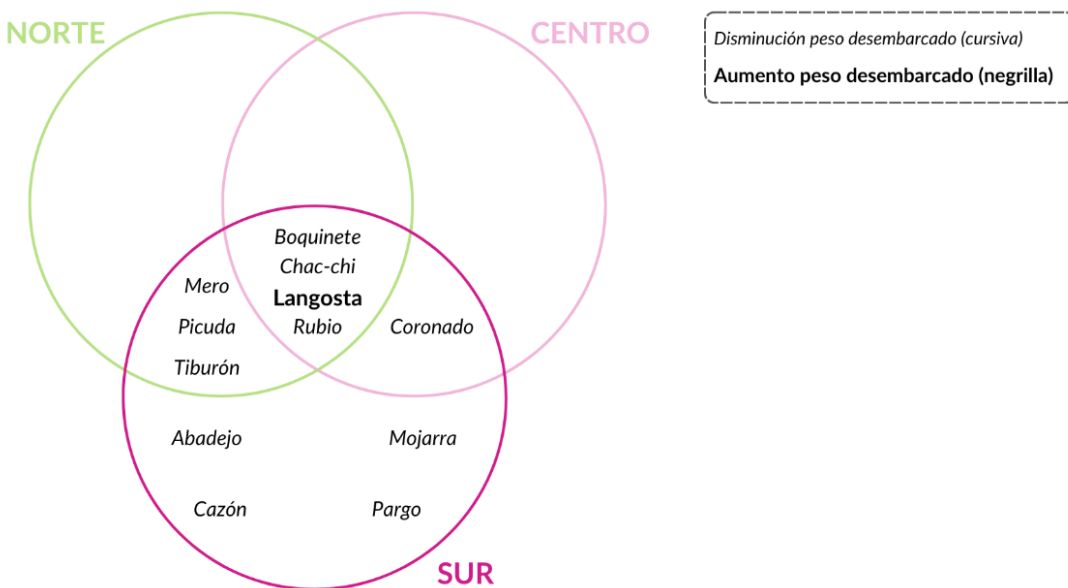


## 6.2 Tendencias temporales en las capturas de los recursos seleccionados y el efecto del sargazo

Las variaciones en los desembarques por recurso y por zona se presentan en el Anexo 4. La Figura 3 muestra un diagrama de Venn que resume las regresiones lineales entre el tiempo y los pesos desembarcados de los recursos con cambios estadísticamente significativos ( $p < 0.05$ ) (ver Anexo 5 para las regresiones de cada recurso). Se observa una tendencia general de disminución en las capturas a lo largo del tiempo. En la zona sur, los 12 recursos analizados mostraron disminuciones significativas, seguida de la zona norte con siete recursos y la zona centro con cinco recursos. De los recursos analizados, la langosta fue la única que mostró aumentos estadísticamente significativos en el peso desembarcado a lo largo del tiempo en las tres zonas.

**Figura 3**

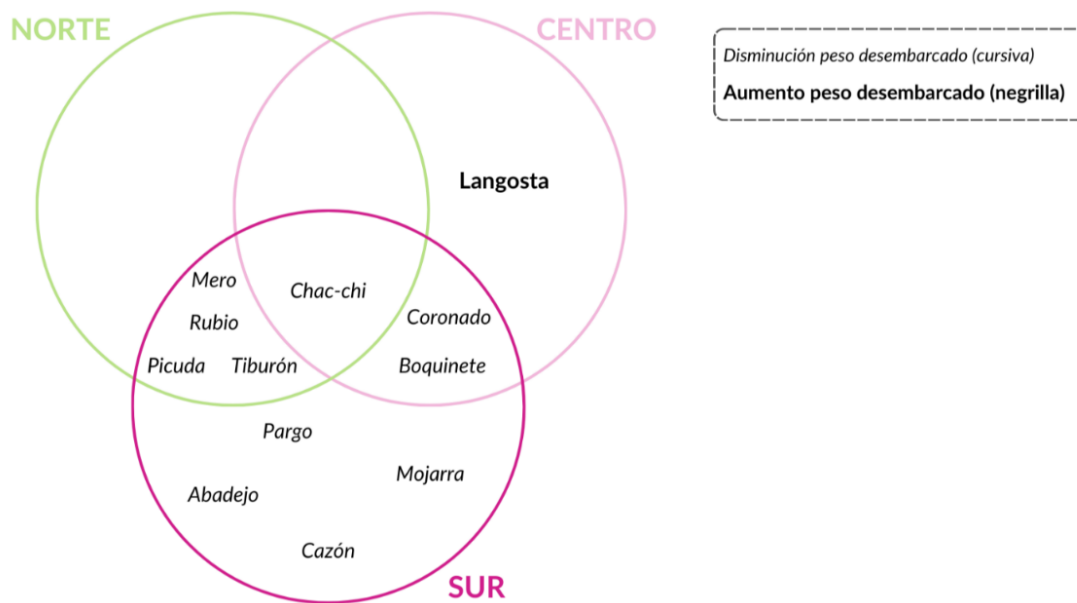
*Tendencias en los desembarques de los recursos pesqueros seleccionadas en las zonas de pesca de Quintana Roo, México (2005–2023)*



La Figura 4 presenta los resultados de la prueba de Mann-Whitney U, la cual evaluó diferencias significativas en los pesos desembarcados entre 2005-2013 (antes de la llegada masiva de sargazo) y 2014-2023 (después). La Figura se centra en los recursos con valor  $p < 0.05$ , indicando diferencias estadísticamente significativas (ver Anexo 6 para las gráficas detalladas de las pruebas). La mayoría de los recursos mostraron una disminución en los desembarques durante 2014-2023, especialmente en las zonas norte y sur. En la zona centro, la langosta fue el único recurso con un aumento significativo en la producción pesquera durante el período 2014-2023.

**Figura 4**

*Cambios significativos en los desembarques de los recursos pesqueros seleccionadas en Quintana Roo tras la llegada masiva de sargazo*



Para explorar las relaciones entre los desembarques pesqueros de los 12 recursos seleccionados y la biomasa de sargazo, se realizaron Análisis de Componentes Principales (PCA) (Anexo 7). En la zona norte, los resultados indicaron que la captura de la mayoría de los recursos seleccionados disminuyó conforme aumentó la biomasa de sargazo frente a Quintana Roo, con la excepción del cazón. Sin embargo, los análisis de regresión lineal revelaron una tendencia general de disminución en la captura de este recurso. Esto sugiere que, aunque el PCA señala una posible relación positiva entre el cazón y la biomasa de sargazo, dicha relación podría estar modulada por otros factores externos a los arribazones de sargazo que influyeron en la pesca durante el período analizado.

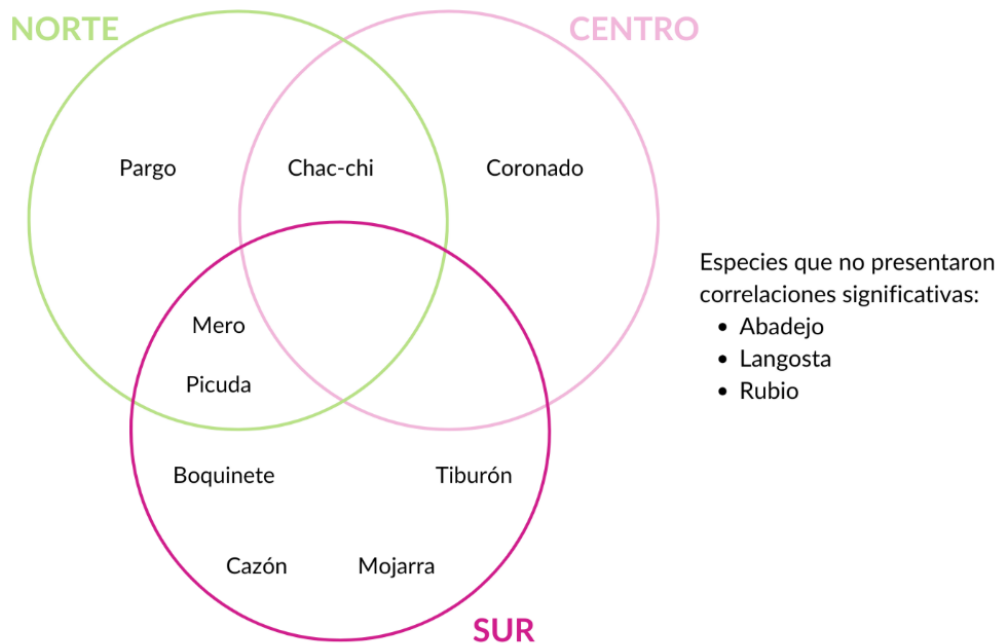


Los recursos con mayores reducciones en su captura en la zona norte fueron el pargo, el mero, el chac-chi y el boquinete, mientras que las más variables fueron el tiburón y la picuda. En la zona centro, las mayores disminuciones en las capturas ocurrieron en el pargo, el abadejo, el chac-chi y el mero. Por último, en la zona sur, se observaron las mayores reducciones en el boquinete, el cazón, la mojarra, el pargo y la picuda.

La Figura 5 presenta las correlaciones de Spearman entre la biomasa de sargazo y el peso desembarcado de los recursos con valor  $p < 0.05$ , indicando significancia estadística (ver Anexo 8 para las gráficas de correlación por recurso). Se registraron correlaciones negativas significativas para la pesca de pargo, chac-chi, mero y picuda en la zona norte; para el chac-chi y coronado en la zona centro; y para el mero, picuda, boquinete, cazón, mojarra y tiburón en la zona sur. El abadejo, la langosta y el rubio no mostraron correlaciones significativas con la biomasa de sargazo en ninguna de las tres zonas.

**Figura 5**

*Recursos con desembarques negativamente correlacionados con la biomasa de sargazo en las zonas de pesca de Quintana Roo, México*



### 6.3 Percepción del efecto del sargazo en las pesquerías de Quintana Roo

Los actores clave para el sector pesquero que fueron entrevistados reportaron diferentes percepciones y experiencias respecto al impacto del sargazo en las actividades pesqueras. Los

entrevistados identifican que el sargazo tiene, o podría tener, un impacto en estas actividades y la biodiversidad asociada, y reconocen que es necesario realizar estudios adicionales, particularmente sobre aspectos como composición, origen y distribución. Esto permitirá dirigir los esfuerzos hacia las áreas de mayor necesidad y caracterizar con precisión el impacto del sargazo en sectores como la pesca.

En el Anexo 9 se presenta la tabla de distribución de las respuestas codificadas de ambos grupos, así como una tabla de distribución de las respuestas codificadas de los pescadores según la zona de pesca. Los principales hallazgos sobre el impacto del sargazo en la pesca según las zonas son:

**Zona Norte:** Los pescadores experimentan dificultades para capturar peces debido al sargazo, que obstruye sus equipos y aumenta la necesidad de mantenimiento constante. Algunos pescadores han optado por buscar áreas menos afectadas o más profundas. Sin embargo, otros reportan no experimentar un impacto directo. Se destaca una preocupación por la falta de apoyo social y el costo elevado de combustible. Algunos pescadores mencionaron que el sargazo podría servir como refugio para especies pequeñas, lo que ha llevado a la modificación de algunas técnicas de pesca. Aunque se han implementado esfuerzos de limpieza en la costa, estos son insuficientes debido a la gran acumulación de sargazo.

**Zona Centro:** Los pescadores reportan una acumulación de sargazo más intensa en áreas con menor flujo de corrientes y afectaciones en actividades pesqueras, especialmente en zonas de pesca con menor infraestructura turística. El sargazo en descomposición disminuye la calidad del agua y afecta a la fauna marina, causando la migración de peces hacia áreas mejor oxigenadas. En el caso de la langosta, que es la pesquería principal en la zona, el mantenimiento de las jaulas en las que mantienen a las langostas vivas luego de su captura se dificulta y en ocasiones deben mover las jaulas a otros sitios con mejor calidad del agua, lo que incrementa los costos de combustible y el tiempo invertido. Los motores y otros equipos de pesca también se ven obstruidos. Para mitigar los costos, algunos pescadores han extendido sus campamentos de pesca y evitan áreas de alta concentración de sargazo.

**Zona Sur:** En esta región, los pescadores opinan que el sargazo beneficia la pesca al ofrecer un hábitat para larvas de langosta. No obstante, también se reportan afectaciones en los encierros de langosta y en la captura de peces escama debido a la descomposición del sargazo. Algunos

pescadores han optado por enterrar el sargazo en la arena como estrategia de manejo. En cuanto a los ingresos, algunos reportaron beneficios económicos por el aumento de capturas y el apoyo de programas de limpieza, mientras otros no percibieron cambios significativos.

## **7. Análisis y discusión de resultados**

### **7.1 Tendencias temporales de la pesca total por zona y efecto del sargazo**

Las reducciones significativas en los volúmenes de peso desembarcado en Quintana Roo evidencian una disminución continua de la biomasa pesquera en los últimos 19 años. El análisis reveló una marcada disminución de las capturas en las zonas norte y sur, mientras que la zona centro mostró mayor estabilidad, posiblemente debido a una menor presión pesquera (Essington et al., 2015; Goto, 2023; Ouled-Cheikh et al., 2022), menor demanda y una mayor regulación, favorecida por la presencia de áreas naturales protegidas (McCay & Jones, 2011; Tabi et al., 2022). Las tendencias decrecientes podrían atribuirse a una combinación de factores ambientales y socioeconómicos, como la sobrepesca, fluctuaciones climáticas y el deterioro de los ecosistemas marinos (Olivera-Espinosa et al., 2024; Powell & Xu, 2015; Teixeira et al., 2016; Watson et al., 2022). Estas diferencias entre zonas resaltan la importancia de considerar las particularidades locales en el análisis y manejo de las pesquerías.

La ausencia de correlación directa entre biomasa de sargazo y peso total desembarcado sugiere que el impacto del sargazo en los volúmenes de captura no es inmediato, al menos en el corto plazo. Así lo expresa un pescador sobre los efectos del sargazo:

*“Nosotros como pescadores lo vemos a largo plazo” (Pescador José Canto, Zona Centro).*

No obstante, podrían existir efectos indirectos que merecen ser evaluados, como alteraciones en las comunidades marinas, cambios en patrones migratorios y deterioro de hábitats críticos para la reproducción y crecimiento de especies de interés comercial (Chávez et al., 2020; Rodríguez-Martínez et al., 2019; van Tussenbroek et al., 2017).

La variabilidad en la respuesta temporal de las pesquerías al sargazo es un hallazgo relevante. La zona norte mostró un desfase de un año, lo que podría reflejar un proceso de adaptación en las prácticas pesqueras, como expresan algunos pescadores:

*“Toca ir buscando por otro lado o cambiar a otros sistemas como un tipo de palangre con red que tiene muchos anzuelos, de 200-400 anzuelos. Otros se van a pescar a más profundidad” (Pescador Filemón Flórez, Zona Norte).*

*“Tenemos que navegar muy afuera, a mar abierto” (Pescador Nicolas Valdez, Zona Norte).*

El desarrollo urbano y hotelero en la zona norte incrementa la demanda pesquera, promoviendo prácticas de sobreexplotación. Esto se refleja en las experiencias de los pescadores, quienes notan la desaparición de especies debido a la sobrepesca:

*“Pues hay especies que van desapareciendo, a veces afecta el sargazo y otras afecta la sobreexplotación. Aquí hay una especie que se daba de temporada que llamábamos el macabí; pescábamos toneladas, y pues, por la sobreexplotación y todo, ha ido escaseando” (Pescador Filemón Flórez, Zona Norte).*

Además, se reporta un incremento en la pesca ilegal (Segrado Pavón et al., 2013), lo cual podría contribuir a la reducción en los pesos desembarcados por los pescadores que cuentan con permisos de pesca.

Por otro lado, en las zonas centro y sur, los resultados sugieren una respuesta más inmediata de las pesquerías ante la presencia de sargazo (lag 0). Esto podría estar asociado con una mayor vulnerabilidad en estas áreas, donde los efectos del sargazo en los motores y equipos de pesca limitan el tiempo efectivo de pesca y obligan a los pescadores a desplazarse a zonas más alejadas de la costa. Sin embargo, es importante destacar que las correlaciones obtenidas no fueron suficientemente altas para establecer una relación estadísticamente significativa, lo que implica que otros factores externos podrían estar influyendo en estas dinámicas.

Lo anterior coincide con las dificultades expresadas por los pescadores entrevistados, quienes describieron los desafíos operativos que enfrentan en aguas invadidas por sargazo:

*“Pues realmente lo que afecta son parte de las actividades, porque a veces tenemos que estar buscando cómo meter nuestras embarcaciones a la zona” (Pescador José Canto, Zona Centro).*

*“Retrasa bastante porque nosotros sacamos la carnada en la orilla del mar. Sabemos las partes donde podemos sacar sardina para carnada, entonces, cuando el pescador llega, no logra distinguir la sardina en el sargazo. Nos causa mucho problema y mucho atraso” (Pescador Ramiro Pech, Zona Centro).*

*“El motor no puede desarrollarse porque el sargazo tapa una salida. Entonces, una vez que absorba el sargazo, pues ya el motor prácticamente se bloquea. Hay que parar” (Pescador Ramiro Pech, Zona Centro).*

*“El desplazamiento que hacemos para pescar cuando hay mucho sargazo no nos deja avanzar rápido” (Pescador Jaime Medina, Zona Sur).*

*“Cuando hay arribazones de sargazo tienen que mover sus encierros langosteros a profundidades un poco más alejadas de la costa, lo que les genera cierto gasto. Además, la incertidumbre de que, al estar en aguas más profundas, las corrientes más fuertes puedan romper los encierros langosteros y se escape el producto” (Biólogo Cristian Díaz, Director de Pesca y Acuicultura SEDARPE).*

Es importante considerar que las disminuciones en las pesquerías pueden estar influenciadas no solo por el sargazo, sino también por la sobrepesca y otros cambios ambientales que afectan ecosistemas clave como los arrecifes de coral y manglares, según comentaron los actores clave:

*“El lixiviado del sargazo mata y no permite que los mangles hagan fotosíntesis, secándose y muriéndose por falta de oxígeno adecuado para su crecimiento” (Pescador José Canto, Zona Centro).*

*La barrera arrecifal es un ecosistema con gran diversidad y productividad, en donde parte de los organismos son aprovechados por la actividad pesquera. Entonces, de forma indirecta, la pesca puede verse afectada por las afectaciones que sufran los arrecifes, que no es solo por el sargazo. (Investigador Euan Ávila, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional [CINVESTAV]).*

*“Si las manchas llegan al arrecife, pues obviamente que no va a matar, pero la gran mayoría se va, y después de que pase la oleada de esa agua descompuesta, vas al arrecife y no encuentras nada porque los pescados se fueron” (Pescador Esequiel Sánchez, Zona Centro).*

Las tendencias decrecientes en la pesca entre 2005 y 2023 subrayan la urgencia de implementar estrategias de manejo adaptativo, considerando que las comunidades pesqueras de Quintana Roo dependen principalmente de la pesca artesanal, por lo que una disminución en el peso desembarcado podría tener efectos adversos en la economía local y en la seguridad alimentaria, como sugieren Arce-Ibarra et al. (2023).

## **7.2 Tendencias temporales en las capturas de los recursos seleccionados y el efecto del sargazo**

Los análisis de regresión lineal muestran una reducción en las capturas pesqueras de 11 de los 12 recursos estudiados, siendo la zona sur la más afectada, seguida por las zonas norte y centro. Esta variación espacial en los pesos desembarcados puede atribuirse a factores locales como la intensidad pesquera, la pesca ilegal, la retención costera y las condiciones ambientales y oceanográficas (Naranjo Madrigal & Salas Márquez, 2014; Teixeira et al., 2016).

El único recurso que mostró un aumento significativo en el peso desembarcado a lo largo del tiempo en las tres zonas fue la langosta. Sin embargo, es poco probable que este incremento esté directamente relacionado con la llegada del sargazo, dado que estudios previos sobre fauna asociada al sargazo no han identificado larvas de langosta (Monroy-Velázquez et al., 2019). No obstante, se podría considerar que la alteración de la red trófica en las áreas invadidas por sargazo podría estar influyendo en la disponibilidad de alimento para este recurso, como se observó en el caso del erizo de mar por Cabanillas-Terán et al. (2019). Además, las percepciones de algunos pescadores sugieren que el sargazo podría actuar como un hábitat temporal que beneficia a diversas especies, incluida la langosta:

*“Cuánta vida marina trae el sargazo, porque tú agarras un manojo de sargazo y lo subes a la embarcación y lo sacudes, van a caer camarones, langostas, pescaditos, o sea, una diversidad de animales que vienen transportados por este sargazo” (Pescador Esequiel Sánchez, Zona Centro).*

*“Nosotros sacábamos conclusiones de que pues entre el sargazo y todo eso venía larva de langosta. Y esa langosta pues, aquí creo que si entró y fue que nos benefició” (Pescador Baltazar Hoil, Zona Sur).*

Los resultados no permiten establecer de forma concluyente una relación directa entre la disminución en las capturas pesqueras y el arribo de sargazo. No obstante, la mayor reducción de capturas registrada en la zona sur podría estar vinculada con su mayor exposición a la biomasa de sargazo en la costa de Quintana Roo (Chávez et al., 2020), lo cual podría generar condiciones desfavorables para la pesca debido a la reducción de oxígeno y alteraciones en el hábitat. En esta zona, se ha observado una mayor probabilidad de arribaciones cuando el sargazo se encuentra entre 20 y 100 km de la costa (Lara-Hernández et al., 2024).

La zona centro, entre Tulum y Puerto Morelos, también recibe cantidades significativas de sargazo, mientras que la zona norte registra menores volúmenes de arribo debido a la orientación costera, el efecto protector de la isla de Cozumel y la intensificación de la corriente de Yucatán (Chávez et al., 2020).

Los recursos seleccionados mostraron respuestas distintas en cuanto a capturas y abundancia de sargazo, sin encontrarse relaciones directas entre ambas variables. La prueba de Mann-Whitney U confirmó diferencias significativas en las capturas entre los períodos 2005-2013 y 2014-2023, correspondientes a los periodos antes y después de los arribos masivos de sargazo. Sin embargo, esta diferencia parece reflejar una disminución gradual y constante en las capturas a lo largo del tiempo, lo cual no implica necesariamente una relación directa con el arribo de sargazo.

El Análisis de Componentes Principales (PCA) reveló patrones específicos en la biomasa de sargazo y las capturas pesqueras por zona, destacando un impacto general negativo, aunque con variaciones significativas entre recursos y áreas geográficas. En la zona norte, la mayoría de las capturas disminuyen con el aumento de sargazo, excepto el cazón, lo que sugiere que su captura responde a factores adicionales. Al capturarse lejos de la costa, la acumulación de sargazo en áreas costeras y el deterioro en la calidad del agua no afectan las poblaciones de cazón. Estudios previos indican que el impacto del sargazo se concentra en aguas someras y costeras, con efectos limitados en especies pelágicas y de alta mar (Rodríguez-Martínez et al., 2019), lo cual respalda la hipótesis de que el cazón es menos afectado al pescarse mar adentro.

La dinámica poblacional y las capturas de cazón están influenciadas por factores ambientales como la profundidad, la distancia de la costa, la temperatura del fondo marino, la disponibilidad de presas y cambios en la productividad primaria (Haugen et al., 2017; Sagarese, Frisk, Cerrato, et al., 2014; Sagarese et al., 2014; Yatsu et al., 2008). La variabilidad en las capturas de tiburón y picuda sugiere que estas especies podrían estar influenciadas por fluctuaciones en la temperatura del agua o en la disponibilidad de presas, más allá de la presencia de sargazo. Estudios previos sugieren que factores como la temperatura y la disponibilidad de alimento influyen en la distribución de tiburones y picudas (Gaube et al., 2018; Tickler et al., 2017; Wirsing et al., 2007).

En la zona centro, las capturas de pargo, abadejo y chac-chi muestran una reducción notable con el incremento de sargazo, lo que podría relacionarse con el deterioro en la calidad del agua en zonas arrecifales y pastizales marinos (McClenachan, 2009; Nuraini et al., 2007). Por otro lado, el tiburón parece mostrar menor sensibilidad al sargazo, posiblemente debido a su movilidad que le permite evitar áreas afectadas (Mumby et al., 2012; Tickler et al., 2017).

En la zona sur se observan relaciones negativas más marcadas entre la presencia de sargazo y los desembarques de una mayor variedad de recursos pesqueros, como el boquinete, el cazón, la mojarra y el pargo. Por otro lado, los desembarques de langosta muestran un incremento, posiblemente asociado con la adaptación de las comunidades pesqueras, que han extendido la instalación de casitas cubanas hacia áreas menos expuestas al sargazo.

La mayoría de las correlaciones indican una disminución en los pesos de desembarque pesquero, coincidiendo con estudios previos que documentan efectos negativos en la pesca y en las comunidades costeras, como la reducción en la captura y el esfuerzo pesquero, lo que resulta en pérdida de ingresos y fuentes de sustento (Sowah et al., 2022). Estas afectaciones se atribuyen a factores como el estrés ambiental y la sobrepesca impulsada por una mayor demanda de consumo. La disminución sostenida en las pesquerías entre 2005 y 2023 sugiere que factores diferentes al arribo de sargazo contribuyen a esta tendencia. Sin embargo, para las especies que se capturan cerca de la costa, el deterioro en la calidad del agua provocado por la descomposición del sargazo y la pérdida de ecosistemas costeros podría tener un rol importante (Rodríguez-Martínez et al., 2019).

En la zona norte, las capturas de pargo, chac-chi, mero y picuda mostraron correlaciones significativas, lo que refuerza la idea de que estos recursos son vulnerables a los cambios ambientales provocados por los arribazones. El impacto negativo puede explicarse por su influencia en los hábitats costeros donde estas especies suelen alimentarse o reproducirse, alterando la disponibilidad de recursos y aumentando el estrés ambiental (Gokturk et al., 2022; Nuraini et al., 2007). Además, estos peces dependen de hábitats estables en áreas de arrecifes y pastizales marinos para su protección y alimentación, lo que los hace sensibles a cambios en el ambiente (Farmer & Ault, 2011).

La zona centro presentó menos correlaciones significativas, afectando principalmente a las especies de chac-chi y coronado. La menor cantidad de correlaciones negativas podría indicar



que los impactos ambientales del sargazo en esta región son menos intensos, posiblemente debido a una mayor hidrodinámica costera (Putman et al., 2018) que mitiga el deterioro de la calidad del agua, permitiendo que algunas especies mantengan su dinámica de capturas sin variaciones significativas.

La zona sur registró el mayor número de correlaciones negativas, afectando a recursos como mero, picuda, boquinete, cazón y mojarra. Las floraciones de macroalgas pueden reducir la abundancia marina y riqueza de especies marinas, aunque sus efectos varían según el tipo de alga y el hábitat afectado (Lyons et al., 2014). La acumulación persistente de sargazo en esta área podría limitar la movilidad y reproducción de estos recursos, lo cual explicaría la fuerte relación negativa observada. En la zona sur, la pesca se lleva a cabo principalmente en bahías donde la acumulación de sargazo es más intensa, incrementando el deterioro de la calidad del agua (Rodríguez-Martínez et al., 2022). El impacto del sargazo en las pesquerías de la zona requiere de estudios dirigidos a las especies relevantes y de la calidad del agua.

Es importante destacar que las capturas de abadejo, langosta y rubio no mostraron correlaciones significativas en ninguna zona, lo que sugiere menor sensibilidad al sargazo o mayor influencia de otros factores ecológicos. Monroy-Velázquez et al. (2019) señalan que la remoción del sargazo podría no afectar significativamente a poblaciones de macrofauna móvil como la langosta.

Para comprender mejor los factores que afectan a las pesquerías, se requieren estudios más detallados que evalúen la calidad del agua y la biomasa de sargazo en cada zona, centrados en recursos seleccionados.

### **7.3 Percepción de los actores clave sobre la influencia del sargazo en la actividad pesquera**

Los efectos de la acumulación de sargazo en las actividades pesqueras de las zonas norte, centro y sur muestran un panorama de impacto heterogéneo, en el cual algunos pescadores han adoptado estrategias de adaptación diversificadas para mitigar los efectos negativos y, en algunos casos, aprovechar oportunidades. Los resultados sugieren que el sargazo afecta los ecosistemas, las prácticas de pesca y la economía de las comunidades pesqueras, variando según la ubicación geográfica y las condiciones ambientales específicas. La distribución y acumulación del sargazo en la costa de Quintana Roo dependen principalmente de la interacción entre corrientes

oceánicas, vientos y la geografía costera (Rodríguez-Martínez et al., 2022). En áreas caracterizadas por condiciones de alta energía, como fuertes vientos y oleaje intenso, se observa una menor tendencia a la acumulación de esta macroalga (Uribe-Martínez et al., 2022). Además, la variabilidad en la biomasa del sargazo desempeña un papel importante en los patrones de acumulación costera (Payne et al., 2024). Comprender estas variaciones es esencial para gestionar los impactos de los arribazones de sargazo, como subrayaron los expertos al destacar la importancia de caracterizar el tipo de sargazo que llega a Quintana Roo mediante más estudios.

En la zona norte, algunos de los pescadores reportaron que el sargazo obstaculiza la pesca con redes y líneas, lo que coincide con lo documentado por Solarin et al. (2014). La presencia masiva de sargazo no solo requiere un mayor esfuerzo en limpieza, sino que también obliga a ciertos pescadores a modificar sus áreas de pesca o trasladarse a aguas más profundas. Sin embargo, existen diferencias en la percepción del impacto: mientras algunos pescadores señalaron afectaciones en sus labores diarias, otros no experimentaron cambios notables en sus actividades. Este hallazgo sugiere que factores específicos de cada grupo y del lugar donde desarrollan sus actividades, como el tipo de pesca y el nivel de interacción con el sargazo, condicionan la experiencia de cada pescador frente al fenómeno.

En la zona centro, los resultados indican un mayor impacto en ciertas áreas (p.ej., Punta Allen), donde el sargazo afecta no solo las capturas, sino también la calidad del agua y la temperatura, alterando la disponibilidad de especies, como señalaron algunos entrevistados. La descomposición del sargazo y sus lixiviados provocan la migración de peces hacia zonas con mejores condiciones de oxigenación, disminuyendo las capturas en las áreas de pesca habituales. Los peces pueden evitar la hipoxia, pero presentan respuestas comportamentales diversas ante esta situación, las cuales están relacionadas con su actividad natatoria (Domenici et al., 2013). Estos efectos ambientales representan desafíos económicos para los pescadores, quienes deben invertir más en desplazamientos o adoptar técnicas alternativas para mantener sus ingresos.

En la zona sur, algunos pescadores reportaron beneficios del sargazo, ya que este sirve de refugio para larvas de langosta, favoreciendo la captura del recurso. Sin embargo, esta información requiere verificación, ya que las larvas de langosta migran rápidamente hacia la costa y luego se establecen en el fondo marino. Además, estudios científicos sobre fauna móvil asociada al sargazo pelágico no han reportado la presencia de larvas de langosta (Monroy-Velázquez et al.,

2019). De forma similar, otras investigaciones han señalado que el sargazo puede actuar como hábitat de crianza para diversas especies de peces juveniles (Casazza & Ross, 2008). Arce-Ibarra et al. (2023) reportaron que la captura de langosta mediante buceo no se ve afectada cuando hay presencia de sargazo. Sin embargo, otros pescadores enfrentaron problemas debido a su descomposición en los encierros langosteros, lo que provoca mortalidad en las capturas, como también reportaron Arce-Ibarra et al. (2023). Según Rodríguez-Martínez et al. (2019), las condiciones hipóxicas y químicas resultantes causan mortalidad en la fauna marina en áreas cercanas a la costa. La variabilidad en las afectaciones económicas también es notable en esta región, donde algunos pescadores han visto incrementos en sus ingresos debido a capturas adicionales o a programas de apoyo para la limpieza, mientras que otros no han percibido cambios significativos.

### **7.3.1 Estrategias de adaptación y respuesta comunitaria**

Las estrategias de adaptación implementadas por los pescadores varían según la zona y los recursos disponibles. En la zona norte, los pescadores tienden a desplazarse hacia áreas menos afectadas o hacia aguas más profundas. En la zona centro, han optado por extender la duración de sus campamentos para reducir costos operativos. En la zona sur, algunos pescadores han adoptado prácticas como enterrar el sargazo en la arena, lo cual, además de mitigar la erosión de las playas, ayuda a minimizar las obstrucciones en la costa. Sin embargo, el acceso limitado a recursos restringe la efectividad de las estrategias de manejo del sargazo, especialmente en áreas con menor desarrollo turístico, donde la intervención estatal o privada es menos frecuente.

### **7.3.2 Consideraciones ecológicas y de sostenibilidad**

Algunos pescadores y expertos destacaron la función ecológica potencial del sargazo, señalando que su presencia podría actuar como refugio natural para especies de menor tamaño. Esta observación resalta la necesidad de adoptar un enfoque integral que contemple tanto los efectos negativos del sargazo en las actividades pesqueras como sus posibles aportes a la biodiversidad marina. Por consiguiente, los planes de manejo deben considerar estos aspectos para diseñar intervenciones que minimicen los impactos en la pesca sin comprometer los beneficios ecológicos del sargazo. La propuesta de Ofori y Rouleau (2021), que sugiere la remoción parcial y controlada de la biomasa en altamar, es un ejemplo de esta estrategia. Esta medida es adecuada en altamar, mientras que cerca de la costa sería ideal remover el sargazo de la playa y orilla del

mar para evitar su acumulación, descomposición y el consiguiente deterioro de las aguas costeras.

### **7.3.3 Implicaciones socioeconómicas y necesidad de apoyo institucional**

La vulnerabilidad económica de las comunidades pesqueras podría intensificarse con la proliferación masiva de sargazo, dado que su principal fuente de ingresos depende directamente de la actividad pesquera. Esta situación se agudiza por la ausencia de mecanismos de protección social y el aumento en los costos operativos, especialmente en el gasto de combustible. Sin embargo, el sargazo podría ofrecer una oportunidad para los pescadores, ya que tiene un uso potencial como fuente de combustible (Milledge & Harvey, 2016), fertilizante, material de construcción y en la obtención de sustancias para la industria farmacéutica, entre otros. A pesar de estas posibilidades, la ausencia de programas de asistencia y de herramientas adecuadas para gestionar el sargazo incrementa la incertidumbre económica de estas comunidades.

La participación limitada del Estado en la recolección y manejo del sargazo, especialmente en áreas con menor desarrollo turístico, subraya la necesidad de políticas integrales que promuevan la sostenibilidad de la pesca y el bienestar económico de las comunidades afectadas. Además, los entrevistados señalaron que la predominancia del sector turístico en Quintana Roo influye significativamente en la toma de decisiones en la región.

### **7.4 Limitaciones del estudio**

Las limitaciones de este estudio se deben principalmente a la calidad de los datos utilizados, ya que las bases de datos de desembarques reconocen errores de origen y contienen información limitada y poco detallada. Esto se suma a la falta de registros detallados de pesca, tanto para embarcaciones como para cooperativas, que ya ha sido identificada como una limitación significativa en investigaciones previas sobre pesquerías en Quintana Roo (Ceballos Povedano et al., 2011). Aunque el análisis de los desembarques representa un punto de partida importante para la evaluación pesquera, Huntington et al. (2015) destacan que estos datos presentan inconsistencias y requieren información adicional sobre las especies capturadas.

Una limitación importante fue el uso de datos agregados sobre el peso total desembarcado por zona, que podrían no capturar completamente las fluctuaciones en la abundancia de recursos clave, lo cual podría haber influido en la ausencia de correlaciones significativas entre el sargazo

y las capturas totales por zona. Además, la información de biomasa disponible cubre el área marina frente al estado de Quintana Roo, sin especificar los volúmenes de arribo de sargazo por zonas, lo cual limita la precisión de los análisis estadísticos. Por tanto, el uso de herramientas de información geográfica y análisis geoespaciales puede contribuir significativamente a mejorar la precisión de este tipo de estudios.

Es importante también considerar que las tendencias en las capturas pueden estar influenciadas por factores adicionales al sargazo como el cambio climático, eventos climáticos extremos, deterioro de ecosistemas, contaminación marina y sobrepesca. A pesar de la extensa literatura sobre el sargazo, existen pocos estudios que analicen específicamente su impacto en las pesquerías, lo cual reduce las oportunidades para contextualizar los resultados obtenidos en investigaciones previas.

## **8. Conclusiones**

Los análisis de los pesos desembarcados indican una disminución en el rendimiento pesquero considerable entre 2005 y 2023, con una reducción de 40.32% en el estado de Quintana Roo, sin embargo, esta disminución no puede atribuirse exclusivamente al arribo de sargazo, ya que otros factores como el cambio en la temperatura del mar, la contaminación, el aumento en la demanda, la sobrepesca y la pesca furtiva también desempeñan un papel significativo en esta tendencia. Por tanto, futuras investigaciones que evalúen la contribución de estos factores en la actividad pesquera ayudarían a precisar su impacto relativo y a reducir las incertidumbres en torno a los efectos del sargazo.

Aunque los análisis cuantitativos y cualitativos sugieren una relación entre el sargazo y la pesca, los resultados son complejos y varían según los recursos pesqueros y las zonas estudiadas. En la zona norte, algunos recursos muestran una correlación aparente con el sargazo, sin embargo, esto podría estar relacionado con factores externos que contribuyen tanto al aumento del sargazo como a la disminución de los recursos pesqueros, dado que la correlación no implica causalidad. A pesar de estas variaciones, fue notable la prevalencia de la captura de langosta en las tres áreas estudiadas, reafirmando su importancia como una de las principales especies comerciales de Quintana Roo.

El mayor efecto del sargazo en la pesca parece estar más relacionado con la actividad en sí misma, debido a los daños a motores y redes, así como a los mayores costos y tiempos de desplazamiento hacia nuevas áreas pesqueras. Las percepciones de los actores clave revelan que el efecto percibido del sargazo depende tanto de las prácticas pesqueras como de la región donde se desarrollan las actividades. Investigar estas percepciones a través de datos in situ permitiría obtener estimaciones más precisas sobre el estado de las poblaciones de especies comerciales y comprender mejor las dinámicas específicas de cada zona en relación con el sargazo.

Dado que el arribo de sargazo es un evento temporal cuya predicción está en constante mejora, es crucial continuar con investigaciones que cuantifiquen la cantidad de sargazo que llega a las costas de Quintana Roo, así como su variación espacial y temporal. Como indicaron los entrevistados, una mejor comprensión de las características y patrones del sargazo permitirá identificar sus impactos en sectores como la pesca, y explorar su potencial como recurso pesquero y su aprovechamiento sostenible.

Finalmente, este estudio puede ser de utilidad para países como Colombia, donde la presencia de sargazo pelágico en zonas costeras, como las Islas de San Andrés y Providencia, aún no representa un problema de la magnitud observada en México. Dado que pocos estudios abordan esta temática en Colombia, los hallazgos de esta investigación podrían servir de referencia para futuras investigaciones sobre el impacto del sargazo en las pesquerías colombianas.

## **Agradecimientos**

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que me acompañaron y apoyaron durante el proceso de realización de este trabajo de grado, ya que cada uno contribuyó de manera invaluable a su desarrollo y a mi crecimiento personal y académico.

A mis tutores de trabajo de grado, la Dra. Ángela Margarita Moncaleano Niño, el Dr. Andrés Eduardo Torres Abello y la MSc. Rosa Elisa Rodríguez Martínez, les agradezco profundamente por orientarme a lo largo de este proyecto. Sus instrucciones, así como sus distintas perspectivas y experiencias, me brindaron múltiples enseñanzas que enriquecieron cada etapa del estudio.

A mis padres, quienes me brindaron su constante apoyo y amor, siendo mi motivación y sostén, especialmente en los momentos de mayor dificultad.

A mi prometido, Spencer Graham, quien me acompañó durante largas horas de estudio, compartiendo conmigo no solo los desafíos, sino también cada pequeño logro. Su presencia y apoyo incondicional fueron una fuente fundamental de fortaleza y alegría.

A Dios, por acercarme más a Él y brindarme tranquilidad en las últimas fases de este estudio.

Al Dr. Chuanmin Hu del Laboratorio de Oceanografía Óptica de la Universidad del Sur de Florida, quien amablemente proporcionó los datos de biomasa de sargazo frente a Quintana Roo, datos esenciales para el análisis de este trabajo.

A la Dra. Leticia Durand y al MC Omar Rivera, por permitirme utilizar su cuestionario sobre el impacto del sargazo en la pesca como referencia para el diseño de las entrevistas en mi estudio.

A los profesores de la Facultad de Estudios Ambientales y Rurales de la Universidad Javeriana, especialmente a la Dra. Victoria Guáqueta, al Dr. Camilo Correa y al Dr. Humberto Rojas, quienes me brindaron su conocimiento experto en diversas áreas, enriqueciendo la comprensión de los temas abordados.

A los presidentes e integrantes de cooperativas pesqueras de Quintana Roo, quienes me permitieron conocer un poco más su realidad y me ayudaron a ampliar mi perspectiva sobre la pesca y sus posibles desafíos frente al fenómeno del sargazo. Su apertura y colaboración fueron fundamentales para el desarrollo de este trabajo. Mi más sincero agradecimiento a los señores Esequiel Sánchez, Ramiro Pech Balam, José Ángel Canto Noh, Baltazar Gómez Catzin, Jaime

Medina Alavez, Baltazar Hoil Santos, Nicolás Valdez, Filemón Flórez y Alfonso Hernández, quienes fueron fundamentales para el desarrollo de este trabajo.

Al Dr. Jorge Iván Euan Ávila del CINVESTAV y al Dr. Alvin Noé Suárez Castillo del IMIPAS, quienes compartieron su experiencia en proyectos sobre sargazo y su perspectiva sobre este fenómeno, aportando conocimiento valioso y enriqueciéndome en el tema de estudio.

A la Dra. Silvia Salas Márquez del CINVESTAV, quien, a pesar de no poder ser entrevistada directamente, me facilitó contactos clave para la realización de entrevistas esenciales en este estudio. Su disposición fue de gran ayuda para mi investigación.

A la Dra. Minerva Arce Ibarra, por compartir su reporte sobre el impacto del sargazo, lo cual sirvió como base para mi análisis y fortaleció el contenido de este trabajo.

Finalmente, a mis amigos y compañeros, tanto de la carrera como de otros espacios, incluyendo el grupo de salsa, quienes me ofrecieron apoyo, risas y momentos de distracción a lo largo de este proceso. Sus palabras de aliento y compañía hicieron que este camino fuera más llevadero.

A todos ustedes, gracias por ser parte de este logro.



## Referencias

- Alleyne, K. S. T., Small, M., Corbin, M., Vallès, H., & Oxenford, H. A. (2023). Free-swimming fauna associated with influxes of pelagic sargassum: Implications for management and harvesting. *Frontiers in Marine Science*, 10. <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1090742>
- Arce-Ibarra, A. M., & Charles, A. (2008a). Non-management of Natural Resources: The Case of Inland Fisheries in the Mayan Zone, Quintana Roo, México. *Human Ecology*, 36(6), 853–860. <https://doi.org/10.1007/s10745-008-9201-6>
- Arce-Ibarra, A. M., & Charles, A. T. (2008b). Inland fisheries of the Mayan Zone in Quintana Roo, Mexico: Using a combined approach to fishery assessment for data-sparse fisheries. *Fisheries Research*, 91(2), 151–159. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2007.11.015>
- Arce-Ibarra, A. M., García, M., Hernández-López, S. K., Chan, L., Cervantes-Martínez, A., Cortés-Gómez, C., Gutiérrez-Aguirre, M., & Perez, A. (2023). *Socio-environmental analysis of the impact of the massive arrival of Sargassum off the coasts of Mexico and Belize* (p. 55).
- Bartlett, D., & Elmer, F. (2021). The Impact of Sargassum Inundations on the Turks and Caicos Islands. *Phycology*, 1(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/phycolgy1020007>
- Belattmania, Z., Chaouti, A., Reani, A., Engelen, A. H., Machado, M., Serrão, E. A., & Sabour, B. (2018). The introduction of *Sargassum muticum* modifies epifaunal patterns in a Moroccan seagrass meadow. *Marine Ecology*, 39(3), e12507. <https://doi.org/10.1111/maec.12507>
- Blanco-Parra, M.-D.-P., Niño Torres, C., Ramirez-González, A., & Sosa-Cordero, F. (2016). Tendencia histórica de la pesquería de elasmobranquios en el estado de Quintana Roo, México. *Ciencia Pesquera*, 26, 125–137.
- Bosch, N. E., Pessarrodona, A., Filbee-Dexter, K., Tuya, F., Mulders, Y., Bell, S., Langlois, T., & Wernberg, T. (2022). Habitat configurations shape the trophic and energetic dynamics of reef fishes in a tropical–temperate transition zone: Implications under a warming future. *Oecologia*, 200(3–4), 455–470. <https://doi.org/10.1007/s00442-022-05278-6>
- Caballero Chávez, V., & Morales Martínez, R. G. (2021). *Pesquería de escama marina en el estado de Campeche*. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura [INAPESCA]. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/736027/Pesca\\_escama\\_Campeche\\_I.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/736027/Pesca_escama_Campeche_I.pdf)
- Caballero Pinzón, P. I. (2002). Artes de pesca empleadas en la Bahía de Chetumal del estado de Quintana Roo, México. En *Contribuciones de la ciencia al manejo costero integrado de la Bahía de Chetumal y su área de influencia* (pp. 75–84).
- Cabanillas-Terán, N., Hernández-Arana, H. A., Ruiz-Zárate, M.-Á., Vega-Zepeda, A., & Sanchez-Gonzalez, A. (2019). Sargassum blooms in the Caribbean alter the trophic structure of the sea urchin *Diadema antillarum*. *PeerJ*, 7, e7589. <https://doi.org/10.7717/peerj.7589>
- Carriquiriborde-Harispe, L., Agullar-Perera, A., & Campos-Cámara, B. (1999). *La situación actual y perspectivas de desarrollo pesquero en la costa sur de Quintana Roo, México*. 239–252. <http://hdl.handle.net/1834/28764>
- Casazza, T. L., & Ross, S. (2008). Fishes associated with pelagic Sargassum and open water lacking Sargassum in the Gulf Stream off North Carolina. *Fishery Bulletin*. [https://www.semanticscholar.org/paper/Fishes-associated-with-pelagic-Sargassum-and-open-Casazza-Ross/b4dd473e2956ca67ddc52d601b5bfcdf1b18cc4f?utm\\_source=consensus](https://www.semanticscholar.org/paper/Fishes-associated-with-pelagic-Sargassum-and-open-Casazza-Ross/b4dd473e2956ca67ddc52d601b5bfcdf1b18cc4f?utm_source=consensus)
- Ceballos Povedano, R., Basurto Origel, M., & Castillo Galeana, A. (2011). RENTABILIDAD COOPERATIVISTA: LA PESCA EN EL CARIBE MEXICANO. *Revista Internacional Administración & Finanzas*, 4(3), 35–49.
- Chávez, V., Uribe-Martínez, A., Cuevas, E., Rodríguez-Martínez, R. E., van Tussenbroek, B. I., Francisco, V., Estévez, M., Celis, L. B., Monroy-Velázquez, L. V., Leal-Bautista, R., Álvarez-Filip, L., García-Sánchez, M., Masia, L., & Silva, R. (2020). Massive Influx of Pelagic Sargassum spp. on the Coasts of the Mexican Caribbean 2014–2020: Challenges and Opportunities. *Water*, 12(10), Article 10. <https://doi.org/10.3390/w12102908>
- Chávez, V., Uribe-Martínez, A., Cuevas, E., Tussenbroek, B. I. van, & Silva, R. (2022). DYNAMICS AND MANAGEMENT OF PELAGIC SARGASSUM SPP. IN THE MEXICAN CARIBBEAN. *Coastal Engineering Proceedings*, 37, Article 37. <https://doi.org/10.9753/icce.v37.management.25>
- Comisión Intersecretarial para el Manejo Sustentable de Mares y Costas [CIMARES]. (2018). *Características generales de las zonas marinas y costeras de México*. [https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/compendio\\_2021/dgeiawf.semarnat.gob.mx\\_8080/approot/dgeia\\_mce/html/RECUADROS\\_INT\\_GLOS/D3\\_MARES/D3\\_R\\_MARES01\\_01.html](https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/compendio_2021/dgeiawf.semarnat.gob.mx_8080/approot/dgeia_mce/html/RECUADROS_INT_GLOS/D3_MARES/D3_R_MARES01_01.html)
- Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca [CONAPESCA]. (2023). *Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca 2023*.

- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas [CONANP]. (s/f). *Caribe Mexicano*. Gobierno de México. Recuperado el 24 de septiembre de 2024, de <https://descubreanp.conanp.gob.mx/es/conanp/ANP?suri=26>
- Corbin, M., & Oxenford, H. A. (2023). Assessing growth of pelagic sargassum in the Tropical Atlantic. *Aquatic Botany*, 187, 103654. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2023.103654>
- Coronado Castro, E., & Espinoza Tenorio, A. (2022). Importancia bio-socioeconómica de la pesca artesanal. *La Jornada del campo*, 176, 20.
- Cortés-Gómez, C., Cervantes-Martínez, A., Enseñat-Soberanis, F., & Gutiérrez-Aguirre, M. A. (2022). De la economía lineal al manejo circular: Análisis de una propuesta para cooperativas turístico-pesqueras | Sociedad y Ambiente. *Sociedad y Ambiente*, 25, 1–30. <https://doi.org/10.31840/sya.vi25.2589>
- Coston-Clements, L., Settle, L. R., Hoss, D. E., & Cross, F. A. (1991). *Utilization of the Sargassum Habitat by Marine Invertebrates and Vertebrates, a Review* (Vol. 296). U.S. Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, National Marine Fisheries Service, Southeast Fisheries Science Center, Beaufort Laboratory.
- Dávalos Navarro, T., & Caballero Vázquez, J. A. (2019). Ecología y Conectividad de los Peces en Ecosistemas Costeros del Caribe Mexicano. En *Tópicos de Agenda para la Sostenibilidad de Costas y Mares Mexicanos* (pp. 41–52).
- Díaz-Ruiz, S., Aguirre-León, A., & Gazca-Castro, M. (2019). Biodiversidad de los Peces en el Sistema Arrecifal Mesoamericano, Caribe Mexicano. En *Tópicos de Agenda para la Sostenibilidad de Costas y Mares Mexicanos* (pp. 117–129). [https://www.researchgate.net/profile/Jose-Caballero-Vazquez/publication/337682430\\_Ecologia\\_y\\_Conectividad\\_de\\_los\\_Peces\\_en\\_Ecosistemas\\_Costeros\\_del\\_Caribe\\_Mexicano/links/5de568ada6fdcc2837005bc3/Ecologia-y-Conectividad-de-los-Peces-en-Ecosistemas-Costeros-del-Caribe-Mexicano.pdf#page=133](https://www.researchgate.net/profile/Jose-Caballero-Vazquez/publication/337682430_Ecologia_y_Conectividad_de_los_Peces_en_Ecosistemas_Costeros_del_Caribe_Mexicano/links/5de568ada6fdcc2837005bc3/Ecologia-y-Conectividad-de-los-Peces-en-Ecosistemas-Costeros-del-Caribe-Mexicano.pdf#page=133)
- Domenici, P., Herbert, N. A., Lefrançois, C., Steffensen, J. F., & McKenzie, D. J. (2013). The Effect of Hypoxia on Fish Swimming Performance and Behaviour. En A. P. Palstra & J. V. Planas (Eds.), *Swimming Physiology of Fish: Towards Using Exercise to Farm a Fit Fish in Sustainable Aquaculture* (pp. 129–159). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-31049-2\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-642-31049-2_6)
- Durand, L., Sundberg, J., & Rodríguez-Martínez, R. E. (2024). Seaweed blooms in paradise: Ecological reflexivity, governance and the *Sargassum* crisis in the Mexican Caribbean. *Ocean and Coastal Research*, 72, e24014. <https://doi.org/10.1590/2675-2824072.23089>
- Essington, T. E., Moriarty, P. E., Froehlich, H. E., Hodgson, E. E., Koehn, L. E., Oken, K. L., Siple, M. C., & Stawitz, C. C. (2015). Fishing amplifies forage fish population collapses. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(21), 6648–6652. <https://doi.org/10.1073/pnas.1422020112>
- Farmer, N. A., & Ault, J. S. (2011). Grouper and snapper movements and habitat use in Dry Tortugas, Florida. *Marine Ecology Progress Series*, 433, 169–184. <https://doi.org/10.3354/meps09198>
- Figueroa-Zavala, B., Correa-Sandoval, J., Ruiz-Zárate, M.-A., Weissenberger, H., & González-Solís, D. (2015). Environmental and socioeconomic assessment of a poorly known coastal section in the southern Mexican Caribbean. *Ocean & Coastal Management*, 110, 25–37. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2015.02.010>
- Franks, J. S., Johnson, D. R., & Ko, D. S. (2016). Pelagic Sargassum in the Tropical North Atlantic. *Gulf and Caribbean Research*, 27(1), SC6–SC11. <https://doi.org/10.18785/gcr.2701.08>
- Galindo, R. G. (2021). *Enabling Sustainable Small-Scale Fisheries in Yucatan and Quintana Roo to Thrive Through Innovative Ocean Governance: Legal Framework Analysis (Spanish)*. Laboratorio Nacional de Ciencias de la Sostenibilidad y Environmental Law Institute. <https://www.eli.org/sites/default/files/files-pdf/Proyecto%20Tinker%20-%20Componente%20Tecnico.pdf>
- García-Sánchez, M., Graham, C., Vera, E., Escalante-Mancera, E., Álvarez-Filip, L., & van Tussenbroek, B. I. (2020). Temporal changes in the composition and biomass of beached pelagic *Sargassum* species in the Mexican Caribbean. *Aquatic Botany*, 167, 103275. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2020.103275>
- Gaube, P., Braun, C. D., Lawson, G. L., McGillicuddy, D. J., Penna, A. D., Skomal, G. B., Fischer, C., & Thorrold, S. R. (2018). Mesoscale eddies influence the movements of mature female white sharks in the Gulf Stream and Sargasso Sea. *Scientific Reports*, 8(1), 7363. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-25565-8>
- Gobierno de México. (s/f). *Quintana Roo: Economía, empleo, equidad, calidad de vida, educación, salud y seguridad pública*. Data México. Recuperado el 15 de marzo de 2024, de <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/quintana-roo-qr>
- Gokturk, E. N., Bartlett, B. S., Erisman, B., Heyman, W., & Asch, R. G. (2022). Loss of suitable ocean habitat and phenological shifts among grouper and snapper spawning aggregations in the Greater Caribbean under climate change. *Marine Ecology Progress Series*, 699, 91–115. <https://doi.org/10.3354/meps14165>

- Gomez Dzib, M. A. (2016). Análisis bioeconómico de la pesquería de langosta y escama de la cooperativa “José María Azcorra” en la comunidad de Punta Herrero, Quintana Roo [Tesis de licenciatura]. *Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo*. <https://risisbi.uqroo.mx/handle/20.500.12249/1815>
- Goto, D. (2023). *Transient demographic dynamics of recovering fish populations shaped by past climate variability, harvest, and management* (p. 2023.03.22.533437). bioRxiv. <https://doi.org/10.1101/2023.03.22.533437>
- Gower, J. F. R., & King, S. A. (2011). Distribution of floating Sargassum in the Gulf of Mexico and the Atlantic Ocean mapped using MERIS. *International Journal of Remote Sensing*, 32(7), 1917–1929. <https://doi.org/10.1080/01431161003639660>
- Gower, J., Young, E., & King, S. (2013). Satellite images suggest a new Sargassum source region in 2011. *Remote Sensing Letters*, 4(8), 764–773. <https://doi.org/10.1080/2150704X.2013.796433>
- Hamel, K., Garcia-Quijano, C., Jin, D., & Dalton, T. (2024). Perceived Sargassum event incidence, impacts, and management response in the Caribbean Basin. *Marine Policy*, 165, 106214. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2024.106214>
- Haugen, J. B., Curtis, T. H., Fernandes, P. G., Sosebee, K. A., & Rago, P. J. (2017). Sexual segregation of spiny dogfish (*Squalus acanthias*) off the northeastern United States: Implications for a male-directed fishery. *Fisheries Research*, 193, 121–128. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2017.04.007>
- Hendy, I. W., Woolford, K., Vincent-Piper, A., Burt, O., Schaefer, M., Cragg, S. M., Sanchez-Navarro, P., & Ragazzola, F. (2021). Climate-driven golden tides are reshaping coastal communities in Quintana Roo, Mexico. *Climate Change Ecology*, 2, 100033. <https://doi.org/10.1016/j.ecochg.2021.100033>
- Hunn, D., Blonar, C., & Kerstetter, D. W. (2022). Evidence of Spatial Stability in Core Fauna Community Structure of Holopelagic Sargassum. *Caribbean Journal of Science*, 52(2), 177–184. <https://doi.org/10.18475/cjos.v52i2.a4>
- Huntington, T., Nimmo, F., & Macfadyen, G. (2015). Fish Landings at the World’s Commercial Fishing Ports. *Journal of Ocean and Coastal Economics*, 2(1). <https://doi.org/10.15351/2373-8456.1031>
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. (2020). *Generación de un inventario nacional de corrientes marinas*. gov.mx. <http://www.gob.mx/imta/articulos/generacion-de-un-inventario-nacional-de-corrientes-marinas>
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática [INEGI]. (s/f). *Relieve Quintana Roo*. Recuperado el 15 de marzo de 2024, de <https://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/qroo/territorio/relieve.aspx?tema=me&e=23>
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática [INEGI]. (2020a). *Densidad. Quintana Roo*. <https://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/qroo/poblacion/densidad.aspx?tema=me&e=23>
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática [INEGI]. (2020b). *Superficie. Quintana Roo*. <https://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/qroo/territorio/>
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática [INEGI]. (2021). *Aspectos Geográficos Quintana Roo*. [https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/areasgeograficas/resumen/resumen\\_23.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/areasgeograficas/resumen/resumen_23.pdf)
- Johnson, D. R., Ko, D. S., Franks, J. S., Moreno, P., & Sanchez-Rubio, G. (2013). The Sargassum invasion of the Eastern Caribbean and dynamics of the Equatorial North Atlantic. *Proceedings of the 65th Gulf and Caribbean Fisheries Institute*, 102–103.
- Jouanno, J., Moquet, J.-S., Berline, L., Radenac, M.-H., Santini, W., Changeux, T., Thibaut, T., Podlejski, W., Ménard, F., Martinez, J.-M., Aumont, O., Sheinbaum, J., Filizola, N., & N’Kaya, G. D. M. (2021). Evolution of the riverine nutrient export to the Tropical Atlantic over the last 15 years: Is there a link with Sargassum proliferation? *Environmental Research Letters*, 16(3), 034042. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abe11a>
- La Jornada Maya. (2023). *QRoo solicita a Conapesca mayor vigilancia para evitar la pesca furtiva*. <https://www.lajornadamaya.mx/quintanaroo/212752/qroo-solicita-a-conapesca-mayor-vigilancia-para-evitar-la-pesca-furtiva>
- Lapointe, B. E., Brewton, R. A., Herren, L. W., Wang, M., Hu, C., McGillicuddy, D. J., Lindell, S., Hernandez, F. J., & Morton, P. L. (2021). Nutrient content and stoichiometry of pelagic Sargassum reflects increasing nitrogen availability in the Atlantic Basin. *Nature Communications*, 12(1), 3060. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-23135-7>
- Lapointe, B. E., West, L. E., Sutton, T. T., & Hu, C. (2014). Ryther revisited: Nutrient excretions by fishes enhance productivity of pelagic Sargassum in the western North Atlantic Ocean. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 458, 46–56. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2014.05.002>
- Lara-Hernández, J. A., Enriquez, C., Zavala-Hidalgo, J., Cuevas, E., van Tussenbroek, B., & Uribe-Martínez, A. (2024). Sargassum transport towards Mexican Caribbean shores: Numerical modeling for research and forecasting. *Journal of Marine Systems*, 241, 103923. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2023.103923>

- Leite, F. P., Bottcher, C., Lewinsohn, I. D. A., Siqueira, S. G. L., Mansur, K. F. R., Longo, P. A. S., & Vieira, E. A. (2021). Asymmetric effects of changes in the habitat-forming algae *Sargassum* on different associated mobile faunas along São Paulo coast, Brazil. *Marine Ecology*, *42*(3), e12649. <https://doi.org/10.1111/maec.12649>
- Liranzo-Gómez, R. E., García-Cortés, D., & Jáuregui-Haza, U. J. (2021). Adaptation and sustainable management of massive influx of *Sargassum* in the Caribbean. *Procedia Environmental Science, Engineering and Management*, *8*(2), 543–553.
- Lluch-Cota, D. B., Hernández Vázquez, S., Balart Páez, E. F., Beltrán Morales, L. F., del Monte Luna, P., González Becerril, A., Lluch-Cota, S. E., Navarrete del Proó, A. F., Ponce Díaz, G., Salinas Zavala, C. A., López Martínez, J., & Ortega García, S. (2006). *Desarrollo Sustentable de la Pesca en México: Orientaciones Estratégicas*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste / Comisión del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca del Senado de la República.
- López Rocha, J., Ramos-Miranda, J., Velazquez-Abunader, I., Cabrera, M. A., Salas, S., & Flores-Hernandez, D. (2021). *Artes y Métodos de Pesca de la península de Yucatán*. <https://doi.org/10.26359/EPOMEX0121>
- Louime, C., Fortune, J., & Gervais, G. (2017). *Sargassum* Invasion of Coastal Environments: A Growing Concern. *American Journal of Environmental Sciences*, *13*(1), 58–64. <https://doi.org/10.3844/AJESSP.2017.58.64>
- Lyons, D. A., Arvanitidis, C., Blight, A. J., Chatzinikolaou, E., Guy-Haim, T., Kotta, J., Orav-Kotta, H., Queirós, A. M., Rilov, G., Somerfield, P. J., & Crowe, T. P. (2014). Macroalgal blooms alter community structure and primary productivity in marine ecosystems. *Global Change Biology*, *20*(9), 2712–2724. <https://doi.org/10.1111/gcb.12644>
- Marsh, R., Skliris, N., Tompkins, E. L., Dash, J., Almela, V. D., Tonon, T., Oxenford, H. A., & Webber, M. (2023). Climate-sargassum interactions across scales in the tropical Atlantic. *PLOS Climate*, *2*(7), e0000253. <https://doi.org/10.1371/journal.pclm.0000253>
- Mazoudier, S. Q., Kingsford, M. J., Strickland, J. K., & Pitt, K. A. (2023). Stable isotopes reveal *sargassum* rafts provide a trophic subsidy to juvenile pelagic fishes. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, *295*, 108548. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2023.108548>
- McCay, B. J., & Jones, P. J. S. (2011). Marine Protected Areas and the Governance of Marine Ecosystems and Fisheries. *Conservation Biology*, *25*(6), 1130–1133. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2011.01771.x>
- McClenachan, L. (2009). Documenting Loss of Large Trophy Fish from the Florida Keys with Historical Photographs. *Conservation Biology*, *23*(3), 636–643. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2008.01152.x>
- Milledge, J. J., & Harvey, P. J. (2016). Golden Tides: Problem or Golden Opportunity? The Valorisation of *Sargassum* from Beach Inundations. *Journal of Marine Science and Engineering*, *4*(3), 60.
- Mohan, P., & Strobl, E. (2024). Tourism and marine crises: The impact of *Sargassum* invasion on Caribbean small island developing states. *Ocean & Coastal Management*, *251*, 107091. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2024.107091>
- Monroy-Ríos, E. (2019). *POR LAS RUTAS DEL “TREN MAYA”*. Karst Geochemistry and Hydrogeology. <https://sites.northwestern.edu/monroyrios/category/geologia/>
- Monroy-Velázquez, L. V., Rodríguez-Martínez, R. E., van Tussenbroek, B. I., Aguiar, T., Solís-Weiss, V., & Briones-Fourzán, P. (2019). Motile macrofauna associated with pelagic *Sargassum* in a Mexican reef lagoon. *Journal of Environmental Management*, *252*, 109650. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109650>
- Mumby, P. J., Steneck, R. S., Edwards, A. J., Ferrari, R., Coleman, R., Harborne, A. R., & Gibson, J. P. (2012). Fishing down a Caribbean food web relaxes trophic cascades. *Marine Ecology Progress Series*, *445*, 13–24. <https://doi.org/10.3354/meps09450>
- Naranjo Madrigal, H., & Salas Márquez, S. (2014). Dinámica espacio-temporal del esfuerzo en una pesquería de buceo artesanal multiespecífica y sus efectos en la variabilidad de las capturas: Implicaciones para el manejo sostenible. *Revista de Biología Tropical*, *62*(4), 1565–1586.
- Nuraini, S., Carballo, E. C., van Densen, W. L. T., Machiels, M. A. M., Lindeboom, H. J., & Nagelkerke, L. A. J. (2007). Utilization of seagrass habitats by juvenile groupers and snappers in Banten Bay, Banten Province, Indonesia. *Hydrobiologia*, *591*(1), 85–98. <https://doi.org/10.1007/s10750-007-0786-3>
- Ofori, R. O., & Rouleau, M. D. (2021). Modeling the impacts of floating seaweeds on fisheries sustainability in Ghana. *Marine Policy*, *127*, 104427. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104427>
- Olivera-Espinosa, Y., Rodríguez-Cueto, Y., Pina-Amargós, F., Arreguín-Sánchez, F., Zetina-Rejón, M. J., Karr, K., & del Monte-Luna, P. (2024). Trends and Environmental Drivers of Marine Fish Landings in Cuba’s Most Productive Shelf Area. *Fishes*, *9*(7), Article 7. <https://doi.org/10.3390/fishes9070246>
- Organización Causa Natura. (s/f-a). *Bienpesca 2020*. Pescando Datos. Recuperado el 3 de octubre de 2024, de [https://public.tableau.com/views/bienpesca\\_index/opcin1?:embed=y&:showVizHome=no&:host\\_url=https](https://public.tableau.com/views/bienpesca_index/opcin1?:embed=y&:showVizHome=no&:host_url=https)

- %3A%2F%2Fpublic.tableau.com%2F&:embed\_code\_version=3&:tabs=no&:toolbar=yes&:animate\_transition=yes&:display\_static\_image=no&:display\_spinner=no&:display\_overlay=yes&:display\_count=yes&:language=es&publish=yes&:loadOrderID=0
- Organización Causa Natura. (s/f-b). *Combate a la Pesca Ilegal*. Pescando Datos. Recuperado el 19 de noviembre de 2024, de <https://pescandodatos.causanatura.org/combate-a-la-pesca-ilegal.html#>
- Organización Causa Natura. (2019a). *Distribución de los subsidios por localidad*. Pescando Datos. <https://pescandodatos.causanatura.org/localidad-subsidios.html>
- Organización Causa Natura. (2019b). *Subsidios pesqueros*. Pescando Datos. <https://pescandodatos.causanatura.org/subsidios-pesqueros.html>
- Ouled-Cheikh, J., Coll, M., Cardona, L., Steenbeek, J., & Ramírez, F. (2022). Fisheries-enhanced pressure on Mediterranean regions and pelagic species already impacted by climate change. *Elementa: Science of the Anthropocene*, 10(1), 00028. <https://doi.org/10.1525/elementa.2022.00028>
- Oviatt, C. A., Huizenga, K., Rogers, C. S., & Miller, W. J. (2019). What nutrient sources support anomalous growth and the recent sargassum mass stranding on Caribbean beaches? A review. *Marine Pollution Bulletin*, 145, 517–525. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.06.049>
- Palomo, L., & Perez, A. U. (2021). *Impacto económico de la pesca en los bajos en Quintana Roo, México 2019*. Bonefish and Tarpon Trust. <https://www.bonefishtarpontrust.org/downloads/research-reports/stories/impacto-economico-qroo-espanol-2022.pdf>
- Payne, K., Greene, K., & Oxenford, H. A. (2024). A Parallelized Climatological Drifter-Based Model of Sargassum Biomass Dynamics in the Tropical Atlantic. *Journal of Marine Science and Engineering*, 12(7), Article 7. <https://doi.org/10.3390/jmse12071214>
- Pedrozo-Acuña, A., Damania, R., Laverde-Barajas, M. A., & Mira-Salama, D. (2015). Assessing the consequences of sea-level rise in the coastal zone of Quintana Roo, México: The costs of inaction. *Journal of Coastal Conservation*, 19(2), 227–240. <https://doi.org/10.1007/s11852-015-0383-y>
- Pérez-Campuzano, E., & Santos-Cerquera, C. (2016). Entre la pesca y el turismo: Cambios económicos y demográficos recientes en la costa mexicana. *Cuadernos Geográficos*, 55(1), 283–308.
- Powell, A. M. J., & Xu, J. (2015). Decadal regime shift linkage between global marine fish landings and atmospheric planetary wave forcing. *Earth System Dynamics*, 6(1), 125–146. <https://doi.org/10.5194/esd-6-125-2015>
- Putman, N. F., Goni, G. J., Gramer, L. J., Hu, C., Johns, E. M., Trinanes, J., & Wang, M. (2018). Simulating transport pathways of pelagic *Sargassum* from the Equatorial Atlantic into the Caribbean Sea. *Progress in Oceanography*, 165, 205–214. <https://doi.org/10.1016/j.pocan.2018.06.009>
- Putman, N. F., & Hu, C. (2022). Sinking Sargassum. *Geophysical Research Letters*, 49(17), e2022GL100189. <https://doi.org/10.1029/2022GL100189>
- Ramlogan, N. R., Mcconney, P., & Oxenford, H. A. (2017). *Socio-economic impacts of Sargassum influx events on the fishery sector of Barbados* (Reporte Técnico 81; p. 86). Centre for Resource Management and Environmental Studies (CERMES), University of the West Indies: Cave Hill, Barbados. <https://sargcoop.org/wp-content/uploads/2017/05/Neema-Ramlogan-et-al.-2017-Socio-economic-impact-of-sargassum-on-the-fishery-sector-of-Barbados.pdf>
- Ramos-Miranda, J., Cabrera, M. A., Salas, S., López Rocha, J., & Flores-Hernandez, D. (2021). *Especies comerciales de la pesca artesanal en la península de Yucatán*. <https://doi.org/10.26359/EPOMEX0221>
- Representación AGRICULTURA Quintana Roo. (2018). *Se consolida la langosta como el primer producto pesquero en Quintana Roo*. Gobierno de México. <http://www.gob.mx/agricultura%7Cquintanaroo/es/articulos/se-consolida-la-langosta-como-el-primer-producto-pesquero-en-quintana-roo>
- Representación AGRICULTURA Yucatán. (2018). *Pesca ilegal, un reto para la conservación del Medio Ambiente*. Gobierno de México. <http://www.gob.mx/agricultura%7Cyucatan/articulos/estrategias-de-combate-contra-pesca-ilegal-160143>
- Robertson, D. R., Peña, E. A., Posada, J. M., Claro, R., Estape, C., & Estape, A. (2023). *Peces Costeros del Gran Caribe: Sistema de Información en línea*. Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, Balboa, República de Panamá. <https://biogeodb.stri.si.edu/caribbean/es/pages>
- Rodríguez-Martínez, R. E., Jordán-Dahlgren, E., & Hu, C. (2022). Spatio-temporal variability of pelagic *Sargassum* landings on the northern Mexican Caribbean. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 27, 100767. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2022.100767>
- Rodríguez-Martínez, R. E., Medina-Valmaseda, A. E., Blanchon, P., Monroy-Velázquez, L. V., Almazán-Becerril, A., Delgado-Pech, B., Vásquez-Yeomans, L., Francisco, V., & García-Rivas, M. C. (2019). Faunal mortality

- associated with massive beaching and decomposition of pelagic *Sargassum*. *Marine Pollution Bulletin*, 146, 201–205. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.06.015>
- Rodríguez-Martínez, R. E., Torres-Conde, E. G., & Jordán-Dahlgren, E. (2023). Pelagic *Sargassum* cleanup cost in Mexico. *Ocean & Coastal Management*, 237, 106542. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2023.106542>
- Rodríguez-Martínez, R., Tussenbroek, B., & Jordán-Dahlgren, E. (2016). Afluencia masiva de sargazo pelágico a la costa del Caribe mexicano (2014-2015). En *Florecimientos algales nocivos en México* (1a ed., pp. 352–365). CICESE.  
[https://www.researchgate.net/publication/317222216\\_Afluencia\\_masiva\\_de\\_sargazo\\_pelagico\\_a\\_la\\_costa\\_del\\_Caribe\\_mexicano\\_2014-2015](https://www.researchgate.net/publication/317222216_Afluencia_masiva_de_sargazo_pelagico_a_la_costa_del_Caribe_mexicano_2014-2015)
- Rosellón-Druker, J., Calixto-Pérez, E., Escobar-Briones, E., González-Cano, J., Masiá-Nebot, L., & Córdova-Tapia, F. (2022). A Review of a Decade of Local Projects, Studies and Initiatives of Atypical Influxes of Pelagic *Sargassum* on Mexican Caribbean Coasts. *Phycology*, 2(3), 254–279.  
<https://doi.org/10.3390/phycolgy2030014>
- Rosellón-Druker, J., McAdam-Otto, L., Suca, J. J., Seary, R., Gaytán-Caballero, A., Escobar-Briones, E., Hazen, E. L., & Muller-Karger, F. (2023). Local ecological knowledge and perception of the causes, impacts and effects of *Sargassum* massive influxes: A binational approach. *Ecosystems and People*, 19(1), 2253317.  
<https://doi.org/10.1080/26395916.2023.2253317>
- Sagarese, S. R., Frisk, M. G., Cerrato, R. M., Sosebee, K. A., Musick, J. A., & Rago, P. J. (2014). Application of generalized additive models to examine ontogenetic and seasonal distributions of spiny dogfish (*Squalus acanthias*) in the Northeast (US) shelf large marine ecosystem. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 71(6), 847–877. <https://doi.org/10.1139/cjfas-2013-0342>
- Sagarese, S. R., Frisk, M. G., Miller, T. J., Sosebee, K. A., Musick, J. A., & Rago, P. J. (2014). Influence of environmental, spatial, and ontogenetic variables on habitat selection and management of spiny dogfish in the Northeast (US) shelf large marine ecosystem. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 71(4), 567–580. <https://doi.org/10.1139/cjfas-2013-0259>
- Salas, S., Nuñez, A., Cepeda-González, M. F., Ramos-Miranda, J., Cabrera, M. A., Coronado, E., López-Rocha, J. A., & Torres-Irineo, E. (2022). Contexto socio-económico y bienestar comunitario. En *Pesca Artesanal en la Península de Yucatán* (p. 55). Universidad Autónoma de Campeche.  
<https://epomex.uacam.mx/view/paginas/14>
- Sánchez Crispín, Á. (2016). Capítulo 38. Geografía de la pesca. En *Geografía de México: Una reflexión espacial contemporánea* (Vol. 2, pp. 596–606). Universidad Nacional Autónoma de México.  
[https://geodigital.igg.unam.mx/geografia\\_mexico/index.html/interior\\_2.html](https://geodigital.igg.unam.mx/geografia_mexico/index.html/interior_2.html)
- Schling, M., Compeán, R. G., Pazos, N., Bailey, A., Arkema, K., & Ruckelshaus, M. (2022). The Economic Impact of *Sargassum*: Evidence from the Mexican Coast. *IDB Publications*. <https://doi.org/10.18235/0004470>
- Segrado Pavón, R. G., Serrano Barquín, R. del C., Mínguez García, M. del C., Cruz Jiménez, G., & Juan Pérez, J. I. (2013). Estrategias de control de impactos turísticos en las áreas naturales protegidas y zonas arqueológicas de Quintana Roo, México. *CULTUR: Revista de Cultura e Turismo*, 7(3), 6–30.
- Servicio de Información sobre Sitios Ramsar*. (s/f). Recuperado el 24 de septiembre de 2024, de [https://rsis.ramsar.org/es/ris-search/?language=es&f%5B0%5D=regionCountry\\_es\\_ss%3AAmerica%20del%20Norte&f%5B1%5D=regionCountry\\_es\\_ss%3AM%C3%A9xico](https://rsis.ramsar.org/es/ris-search/?language=es&f%5B0%5D=regionCountry_es_ss%3AAmerica%20del%20Norte&f%5B1%5D=regionCountry_es_ss%3AM%C3%A9xico)
- Sissini, M. N., Barreto, M. B. de B., Széchy, M. T. M., Lucena, M. B. de, Oliveira, M. C., Gower, J., Liu, G., Bastos, E. de O., Milstein, D., Gusmão, F., Martinelli-Filho, J. E., Alves-Lima, C., Colepicolo, P., Ameka, G., Graft-Johnson, K. de, Gouvea, L., Torrano-Silva, B., Nauer, F., Nunes, J. M. de C., ... Horta, P. A. (2017). The floating *Sargassum* (Phaeophyceae) of the South Atlantic Ocean – likely scenarios. *Phycologia*, 56(3), 321–328. <https://doi.org/10.2216/16-92.1>
- Siuda, A. N. S., Blanfuné, A., Dibner, S., Verlaque, M., Boudouresque, C.-F., Connan, S., Goodwin, D. S., Stiger-Pouvreau, V., Viard, F., Rousseau, F., Michotey, V., Schell, J. M., Changeaux, T., Aurelle, D., & Thibaut, T. (2024). Morphological and Molecular Characters Differentiate Common Morphotypes of Atlantic Holopelagic *Sargassum*. *Phycology*, 4(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/phycolgy4020014>
- Smetacek, V., & Zingone, A. (2013). Green and golden seaweed tides on the rise. *Nature*, 504(7478), 84–88. <https://doi.org/10.1038/nature12860>
- Solarin, B., Bolaji, D. A., Fakayode, O. S., & Akinnigbagbe, R. O. (2014). Impacts of an invasive seaweed *Sargassum hystrix* var. *Fluitans* (Børgesen 1914) on the fisheries and other economic implications for the Nigerian coastal waters. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 7(7), 1–6.  
<https://doi.org/10.9790/2380-07710106>

- Sowah, W. N. A., Jayson-Quashigah, P.-N., Atiglo, D. Y., & Addo, K. A. (2022). *Socio-economic Impact of Sargassum Influx Events on Artisanal Fishing in Ghana*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1861970/v1>
- Sutton, M., Stum, J., Hajdich, G., Dufau, C., Maréchal, J.-P., & Lucas, M. (2019). Monitoring a new type of pollution in the Atlantic Ocean: The sargassum algae. *OCEANS 2019 - Marseille*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/OCEANSE.2019.8867437>
- Tabi, A., Gilarranz, L. J., & Saavedra, S. (2022). *Marine protected areas regulate the structure of fish communities threatened by global warming and human impact*. *BioRxiv*. <https://doi.org/10.1101/2022.06.02.494503>
- Teixeira, C. M., Gamito, R., Leitão, F., Murta, A. G., Cabral, H. N., Erzini, K., & Costa, M. J. (2016). Environmental influence on commercial fishery landings of small pelagic fish in Portugal. *Regional Environmental Change*, 16(3), 709–716. <https://doi.org/10.1007/s10113-015-0786-1>
- Tickler, D. M., Letessier, T. B., Koldewey, H. J., & Meeuwig, J. J. (2017). Drivers of abundance and spatial distribution of reef-associated sharks in an isolated atoll reef system. *PLoS One*, 12(5), e0177374.
- Torres Beristain, B. (2019). *EL SARGAZO EN LAS COSTAS MEXICANAS*. Universidad Veracruzana. <https://www.uv.mx/cienciauiv/blog/el-sargazo-en-las-costa-mexicanas/>
- Uribe-Martínez, A., Berriel-Bueno, D., Chávez, V., Cuevas, E., Almeida, K. L., Fontes, J. V. H., van Tussenbroek, B. I., Mariño-Tapia, I., Liceaga-Correa, M. de los Á., Ojeda, E., Castañeda-Ramírez, D. G., & Silva, R. (2022). Multiscale distribution patterns of pelagic rafts of sargasso (*Sargassum* spp.) in the Mexican Caribbean (2014–2020). *Frontiers in Marine Science*, 9. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.920339>
- van Tussenbroek, B. I., Hernández Arana, H. A., Rodríguez-Martínez, R. E., Espinoza-Avalos, J., Canizales-Flores, H. M., González-Godoy, C. E., Barba-Santos, M. G., Vega-Zepeda, A., & Collado-Vides, L. (2017). Severe impacts of brown tides caused by *Sargassum* spp. On near-shore Caribbean seagrass communities. *Marine Pollution Bulletin*, 122(1), 272–281. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.06.057>
- Velez, M., Adlerstein, S., & Wondolleck, J. (2014). Fishers' perceptions, facilitating factors and challenges of community-based no-take zones in the Sian Ka'an Biosphere Reserve, Quintana Roo, Mexico. *Marine Policy*, 45, 171–181. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2013.12.003>
- Wang, M., Hu, C., Barnes, B. B., Mitchum, G., Lapointe, B., & Montoya, J. P. (2019). The great Atlantic Sargassum belt. *Science*, 365(6448), 83–87. <https://doi.org/10.1126/science.aaw7912>
- Watson, J. W., Muench, A., Hyder, K., & Sibly, R. (2022). Factors affecting fisher decisions: The case of the inshore fishery for European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Plos one*, 17(3), e0266170. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0266170>
- Wilson, S. K., Depczynski, M., Holmes, T. H., Noble, M. M., Radford, B. T., Tinkler, P., & Fulton, C. J. (2017). Climatic conditions and nursery habitat quality provide indicators of reef fish recruitment strength. *Limnology and Oceanography*, 62(5), 1868–1880. <https://doi.org/10.1002/lno.10540>
- Wirsing, A. J., Heithaus, M. R., & Dill, L. M. (2007). Can measures of prey availability improve our ability to predict the abundance of large marine predators? *Oecologia*, 153(3), 563–568. <https://doi.org/10.1007/s00442-007-0769-0>
- Xu, H., Morell, J., Roarly, H., Chardon, P., Canals, M., & Evens, C. (2022). Improvement of Sargassum Seaweed tracking in Puerto Rico and Virgin Islands Using High-Resolution FVCOM. *OCEANS 2022, Hampton Roads*, 1–7. <https://doi.org/10.1109/OCEANS47191.2022.9976971>
- Yatsu, A., Aydin, K. Y., King, J. R., McFarlane, G. A., Chiba, S., Tadokoro, K., Kaeriyama, M., & Watanabe, Y. (2008). Elucidating dynamic responses of North Pacific fish populations to climatic forcing: Influence of life-history strategy. *Progress in Oceanography*, 77(2), 252–268. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2008.03.009>
- Zhang, Y., Hu, C., McGillicuddy, D. J., Barnes, B. B., Liu, Y., Kourafalou, V. H., Zhang, S., & Hernandez, F. J. (2024). Pelagic *Sargassum* in the Gulf of Mexico driven by ocean currents and eddies. *Harmful Algae*, 132, 102566. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2023.102566>

## Anexos

### Anexo 1.

*Solicitud de datos a CONAPESCA*



**AGRICULTURA**  
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



**CONAPESCA**  
COMISIÓN NACIONAL DE ACUACULTURA Y PESCA

**Unidad de Transparencia**

**Mazatlán, Sinaloa, a 23 de mayo de 2023**

**A QUIEN CORRESPONDA.**

**Número de solicitud: 330008123000285**

**Información solicitada:**

*"Base de datos pesqueros para el estado de Quintana Roo para el período 2000-2022 (para todas las especies). Que incluya mes, cooperativa pesquera, peso desembarcado, peso vivo, zona de pesca, costa, valor.."*

**En atención a la solicitud de información, con oficio número DGPPE.- 00305/23, recibido el 15 de mayo de 2023, suscrito por el Lic. José Manuel Rosete González, Subdirector de Evaluación y Seguimiento de la Dirección General de Planeación, Programación y Evaluación, Bernardino Muñoz Reséndez, declara lo siguiente:**

Sobre el particular, le envío la información disponible en esta Dirección General correspondiente a la base de datos de producción pesquera reportada mediante avisos de arribo, durante el periodo 2000-2017. Relativo a los años 2018 al 2022, le participo que dirigiéndose al vínculo electrónico [https://conapesca.gob.mx/wb/cona/avisos\\_arribo\\_cosecha\\_produccion](https://conapesca.gob.mx/wb/cona/avisos_arribo_cosecha_produccion), podrá obtener las cifras al respecto.

**Para cualquier duda o aclaración, no dude en comunicarse a la Dirección General de Planeación, Programación y Evaluación (58416), al teléfono (669) 915 69 00.**

Atentamente,

**UNIDAD DE TRANSPARENCIA**

Lic. Francisco Fabián Ramos López

Titular de la Unidad de Transparencia

Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca

Para mayores informes comuníquese al:

6699156900 ext. 58014 | 58021 | o al correo: [uenlace@conapesca.gob.mx](mailto:uenlace@conapesca.gob.mx)



## Anexo 2.

### Características de los recursos seleccionados para este estudio

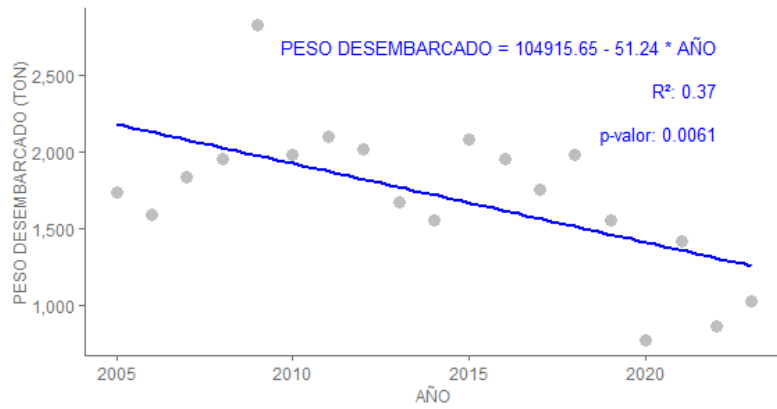
Especie	Familia	Nombre científico	Hábitat	Arte de pesca
ABADEJO	Serranidae	<i>Mycteroperca microlepis</i>	Fondos rocosos, estuarios y praderas de algas.	Cordel, caña, palangre, arpón.
BOQUINETE	Labridae	<i>Lachnolaimus maximus</i>	Zonas arenosas alrededor de los arrecifes, pastos marinos y corales gorgonios.	Red de enmalle, arpón, cordel, rosario, palangre.
CAZÓN	Carcharhinidae	<i>Rhizoprionodon longurio</i> <i>Rhizoprionodon terraenovae</i> <i>Carcharhinus acronotus</i>	Bahías, estuarios y zonas costeras. Frecuentan aguas poco profundas.	Red de enmalle, palangre.
CHAC-CHI	Haemulidae	<i>Haemulon plumieri</i>	Arrecifes, fondos arenosos y pastos marinos.	Red de enmalle, cordel, línea de mano.
CORONADO	Carangidae	<i>Seriola dumerili</i>	Aguas costeras cerca de arrecifes o en mar abierto.	Palangre, cordel, red de enmalle.
LANGOSTA	Palinuridae	<i>Panulirus sp.</i> <i>Panulirus argus</i>	Arrecifes, cuevas y oquedades, pastos marinos y algas rojas.	Gancho, arpón, trampas.
MERO	Serranidae	<i>Epinephelus spp.</i>	Arrecifes, zonas rocosas, pastos marinos y áreas someras.	Palangre, cordel, arpón, red de enmalle y red agallera.
MOJARRA	Gerreidae Sparidae Cichlidae	<i>Diapterus auratus</i> <i>Calamus pennatula</i> <i>Calamus nodosus</i> <i>Petenia splendida</i> <i>Mojarra pinta</i> <i>Mojarra camaronesa</i>	Aguas costeras, arrecifes, lechos de algas, estuarios y fondos arenosos.	Cordel, red de enmalle, atarraya, arpón, palangre.
PARGO	Lutjanidae	<i>Lutjanus argentiventris</i> <i>Pargo blanco</i> <i>Lutjanus griseus</i> <i>Lutjanus purpureus</i> <i>Lutjanus apodus</i>	Arrecifes de coral, zonas rocosas, fondos arenosos y fangosos, pastos marinos, estuarios.	Palangre, cordel, arpón, red de enmalle.
PICUDA	Sphyrnaeidae	<i>Sphyrna barracuda</i>	Aguas costeras turbias sobre fondos fangosos y estuarios.	Palangre, cordel, red de enmalle, línea de mano.
RUBIO	Lutjanidae	<i>Lutjanus synagris</i>	Arrecifes y fondos arenosos con vegetación.	Palangre, red de enmalle, cordel.
TIBURÓN	Ginglymostomatidae Squatinae Carcharhinidae Sphyrnidae	<i>Ginglymostoma cirratum</i> <i>Squatina squatina</i> <i>Carcharhinus falciformis</i> <i>Negaprion brevirostris</i> <i>Carcharhinus brevipinna</i> <i>Sphyrna zygaena</i> <i>Carcharhinus leucas</i> <i>Prionace glauca</i> <i>Carcharhinus plumbeus</i> <i>Sphyrna mokarran</i> <i>Sphyrna lewini</i> <i>Galeocerdo cuvier</i> <i>Carcharhinus longimanus</i>	Arrecifes y aguas costeras.	Red de enmalle, palangre.

Información de nombres científicos, hábitats y artes de pesca extraída de López Rocha et al. (2021); Ramos-Miranda et al. (2021); Robertson et al. (2023).

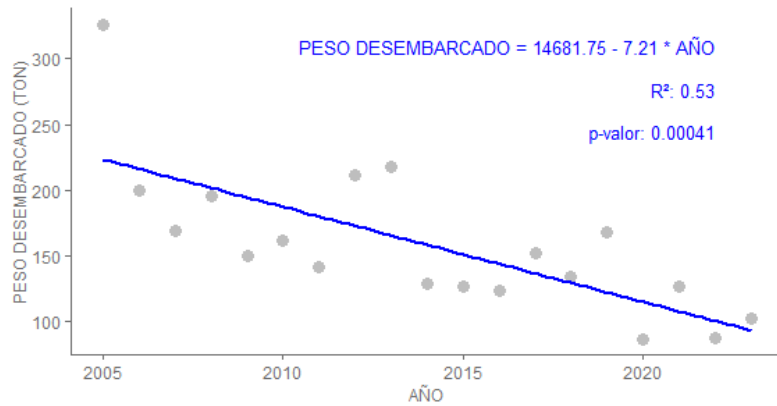
*Nota.* No se encontró el nombre científico para las especies marcadas en color rojo.

### Anexo 3.

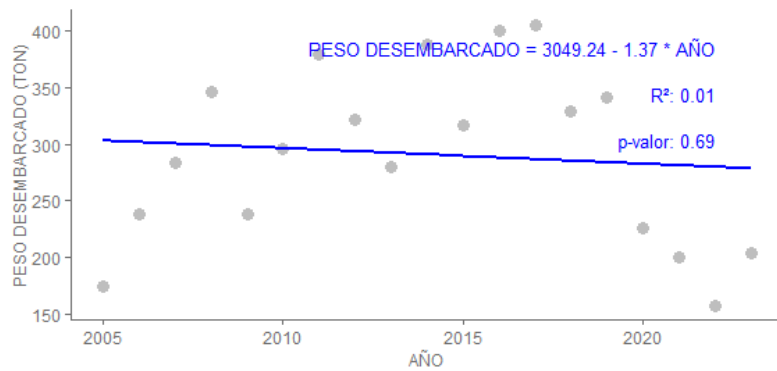
Tendencia del peso desembarcado de todos los recursos en la zona norte de Quintana Roo, México (2005-2023)



Tendencia del peso desembarcado de todos los recursos en la zona sur de Quintana Roo, México (2005-2023)



Tendencia del peso desembarcado de todos los recursos en la zona centro de Quintana Roo, México (2005-2023)



## Anexo 4.

### *Pesos desembarcados anuales de los recursos seleccionados en la zona norte de Quintana Roo, México (2005-2023)*

ESPECIE	AÑO								
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
ABADEJO	24.78	26.32	21.50	37.41	46.49	37.65	40.70	30.26	47.04
BOQUINETE	90.54	133.62	133.49	139.91	156.16	104.71	94.23	109.20	72.60
CAZÓN	17.33	22.19	18.29	27.34	57.90	32.93	41.70	25.43	11.82
CHAC-CHI	81.83	61.22	85.52	104.53	143.35	148.15	85.55	88.53	122.88
CORONADO	23.27	24.17	28.08	38.76	42.56	77.69	61.20	70.50	85.87
LANGOSTA	86.99	86.95	56.99	78.23	58.34	135.60	132.05	73.65	124.07
MERO	378.53	353.52	614.05	611.37	601.86	550.20	325.69	432.59	412.12
MOJARRA	21.55	23.01	25.82	18.28	37.56	31.98	15.49	23.54	20.60
PARGO	49.46	67.62	56.87	53.85	77.77	85.55	90.84	79.24	126.35
PICUDA	20.70	26.29	16.91	11.45	25.37	18.93	21.03	16.80	11.86
RUBIO	24.12	16.10	7.57	20.07	15.37	21.88	20.78	23.45	11.44
TIBURÓN	288.71	207.10	236.29	198.85	337.82	179.85	214.70	248.51	170.85

ESPECIE	AÑO									
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
ABADEJO	62.40	41.75	68.00	75.70	81.38	96.62	65.57	38.84	12.91	5.74
BOQUINETE	101.12	131.83	137.68	113.20	138.87	113.32	36.03	54.34	48.77	37.01
CAZÓN	27.92	4.13	12.19	46.94	34.39	23.17	13.12	59.69	35.75	36.53
CHAC-CHI	78.15	65.73	137.94	52.15	53.14	46.09	32.30	46.05	36.42	40.75
CORONADO	62.26	108.26	153.11	160.73	120.79	92.30	26.10	38.98	28.64	31.71
LANGOSTA	112.86	106.84	103.33	149.28	117.80	114.61	97.31	102.74	122.93	104.08
MERO	361.47	474.65	434.81	276.29	275.09	244.60	95.25	147.28	83.00	119.13
MOJARRA	11.80	15.27	59.83	30.23	22.42	14.46	13.36	14.63	14.06	19.05
PARGO	102.45	77.72	110.35	76.09	103.77	76.15	45.93	38.29	19.81	38.24
PICUDA	9.50	6.34	7.73	6.97	7.47	4.96	10.61	7.69	2.61	2.84
RUBIO	21.03	4.54	8.34	13.45	17.08	15.38	3.78	3.91	1.15	6.37
TIBURÓN	87.86	117.07	78.80	163.84	185.77	120.30	63.33	261.64	118.63	114.91

Nota: Los pesos desembarcados están en toneladas.

### *Pesos desembarcados anuales de los recursos seleccionados en la zona centro de Quintana Roo, México (2005-2023)*

ESPECIE	AÑO								
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
ABADEJO	7.34	2.89	3.47	2.36	1.95	3.17	2.82	3.85	3.58
BOQUINETE	3.05	7.92	3.26	4.65	1.60	2.25	2.94	0.85	1.14
CAZÓN	0.63	1.40	0.11	1.55	1.47	2.56	1.59	3.66	2.71
CHAC-CHI	29.35	18.79	28.32	38.84	30.32	36.75	41.80	34.36	41.06
CORONADO	18.80	8.06	5.72	20.61	44.83	28.77	29.62	40.90	44.77
LANGOSTA	5.29	49.22	107.65	100.41	56.32	129.99	129.18	118.97	80.78
MERO	3.25	4.59	1.48	1.84	0.88	6.12	2.50	3.63	4.14
MOJARRA	1.65	29.32	22.60	29.57	10.66	0.60	31.90	15.95	4.47
PARGO	23.48	29.67	26.50	40.54	29.76	16.79	36.85	29.96	41.53
PICUDA	1.91	3.69	7.55	8.41	4.21	7.93	7.46	10.64	4.43
RUBIO	1.78	1.88	1.15	2.36	0.56	0.14	1.19	0.39	0.10
TIBURÓN	0.11	3.68	3.35	0.96	0.30	0.52	0.12	2.15	0.30

ESPECIE	AÑO									
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
ABADEJO	4.967	5.765	5.968	6.517	6.099	1.27	1.899	1.375	0.234	1.755
BOQUINETE	0.709	0.889	3.881	1.651	1.822	2.936	0.764	1.124	0.199	0.955
CAZÓN	3	3.735	2.525	3.755	2.855	0.54	1.27	2.547	0.635	0.805
CHAC-CHI	46.012	25.655	32.568	25.02	25.831	17.75	7.885	10.815	0.185	2.825
CORONADO	45.013	18.118	25.056	7.883	8.292	2.405	0.33	2.906	0.27	1.631
LANGOSTA	81.481	100.347	148.105	161.685	137.3201	155.283	166.997	126.503	126.088	149.435
MERO	11.993	6.989	7.091	9.425	7.351	4.22	3.21	1.069	0.203	0.002
MOJARRA	12.459	17.537	16.073	43.826	19.38	22.409	4.125	4.305	4.29	5.279
PARGO	68.304	63.574	53.148	61.4	48.363	44.607	14.416	17.096	10.851	12.483
PICUDA	5.267	12.957	25.544	25.371	20.34	19.382	8.049	2.331	1.056	5.523
RUBIO	0.462	1.351	1.768	0.104	0.455	0.01	0	0.15	0	0.45
TIBURÓN	0.48	0.83	2.74	1.427	0.492	0.015	0.32	0.3	5.285	2.48

Nota: Los pesos desembarcados están en toneladas.

### *Pesos desembarcados anuales de los recursos seleccionados en la zona sur de Quintana Roo, México (2005-2023)*

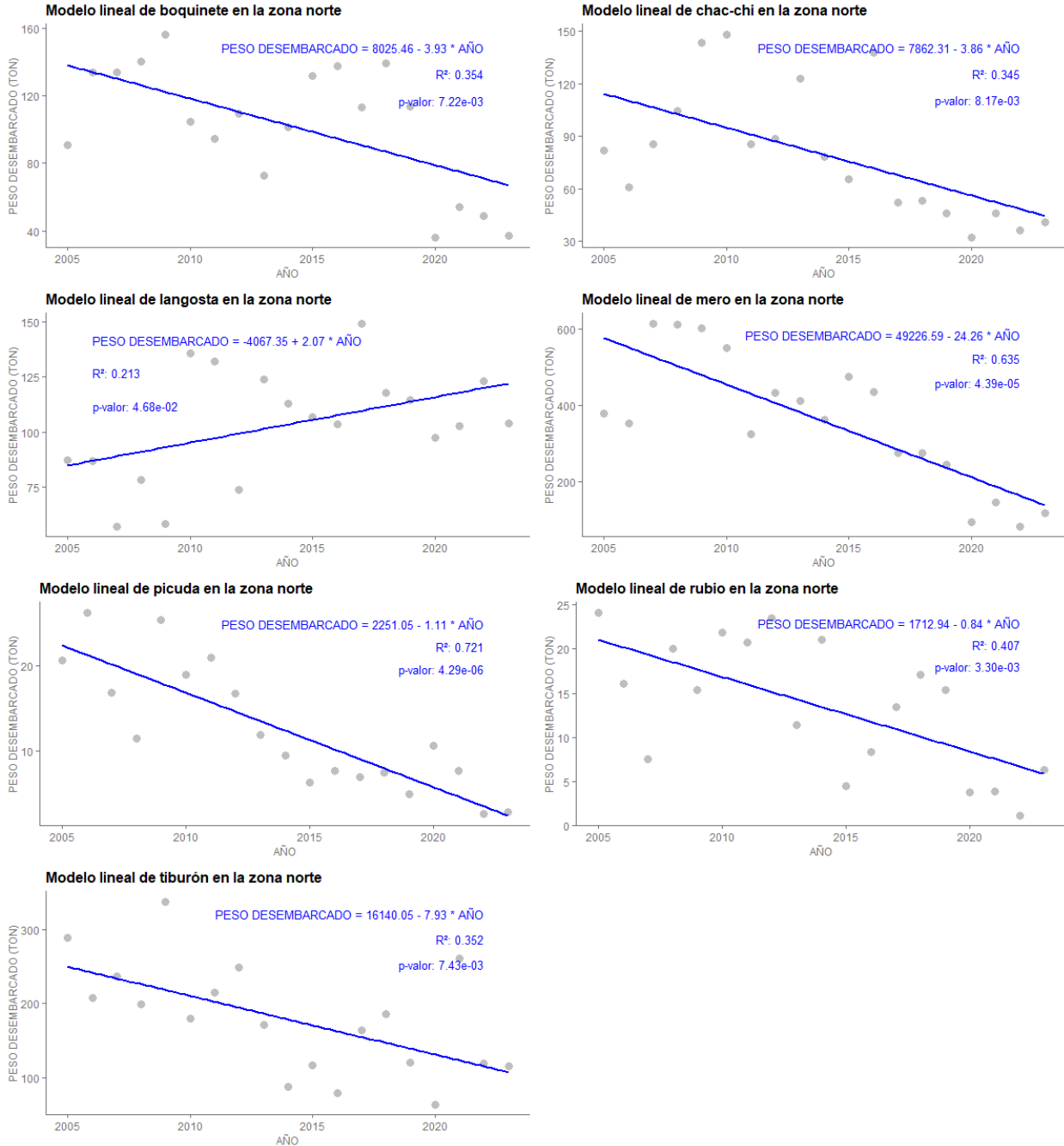
ESPECIE	AÑO								
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
ABADEJO	5.56	6.41	3.47	4.96	5.85	5.30	3.67	4.16	3.12
BOQUINETE	3.37	4.02	1.85	1.96	2.31	2.20	2.07	1.26	1.70
CAZÓN	1.19	2.36	1.44	1.69	0.61	2.25	2.36	2.23	1.11
CHAC-CHI	3.48	1.45	1.22	2.47	1.68	3.32	1.50	1.20	1.32
CORONADO	4.34	3.87	4.27	3.30	2.50	1.79	2.11	1.24	1.86
LANGOSTA	70.93	33.31	28.36	32.64	24.77	48.14	39.14	104.44	119.92
MERO	3.84	7.56	2.48	5.25	2.83	2.42	4.84	3.82	2.00
MOJARRA	50.79	7.68	14.71	23.07	37.60	19.78	22.82	22.42	36.80
PARGO	36.82	21.94	24.24	26.45	24.35	22.71	15.34	12.34	26.69
PICUDA	14.37	12.47	12.27	10.45	8.68	7.57	7.74	9.80	8.50
RUBIO	0.59	1.95	1.57	2.83	0.37	0.03	0.60	0.54	0.20
TIBURÓN	3.56	3.59	2.59	2.45	2.06	0.73	0.66	0.66	0.16

ESPECIE	AÑO									
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
ABADEJO	2.55	1.42	2.13	1.28	1.07	3.75	0.82	0.96	2.16	1.87
BOQUINETE	0.50	0.35	0.81	0.26	0.08	0.56	0.26	0.11	0.00	0.03
CAZÓN	0.50	0.32	0.00	0.25	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00
CHAC-CHI	1.51	1.78	0.02	0.29	0.57	0.29	0.06	0.03	0.03	0.04
CORONADO	1.77	1.18	1.44	1.12	0.29	3.33	0.31	1.37	0.80	0.99
LANGOSTA	78.08	70.01	93.97	100.75	95.75	104.01	68.34	103.69	65.19	78.93
MERO	1.74	1.86	3.04	2.73	1.38	2.26	0.48	1.96	1.59	0.66
MOJARRA	10.53	22.33	4.16	2.24	1.10	4.78	0.21	2.08	1.80	1.31
PARGO	17.55	15.84	6.48	6.00	4.32	11.00	1.69	3.70	2.48	2.02
PICUDA	5.83	2.58	7.20	7.28	4.95	3.90	1.69	0.88	1.18	2.72
RUBIO	0.05	0.18	0.37	0.02	0.21	0.13	0.00	0.27	0.10	0.29
TIBURÓN	0.04	0.61	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

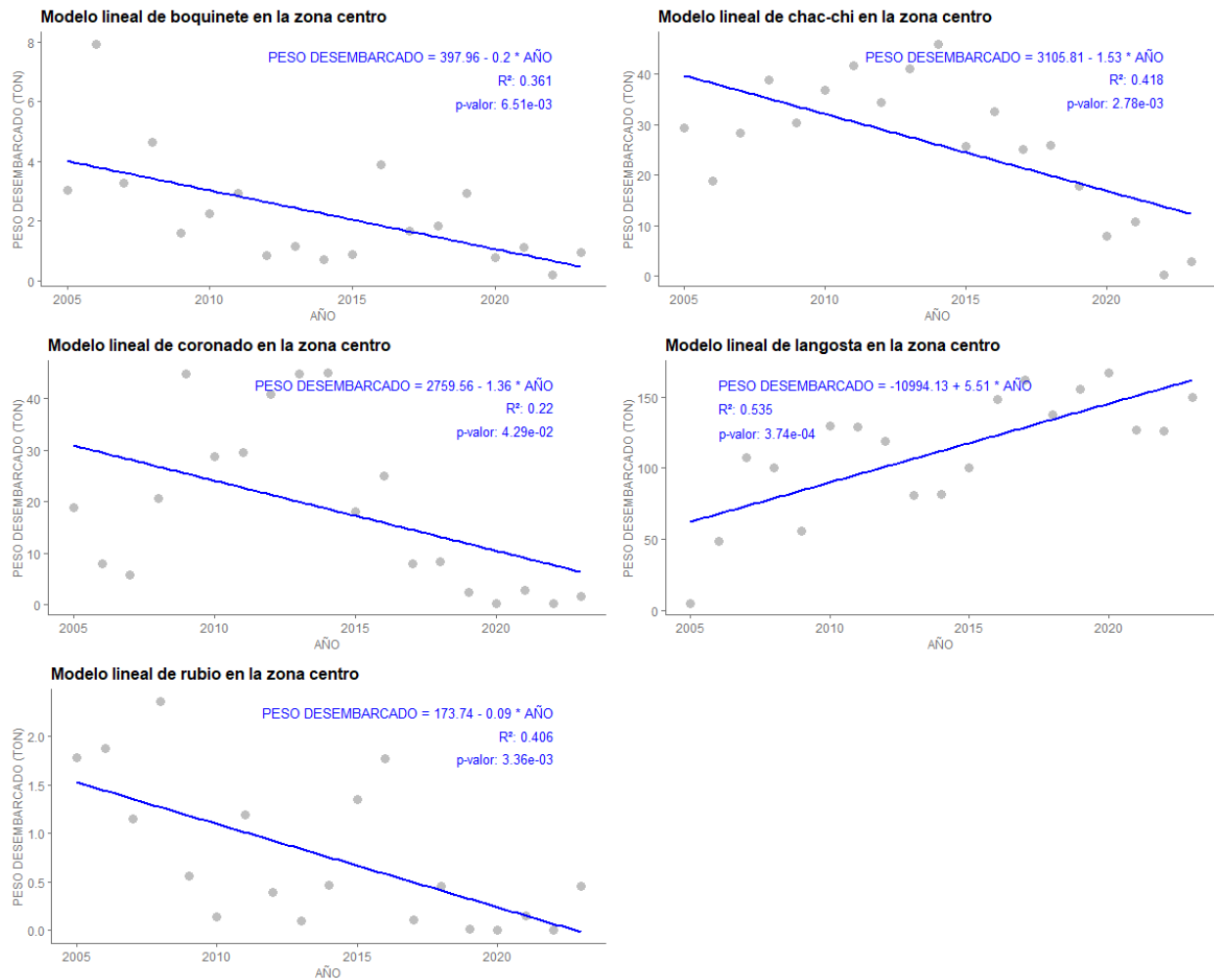
Nota: Los pesos desembarcados están en toneladas.

## Anexo 5.

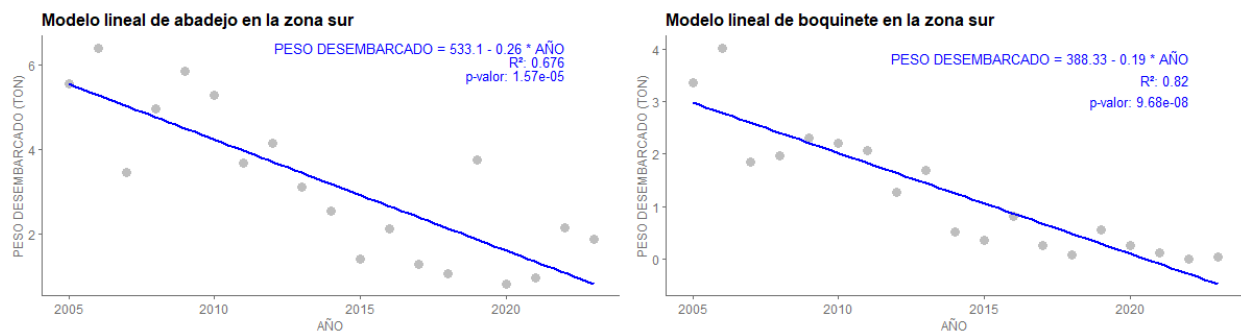
Regresiones lineales de los pesos desembarcados de recursos pesqueros con significancia estadística ( $p < 0.05$ ) en la zona norte de Quintana Roo, México

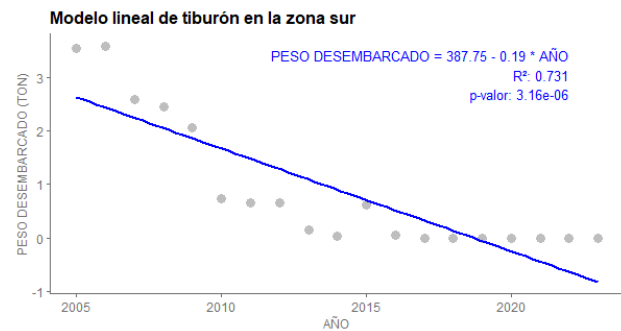
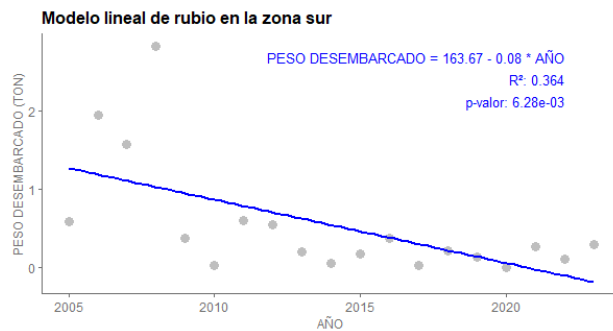
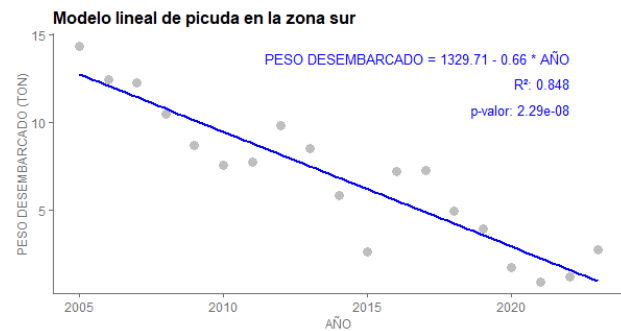
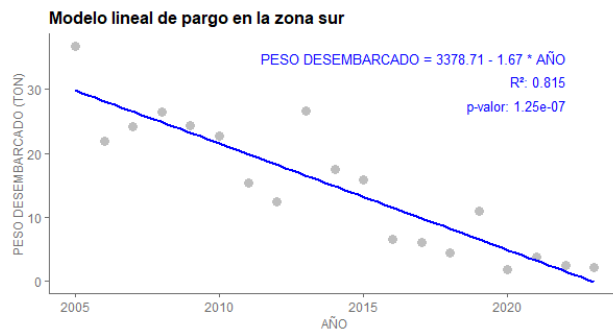
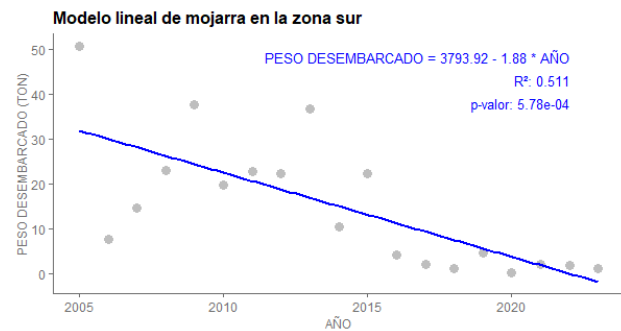
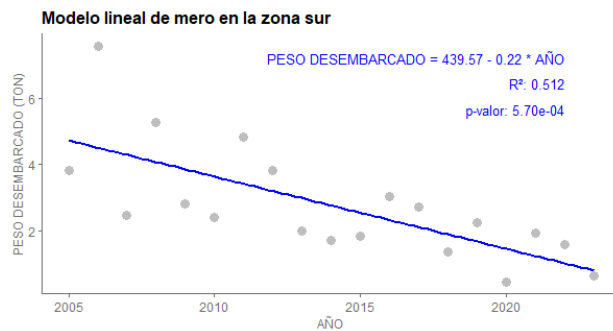
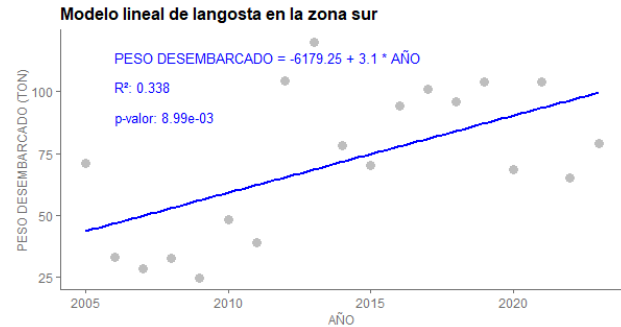
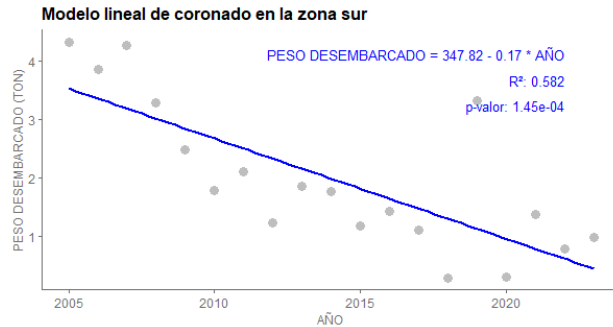
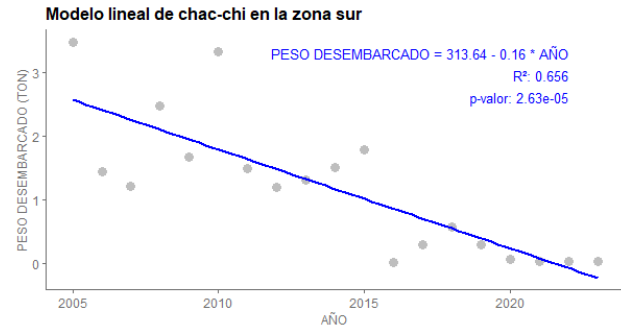
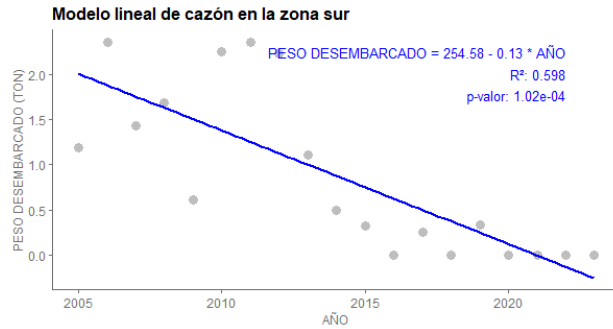


Regresiones lineales de los pesos desembarcados de recursos pesqueros con significancia estadística ( $p < 0.05$ ) en la zona centro de Quintana Roo, México



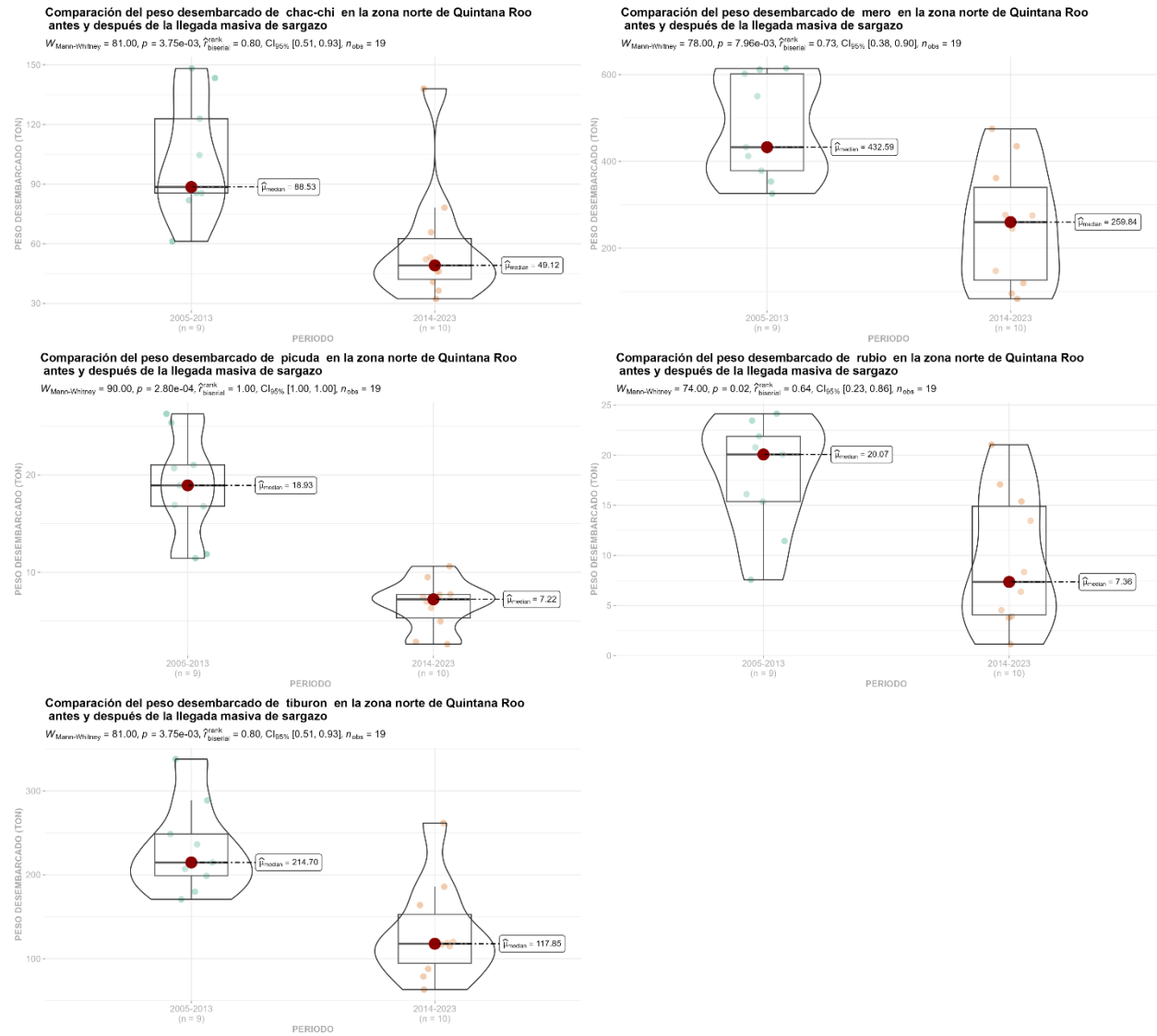
Regresiones lineales de los pesos desembarcados de recursos pesqueros con significancia estadística ( $p < 0.05$ ) en la zona sur de Quintana Roo, México





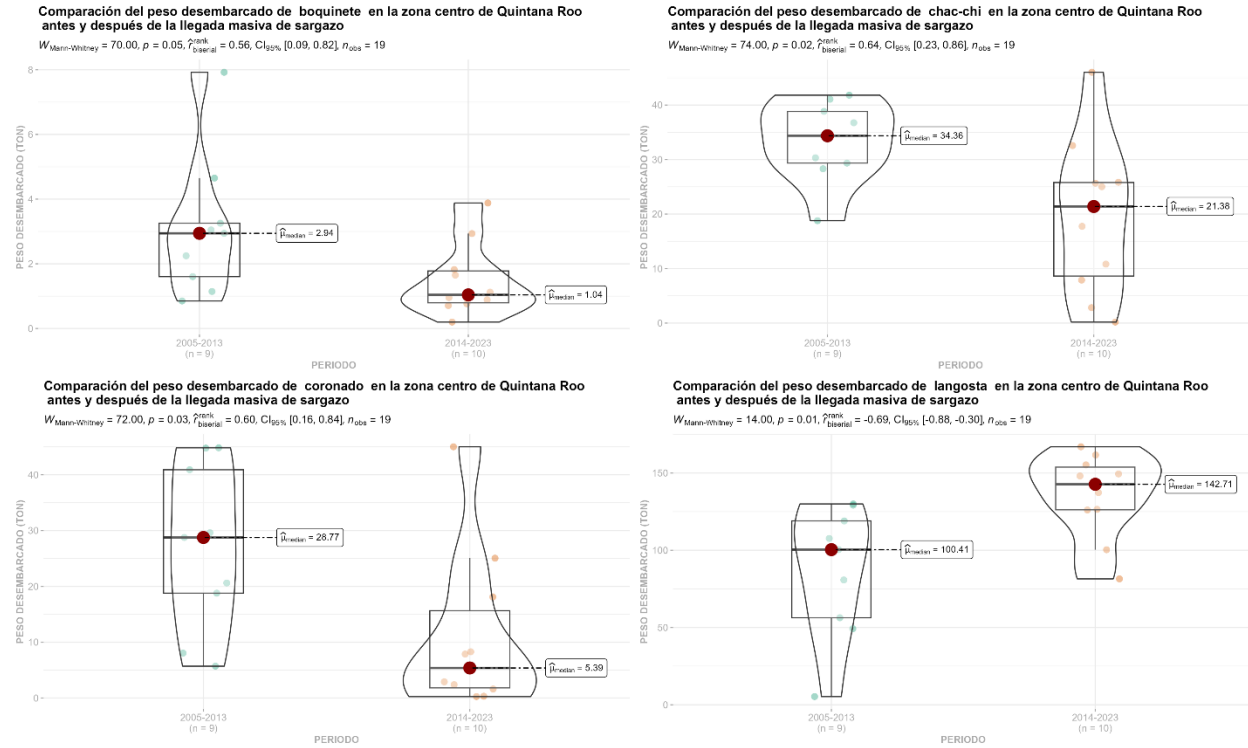
## Anexo 6.

Comparación de pesos desembarcados de recursos pesqueros en la zona norte de Quintana Roo antes y después del arribo masivo de sargazo ( $p < 0.05$ )

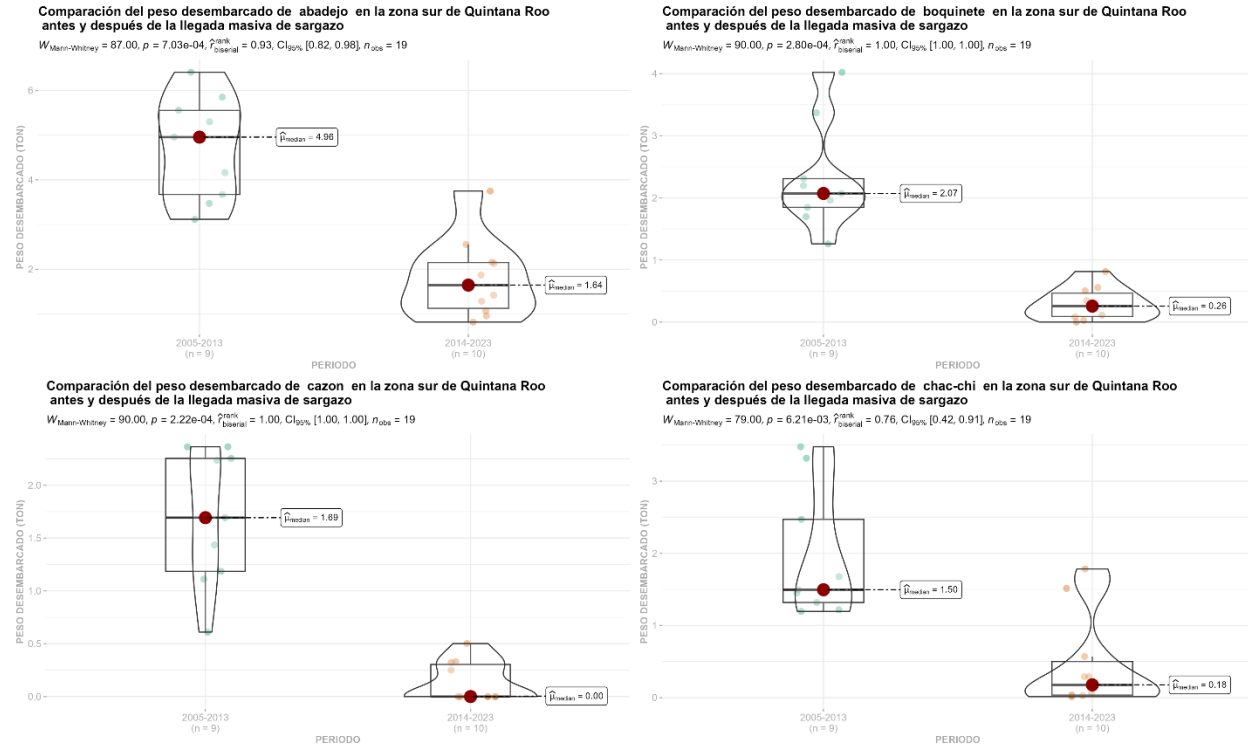




*Comparación de pesos desembarcados de recursos pesqueros en la zona centro de Quintana Roo antes y después del arribo masivo de sargazo ( $p < 0.05$ )*

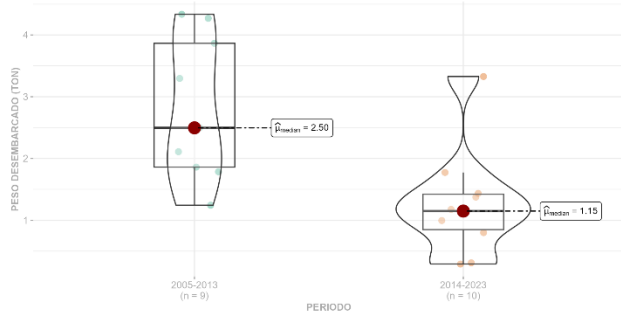


*Comparación de pesos desembarcados de recursos pesqueros en la zona sur de Quintana Roo antes y después del arribo masivo de sargazo ( $p < 0.05$ )*



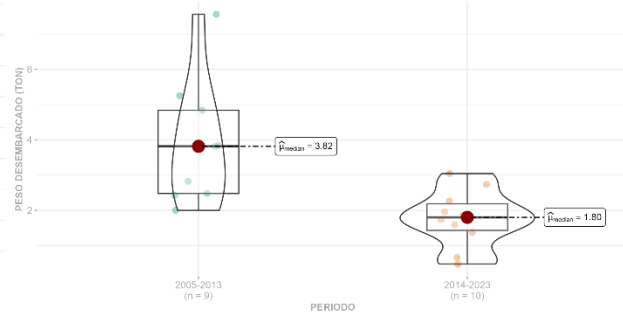
**Comparación del peso desembarcado de coronado en la zona sur de Quintana Roo antes y después de la llegada masiva de sargazo**

$W_{Mann-Whitney} = 81.00, p = 3.75e-03, \hat{\rho}_{\text{bivariante}}^{\text{rank}} = 0.80, CI_{95\%} [0.51, 0.93], n_{\text{obs}} = 19$



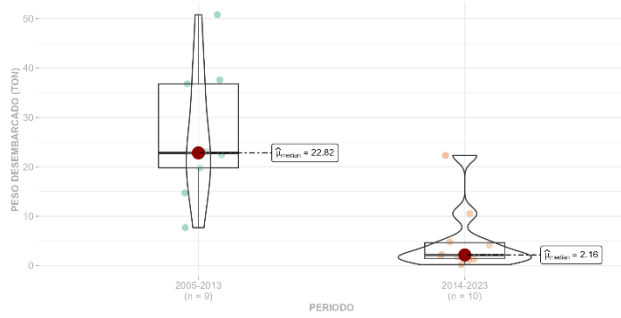
**Comparación del peso desembarcado de mero en la zona sur de Quintana Roo antes y después de la llegada masiva de sargazo**

$W_{Mann-Whitney} = 82.00, p = 2.88e-03, \hat{\rho}_{\text{bivariante}}^{\text{rank}} = 0.82, CI_{95\%} [0.56, 0.94], n_{\text{obs}} = 19$



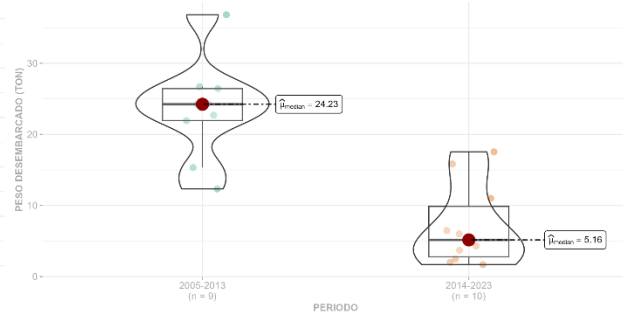
**Comparación del peso desembarcado de mojarra en la zona sur de Quintana Roo antes y después de la llegada masiva de sargazo**

$W_{Mann-Whitney} = 86.00, p = 9.44e-04, \hat{\rho}_{\text{bivariante}}^{\text{rank}} = 0.91, CI_{95\%} [0.76, 0.97], n_{\text{obs}} = 19$



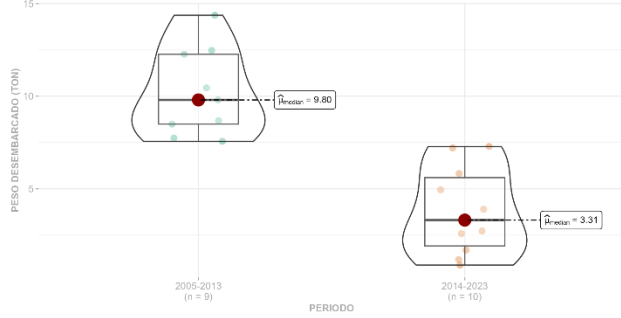
**Comparación del peso desembarcado de pargo en la zona sur de Quintana Roo antes y después de la llegada masiva de sargazo**

$W_{Mann-Whitney} = 86.00, p = 9.44e-04, \hat{\rho}_{\text{bivariante}}^{\text{rank}} = 0.91, CI_{95\%} [0.76, 0.97], n_{\text{obs}} = 19$



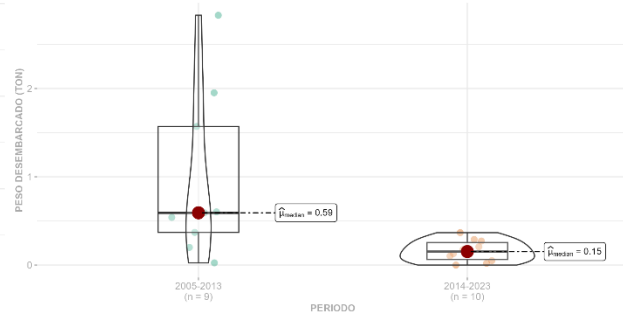
**Comparación del peso desembarcado de picuda en la zona sur de Quintana Roo antes y después de la llegada masiva de sargazo**

$W_{Mann-Whitney} = 90.00, p = 2.80e-04, \hat{\rho}_{\text{bivariante}}^{\text{rank}} = 1.00, CI_{95\%} [1.00, 1.00], n_{\text{obs}} = 19$



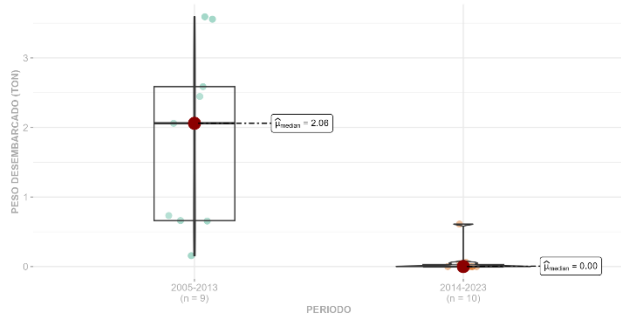
**Comparación del peso desembarcado de rubio en la zona sur de Quintana Roo antes y después de la llegada masiva de sargazo**

$W_{Mann-Whitney} = 78.00, p = 7.96e-03, \hat{\rho}_{\text{bivariante}}^{\text{rank}} = 0.73, CI_{95\%} [0.38, 0.90], n_{\text{obs}} = 19$



**Comparación del peso desembarcado de tiburon en la zona sur de Quintana Roo antes y después de la llegada masiva de sargazo**

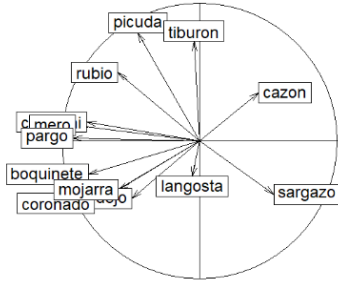
$W_{Mann-Whitney} = 89.00, p = 2.70e-04, \hat{\rho}_{\text{bivariante}}^{\text{rank}} = 0.98, CI_{95\%} [0.94, 0.99], n_{\text{obs}} = 19$



## Anexo 7.

*Análisis de Componentes Principales (PCA) de los recursos pesqueros seleccionados y biomasa de sargazo en la zona norte de Quintana Roo*

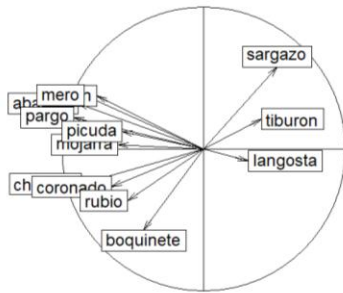
```
> pve <- cumsum(100 * Mpca$eig / sum(Mpca$eig))
> print(pve)
[1] 40.10257 57.89420 72.13309 80.45943 87.56799 92.34477
[7] 94.98071 97.42102 99.08755 99.69917 99.95777 100.00000
```



```
> print(Mpca$co)
          Comp1      Comp2      Comp3
sargazo  0.53751661 -0.38602466  0.36487051
abadejo -0.49412452 -0.41562823  0.41046511
boquinete -0.81123898 -0.24300529  0.30189677
cazon    0.42748301  0.35142151  0.68245003
chac.chi -0.82243676  0.13625756 -0.33225473
coronado -0.76601370 -0.45042962  0.32996521
langosta -0.05554754 -0.25739007  0.63835965
mero     -0.90306914  0.11157244 -0.15957976
mojarra  -0.59027539 -0.35553150 -0.14999670
pargo    -0.92047291  0.02105269  0.05306268
picuda   -0.45231028  0.78312774 -0.03068396
rubio    -0.59624683  0.49867018  0.34207206
tiburón  -0.04256998  0.72086299  0.44390947
```

*Análisis de Componentes Principales (PCA) de los recursos pesqueros seleccionados y biomasa de sargazo en la zona centro de Quintana Roo*

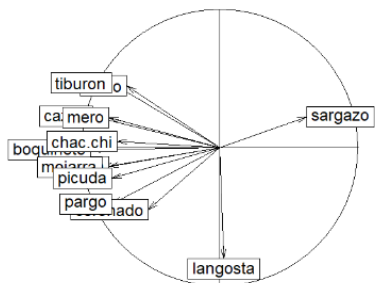
```
pve <- cumsum(100 * Mpca$eig / sum(Mpca$eig))
print(pve)
[1] 44.34693 65.09175 76.03360 84.57565 89.80904 93.73465
[7] 96.53156 98.52052 99.39603 99.77463 99.99299 100.00000
```



```
> print(Mpca$co)
          Comp1      Comp2      Comp3
sargazo  0.5159151 -0.20360603  0.57622646
abadejo -0.8863937 -0.13544769  0.31817408
boquinete -0.4247852 -0.61132355 -0.57162257
cazon    -0.7530674  0.23635262  0.37507648
chac.chi -0.8640439  0.34675948 -0.24382539
coronado -0.6503160  0.64718358 -0.26307985
langosta  0.3104402 -0.87760508 -0.08576971
mero     -0.8424826 -0.03325360  0.38049179
mojarra  -0.6050588 -0.53922049  0.03049232
pargo    -0.9156303 -0.06021315  0.21974845
picuda   -0.5766260 -0.75917723  0.12341452
rubio    -0.5379763 -0.14537330 -0.36429327
tiburón  0.4045515 -0.07206150  0.20924079
```

*Análisis de Componentes Principales (PCA) de los recursos pesqueros seleccionados y biomasa de sargazo en la zona sur de Quintana Roo*

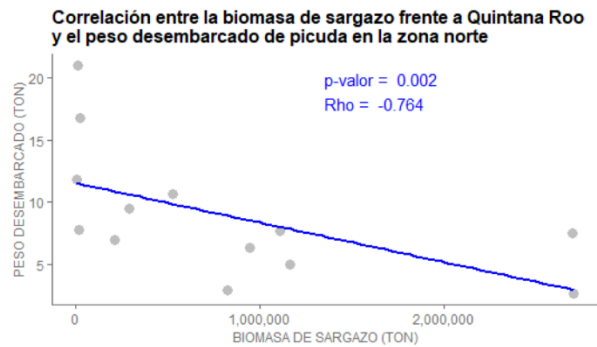
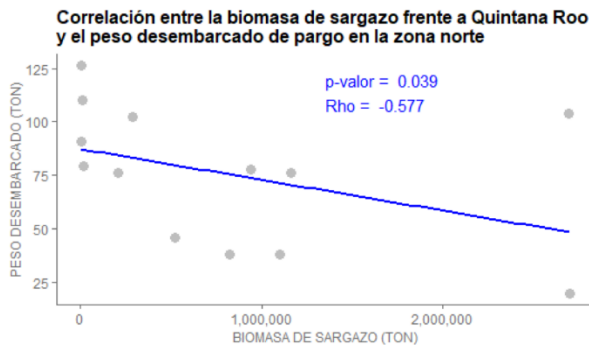
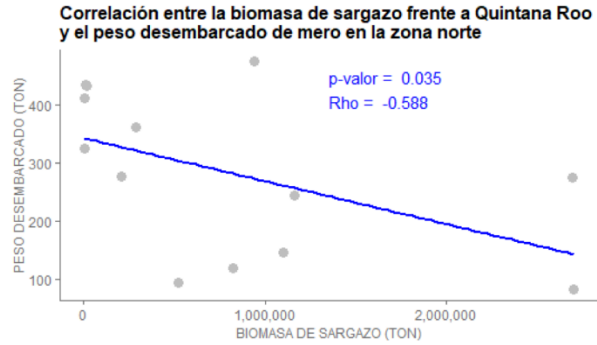
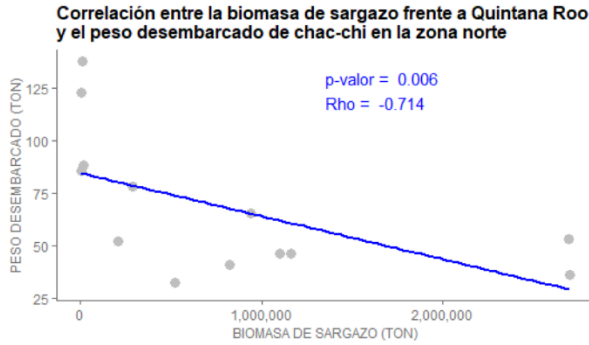
```
pve <- cumsum(100 * Mpca$eig / sum(Mpca$eig))
print(pve)
[1] 55.88809 68.66310 79.04541 86.20906 91.31220 94.06903
[7] 96.42512 98.14849 99.18022 99.71275 99.92361 100.00000
```



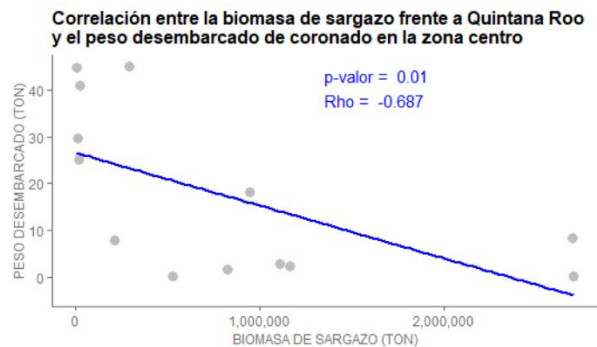
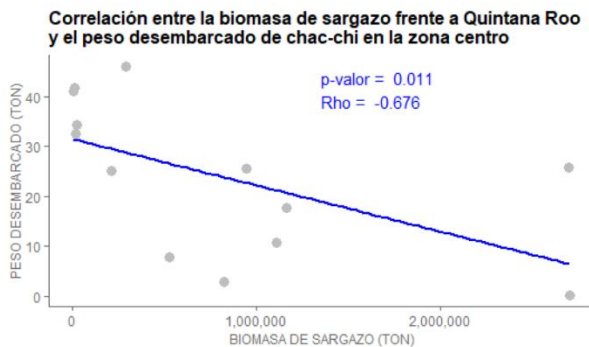
```
> print(Mpca$co)
          Comp1      Comp2      Comp3
sargazo  0.62775544  0.21976495 -0.09984100
abadejo -0.80381726 -0.13675805  0.27516847
boquinete -0.93471831 -0.01489584  0.07252938
cazon    -0.92414226  0.22434863  0.07986220
chac.chi -0.74457595  0.04623227 -0.60870990
coronado -0.51800334 -0.44733629  0.25214503
langosta  0.02780582 -0.79978433  0.22188153
mero     -0.80356845  0.21734093  0.39760140
mojarra  -0.85427745 -0.14316495 -0.40566102
pargo    -0.78209244 -0.40737609 -0.44227811
picuda   -0.78353515 -0.22127320  0.21356301
rubio    -0.67385185  0.44746826  0.40302588
tiburón -0.78666160  0.46735235 -0.20674133
```

## Anexo 8.

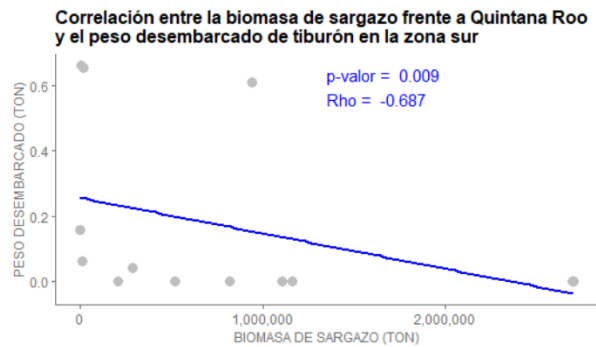
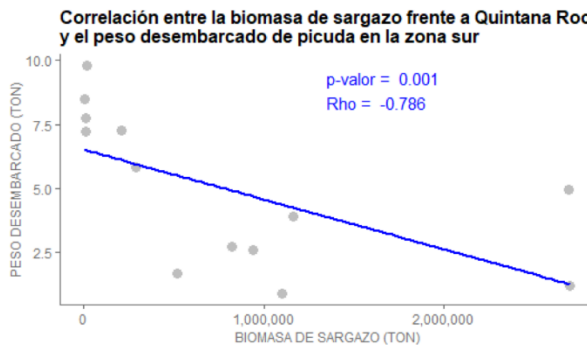
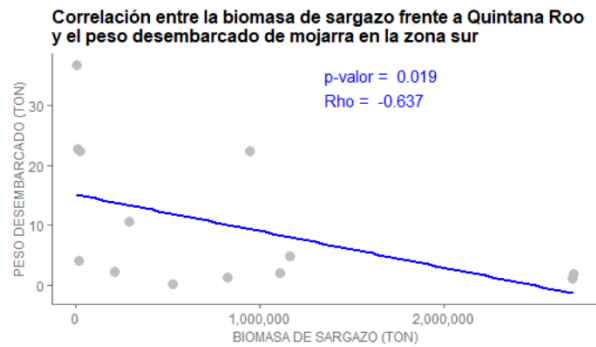
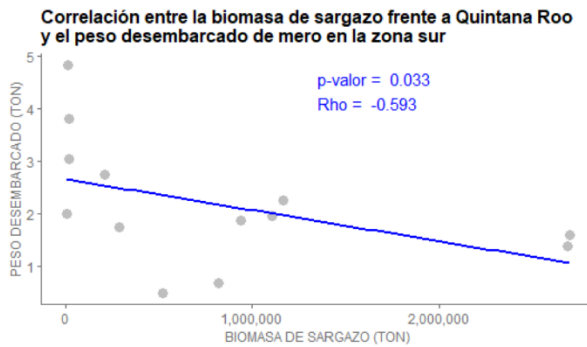
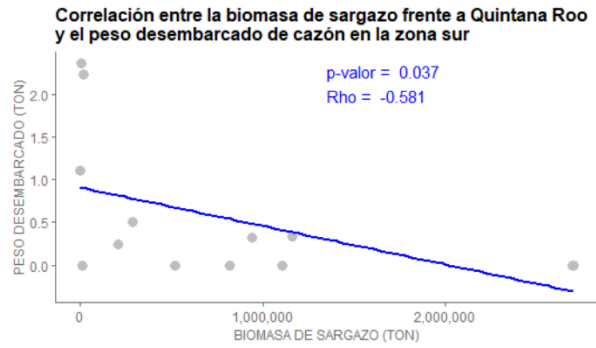
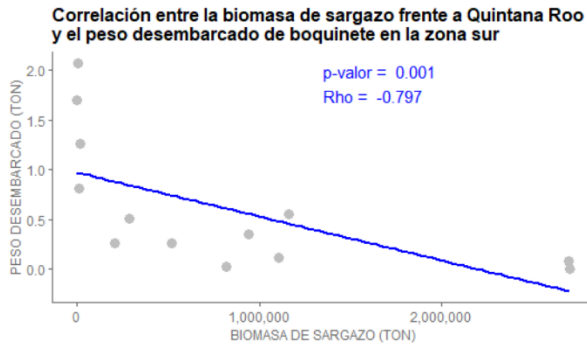
Correlación entre la biomasa de sargazo y el peso desembarcado de recursos pesqueros con significancia estadística ( $p < 0.05$ ) en la zona norte de Quintana Roo, México



Correlación entre la biomasa de sargazo y el peso desembarcado de recursos pesqueros con significancia estadística ( $p < 0.05$ ) en la zona centro de Quintana Roo, México



Correlación entre la biomasa de sargazo y el peso desembarcado de recursos pesqueros con significancia estadística ( $p < 0.05$ ) en la zona sur de Quintana Roo, México



## Anexo 9.

*Distribución porcentual de respuestas codificadas de expertos y pescadores sobre el impacto del sargazo en la pesca*

Code System	Expertos	Pescadores	SUM
▼ Impacto del sargazo en la pesca			
> Efectos en los ecosistemas marinos	7.14%	6.52%	
> Efectos en la biodiversidad	14.29%	10.87%	
> Efectos en las actividades pesqueras	21.43%	19.57%	
▼ Percepción del sargazo			
> Percepciones positivas del sargazo	21.43%	4.35%	
> Percepciones negativas del sargazo		2.17%	
▼ Adaptaciones y estrategias			
> Colaboración con investigadores o autoridades	21.43%	15.22%	
> Cambio áreas de pesca		13.04%	
> Modificación de artes de pesca	7.14%	8.70%	
▼ Impacto económico			
> Costos adicionales		8.70%	
> Cambio en los ingresos	7.14%	10.87%	
Σ SUM	100.00%	100.00%	

*Distribución porcentual de respuestas codificadas de pescadores sobre el impacto del sargazo en la pesca, por zona.*

Code System	Zona Sur	Zona Centro	Zona Norte
▼ Impacto del sargazo en la pesca			
> Efectos en los ecosistemas marinos		13.04%	3.57%
> Efectos en la biodiversidad	4.17%	8.70%	17.86%
> Efectos en las actividades pesqueras	29.17%	32.61%	39.29%
▼ Percepción del sargazo			
> Percepciones positivas del sargazo	4.17%	13.04%	
> Percepciones negativas del sargazo	12.50%		
▼ Adaptaciones y estrategias			
> Colaboración con investigadores o autoridades	16.67%	21.74%	10.71%
> Cambio áreas de pesca	4.17%	6.52%	10.71%
> Modificación de artes de pesca	12.50%		7.14%
▼ Impacto económico			
> Costos adicionales	8.33%		7.14%
> Cambio en los ingresos	8.33%	4.35%	3.57%
Σ SUM	100.00%	100.00%	100.00%