



Evaluación Biológica y Pesquera del pepino de mar (*Holothuria mexicana*) en el Caribe de Honduras.

Elaborado por:

Marco Osorto-Nuñez
Jefe de Investigación y Transferencia de Tecnología
Coordinador del Proyecto de Pepino de mar (*Holothuria mexicana*)
Correo: marco.osorto@sag.gov.hn

Revisado por:

M. Sc. Kaina Alvarado
Directora General de Pesca y Acuicultura

Lic. Mirella González Florentino
Subdirectora de Pesca

Temporada de Pesca 2024-2025

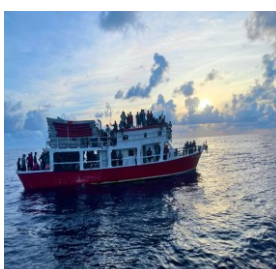
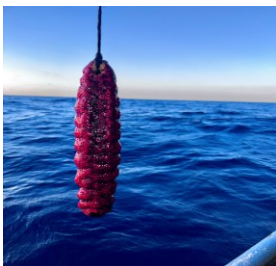
M. Sc. Leonel Edgardo Marineros
Coordinador Nacional CITES

Lic. Alexis Iriás
Asesor de Pesca

Acuerdo Ministerial SAG-189-2024



Secretaría de Agricultura y Ganadería
Dirección General de Pesca y Acuicultura



Resumen: La pesquería de *Holothuria mexicana* en Honduras se inició en 2014, tras la aprobación del acuerdo ministerial SAG-544-14 que estableció una cuota global. Para la temporada 2024-2025, se suspendió el protocolo de monitoreo biológico para formular un plan de manejo pesquero. Por ello, el objetivo de este estudio fue evaluar la dinámica biológica-pesquera y de procesamiento del pepino de mar *Holothuria mexicana* en los principales bancos y zonas de pesca en el Caribe de Honduras para la temporada 2024-2025.

Se realizó un muestreo biológico-pesquero de *Holothuria mexicana* durante la temporada 2024-2025 (noviembre-mayo) en la Zona Económica Exclusiva del Caribe hondureño (5 embarcaciones industriales y 42 artesanales). Se registraron variables operativas (coordenadas, profundidad, estrato) y se colectaron datos morfológicos (longitud/peso) de 6,279 individuos a bordo y 25,286 individuos en plantas de procesamiento. La CPUE (lb/buzo/salida) se calculó como indicador de abundancia y se realizó un análisis en la gestión de la flota artesanal de la pesquería.

La captura total fue de 351,377.75 libras de 712,000 libras aprobadas. La flota industrial de *Holothuria mexicana* totalizó 195,122.75 lb (78.05%) y la flota artesanal 156,255 lb (32.82), la cual, solo pescaron 17 de 42 embarcaciones artesanales. La CPUE promedio fue de 11.74 lb/buzo/día con máxima eficiencia en el banco Rosalinda en industrial y 109.09 lb/buzo/día en artesanal con máxima eficiencia en la zona 4. El promedio morfológico del monitoreo a bordo fue 635.41 g en peso corporal, eviscerado 324.48 g, cocido 130.01 g y longitud corporal 25.12 cm, eviscerado 21.62 cm, cocido 14.78 cm. La distribución de estratos mostró predominancia de áreas mixtas (72%; n=3,610), seguidas por composición algal (23%; n=1,168), arenosas (4%; n=196) y arrecifales (1%; n=60). El promedio del muestreo en planta fue 17.70 cm de longitud y 169.95 de peso en promedio.

La implementación de una veda basada en los periodos reproductivos representó un avance importante en la ordenación de la pesquería. No obstante, algunos indicadores sugieren desafíos que deben ser atendidos, como variaciones en la CPUE y una mayor concentración de la flota en determinados bancos. Asimismo, la presencia de presunta pesca ilegal y las limitaciones en la disponibilidad de información confiable de la flota artesanal ponen de manifiesto la oportunidad de fortalecer el esquema de gestión, mediante un monitoreo más sistemático, evaluaciones poblacionales continuas y mecanismos de control más efectivos.

Palabras claves: Capturas por Unidad de Esfuerzo, Flota artesanal, Holothuroidea, Longitud, Libras por Buzo por día, Muestreo a bordo, Muestreo en plantas.

Citar como: Osorto-Nuñez, M.H. (2025). Evaluación Biológica y Pesquera del pepino de mar (*Holothuria mexicana*) en el Caribe de Honduras. Temporada 2024-2025. Acuerdo Ministerial SAG-189-2024. Secretaría de Agricultura y Ganadería-Dirección General de Pesca y Acuicultura. Tegucigalpa, Honduras.

anticancerígenas, anticoagulantes, antitrombóticas, antivirales y neuroprotectoras¹⁶⁻¹⁹. En *H. mexicana* se ha identificado el sulfato de condroitina fucosilado (FCShm), con amplio potencial farmacológico¹⁶ y una variante modificada (HmG) que ha mostrado eficacia como anticoagulante seguro²⁰.

La densidad poblacional de *H. mexicana* varía geográficamente y refleja impactos pesqueros importantes. En Panamá, se estimaron 7,630,164 individuos con una densidad media de 161.8 ind/ha, evidenciando sobrepesca crítica²¹. En Cayos Cochinos (Honduras), se registraron 10.2 individuos por transecto en Cayo Largo Arriba, seis en Cayo Mayor y dos en Cayo Menor⁷. En Cubagua (Venezuela), la densidad promedio fue de 0.001 ind/m² (~7.7 ind/ha)⁶, mientras que en el sur de Belice alcanzó 12.9 ind/ha²². Las longitudes de *H. mexicana* varían entre 30–50 cm^{2,23}, alcanzando en Florida hasta 57.9 cm en machos y 75.7 cm en hembras²⁴. La madurez sexual se estima entre 13–15 cm, considerando el

50% de la primera ocurrencia reproductiva²¹. En Belice, se reportó madurez desde 10 cm y completa a 16 cm²⁵. Usando peso escurrido, los individuos no reproductivos promediaron 60.9 ± 5.05 g, sugiriendo un crecimiento relativamente rápido hacia la madurez²¹.

La reproducción de *H. mexicana* presenta una marcada estacionalidad, con actividad entre marzo y agosto y picos en julio²⁴. Las gónadas se expanden en primavera, alcanzando el máximo antes del desove tardío en verano, decreciendo en septiembre. En Curazao, más del 70% de los individuos desovaron en los cinco días posteriores a la luna llena entre agosto y octubre²⁶. En Panamá y Belice, el índice gonadal aumenta desde febrero, alcanzando máximos en julio y disminuyendo gradualmente con la reducción de la temperatura^{21,25,25}. Por todo esto, la variabilidad anual en el índice gonadal sugiere un patrón de desove que no se limita a una temporada reproductiva breve y distinta, y puede variar según la localización.

II. Antecedentes

La explotación de holotúridos, organismos marinos bentónicos de la clase Holothuroidea, ha sido una práctica milenaria en la región del Indo-Pacífico, con una historia de sobreexplotación que ha provocado declives poblacionales y, en algunos casos, extinciones locales^{23,27,28}. Ante el agotamiento de los bancos de pepino de mar asiáticos, el interés comercial se expandió a nuevas áreas, como América Latina y el Caribe. Este fenómeno, impulsado por mercados coreanos y japoneses, condujo a una explotación inicial no regulada en zonas sin tradición de consumo local de estas especies³.

Los desafíos de esta expansión pesquera quedaron patentes durante la "Guerra del Pepino" en las Islas Galápagos entre 1994 y 1995^{29,30}. En México, la especie *Isostichopus fuscus* fue catalogada en peligro de extinción, aunque estudios posteriores demostraron que, bajo un manejo adecuado, la especie podría ser explotada de manera sostenible³¹. Similarmente, la extracción no restringida en Panamá llevó a la sobreexplotación de tres especies, destacando la necesidad de una gestión cautelara para evitar el colapso de la pesquería³.

En Honduras, la explotación de holotúridos no tenía precedentes históricos. Antes de 2009,

estas especies eran capturadas de forma incidental por buques de arrastre en la región de La Mosquitia. No obstante, en febrero de 2009, se iniciaron investigaciones en colaboración con la empresa privada y la Dirección General de Pesca y Acuicultura (DIGEPESCA), que confirmaron la presencia de especies de alto valor comercial, como *Isostichopus badionotus* y *Holothuria mexicana*³².

A partir de 2010, empresas procesadoras y armadores industriales solicitaron permisos de colecta científica a la DIGEPESCA, lo que marcó el inicio de la explotación comercial. Con el tiempo, la flota pesquera se expandió significativamente, de 5 a más de 20 embarcaciones³³, lo que generó un considerable aumento en las exportaciones anuales que, en 2014, excedieron las cuotas establecidas por acuerdos ministeriales. Desde entonces, las exportaciones han mostrado una disminución constante.

La gestión de esta pesquería en Honduras se ha regido por una serie de acuerdos ministeriales. El Protocolo de Investigación SAG-544-14, establecido en 2014, una cuota global de captura de 551,000 libras (250,000 kg) para *Holothuria mexicana* e *Isostichopus badionotus*,

y promovió una alianza de investigación con el Centro de Estudios Marinos³⁴. Para la temporada 2015, la cuota precautoria se elevó a 952,387 libras (432,000 kg), distribuyéndose entre flotas industriales y artesanales con una talla mínima de captura de 20 cm en estado vivo. Sin embargo, en 2016, la baja en las capturas de *I. badionotus* llevó a su veda indefinida, y se incluyó a la especie *Actinopyga agassizii* en la pesquería, ajustando la cuota comercial a 954,150.88 libras.

La gestión continuó evolucionando. En 2017, la cuota global se elevó a 1,012,000 libras (459,040 kg), no obstante, se prohibió la captura de *A. agassizii* debido a las bajas densidades observadas. Además, el Banco Gorda (Cayo Gorda) fue designado como Área de No Pesca, una medida clave para la conservación. Desde 2018, la cuota se centró exclusivamente en *Holothuria mexicana*, con un total de 926,000 libras. Esta cuota se mantuvo hasta la temporada 2020-2021, con una reducción de la cuota global a 826,000 libras. Un punto de inflexión en la temporada 2023-2024 fue la adenda ministerial SAG-165-2023, que extendió la pesquería por dos meses adicionales. Las cuotas anuales de captura no se han alcanzado en los últimos años, reflejando una tendencia decreciente en los desembarques (Figura 3).

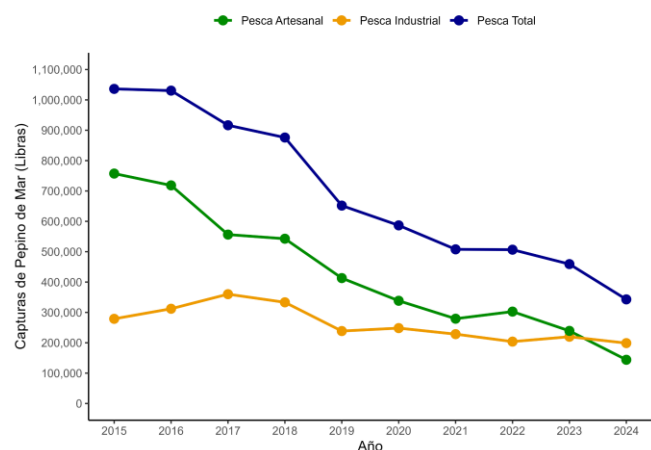


Figura 3. Capturas anuales de pepino de mar (*Holothuria mexicana*) por tipo de pesca en el Caribe de Honduras.

A partir de la temporada 2024-2025, se implementó una transición en el cronograma de pesca de *Holothuria mexicana*, basada en las recomendaciones científicas de Osorto-Nuñez (2024)³⁵ que identifica los picos reproductivos de la especie; la nueva medida de manejo alinea el período de veda con estos ciclos biológicos. En un consenso con la Asociación para Fortalecer Técnica Científica y Comercialización de Pesca del Pepino de Mar en Honduras (AFOTECCPH), se estableció un calendario de pesca del 1 de noviembre al 31 de mayo, con una veda del 1 de junio al 31 de octubre. Esta estrategia, sustentada en la literatura científica, extiende el cierre de la pesquería de cuatro a cinco meses, superando las medidas tradicionales que no consideraban las particularidades reproductivas de la especie.

Debido a que solo se registraron 23 de las 42 embarcaciones artesanales, y aplicando el principio precautorio de la FAO, se decidió reducir la cuota de cada embarcación artesanal de 13,714 a 11,000 libras. Esta medida disminuyó la cuota total para el sector artesanal de 576,000 a 462,000 libras. En contraste, la cuota para las embarcaciones industriales se mantuvo en 250,000 libras, ya que estas embarcaciones operaron durante toda la temporada de pesca.

Finalmente, la ausencia de estudios científicos exhaustivos sobre la dinámica poblacional de las especies, especialmente de *Holothuria mexicana*, es un vacío crítico. Aunque *I. badionotus* y *A. agassizii* se encuentran en veda indefinida, esta falta de conocimiento científico compromete la capacidad de equilibrar la explotación comercial con la conservación del ecosistema. Los esfuerzos actuales se han centrado en evaluar la pesquería a través de datos de desembarques y muestreos morfométricos. Para garantizar la viabilidad a largo plazo de esta pesquería, es imperativo que se realicen investigaciones detalladas que evalúen la salud de las poblaciones y sustenten las decisiones de manejo en evidencia científica robusta.

III. Objetivos

3.1. Objetivo general

Evaluar la dinámica biológica-pesquera y de procesamiento del pepino de mar *Holothuria mexicana* en los principales bancos y zonas de pesca en el Caribe de Honduras para la temporada 2024-2025.

3.2. Objetivos específicos

1. Cuantificar la cuota comercial de extracción obtenida por la flota industrial y artesanal de la pesquería de pepino de mar (*Holothuria mexicana*) durante la temporada 2024-2025 en el Caribe de Honduras.
2. Analizar la distribución espacial del esfuerzo pesquero de la flota industrial y artesanal mediante la estimación de Capturas por Unidad de Esfuerzo (CPUE) y la identificación de los bancos con mayor actividad pesquera durante la temporada 2024-2025 en el Caribe de Honduras.
3. Evaluar la estructura de tallas de *Holothuria mexicana* en los bancos de pesca y en las plantas de procesamiento del Caribe de Honduras durante la temporada 2024-2025.
4. Generar recomendaciones para la elaboración del Plan de Manejo Pesquero del pepino de mar (*Holothuria mexicana*) en el Caribe de Honduras.

IV. Materiales y Métodos

4.1. Zonas de capturas

La pesca industrial de *Holothuria mexicana* en Honduras se concentra en la Zona Económica Exclusiva (ZEE) del Caribe (210,000 km²; profundidad media: 1,950 m; máxima: 5,991 m)³⁶. La plataforma continental (68,718 km²) presenta hábitats bentónicos, arrecifes coralinos, fondos rocosos y sustratos de arena localizados principalmente entre 18–27 m, con praderas dominadas por *Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme*³⁷, esenciales para la productividad y biodiversidad marina. La Zona de Pesca Industrial I (E del meridiano 82°40'W) incluye bancos Rosalinda, Oneida, Middle Bank, Thunder Knoll y Gorda, mientras que la Zona II (84°29'W–83°30'W), comprende Misteriosa y El Rosario. Entre ambas se ubica el Área de Veda Temporal (AVT; zonas 1–4 de la Zona Exclusiva de Pesca Artesanal, ZEPA) (Fig. 4).

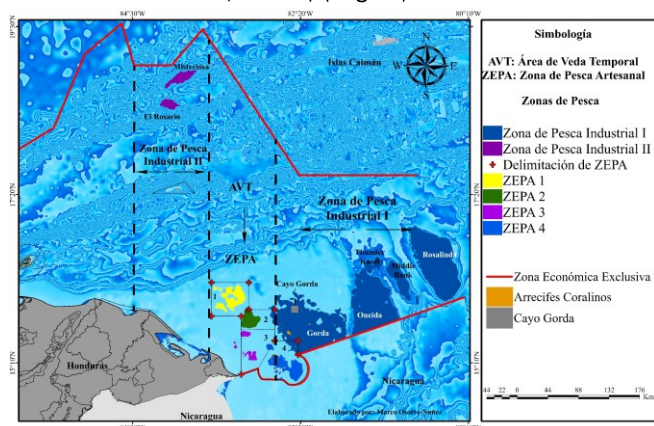


Figura 4. Delimitación de las áreas de pesca industrial para la pesquería de pepino de mar *Holothuria mexicana* en Honduras.

Dentro de la ZEE, Cayo Gorda (100 km²; 29.15 MN), situado en el Banco Gorda, constituye un Área de No Pesca crítica para la reproducción de especies de importancia comercial. Su alta complejidad estructural y cobertura de hábitats lo convierten en un área clave para estadios juveniles de holoturoideos, peces óseos, crustáceos; incluidos *Panulirus argus* y *Paralithodes camtschaticus* y moluscos como *A. gigas* (Fig. 5).

Las actividades de pesca artesanal mediante el método por apnea se desarrollaron en diferentes sectores insulares y arrecifales, delimitados en cuatro zonas de explotación previamente establecidas en la zonificación espacial de la región, las cuales son las siguiente (Figura 5):

Zona 1: comprende los Cayos Vivorios (15°50.7810'N–83°18.488'W) y los Cayos Hobbies (16°06.16.16"N–83°12.31.14"W).

Zona 2: abarca los Cayos Cocoruma y Pinchones (15°42.10'N–82°59.899'W).

Zona 3: incluye el Banco del Cabo (15°15'18.78"N–82°57'56.99"W), el Banco del Cabo Falso (15°32'46.78"N–83°03'30.32"W) y Coral Parch.

Zona 4: incorpora los arrecifes de Medialuna (15°08.665"N–82°36.643"W), Alárgate Reefs (15°09'100"N–82°25'552"W), Savannah Reefs (15°10'080"N–82°34'400"W), South Cay (15°3'55.12"N–82°31'21.07"W), Cayo Bobel (15°5'27.21"N–82°40'34.83"W), Cayo Umbrela, así como los sectores de Port Royal y Port Poise (15°07'9.70"N–82°35'43.27"W).

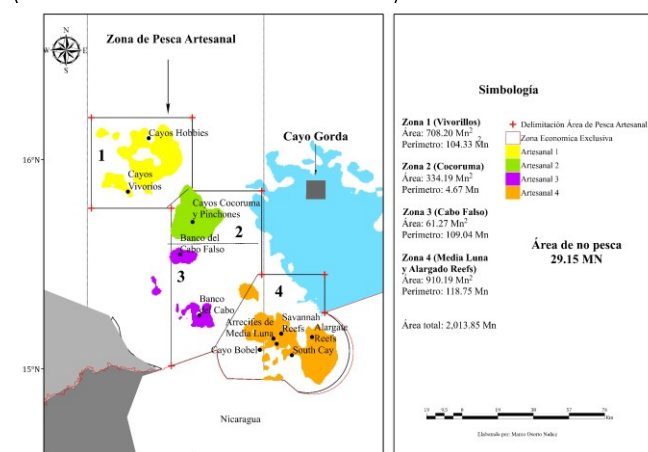


Figura 5. Delimitación de las áreas de pesca artesanal para la pesquería de pepino de mar *Holothuria mexicana* en Honduras.

4.2. Datos de la pesquería de pepino de mar en embarcaciones industriales

Entre noviembre de 2024 a mayo de 2025, 5 embarcaciones industriales operaron en bancos de pesca del Caribe hondureño bajo el nuevo período de pesca de *Holothuria mexicana*³⁵. La temporada, fijada del 1 de noviembre de 2024 al 30 de mayo de 2025, fue consensuada con la Asociación para Fortalecer Técnica Científica y Comercialización de Pesca del Pepino de Mar en Honduras (AFOTECCPH) con el objetivo de armonizar el periodo de pesca con la época reproductiva de la especie.

Las faenas se concentraron en zonas de alta accesibilidad y de eventual y potencial abundancia de individuos de pepino de mar (Fig. 5) considerada a partir del conocimiento y experiencia de los capitanes de embarcaciones. Participaron 45–60 cayuqueros y un número

similar de buzos por jornada. Cada cayuco transportó cinco tanques de aire comprimido por salida (10 tanques/día). El personal de buceo es reclutado mayoritariamente en La Mosquitia (Gracias a Dios).

A cada embarcación se le asignó un inspector de pesca designado por la DIGEPESCA para registrar variables biológico-pesqueras: coordenadas de faena, número de buzos, tanques, banco, sustrato, peso capturado y profundidad (sonda FURUNO, modelo F). Los estratos se clasificaron como Mixto (Estrato arenoso con pastos o algas) Arenoso, Rocoso, Arrecifal, Pastos Marinos y algas Marinas

La extracción de *Holothuria mexicana* se realizó mediante buceo autónomo, iniciando con la selección del área de faena por el capitán, basada en coordenadas preestablecidas y en la disponibilidad aparente del recurso. En caso de escasez, se efectuaron desplazamientos de 3-5 millas náuticas hacia sitios alternativos. Los cayucos, tripulados por un cayuquero, transportaron a los buzos a 1.5-2 millas del barco principal. Cada buzo realizó inmersiones de 25-30 minutos, recolectando individuos manualmente y transfiriéndolos al cayuco antes de reemplazar el tanque de aire. El recurso se descargó en la embarcación nodriza para su procesamiento inmediato: evisceración, cocción con agitación constante, drenado, enfriado y conservación en salmuera. Finalmente, los lotes fueron pesados, embolsados y almacenados en refrigeración para su preservación.

4.3. Muestreo morfométrico a bordo

Se seleccionaron aleatoriamente 15 individuos de *H. mexicana* por salida de buceo, totalizando 30 ejemplares diarios por embarcación. La selección, asistida por el personal a bordo, se realizó bajo un diseño aleatorio estricto para minimizar sesgos (Fig. 6, 7).

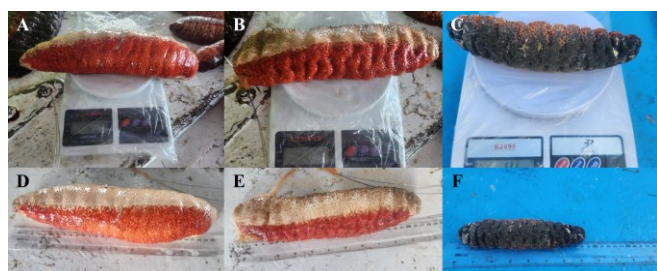


Figura 6. Muestreo en altamar de pepinos de mar *Holothuria mexicana*. A) Peso en estado vivo, B) Peso eviscerado, C) Peso cocido, D) Longitud en estado vivo, E) Longitud eviscerado y F) Longitud en estado cocido.

En total se muestrearon 6,279 individuos en los principales bancos de pesca. Los organismos se mantuvieron temporalmente en cajas con agua de mar hasta su procesamiento. Posteriormente, se registró la longitud corporal y el peso de la pared corporal en 30 ejemplares en estado escurrido, eviscerado y cocido, empleando cinta métrica en superficie plana y balanza digital.

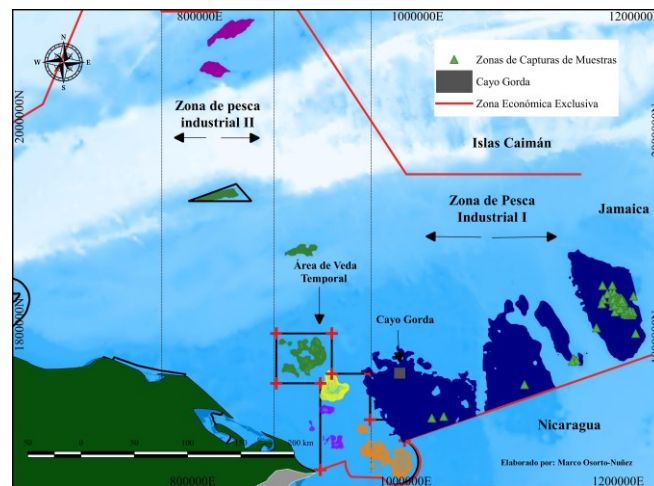


Figura 7. Zonas donde se llevaron a cabo las faenas de pepino de mar *Holothuria mexicana* para la temporada de pesca 2024-2025.

4.4. Muestreo morfométrico en plantas de procesamiento

La longitud y el peso de *Holothuria mexicana* fueron registrados en tres plantas de procesamiento pesquero que recibían producto de cinco embarcaciones industriales, localizadas en El Progreso y La Ceiba. El objetivo fue estimar la talla promedio de captura y verificar su cumplimiento con el Acuerdo Ministerial SAG-189-2024, que establece una longitud mínima legal de 12 cm en estado cocido (Fig. 8).

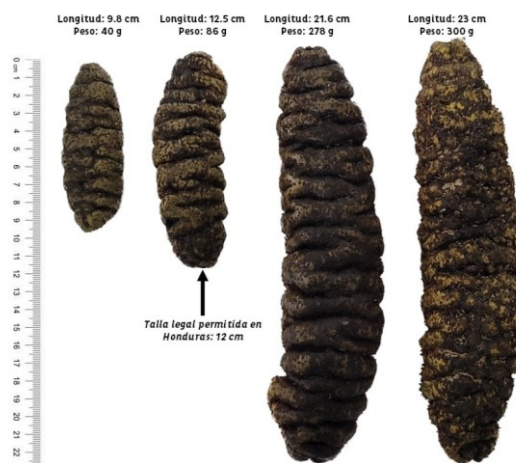


Figura 8. Muestreo morfométrico de pepino en estado cocido y congelado en plantas de procesamiento. Se observan diferentes tamaños de pepinos de mar y talla legal permitida en Honduras

4.5. Datos de la pesquería de pepino de mar en embarcaciones artesanales

Entre noviembre de 2024 y mayo de 2025, 17 de 42 embarcaciones artesanales (25–28 pies; ≤40 HP) realizaron faenas en zonas de pesca designadas. Las tripulaciones estuvieron conformadas por 5–12 buzos, que emplearon técnicas de captura por apnea o SCUBA. Los buzos, en su mayoría provenientes de La Moskitia, efectuaron jornadas de 4–12 días, determinando la localización de los sitios de pesca mediante balizas o, en algunos casos, con dispositivos GPS.

La pesca artesanal de *Holothuria mexicana* se inició con la selección del sitio de faena, a cargo del responsable de la embarcación. Posteriormente, los buzos realizaron inmersiones para recolectar manualmente los individuos de pepino de mar. De acuerdo con la normativa vigente, toda captura debía ingresar a los centros de acopio para garantizar la trazabilidad del producto. En dichas instalaciones se llevó a cabo el procesamiento primario, consistente en cocción, drenado, enfriamiento y conservación en salmuera, previo al embolsado. Finalmente, los lotes fueron pesados, embalados y almacenados en cámaras de refrigeración bajo condiciones óptimas de preservación, antes de su traslado a las plantas de procesamiento en La Ceiba y El Progreso.

4.6. Análisis de datos

4.6.1. Capturas por Unidad de Esfuerzo

Se cuantificaron las capturas totales por embarcación y por viaje en las flotas industrial y artesanal durante la temporada 2024–2025. De manera complementaria, se registró el peso neto total (en libras) a partir de los datos proporcionados por las plantas de procesamiento de productos pesqueros. Se realizó un análisis de la distribución espacial de

la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) del pepino de mar (*Holothuria mexicana*). Para evaluar el estado de la pesquería de *Holothuria mexicana*, se empleó como indicador la Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE), calculada según la siguiente fórmula:

$$CPUE = \frac{U_{captura}}{N_{salidas}}$$

En la ecuación: $U_{captura}$ representa la captura de pepino de mar por buzo, medida en libras (lb), $N_{salidas}$ representa el número de salidas por buzo, medida en salidas (s), con una escala temporal de un día.

4.6.2. Medición morfométrica

Se aplicaron métodos estadísticos para caracterizar la morfometría del pepino de mar (*Holothuria mexicana*). Se elaboraron histogramas de frecuencia para describir la distribución de pesos y longitudes en tres estados: vivo, eviscerado y cocido, complementados con diagramas de cajas por embarcación para evaluar el promedio del peso extraído. Con los datos del muestreo morfométrico se efectuaron análisis de regresión a fin de modelar las relaciones funcionales entre longitud y peso corporal. Adicionalmente, se generaron representaciones gráficas mediante estadística descriptiva para examinar las variables asociadas a los diferentes estratos de cada banco de pesca.

Todos los conjuntos de datos fueron analizados mediante métodos estadísticos no paramétricos. Los análisis estadísticos y las gráficas fueron ejecutados mediante el software R Core Team (versión 2025.05.0), mientras que la cartografía digital se desarrolló utilizando el sistema de información geográfica Quantum GIS (versión 3.32 Lima).

V. Resultados

5.1. Flota Industrial

5.1.1. Capturas de la Flota Industrial

Durante la temporada de pesca de pepino de mar *Holothuria mexicana* (noviembre 2024-mayo 2025), operaron 5 embarcaciones industriales en aguas jurisdiccionales de Honduras. La flota completó cinco viajes

consecutivos. En el quinto viaje, solo la embarcación Caribbean Pride no realizó sus faenas. La captura total ascendió a 195,122.75 libras de pepino, equivalente al 78.05% de la cuota asignada. El remanente (21.95%) correspondió a 54,877.25 libras (Tabla 1).

Tabla 1. Capturas de producto pepino de mar (*Holothuria mexicana*) por la flota industrial durante la temporada de pesca 2024-2025.

Embarcación	Registro	Producto peso exportación (lb)	Cuota comercial de exportación (lb)	Cuota restante (lb)
Doña Berta	S-1528215	43,134.00	50,000.00	6,866.00
Caribbean Pride	S-1818770	39,448.00	50,000.00	10,552.00
Capt. Derrell	S-1815139	47,393.15	50,000.00	2,606.85
Mr. Maruin	U-1821949	38,245.00	50,000.00	11,755.00
Miss Feue	U-1811613	26,902.60	50,000.00	23,097.40
		195,122.75	250,000.00	54,877.25

Los datos de desembarque reflejan que la planta Caribbean Pearl Seafood S.A. fue el principal destino de la captura industrial de pepino de

mar (*Holothuria mexicana*), registrando el mayor volumen de adquisiciones, seguida por Inversiones Ikagai S. de R.L. de C.V. (Tabla 2).

Tabla 2. Compras de producto de pepino de mar (*Holothuria mexicana*) realizadas por las plantas a la flota industrial en la temporada de pesca 2024-2025.

Planta de procesamiento	Ubicación	Producto peso exportación (lb)
Inversiones Ikagai S de R.L. de C.V.	La Ceiba	70,036.60
Azul Interexport S.A. de C.V.	La Ceiba	38,245.00
Caribbean Pearl Seafood S.A.	El Progreso	86,841.15

5.2. Capturas por Unidad de Esfuerzo

La flota industrial realizó cuatro viajes completos, mientras que en el quinto participaron cuatro embarcaciones. El tercer viaje registró la mayor productividad, seguido del cuarto y segundo. Contrariamente, el primer viaje demostró la menor eficiencia, con un rendimiento promedio de 6,409.40 lb/embarcación (Tabla 3). El promedio general de operación fue de 57 buzos/día y una captura media de 665.95 lb/día. El cuarto viaje presentó

la mayor participación de buzos, correlacionándose con los mayores volúmenes de captura diaria registrados. Los valores de Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) mostraron medias generales de 11.74 lb/buzo/día y 6.26 lb/buzo/salida. El cuarto viaje registró la CPUE máxima (13.19 lb/buzo/día; 6.72 lb/buzo/salida), mientras que el primer viaje presentó los valores mínimos (Tabla 3).

Tabla 3. Capturas por viaje de la flota industrial, promedio total de captura en libras por día y de buzos por día y Capturas por Unidad de Esfuerzo (CPUE) de la pesquería industrial de pepino de mar (*Holothuria mexicana*) durante la temporada de pesca 2025-2025.

Nº de viaje	Embarcaciones activas	Captura (lb)	Promedio	\bar{x} de buzos por día	\bar{x} de libras por día	CPUE por día	CPUE por salida
Primero	5	32,047.00	6,409.40	56	552.40	9.95	5.37
Segundo	5	36,849.00	7,369.80	57	612.48	11.00	6.16
Tercero	5	46,695.00	9,339.00	56	735.92	13.09	7.01
Cuarto	5	45,920.60	9,184.12	58	767.30	13.19	6.72
Quinto	4	33,611.15	8,402.79	57	661.62	11.48	6.03

La actividad pesquera se concentró exclusivamente en los bancos Rosalinda, Gorda, Middle Bank y Oneida, siendo Rosalinda el banco que registró mayores faenas de pesca y con mayores valores de CPUE de hasta 27 lb/buzo/salida, seguido por Gorda y Oneida.

Notablemente, la Zona de Pesca Industrial II (bancos El Rosario y Misteriosa), no registró operaciones pesqueras. Especialmente, las CPUE más elevadas se localizaron en el sector central del banco Rosalinda. Los bancos restantes mostraron menor esfuerzo pesquero y registros menores de captura, indicando una distribución heterogénea del recurso (Figura 9).

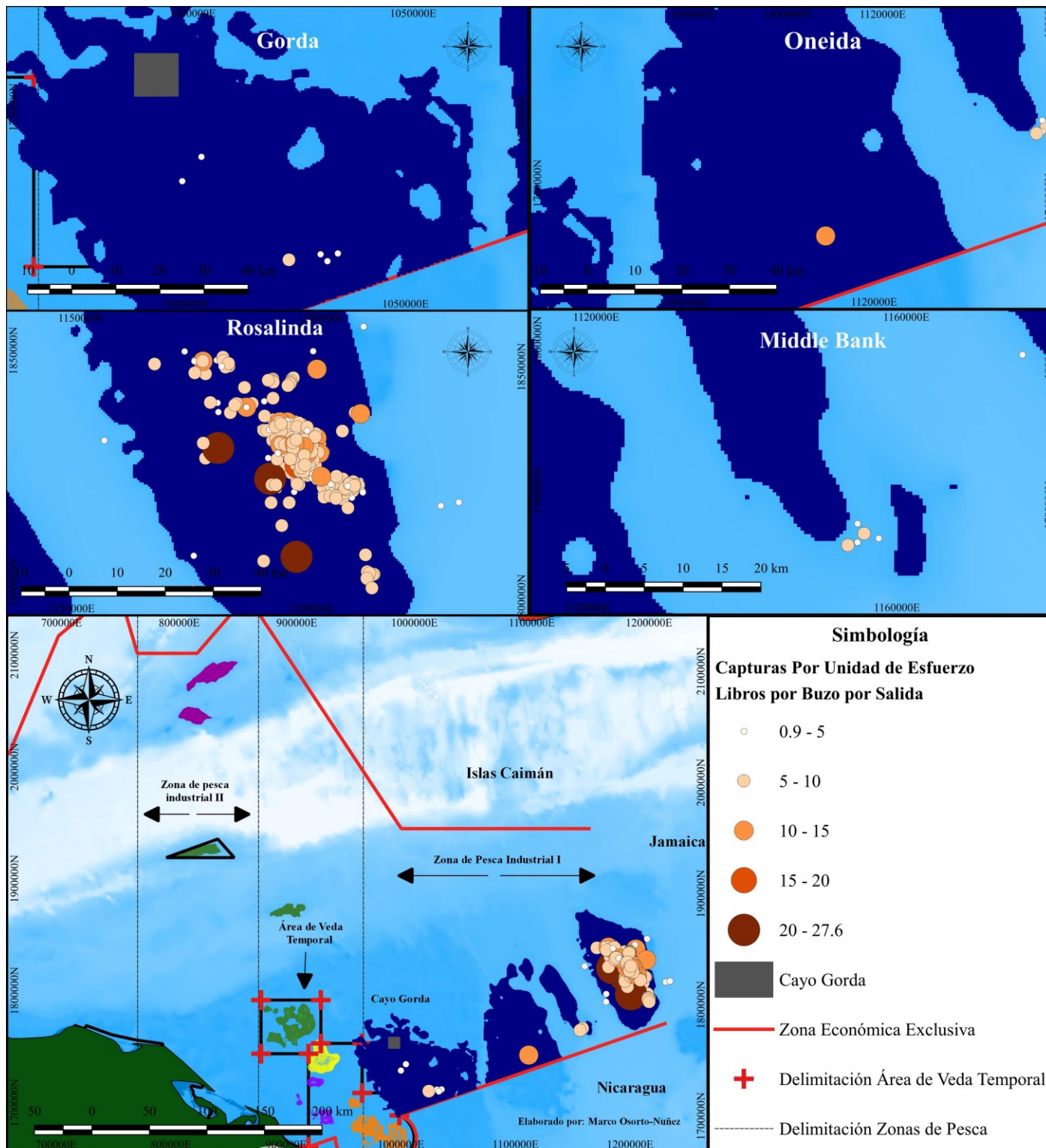


Figura 8. Distribución espacial de las Capturas Por Unidad de Esfuerzo (CPUE) de la flota industrial de la pesquería de pepino de mar (*Holothuria mexicana*) en los bancos Rosalinda, Oneida y Gorda en temporada de pesca 2024-2025.

5.3. Muestreo Morfométrico a bordo

El estudio analizó 6,279 especímenes de *Holothuria mexicana* muestreados durante 24 viajes. Los resultados indican una pérdida de peso corporal del 79.54% (retención: 20.46%) y una reducción longitudinal del 58.84% (retención: 41.16%) durante el procesamiento. Los promedios morfométricos fueron: peso corporal 635.41 g, eviscerado 324.48 g, cocido 130.01 g; longitud corporal 25.12 cm, eviscerado 21.62 cm, cocido 14.78 cm.

Los análisis de frecuencia de 6,279 individuos de *H. mexicana* revelaron una distribución unimodal del peso corporal (media: 635.41 g; mediana: 616 g; Figura 9A). Tras el procesamiento, el peso cocido mostró distribución bimodal con un promedio de 129.98 gramos (128 g de media), con picos entre 0-50 g y 100-200 g (Figura 9C).

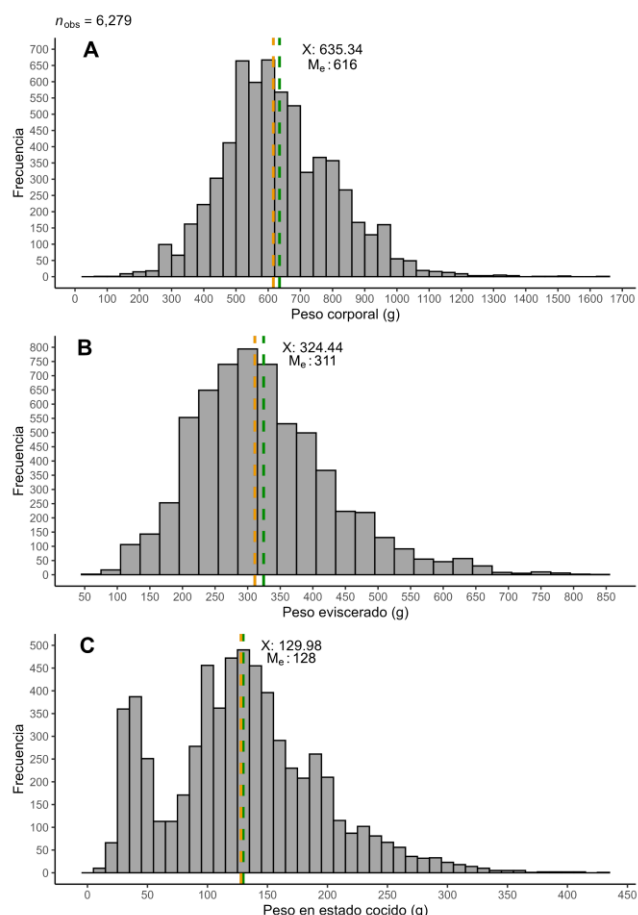


Figura 9. Frecuencias de: A) peso corporal, B) peso eviscerado y C) peso estado cocido del pepino de mar (*Holothuria mexicana*) para la temporada de pesca 2024-2025.

Morfométricamente, el 57.75% de los ejemplares correspondió a adultos (25-41 cm; Figura 10A). La longitud cocida promedio fue 14.78 cm (media: 15 cm), registrándose que el 16.67% de los especímenes tenían una longitud igual o menor a 12 cm (Figura 10C).

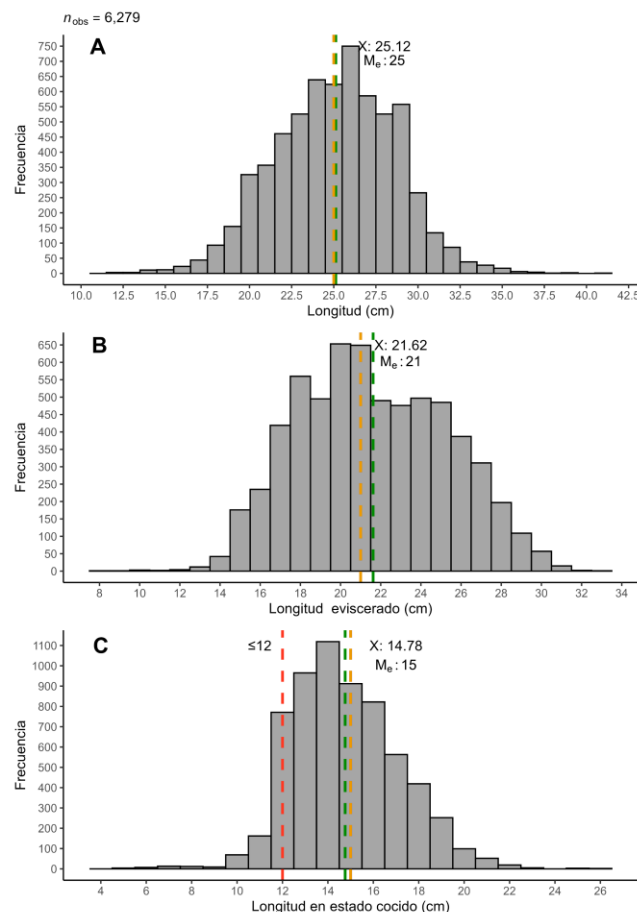


Figura 10. Frecuencias de: A) longitud corporal, B) longitud eviscerado y C) longitud estado cocido del pepino de mar (*Holothuria mexicana*) para la temporada de pesca 2024-2025.

La distribución de estratos mostró predominancia de áreas mixtas (72%; n=3,610), seguidas por composición algal (23%; n=1,168), arenosas (4%; n=196) y arrecifales (1%; n=60). El banco Rosalinda constituyó el único sitio con representación completa de estratos, siendo la única localidad donde se documentó toda la variabilidad de estratos muestreada (Figura 11).

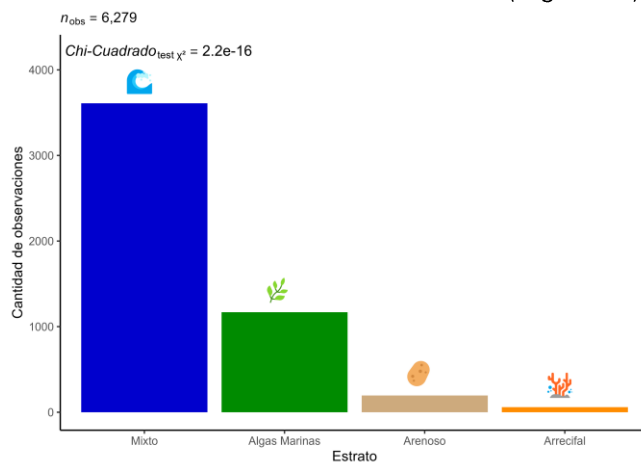


Figura 11. Distribución de los individuos del pepino de mar (*Holothuria mexicana*) en relación con los diferentes tipos de estratos en el banco Rosalinda durante la temporada 2024-2025.

La relación entre el tamaño y el peso revela una relación alométrica altamente significativa ($p < 2.2e-16$, $R^2 = 0.28$) en *Holothuria mexicana*. El coeficiente de 26 indica que, por cada centímetro de incremento en longitud, el peso aumenta aproximadamente 26 gramos (Fig. 12A). El intercepto no significativo ($p = 0.25$) indica la ausencia de un

peso basal estadísticamente diferente de cero cuando la longitud es cero. Este modelo demostró el mejor ajuste, superando a los estados eviscerado ($R^2 = 0.27$, Fig. 12B) y cocido ($R^2 = 0.21$, Fig. 12C), lo que indica que el procesamiento post-captura reduce la predictibilidad de las relaciones biométricas.

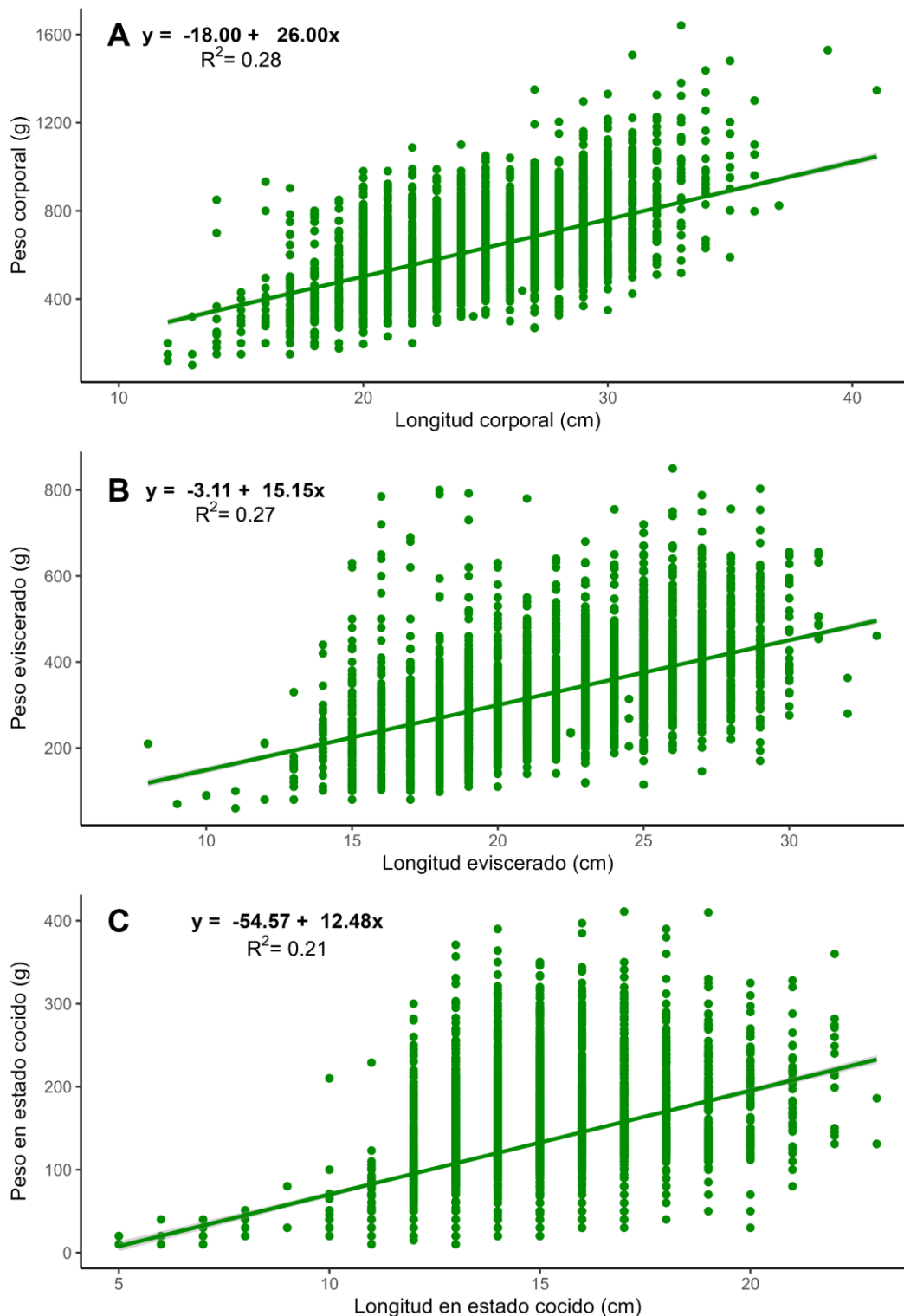


Figura 12. Relación estadística entre el peso y longitud de una muestra de 7,133 individuos de pepino de mar A. Peso y longitud corporal, B. peso y longitud eviscerado y C. peso y longitud en estado cocido en la temporada 2024-2025.

5.4. Muestreo morfométrico de planta

El análisis morfométrico de 25,286 individuos de *Holothuria mexicana* procesados evidenció una longitud cocida promedio de 17.70 (mediana: 17 cm), distribuida de forma unimodal (Figura 13A). Un 1.94% de la muestra (n = 491) presentó tallas ≤ 12 cm, y dentro de este grupo, el 0.40% (n = 103) registró valores notablemente inferiores (< 12 cm), lo cual, se indica en la línea roja descontinua. En paralelo, el análisis ponderal mostró un peso promedio de 169.95 (mediana: 154 g), con una distribución unimodal (Figura 13B).

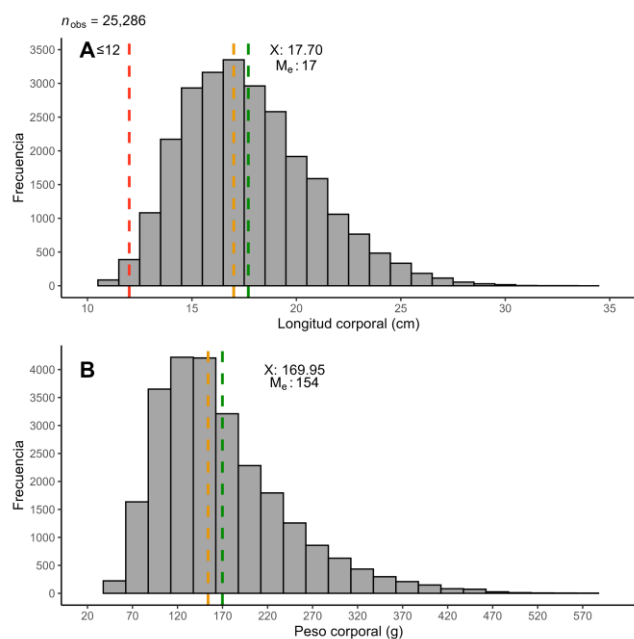


Figura 13. Frecuencias de A) longitud y B) peso de pepino de mar (*Holothuria mexicana*) en plantas procesadoras para la temporada de pesca 2024-20245.

El modelo de regresión lineal que evalúa la relación entre la longitud y el peso del pepino de

mar en estado cocido, a partir de muestras recolectadas en plantas de procesamiento, mostró una correlación altamente significativa ($p < 2.2e-16$, Fig. 14). El coeficiente de pendiente (17.83 ± 0.09 g cm^{-1}) indica que, por cada centímetro adicional en longitud cocida, el peso del organismo aumenta en promedio 17.8 gramos. El intercepto negativo (-145.22 g) refleja el ajuste matemático del modelo, más que un valor biológico interpretable, ya que las longitudes en este rango no son observadas en condiciones reales (Fig. 14).

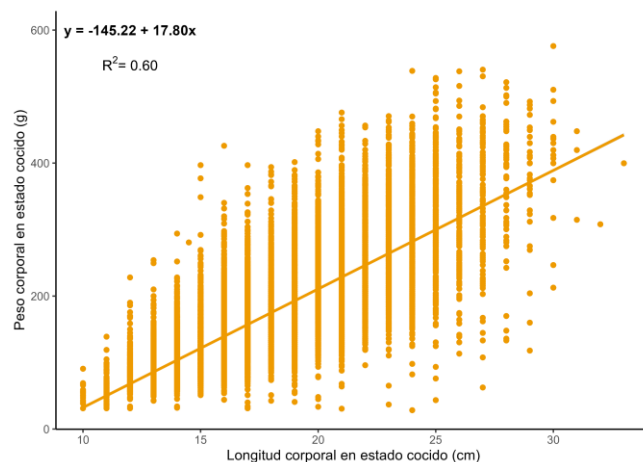


Figura 14. Relación estadística entre el peso y longitud corporal en estado cocido de una muestra de 25,286 individuos de pepino de mar *Holothuria mexicana* muestreados en plantas de procesamiento en la temporada de pesca 2024-2025.

El coeficiente de determinación ($R^2 = 0.60$) demuestra que aproximadamente el 60 % de la variabilidad del peso en estado cocido se explica por la longitud, lo cual evidencia una relación robusta, aunque no absoluta. Desde una perspectiva pesquera y de manejo, estos resultados confirman que la longitud cocida constituye un predictor confiable del peso comercial del recurso ($F = 37,140$; $gl = 1$ y $25,265$; $p < 0.001$) (Fig. 14).

5.5. Flota Artesanal

5.5.1. Capturas de la Flota Artesanal

Durante la temporada de pesca 2024-2025 de *Holothuria mexicana* (noviembre 2024-mayo 2025), se estableció una cuota total de 462,000 lb para la flota artesanal, con un límite de 11,000 lb por embarcación. De 42 embarcaciones artesanales, sólo 17 realizaron actividades de faena, registrándose bitácoras, sin embargo, ninguna alcanzó los siete viajes permitidos por el acuerdo ministerial SAG-189-2024. Veinticinco embarcaciones no reportaron capturas, mientras que siete (DAGGC, Mathew I,

Miss Karime, Miss Marbeth, Capt. Odair, Patuca I y Miss Claudia) completaron su cuota individual. La mayoría realizó 2-3 viajes, con sólo DAGGC y Miss Karime alcanzando seis viajes. La captura total fue de 156,255 lb (32.82% de la cuota total), dejando un remanente de 319,745 lb (67.18%). La participación disminuyó de 17 embarcaciones en los primeros dos viajes a 14 a partir del tercero. Caribbean Pearl Seafood y Azul Interexport fueron las únicas procesadoras que adquirieron el producto, siendo la primera la principal compradora (Tabla 4).

Tabla 4. Capturas de producto pepino de mar (*Holothuria mexicana*) por la flota artesanal durante la temporada de pesca 2024-2025.

Embarcación	Centro de Acopio	Planta	Viaje 1	Viaje 2	Viaje 3	Viaje 4	Viaje 5	Viaje 6	Viaje 7	Total
Capt. Esdras	Azul Interexport	Azul Interexport	2,950.00	2,450.00	2,445.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7,845.00
Capt. Justin II	Azul Interexport	Azul Interexport	3,200.00	2,624.00	2,321.00	2,305.00	0.00	0.00	0.00	10,450.00
Capt. Dilan	Azul Interexport	Azul Interexport	2,804.00	2,416.00	2,254.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7,474.00
DAGGC	Caribbean Pearl Seafood	Caribbean Pearl Seafood	2,150.00	2,120.00	2,015.00	1,465.00	2,295.00	955.00	0.00	11,000.00
Mathew I	Caribbean Pearl Seafood	Caribbean Pearl Seafood	3,295.00	3,285.00	4,420.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11,000.00
Miss Karime	Caribbean Pearl Seafood	Caribbean Pearl Seafood	2,500.00	2,090.00	2,070.00	1,415.00	1,635.00	1,290.00	0.00	11,000.00
Jesiah	Azul Interexport	Azul Interexport	2,700.00	2,457.00	2,256.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7,413.00
Capt. Moncho	Azul Interexport	Azul Interexport	2,928.00	2,425.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5,353.00
Miss Leora	Azul Interexport	Azul Interexport	2,735.00	2,560.00	2,228.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7,523.00
BJS	Azul Interexport	Azul Interexport	1,112.00	2,100.00	1,360.00	4,490.00	0.00	0.00	0.00	9,062.00
Miss Marbeth	Caribbean Pearl Seafood	Caribbean Pearl Seafood	3,675.00	3,875.00	3,450.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11,000.00
Johamir	Caribbean Pearl Seafood	Caribbean Pearl Seafood	4,445.00	2,100.00	1,380.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7,925.00
Capt. Odair	Caribbean Pearl Seafood	Caribbean Pearl Seafood	3,020.00	3,265.00	4,715.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11,000.00
Patuca I	Caribbean Pearl Seafood	Caribbean Pearl Seafood	3,110.00	3,830.00	4,060.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11,000.00
Miss Iztel	Caribbean Pearl Seafood	Caribbean Pearl Seafood	3,570.00	4,885.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8,455.00
Miss Claudia	Caribbean Pearl Seafood	Caribbean Pearl Seafood	4,560.00	4,165.00	2,275.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11,000.00
Miss Tamara	Caribbean Pearl Seafood	Caribbean Pearl Seafood	2,070.00	5,685.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7,755.00
Capt. Elmin			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cap Lorenzo			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Capt. Garvin II			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cap kelvin I			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fisher Man			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Capitan Eduardo			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Heal			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Capitan Devis			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cap Fausto			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Flying Dish			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Capitan Cris			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
APBGAH 15			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
APBGAH 16			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
APBGAH 19			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Little Beverly			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Miss Guillermina			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Nina Aliah	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Lady Anissa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Arca de Noe 4 Hermanas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Miss Goni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Miss Elizabeth	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Uhry princess	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Capt. saybe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Miss gabriela	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Capitan denil ii	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Total	50,824.00	52,332.00	37,249.00	9,675.00	3,930.00	2,245.00	0.00	156,255.00
--------------	------------------	------------------	------------------	-----------------	-----------------	-----------------	-------------	-------------------

Cuota Completada
Sin Capturas

5.5.2. Capturas Por Unidad de Esfuerzo

La flota artesanal mostró una disminución progresiva en el esfuerzo pesquero, con solo 17 embarcaciones operando en el primer y segundo viaje y únicamente 2 en el quinto y sexto viaje. El segundo viaje registró la mayor productividad, seguido del primero y tercero, mientras que el cuarto viaje (con 4 embarcaciones) presentó la

menor captura promedio (1,440 lb/embarcación; Tabla 5). El esfuerzo promedio fue de 6 buzos/día con una captura media de 654.53 lb/día, siendo los primeros dos viajes los de mayor rendimiento diario. La CPUE promedio fue de 109.09 lb/buzo/día, con un máximo de 137.3 lb/buzo/día en el segundo viaje y un mínimo durante el quinto viaje (81.9 lb/buzo/día).

Tabla 5. Capturas por viaje, promedio total de captura en libras y de buzos por día y Capturas por Unidad de Esfuerzo (CPUE) de la flota artesanal de la pesquería de pepino de mar (*Holothuria mexicana*) en la temporada de pesca 2024-2025.

Nº de Viaje	Embarcaciones activas	Captura	Promedio	\bar{x} de buzos por día	\bar{x} de libras por día	CPUE por día
Primero	17	66,024.00	3,883.76	6	786.00	131.0
Segundo	17	70,830.00	4,166.47	6	823.60	137.3
Tercero	14	48,770.00	3,483.57	6	750.31	125.1
Cuarto	4	5,760.00	1,440.00	6	576.00	96.0
Quinto	2	7,860.00	3,930.00	6	491.25	81.9
Sexto	2	4,500.00	2,250.00	6	500.00	83.3
Total		203,744.00	3,192.30	6.00	654.53	109.09

La actividad pesquera artesanal se concentró exclusivamente en las Zonas de Pesca 3 y 4, registrándose la mayor captura en la Zona 4, la cual presentó los valores más elevados de Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) con hasta 213 lb/buzo/día. La Zona 3 mostró valores inferiores. Notablemente, las Zonas 1 y 2 no registraron actividad pesquera alguna durante el período de pesca (Figura 15). Especialmente, las CPUE más altas se localizaron en los arrecifes de Media Luna (Zona 4) y Cayo Bobel (Zona 3), identificándose estos sitios como los núcleos de mayor productividad para la flota artesanal.

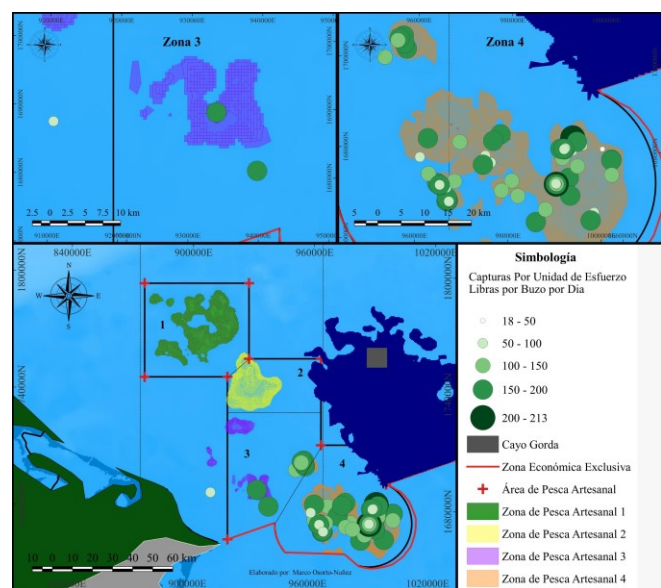


Figura 15. Distribución espacial de las Capturas Por Unidad de Esfuerzo (CPUE) de la flota artesanal de la pesquería de pepino de mar (*Holothuria mexicana*) en la Zona de Pesca Artesanal en temporada de pesca 2024-2025.

VI. Discusión

6.1. Capturas de la Flota industrial

La temporada 2024–2025 de la pesquería de pepino de mar (*Holothuria mexicana*) en Honduras marcó un punto de inflexión en la gestión de este recurso, al establecerse por primera vez un período de captura del 1 de noviembre al 30 de mayo respectivamente, complementado con una veda de cinco (5) meses (1 de junio–31 de octubre de 2025). Esta medida, producto de un consenso entre el sector pesquero y la autoridad nacional de pesca, fundamentada en evidencia científica y establecida como parte de las recomendaciones de Osorto-Nuñez (2024)³⁵, constituye un avance significativo hacia la incorporación de un enfoque de gestión basado en la dinámica y ciclo de vida de la especie como medio para la ordenación y sostenibilidad pesquera. Este esquema ha permitido la identificación de picos reproductivos altos entre junio y octubre, de manera que el cierre prolongado permite salvaguardar de manera efectiva los ciclos de desove y reclutamiento^{21,24–26,38}.

La pesquería de pepino de mar en el Caribe hondureño ha experimentado transformaciones notables. Durante la temporada 2024–2025 se implementaron nuevas medidas de ordenamiento derivadas de las recomendaciones de Osorto-Nuñez (2024)³⁵, incluyendo la sustitución del “Protocolo de monitoreo biológico” con el que se venía gestionando esta pesquería, para dar paso a la formulación de un Plan de Manejo Pesquero, integrando además, la reducción de cuotas de captura y la modificación del período de veda. Sin embargo, persisten desafíos críticos, tales como la pesca ilegal y la omisión recurrente de la entrega de bitácoras y registros de captura por parte de los armadores; en el mismo sentido, la inexactitud de la información reportada.

En términos de rendimiento, la flota industrial registró una captura total de 195,122.75 libras de pepino de mar, de 250,000 libras establecida mediante el acuerdo ministerial SAG-189-2024. En contraste, durante la temporada 2023–2024 se alcanzó el 88% de la cuota asignada (219,939 lb)³⁵. La disminución observada en 2024–2025 está asociado a múltiples factores, entre ellos limitaciones logísticas de las embarcaciones, condiciones ambientales adversas, condicionantes económicas asociadas al precio de mercado y conflictos laborales a bordo. Aunque varios capitanes señalaron que las

fechas de la nueva temporada de pesca son mejores en comparación con la temporada anterior, los desafíos en la gestión y manejo ya descritos aún persisten.

En este contexto, las diferencias en el desempeño de las capturas entre embarcaciones fueron notorias. *Miss Feve* registró las capturas más bajas de la flota (26,902.60 lb), reduciendo incluso su propio rendimiento respecto al de 2023–2024 (29,260 lb). El capitán, con apenas dos temporadas de experiencia en esta pesquería, atribuyó este bajo desempeño al desconocimiento sobre el comportamiento de los buzos y de las áreas de mayor abundancia, situación coherente con lo planteado por Fuller & Schaefer (2014)³⁹, Oliveira et al. (2016)⁴⁰ y Vázquez-Rowe & Tyedmers (2013)⁴¹, quienes destacan la experiencia acumulada de los capitanes como un factor crítico en el éxito de las operaciones pesqueras. De manera similar, la embarcación *Mr. Marvin* reportó apenas 900 lb en su segundo viaje debido a una huelga de buzos que obligó a suspender las operaciones. Finalmente, *Caribbean Pride* completó cuatro viajes de los cinco planificados, afectados por condiciones meteorológicas adversas en enero y por conflictos con los buzos durante el mes de abril (Semana Santa).

La temporada 2024–2025 de la pesquería de *Holothuria mexicana* en Honduras evidencia que la aplicación del período de veda basado en el ciclo reproductivo de la especie representa un avance significativo en términos de ordenación para la sostenibilidad pesquera. La variabilidad observada en el desempeño de las embarcaciones confirma la importancia de la experiencia acumulada de capitanes y buzos, así como la incidencia de factores climáticos y sociales en el logro de mejores rendimientos de pesca. En este contexto, la pesquería de pepino de mar en el Caribe requiere que el modelo de gestión y manejo se consolide más allá del diseño normativo, instaurando mecanismos efectivos de cumplimiento, con el fin de asegurar la resiliencia ecológica y socioeconómica de la actividad.

6.2. Capturas por Unidad de Esfuerzo de la flota industrial

A lo largo del tiempo, la cuota de captura de pepino de mar ha mostrado incrementos progresivos; sin embargo, para la temporada 2024–2025 se estableció una reducción específica para la pesca artesanal como medida de ordenamiento por falta de cumplimiento por parte de las embarcaciones artesanales. Esta decisión reviste especial importancia, ya que la dinámica poblacional de la especie no ha sido evaluada de manera integral desde la aprobación inicial de la pesquería mediante acuerdo ministerial. En este contexto, resulta prioritario considerar la variabilidad espacial y temporal de la abundancia como un elemento central en la gestión del recurso.

Durante la temporada 2024–2025, la Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) de la pesquería industrial de *H. mexicana* se concentró principalmente en el banco Rosalinda, registrándose como la zona con mayor esfuerzo pesquero. Este banco registró la CPUE más elevada de la temporada (27 lb/buzo/salida), aunque inferior a los valores documentados en 2023–2024 (38.33 lb/buzo/salida)³⁵. La recurrencia en la explotación de áreas específicas dentro del banco Rosalinda, particularmente en la zona central, refleja patrones de agregación del recurso que han sido consistentes entre temporadas. En contraste, el Banco Gorda mostró una baja recurrencia operativa, con apenas seis visitas realizadas por tres embarcaciones, lo que sugiere una disminución en la disponibilidad del recurso o una redistribución del esfuerzo pesquero hacia áreas de mayor rendimiento.

En general, la reducción de la captura e incumplimiento de las cuotas y la concentración del esfuerzo en áreas de alta productividad como Rosalinda ponen en evidencia las limitaciones del actual esquema de ordenación de la pesquería de *H. mexicana* en Honduras y la necesidad de instaurar medidas y mecanismos de investigación y manejo, como ser, análisis de densidad poblacional, rotación de áreas de pesca, entre otros. La caída en la CPUE respecto a la temporada previa, junto con la ausencia de evaluaciones poblacionales sistemáticas, puede indicar un eventual riesgo de sobreexplotación. Garantizar la sostenibilidad del recurso requiere transitar hacia una gestión adaptativa basada en evaluaciones de dinámica y población periódicas, mecanismos de control efectivos y una redistribución equitativa del esfuerzo

pesquero, a fin de asegurar la resiliencia ecológica y socioeconómica de la pesquería en el Caribe.

6.3. Preferencia de hábitat y distribuciones de frecuencia de talla

La distribución y abundancia de los pepinos de mar tropicales están fuertemente influenciadas por la heterogeneidad del hábitat, dado que muchas especies presentan preferencias específicas que condicionan su éxito ecológico y pesquero⁴². En el caso de *Holothuria mexicana*, se ha documentado su presencia en praderas de pastos marinos, manglares, fondos duros de arrecifes, llanuras de arena y estratos rocosos². Los resultados de este estudio confirman estas observaciones, al encontrarse los individuos de mayor talla en áreas con cobertura de algas marinas y hábitats mixtos que combinan sustratos arenosos con praderas marinas. Estos hallazgos coinciden con lo reportado por Koike et al. (2015)⁴³, quienes identificaron que los hábitats de arena y mixtos sustentaban individuos significativamente más grandes en comparación con hábitats dominados exclusivamente por pastos marinos.

A diferencia de la temporada 2023–2024, durante 2024–2025 se observaron individuos en zonas arrecifales, lo que indica un posible papel complementario de estos ecosistemas en la provisión de alimento y refugio para la especie^{7,25}. La proximidad espacial de arrecifes y praderas marinas parece potenciar la disponibilidad de hábitat, incrementando la diversidad de microambientes accesibles para *H. mexicana*. En particular, el banco Rosalinda constituyó el único sitio de muestreo y concentró la mayor parte de las observaciones. En esta área, los estratos predominantes fueron mixtos, seguidos de algas marinas, sustratos arenosos y arrecifales. La zona central del banco, caracterizada por combinaciones de arena y pavimento coralino con canales de arena, mostró una notable complejidad estructural, concordante con lo descrito por Purkis (2016)⁴⁴. Esta configuración parece favorecer la coexistencia de múltiples cohortes de tallas, por lo que, los hábitats mixtos y algales son importantes como áreas críticas para la especie. En cuanto a la estructura de tallas, los individuos de *H. mexicana* oscilaron principalmente entre 22.5 y 27.5 cm, en contraste con la temporada 2023–2024, donde el rango más común fue de 20–25 cm. El incremento en las tallas observadas podría relacionarse con la aplicación de las medidas de ordenación implementadas a partir de la temporada 2024–

2025³⁵. Entre estas medidas, destacan las sanciones administrativas aplicadas a embarcaciones que capturaron individuos por debajo de la talla mínima legal o especies en veda permanente, lo que probablemente redujo la extracción de ejemplares juveniles y permitió que mayor proporción de individuos alcanzara tallas reproductivas.

Los tamaños registrados en este estudio se ubican dentro del rango de madurez sexual estimado para *H. mexicana* en otras regiones. En Belice se han observado individuos maduros a partir de 10 cm²⁵, mientras que en Panamá la talla mínima de reproducción se estimó entre 13–15 cm (150 g)^{3,21}. En Honduras, aunque no existen estudios específicos sobre biología reproductiva, la normativa nacional establece una talla mínima de captura de 20 cm en estado vivo y 12 cm en estado cocido, considerada suficiente para garantizar la primera reproducción. Los resultados de la temporada 2024–2025, con tallas dominantes superiores a 22 cm, apuntan a que la población aprovechada se encuentra, al menos parcialmente, dentro del rango de madurez reproductiva.

No obstante, no puede asumirse que la estructura de tallas observada represente fielmente el estado natural de las poblaciones hondureñas. En estudios previos, Osorto-Nuñez (2024)³⁵ reportó individuos de hasta 50 cm, mientras que en la temporada actual el mayor ejemplar alcanzó 41 cm. Si bien estas tallas son comparables a las registradas en Panamá²¹ y Belice²⁵, resultan mayores que las de Venezuela⁶, aunque más pequeñas que las observadas en México⁴⁵ y Florida, EE.UU.²⁴. Tales diferencias pueden estar relacionadas con la intensidad de la presión pesquera, que tiende a reducir la frecuencia de individuos de gran tamaño debido a su mayor vulnerabilidad a la captura. La desaparición progresiva de estas clases de talla constituye un indicio de sobreexplotación, con implicaciones directas en la capacidad reproductiva de las poblaciones y en la sostenibilidad de la pesquería.

Los resultados de la temporada 2024–2025 revelan que *Holothuria mexicana* mantiene afinidad por hábitats mixtos y algales, donde se concentran los individuos de mayor talla, y que las medidas de ordenación han favorecido la captura de ejemplares por encima de la talla mínima legal. Sin embargo, la reducción en las tallas máximas respecto a registros históricos y las diferencias con otras regiones exponen los

efectos acumulativos de la presión pesquera. La sostenibilidad de la pesquería en Honduras dependerá de integrar evaluaciones poblacionales sistemáticas, asegurar el cumplimiento de tallas mínimas y conservar los hábitats críticos, de modo que se preserve la resiliencia ecológica y socioeconómica de este recurso clave en el Caribe.

6.4. Estructura de tallas y relaciones morfométricas

Los resultados de la temporada 2024–2025 evidencian diferencias significativas en las características morfométricas de *Holothuria mexicana* según el punto de muestreo. Los individuos cocidos analizados en plantas procesadoras (169.95 g; 17.70 cm) fueron en promedio más pesados y largos que los muestreados directamente a bordo de las embarcaciones (129.98 g; 14.78 cm), con diferencias estadísticamente significativa ($p < 0.000$). Este patrón difiere de lo observado en la temporada 2023–2024 y puede explicarse por dos factores principales: (1) la aplicación de medidas de ordenación a partir de 2024–2025³⁵, que promovieron la captura de ejemplares de mayor talla conforme a la normativa legal, y (2) el incremento en la intensidad de muestreo en plantas, que aumentó un 500% respecto a la temporada anterior (de 5,609 a 25,286 individuos). En contraste, el muestreo a bordo de embarcaciones disminuyó de 7,133 a 6,279 individuos, reducción atribuida a la disminución del número de observadores de 5 a 3 debido a limitaciones presupuestarias.

Estas diferencias en esfuerzo de muestreo se reflejaron también en las relaciones morfométricas. La relación longitud–peso de *H. mexicana* mostró en 2024–2025 un ajuste más bajo en plantas procesadoras ($p < 2.2e-16$; $R^2 = 0.60$) en comparación con la temporada 2023–2024 ($R^2 = 0.78$; $p < 0.001$). En el caso del muestreo a bordo, la relación fue significativa pero débil ($p < 2.2e-16$; $R^2 = 0.28$), similar a lo reportado en 2023–2024 ($R^2 = 0.40$; $p < 0.001$). Estas discrepancias podrían estar vinculadas tanto al procesamiento del producto como a factores técnicos en la manipulación. En los barcos, las mediciones se realizan después del cocido inicial, mientras que en plantas los individuos se reciben congelados y en salmuera, lo que puede incrementar el peso. Además, la variabilidad en la evisceración ya sea realizada por técnicos especializados en plantas o por los buzos, introduce diferencias adicionales entre ambos tipos de muestreo.

La influencia del procesamiento sobre las medidas biométricas ha sido documentada en diversos estudios. Los pesos húmedos de los pepinos de mar fluctúan según las eyecciones viscerales, la pérdida de fluidos internos bajo condiciones de estrés y la cantidad de sedimentos retenidos en el cuerpo⁴⁶⁻⁴⁸. Por esta razón, el peso limpio se considera la medida morfométrica más confiable para análisis comparativos. Asimismo, se observó una reducción en la longitud durante el procesamiento, desde el estado cocido hasta el congelado, lo que también se reflejó en una pérdida de peso. Sin embargo, en este estudio el tratamiento en salmuera resultó en valores de peso promedio más altos en plantas que en el muestreo a bordo.

La literatura confirma que estas variaciones dependen tanto de la especie como del tipo de procesamiento. Ballikaya et al. (2021)⁴⁷ demostraron en Turquía que tres especies de pepinos de mar experimentaron pérdidas de longitud tras el congelado, mientras que solo *H. tubulosa* registró un incremento de peso. Estos hallazgos permiten explicar que los efectos del procesamiento no son uniformes y que las estimaciones de biomasa pesquera requieren una estandarización metodológica rigurosa para evitar sesgos en las evaluaciones de stock. En tal sentido, las diferencias morfométricas entre el muestreo en plantas y a bordo muestran cómo el procesamiento y las metodologías de registro condicionan las estimaciones biométricas de *Holothuria mexicana*.

6.5. Flota Artesanal

La cuota comercial autorizada para la flota artesanal en la temporada 2024-2025 fue de 462,000 libras, lo que representó una reducción precautoria de 114,000 libras respecto a la cuota de 576,000 libras establecida en 2023-2024. Sin embargo, la captura efectiva alcanzó únicamente 156,255 libras (32.82% de la cuota), cifra incluso menor al 41.53% registrado en la temporada previa, evidenciando que la reducción de la cuota precautoria no contribuyó a mejorar el desempeño de la pesquería, dado que el nivel de captura alcanzado fue aún menor que en el periodo anterior. En paralelo, la participación de la flota también se redujo: solo 17 embarcaciones artesanales que reportaron faenas frente a las 23 activas en 2023-2024.

Las razones de esta baja ejecución parecen multifactoriales. Se identificó que algunos armadores realizan pagos adelantados a los pescadores, quienes posteriormente no logran cumplir con las capturas y entregas de producto, generando endeudamiento y desincentivando nuevas faenas. A ello se suma la aparente reducción en la abundancia de *Holothuria mexicana*, que promueve eventualmente la extracción indiscriminada de individuos de todas las tallas, incluidos juveniles menores a 10 cm, a pesar de las exigencias de compradores e intermediarios por especímenes grandes. Este patrón fue corroborado en recorridos realizados en La Mosquitia, donde se observaron embarcaciones con alta proporción de individuos con tamaños por bajo de la talla de captura establecida. Adicionalmente, las condiciones ambientales adversas, como la disminución en la visibilidad submarina por

sedimentos suspendidos, fueron señaladas por los pescadores como un factor que limita la eficiencia en la recolección.

La integridad de los registros pesqueros constituye otra limitante crítica. En la temporada 2023-2024, las embarcaciones que entregaron bitácoras de faena coincidieron con aquellas que solicitaron permisos de exportación a través de plantas de proceso. La calidad y veracidad de los datos de captura son un requisito indispensable para cualquier esquema de ordenación; sin ello, el cumplimiento administrativo de presentar bitácoras pierde relevancia para la gestión adaptativa de la pesquería.

A lo anterior se suma la existencia de capturas no declaradas. Observaciones directas y testimonios locales indican que parte del producto es trasladado por rutas clandestinas, sin ser registrado en los sistemas oficiales de DIGEPESCA. Esta práctica genera incertidumbre en la estimación de la presión real sobre el stock y evidencia la ausencia de un sistema de monitoreo robusto. A diferencia de la flota industrial, que cuenta con observadores a bordo, las embarcaciones artesanales operan sin observadores ni mecanismos de muestreo en plantas o centros de acopio, lo que impide validar la estructura de tallas y la magnitud real de las capturas.

El incumplimiento de la veda emerge como otro desafío. Durante visitas a Puerto Lempira se encontraron centros de acopio con existencias de pepino de mar en meses de veda, con comerciantes que reconocieron acopiar durante todo el año y declarar el producto únicamente

en la temporada de apertura. En este sentido, el incentivo económico generado por los elevados precios de exportación hacia mercados asiáticos favorece la continuidad de la pesca ilegal, sobre todo en regiones de bajos recursos económicos asociados a la falta de fuentes de empleo-ingreso como La Mosquitia en Honduras.

Este patrón no es exclusivo de Honduras. En algunos países de la región, la mayor proporción de capturas de pepino de mar es producto de la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada (INDNR)⁴⁹. En el Caribe hondureño, la presencia de pescadores nicaragüenses en cayos nacionales ha sido documentada por las autoridades, que han realizado decomisos de producto a embarcaciones extranjeras⁵⁰⁻⁵². De forma similar, López-Rocha y Velázquez-Abunader (2018)⁵³ reportaron que en el puerto de Sisal, México, alrededor de 200 embarcaciones faenaban pepino de mar diariamente, de las cuales solo 30 contaban con permisos. Estas dinámicas manifiestan un patrón recurrente en pesquerías de alto valor: el diferencial entre precios de exportación (16–209 USD kg⁻¹)⁴ y las bajas sanciones o costos de sobornos si son encontrados llevando a cabo pesca ilegal, incentivan a que muchos pescadores tomen el riesgo, por estar conscientes de que las pérdidas son mínimas.

La reducción precautoria de la cuota no logró traducirse en una mayor captura legal, sino en un descenso adicional de la producción declarada, mostrando deficiencias estructurales en el control de la pesca artesanal de *Holothuria mexicana*. La combinación de

disminución en la abundancia, debilidad en la trazabilidad, falta de observadores a bordo y la presión de mercados internacionales genera un escenario de vulnerabilidad para la sostenibilidad del recurso. Lo anterior, evidencia que la gestión de la pesquería no puede depender únicamente de ajustes en la cuota, sino que requiere mecanismos integrales de gobernanza: fortalecimiento de control y vigilancia, monitoreo independiente, participación comunitaria y coordinación regional frente a la pesca INDNR.

En el plano socioeconómico, las pesquerías de pepino de mar han sido reconocidas por su rol en la generación de ingresos en comunidades vulnerables (Toral-Granda, 2008; Eriksson et al., 2012; Rogers et al., 2018). En Honduras, esta actividad ha representado una fuente económica clave para las comunidades de la Moskitia, una de las regiones más empobrecidas del país. Sin embargo, el beneficio económico local se ve reducido por la presencia de intermediarios extranjeros, quienes controlan centros de acopio y obtienen el recurso a menor precio. Esta dinámica fortalece la dependencia laboral y limita las oportunidades de beneficio directo para los pescadores locales, quienes además enfrentan condiciones de explotación económica y social. La respuesta de muchos pescadores ha sido recurrir a la pesca ilegal en áreas remotas o durante períodos de veda, como estrategia de subsistencia. En este estudio, de 42 pescadores con licencia, 25 no registraron capturas, reflejando ineficiencias en la asignación de licencias y exclusión de potenciales beneficiarios.

VII. Conclusiones

1. La pesquería de *Holothuria mexicana* en Honduras durante la temporada 2024–2025 operó en cuatro bancos industriales y 2 zonas de pesca artesanal con la participación de cinco (5) embarcaciones industriales y diecisiete (17) artesanales, alcanzando una captura total de 351,377.75 lb (49.35% de la cuota autorizada, 712,000 libras). La flota industrial alcanzó el 78.05% de su cuota (195,122.75 lb de 250,000 lb), mientras que la flota artesanal alcanzó el 32.82% (156,255 lb de 462,000 lb), resultando un excedente de 67.18% con respecto de la cuota total de captura.
2. La flota industrial registró Capturas por Unidad de Esfuerzo (CPUE) promedio de 11.74 lb/buzo/día y 6.26 lb/buzo/salida, con máximos de 27 lb/buzo/salida en el Banco Rosalinda; el área con mayor intensidad de pesca. En contraste, la flota artesanal presentó la CPUE sustancialmente más altas (109.09 lb/buzo/día), alcanzando 213 lb/buzo/día en la Zona de Pesca 4. Estas diferencias muestran que la escala y modalidad de pesca influyen significativamente en la eficiencia extractiva, y que las zonas artesanales continúan siendo núcleos críticos de explotación del recurso.
3. El procesamiento del pepino de mar evidenció reducciones marcadas en biomasa, con una pérdida promedio del 79.54% en peso y 58.84% en longitud, quedando apenas el 20.46% del peso inicial y el 41.16% de la longitud tras la cocción. Se evidencia entonces, que el procesamiento tiene un efecto significativo sobre los rendimientos comerciales y deben ser considerados en la estimación real de la extracción y en la planeación de cuotas precautorias.
4. El análisis a bordo mostró distribuciones unimodales en peso corporal y longitud viva, mientras que el peso cocido presentó un patrón bimodal. Las longitudes vivas promedio (25.12 cm) se redujeron a 14.78 cm tras la cocción, con un 16.67% de individuos ≤ 12 cm, por debajo de la talla mínima establecida en el acuerdo ministerial SAG-189-2024.
5. El análisis de 25,286 individuos en plantas de proceso reveló promedios de 17.70 cm y 169.95 g en estado cocido congelado. Las relaciones talla-peso a bordo resultaron débiles pero significativas ($R^2 = 0.28$ en peso vivo; $R^2 = 0.21$ en cocido), mientras que en planta alcanzaron un mejor ajuste ($R^2 = 0.60$). Esto indica que el procesamiento influye directamente en la variabilidad de los parámetros biométricos, destacando la importancia de estandarizar muestreos y de integrar estos factores en modelos de evaluación y en el cálculo de conversiones para estimar biomasa. No obstante, las ganancias y pérdidas de peso y longitud varían según la especie, el tipo de procesamiento, el tamaño del muestreo y la precisión con la que se toman los datos.
6. La reducción precautoria de la cuota en la flota artesanal durante 2024–2025 no se tradujo en un aumento de eficiencia ni en una mejora en la conservación del recurso, sino en un descenso adicional de capturas declaradas. La persistencia de capturas ilícitas, la falta de monitoreo independiente y la presión del mercado internacional evidencian que los ajustes normativos son insuficientes si no van acompañados de gobernanza efectiva, fiscalización robusta, trazabilidad del producto y cooperación regional contra la Pesca Ilegal, No Declarada y No Reglamentada (INDNR).
7. La vigilancia ejercida por la Fuerza Naval de Honduras ha resultado insuficiente para contener la incursión de embarcaciones extranjeras dedicadas a la pesca ilegal de *Holothuria mexicana*. Esta limitada capacidad de control y vigilancia ha permitido la continuidad de la Pesca Ilegal, No Declarada y No Reglamentada (INDNR), reconocida como uno de los principales impulsores de la sobreexplotación de poblaciones marinas a nivel global. Fortalecer los mecanismos de control, vigilancia y monitoreo no constituye únicamente una necesidad para lograr la sostenibilidad pesquera y ecosistémica, sino también una demanda legítima de la flota pesquera nacional, que enfrenta una competencia desleal y una presión creciente sobre los recursos del Caribe hondureño.
8. La coexistencia de capturas legales con volúmenes ilícitos no cuantificados maximiza el riesgo de sobreexplotación

en la pesquería de *H. mexicana* en Honduras. En este contexto, la ausencia de sistemas confiables de trazabilidad y de monitoreo integral limita dimensionar la magnitud real de la extracción, socavando la efectividad de los actuales esquemas de manejo. La incorporación de mecanismos robustos de control y vigilancia, verificación

independiente y registro es de trascendencia no solo para garantizar la viabilidad biológica y sostenibilidad del recurso, sino también para diseñar políticas de ordenación adaptativas que integren, entre otros, la dinámica del mercado ilegal en los modelos de gestión pesquera.

VIII. Recomendaciones

1. Se recomienda elaborar el Plan de Manejo Pesquero (PMP) para *Holothuria mexicana* y otras especies que se capturan como *Actinopyga agassizii* e *Isostichopus badionotus* utilizando la información generada en las temporadas 2023-2024, 2024-2025 y 2025-2026, con inicio de implementación en 2026-2027. Este PMP debe tomar en cuenta estudios poblacionales que caractericen estructura de tallas, densidad, distribución, abundancia y ciclos reproductivos de la especie. Tales insumos permitirán establecer vedas, tallas mínimas de captura, cuotas precautorias y zonas de recuperación biológicamente fundamentadas, asegurando la sostenibilidad a largo plazo de la pesquería y la resiliencia de las poblaciones.
2. Se recomienda garantizar la sostenibilidad financiera del Plan de Manejo Pesquero del Pepino de Mar (MPPM) mediante la asignación directa de fondos públicos o a través de los recursos provenientes del Canon Contributivo. Este mecanismo asegurará la continuidad de las acciones de monitoreo, evaluación y manejo adaptativo requeridas para la conservación y aprovechamiento sostenible del recurso.
3. Prohibir el uso de equipos SCUBA en la pesquería artesanal de *Holothuria mexicana*. Aunque su utilización fue autorizada en temporadas anteriores mediante acuerdos ministeriales, la Ley General de Pesca y Acuicultura establece explícitamente su prohibición. Mantener esta restricción es esencial, dado que el buceo con SCUBA incrementa la presión extractiva, facilita la sobreexplotación de los bancos y expone a los pescadores a riesgos ocupacionales elevados. La eliminación definitiva de esta práctica contribuirá tanto a la sostenibilidad del recurso como a la seguridad de las comunidades pesqueras.
4. Fortalecer los puntos de control en plantas de proceso y centros de acopio, aplicando auditorías externas para reducir la manipulación de registros y el subreporte de capturas.
5. Es imperativo que se priorice e implemente un proceso exhaustivo de regularización de los centros de acopio que aún carecen de autorización formal. La integración de todos los actores de la cadena de suministro en el sistema formal es un requisito previo indispensable para lograr una trazabilidad completa desde el punto de captura hasta el punto de exportación.
6. Establecer acuerdos regionales y/o bilaterales con Nicaragua y otros países de la región para el control y vigilancia conjunta en zonas limítrofes y cayos, reduciendo la pesca transfronteriza no autorizada.
7. Realizar censos poblacionales periódicos en bancos pesqueros clave (Rosalinda, Gorda, etc.) para estimar biomasa, densidad y tallas reproductivas de *H. mexicana*. Así como, generar información sobre parámetros biológicos críticos (talla mínima de madurez, meses de desove, reclutamiento y mortalidad pesquera/natural) que permitan sustentar las cuotas basado en evidencia científica.
8. Establecer esquemas de gestión que integren a pescadores misquitos, líderes comunitarios y autoridades pesqueras en los procesos de toma de decisiones e incorporar el conocimiento ecológico local como complemento a la investigación científica para mejorar la gobernanza adaptativa.
9. Rediseñar el sistema de cuotas de captura y licencias bajo criterios basados en la dinámica y estado poblacional de la especie y no solo administrativos, promoviendo la asignación de cuotas y licencias bajo directrices de equidad para el acceso a la actividad pesquera.
10. Llevar a cabo una revisión exhaustiva y técnica del sistema de asignación de cuotas individuales de captura, fundamentada en principios de equidad, proporcionalidad, participación inclusiva, acceso justo y distribución de beneficios, con especial atención a los sectores tradicionalmente excluidos. Esta revisión debe basarse en indicadores biológicos, socioeconómicos y de esfuerzo pesquero, a fin de garantizar una gestión sostenible y socialmente justa del recurso.
11. Fortalecer las medidas disuasorias contra la pesca ilegal, no declarada y no

reglamentada mediante sanciones proporcionales al valor comercial del recurso en mercados asiáticos, minimizando la rentabilidad del incumplimiento. Estas sanciones deberían considerar idealmente, el costo de oportunidad ecosistémica.

12. Instaurar mecanismos efectivos de control y vigilancia en la cadena de valor intermedia (plantas procesadoras, exportadores), dado que son puntos críticos clave para el control y trazabilidad.
13. Resulta esencial consolidar la cooperación interinstitucional entre la Fuerza Naval de Honduras, la Dirección General de la Marina Mercante, la Fiscalía del Medio Ambiente y la Policía Nacional para reforzar las acciones de inspección control y vigilancia tanto en las aguas jurisdiccionales como en los sitios de desembarque. Esta coordinación es crítica y determinante ante la persistente incidencia de pesca ilegal en los bancos y Cayos hondureños aledaños a la Mosquitia por parte de embarcaciones extranjeras, lo cual

constituye una demanda constante de las comunidades locales y de la industria pesquera. El control y vigilancia efectiva reducirá la Pesca Ilegal, No Declarada y No Reglamentada (INDNR) y contribuirá a mantener la resiliencia de las poblaciones bajo jurisdicción hondureña.

14. Es fundamental establecer mecanismos de colaboración estrecha entre DIGEPESCA, AFOTECPPH, Asociación Protectora de Buzos de Gracias a Dios, Honduras (APBGADH) y la Asociación de Grupos de Pescadores Artesanales de la Mosquitia AGRUPEM, orientados a la cogestión de la pesquería bajo principios de corresponsabilidad. La integración del sector gubernamental, gremial y comunitario permitirá fortalecer prácticas de pesca responsable, mejorar el cumplimiento de normas y garantizar beneficios socioeconómicos sostenibles. Esta sinergia constituye un elemento clave para evitar escenarios de colapso poblacional y el eventual cierre de la pesquería, como ha ocurrido en otros países con recursos similares.

IX. Literatura Citada

1. Sambrano, A., Diaz, H. & Conde, J. E. Caracterización de la ingesta en *Isostichopus badionotus* (Selenka) y *Holothuria mexicana* Ludwig (Echinodermata: Holothuroidea). *Caribbean Journal of Science* **26**, 45–51 (1990).
2. Hendler, G., Miller, J. E., Pawson, D. L. & Kier, P. M. Sea stars, sea urchins, and allies: echinoderms of Florida and the Caribbean | fau.digital.flvc.org. (Washington: Smithsonian Institution Press., Washington, 1995).
3. Guzman, H. & Guevara, C. A. Population structure, distribution and abundance of three commercial species of sea cucumbers (Echinodermata) in Panama. *Caribb. J. Sci.* **38**, 230–238 (2002).
4. Purcell, S. W., Ngaluafé, P., Lalavanua, W. & Ceccarelli, D. M. Market price trends of Latin American and Caribbean sea cucumbers inform fisheries management. *Reg. Stud. Mar. Sci.* **17**, 127–132 (2018).
5. Purcell, S. W. et al. *Commercially Important Sea Cucumbers of the World—Second Edition. FAO Species Catalogue for Fishery Purposes.* (FAO, Rome, 2023). doi:10.4060/cc5230en.
6. Tagliafico, A., Rangel, M. S. & Rago, N. Distribución y densidad de dos especies de holoturoideos en la isla de Cubagua, Venezuela. *Rev. Biol. Trop.* **59**, 843–852 (2011).
7. Hasbún, C. R. & Lawrence, A. J. An Annotated Description of Shallow Water Holothurians (Echinodermata: Holothuroidea) from Cayos Cochinos, Honduras. *Rev. Biol. Trop.* **50**, 669–678 (2002).
8. Uthicke, S., Welch, D. & Benzie, J. A. H. Slow Growth and Lack of Recovery in Overfished Holothurians on the Great Barrier Reef: Evidence from DNA Fingerprints and Repeated Large-Scale Surveys. *Conserv. Biol.* **18**, 1395–1404 (2004).
9. Conde, J. E., Sambrano, A. & Diaz, H. Sedimentivorous activity, density and spatial distribution of the deposit-feeding holothurians *Holothuria Mexicana* Ludwig and *Isostichopus badionotus* Selenka. (1995).
10. Munger, R., Watkins, H. V., Dunic, J. C. & Côté, I. M. Abundance modulates the ecosystem functional contributions of two sympatric Caribbean sea cucumbers. *PeerJ* **11**, e14823 (2023).
11. Laboy-Nieves, E. N. & Conde, J. E. Metal levels in eviscerated tissue of shallow-water deposit-feeding holothurians. *Hydrobiologia* **459**, 19–26 (2001).
12. Rojas, M. T., Acuña, J. A. & Rodríguez, O. M. Metales traza en el pepino de mar *Holothuria* (*Halodeima*) mexicana del Caribe de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* **46**, 215–220 (1998).
13. Santos de Souza, L. S. de, Rogers, A., Hamel, J.-F. & Mercier, A. Eulimids (Gastropoda, Eulimidae) on the Sea Cucumber *Holothuria mexicana* (Ludwig, 1875) (Holothuroidea, Holothuriidae) in Belize. *Check List* **14**, 923–931 (2018).
14. Hammond, L. S. Patterns of Feeding and Activity in Deposit-Feeding Holothurians and Echinoids (Echinodermata) from a Shallow Back-Reef Lagoon, Discovery Bay, Jamaica. *Bull. Mar. Sci.* **32**, 549–571 (1982).
15. Lawrence, A. J., Afifi, R., Ahmed, M., Khalifa, S. & Paget, T. Bioactivity as an options value of sea cucumbers in the Egyptian Red Sea. *Conserv. Biol. J. Soc. Conserv. Biol.* **24**, 217–225 (2010).
16. Li, Q. et al. A novel structural fucosylated chondroitin sulfate from *Holothuria Mexicana* and its effects on growth factors binding and anticoagulation. *Carbohydr. Polym.* **181**, 1160–1168 (2018).
17. Pomin, V. H. How to analyze the anticoagulant and antithrombotic mechanisms of action in fucanome and galactanome? *Glycoconj. J.* **31**, 89–99 (2014).
18. Pomin, V. H. Holothurian Fucosylated Chondroitin Sulfate. *Mar. Drugs* **12**, 232–254 (2014).
19. Zhou, X., Xu, G. & Shen, B. [Effect of freeze-dried sea cucumber powder of eastern sea on tumor and immune index of S180-bearing mouse]. *Wei Sheng Yan Jiu* **37**, 30–32 (2008).
20. Mou, J., Wang, C., Li, W. & Yang, J. Purification, structural characterization and anticoagulant properties of fucosylated chondroitin sulfate isolated from *Holothuria mexicana*. *Int. J. Biol. Macromol.* **98**, 208–215 (2017).
21. Guzmán, H., Guevara, C. & Hernández, I. Reproductive cycle of two commercial species of sea cucumber (Echinodermata: Holothuroidea) from Caribbean Panama. *Mar. Biol.* **142**, 271–279 (2003).
22. Perez-Rogers, A. Density, Abundance, and Distribution of Sea Cucumbers in Belize. in 483–486 (Chorus Christi, Texas, USA: Gulf and Caribbean Fisheries Institute, 2013).
23. Rodríguez-Barreras, R., Serrano-Torres, S. & Macías-Reyes, D. A study of two tagging methods in the Caribbean sea cucumber *Holothuria mexicana*. *Mar. Biodivers. Rec.* **7**, e118 (2014).
24. Engstrom, N. Reproductive cycles of *Holothuria* (*Halodeima*) *floridana*, H. (H.) *mexicana* and their hybrids (Echinodermata: Holothuroidea) in southern Florida, U.S.A. *Int. J. Invertebr. Reprod.* **2**, 237–244 (1980).
25. Rogers, A., Hamel, J.-F. & Mercier, A. Population structure and reproductive cycle of the commercial sea cucumber *Holothuria mexicana* (Echinodermata: Holothuroidea) in Belize. *Rev. Biol. Trop.* **66**, 1629–1648 (2018).
26. van Veghel, M. L. J. Multiple species spawning on Curacao reefs. *Bull. Mar. Sci.* **52**, 1017–1021 (1993).
27. Conand, C. Present status of world sea cucumber resources and utilization: an international overview. in *Advances in sea cucumber aquaculture and management* 13–24 (Roma, 2004).
28. Samyn, Y., Vandenspiegel, D. & Massin, C. Sea cucumbers of the Comoros Archipelago. *SPC Béche--Mer Inf. Bull.* **22**, (2005).
29. Conde, J. E. Pepinos-do-mar. sobre sushi, sedimentos e coibiça. *Cienc. Hoje* **20**, 36–42 (1996).
30. Toral-Granda, V. & Martínez, P. Population density and fishery impacts on the sea cucumber (*Isostichopus fuscus*) in the Galapagos marine reserve. in *Advances in sea cucumber aquaculture and management* 91–100 (FAO Fisheries Technical Paper, Roma, 2004).
31. Reyes-Bonilla, H. *Biología Poblacional de Isostichopus Fuscus* (Ludwig, 1875) (Echinodermata: Holothuroidea) En El Sur Del Golfo de California. 98 <http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resuItados/InfH216.pdf> (1997).
32. Sarmiento, M. T. *Informe Adjunto al Expediente No. 55-08-019. Dirección General de Pesca y Acuicultura (DIGEPESCA), Departamento de Investigación y Transferencia de Tecnología.* (2008).
33. DIGEPESCA, D. G. de P. y A. *Protocolo de Evaluación Biológica y Monitoreo Pesquero Del Pepino de Mar En El Caribe de Honduras Holothuria Mexicana e Isostichopus Badionotus.* 43 (2014).
34. CEM, C. de E. M. *Primer Informe de Avance de Datos de Capturas Monitoreo Pesquero En El Marco Del Protocolo 544-14, Monitoreo Pesquero Del Pepino de Mar 2014-2015 (Holothuria Mexicana e Isostichopus Badionotus).* 26 (2015).
35. Osorto-Nuñez, M. *Informe final sobre el Protocolo de Monitoreo Biológico de la pesquería de pepino de mar Holothuria mexicana en el Caribe de Honduras.* 64 <https://rgdoi.net/10.13140/RG.2.2.33684.82561> (2024).
36. Alegría, A. Nota conceptual. *Honduras Oceanographic Society* <https://honduras.pubpub.org/pub/bs6p63au/release/6> (2023).
37. Randall, J. E. Contributions to the Biology of the Queen Conch, *Strombus Gigas*. *Bull. Mar. Sci.* **14**, 246–295 (1964).
38. Rogers, A., Hamel, J.-F. & Mercier, A. Pearlfish Carapus bermudensis from the sea cucumber *Holothuria mexicana* in Belize (Central America). *SPC Beche--Mer Inf. Bull.* **37**, 73–76 (2018).
39. Fuller, D. W. & Schaefer, K. M. Evaluation of a fishing captain's ability to predict species composition, sizes, and quantities of tunas associated with drifting fish-aggregating devices in the eastern Pacific Ocean. *ICES J. Mar. Sci.* **71**, 1774–1780 (2014).

40. Oliveira, M. M., Camanho, A. S., Walden, J. B. & Gaspar, M. B. Evaluating the influence of skipper skills in the performance of Portuguese artisanal dredge vessels. *ICES J. Mar. Sci.* **73**, 2721–2728 (2016).
41. Vázquez-Rowe, I. & Tyedmers, P. Identifying the importance of the “skipper effect” within sources of measured inefficiency in fisheries through data envelopment analysis (DEA). *Mar. Policy* **38**, 387–396 (2013).
42. Bruckner, A. W., Johnson, K. A. & Field, J. D. Conservation strategies for sea cucumbers: Can a CITES Appendix II listing promote sustainable international trade? *SPC Beche-de-mer Information Bulletin* 24–32 (2003).
43. Koike, H., Useglio, P. & Ramos, F. Baseline assessment of virgin biomass of sea cucumbers in Old Providence and Santa Catalina, Western Caribbean. *SPC Beche-de-mer Information Bulletin* 42–49 (2015).
44. Purkis, L. *Summary Report of Satellite Mapping of Morphological and Benthic Habitats for the Honduran North Shore*. 21 http://www.sms.si.edu/SMS-ARC/Honduras/Recursos_SIG/ (2016).
45. Fuente-Betancourth, de la G. M., Jesús-Navarrete, A., Sosa-Cordero, E. & Herrero-Perezrul, M. D. Assessment of the sea cucumber (Echinodermata: Holothuroidea) as potential fishery resource in Banco Chinchorro, Quintana Roo, Mexico. *Bull. Mar. Sci.* vol. 68 59–67 (2001).
46. Aydın, M. Length-Weight Relationships and Condition Factor of Four Different Sea Cucumber Species in the Aegean Sea. *Environ. Anim. Sci.* **5**, 80–85 (2020).
47. Ballıkaya, G., Aydın, M. & Erkan, S. Changes in Length-Weight Relationships of Three Different Commercial Sea Cucumber During Processing and Corrected of Fisheries Data. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences* vol. 6 43–49 (2021).
48. Dereli, H., Çulha, S. T., Çulha, M., Özalp, B. H. & Tekinay, A. A. Reproduction and population structure of the sea cucumber *Holothuria tubulosa* in the Dardanelles Strait, Turkey. *Mediterr. Mar. Sci.* **17**, 47–55 (2016).
49. Toral-Granda, V. Population status, fisheries and trade of sea cucumbers in Latin America and the Caribbean. in *Sea cucumbers. A global review of fisheries and trade*. 213–229 (FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, Rome, Italy, 2008).
50. Canal 8. Aseguran embarcaciones que extrajeron pepino de mar en el Caribe. *Canal 8* (2025).
51. 100% Noticias, 100%. Decomisan 12 barriles de pepino de mar a nicaragüenses que pescaban ilegalmente en Honduras. (2025).
52. Prensa Latina. Honduras decomisa embarcaciones por pesca ilegal de pepino de mar - Noticias Prensa Latina. (2025).
53. López-Rocha, J. A. & Velázquez-Abunader, I. Fast decline of the sea cucumber *Isostichopus badionotus* as a consequence of high exploitation in Yucatan, Mexico. *Reg. Stud. Mar. Sci.* **27**, 100547 (2019).
54. Cinner, J. E., McClanahan, T. R. & Wamukota, A. Differences in livelihoods, socioeconomic characteristics, and knowledge about the sea between fishers and non-fishers living near and far from marine parks on the Kenyan coast. *Mar. Policy* **34**, 22–28 (2010).
55. Eriksson, H., de la Torre-Castro, M. & Olsson, P. Breaking degradation of sea cucumber resources: a social-ecological analysis of the fisheries in Zanzibar and Mayotte Islands in the Western Indian Ocean. Preprint at <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:su:diva-75523> (2012).
56. Bruckner, A. Proceedings of the CITES Workshop on the Conservation of Sea Cucumbers in the Families Holothuridae and Stichopodidae, Kuala Lumpur Malaysia | NOAA Fisheries. (2006).
57. Gamboa-Álvarez, M. Á., López-Rocha, J. A., Poot-López, G. R., Aguilar-Perera, A. & Villegas-Hernández, H. Rise and decline of the sea cucumber fishery in Campeche Bank, Mexico. *Ocean Coast. Manag.* **184**, 105011 (2020).
58. Gelcich, S. *et al.* Navigating transformations in governance of Chilean marine coastal resources. *Proc. Natl. Acad. Sci.* **107**, 16794–16799 (2010).
59. Purcell, S. W. *et al.* Sea cucumber fisheries: global analysis of stocks, management measures and drivers of overfishing. *Fish Fish.* **14**, 34–59 (2013).
60. Beddington, J. R., Agnew, D. J. & Clark, C. W. Current Problems in the Management of Marine Fisheries. *Science* **316**, 1713–1716 (2007).
61. Purcell, S. W., Lovatelli, A. & Vasconcellos, M. *Managing Sea Cucumber Fisheries with an Ecosystem Approach*. 157 <https://www.fao.org/4/i1384e/i1384e00.htm> (2010).