



INFORME TÉCNICO FINAL ITF-DN7-2026

EFFECTIVIDAD DE REDES LANGOSTERAS MODIFICADAS PARA LA
CAPTURA DEL PEZ LEÓN *Pterois volitans* EN DIBULLA, LA GUAJIRA

MAYO DE 2026



MoAm



Gerente y Director de Investigación

Oscar Delgadillo-G
Biólogo Marino, M.Sc.

Coordinadora de Comunidades y Comunicaciones

Stefannia Doria Rincón
Comunicadora Social y Periodista, M.A.

Auxiliares de campo de la comunidad de pescadores

Miguel Lopezsierra
Luis Alfredo López

Grupo de Investigación 0140739 - Arrecifes Artificiales, Ecología y Biodiversidad - Categoría C
Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación

Citación sugerida:

MoAm. 2026. Efectividad de redes langosteras modificadas para la captura de pez león *Pterois volitans* en Dibulla, La Guajira. Informe Técnico Final ITF-DN7-2026. Contrato CO-MC5-45545 GOAL - MoAm. S.A.S. Santa Marta, Colombia. 34 p.

MoAm S.A.S.
Calle 87 2-45 Of. 101 Bocasalinas
Pozos Colorados, Santa Marta, Colombia
Ofi: +57 6054365833 Cel: +57 3114588419
www.moam.com.co



Government
of Ireland
International
Development
Programme



© 2026 GOAL Global

Donante

Programa de Cooperación al Desarrollo del Gobierno de Irlanda – Irish Aid

Deputy Regional Director, GOAL Colombia, Honduras y Venezuela

Luigi Loddo

Coordinador País Colombia

Jorge Tejeda

Coordinadora Programa Resiliencia de la Economía Azul

Daniella Torrez

Asesor Programa Resiliencia de la Economía Azul

Mario Argeñal

Asistente de Programas y Punto Focal de Socios

María Alejandra Montoya

Oficial de Comunicaciones y Relaciones Institucionales

Adriana Ruiz

Oficial Administrativo y de Compras

Leila María Rincón

Este documento de investigación denominado “Informe Técnico Final ITF-DN7-2026. Efectividad de redes langostas modificadas para la captura de pez león *Pterois volitans* en Dibulla, La Guajira” se realizó con el apoyo del Programa de Cooperación al Desarrollo del Gobierno de Irlanda – IRISH AID, a través de la organización internacional humanitaria GOAL.

GOAL Colombia
contactenos@goal.ie
www.goalglobal.org



Government
of Ireland
International
Development
Programme



MoAm

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	7
1. INTRODUCCIÓN	9
2. ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN	11
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
3. METODOLOGÍA	12
3.1 AREA DE ESTUDIO	12
3.2 EVALUACIÓN DE LA BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA DEL PEZ LEÓN	14
3.2.1 Fase de campo.....	14
3.2.2 Análisis de la información	16
4. RESULTADOS.....	18
4.1 CAPTURA DE PEZ LEÓN CON REDES LANGOSTERAS	18
4.2 VARIABLES BIOLÓGICAS Y ECOLÓGICAS DEL PEZ LEÓN	19
4.2.1 Variación de la longitud total.....	19
4.2.2 Variación del peso	21
4.2.3 Relación longitud peso	22
4.2.4 Sexo y estadios de madurez.....	22
5. DISCUSIÓN	24
6. CONCLUSIONES.....	29
7. RECOMENDACIONES.....	30
8. REFERENCIAS.....	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1 Área de estudio con la ubicación de los caladeros de pesca con redes langostas a diferentes profundidades en Dibulla, La Guajira.....	14
Figura 3.2 Redes langostas y faenas de pesca ejecutadas para la captura de <i>Pterois volitans</i> en Dibulla.....	15
Figura 3.3 Registro de las variables pesqueras y biológicas de <i>Pterois volitans</i> capturado con redes langostas en Dibulla.....	15
Figura 4.1 Variación de la abundancia (número de individuos) de <i>Pterois volitans</i> capturados por faena con redes langostas en Dibulla (n = 44; • promedio; ° valor extremo).....	18
Figura 4.2 Variación de la biomasa (kg) de <i>Pterois volitans</i> capturados por faena con redes langostas en Dibulla (n = 44; • promedio; ° valor extremo).	19
Figura 4.3 Variación de la longitud total (cm) de <i>Pterois volitans</i> por sexo capturados con redes langostas en Dibulla (n = 78; • promedio).	19
Figura 4.4 Variación de la longitud total (cm) de <i>Pterois volitans</i> capturados con redes langostas en Dibulla (n = 78; • promedio).	20
Figura 4.5 Histograma de frecuencia de tallas de los ejemplares de <i>Pterois volitans</i> capturados con redes langostas en Dibulla (n = 78).	20
Figura 4.6 Variación del peso total (g) de <i>Pterois volitans</i> por sexo capturados con redes langostas en Dibulla (n = 78; • promedio).	21
Figura 4.7 Variación del peso total (g) de <i>Pterois volitans</i> capturados con redes langostas en Dibulla (n = 78; • promedio).....	21
Figura 4.8 Relación longitud peso de los ejemplares de <i>Pterois volitans</i> capturados con redes langostas en Dibulla (n = 78).	22
Figura 4.9 Proporción de estadios de madurez por red langostera y sexo de los ejemplares de <i>Pterois volitans</i> capturados en Dibulla (n = 78).	23

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Características generales de las redes langostas empleadas en Dibulla	14
Tabla 3.2 Escala y descripción de los estadios de madurez sexual para peces de Holden y Rait (1975).....	16

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

ANLA	Autoridad Nacional de Licencias Ambientales
ASOPAMUDI	Asociación de Pescadores Artesanales del Municipio de Dibulla
CR	Categoría de amenaza En Peligro Crítico
CORPOGUAJIRA	Corporación Autónoma Regional de La Guajira
DRMI	Distrito Regional de Manejo Integrado
EN	Categoría de amenaza En Peligro
GOAL	GOAL
INVEMAR	Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras
MADS	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
MoAm	MoAm S.A.S.
PNN	Parque Nacional Natural
UACVNSNSM	Unidad Ambiental Costera Vertiente Norte Sierra Nevada de Santa Marta
VU	Categoría de amenaza Vulnerable

RESUMEN

La invasión del pez león *Pterois volitans* ha causado impactos sin precedentes en los ecosistemas marinos y costeros del Gran Caribe y el Atlántico Occidental. Por ello, se han planteado diferentes estrategias para controlar su población como el empleo de diferentes artes de pesca y la creación de un mercado de consumo para la especie. El objetivo de esta investigación fue evaluar la efectividad de redes langosteras modificadas para la captura del invasor en Dibulla. Se realizaron faenas con redes modificadas y regulares entre 18 y 49 m de profundidad entre marzo y abril de 2026. Se estimaron las variables pesqueras y los atributos biológicos de *Pterois volitans*, y se analizó la información con estadística descriptiva e inferencial. En 44 faenas se capturaron 48 individuos y 26.1 kg con las modificadas, así como 30 ejemplares y 17.1 kg en las regulares, con diferencias estadísticas entre redes. La longitud promedio fue 34.2 cm (DE $\pm$ 5.1) y el peso 553.9 g (DE $\pm$ 246.0). No hubo variación significativa de tallas por tipo de red y sexo de los ejemplares, pero si para el peso. La relación longitud y peso ($W = 0.018 \times L^{2.903}$; $R^2 = 0.935$) mostró un tipo de crecimiento isométrico. La proporción de machos y hembras fue de 1:2.1 y difirió estadísticamente de la relación típica 1:1; los estadios de madurez dominantes fueron II inmaduro-recuperando con 70.5 % y maduro IV con 12.8 %. No hubo diferencias en la proporción de sexos y estadios de madurez por redes. La captura de *Pterois volitans* fue más eficiente con las redes modificadas, pero en general con un valor intermedio en relación con otros estudios con artes similares. Los ejemplares obtuvieron el promedio de tallas más alto para el Caribe colombiano, el 100 % de los individuos capturados sobre la talla media de madurez y dominancia de hembras, lo que acentúa el potencial de las redes para mitigar el impacto del pez león al reducir la capacidad reproductiva de la especie. Las redes modificadas fueron eficientes para incrementar la captura del pez león con la mayor selectividad por tallas grandes registrada hasta ahora, lo que podría incrementar las ganancias de los pescadores una vez se establezca el mercado para la especie. No obstante, la evaluación es muy preliminar por lo que es necesario determinar el procedimiento óptimo de captura, la variación temporal y espacial, y la respuesta de la población del invasor a la presión pesquera, para establecer la factibilidad y rentabilidad de crear una pesquería de la especie en La Guajira.

Palabras clave: *Pterois volitans*, redes langosteras, impactos, pesquería, La Guajira.

ABSTRACT

Effectiveness of modified lobster gillnets for capturing lionfish *Pterois volitans* in Dibulla, La Guajira. The invasion of lionfish *Pterois volitans* has caused unprecedented impacts on marine and coastal ecosystems of the Greater Caribbean and western Atlantic. Consequently, multiple strategies have been proposed to control its populations, including the use of alternative fishing gears and the development of a consumer market for the species. This study evaluated the effectiveness of modified lobster gillnets for capturing lionfish in Dibulla. Fishing surveys were conducted using modified and regular gillnets at depths ranging from 18 to 49 m between March to April 2026. Fishing variables and biological attributes of *P. volitans* were estimated and analyzed with descriptive and inferential statistics. Across 44 fishing surveys, modified gillnets captured 48 individuals, equivalent to 26.1 kg, whereas regular gillnets captured 30 individuals and 17.1 kg. Catch differed significantly between gear types. Mean lionfish total length was 34.2 cm (SD $\pm$ 5.1), and mean body weight was 553.9 g (SD $\pm$ 246.0). No significant differences in length and sex composition were detected between gillnets, whereas weight differed significantly. The length-weight relationship ($W = 0.018 \times L^{2.903}$; $R^2 = 0.935$) indicated isometric growth. Male-to-female sex ratio was 1:2.1, differing significantly from the expected 1:1 ratio. The dominant maturity stages were II immature-recovering (70.5 %) and IV mature (12.8 %). Neither sex ratio nor maturity proportion differed significantly between gillnet types. Modified gillnets proved more efficient than regular gillnets for capturing *P. volitans*; however, overall catch for both gears were intermediate compared to other studies with similar fishing gears. Lionfish caught with gillnets exhibited the largest mean total length reported for the Colombian Caribbean, with all the specimens exceeding the mean size at sexual maturity, as well as marked female dominance. These findings suggest that modified gillnets may have potential to mitigate lionfish impacts by removing large and reproductively active individuals. In addition, this selectivity may enhance fishers' income if a market for the species is established. Nevertheless, this is a preliminary assessment, and further research is needed to determine optimal catchability, spatiotemporal variation in fishing performance, and the population response of lionfish to fishing pressure, in order to assess the feasibility and profitability of developing a lionfish fishery in La Guajira.

Palabras clave: *Pterois volitans*, lobster gillnets, impacts, fishery, La Guajira.

1. INTRODUCCIÓN

La problemática de las especies invasoras es reconocida como una de las principales causas de la alteración y pérdida de biodiversidad en los ecosistemas, junto con la sobreexplotación, conversión del hábitat, las enfermedades y la expansión urbana (Johnson et al 2017; Pereira et al 2012). A ello se suma la amenaza a la que están sometidos los ecosistemas, cómo el caso de los humedales costeros, arrecifes coralinos y praderas de pastos que se han reducido en área y calidad. Esto afecta la conectividad entre ecosistemas, la reducción de las interacciones ecológicas e incrementa la vulnerabilidad en los sistemas, amplificados por los efectos del cambio climático (Jackson et al 2011; Uribe et al 2022).

El caso del pez león *Pterois volitans* representa una de las invasiones más exitosas en el medio marino. Esta especie nativa del Pacífico Occidental fue liberada en 1985 en aguas de la Florida en Estados Unidos, y desde entonces empezó una expansión sin precedentes en rapidez y magnitud geográfica en todo el Atlántico Occidental y el Gran Caribe, hasta llegar a Brasil (Whitfield et al 2002; Schofield 2009). En Colombia fue registrado por primera vez en las Islas de San Andrés y Providencia en 2008, en el 2009 en el Parque Nacional Natural Tayrona en el Magdalena, y en La Guajira fue reportado por primera vez frente al Santuario de Fauna y Flora Los Flamencos en 2010 (González et al 2009; Martínez-Viloria et al 2011).

Pterois volitans es un generalista que habita en una amplia gama de ecosistemas marinos y costeros hasta los 300 m de profundidad (del Río et al 2023; Andradi-Brown et al 2017; Gress et al 2017). Tiene alta fecundidad y supervivencia larval lo que favorece su rápida y amplia dispersión. Es una especie oportunista y se alimenta de aproximadamente 259 especies entre peces (186) e invertebrados (Côté et al 2013; Acero et al 2019). En arrecifes naturales del Gran Caribe se han registrado densidades promedio entre 0.13 y 3.9 ind/100 m² (del Río et al 2023), mientras que en arrecifes artificiales han alcanzado hasta 32.9 ind/100 m² (Dahl et al 2019). La densidad máxima en arrecifes coralinos de Colombia fue de 3.8 ind/100 m²

(Chasqui et al 2020), pero en diferentes ecosistemas de La Guajira se han registrado los valores más altos entre 6.1 y 9.2 ind/100 m² (Delgadillo-G 2025).

Este invasor ha provocado graves impactos en la diversidad de los ecosistemas, cambios en la estructura de las comunidades y disminución en los recursos pesqueros (Green et al 2012; Côté et al 2013). Por lo tanto, en todo el Atlántico Occidental y el Gran Caribe se han implementado actividades de control sobre la especie. Estas se han enfocado en la captura con buceo y arpón en ecosistemas someros a menos de 30 m de profundidad, debido a las limitaciones de esta técnica en los sectores más profundos del océano (Morris y Whitfield 2009; del Río et al 2023). Por ello, recientemente se han probado otras alternativas como el empleo de nasas, trampas, redes y equipos operados remotamente tanto para evaluar el estado de las poblaciones, como para determinar la efectividad de su extracción en sectores más profundos, e incluirlas como herramienta de manejo para su control (Harris et al 2020, 2023; del Río et al 2023; Tosunoglu et al 2026).

Las redes agalleras son un arte de pesca de uso tradicional y amplia distribución debido a su bajo costo y eficiencia de captura, en muchos casos con una baja selectividad debido a empleo de ojos de luz de malla pequeños. En el Caribe de Colombia este es el segundo arte más ampliamente utilizado y se categoriza tanto por el ojo de malla como por la técnica específica para su operación. De esta manera, se reconocen las redes a la deriva o ronqueo, redes de encierro, redes finas y langostas (Rueda et al 2011; MoAm 2024 a). En el municipio de Dibulla se estima que existen aproximadamente diez unidades económicas de pesca con redes langostas, que ejecutan al menos 320 faenas al año y capturan aproximadamente 20 especies de peces demersales y principalmente langosta espinosa (MoAm 2024 a). Por ello, su empleo es una opción patente para aminorar el efecto de pez león en los fondos de bajo relieve de la plataforma continental y conocer las características de estos animales en estos ambientes.

Por consiguiente, dentro de las actividades acordadas en el Convenio Marco entre GOAL y la Corporación Autónoma Regional de La Guajira – Corpoguajira, el presente estudio tuvo como objetivo general evaluar la efectividad de las redes langostas modificadas para la captura del pez león *Pterois volitans* en caladeros de pesca del municipio de Dibulla en La Guajira.

2. ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la eficiencia de redes langostas modificadas para la captura del pez león *Pterois volitans* en caladeros de pesca de Dibulla, La Guajira.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Registrar los desembarcos pesqueros de pez león provenientes de faenas de pesca con redes langostas modificadas y regulares.
- Caracterizar los atributos biológicos y ecológicos del pez león capturadas con redes langostas.
- Comparar la eficiencia de las diferentes redes con herramientas estadísticas
- Sensibilizar e informar a la comunidad respecto al resultado de la evaluación

3. METODOLOGÍA

3.1 AREA DE ESTUDIO

El municipio de Dibulla ($11^{\circ}16'21''$ N – $73^{\circ}18'32''$ W) y el corregimiento de la Punta de los Remedios ($11^{\circ}17'37''$ N – $73^{\circ}15'54''$ W) se encuentran en la zona costera del departamento de La Guajira (**Figura 3.1**). Hacen parte de la Unidad Ambiental Costera de la Vertiente Norte de la Sierra Nevada de Santa Marta – UACVNSNSM, situada desde el margen de la boca del río Ranchería en La Guajira hasta la boca del río Córdoba en el Magdalena. El departamento de La Guajira tiene una extensión de línea de costa de 697 km y se extiende desde Punta Castilletes hasta el límite con el departamento del Magdalena en el río Palomino. Además, posee diferentes tipos de formaciones costeras como: 118 km de rocas cohesivas y 14 km de rocas no cohesivas, 293 km de playas y otros depósitos arenosos, 258 km de costas pantanosas y lagunas, y 14 km de playas urbanizadas (Invemar y Corpoguajira 2012; ANLA 2020).

Las playas y depósitos arenosos de La Guajira normalmente son arenas de grano fino a medio y unas cuantas, de gravas y cantos. A lo largo de las playas existe gran acumulación de restos de pastos marinos y detrás de ellas se observan, con frecuencia, cordones de dunas, lagunas costeras y salinas o llanuras costeras semidesérticas (ANLA 2020).

La plataforma continental del departamento cubre un área aproximada de 14 298 km² entre la desembocadura del río Palomino y Punta Castilletes, y se extiende hasta 46 km a partir de la línea de costa en su parte más ancha (ANLA 2020). En el área marino costera se registran biomas de importancia ecológica y económica como bosques de manglar (3131 ha), praderas de pastos marinos (34673 ha) y formaciones coralinas (15.8 ha). Asimismo, existen otros ecosistemas como lagunas costeras, litorales arenosos (playas), rocosos (acantilados) y fondos sedimentarios. Es de resaltar que esta región posee la mayor distribución de pastos marinos del país en la zona somera de la plataforma continental, que incluye desde el Cabo

de La Vela a Riohacha, la bahía de Portete y Puerto López (Invemar y Corpoguajira 2012; ANLA 2020).

El mar en la región de La Guajira puede asociarse con una marea de tipo mixta y diurna; también se puede definir de tipo micromareal (menor a dos metros), ya que sus carreras de marea son del orden de 0.61 m. En la parte norte de La Guajira los oleajes más frecuentes provienen del este con alturas entre 1.4 m y 2.7 m; en la parte sur del departamento se presenta un giro en los frentes de ondas y una leve disminución de la altura. Las direcciones de las olas se agrupan entre las direcciones este y este-noreste con alturas entre 1.1 m y 2.1 m. La influencia del oleaje extremo está asociada con el paso de tormentas tropicales (ANLA 2020).

Sobre sus fondos blandos se encuentran aguas cálidas a poca profundidad y las aguas profundas son bombeadas por el sistema de surgencia de la región. Esta es propiciada por los vientos alisios del norte, que mueve aguas más frías y salinas hacia la superficie, con un mayor contenido de nutrientes que estimula el incremento de la producción biológica y la biomasa fitoplanctónica (Corredor 1979). Por esta razón, se encuentra una importante productividad biológica en los fondos marinos frente a La Guajira y le confieren una alta biodiversidad (Cororpoguajira-Invemar 2006; Vásquez-Carrillo y Sullivan 2021).

En la zona hidrográfica Caribe – Guajira se encuentran 24 áreas protegidas, entre ellas nueve Reservas Naturales de la Sociedad Civil. También hay seis Distritos Regionales de Manejo Integrado - DRMI, tres Parques Nacionales Naturales - PNN, tres Parques Naturales Regionales - PNR, un Santuario de Fauna y Flora - SFF y dos Reservas Forestales Protectoras Regionales -RFPR (ANLA 2020).

En inmediaciones de Dibulla y la Punta de los Remedios hay una importante cobertura de manglar, desembocaduras de ríos (Palomino, Jerez, Tapias), presencia de lagunas costeras y humedales (Mamavita, Trupía, Sabaletes), así como fondos arrecifales, praderas de pastos y arrecifes artificiales. En estos ecosistemas hay una gran variedad de especies de peces, invertebrados y aves, así como comunidades de pescadores artesanales bien organizadas y apropiadas en el territorio que aprovechan estos recursos con diferentes prácticas (Invemar y Corpoguajira 2012; MoAm 2024 a, b; MoAm et al 2025).

3.2 EVALUACIÓN DE LA BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA DEL PEZ LEÓN

3.2.1 Fase de campo

Se recolectó la información de pez león *Pterois volitans* proveniente de las faenas de pesca con redes langostas regulares y modificadas en caladeros de Dibulla (Tabla 3.1; Figura 3.1).

Tabla 3.1 Características generales de las redes langostas empleadas en Dibulla.

Tipo de Red	Longitud	Alto	Calibre	Luz de malla	Profundidad	Tipo de Fondo
Regular	180 m	90 – 75 cm	24	140 mm	28 – 49 m	Arena, roca
Modificada	180 m	65 cm	12	114 mm	18 – 47 m	Arena, roca

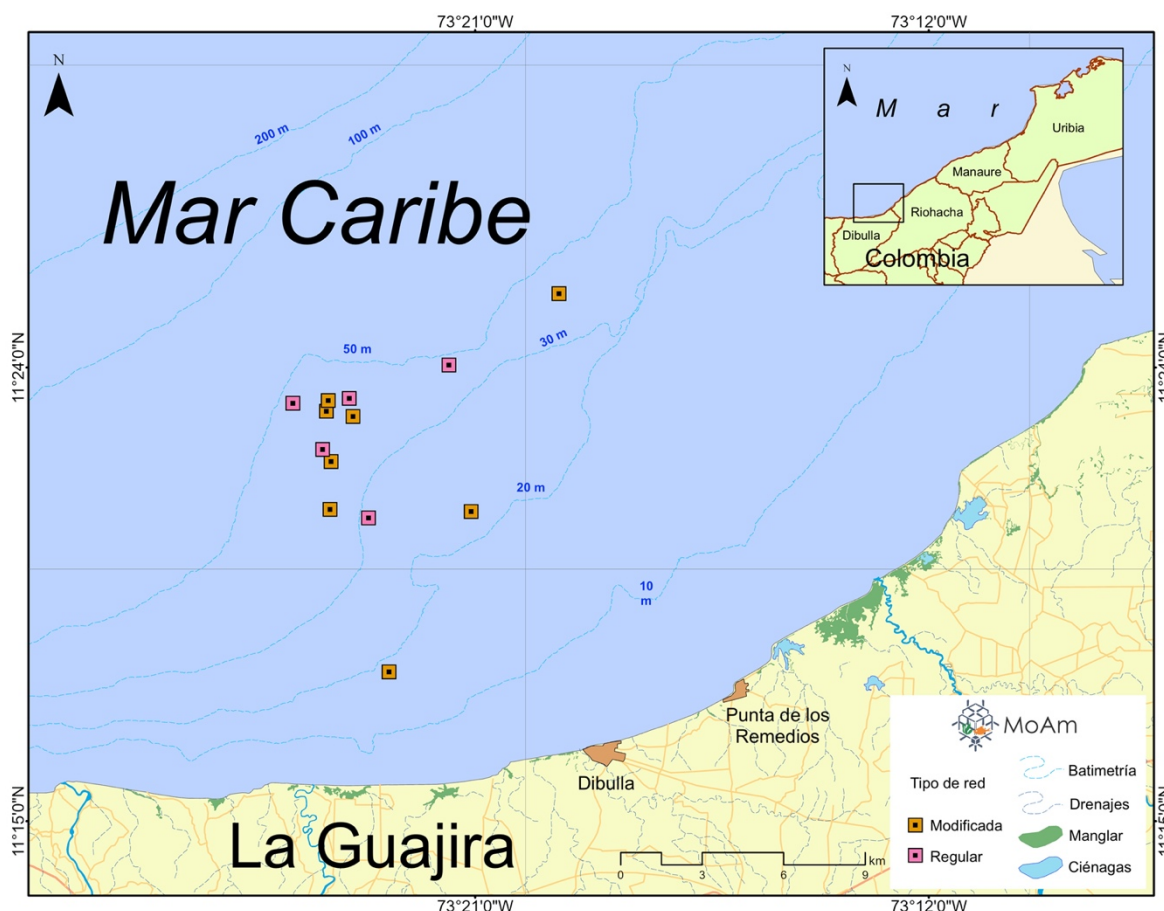


Figura 3.1 Área de estudio con la ubicación de los caladeros de pesca con redes langostas a diferentes profundidades en Dibulla, La Guajira.

En cada faena de pesca con duración de entre 7 y 9 horas, cada grupo de dos pescadores dispusieron de manera aleatoria en un mismo caladero de 9 a 12 de las redes regulares (1620 – 2160 m), y 8 de las redes modificadas (1440 m) (Figura

3.2). Los caladeros se referenciaron con sistema de posicionamiento global – Garmin GPSmap 78sc y las características de cada uno (profundidad y tipo de fondo), se definieron con información directa de los pescadores y programas de sistemas de información geográfica.



Figura 3.2 Redes langosteras y faenas de pesca ejecutadas para la captura de *Pterois volitans* en Dibulla.

Los peces león *Pterois volitans* capturados durante las faenas fueron almacenados en cajas plásticas. Los ejemplares fueron llevados a tierra en donde se les cortaron las espinas venenosas y se procedió con la medición de la longitud total con un metro de 100 cm, y el peso con una balanza digital Dr. Meter ESPS01 con precisión de 0.1lb (MADS et al 2017; Delgadillo-G 2024, 2025). Se determinó el sexo y estadio reproductivo de cada individuo mediante la disección con tijeras y pinzas para la extracción de los órganos internos (**Figura 3.3**).



Figura 3.3 Registro de las variables pesqueras y biológicas de *Pterois volitans* capturado con redes langosteras en Dibulla.

Una vez abiertos los ejemplares, por observación macroscópica se determinó el sexo y las características de las gónadas para conocer su estado de madurez,

basados en la escala propuesta por Holden y Rait (1975). Las gónadas de cada individuo se pesaron con balanza analítica Ohaus Pioneer con precisión de 0.01 g (Tabla 3.2).

Tabla 3.2 Escala y descripción de los estadios de madurez sexual para peces de Holden y Rait (1975).

Fase	Estadio	Descripción
I	Inmaduro	Órganos sexuales muy delgados, situados cerca de la columna vertebral y con 1/3 de la longitud de la cavidad abdominal. Ovarios amarillos traslúcidos y testículos blanquecinos. Huevos invisibles a simple vista.
II	Inmaduro-Recuperando	Ovarios y testículos cerca de la mitad de la cavidad abdominal. Ovarios amarillos traslúcidos; testículos blancuzcos, ambos más llenos de tejido. Huevos invisibles a simple vista.
III	Madurando	Ovarios y testículos cerca de 2/3 de la longitud de la cavidad abdominal. Ovarios de color rosáceo amarillo con aspecto granular y huevos opacos; testículos blancuzcos crema de forma aplanada.
IV	Maduro	Ovarios y testículos ocupan de 2/3 a toda la longitud de la cavidad abdominal. Ovarios de coloración amarillo rojizo con vasos superficiales visibles y huevos maduros traslúcidos. Testículos blandos y de color crema nacarado, con lobulaciones aplanadas en su extremo.
V	Desove	Ovarios y testículos contraídos cerca de la mitad de la cavidad abdominal. Ovarios con huevos desintegrándose. Testículos flácidos.

3.2.2 Análisis de la información

La información registrada se organizó en tablas de Microsoft Excel para hacer los análisis estadísticos con el programa R (R Core Team 2024). Se obtuvieron las medidas de tendencia central (i.e., promedio) y de variabilidad (i.e. ámbitos, desviación estándar) de las variables pesqueras (i.e., abundancia, biomasa) y biológicas (longitud total, peso) para cada tipo de red, así como la proporción de sexos y los estadios de madurez. Para conocer la distribución de los datos se realizaron pruebas de normalidad y homogeneidad de varianza. Posteriormente, se efectuaron análisis estadísticos univariados para comparar los atributos pesqueros y biológicos entre las redes y por sexo. Las variables de abundancia, biomasa y peso de los individuos se compararon entre redes con la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis con los datos sin transformar. De otra parte, se utilizó el análisis de varianza ANOVA de una vía para comparar la longitud total entre redes de pesca y sexos. La proporción de sexos con respecto a la relación 1:1, y su comparación entre sexos se examinó con la prueba de bondad de ajuste de chi-cuadrado. La proporción de estadios de madurez entre redes y sexos se evaluó con

la prueba de Fisher con corrección de Monte Carlo (Underwood 1997; Quinn y Keough 2002).

Se determinó la relación talla peso con los datos de estas variables transformados con logaritmo. Se ajustaron los datos a la ecuación (Csirke 1989):

$$Pt = a \times Lt^b$$

en la que

Pt = peso total,

Lt = longitud total,

a = intercepto

b = coeficiente de crecimiento.

Se determinó si el coeficiente de crecimiento fue significativamente diferente de tres con una prueba t-Student (Pauly 1984). Se consideró crecimiento isométrico si b no fue significativamente diferente de tres y alométrico en caso contrario.

4. RESULTADOS

4.1 CAPTURA DE PEZ LEÓN CON REDES LANGOSTERAS

Durante esta evaluación se ejecutaron un total de 44 faenas de pesca, 20 con redes modificadas y 24 con redes normales. Se capturaron en total 78 ejemplares de *Pterois volitans* con una biomasa de 43.2 kg. En las modificadas se obtuvieron 48 individuos y 26.1 kg, mientras que en las regulares fueron 30 individuos y 17.1 kg.

La abundancia promedio por faena de pesca fue de 1.77 individuos ($DE \pm 2.45$) con valores entre 0 y 10. La media más alta se registró en las modificadas con 2.4 ejemplares por faena ($DE \pm 2.23$) ámbitos entre 0 y 8, mientras que en las redes regulares fue de 1.25 individuos y osciló entre 0 y 10 (**Figura 4.1**). La prueba de Kruskal-Wallis encontró diferencias de abundancia estadísticamente significativas entre los tipos de redes ($H = 6.8371$; $gl = 1$; $p < 0.01$).

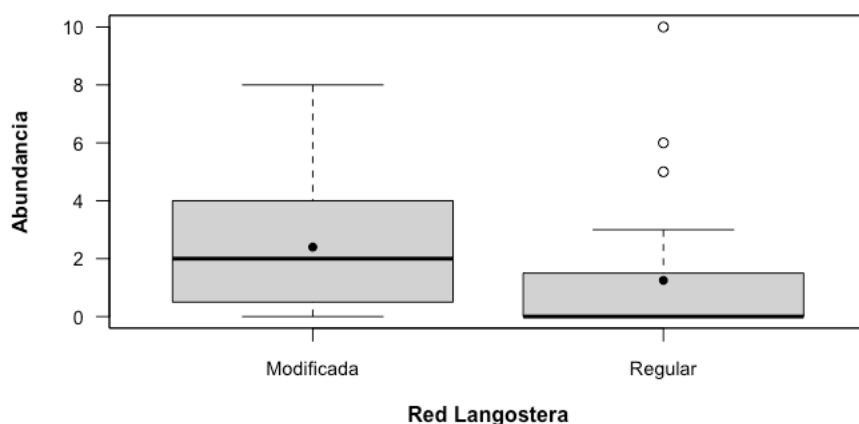


Figura 4.1 Variación de la abundancia (número de individuos) de *Pterois volitans* capturados por faena con redes langosteras en Dibulla ($n = 44$; • promedio; ° valor extremo).

La biomasa promedio por faena de pesca fue de 0.98 kg ($DE \pm 1.36$) con valores entre 0 y 5.22 kg. La media más alta registró en las modificadas con 1.30 kg ($DE \pm 1.20$) ámbitos entre 0 y 4.79 kg, mientras que las redes regulares capturaron en promedio 0.70 kg ($DE \pm 1.44$) y fluctuó de 0 a 5.2 kg (**Figura 4.2**). La prueba de Kruskal-Wallis encontró diferencias de biomasa estadísticamente significativas entre los tipos de redes ($H = 6.223$; $gl = 1$; $p < 0.05$).

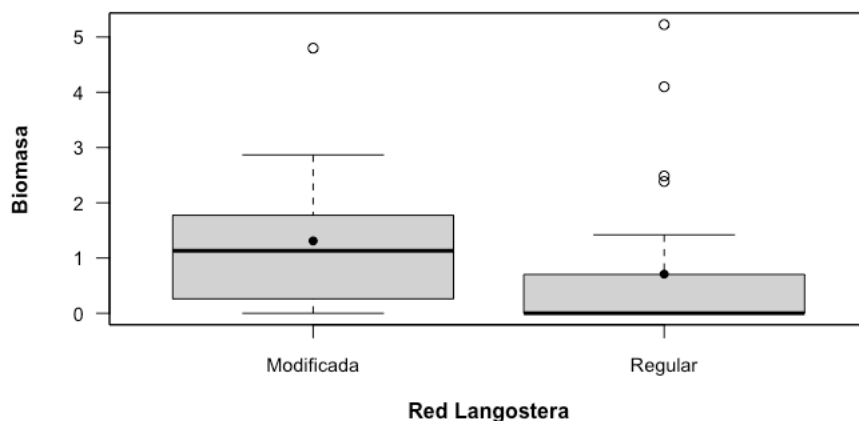


Figura 4.2 Variación de la biomasa (kg) de *Pterois volitans* capturados por faena con redes langosteras en Dibulla (n = 44; • promedio; ° valor extremo).

4.2 VARIABLES BIOLÓGICAS Y ECOLÓGICAS DEL PEZ LEÓN

4.2.1 Variación de la longitud total

Se midieron y pesaron un total de 78 ejemplares de *Pterois volitans*. El promedio general de longitud total fue de 34.2 cm (DE $\pm$ 5.1) con ámbitos entre 20.6 y 45.6 cm. Las hembras tuvieron una media de longitud total de 33.5 cm (DE $\pm$ 4.79), mientras que en los machos fue de 35.8 (DE $\pm$ 5.54) (**Figura 4.3**). El análisis de varianza no encontró diferencias estadísticamente significativas entre sexos ($F_{1,76} = 3.439$; $p = 0.06$).

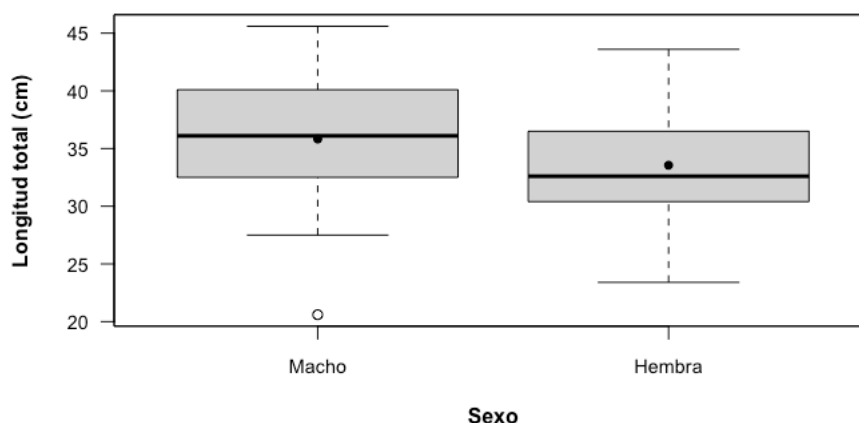


Figura 4.3 Variación de la longitud total (cm) de *Pterois volitans* por sexo capturados con redes langosteras en Dibulla (n = 78; • promedio).

La longitud promedio fue idéntica por tipo de red. En la modificada fue de 34.2 (DE $\pm$ 5.65) con rangos de 20.6 a 45.6 cm, mientras que en la regular fue de 34.3 (DE

± 4.23) con ámbitos de 25.8 a 41.6 cm (**Figura 4.4**). El análisis de varianza no encontró diferencias estadísticamente significativas por tipo de red ($F_{1, 76} = 0.004$; $p = 0.948$).

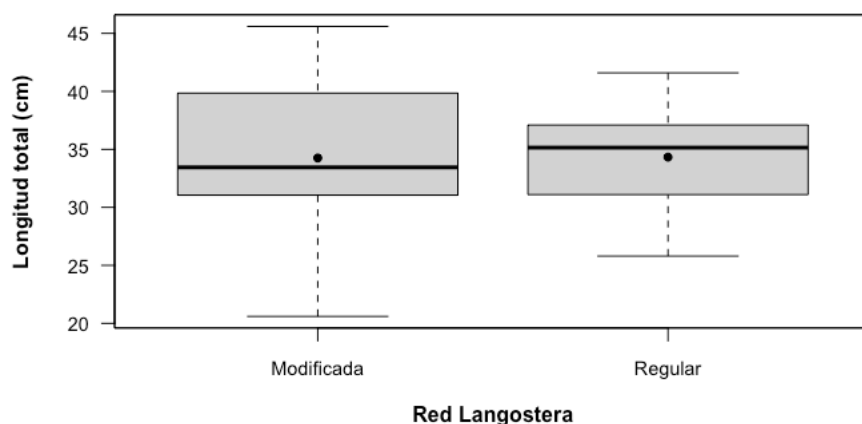


Figura 4.4 Variación de la longitud total (cm) de *Pterois volitans* capturados con redes langosteras en Dibulla (n = 78; • promedio).

En el histograma de frecuencia de tallas se observó que los intervalos de longitud con mayor abundancia fueron entre 29 y 32 cm con 19 individuos (24.3 %), seguidos de los ejemplares entre 35 y 38 con 17 (21.7 %) y las tallas entre 32 y 35 con 13 (16.6 %). Estos intervalos conformaron el 62.6 % de la abundancia. La menor abundancia fue para los intervalos entre 20 y 23 cm y los de 44 a 47 cm con un ejemplar en cada uno (1.2 %) (**Figura 4.5**).

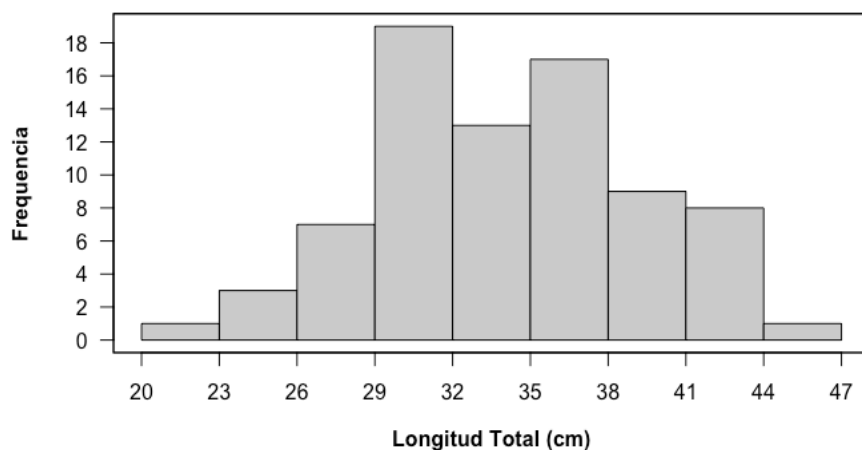


Figura 4.5 Histograma de frecuencia de tallas de los ejemplares de *Pterois volitans* capturados con redes langosteras en Dibulla (n = 78).

4.2.2 Variación del peso

El promedio general del peso fue de 553.9 g ($DE \pm 246.0$) con ámbitos entre 117.9 y 1143.0 g. Las hembras tuvieron una media de 519.2 g ($DE \pm 216.0$) y los machos de 643.0 g ($DE \pm 287.4$) (**Figura 4.6**). La prueba de Kruskal-Wallis encontró diferencias estadísticamente significativas entre sexos ($H = 4.0324$; $gl = 1$; $p < 0.05$).

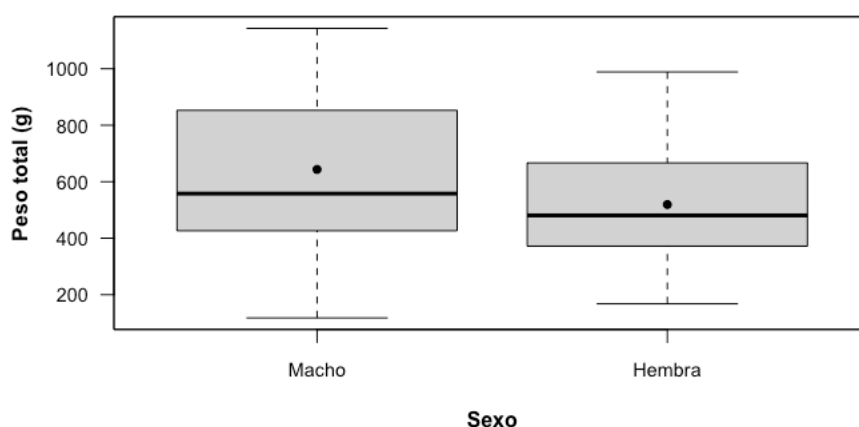


Figura 4.6 Variación del peso total (g) de *Pterois volitans* por sexo capturados con redes langostas en Dibulla ($n = 78$; • promedio).

El peso promedio más alto se registró en las redes regulares con 567.4 g ($DE \pm 210.1$) y rangos de 258.5 a 1056.8 g, mientras que en las modificadas fue de 553.8 g ($DE \pm 268.4$) con ámbitos entre 117.9 y 1143 g (**Figura 4.7**). La prueba de Kruskal-Wallis no encontró diferencias estadísticamente significativas por tipo de red ($H = 0.517$; $gl = 1$; $p = 0.472$).

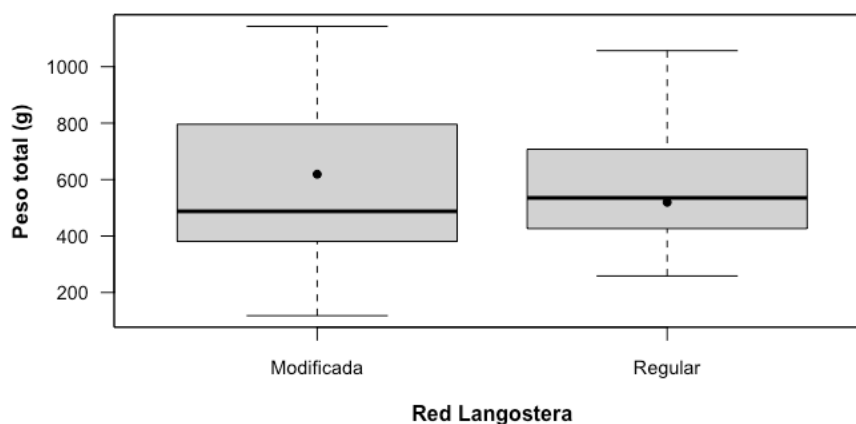


Figura 4.7 Variación del peso total (g) de *Pterois volitans* capturados con redes langostas en Dibulla ($n = 78$; • promedio).

4.2.3 Relación longitud peso

En cuanto a la relación entre la longitud y peso, los parámetros de la regresión potencial fueron $a = 0.018$ y $b = 2.903$ ($W = 0.018 \times L^{2.903}$) con un $R^2 = 0.936$ (**Figura 4.8**). La prueba estadística t-Student reveló que los *Pterois volitans* capturados con las redes langostas tuvieron un crecimiento de tipo isométrico ($b = 3$) (prueba t, $t_1 = -1.12$; $p = 0.265$), con un 93 % de la variabilidad explicada por los datos.

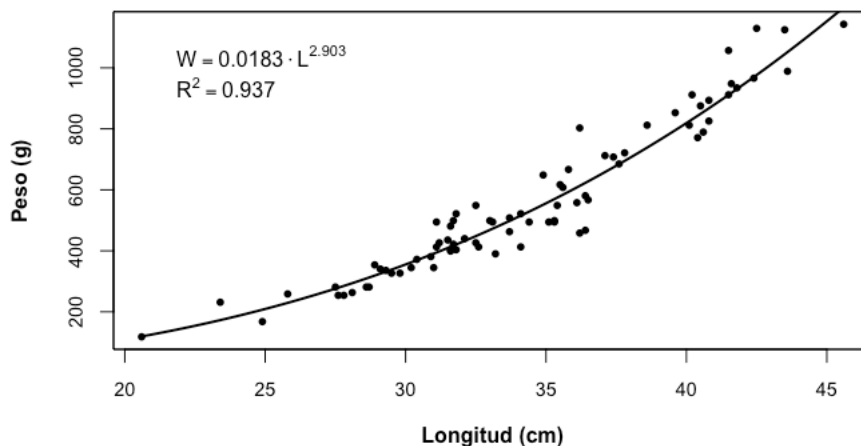


Figura 4.8 Relación longitud peso de los ejemplares de *Pterois volitans* capturados con redes langostas en Dibulla ($n = 78$).

4.2.4 Sexo y estadios de madurez

En cuanto a la proporción de sexos en los *Pterois volitans* capturados, se revisaron y sexaron 78 individuos. Se encontró un total de 25 machos y 53 hembras con una proporción de 1:2.1; la prueba de chi-cuadrado reveló que la proporción de sexos difirió significativamente de 1:1 para el total de los datos ($X^2 = 10.051$; $gl = 1$; $p < 0.01$). La proporción de sexos varió por tipo de red pero no presentó diferencias significativas ($X^2 = 0.883$; $gl = 1$; $p = 0.347$); en las regulares las hembras tuvieron 60 % y los machos 40 %, mientras que en las modificadas las hembras alcanzaron 74.4 % y los machos 25.6 %.

De otra parte, el estadio de madurez dominante en las capturas fue inmaduro-recuperando II con 55 individuos (70.5 %), seguido de maduro IV con 10 (12.8 %) y el estadio inmaduro I también con 10 ejemplares (12.8 %). En cuarto lugar la categoría madurando III con dos individuos (2.6 %) y por último el estadio desove V con un solo individuo (1.3 %) (**Figura 4.9**). Las redes modificadas tuvieron el 70.2 % de los ejemplares en estadio inmaduro II, seguido de maduros IV e inmaduro I cada

uno con 12.8 %. El estadio madurando III y desove V alcanzaron 2.1 % cada uno. Las redes regulares tuvieron 70.9 % de individuos inmaduros II, en estadio inmaduro I y maduro IV cada uno con 12.9 %, y madurando III el 3.2 % (**Figura 4.9**). La prueba exacta de Fisher no encontró diferencias significativas en la proporción de estadios de madurez por tipo de red ($p = 1$).

A nivel de sexo, en las hembras se destacó el estadio II con 67.9 %, seguido del estadio maduro IV con 18.8 % y el estadio inmaduro I con 10.6 %. En los machos el estadio II alcanzó 76 %, seguido del estadio I con 20 %. No hubo individuos maduros IV en los machos (**Figura 4.9**). La prueba exacta de Fisher encontró diferencias significativas en la proporción de estadios de madurez por sexo ($p < 0.05$).

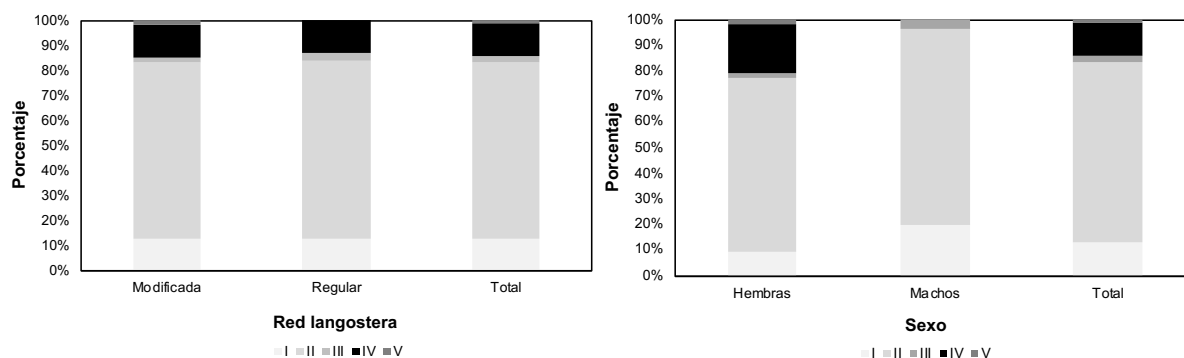


Figura 4.9 Proporción de estadios de madurez por red langostera y sexo de los ejemplares de *Pterois volitans* capturados en Dibulla ($n = 78$).

5. DISCUSIÓN

Las invasiones biológicas son consideradas una de las principales causas de la pérdida de biodiversidad a nivel mundial (Pereira et al 2012). El caso del *Pterois volitans* en el Atlántico Occidental y el Gran Caribe constituye uno de los más estudiados y difundidos, y con mayores efectos en las comunidades marinas, la pesca artesanal y la función de los ecosistemas. Además, es reconocida su abundancia y amplia distribución espacial en una gran variedad de ecosistemas y ambientes hasta profundidades que superan los 300 m (Green et al 2012; Côté et al 2013; Acero et al 2019; Sanjuan-Muñoz et al 2022; del Río et al 2023). Por ello, en los diferentes países de su rango de invasión se han implementado medidas para su captura, control y comercialización con la participación de los pescadores y otros actores. Esto con el fin de incorporar al invasor en la cadena de comercio y en lo posible favorecer la economía de las comunidades a la vez que se reduce su impacto en el ambiente (Morris y Whitfield 2009; Graham y Fanning 2017; MADS et al 2017; Yandle et al 2022).

De esta manera, la evaluación preliminar del empleo de redes langosteras modificadas mostró resultados promisorios sobre su efectividad. En primera instancia fue evidente la mejora en la captura de *Pterois volitans* en dichas redes con respecto a las de uso regular, por cerca del doble (1.25 a 2.4 individuos y de 0.7 a 1.3 kg por faena). Esta diferencia es más amplia al considerar que el número de redes utilizadas por faena fue superior en las regulares (9-12) en comparación con las modificadas (8). El incremento en la abundancia y biomasa del pez león parece estar asociado principalmente con la reducción en el ojo de luz de malla de 140 mm a 114 mm, lo que mejora la capacidad para enredar y retener al invasor. Este factor también fue el más relevante en la captura de esta especie con trasmallo en Turquía en el Mediterráneo (Tosunoglu et al 2026 a, b). Tanto la efectividad como la selectividad de las redes está determinada por el ojo de luz de malla, entre más pequeño pierde selectividad y amplía el espectro de tamaños. El mecanismo de captura sucede de diferentes formas: directamente por las

agallas, acuñación por la parte más grande del cuerpo, enganchamiento por la boca o dientes y enredamiento de cualquier parte del cuerpo (He y Pol 2010).

Con referencia a los artes de redes utilizados en otros lugares con la presencia del pez león, las redes langosteras tuvieron un desempeño intermedio bajo (promedio por faena: 1.7 individuos; 0.98 kg). Por ejemplo, en el Mediterráneo de Turquía Öndes y Ünal (2023) con el empleo de trasmallos de 1000 m de longitud registraron biomasa promedio por faena de 3.9 kg y 3 kg con ojos de malla de 28 y 36 mm, respectivamente. En la misma región, Tosunoglu et al (2026 a) capturaron entre 10.3 y 15.9 individuos por faena con una menor extensión de redes (591 a 931 m) y ojo de malla más pequeño (72 a 100 mm), que en el presente estudio (extensión: 1440 a 2160 m; ojo de malla: 114 a 140 mm). En evaluaciones con redes de arrastre camaroneras en el Golfo de México se recolectaron entre 0.01 y 2.57 individuos por arrastre (Switzer et al 2015).

Los resultados de los diferentes estudios muestran el potencial de este tipo de estrategias escalables con el empleo de redes para la captura incidental del invasor, particularmente en hábitats no arrecifales y de bajo relieve. Para el caso de las redes langosteras en Dibulla, los resultados son muy preliminares y requieren una evaluación de la variación durante épocas climáticas, ámbitos de profundidades y diferentes tipos de ajustes en las redes como longitud y ojos de malla, para tener una visión más precisa de su utilidad y costoefectividad en la captura del pez león, en caso de querer llevarlo a un nivel comercial.

En cuánto a las tallas y peso de los peces capturados, la reducción de 36 mm en el ojo de luz de malla no resultó en diferencias de la longitud y peso del pez león entre redes, de hecho, fueron casi idénticas. Por lo tanto, es evidente que para ampliar el rango de tallas del invasor y atrapar a individuos más pequeños, es necesario reducir considerablemente el ojo de malla a un mínimo de 70 mm, medida que también han utilizado en Turquía para probar la efectividad de las redes (Tosunoglu et al 2026 a, b). Conviene resaltar la alta selectividad de las redes langosteras con las que se capturaron todos los individuos por encima de la talla media de madurez sexual y el impacto que tienen para controlar la población reproductiva del invasor. El promedio y ámbitos de talla (34.2 cm; entre 20.6 y 45.6 cm) y peso (553 g; entre 117.9 y 1143 g) fue el más alto de los registros que hay para el Caribe colombiano. Por ejemplo, con el empleo de nasas en la misma región, tipo de fondo y profundidad, la longitud promedio fue de 30.9 cm (15.1 a 43.9 cm)

y el peso de 313.3 g (45.3 y 1070.2 g) (MoAm 2026). Asimismo, en capturas con arpón en diferentes ambientes entre los 12 y 20 m de profundidad de La Guajira, la talla media fue de 27.1 cm (18.8 a 42.6 cm) y el peso 408.9 g (40.8 y 1075 g) (Delgadillo-G 2025). En la evaluación de pez león en todo el Caribe el intervalo de tallas osciló entre 4.3 y 43.7 cm (Bustos-Montes et al 2020), mientras que en el Parque de Corales de Profundidad la media de la longitud fue de 30.5 cm (19 a 42 cm) y el peso de 376.5 g (61 y 790 g) (Sanjuan-Muñoz et al 2022). Debido a que las faenas con las redes langosteras se hicieron en un 95 % entre los 30 y 50 m de profundidad, también se confirma con este estudio la presencia de individuos de mayores tallas y fecundos con el incremento de la profundidad. Este fue el caso de las nasas en Dibulla (MoAm 2026) y en arrecifes y áreas mesofóticas (> 30 m) del Gran Caribe (Andradi-Brown et al 2017; Gress et al 2017; Goodbody-Gringley et al 2019).

La diferencia de las variables entre sexos solo fue evidente para el peso de los individuos, en el que los machos fueron superiores a las hembras, mientras que las tallas fueron idénticas. Este patrón coincide parcialmente con Morris y Whitfield (2009) y Gardner et al (2015) quienes reportaron traslape en el rango de tallas y patrones similares de crecimiento entre sexos. Asimismo, en los estudios previos de Dibulla tampoco se encontraron diferencias de estas variables entre machos y hembras (Delgadillo-G 2025; MoAm 2026). No obstante, el mayor peso registrado en los machos, que además fue estadísticamente significativo, está alineado con la biología de la especie. Los machos tienden a invertir la energía en el crecimiento, mientras que las hembras en la reproducción y el desove, por lo que el peso de estas puede fluctuar entre ciclos reproductivos (Morris y Whitfield 2009; Gardner et al 2015). En los resultados fue clara la mayor proporción (70 %) de hembras en estadios posteriores al desove (estadio II inmaduro recuperando) y asimismo más ligeras en peso.

Similar a lo sucedido en el estudio con nasas (MoAm 2026), la relación longitud peso mostró un tipo de crecimiento isométrico. Este difiere de la mayoría de estudios en los que se encontró de tipo alométrico positivo (Edwards et al 2014; Aguilar-Perera y Quijano-Puerto 2016; Dahl et al 2019; Bustos-Montes et al 2020; Delgadillo-G 2024, 2025). El cambio en el tipo de crecimiento está mediado probablemente por dos factores: 1) reducción en el peso de las hembras para invertir mayor energía en la reproducción como se mencionó previamente (Morris y Whitfield 2009; Gardner et al 2015) y 2) los fondos areno rocosos de bajo perfil no

tienen suficiente demanda de presas para abastecer la alta densidad de *Pterois volitans* y por lo tanto disminuye su coeficiente de crecimiento (Benkwitt 2013; Dahl et al 2019). Esto se encuentra en claro contraste con los individuos capturados en los arrecifes artificiales de la zona, en los que había una gran abundancia de presas y por lo tanto el pez león tuvo un crecimiento alométrico positivo (Delgadillo-G 2024, 2025).

La proporción de machos y hembras registrada en las redes (1:2.1) siguió el patrón observado en nasas (1:2.3) y en sectores mas someros del municipio de Dibulla (1:2.3) (Delgadillo-G 2025; MoAm 2026). Además, difirieron estadísticamente de la proporción típica de 1:1 hallada en otros estudios de Atlántico Occidental y el Caribe (Salazar et al 2012; Edwards et al 2014; Fogg et al 2017; Bogdanoff et al 2021). Esto es un factor de alarma pues las hembras tienen una mayor capacidad reproductiva, por lo que su alta proporción supone una mayor frecuencia de desove y asimismo posibilidad de fecundación de los huevos por parte de los machos, que pueden fertilizar múltiples hembras (Morris y Whitfield 2009; Gardner et al 2015). Aunque solo el 12.8 % de los peces capturados estaban maduros, todos los individuos tuvieron longitudes superiores a la talla mínima de madurez registrada para hembras en Colombia (19.8 cm) por Bustos-Montes et al (2020). Por ello, es de suponer que todos se habían reproducido en variadas ocasiones antes de la pesca con las redes y asimismo incrementaron el potencial de reclutamiento en el área de estudio. Esta particularidad hace que *Pterois volitans* sea más resistente a la presión pesquera (Green et al 2014). No obstante, la destacada captura de hembras es otro aspecto positivo de las redes, al poder reducir paulatinamente el crecimiento de la población de manera más eficiente (Barbour et al 2011).

Por último, el empleo de las redes langosteras modificadas fue efectivo para incrementar la captura de *Pterois volitans* en comparación con las regulares. Además, la alta selectividad por individuos maduros en los dos tipos de redes, implica un control enfocado en la población reproductiva de *Pterois volitans* y si es suficientemente alto, podría conducir a lo que se conoce como sobreexplotación de reclutamiento en la que disminuiría el crecimiento futuro de la población (Jennings et al 2001; Harris et al 2020). Para los pescadores artesanales, la captura de pez león constituye un recurso adicional a la pesca objetivo de las redes langosteras. Debido a su alta selectividad podría incrementar las ganancias de la comunidad una vez se instaure un mercado estable para la comercialización del

invasor. Esto sucedería a la vez que se reduce el impacto de la especie en la diversidad y la productividad pesquera, como ha sido planteado en otras áreas del Gran Caribe (Bogdanoff et al 2021). En términos de costo efectividad, las faenas con redes langostas requieren una inversión más alta con respecto a las nasas para obtener resultados similares. No obstante, los resultados de las redes langostas son preliminares y obtenidos en un ámbito de tiempo muy reducido, por lo que es necesario conocer la dinámica de las faenas en una escala temporal y espacial más amplia, así como incorporar información de las variables ambientales, características de los fondos y la densidad del invasor, para determinar con mayor precisión la eficiencia de su captura con este arte y la posibilidad de crear una pesquería de la especie en La Guajira.

6. CONCLUSIONES

- Las redes langosteras modificadas fueron efectivas para la captura de *Pterois volitans* en Dibulla, con cerca del doble de abundancia y biomasa por faena respecto a las regulares, posiblemente por la reducción en el ojo de luz de malla que permitió la captura de más individuos. Además, los dos tipos de redes contribuyen a minimizar el impacto del invasor debido a la alta selectividad que tienen por individuos maduros y dominancia de hembras, lo que puede reducir el potencial reproductor de la especie.
- La captura de *Pterois volitans* constituye un recurso adicional a la pesca objetivo de las langostas con las redes y podría incrementar las ganancias de la comunidad una vez se instaure un mercado estable para la comercialización del invasor.

7. RECOMENDACIONES

- Estudiar otro tipo de modificaciones a las redes como una mayor reducción en el ojo de malla, la configuración de las redes en las faenas, la profundidad y el tipo de hábitat.
- Se requiere evaluar la eficiencia de la remoción, la variabilidad espacial y temporal a lo largo de un año, así como la respuesta de la población a la presión pesquera.
- En futuras evaluaciones es necesario determinar el tipo de hábitat e incluir la medición de las variables ambientales para entender la relación de estas con las características de la población de *Pterois volitans*.

8. REFERENCIAS

- Acero A, Bustos-Montes D, Pabón-Quintero P, Polo-Silva C.J, Sanjuan-Muñoz A. 2019. Feeding habits of *Pterois volitans*: A real threat to Caribbean coral reef biodiversity. In: Makowski C, Finkl C (Eds) Impacts of invasive species on coastal environments. Coastal Research Library, Springer Publishing Company Inc., Cham, Switzerland. pp. 269-314.
- Aguilar-Perera A, Quijano-Puerto L. 2016. Relations between fish length to weight, and otolith length and weight, of the lionfish *Pterois volitans* in the Parque Nacional Arrecife Alacranes, southern Gulf of Mexico. Rev. Biol. Mar. Oceanogr. 51 (2): 469-474.
- Andradi-Brown DA, Vermeij MJA, Slattery M, Lesser M, Bejarano I, Appeldoorn R, Goodbody-Gringley G, Chequer AD, Pitt JM, Eddy C, et al. 2017. Large-scale invasion of western Atlantic mesophotic reefs by lionfish potentially undermines culling-based management. Biol. Invasions 19: 939-954.
- ANLA. 2020. Reporte Análisis Regional: Actualización del Reporte de Alertas de Análisis Regional de la Zona Hidrográfica Caribe – Guajira. Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. Bogotá, Colombia. 218 p.
- Barbour AB, Allen MS, Frazer TK, Sherman KD. 2011. Evaluating the potential efficacy of invasive lionfish (*Pterois volitans*) removals. PLoS ONE 6(5): e19666.
- Benkwitt CE. 2013. Density-dependent growth in invasive lionfish (*Pterois volitans*). PLoS ONE 8(6): e66995.
- Bogdanoff A, Shertzer K, Layman C, Chapman J, Fruitema M, Solomon J, Sabattis J, Green S, Morris J. 2021. Optimum lionfish yield: a non-traditional management concept for invasive lionfish (*Pterois* spp.) fisheries. Biol. Invasions 23: 1-16.
- Bustos-Montes D, Wolff M, Sanjuan-Muñoz A, Acero A. 2020. Growth parameters of the invasive lionfish (*Pterois volitans*) in the Colombian Caribbean. Reg. Stud. Mar. Sci. 38: 101362.
- Chasqui L, Rincón-Díaz N, Vanegas MJ. 2020. Abundance of the invasive lionfish *Pterois volitans* in the coastal coral reefs from Colombian Caribbean. Bol. Invest. Mar. Cost. 49 (1): 157-170.
- Corpoguajira-Invermar. 2006. Caracterización biofísica de la zona costera del departamento de la Guajira: Una aproximación para su manejo. Corporación Autónoma Regional de La Guajira. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras. Informe Final. Santa Marta. 743 p.
- Corredor JE. 1979. Phytoplankton response to low level nutrient enrichment through upwelling in the Colombian. Caribbean basin. Deep-Sea Res. 26: 731-741.
- Côté IM, Green SJ, Hixon MA. 2013. Predatory fish invaders: insights from Indo-Pacific lionfish in the western Atlantic and Caribbean. Biol. Conserv. 164: 50-61.
- Csirke BJ. 1989. Introducción a la dinámica de poblaciones de peces. FAO, Roma. 79 p.
- Dahl KA, Edwards M, Patterson W. 2019. Density-dependent condition and growth of invasive lionfish in the northern Gulf of Mexico. Mar. Ecol. Prog. Ser. 623: 145-159.
- Delgadillo-G O. 2025. Ejecución de acciones del plan de manejo de la especie invasora pez león *Pterois volitans* en el municipio de Dibulla (Fase II) y acciones iniciales para la implementación en Riohacha (Fase I), La Guajira. Informe Técnico Final ITF-DN6-2025. Contrato PMC-0029-2025 Corporación Autónoma Regional de La Guajira - Corpoguajira. MoAm. S.A.S. Santa Marta, Colombia. 59 p.
- Delgadillo-G O. 2024. Implementación de acciones del plan de manejo de la especie invasora pez león *Pterois volitans* en el municipio de Dibulla en La Guajira. Informe técnico final ITF-DN4-2024. Corporación Autónoma Regional de La Guajira – Corpoguajira. Riohacha, La Guajira. Colombia. 58 p.

- del Río L, Navarro-Martínez ZM, Cobián-Rojas D, Chevalier-Monteagudo PP, Angulo-Valdes JA, Rodríguez-Viera L. 2023. Biology and ecology of the lionfish *Pterois volitans*/*Pterois miles* as invasive alien species: a review. *PeerJ* 11:e15728.
- Edwards MA, Frazer TK, Jacoby CA. 2014. Age and growth of invasive lionfish (*Pterois* spp.) in the Caribbean Sea, with implications for management. *Bull. Mar. Sci.* 90: 953–966.
- Fogg AQ, Brown-Peterson NJ, Peterson MS. 2017. Reproductive life history characteristics of invasive red lionfish (*Pterois volitans*) in the northern Gulf of Mexico. *Bull. Mar. Sci.* 93(3): 1–24.
- Gardner PG, Frazer TK, Jacoby CA, Yanong RPE. 2015. Reproductive biology of invasive lionfish (*Pterois* spp.). *Front. Mar. Sci.* 2: 1–10.
- González J, Grijalba-Bendeck M, Acero A, Betancur-R R. 2009. The invasive red lionfish, *Pterois volitans* (Linnaeus 1758), in the southwestern Caribbean Sea. *Aquat. Invasions* 4(3): 507–510.
- Goodbody-Gringley G, Eddy C, Pitt JM, Chequer AD, Smith SR. 2019. Ecological drivers of invasive lionfish (*Pterois volitans* and *Pterois miles*) distribution across mesophotic reefs in Bermuda. *Front. Mar. Sci.* 6: 258.
- Graham RE, Fanning LM. 2017. A comparison of eight country plans for the invasive Indo-Pacific lionfish in the Wider Caribbean. *Glob. Ecol. Conserv.* 12: 253–262.
- Green SJ, Dulvy NK, Brooks AML, Akins JL, Cooper AB, Miller S, Côté IM. 2014. Linking removal targets to the ecological effects of invaders: a predictive model and field test. *Ecol. Appl.* 24(6): 1311–1322.
- Green SJ, Akins JL, Maljkovic A, Côté IM. 2012. Invasive lionfish drive Atlantic coral reef fish declines. *PLoS ONE* 7(3): e32596.
- Gress E, Andradi-Brown DA, Woodall L, Schofield PJ, Stanley K, Rogers AD. 2017. Lionfish (*Pterois* spp.) invade the upper-bathyal zone in the western Atlantic. *PeerJ* 5:e3683.
- Harris HE, Garner SB, Tarnecki JH, Gittings SR, Chagaris DD, Patterson III WF. 2023. Three trap designs evaluated for deepwater lionfish fishery. *Front. Mar. Sci.* 10:1121642.
- Harris HE, Fogg AQ, Gittings SR, Ahrens RNM, Allen MS, Patterson III WF. 2020. Testing the efficacy of lionfish traps in the northern Gulf of Mexico. *PLoS ONE* 15(8): e0230985.
- He P, Pol M. 2010. Fish behavior near gillnets: capture processes and influencing factors. In: He P (Ed) *Behavior of marine fishes: capture processes and conservation challenges*. Wiley-Blackwell Publishing, Iowa, USA. pp. 183–203.
- Holden M, Raft D. 1975. Manual de ciencia pesquera, métodos para investigar los recursos y su aplicación. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación, FAO, Vol 2. Roma. 221 p.
- Invemar, Corpoguajira. 2012. Atlas marino Costero de La Guajira. Serie de publicaciones especiales de Invemar No. 27. Santa Marta, Colombia. 188 p.
- Jackson JBC, Alexander KE, Sala E. 2011. Shifting baselines. The past and the future of ocean fisheries. Island Press. Washington DC, VA, USA. 296 p.
- Jennings S, Kaiser MJ, Reynolds JD. 2001. Marine fisheries ecology. Blackwell Publishing. Malden, MA, USA. 417 p.
- Johnson CN, Balmford A, Brook BW, Buettel JC, Galetti M, Guangchun L, Wilmshurst JM. 2017. Biodiversity losses and conservation responses in the Anthropocene. *Science* 356: 270–275.
- MADS, PNN, Invemar, Coralina. 2017 b. *Pterois volitans*: Protocolo para la captura, extracción y disposición final en Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá, Colombia. 41 p.
- Martínez-Viloria H, Rosado-Gómez A, Acero A. 2011. Presencia del pez león *Pterois volitans* (Actinopterygii: Scorpaenidae), en el departamento de La Guajira, Mar Caribe de Colombia. *Bol. Invest. Mar. Cost.* 40(2): 445–447.
- MoAm. 2026. Evaluación participativa de la biología y ecología del pez león *Pterois volitans* en caladeros de pesca de Dibulla, La Guajira. Informe técnico final ITF-DN5-2026. Contrato CO-084 GOAL – MoAm S.A.S. Santa Marta, Colombia. 41 p.
- MoAm, Isagen, Corpoguajira. 2025. Diversidad y dinámica ecológica de la comunidad de aves en lagunas costeras de La Guajira. Informe Técnico Final ITF-DN2-2025. Convenio 33-

- 03246 Isagen S.A. E.S.P. - MoAm S.A.S. Acompañamiento técnico Corporación Autónoma Regional de La Guajira – Corpoguajira. Santa Marta, Colombia. 105 p.
- MoAm. 2024 a. Estado actual de la pesca artesanal y las comunidades pesqueras en Dibulla, La Guajira, Caribe colombiano. Informe Técnico Final ITF-DN1-2024. GOAL - MoAm S.A.S. Santa Marta, Colombia. 44 p.
- MoAm. 2024 b. Modelación, factibilidad y bioeconomía de sistemas de granjas marinas con arrecifes artificiales para la sostenibilidad pesquera y la restauración ecológica en el Caribe colombiano. Informe técnico final ITF-DN2-2024. GOAL – MoAm S.A.S. Santa Marta, Colombia. 55 p.
- Morris JA, Whitfield PE. 2009. Biology, ecology, control and management of the invasive Indo-Pacific lionfish: an updated integrated assessment. NOAA Technical Memorandum NOS NCCOS 99. National Oceanic and Atmospheric Administration. Beaufort, NC. USA. 57 p.
- Öndes F, Ünal V. 2023. The dominance of non-indigenous species in the catch composition of small-scale fisheries: A case study from the Kas-Kekova special environmental protection area, Türkiye, Eastern Mediterranean. Acta Ichthyol. Piscat. 53: 27-35.
- Pauly D. 1984. Fish population dynamics in tropical waters: A manual for use with programmable calculators. ICLARM Studies and Reviews 8. Philippines: International Center for Living Aquatic Resources Management-ICLARM.
- Pereira HM, Navarro LM, Martins IS. 2012. Global biodiversity change: The bad, the good, and the unknown. Annu. Rev. Environ. Resour. 37: 25-50.
- Quinn GP, Keough MJ. 2002. Experimental design and data analysis for biologists. Cambridge University Press. Cambridge, United Kingdom. 537 p.
- R Core Team. 2024. R: A language and environment for statistical computing. R foundation for statistical computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.
- Rueda M, Doncel O, Vilorio EA, Mármol D, García C, Girón A, García L, Rico F, Rodríguez A, Borda C, Barreto C. 2011. Atlas de la pesca marino-costera de Colombia: 2010 - 2011. Tomo Caribe. INVEMAR y ANH. Serie de publicaciones del INVEMAR. Santa Marta. 104 p.
- Rueda-Roa DT, Muller-Karger FE. 2013. The southern Caribbean upwelling system: Sea surface temperature, wind forcing and chlorophyll concentration patterns. Deep-Sea Res. 1: Oceanogr. Res. Pap. 78:102-114.
- Salazar M, Noriega N, Posada J. 2012. Algunos aspectos sobre la reproducción de *Pterois volitans* en Chichiriviche de la Costa, Estado Vargas (Venezuela). Proc. 65th Gulf Carib. Fish. Inst. 9 p.
- Sanjuan-Muñoz A, Bustos-Montes, D, Polo-Silva C, Henao-Castro A, Marrugo-Pascuales M, Delgado-Huertas A, Vinyoles-Cartanya D, Acero A. 2022. Biology and ecology of lionfish (*Pterois volitans*) in the Corales de Profundidad Natural National Park, Colombian Caribbean. Bol. Inv. Mar. Cos. 51: 75-98.
- Schofield PJ. 2009. Geographic extent and chronology of the invasion of non-native lionfish (*Pterois volitans* [Linnaeus 1758] and *P. miles* [Bennett 1828]) in the western north Atlantic and Caribbean Sea. Aquat. Inv. 4(3): 443-449.
- Switzer TS, Tremain DM, Keenan SF, Stafford CJ, Parks SL, McMichael RH. 2015. Temporal and spatial dynamics of the lionfish invasion in the Eastern Gulf of Mexico: Perspectives from a broadscale trawl survey. Mar. Coast. Fish. 7:1-8.
- Tosunoglu Z, Cilbiz M, Kok F, Ulas A. 2026 a. Environmental drivers of lionfish catch efficiency in trammel net fisheries in the Southwest coast of Türkiye. J. Nat. Conserv. 89:127089.
- Tosunoglu Z, Cilbiz M, Kok F, Ulas A. 2026 b. An experimental approach to non-indigenous species management: testing the selectivity and capture efficiency of thick trammel nets for lionfish *Pterois miles* in the southern Aegean of Türkiye. Manag. Biol. Invasion 17(1): 65-84.
- Underwood AJ. 1997. Experiments in ecology: their logical design and interpretation using analysis of variance. Cambridge University Press. United Kingdom. 509 p.
- Uribe ES, Etter A, Luna-Acosta A, Diazgranados MC, Alonso D, Chasqui L, Osorno A, Acosta A, Rodríguez-Rodríguez A, Ricaurte-Villota C, Escobar L, Giraldo A. 2022. A comprehensive

- threat analysis to support the red list of marine and coastal ecosystems of Colombia. *Front. Mar. Sci.* 9:962044. doi: 10.3389/fmars.2022.962044
- Vásquez-Carrillo C, Sullivan K. 2021. Biodiversity of upwelling coastal systems of the Southern Caribbean Sea, adjacent to Guajira peninsula. *J. Mar. Sci. Eng.* 9: 846.
- Von Herbing IH, Turnbough M. 2011. Bioenergetics of growth in commercially important developing fishes. In: Holt GJ (Ed) *Larval fish nutrition*. John Wiley & Sons. pp. 249-262.
- Whitfield PE, Gardner T, Vives SP, Gilligan MR, Jr WRC, Ray GC, Hare JA. 2002. Biological invasion of the Indo-Pacific lionfish *Pterois volitans* along the Atlantic coast of North America. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 235: 289-297.
- Yandle T, Tookes JS, Bennett-Martin P, Larkin S, Page M. 2022. An assessment of the viability of a commercial lionfish fishery in the US Virgin Islands. *Mar. Policy* 143: 105103.