

PROTOCOLO INDICADOR

Densidad poblacional de pez león (*Pterois volitans*)

INDICADORES DE MONITOREO BIOLÓGICO DEL
SUBSISTEMA DE ÁREAS MARINAS PROTEGIDAS (SAMP)



INDICADORES DE MONITOREO BIOLÓGICO DEL SUBSISTEMA DE ÁREAS MARINAS PROTEGIDAS (SAMP)

PROTOCOLO INDICADOR Densidad poblacional de pez león (*Pterois volitans*)

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SUBSISTEMA DE ÁREAS MARINAS PROTEGIDAS EN COLOMBIA

Proyecto COL75241

PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN EL CARIBE SUROCCIDENTAL

Proyecto GRT/FM-11865-CO





Directivos Invermar

Director General
Francisco A. Arias Isaza

Subdirector de Coordinación Científica (SCI)
Jesús Antonio Garay Tinoco

Subdirectora Administrativa (SRA)
Sandra Rincón Cabal

Coordinadora de Investigación e Información para Gestión Marina y Costera (GEZ)
Paula Cristina Sierra Correa

Coordinador Programa Biodiversidad y Ecosistemas Marinos (BEM)
David A. Alonso Carvajal

Coordinadora Programa Geociencias Marinas y Costeras (GEO)
Constanza Ricaurte Villota

Coordinadora Programa Calidad Ambiental Marina (CAM)
Luisa Fernanda Espinosa

Coordinador Programa de Valoración y Aprovechamiento de Recursos Marinos y Costeros (VAR)
Mario Rueda Hernández

Coordinador de Servicios Científicos (CSC)
Julían Mauricio Betancourt Pórtela



Directivos del Proyecto

Directora Damcra-MADS
Elizabeth Taylor

Directora General Parques Nacionales Naturales
Julia Miranda Londoño

Director General CVS
José Fernando Tirado

Director General Codechocó
Teófilo Cuesta Borja

Director Ejecutivo Conservación Internacional
Fabio Arjona

TNC Colombia - Director para el norte de los Andes y sur de Centroamérica
Julio Carcamo

Director General Marviva
Jorge Jiménez

Representante para Colombia WWF
Mary Lou Higgins

Director Ejecutivo Patrimonio Natural
Francisco A. Galán Sarmiento

Director del proyecto
Francisco A. Arias Isaza

Grupo Núcleo Coordinador
Francisco A. Arias Isaza
David A. Alonso Carvajal
Paula Cristina Sierra Correa
Ángela C. López Rodríguez



Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina

Directivos Coralina

Director General Coralina
Durecy Alison Stephens Lever

Subdirector Mares y Costas
Erick Richard Castro González

Subdirectora Gestión Ambiental
Opal Marcela Bent Zapata

Subdirectora Jurídica
Farina Sarmiento del Río

Secretario General
Pacheco Gordon Bryan

Jefe Control Interno
William Austin Archbold

Citar como: Navarrete-Ramírez, S. M. 2014. Protocolo Indicador Densidad poblacional de pez león (*Pterois volitans*). Indicadores de monitoreo biológico del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas (SAMP). Invermar, GEF y PNUD. Serie de Publicaciones Generales del Invermar No. 70, Santa Marta. 24 p.

Palabras claves: Especie invasora, *Pterois volitans*, Densidad poblacional, Gran Caribe, Monitoreo, Indicadores, Subsistema Áreas Marinas Protegidas (SAMP).

Nota aclaratoria de límites: Las líneas de delimitación presentadas en los mapas son una representación gráfica aproximada, con fines ilustrativos y no expresan una posición de carácter oficial. El Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (Invermar) no asume ninguna responsabilidad sobre interpretaciones cartográficas que surjan a partir de éstas.

Obra completa: Indicadores de monitoreo biológico del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas (SAMP)

ISBN Obra completa: 978-958-8448-66-4

Volumen: Protocolo Indicador Densidad poblacional de pez león (*Pterois volitans*)

ISBN Volumen: 978-958-8448-75-6

La versión digital de esta publicación está disponible en nuestro sitio web como obra independiente con ISBN 978-958-8448-76-3

Diseño y diagramación: John Khatib, Carlos González (ediprint.com.co)

Impresión: Ediprint Ltda.

Créditos fotográficos: Juan David González, Archivo fotográfico Simac-Programa BEM, Invermar.

Revisión de estilo: Carolina María Vásquez-Zapata.

Se imprimen 500 ejemplares. Octubre de 2014
© Derechos reservados según la ley, los textos pueden ser reproducidos total o parcialmente citando la fuente.

Invermar. Playa Salguero, El Rodadero. Santa Marta (Colombia)

Tel: (57) (5) 4328600

www.invermar.org.co

Reconocimiento al grupo de colaboradores

El proceso de construcción y elaboración del presente protocolo, contó con la participación y orientación de expertos, reconocemos el gran aporte que hicieron y agradecemos a ellos toda su contribución:

Angélica María Rodríguez-Rincón. Invemar.

Luis Chasqui Velasco. Invemar.

Diana Isabel Gómez-López. Invemar.

Juan David González. Invemar.

David A. Alonso Carvajal. Invemar.

Arturo Acero. Universidad Nacional de Colombia. Sede Caribe

Erick Richard Castro González. Coralina.

Nacor Bolaños-Cubillos. Coralina.

Giovanna Peñalosa. Coralina.

Carlos Ballesteros. Coralina.

David Acevedo Valencia. Coralina.

Luis Alberto Guerra. Coralina.

Martha Inés García. Coralina.

Carlos Mauricio Herrera. Parques Nacionales Naturales. Nivel Central.

Claudia Marcela Sánchez. Parques Nacionales Naturales. Nivel Central.



Fotografía: Juan David González

PRESENTACIÓN

Como parte de los compromisos adquiridos por Colombia en el marco de los proyectos “Diseño e implementación del subsistema de áreas marinas protegidas en Colombia” y “Protección de la biodiversidad en el Caribe suroccidental”, cofinanciados con recursos del GEF, y ejecutados por Invemar y Coralina respectivamente, se aunaron esfuerzos con el fin de diseñar y consolidar protocolos de monitoreo para los objetos de conservación más importantes dentro de las diferentes AMP del país.

Estos protocolos parten de la experiencia alcanzada en Colombia en los últimos 15 años como el Sistema de Monitoreo de Arrecifes Coralinos (Simac), la Red de Monitoreo de la Calidad de Aguas Marinas y Costeras (Redcam), y el Sistema de Información Pesquera (Sipein). La fortaleza de estos ha sido la aplicación con el SINA, específicamente las CAR costeras, el Sistema de Parques Nacionales Naturales y la academia.

El objetivo de estos protocolos de monitoreo para las AMP no solo tuvo en cuenta la necesidad de adquirir información robusta desde el punto de vista científico, con la selección de algunas mínimas variables, sino que fue importante revisar para su futura operatividad y mantenimiento en el tiempo, la capacidad instalada en cada una de las instituciones responsables de esta actividad, dado que la experiencia nos ha demostrado que cada vez se hace más difícil y costoso mantener sistemas de monitoreo que respondan a preguntas de manejo para las problemáticas locales y permitir de esta forma entender la dinámica y evaluar con menor incertidumbre la efectividad del manejo de las áreas.

Este trabajo fue realizado entre 2012 y 2014 en el marco de los dos proyectos logrando concertar que variables mínimas eran necesarias tomarlas en campo para responder a preguntas de manejo y gestión y de esta forma poder diseñar la red de estaciones específica en cada una de las áreas, partiendo de criterios como la zonificación del manejo y los usos permitidos o no que se desarrollan al interior del AMP.

FRANCISCO A. ARIAS ISAZA
Director General de Invemar

DURCEY ALISON STEPHENS LEVER
Director General de Coralina

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	7
CONTEXTO INTERNACIONAL	9
CONTEXTO NACIONAL	10
PEZ LEÓN- <i>PTEROIS VOLITANS</i>	12
MATERIALES PARA EL MONITOREO	14
METODOLOGÍA MONITOREO	15
Registro de avistamientos a través de portal web	16
MANEJO DE DATOS	18
REPORTE DEL INDICADOR	19
Interpretación del indicador	20
BIBLIOGRAFÍA	21

INTRODUCCIÓN

Las especies invasoras deterioran los recursos naturales y, en consecuencia los servicios ecosistémicos. Los ambientes acuáticos en particular han demostrado ser extremadamente sensibles, aproximadamente el 40% de las extinciones de especies que habitan estos ambientes han estado relacionadas con la depredación, el parasitismo o la competencia de especies invasoras (Pimentel *et al.*, 2001).

La Convención sobre la Diversidad Biológica (CDB) en 1992, identificó como prioridad mundial la amenaza que representan las especies invasoras, y solicitó a los países parte que realicen esfuerzos conjuntos para prevenir la propagación de éstas especies en todo el mundo, mediante el desarrollo de acciones como: a) incrementar la capacidad científica, institucional y legal que los países necesitan para combatir eficazmente a las especies invasoras; b) establecer lineamientos y puntos de referencia para los países con el fin de lograr, por lo menos, un mínimo nivel de protección; c) alentar y facilitar la colaboración regional (como en el Caribe insular) para hacer frente a las amenazas comunes; y d) establecer mecanismos apropiados para suplir los vacíos jurídicos en la ley internacional, relacionados con las vías por las cuales se trasladan las especies invasoras (MADS, 2012).

El pez león como especie invasora, altera la estructura y composición de las comunidades biológicas de los ecosistemas arrecifales, al competir con las especies nativas por alimento y espacio, modificando la red trófica, desplazando las especies nativas de sus hábitats naturales e incluso extinguiéndolas, causando así disminución de la biodiversidad y alteraciones ecosistémicas irreversibles (MADS, 2012).

La presencia de este invasor, en conjunto con otros agentes de estrés, puede acarrear cambios importantes en la diversidad marina de las costas colombianas. Varios estudios han demostrado el potencial depredador de esta especie, lo cual sumado a su poder de dispersión, adaptación y reproducción, pone al descubierto los altos riesgos que implica su

presencia en los ecosistemas marino costeros del país (Muñoz-Escobar y Gil-Agudelo, 2012).

La aparición de esta especie exótica invasora, hace necesaria la implementación inmediata de medidas de acción y control, así como incrementar los estudios sobre la alimentación, hábitat, crecimiento, reproducción, desarrollo y dispersión larval con el fin de entender, a escala general, en qué grado y a qué velocidad se está afectando a las comunidades marinas del Caribe (Arbeláez y Acero, 2011).

La meta de cualquier programa de control de pez león, debe estar enfocada en minimizar los impactos que esta especie genera sobre los ecosistemas. Es importante recordar que por cada pez león que se retira del agua, se reduce la depredación que este ejerce sobre las especies nativas. En los sistemas marinos ya alterados, incluso una pequeña disminución del nivel de impacto puede resultar en beneficios significativos a largo plazo (Morris, 2012; Green *et al.* 2014).

Este protocolo, busca establecer de manera estandarizada la generación de información sobre las densidades poblacionales de dicha especie, a fin de monitorear en primer lugar los tamaños poblacionales presentes en las AMP y por consiguiente validar las acciones de manejo que han sido implementadas por las entidades de control.

CONTEXTO INTERNACIONAL

En 2010 gracias al apoyo de la Administración Oceanográfica y Atmosférica Nacional de los EE.UU. (NOAA), la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas de México (CONANP), la Fundación para la Educación Medioambiental sobre Arrecifes (REEF), el Centro Regional de Actividades para el Protocolo sobre Fauna y Áreas Especialmente Protegidas (SPAW-RAC), así como la Iniciativa Internacional para los Arrecifes de Coral (ICRI), Coralina tuvo la oportunidad de participar en el primer “Taller de Estrategia Regional para la atención del Pez león” el cual contó con la participación de representantes de 20 países del Gran Caribe (Polanco *et al.*, 2011, González *et al.*, 2012).

En este taller se discutieron temas de gran relevancia que sirvieron de base para la formulación del libro “El pez león invasor: guía para su control y manejo” que inicialmente fue publicado en inglés y posteriormente en español (Morris, 2012; 2013). Uno de los temas tratados en el taller fue la necesidad de monitorear de manera estandarizada la(s) población(es) del pez león, de modo que la información se pudiera comparar y en ese sentido se planteó el capítulo V de ese libro: “El monitoreo: una actividad fundamental” (Green, 2013).

Adicionalmente se formuló una “Estrategia Regional para el control del pez león invasor en el Gran Caribe” (Gómez-Lozano *et al.*, 2013), la cual tiene como uno de sus objetivos “fomentar la investigación y el seguimiento coordinado”. Avanzando en este tema los países del Gran Caribe (liderados por ICRI, FAO, PNUMA, SPAW-RAC, Reef Check, CONANP, ente otros), han visto la necesidad de obtener acuerdos más específicos entre países vecinos como por ejemplo entre Belice, México, Honduras, Guatemala y entre Nicaragua, Costa Rica, Panamá y Colombia (talleres “Hacia la creación de una estrategia para el control de pez león en el arrecife Mesoamericano” Guatemala mayo de 2014 y “Hacia el desarrollo de una estrategia para el control del pez león en la Ecoregión del Caribe suroccidental (Colombia, Costa Rica, Nicaragua y Panamá) Panamá Junio de 2014, en los cuales se ha visto la necesidad de obtener datos con metodologías estándar como las descritas por Green (2013).

CONTEXTO NACIONAL

Desde la aparición del pez león en Colombia, el Gobierno nacional en cabeza del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), Invemar, Coralina, Parques Naturales Nacionales, la Secretaría de Agricultura y Pesca del Departamento Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, con el apoyo de la academia, formularon el Plan nacional denominado: “Plan Para el Manejo y Control del Pez León *Pterois volitans* en el Caribe Colombiano”. Este plan tiene básicamente tres programas (Tabla 1), cada uno liderado por una entidad Nacional. El componente de Investigación, monitoreo y análisis de la información es liderado por el Invemar y en ese sentido se creó el portal web Colombia del pez león (<http://cinto.invemar.org.co/invasoresmarinos/>) a través del cual se canalizará la información que se genere en el país.

Tabla 1. Programas, objetivos y coordinadores del “Plan Para el Manejo y Control del Pez León *Pterois volitans* en el Caribe Colombiano”

Programa	Objetivo	Coordina
Investigación, monitoreo y análisis de la información	Generar conocimiento puntual de la adaptación biológica y ecológica de la especie a las condiciones del Caribe colombiano	Invemar
Control y manejo	Establecer un Protocolo de prevención para el Pacífico colombiano Generar instrumentos de gestión que den lineamientos para el manejo y control del incremento de la abundancia de la especie	MADS
Comunicación y Educación	Concientizar a los colombianos sobre la problemática ecológica que se ha generado por la presencia de la especie invasora <i>Pterois volitans</i> pez león en el Caribe colombiano, para que puedan reconocer el impacto en los ecosistemas y los efectos en la salud pública, así como las medidas a implementar ante su presencia	PNN

Tanto el Plan Nacional como el “Protocolo para la captura, extracción y disposición final del pez león (*Pterois volitans*), en Colombia”, que fueron formulados de manera participativa (MADS, Invemar, Coralina, Parques Nacionales, la Secretaría de Agricultura y Pesca del Departamento Archi-

piélago y la academia) fueron adoptados por el MADS mediante la Resolución No. 0675 de 20 de junio de 2013.

El MADS ha impulsado en Colombia el monitoreo estandarizado de las poblaciones de pez león utilizando las metodologías propuestas por Green (2013) para el Gran Caribe, descritas en el libro “El pez león invasor: guía para su control y manejo” (Morris, 2012; 2013); en ese sentido el MADS en convenio con Coralina, realizaron en el 2013 una primera socialización de las metodologías a las autoridades ambientales (CARs, PNN), otras autoridades (AUNAP, Gobernaciones), y a las comunidades de pescadores en cinco áreas geográficas del país (Santa Marta, Apartadó, Cispata, Providencia y San Andrés). Del mismo modo Coralina, en Convenio con la Gobernación del Departamento Archipiélago instalaron las primeras 25 estaciones para el monitoreo de las población(es) de pez león en la Reserva de Biosfera y Área Marina Protegida Seaflower, Departamento de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, siguiendo las mismas metodologías.

Teniendo presente lo anterior, para el monitoreo de las poblaciones de pez león en las áreas del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas (SAMP) se sugiere seguir las metodologías estándar propuestas por Green (2013), las cuales se detallan a lo largo de este documento.

PEZ LEÓN- *Pterois volitans*

El pez león (*Pterois volitans*) es originario del Indopacífico, pero se encuentra actualmente establecido en las costas del mar Caribe y el Golfo de México (McCleery, 2011). El trabajo de Betancur-R *et al.* (2011) sugiere que las poblaciones de *P. volitans* presentes a lo largo del Atlántico Occidental, en vez de provenir de múltiples introducciones comparten un origen geográfico común de introducción. Las condiciones ambientales de los hábitats coralinos, formaciones rocosas y sustratos arenosos y profundidades son ideales para su estancia, temperaturas entre 18 – 30°C, pH de 8 – 8.5 y salinidad de 30 – 40 ppm, han favorecido la invasión (Gutiérrez *et al.*, 2010), así mismo en la última reunión del Gulf and Caribbean Fisheries Institute (GCFI) realizada en junio de 2014, se presentaron reportes de pez león tanto en agua salobre como en agua dulce.

El pez león pertenece a la familia Scorpaenidae, se alimenta principalmente de peces, aunque también consume algunos crustáceos. Es un depredador voraz que puede llegar a alimentarse de presas que miden 2/3 de su tamaño y consumir diariamente entre el 2.5 al 6% de su peso corporal, especialmente cuando mantiene tallas pequeñas (Albins y Hixon, 2008).

La invasión del pez león en el Atlántico occidental representa la más rápida invasión marina documentada en la historia (Morris y Akins, 2009). Es el primer pez marino invasor que se establece ampliamente en el Atlántico occidental y en el Caribe, dispersándose en muy corto tiempo (Whitfield *et al.*, 2007; Schofield, 2009). Actualmente la especie se encuentra ya establecida hasta zonas del Caribe sur, llegando hasta el Archipiélago de Los Frailes, al noreste de la Isla de Margarita en Venezuela y en Martinica en el Caribe insular (USGS-NAS, 2011). (Figura 1).



Figura 1. Distribución actual del Pez león (*Pterois volitans*) en el Atlántico occidental. Fuente: <http://nas.er.usgs.gov/taxgroup/fish/lionfishdistribution.aspx> Consultada septiembre 26 de 2014

En Colombia la especie *Pterois volitans*, fue registrada por primera vez a finales del año 2008 por buzos recreativos en la isla de Providencia (USGS-NAS, 2011). Posteriormente, González *et al.* (2011) registraron la especie en el área continental colombiana del Parque Nacional Natural Tayrona, luego de fue registrada en cercanías de isla Mangle (archipiélago de San Bernardo) en el PNN Corales del Rosario y San Bernardo. En el SFF Los Flamencos (Martínez-Viloria *et al.*, 2011), identificaron un ejemplar de la especie en el sitio de desembarco conocido como Los Cocos (Corregimiento de Camarones-La Guajira). Actualmente se tiene certeza que la especie se encuentra a lo largo de toda la extensión de la costa Caribe colombiana y sus aguas insulares (MADS, 2012).

MATERIALES PARA EL MONITOREO

A continuación se listan los equipos y materiales requeridos para las actividades de monitoreo de pez león (Tabla 2).

Tabla 2. Relación de equipos y materiales necesarios para el monitoreo de pez león.

Ítem	Cantidad
Equipos	
Geoposicionador (GPS)	1 ó 2
Equipos de buceo autónomo	1 por investigador
Computadores de buceo	1 por investigador
Báscula	1
Materiales	
Estacas de acero inoxidable 1.3 cm de diámetro y un metro de largo	4 por estación de monitoreo
Martillos de 2 kg	2
Cinceles	2
Boyas	2 por estación de monitoreo
Cuerda parafinada de 30 m de largo	1 por estación de monitoreo
Cinta métrica (Flexómetro) de 30 m de largo	1 ó 2
Tubo T, construido con tubos PVC	1
Tablas acrílicas	2
Lápices de grafito	2
Formatos de campo	30
Transporte	
Combustible para embarcación	

METODOLOGÍA MONITOREO

Por su distribución irregular es difícil encontrar individuos de pez león a partir de protocolos tradicionales de monitoreo de peces (buceo errante). Diversos estudios citados por Morris (2012) han demostrado que es más efectivo monitorear un área grande que varias áreas pequeñas por separado.

Green (2013), considera que el muestreo en transectos lineales de 25 m (de largo) × 10 m (de ancho) es el adecuado para detectar al pez león en hábitats marinos heterogéneos con distribución agregada, como es el caso de los ecosistemas marinos someros de Colombia.

De acuerdo a los avances que se han tenido para este tema en otras regiones del Caribe, y con el fin de obtener datos comparativos con otras zonas, se propone adoptar el método de Green (2013), es decir el conteo de individuos de pez león en áreas de 25 m de largo × 10 m de ancho (Green, 2013), comprendidas entre los 10-15 m hasta los 20 m de profundidad (Acero *com. pers.* 2013)^[1] (Figura 2).

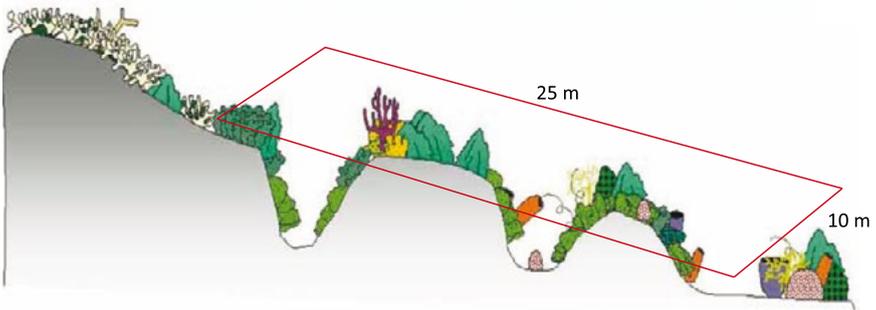


Figura 2. Esquema de ubicación y tamaño de unidades de muestreo para conteo de individuos de pez león. Figura adaptada de Díaz *et al.*, 2000.

Una vez establecidas las unidades de muestreo, se debe realizar un recorrido en forma de “S” abarcando toda la zona, teniendo la precau-

[1] Conversación con Dr. Arturo Acero, Docente Universidad Nacional de Colombia, Sede Caribe.

ción de buscar en todos los hábitats disponibles donde puedan hallarse individuos de pez león (grietas y cuevas debajo de la estructura coralina, entre otros) (Figura 3).

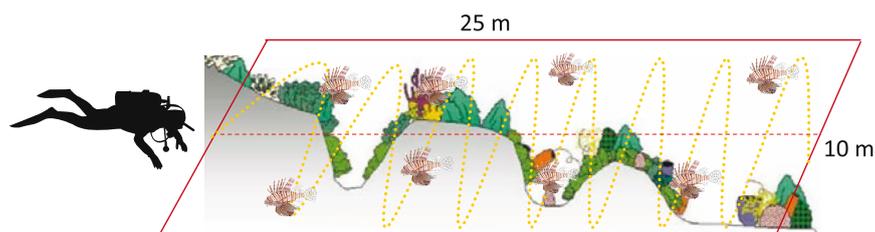


Figura 3. Esquema del recorrido dentro de cada unidad de muestreo.

Se recomienda la extracción de los individuos de pez león siguiendo los parámetros establecidos en el Protocolo de Captura (MADS, 2013). Una vez fuera del agua, los individuos capturados deberán ser medidos y pesados, a fin de obtener datos de biomasa, junto con el objetivo de realizar el seguimiento a la demografía y el estado de la población.

En cada unidad de muestreo se registran los individuos de pez león que tengan una longitud total igual o mayor a 1 cm. Se sugiere que el muestreo se realice al menos dos veces por año.

Registro de avistamientos a través de portal web

El portal web de Pez León (<http://cinto.invemar.org.co/invasoresmarinos/>) está concebido como una herramienta de trabajo cooperativo dirigida a la comunidad en general. Sirve para recopilar y divulgar información relacionada con el pez león, su distribución en el área marina colombiana a través del tiempo, los esfuerzos investigativos que se realizan en el tema actualmente y contribuir al entendimiento de la amenaza y a la aplicación de las medidas de control pertinentes. Por medio de esa página se pueden registrar las observaciones en vida libre,

capturas, accidentes o cualquier avistamiento del pez león en el territorio colombiano.

Existen tres medios por los cuales se registran las observaciones u otro acontecimiento relacionado con el pez león:

1. Enviando un correo electrónico a especiesmarinasinvasoras@invemar.org.co, con el asunto “Registro”.
2. Llenando el formulario en la sección Nuevo registro del sitio web
3. Enviando un tweet con los hashtags: #pezleon; #especieinvasora

El portal cuenta con la sección de registros, en la cual se encuentra un detallado resumen de los sucesos relacionados con esta especie invasora. Adicionalmente, se presenta un mapa con la distribución espacial de los registros aprobados por el equipo administrador del portal, así como también acceso al listado de registros aprobados, sección de noticias y una pequeña sección de estadísticas.

MANEJO DE DATOS

El indicador se calcula a partir del número de individuos registrados por cada unidad de muestreo.

Para un sector de muestreo, ejemplo:

Sector A – Parque Nacional Natural ABCD

- Unidad de Muestreo 1. 25 individuos de pez león en 250 m²
- Unidad de Muestreo 2. 30 individuos de pez león en 250 m²
- Unidad de Muestreo 3. 45 individuos de pez león en 250 m²
- Unidad de Muestreo 4. 28 individuos de pez león en 250 m²

Se calcula un promedio del número de individuos registrados para el Sector A con su respectiva desviación estándar. Para el ejemplo el valor sería:

$$32 \pm 8.9 \text{ ind. de pez León} / 250 \text{ m}^2$$

Para homologar el registro a otros monitoreos que se llevan a cabo en el Caribe, se puede expresar el dato en ha o metro cuadrado. Para el ejemplo el valor sería:

$$1280 \pm 356 \text{ ind. de pez León} / \text{ha}$$

$$0,128 \pm 0.036 \text{ ind. de pez León} / \text{m}^2$$

Para estimar la densidad poblacional de pez león en toda el área protegida, se calcula el promedio con su respectiva desviación estándar de todos los individuos registrados en todas las unidades de muestreo.

REPORTE DEL INDICADOR

El indicador puede visualizarse en un gráfico de barras, donde se evidencie la densidad poblacional de pez león en un área determinada en un año dado, expresada en ind/m² o ind/ha dependiendo de la escala de análisis (Figura 4).

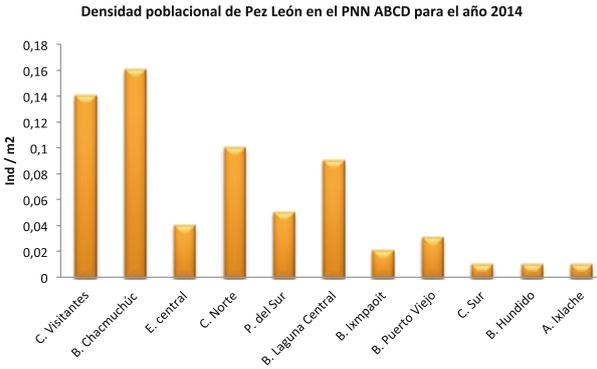


Figura 4. Densidad poblacional de Pez León para el AMP ABCD. (Datos utilizados únicamente a manera de ejemplo).

A nivel de AMP puede hacerse un comparativo a lo largo de varios años de muestreo para evidenciar tendencias (Figura 5).

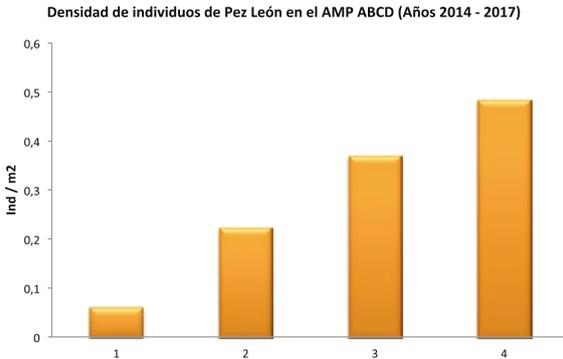


Figura 5. Densidad poblacional de Pez León para el AMP ABCD (Años 2014 - 2017). (Datos utilizados únicamente a manera de ejemplo).

Para reportar el indicador a nivel del SAMP, se parte de los promedios totales anuales por cada área marina protegida. Por la escala de análisis el registro debe expresarse como Ind/ha (Figura 6).

Densidad Poblacional Individuos Pez León en el SAMP (Años 2014 - 2017)

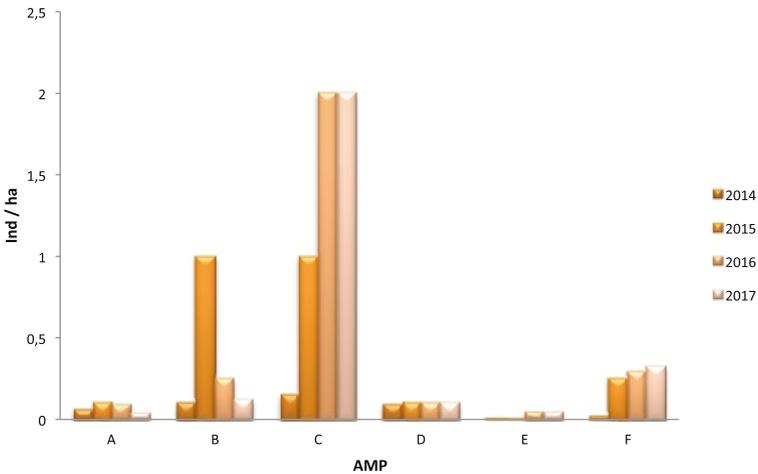


Figura 6. Densidad poblacional individuos de pez león (ind/ha) para el SAMP (años 2014 - 2017). (Datos utilizados únicamente a manera de ejemplo).

A nivel de subsistema se espera que el indicador se reporte a través de salidas cartográficas, en donde se observe la densidad poblacional de la especie a lo largo de la región (Caribe), las salidas gráficas podrán usarse en escalas temporales.

Interpretación del indicador

La evidencia de un aumento en la densidad, deberá ser señal para incrementar acciones de control y/o erradicación como lo es la captura y extracción de los animales del medio natural. Así mismo, suplir los vacíos de información que puedan dar orientación sobre cómo manejar la especie de acuerdo a su biología y ecología (historia natural de la especie).

BIBLIOGRAFÍA

- Albins, M. A. y M. A. Hixon. 2008. Invasive Indo-Pacific lionfish *Pterois volitans* reduce recruitment of Atlantic coral-reef fishes. *Marine Ecology Progress Series*.367: 233–238.
- Arbeláez, N. y A. Acero. 2011. Presencia del pez león *Pterois volitans* (Linnaeus) en el manglar de la Bahía de Chengue, Caribe Colombiano. *Bol. Invest. Mar. Cost.* 40 (2): 431–435.
- Betancur-R, R., A. Hines, A. Acero, G. Ortí, A. Wilbur y D. Wilson. 2011. Reconstructing the lion fish invasion: insights into Greater Caribbean Biogeography. *Journal of Biogeography*. 38: 1281–1293.
- Green, S. J., N. K. Dulvy, A. M. L. Brooks, J. L. Akins, A. B. Cooper, S. Miller y I. M. Coté. 2014. Linking removal targets to the ecological effects of invaders: a predictive model and field test. *Ecological Applications*, 24(6): 1311-1322.
- González-C. J. D., A. Acero, A. Serrat-Ll y R. Betancur-R. 2011. Caracterización taxonómica de la población del pez león, *Pterois volitans* (Linnaeus 1758) (Scorpaenidae) residente en el Caribe Colombiano: merística y morfometría. *Biota Colombiana* 12(2):2011. Pp: 15–22.
- Gonzalez, A., N. Bolaños, A. Abril-Howard, C. Sánchez y E. Taylor. 2012. Especies Invasoras en la Reserva de Biósfera Seaflower. 116-121. en CORALINA–Invemar. 2012. Gómez –Lopez, D. I., C. Segura-Quintero, P.C. Sierra-Correa y J. Garay-Tinoco (Eds.). Atlas de la Reserva de Biósfera Seaflower. Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives De Andrés” -Invemar- y Corporación Para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina –CORALINA-. Serie de publicaciones especiales del Invemar No. 28, Santa Marta. 180 p.
- Gómez-Lozano, R., L. Anderson, J. L. Akins, D. S. A. Buddo, G. García-Moliner, F. Gourdin, M. Laurent, C. Lilystrom, J. A. Morris, Jr., N. Ramnanan y R. Torres. 2013. Regional Strategy for the Control of Invasive Lionfish in the Wider Caribbean. *International Coral Reef Initiative*, 31 pp.
- Green, S. 2013. El monitoreo: una actividad fundamental, Páginas 59- 78 en: J. A. Morris Jr. (ed.) El pez león invasor: guía para su control y manejo. Gulf and Caribbean Fisheries Institute Special Publication Series Number 2, Marathon, Florida, USA. 126 pp.
- Gutiérrez, F. P., C. Lasso, P. Sánchez-Duarte y D. L. Gil-Agudelo. 2010. Análisis de riesgo para especies acuáticas continentales y marinas. Pp: 73–114. En: Baptiste, M. P., N. Castaño, D. Cárdenas, F. P. Gutiérrez, D. L. Gil y C. Lasso (eds). 2010. Análisis de riesgo y propuesta de categorización de especies introducidas para Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos (IAvH), Bogotá. 200 p.
- Martínez-Viloria, H., A. Rosado y A. Acero. 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.
- MADS–Invemar–PNN–CORALINA- SAI. 2012. Plan para el manejo y control del pez león *Pterois volitans* en el Caribe Colombiano 2012–2014. *En preparación*.
- MADS– PNN–CORALINA–Invemar. 2013. Protocolo para la captura, extracción y disposición final del pez león (*Pterois volitans*) en Colombia. San Andrés Isla. 38 p.
- McCleery, C. 2011. A comparative study of the feeding ecology of invasive lionfish (*Pterois volitans*) in the Caribbean. *Physis. J. Mar. Sci.* 9: 38-43.

- Morris, J. A. y J. L. Akins. 2009. Feeding ecology of invasive lionfish (*Pterois volitans*) in the Bahamian archipelago. *Environmental Biology of Fishes*.86: 398–398.
- Morris, J. A. Jr. (Ed). 2012. Invasive lionfish: A guide to control and management. Gulf and Caribbean Fisheries Institute. Special Publication Series. Number 1. Marathon, Florida, USA. 113 p.
- Morris, J. A., Jr. (Ed.). 2013. El pez león invasor: guía para su control y manejo. Gulf and Caribbean Fisheries Institute Special Publication Series, No. 2, Marathon, Florida, USA. 126 pp.
- Muñoz-Escobar, L. y D. Gil-Agudelo. 2012. Composición dietaria del pez león, *Pterois volitans* (Pisces: Scorpaenidae), en Santa Marta y el PNN Tayrona. *Bol. Invest. Mar. Cost.* 41 (2): 471–477.
- Pimentel, D., S. McNair, J. Janecka. 2001. Economic and environmental threats of alien plant, animal and microbe invasions. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 84: 1–20.
- Polanco-Fernández, A., A. Acero-Pizarro y N. Bolaños-Cubillos. 2011. El pez león (*Pterois volitans*) en el Caribe colombiano. 123-130 p. En: Gracia, A., Medellín-Mora, J., Gil-Agudelo, D.L. y V. Puentes (eds.). *Guía de las especies introducidas marinas y costeras de Colombia*. Invemar. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 136 p.
- Schofield, P. J. 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. *Aquatic Invasions*, 4 (3): 473–479.
- USGS – NAS. 2011. Consulta electrónica <http://nas.er.usgs.gov>
- Whitfield, P. E., J. A. Hare, A. W. David, S. L. Harter, R. C. Munoz y C. M. Addison. 2007. Abundance estimates of the Indo-Pacific lionfish *Pterois volitans/miles* complex in the Western North Atlantic. *Biological Invasions* 9: 53-64.

Serie de Publicaciones Generales del Invenmar

Sin número. Referencias bibliográficas publicadas e inéditas de la Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe colombiano. Volumen I.

Sin número. Referencias bibliográficas publicadas e inéditas de la Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe colombiano. Volumen II.

1. Programa Nacional de Investigación en Biodiversidad Marinas y Costera (PNIBM)

2. Política nacional ambiental para el desarrollo sostenible de los espacios oceánicos y las zonas costeras e insulares de Colombia

3. Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia: 2000

4. Ojo con Gorgona. Parque Nacional Natural

5. Libro rojo de peces marinos de Colombia

6. Libro rojo de invertebrados marinos de Colombia

7. Las aguas de mi Ciénaga Grande. Descripciones de las condiciones ambientales de la Ciénaga Grande de Santa Marta

8. No asignado

9. Guía práctica para el cultivo de bivalvos marinos del Caribe colombiano: Madreperla, ostra alada, concha de nácar y ostiones

10. Aproximación al estado actual de la bioprospección en Colombia

11. Plan nacional en bioprospección continental y marina

12. Conceptos y guía metodológica para el manejo integrado de zonas costeras en Colombia, Manual 1: Preparación, caracterización y diagnóstico

13. Manual de técnicas analíticas para la determinación de parámetros fisicoquímicos y contaminantes marinos: aguas, sedimentos y organismos

14. Una visión de pesca multiespecífica en el Pacífico colombiano: adaptaciones tecnológicas

15. Amenazas naturales y antrópicas en las zonas costeras colombianas

16. Atlas de paisajes costeros de Colombia

17. Atlas de la calidad de las aguas marinas y costeras de Colombia

18. Manual del Sistema de Información Pesquera del Invenmar: una herramienta para el diseño de sistemas de manejo pesquero

19. Bacterias marinas nativas: degradadoras de compuestos orgánicos persistentes en Colombia

20. Política Nacional del Océano y los Espacios Costeros (PNOEC)

21. Manual metodológico sobre el monitoreo de los manglares del Valle del Cauca y fauna asociada, con énfasis en aves y especies de importancia económica (piangua y cangrejo azul)

22. Lineamientos y estrategias de manejo de la Unidad Ambiental Costera (UAC) del Darién

23. Plan de Manejo Integrado de la Zona Costera-UAC Llanura Aluvial del Sur, Pacífico colombiano

24. Cartilla lineamientos y estrategias para el manejo integrado de la UAC del Darién, Caribe colombiano

Sin número. Prioridades de conservación in situ para la biodiversidad marina y costera de la plataforma continental del Caribe y Pacífico colombiano

25. Cartilla etapas para un cultivo de bivalvos marinos (pectínidos y ostras) en sistema suspendido en el Caribe colombiano

26. Programa Nacional de Investigación para la Prevención, Mitigación y Control de la Erosión Costera en Colombia (PNIEC)

27. Modelo de uso ecoturístico de la bahía de Neganje Parque Nacional Natural Tayrona

28. Criadero de postlarvas de pectínidos de interés comercial en el Caribe colombiano

29. Viabilidad de una red de áreas marinas protegidas en el Caribe colombiano

30. Ordenamiento ambiental de los manglares del Archipiélago San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Caribe colombiano

31. Ordenamiento ambiental de los manglares en La Guajira

32. Ordenamiento Ambiental de los manglares del municipio de Timbiquí, Cauca (Pacífico colombiano)

33. Ordenamiento Ambiental de los manglares del municipio de Guapi, Cauca

34. Ordenamiento Ambiental de los manglares del municipio de López de Micay, Cauca
35. Avances en el manejo integrado de zonas costeras en el departamento del Cauca
36. Ordenamiento ambiental de los manglares de la Alta, Media y Baja Guajira
37. Aprendiendo a conocer y cuidar el agua en la zona costera del Cauca
38. Guía de bienes y servicios del Old Point Regional Mangrove Park
39. Aves del estuario del río Sinú
40. Cultivo de pectínidos en el Caribe colombiano
41. Informe técnico. Planificación ecorregional para la conservación in situ de la biodiversidad marina y costera en el Caribe y Pacífico continental colombiano
42. Guía para el reconocimiento de corales escleractinios juveniles en el Caribe
43. Viabilidad socioeconómica del establecimiento de un AMP: la capacidad adaptativa de la comunidad de Nuquí (Chocó)
44. Guía metodológica para el manejo integrado de zonas costeras en Colombia. Manual 2: Desarrollo etapas I y I
45. Pianguando: Estrategias para el manejo de la piangua (CD)
45. Pianguando: Estrategias para el manejo de la piangua (cartilla)
46. Avances en la reproducción y mantenimiento de peces marinos ornamentales
47. Contribución a la biología y mantenimiento de peces marinos ornamentales
48. Estrategia para el fortalecimiento del Sistema de Indicadores Ambientales Marinos y Costeros de Colombia (Proyecto Spincam Colombia)
49. Lineamientos de manejo para la Unidad Ambiental Costera Estuarina río Sinú, Golfo de Morrosquillo, sector Córdoba
50. Guía municipal para la incorporación de determinantes ambientales de zona costera en los planes de ordenamiento territorial municipios de San Antero y San Bernardo del Viento
51. Manual para la pesca artesanal responsable de camarón en Colombia: adaptación de la red Suripera
52. Cuidando la calidad de las aguas marinas y costeras en el departamento de Nariño
53. Lineamientos de manejo para la UAC Estuarina Río Sinú-Golfo de Morrosquillo, sector Córdoba
54. Propuesta de estandarización de los levantamientos geomorfológicos en la zona costera del Caribe colombiano
54. Área de Régimen Común Colombia-Jamaica: un reino, dos soberanos
55. Lineamientos de adaptación al cambio climático para Cartagena de Indias
56. Evaluación y manejo de la pesquería de camarón de aguas profundas en el Pacífico colombiano 2010-2012
57. Gestión costera como respuesta al ascenso del nivel del mar. Guía para administradores de la zona costera del Caribe
58. Articulación del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas al Sistema Regional de Áreas Protegidas del Caribe Colombiano
59. Bases de la investigación pesquera participativa para la construcción de acuerdos de pesca responsable con mallas en el Distrito de Manejo Integrado Bahía de Cispatá
60. Articulación del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas (SAMP) al plan de acción del Sirap Pacífico
61. Guía metodológica para el manejo integrado de zonas costeras en Colombia. Manual 3: Gobernanza
62. Integración de la adaptación al cambio climático en la planificación territorial y gestión sectorial de Cartagena de Indias
63. Plan 4C Cartagena de Indias competitiva y compatible con el clima
64. Lineamientos de adaptación al cambio climático del área insular del distrito de Cartagena de Indias
65. Adaptación al cambio climático en ciudades costeras de Colombia. Guía para la formulación de planes de adaptación
66. Protocolo Indicador Condición Tendencia Áreas Coralinas (ICT_{AC})
67. Protocolo Indicador Condición Tendencia Bosques de Manglar (ICT_{BM})
68. Protocolo Indicador Condición Tendencia Praderas de Pastos Marinos (ICT_{PM})
69. Protocolo Indicador Calidad Ambiental de Agua (ICAM_{PA})



samp
Subsistema de
Áreas Marinas
Protegidas

<http://cinto.invemar.org.co/samp/>



@AreasMarinasCOL



www.facebook.com/AreasMarinasCOL

