



**UADY**

POSGRADO  
INSTITUCIONAL  
EN CIENCIAS  
AGROPECUARIAS Y  
MANEJO DE RECURSOS  
NATURALES TROPICALES

**PERCEPCIÓN DE BUZOS-LANGOSTEROS Y  
BUZOS NO COMERCIALES HACIA EL PEZ LEÓN  
(*Pterois volitans*) EN EL PARQUE NACIONAL  
ARRECIFE ALACRANES**

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OBTENER EL  
GRADO DE

**MAESTRO EN CIENCIAS EN MANEJO DE  
RECURSOS NATURALES TROPICALES**

POR

**Biol. Mar. Alberto Alejandro Cen López**

**Director:**

**Dr. Alfonso Aguilar Perera**



POSGRADO INSTITUCIONAL  
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y MANEJO  
DE RECURSOS NATURALES TROPICALES

Mérida, Yucatán, México, Junio de 2019



**UADY**  
UNIVERSIDAD  
AUTÓNOMA  
DE YUCATÁN

**COORDINACIÓN GENERAL  
DEL SISTEMA DE POSGRADO,  
INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN**

POSGRADO INSTITUCIONAL EN CIENCIAS  
AGROPECUARIAS Y MANEJO DE RECURSOS  
NATURALES TROPICALES

**ALUMNO: LICENCIADO EN BIOLOGÍA MARINA**

**ALBERTO ALEJANDRO CEN LÓPEZ**

**SÍNODO DEL EXAMEN DE TESIS DE GRADO**

**DR. JORGE EUÁN ÁVILA**

**CINVESTAV**

**DR. WILIAN AGUILAR CORDERO**

**CCBA-UADY**

**DR. JUAN JIMÉNEZ OSORNIO**

**CCBA-UADY**

**DR. JUAN CHABLÉ SANTOS**

**CCBA-UADY**

**DR. CARLOS GONZÁLEZ SALAS**

**CCBA-UADY**

**MÉRIDA, YUCATÁN, JUNIO DEL 2019**

**II**

El presente trabajo no ha sido aceptado o empleado para el otorgamiento de título o grado diferente o adicional al actual. La tesis es resultado de las investigaciones del autor, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas. El autor otorga su consentimiento a la UADY para la reproducción del documento con el fin del intercambio bibliotecario siempre y cuando se indique la fuente.

## Agradecimientos

Se agradece enormemente al Dr. Alfonso Aguilar Perera por su apoyo y motivación.

Agradezco a los buzos langosteros y buzos no comerciales que brindaron su tiempo para la realización de este estudio.

Agradezco a Dr. Wilian Aguilar Cordero, Dr. Juan Jiménez Osorno, y al Dr. Jorge Euán Avila, por sus prontas recomendaciones y su ayuda en la culminación de este ejercicio.

Agradezco al sínodo en general, y a los suplentes: Dr. Carlos Gonzáles Salas, y al Dr. Juan Chable Santos.

Dedicatoria

A mi madre...

¿Qué usaremos para llenar los espacios vacíos?

R.W.

## Resumen

Las invasiones biológicas son la segunda causa de pérdida de biodiversidad, solo detrás de la pérdida de hábitat. Una invasión biológica que se ha diseminado ampliamente es la del pez león (*Pterois volitans*). La estrategia para el control poblacional del pez es por extracción del medio marino. Sin embargo, para que la extracción sea eficaz debe ser sistemática y permanente involucrando a los usuarios locales. Las percepciones de los usuarios ante la invasión del pez león son un aspecto clave para su participación. En el Parque Nacional Arrecife Alacranes (PNAA), se ha involucrado a los pescadores langosteros en campañas de ciencia ciudadana como recolectores de muestras de pez león. Sin embargo, la documentación y comparación de sus percepciones en dichas campañas no se ha realizado. El objetivo de esta investigación es analizar la percepción de dos grupos de usuarios (buzos langosteros y buzos no comerciales) en el PNAA sobre el pez león y sus posibles afectaciones al ecosistema y a sus actividades. Se aplicaron cuestionarios con preguntas mixtas a los dos grupos. Los resultados fueron heterogéneos con diferencias significativas entre los grupos que consideran al pez león como amenaza a sus actividades subacuáticas y a su economía. También, hubo diferencias significativas en su percepción en comparación con otras problemáticas ambientales más evidentes en el PNAA. Dicha heterogeneidad en sus respuestas y las contradicciones que se presentan en las percepciones de usuarios son resultado de vacíos en su conocimiento y en la escasa concientización sobre la problemática de una especie invasora en el área natural protegida.

Palabras clave: Especies invasoras, pez león, percepciones, usuarios, buzos langosteros, buzos no comerciales.

## Abstract

Biological invasions are the second cause of biodiversity loss, only behind the loss of habitat. A biological invasion that has spread widely is the lionfish (*Pterois volitans*). The strategy for its population control is the removal from the marine environment. However, for the removal to be effective this latter has to be systematic and permanent, involving local stakeholders. The stakeholders' perceptions towards the lionfish invasion are a key aspect for their participation. In the Parque Nacional Arrecife Alacranes (PNAA), the lobster fishermen have been engaged in citizen science through removal campaigns as fish collectors. However, the documentation and comparison of their perceptions in those campaigns has not been documented. The objective of this research is to analyze the perceptions of two groups of stakeholders (lobster fishermen and non-commercial divers) of the PNAA on the lionfish and their possible effects on the ecosystem and its activities. A mixed survey was applied to the groups. Findings were heterogeneous, with significant differences between groups, which consider the lionfish as a threat to their underwater activities and their economy. Significant differences were found compared to other environmental problems in the PNAA. This heterogeneity in the answers, and contradictions that appear in the perceptions of users, are the result of gaps in their knowledge and awareness of the problem of an invasive species in a natural protected area.

**Key words:** biological invasion, lobster fishermen, noncommercial divers, lionfish, perceptions.

CONTENIDO	
Resumen .....	VI
Abstract.....	VII
1. INTRODUCCIÓN.....	- 1 -
2. REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	- 4 -
2. 1. Invasiones biológicas y sus impactos .....	- 4 -
2.2. Especies acuáticas invasoras .....	- 5 -
2.3 El pez león ( <i>Pterois volitans</i> ). .....	- 6 -
2.4. Invasión del pez león ( <i>P. volitans</i> ). .....	- 7 -
2.5. Impactos del pez león ( <i>P. volitans</i> ) .....	- 7 -
2.6. Acciones de control poblacional ante la invasión de <i>P. volitans</i> .....	- 8 -
2.7. La percepción del usuario en conservación y manejo de recursos naturales.....	- 10 -
2.8. Percepciones sobre especies invasoras y el pez león.....	- 12 -
2.9. Enfoque “Damage Schedule” (Ds).....	- 13 -
3. OBJETIVO GENERAL .....	- 15 -
3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	- 15 -
4. LITERATURA CITADA.....	- 16 -
5. ARTÍCULO CIENTÍFICO.....	- 27 -
6. RECOMENDACIONES .....	- 57 -
7. CONCLUSIONES GENERALES DEL PROYECTO .....	- 58 -
ANEXO 1 .....	- 60 -
Instrumento utilizado en las encuestas .....	- 60 -
ANEXO 2 .....	- 62 -
Instrumento en plataforma Google forms utilizado para la encuesta a buzos no comerciales .....	- 62 -



## Índice de figuras

Figura 1. Ubicación del Parque Nacional Arrecife Alacranes, frente a la costa norte de la Península de Yucatán, México. ....	- 32 -
Figura 2. Clases de edades de los grupos encuestados sobre su edad. ....	- 36 -
Figura 3. Los años de experiencia en buceo en el PNAA .....	- 37 -
Figura 4. Nivel de estudios de los buzos encuestados.....	- 37 -
Figura 5. Categoría de las presas mencionadas por los encuestados.....	- 38 -
Figura 6. Categorías de las respuestas de buzos respecto al aprovechamiento del pez león...-	39 -
Figura 7. Escala de las elecciones de los encuestados. Se encuentran de 0 a 100 las problemáticas que consideró cada grupo como más dañina.....	- 42 -

## Índice de tablas

Tabla 1. Número de peces exóticos, principalmente dulceacuícolas, establecidos en México. ....	- 6 -
Tabla 2. Porcentajes de respuesta sobre la percepción de los grupos de usuarios ante la invasión del pez león en el Parque Nacional Arrecife Alacranes.....	- 40 -
Tabla 3. Problemáticas pareadas A, B, C, D con la suma agregada de todos los encuestados, y en paréntesis el número proporcional a 100, según la técnica de Dunn-ranking. ....	- 41 -
Tabla 4. Coeficiente de correlación Tau b de Kendall entre los dos grupos sobre la invasión del pez león en comparación con otras problemáticas ambientales en el PNAA.....	- 43 -
Tabla 5. Coeficiente de concordancia en la distribución de las respuestas de todos los usuarios.....	- 43 -

## 1. INTRODUCCIÓN

Las invasiones biológicas son la segunda causa de pérdida de biodiversidad después de la desaparición de hábitat. Tales invasiones ocasionan daños en las comunidades y deterioran el ecosistema (Castro-Díez *et al.*, 2014). A pesar de los impactos negativos de las especies invasoras, existe un debate sobre los enfoques de su manejo. Davis *et al.* (2010) argumentan que estas especies deben juzgarse por los impactos ecológicos (positivos o negativos) y no por su origen. En ciertos casos, estas especies podrían brindar estabilidad al nuevo ecosistema (Schlaepfer *et al.*, 2011; Traveset, 2015). No obstante, las especies invasoras son un agente de cambio en los ecosistemas. Su acelerada introducción es un riesgo ecológico que aumenta en ecosistemas deteriorados (Simberloff, 2011; Mendoza y koleff, 2014).

Las especies invasoras impactan positiva o negativamente en la economía. Dentro de los impactos negativos se han estimado los costos de daños y control en billones de dólares. Sin embargo, varias especies invasoras han repercutido positivamente en la economía (Pimentel, 2002). A pesar de los impactos económicos positivos los impactos ecológicos negativos persisten. Debido al amplio espectro de impactos que pueden tener las especies invasoras, la percepción de los usuarios hacia éstas es heterogénea y cambiante (Davis *et al.*, 2011; Simberloff *et al.*, 2013). Dichas percepciones dependen del uso o valor de la especie (Estévez *et al.*, 2014). Se ha encontrado que las especies invasoras, que son aprovechadas económicamente, son percibidas de una manera positiva por los usuarios. La tilapia es un claro ejemplo, que en ocasiones no se le atribuye el deterioro de las poblaciones de peces nativos (Pereira-Lima *et al.*, 2010; Brasil *et al.*, 2013). Esto resulta en barreras para el control de las especies invasoras, ya que el éxito de las acciones de control y manejo dependerá si involucra a los usuarios locales (Scyphers *et al.*, 2015). Para lograr involucrar a dichos usuarios se debe conocer sus percepciones (Borgnia *et al.*, 2013; García-Llorente *et al.*, 2008; Novoa *et al.*, 2015).

El análisis de las percepciones públicas dentro del manejo de recursos naturales va en aumento (White *et al.*, 2005; Estévez *et al.*, 2014). Se han analizado las percepciones de los

usuarios con relación a especies comerciales pesqueras (Gonzalvo *et al.*, 2014; Pont *et al.*, 2016), sobre la aceptación o rechazo de áreas naturales protegidas (Hamilton, 2013; Engel *et al.*, 2014; Mahmudul-Islam *et al.*, 2016) y en torno a las invasiones biológicas (Estévez *et al.*, 2014). En el análisis de las percepciones hacia las especies invasoras se han detectado que las variables cognitivas como el conocimiento, la percepción de riesgo y la actitud están relacionadas con variables socioeconómicas y demográficas entre los distintos grupos de usuarios de un recurso (García-Llorente *et al.*, 2008; Pereira-Lima *et al.*, 2010; Borgnia *et al.*, 2013; Brasil *et al.*, 2013; Scyphers *et al.*, 2015; Novoa *et al.*, 2016). El análisis sistemático de las percepciones proporcionará un conocimiento de las características de cada grupo involucrado. Con base en esto, se pueden crear estrategias que aumenten la sinergia de las acciones entre manejadores de recursos, usuarios y académicos.

Una invasión biológica que se ha diseminado rápidamente en el Golfo de México y Mar Caribe es la del pez león (*Pterois volitans*). Su invasión ha sido promovida por la falta de depredadores, su amplia distribución larval y adaptación a varios tipos de hábitat (Schofield, 2010). El primer reporte en México fue en enero 2009 en arrecifes de Cozumel. A finales del mismo año, se registró en el sureste del golfo de México frente a la costa de Yucatán (Aguilar-Perera y Tuz-Sulub, 2010). En 2012, en Veracruz (Santander-Monzalvo, 2010) y en 2015 en Tabasco (Wakida-kusonoki y Amador del Ángel, 2015).

Los esfuerzos para el control poblacional del pez león se han enfocado en su extracción del medio marino. Sin embargo, para que éstos sean contundentes la extracción debe ser sistemática con la participación de los usuarios locales (Frazer *et al.*, 2012). Para involucrar a los usuarios locales, se han implementado torneos de pesca y campañas de ciencia ciudadana (Ali *et al.*, 2013; López-Gómez *et al.*, 2014; Scyphers *et al.*, 2015). También, se ha fomentado la creación de mercados para su consumo (Chapman *et al.*, 2016). Dentro de estas campañas de control es necesario el análisis de las percepciones de los usuarios ya que esto es fundamental para motivar su participación (Carballo-Cárdenas y Tobi, 2016; Carrillo-Flota y Aguilar-Perera, 2017). Consecuentemente, el análisis de las percepciones hacia el pez león debe ser un objetivo en la implementación de dichas campañas. Particularmente en el sur del Golfo de México, en el Parque Nacional Arrecife Alacranes

(PNAA) se realizó una campaña de ciencia ciudadana con pescadores, logrando catalogar la invasión de moderada a avanzada (López-Gómez *et al.*, 2014). Durante esta campaña se impartieron principios básicos de colecta de datos, no obstante, el análisis de las percepciones entre grupos no se realizó.

El objetivo de este estudio es analizar la percepción de dos grupos de usuarios (buzos langosteros y buzos no comerciales) en el PNAA sobre el pez león como una amenaza al ecosistema marino y sus actividades subacuáticas. Esta es una primera comparación entre dos grupos de usuarios, el conocimiento de estas percepciones permitirá formular estrategias de manejo y de futuras investigaciones relacionadas con el control y aprovechamiento de esta especie.

## 2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

### 2. 1. *Invasiones biológicas y sus impactos*

Una especie introducida fuera de su área natural de distribución geográfica se le denomina especie exótica, alienígena, no nativa, alóctona, etc. Cuando ésta es capaz de reproducirse y mantener sus poblaciones por sí misma colonizando y expandiéndose a nuevos ecosistemas afectando de manera negativa el nuevo hábitat se le denomina especie invasora (Ríos y Vargas, 2003; Falk-Petersen *et al.*, 2006). Las especies invasoras son factores de cambio en los nuevos ecosistemas y con el potencial de convertirse en un problema ecológico y económico (Ríos y Vargas, 2003; Koleff, 2011).

Las invasiones biológicas han influenciado de manera directa e indirecta la distribución de las especies, ocasionando degradación en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas que invade. A nivel global, las invasiones biológicas y la destrucción del hábitat son las amenazas más claras a la biodiversidad y al deterioro de sus servicios ambientales (Castro-Díez *et al.*, 2004). Los impactos ecológicos de las especies invasoras son variados, van de los negativos a los positivos. Entre los negativos se encuentran el desplazamiento de nicho, la depredación, la competencia por los recursos, y la destrucción del hábitat (Thomsen *et al.*, 2015). Un claro ejemplo de destrucción del hábitat es el de los peces diablo (*Hypostomus* spp. y *Pterygoplichthys* spp) que compiten por alimento con otras especies nativas. Además, sus hábitos de forrajeo y de anidación modifican el bentos arrasando con las algas y suspendiendo el sedimento, lo que modifica las cualidades físico-químicas de los sistemas donde invade (Mendoza *et al.*, 2007). Por otro lado, las especies invasoras pueden tener un efecto positivo en el mantenimiento y supervivencia de algunas especies, lo que podría incrementar la estabilidad de la comunidad ante la presión antropogénica. Por ejemplo, la introducción de polinizadores no nativos que ocupen el nicho ecológico de los nativos ya extintos, o la creación de hábitat el cual otros organismos utilizarán para completar su ciclo de vida (Schlaepfer *et al.*, 2011; Traveset, 2015; Thomsen *et al.*, 2015).

El deterioro del hábitat ocasionado por las especies invasoras resulta en pérdidas económicas; sin embargo, en el caso del pez diablo (*Hypostomus* spp. y *Pterygoplichthys* spp) la estrategia para controlar sus poblaciones es aprovechándolo económicamente, lo

que podría tener impactos positivos para las comunidades humanas (Escalera-Gallardo *et al.*, 2012). En Estados Unidos, se estima que 8 % de las especies exóticas terrestres, 31 % de los insectos exóticos y 28% de peces no nativos han repercutido positivamente para el hombre y la industria (Mendoza y Koleff, 2014). En contraste, Pimentel (2002) menciona que las especies invasoras de distintos taxa, en distintos países, suman anualmente 314 billones de dólares por daños y costos de control.

## **2.2. Especies acuáticas invasoras**

Las especies acuáticas invasoras son un problema grave. Cientos de especies de peces, moluscos, crustáceos y anfibios están consideradas amenazadas por especies exóticas. La introducción de especies exóticas que se han tornado invasoras han estado relacionadas con la extinción de 54% de la fauna acuática nativa del mundo y de 70% de los peces de Norteamérica (Mendoza y Koleff, 2014).

La introducción de especies exóticas se define como la fase de un proceso en el cual una especie cruza una barrera geográfica y ambiental. Ésta puede ser natural, por medio de la expansión de su área de distribución o por vía antropogénica (Mendoza y Koleff, 2014). Las vías de introducción antropogénica son los procesos naturales o artificiales asociados a actividades humanas que resultan en el ingreso de una especie exótica. Las principales son: el transporte de especies dentro o sobre los barcos, la acuicultura, las introducciones intencionales, la acuariofilia y alimento vivo (Carlton y Ruiz, 2005). Las vías de introducción se dividen en dos: intencionales y no intencionales. Las intencionales son aquellas actividades que deliberadamente con algún objetivo comercial u ornamental resultan en una invasión biológica. Una introducción no intencional es el agua de lastre de los barcos, la cual transporta microorganismos (plancton, larvas, huevecillos) o los organismos incrustantes que se transportan en el casco de los barcos (Okolodkov, 2007; Mendoza *et al.*, 2014).

En México, Mendoza *et al.* (2015) mencionan que el comercio de peces ornamentales representa una de las mayores vías de introducción de especies no nativas. Aproximadamente 43 millones de peces ornamentales de distintas especies y variedades son comercializadas anualmente en México. Además, en México se descargan 50 millones

de metros cúbicos de agua de lastre y no se tiene una regulación sólida concerniente a las especies invasoras (Okolodkov, 2007; Mendoza *et al.*, 2015). En consecuencia, un número considerable de especies no nativas se han establecido en México (Tabla 1), entre ellas el pez león.

Tabla 1. Número de peces exóticos, principalmente dulceacuícolas, establecidos en México. Información tomada de Ruíz-Campos (2014), Lozano y García (2014), Contreras-Mcbeath (2014) y Amador del Ángel y Wakida-Kusunoki (2014).

Localidad	Número de especies
Noroeste de México	34
Noreste de México	5
Centro de México	25
Sureste de México	12

*Elaboración propia*

### **2.3 El pez león (*Pterois volitans*).**

El pez león pertenece a la familia Scorpaenidae, la cual es cosmopolita de aguas tropicales. Está conformada por peces demersales de pequeña a mediana talla. Se estiman unas 180 especies en el Caribe, todas con espinas venenosas (Poss, 1999). El género *Pterois* cuenta con siete especies que se distribuyen en la región del océano Indo-Pacífico (Poss, 1999). El pez león (*P. volitans*) está asociado a fondos duros y arrecifes de coral. Esta especie de pez se ha encontrado desde 1 m hasta los 50 m de profundidad, aunque se ha reportado a más de 200 m (Poss, 1999; Morris, 2012).

*P. volitans* es considerada invasora ya que tiene gran capacidad de dispersión debido a su corto estadio juvenil y su alta capacidad reproductora. A causa de su elevada dispersión larval forma parte del plancton hasta por 26 días (Ahrenholz y Morris, 2010). Tiene un régimen alimentario amplio (generalista) (Morris *et al.*, 2009), por lo que su presencia en las Bahamas y Estados Unidos redujo 79% el reclutamiento de peces arrecifales y se ha determinado que consume 41 especies de teleósteos, entre los cuales se encuentran peces de importancia ecológica y económica (Morris *et al.*, 2009). Es capaz de adaptarse a una gran

variedad de hábitats que van desde los fondos coralinos y rocosos, arrecifes artificiales, manglares, y pastos marinos (Morris, 2012). Otro rasgo es la dificultad de ser consumido por depredadores debido a sus características crípticas. Por tanto, en el Atlántico aún no se ha detectado un posible depredador. No obstante, se ha detectado peces león en estómagos de grandes especies de meros (Mumby *et al.*, 2011).

#### **2.4. Invasión del pez león (*P. volitans*).**

El primer registro del pez león en Estados Unidos fue en 1985 en costas de Florida (Morris, 2012). Consecuentemente, se detectó en la costa de Carolina del Norte E.U.A (Morris, 2012) y para 2004 su distribución abarcaba hasta Las Bahamas. Para 2007, se registró en Islas Turcas y Caicos, Cuba, Islas Caimán, Jamaica, Republica Dominicana, Islas Vírgenes y Belice (Schofield, 2010). *P. volitans* ha ampliado su distribución prácticamente en todo el Caribe, ya que las condiciones ambientales suelen ser mejores que las de su hábitat natural (Darling *et al.*, 2011). El primer reporte en México fue en enero 2009 en arrecifes de Cozumel y a finales de 2009 se registró en el sureste del Golfo de México frente a la costa de Yucatán (Aguilar-Perera y Tuz-Sulub, 2010). En 2012 se registró en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (Santander-Monsalvo *et al.*, 2012) y en 2015 frente a las costas de Tabasco (Wakida-Kusonoki y Amador-del Ángel, 2015).

#### **2.5. Impactos del pez león (*P. volitans*)**

El pez león es un depredador voraz que afecta la estructura y función de los ecosistemas marinos invadidos (Albins y Hixon, 2008). Este factor de estrés al arrecife coralino del Océano Atlántico podría ocasionar sinergia con otros estresores, tales como blanqueamiento de coral, contaminación, sobre pesca, etc., ocasionando un daño irreversible (Morris y Whitfield, 2009). Entre los impactos del pez león figuran la reducción de peces herbívoros y la competencia por las presas. Esta competencia podría desplazar de su nicho ecológico a especies nativas. Este proceso ocurre con mayor frecuencia en sitios afectados por la sobrepesca donde el nicho ya se encuentra desocupado (Albins y Hixon, 2008; Morris y Whitfield, 2009).

En las Bahamas, se ha determinado que el pez león se alimenta de 41 especies de peces teleósteos, además de invertebrados. Se determinó que los peces león de mayor talla se



alimentan en su mayoría de otros peces y los de menor talla se alimentan de crustáceos (Morris y Akins, 2009). De hecho, el pez león puede reducir 79% del reclutamiento de peces en un arrecife (Albins y Hixon, 2008) y tiene una dieta capaz de aprovechar los recursos abundantes en distintos ambientes. Por ejemplo, en un estuario se realizó un experimento de campo donde se determinó que podría afectar la composición de especies de invertebrados bentónicos (Layman *et al.*, 2014). La dieta del pez león debe analizarse profundamente en todos los sistemas donde esté presente. Un efecto indirecto de la depredación sobre comunidades de herbívoros es un cambio de fase ecológico. El cambio de fase es la transición de un ambiente dominado por corales a uno dominado por algas, el cual ocasiona una disminución de la complejidad del hábitat (Albins y Hixon, 2011).

Lesser y Slattery (2011) determinaron que la invasión del pez león está ocasionando un cambio de fase en un arrecife mesofótico en Las Bahamas. Fenómeno que podría estar ocurriendo al sur del Golfo de México, Aguilar-Perera *et al.* (2017) reportaron la presencia del pez león en un arrecife mesofótico, y Arias-González *et al.* (2011) determinaron que el pez león se encuentra en el mismo nivel trófico que los tiburones. Por lo tanto, el desplazamiento de nicho y el cambio de fase podrían estar ocurriendo en conjunto. Esto podría traer consecuencias graves en las actividades económicas de los sitios invadidos, por ejemplo, el buceo recreativo, la pesca deportiva y comercial (Morris y Whitfield, 2009).

## **2.6. Acciones de control poblacional ante la invasión de *P. volitans***

En enero 2010, en el marco de la 24<sup>a</sup> conferencia general de la Iniciativa Internacional Sobre Arrecifes Coralinos (ICRI), se acordó la creación de un comité encargado de elaborar un plan estratégico para el control del pez león en el Caribe mesoamericano. Dicho plan tiene el objetivo de facilitar la colaboración entre los gobiernos y las instituciones que dependen de los arrecifes de coral, la sociedad civil y los centros de investigación. También propiciar un programa concertado de investigación y monitoreo, alentar a los gobiernos a que se legisle la política pertinente y se creen reglamentos para el control del pez león. Además, controlar las poblaciones de pez león mediante estrategias coordinadas en las regiones y proporcionar educación, información y difusión para promover el apoyo de la población civil (Gómez-Lozano *et al.*, 2013).

En Colombia en 2010, se realizaron capturas de pez león, pero no incluía el tema de consumo. Para 2012 en el marco del taller de formadores en captura, manejo y disposición de pez león llevado en Las Bahamas, se creó un plan nacional para el manejo y control del pez león en Colombia y posteriormente se formuló el protocolo para la captura, extracción y disposición final del pez león con apoyo del gobierno. Para 2013 se adoptó formalmente un protocolo único para todo Colombia (Bolaños *et al.*, 2014).

En el Caribe mexicano, Ángeles-Solís *et al.* (2014) realizaron una campaña de control de pez león con educación ambiental enfatizando la importancia del ecosistema y la degradación que puede causar este pez, así mismo se realizaron campañas de monitoreo y captura. Esta estrategia tuvo buenos resultados logrando involucrar a los usuarios, creando acciones de captura, consumo y conocimiento. También, Carrillo-Flota y Aguilar-Perera (2017) exploraron la perspectiva de los usuarios relacionados con los recursos marinos en dos comunidades en el Caribe mexicano para documentar su opinión hacia el pez león y su disposición al consumo del pez. Sus resultados revelaron información útil para seleccionar una mejor estrategia de manejo. Dichos autores detectaron un buen conocimiento acerca de la invasión, pero la homogenización del conocimiento varió entre sitios. Las cuestiones de riesgo ecológico, económico y sociocultural son distintas, debido a que la difusión del problema no es igual en las dos comunidades.

En la costa norte de la península de Yucatán, México y en la temporada de pesca de langosta de 2010 (Julio 2010 a Febrero 2011), Aguilar-Perera *et al.* (2012) organizaron recolectas y talleres para concientizar a los pescadores de langosta en distintos puertos. En el Parque Nacional Arrecife Alacranes, donde la invasión se ha categorizada entre moderada y avanzada, se han hecho labores de control involucrando a los pescadores en la extracción del pez (López-Gómez *et al.*, 2014).

Además de conocer la biología (régimen alimentario generalista y voraz) y ecología (desplazamiento de especies nativas, cambio en la estructura de la cadena trófica y servicios ambientales) del pez león, es necesario conocer desde la perspectiva de los usuarios el problema de la invasión. En este sentido, las autoridades de México no se han involucrado ya que el pez león no se ha reconocido como especie invasora y no aparece en la lista

emitida de especies exóticas invasoras en México (DOF, 2016). Por lo cual no se ha implementado una regulación específica debido a la falta de normas ambientales que sustenten un plan de acción con metas y objetivos sólidos para controlar la invasión. En consecuencia, las acciones para su manejo y control han sido aisladas (Aguilar-Perera *et al.*, 2012; Aguilar-Perera y Carrillo-Flota, 2014).

### ***2.7. La percepción del usuario en conservación y manejo de recursos naturales***

La búsqueda de enfoques que coadyuven la protección, conservación y uso adecuado de los recursos naturales es apremiante. Tal urgencia ha encaminado el manejo de los recursos hacia la sustentabilidad (Bocco *et al.*, 2000). El término sustentabilidad se ha utilizado para la producción, la ecología, la economía, el ambiente, la sociedad o el desarrollo. Independiente al ámbito en el que se use el termino se refiere a la regeneración de los recursos en el tiempo, se asocia a satisfacer las necesidades presentes sin comprometer las necesidades del futuro (Dourojeanni, 1993). La sustentabilidad está ligada a la resiliencia del sistema (Folke, 2006; Berkes y Seixas, 2007). El término resiliencia tiene su origen en la ecología y se refiere a la capacidad que tiene un ecosistema de absorber las perturbaciones y reestructurarse para mantener sus mismas funciones. Esta reestructuración y absorción se deben a la variación natural del sistema (Folke, 2006).

En el pasado prevalecía un enfoque de manejo de recursos encaminado al “orden-control” de la variación natural de los ecosistemas. Este enfoque asume que los problemas ambientales que se presentaban eran de carácter lineal, y estaban bien definidos. Sin embargo, cuando este enfoque se aplicaba a la realidad (compleja e incierta) las consecuencias de dichas acciones aplicadas en un ambiente variable resultaban indeseables (Holling y Meffe, 1996). La variabilidad natural de los ecosistemas hace necesario un cambio de enfoque, a uno que intente aprender de los cambios en el sistema y se adapte a ellos para lidiar con la incertidumbre y reducir la vulnerabilidad de los recursos. En este sentido el manejador de recursos debe idear enfoques que divisen todo el ecosistema incluida la dimensión humana (Holling, 1996; Folke, 2006; Berkes y Seixas, 2007; Casas *et al.*, 2016).

La necesidad de entender la complejidad de todo el ecosistema ha derivado en enfoques multidisciplinarios (Casas *et al.*, 2016). Estos estudios buscan analizar los sistemas desde una perspectiva socio-ecológica y se realizan desde una escala ecosistémica la cual abarca los componentes biológicos, ecológicos, socioeconómicos y políticos. Debido a su complejidad, su manejo requiere de la integración de todos los procesos, funciones e interacciones entre los usuarios y recursos del ecosistema. Dentro de este enfoque se reconoce al humano como componente integral del ecosistema. No se puede realizar un manejo a nivel ecosistema sin la participación de los usuarios involucrados (Orensanz *et al.*, 2015). Por lo tanto, se debe conocer su percepción, para lograr esto el manejador de recursos debe de acceder a su punto de vista, sus opiniones, y valores. Se realiza desde la perspectiva de las etnociencias, estas a través del estudio de las percepciones ambientales, estudian y analizan las opiniones, actitudes, preferencias y valores que los usuarios le asignan a los recursos naturales (Da Silva *et al.*, 2014).

El estudio de las percepciones de los usuarios en el ámbito de la conservación y el manejo de recursos ha sido un tema que ha tomado relevancia en la actualidad (White *et al.*, 2005; Fernández-Moreno, 2008), ya que las percepciones de los usuarios juegan un papel importante en la toma de decisiones (Delgado *et al.*, 2007). Estas percepciones moldean sus acciones, la respuesta y aceptación a las estrategias de manejo (Ibarra *et al.*, 2014) e incentiva la creación de un manejo participativo (Batista de Andrade y Oliveira, 2017). Las percepciones del usuario están íntimamente relacionadas con los recursos naturales, de estas dependen el modo de extraerlo y la adopción de las políticas públicas que lo regulan un claro ejemplo son las pesquerías (Karnad *et al.*, 2012).

Se han documentado y analizado las percepciones de los usuarios en torno a especies que resultan conflictivas con las actividades humanas (Gonzalvo *et al.*, 2014; Pont *et al.*, 2016). Dichas especies generalmente compiten por los mismos recursos que los usuarios (pescadores). Estos tienen la percepción que las interacciones con estas especies dañan sus actividades económicas, en este caso la pesca. Pont *et al.* (2016) analizaron la percepción de riesgo y daño, actitudes y conocimiento que los pescadores tienen acerca de lobos marinos sobre la pesca y descubrieron que las variables socioeconómicas y demográficas están

relacionadas con las variables cognitivas (actitud, percepción de riesgo y conocimiento) e influyen en su comportamiento. Otra vertiente en la cual las percepciones son evaluadas es en la aceptación o rechazo de políticas públicas como áreas naturales protegidas (Hamilton, 2013; Engel *et al.*, 2014; Mahmudul-Islam *et al.*, 2016).

### **2.8. Percepciones sobre especies invasoras y el pez león**

Dentro del marco que concierne a las invasiones biológicas se debe conceptualizar tanto los aspectos ecológicos como los sociales. Hay que considerar la forma en que los usuarios perciben a estas especies. En caso de no hacerlo podría llevar al fracaso las estrategias de control (Borgnia *et al.*, 2013). Esto significa un nuevo reto para los manejadores de recursos, McNeely (2001) hace mención de la dimensión humana de los conflictos con las especies invasoras, nos dice que estas especies generan en la sociedad distintos puntos de vista dependiendo de los impactos positivos o negativos que tengan en el ambiente o la economía. Las especies invasoras que generan beneficios económicos son bien vistas a pesar de que tienen un impacto negativo en el ambiente (Novoa *et al.*, 2016).

Varios autores se han enfocado en evaluar las percepciones de distintos grupos sociales con respecto a su percepción del riesgo al ambiente, conocimiento y actitud hacia las especies invasoras (Borgnia *et al.*, 2013; García-Llorente *et al.*, 2008; Novoa *et al.*, 2016; Sharp *et al.*, 2011; Gramza *et al.*, 2016; Carrillo-Flota y Aguilar-Perera, 2017). Se establece que debe haber entendimiento de las percepciones de los grupos sociales que interactúan con estas especies para lograr sinergia en las acciones, evitar o disminuir conflictos, y llegar a acuerdos comunes para la toma de decisiones. Esto se debe lograr llevando a cabo el estudio de las percepciones de los usuarios hacia las especies invasoras. Con el fin de crear una línea base de la que partirán las estrategias de manejo o futuras investigaciones (Suazo *et al.*, 2013).

La invasión del pez león es un fenómeno social-ecológico, ya que el usuario percibe a esta especie según se conceptualice en los medios de comunicación (Carballo-Cárdenas, 2015). Los medios de difusión de la información cumplen el papel de informar y concientizar a los usuarios, mismos que cuando están informados se involucran en las campañas de detección y control (Carballo-Cárdenas y Tobi, 2016). Es importante que la información alcance

todas las comunidades invadidas o en riesgo, sobre todo en donde la invasión no se ha dado, esto para lograr una detección temprana (Ali, 2011)

Las opiniones sobre el pez león son heterogéneas. Sin embargo, en su mayoría las opiniones coinciden, ya que los usuarios perciben al pez león como una amenaza al medio marino y a las actividades costeras (Carballo-Cárdenas, 2015; Carballo-Cárdenas y Tobi, 2016; Carrillo-Flota y Aguilar-Perera, 2017; Jiménez *et al.*, 2017). La heterogeneidad de las opiniones y la contradicción en éstas se debe a falta de información, de educación ambiental, y de experiencia en actividades subacuáticas (Malpica-Cruz *et al.*, 2017). Esto se comprueba ya que los buzos con más años en dicha actividad están más conscientes y son más sensibles a los cambios en el paisaje marino que los buzos novatos (Carballo-Cárdenas y Tobi, 2016; Malpica-Cruz *et al.*, 2017).

La importancia de evaluar la perspectiva del usuario radica en que del mismo depende el éxito de la campaña, tanto de consumo como de extracción, dichas campañas deben tener como base una motivación intrínseca y se deben evaluar sus facilidades y restricciones (Scyphers *et al.*, 2015; Carballo-Cárdenas y Tobi, 2016; Carrillo-Flota y Aguilar-Perera, 2017).

## **2.9. Enfoque “Damage Schedule” (Ds)**

Una forma de evaluar las percepciones sobre problemáticas ambientales es a través del “Damage Schedule” (DS). A través de los juicios de los usuarios se puede conocer su percepción sobre una problemática en comparación con otras. Este método se ha utilizado ampliamente para indicar la importancia o la gravedad de la pérdida de un recurso, preferencia de manejo, o la evaluación de actividades dañinas para el ambiente (Pauly y Chuenpagdee, 2002; Qua *et al.*, 2006; Song y Chuenpagdee, 2013). Chuenpagdee *et al.* (2002) realizaron un estudio con este enfoque para obtener la opinión de los usuarios locales hacia una reserva marina en San Felipe, Yucatán. Lograron identificar diferencias en la opinión de distintos grupos de usuarios relacionados con actividades dañinas y su impacto en los recursos naturales. Dichas diferencias permitieron crear estrategias de conservación. También, Chuenpagdee *et al.* (2003) encaminaron un estudio para evaluar los impactos colaterales de diez artes de pesca en los Estados Unidos que se realizó en base al

conocimiento y opinión de pescadores, manejadores de recursos y científicos pesqueros. En este caso los usuarios obtuvieron un consenso sobre cuáles son las artes de pesca con más daño colateral. Esto les permitió formular políticas pesqueras que minimicen el impacto, tales como cambiar las artes de pesca hacia unas menos perjudiciales y establecer zonas cerradas a la actividad. El DS se ha utilizado también para evaluar el daño ambiental en zonas urbanas cercanas a la costa (Qua *et al.*, 2006). Islam *et al.* (2014) lo utilizaron para examinar la perspectiva de una comunidad en Tailandia hacia un área marina protegida.

### 3. OBJETIVO GENERAL

Analizar la percepción de buzos no comerciales y buzos langosteros sobre la invasión biológica del pez león y sus efectos en el ecosistema y sus actividades en el Parque Nacional Arrecife Alacranes, sureste del Golfo de México.

#### ***3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS***

Identificar las características sociales de cada grupo de buzos.

Comparar el conocimiento básico entre dos grupos de usuarios (buzos langosteros y buzos no comerciales) sobre el pez león como invasor en el Parque Nacional Arrecife Alacranes.

Comparar la percepción entre dos grupos de usuarios sobre la afectación que ocasione el pez león a sus actividades cotidianas y al ambiente en el Parque Nacional Arrecife Alacranes.



#### 4. LITERATURA CITADA

Aguilar-Perera A. 2013. Eating lionfish: An effective solution to control its invasion? *Proceedings Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 65: 315-320.

Aguilar-Perera A., Quijano-Puerto L., Hernández-Landa R. C. 2017. Lionfish invaded the mesophotic coral ecosystem of the Parque Nacional Arrecife Alacranes, Southern Gulf of Mexico. *Marine Biodiversity* 47: 15-16.

Aguilar-Perera A., Tuz-Sulub A. 2010. Non-native, invasive Red lionfish (*Pterois volitans* [Linnaeus, 1758]: Scorpanidae), is first recorded in the southern gulf of México, off northern Yucatán Peninsula, México. *Aquatic Invasions* 5: 9-12.

Aguilar-Perera A., Tuz-Sulub A., Perera-Chan L., López-Gómez M. J., Gonzalez Triste X., Carrillo Flota E. 2012. Lionfish Invasion Off The Northern Coast Of The Yucatan Peninsula, Mexico, and Southern Gulf Of Mexico: What Do We Know? *Proceedings Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 64: 34-38.

Aguilar-Perera, A., Carrillo-flota E. Revisión sobre la invasión del pez león en el Sureste del Golfo de México. [En línea]. 2014. México. [Consultado 9 octubre 2016], en: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/713/revision.pdf>.

Ahrenholz D.W., Morris J. A. Jr. 2010. Larval duration of the lionfish, *Pterois volitans* along the Bahamian Archipelago. *Environ Biol Fish* 88: 305-309.

Albins M. A., Hixon M. A. 2008. Invasive Indo-Pacific lionfish *Pterois volitans* reduce recruitment of Atlantic coral-reef fishes. *Marine ecology progress series* 367: 233-238.

Ali F., Collins K., Peachey R. 2013. The role of volunteer drivers in lionfish research and control in the Caribbean, en Lang y Sayer (Eds.), *Caribbean lionfish research and control*. AAUS/ESDP, Joint International Symposium. Pp. 7-12.

Amador-del ángel L.E, Wakida-Kusunoki A. 2014. Peces invasores en el sureste de México, en Mendoza R. y Koleff P. (Eds.), *Especies Acuáticas Invasoras en México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, Pp. 425-433.

Ángeles-Solís, D., Gómez-Hernández Y., Ortiz-Moreno A.O., Sosa-Cordero E. Programa de control del pez león *Pterois volitans* (Linnaeus 1758) en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an. [En línea]. 2014. México [consultado 10 octubre 2016] en: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/713/programa.pdf>.

Arias-González J., González-Gándara C., Cabrera J. L., Christensen V. 2011. Predicted impact of the invasive lionfish *Pterois volitans* on the food web of a Caribbean coral reef. *Environmental Research* 111: 917-925.

Batista de Andrade, Soares O. M. 2017. Offshore marine protected areas: Divergent perceptions of divers and artisanal fishers. *Marine Policy*, 76: 107-113.

Berkes F., Seixas S. C. 2007. Building resilience in lagoon social-ecological systems: a local-level perspective. *Ecosystems* 8: 967-974.

Bocco G., Velazquez A., Torres A. 2000. Ciencia, comunidades indígenas y manejo de recursos naturales: un caso de investigación participativa en México. *Interciencia* 25(2): 64-70.

Bolaños N., Gonzalez A.M., Stephens D., Taylor E. 2014. Aportes de Colombia a los esfuerzos regionales de los países del Gran Caribe para el control del pez león. *Proceedings of the 66th Gulf and Caribbean fisheries institute*. Corpus Christi Texas, USA 8:168-172.

Borgnia M., Benítez V., Gozzi C., Guichón L.M. 2013. La ardilla de vientre rojo en Argentina y el manejo de especies introducidas como un problema biológico y social. *Ecología Austral* 23: 147-155.

Brasil J., Bastos F., da Silva Mourao J. 2013. Local ecological knowledge is not a useful source of information concerning impacts caused by non-native Nile tilapia on fishery stocks. *Acta Scientiarum* 35 (3): 381-388.

Carballo-Cárdenas E. C., Tobi H. 2016. Citizen science regarding invasive lionfish in Dutch Caribbean MPAs: Drivers and barriers to participation. *Ocean and Coastal Management* 133: 114-127.

Carballo-Cárdenas E.C. 2015. Controversies and consensus on the lionfish invasion in the Western Atlantic Ocean. *Ecology and Society* 20(3): 24.

Carlton T. J., Ruiz G. M. 2005. The magnitude and consequences of bioinvasions in marine ecosystems: implications for conservation ecology, en Norse E. A. y Crowder L. B. (Eds.), *Marine Conservation Biology*. Island Press. Washington, D. C. pp. 123-148.

Carrillo-Flota E. C., Aguilar-Perera A. 2017. Stakeholder perceptions of red lionfish (*Pterois volitans*) as a threat to the ecosystem and its potential for human consumption in Quintana Roo, Mexico. *Ocean and Coastal Management* 136: 113-119.

Casas A., Blancas J., Lira R. 2016. Mexican ethnobotany: Interactions of people and plants in Mesoamerica. Springer. New York, USA. Pp. 562.

Castro-Diez P., Valladares F9., Alonso A. 2004. La creciente amenaza de las invasiones biológicas. *Ecosistemas* 13(3): 61-68.

Chapman J. K., Anderson L.G., Gough C.L.A. Harris A.R. 2016. Working up an appetite of lionfish: A market-based approach to manage the invasion of *Pterois volitans* in Belize. *Marine Policy* 73: 256-262.

Chuenpagdee R., Fraga J., Euán-Ávila J. I. 2002. Community perspectives towards a marine reserve: a case of study of San Felipe, Yucatán, México. *Coastal Management* 30: 1863-191.

Chuenpagdee R., Knetsch J. L., Brown T. C. 2001. Coastal management using public judgements, importance scales, and predetermined Schedule. *Coastal Management* 29: 253-2760.

Chuenpagdee R., Morgan L. E., Maxwell M.S., Norse E.A., Pauly D. 2003. *Frontier in Ecology and Environment* 1(1): 517-324.

Contreras-Mcbeath T., Gaspar-Dillanes M.T., Huidobro-Campos L., Mejía-Mojica H., 2014. Peces Invasores en el Centro de México, en Mendoza R., Y Koleff P. (Coords.),

Especies Acuáticas Invasoras en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, Pp. 413-424.

Da Silva T., Cruz P. M., De Sousa T. A., Schwars M. L., Albuquerque U. P. 2014. Methods in research of environmental perception, en Albuquerque U. P., Cruz L. V. F., De Lucena L. V. F., Alves N. R. R. (Eds.), Methods and techniques in ethnobiology and ethnoecology. Springer. New York, USA. Pp. 99-109.

Darling S.E., Green S.J., O'Leary J.K., Coté I.M. 2011 .Indo-Pacific lionfish are larger and more abundant on invaded reefs: a comparison of Kenyan and Bahamian lionfish populations. *Biological Invasions* 13: 2045-2051.

Davis M.A., Chew M.K., Hobbs R.J., Lugo A.E., Ewel J.J., Vermeij G.J., Brown H.J., Rozenzweig M. L., Gardener M. R., Carroll S.P., Thompson K., Pickert S. T. A., Stromberg C. J., Del Tredecí P., Suding N. K., Ehrenfeld J. G., Grime P. J., Mascaro J., Briggs J. C. 2011. Don't judge species on their origins. *Nature* 474: 153-154.

Delgado, L. E., Bachmann, P. L., Oñate, B. (2007). Gobernanza ambiental: una estrategia orientada al desarrollo sustentable local a través de la participación ciudadana. *Revista Ambiente y Desarrollo de CIPMA* 23(3): 68-73.

Diario Oficial de la Federación. 2016. Lista de especies exóticas invasoras para México. [En línea]. 7 de Diciembre 2016. México [consultado 1 Enero 2017] en: [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5464456&fecha=07/12/2016](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5464456&fecha=07/12/2016).

Dourojeanni A. 2000. Procedimiento de gestión para el desarrollo sustentable. División de Recursos Naturales e Infraestructura, CEPAL, ONU. Santiago de Chile, Chile. Pp. 374.

Engel T. M., Marchini S., Pont A. C., Machado R., Oliveira L. R. 2014. Perceptions and attitudes of stakeholders towards the wildlife refuge of Ilha dos lobos, a marine protected area in Brazil. *Marine Policy* 45: 45-51.

Escalera-Gallardo C., Arroyo-Damián M., Moncayo-Estrada R., Zarazúa J. A. 2012. Pesquería sustentable y desarrollo local. Uso y aprovechamiento potencial del Pez Diablo,

en Desarrollo Local y Empresa (Coord.) Cárcamo Solís M. de L., Martín Carbajal M. de L., Ortega-Hernández A. 1 Edición, Universidad de Guanajuato. Pp. 39-58.

Estévez R. A., Anderson C. B., Pizarro C., Burgman M. A. 2014. Clarifying values, risk perceptions, and attitudes to resolve or avoid social conflicts in invasive species management. *Conservation Biology* 29 (1): 19-30.

Falk-Petersen J., Bohn T., Sandlund O. T. 2006. On the numerous concepts in invasion biology. *Biological Invasions* 8: 1409-1424.

Fernández-Moreno Y. 2008. ¿Por qué estudiar las percepciones ambientales? Una revisión de la literatura mexicana con énfasis en Áreas Naturales Protegidas. *Espiral, Estudios sobre Estado y Sociedad*. Vol.15. 43:179-202.

Folke C. 2006. Resilience: the emergence of a perspective for social ecological systems analyses. *Global Ecological Change* 16: 253-267.

Frazer T. K., Jacoby C. A., Edwards A. M., Barry S. C., Manfrino M. C. 2012. Coping with lionfish: can targeted removals yield beneficial effects? *Reviews in Fisheries Science* 20(4): 185-191.

García-Llorente M., Martín-López B., González J.A., Alcorlo P., Montes C. 2008. Social perceptions of the impacts and benefits of invasive alien species: implications for management. *Biological Conservation* 141: 2969-2983.

Gómez-Lozano R., Anderson L., Ankins J.L., Buddo D.S.A., García-Moliner G., Gourdin F., Laurent M., Lilyestrom C., Morris, J.A. Jr., Ramnanan N., Torres R. 2013. Regional Strategy for the Control of Invasive Lionfish in the Wider Caribbean. *International Coral Reef Initiative*. 31 pp.

Gonzalvo J., Giovos I., Moutopoulos D. K. 2014. Fishermen's perception on the sustainability of small-scale fisheries and dolphin-fisheries interactions in two increasingly fragile coastal ecosystems in western Greece. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 25(1): 91-106.

Gramza A., Teel T., Vande Woude S., Crooks K. 2016. Understanding public perceptions of risk regarding outdoor pet cats to inform conservation action. *Conservation Biology* 30(2): 276-286.

Hamilton M. 2013. Perceptions of fishermen towards marine protected areas in Cambodia and the Philippines. *Bioscience Horizons* 5: 1-24.

Holling C. S., Meffe K. G. 1996. Command and control and the pathology of natural resource management. *Conservation Biology* 10(2): 328-337.

Ibarra M. S. A., Luzadis A. V., Cordoba M. J. B., Silva M., Ordoñez T., Ayala B. E., Ryan J. S. 2014. A social-ecological analysis of community perceptions of dengue fever and *Aedes aegypti* in Machala, Ecuador. *BMC Public Health*, 14:1135.

Islam G. M. N., Yew, T. S., Noh, K. M., Noh, A. F. M. (2014) Community's Perspectives towards Marine Protected Area in Perhentian Marine Park, Malaysia. *Open Journal of Marine Science* 4: 51-60.

Jímenez C., Andreou V., Hadjioannou L., Petrou A., Alhaija R. A., Patsalou P. 2017. Not everyone's cup of tea: Public perception of culling invasive lionfish in Cyprus. *Mediterranean Environment* 23 (1): 38-47.

Karnad D., Gandal M., Karanth K. K. Perceptions matter: how fishermen's perceptions affect trends of sustainability in Indian fisheries. 2012. *Oryx* 48(2): 218-227).

Koleff P. 2011. Diplomado Fundamentos para la prevención y manejo de especies exóticas invasoras en México. [En línea]. México, 2011. [Consultado: 22 octubre 2016] Modulo 1. Las especies invasoras: procesos, impactos y situación en México. Disponible en: [http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/Invasoras/pdf/Diplomado/I\\_1\\_Introduccion\\_Patricia%20Koleff.pdf](http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/Invasoras/pdf/Diplomado/I_1_Introduccion_Patricia%20Koleff.pdf)

Layman C. A: Nichols P. 2014. Lionfish alter benthic invertebrate assemblages in patch habitats of a subtropical estuary. *Marine Biology*. 161: 2179-2182.

Lesser M. P., y Slattery M. 2011. Phase shift to algal dominated communities at mesophotic depths associated with lionfish (*Pterois volitans*) invasion on a Bahamian coral reef. *Biological Invasions*, 13(8), 1855–1868.

López-Gómez M. J., Aguilar-Perera A., Perera-Chan L. 2014. Mayan diver-fishers as citizen scientists: detection and monitoring of the invasive red lionfish in the Parque Nacional Arrecife Alacranes, southern Gulf of México. *Biological Invasions* 16:1351-1357.

Lozano M. L. Y García M. E. 2014. Peces Invasores en el Noreste de México, en Mendoza R. Y Koleff P. (Coords.), *Especies Acuáticas Invasoras En México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, Pp. 401-412.

Mahmudul-Islam M., Islam N., Rahman Sunny A., Jentoft S. Hadayet Ullah Md., Sharifuzzaman. S.M. 2016. Fisher's perceptions of the performance of hilsa shad (*Tenualosa ilisha*) sanctuaries in Bangladesh. *Ocean and Coastal Management* 130:309-316.

Malpica-Cruz L., Haider W., Smith N. S., Fernández-Lozada S., Côté M. 2017. Heterogeneous attitudes of tourist toward Lionfish in the Mexican Caribbean: implications for invasive species management. *Frontiers in Marine Science* 4: 1- 15.

McNeely J. A., (Ed.). 2001. *The great reshuffling: human dimensions of invasive alien species*. IUCN, Cambridge.

Mendoza R., Contreras S., Ramírez C., Koleff P., Álvarez P., Aguilar V. 2007. Los peces diablo: especies invasoras de alto impacto. *Biodiversitas* 70: 1-5.

Mendoza R., Koleff P. 2014. Introducción de especies exóticas acuáticas en México y en el mundo, en Mendoza R. y Koleff P., (coords.). *Especies acuáticas invasoras de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, pp. 17-41.

Mendoza R., Luna S., Aguilera C. 2015. Risk assessment of the ornamental fish trade in México: analysis of freshwater species and effectiveness of the FISK (Fish invasiveness Screening Kit). *Biological Invasions* 17: 3491-3502.

Mendoza R., Ramírez-Martínez C., Aguilera Y Meave Del Castillo M.E. 2014. Principales Vías De Introducción De Las Especies Exóticas, en R. Mendoza Y P. Koleff (coords.), Especies Acuáticas Invasoras En México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, Pp. 43-73.

Morris J. A. Jr., Whitfield 2009. Biology, Ecology, control and management of the invasive Indo-Pacific lionfish: An Update integrated assessment. NOAA technical memorandum NOS NCCOS 99. 57 pp.

Morris J.A. Jr., Akins J. L. 2009. Feeding ecology of invasive lionfish (*Pterois volitans*) in the Bahamian archipelago. Environmental biology of fishes 86:389-398.

Morris J.A.Jr., Akins J. L., Barse, A., Cerino, D., Freshwater, D. W., Green, S. J., Whitfield, P. E. 2009. Biology and ecology of the invasive lionfishes, *Pterois miles* and *Pterois volitans*. Proceedings Gulf and Caribbean Fisheries Institute 61: 409-414).

Morris, J.A.Jr. 2012. 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.

Mumby P.J., Harbone R.A., Brumbaugh D.R. 2011. Grouper as a natural biocontrol of invasive lionfish. Plos One 6(6): e21510.

Novoa A., Kaplan H., Wilson J. R. U., Richardson D. M. 2016. Resolving a prickly situation: Involving stakeholders in invasive cactus management in South Africa. Environmental Management 57: 998-1008.

Okolodkov Y. B., Bastida-Zavala R., Ibañez A. L., Chapman W. J., Suárez-Morales E., Pedroche F., Gutiérrez-Mendieta F.J. 2007. Especies acuáticas no indígenas en México. Ciencia y Mar 19(32): 29-67.

Orensanz J.M., Parma A.N., Cinti M. A. 2015. Methods to use fisher's knowledge for fisheries assesment and management en, fischer J., Jorgensen J., Josupeit H., Kalikoski D., Lucas C.M (Eds.) Fisher's knowledge and the ecosystem approach to fisheries



Applications, experiences and lessons in Latin America. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. Pp. 41-63.

Pauly D., Chuenpagdee R. 2002. Fisheries and coastal ecosystems: the need for integrated management. *Journal of business administration and policy analysis* 30: 205-222.

Pereira-Lima F., Oliveira L. A., De Marco J. P. 2010. How are the lakes? Environmental perception by fishermen and alien fish dispersal in Brazilian tropical lakes. *Interciencia* 35 (2): 84-91.

Pimentel D. 2002. Introduction: Non-Native Species in the World, En Pimentel D. (Ed.), *Biological Invasions: Economic and Environmental Costs of Alien Plant Animal, And Microbe Species*. CRC Press, United States of America. Pp. 3-10.

Pont A. C., Marchini S., Engel M. T., Machado R., Otto P. H., Crespo E. A., Coscarella M., Dalzochio S. M., Oliveira L. de R. 2016. The human dimension of the conflict between fishermen and South American sea lions in Southern Brazil. *Hydrobiologia* 770: 89-104.

Poss S.G. 1999. Scorpionfishes (also, lionfishes, rockfishes, stingfishes, stonefishes, and waspfishes). 2291-2315. In: Carpenter, K.E.; Niem, V.H. (Eds) *FAO species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Pacific. Volume 4. Bony fishes part 2 (Mugilidae to Carangidae)*. Rome, 1999. pp. 2069-2790.

Qua E., Choa E., Tan K. C. 2006. Use of damage Schedule an environmental valuation: the case of urban Singapore. *Applied Economics* 38: 1501-1512.

Ríos H.F., Vargas O. 2003. Ecología de las especies invasoras. *Pérez Arbelaezia*. 14:119-140.

Ruiz-Campos G., Varela-Romero A., Sánchez-Gonzales S., Camarena-Rosales f., Maeda-Martínez A.M., Gonzales-Acosta A. F., Andreu-Soler A., Campos-Gonzales E., Delgadillo-Rodríguez A. 2014. Peces invasores en el noroeste de México, en Mendoza R., y Koleff P. (Coords.), *especies acuáticas invasoras en México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, pp. 375-399.

Santander-Monsalvo J., López-Huerta I., Aguilar-Perera A., Tuz-Sulub A. 2012. First record of the lionfish (*Pterois volitans* [Linnaeus, 1758]) of the coast of Veracruz, Mexico. *BioInvasions Records* 1:121-124.

Schlaepfer M. A., Sax D. F., Olden J. D. 2011. The potential conservation value of Non-Native Species. *Conservation Biology* 25(3): 428-437.

Schofield P.J. 2010. Update on geographic spread of invasion lionfishes (*Pterois volitans* [Linnaeus, 1758] and *P. miles* [Bennett, 1828]) in the western North Atlantic Ocean, Caribbean Sea and Gulf of Mexico. *Aquatic Invasions* 5: 117-122.

Scyphers B. S., Powers P. S., Akins J. L., Drymon M. J., Martin C. W., Schobernd H., Schofield P. J., Shipp R. L., Switzer T. S. 2015. The Role of Citizens in Detecting and Responding to a Rapid Marine Invasion. *Conservation Letters* 8(4): 242-250.

Sharp R. L., Larson L. R., Green G. T. 2011. Factors influencing public preferences for invasive alien species management. *Biological Invasions* 144: 2097-2104.

Simberloff D. 2011. Non-natives: 141 scientists object. *Nature* 475(7354): 36.

Simberloff D., Marin J. L., Genovesi P., Maris V., Wardle D. A., Aronson J., Courchamp F., Galil B., García-Berthou E., Pascal M., Pysek P., Sousa R., Tabacchi E., Vila M. 2013. Impacts of biological invasions: what's what and the way forward. *Trends in Ecology and Evolution* 28(1): 58-66.

Song A., Chuenpagdee R. 2013. The Damage Schedule approach, en Bavink M. et al. (Eds.), *Governability of fisheries and aquaculture; theory and applications*. MARE publication series 7. Springer. Pp. 279-299.

Suazo G. C., Schaltter R. P., Arriagada A. M., Cabezas L. A., Ojeda J. 2013. Fishermen's perceptions of interactions between seabirds and artisanal fisheries in the Chonos archipelago, Chilean Patagonia. *Fauna and Flora International, Oryx* 47(2): 184-189.

Thomsen S. M., Wernberg T., Schiel D. 2015. Invasions by non-Indigenous species, En: Marine ecosystems: Human impacts on biodiversity, functioning and services, (Eds.) Crowe T. P., Frid C. L. J. Cambridge University Press. Pp. 275-313.

Traveset, A. 2015. Impacto de las especies exóticas sobre las comunidades mediado por interacciones mutualistas. Ecosistemas 24 (1): 67-75.

Wakida-Kusunoki A.T, Amador del-Angel L. 2015. First record of the red lionfish, *Pterois volitans*, on the coast of Tabasco, Mexico. Hidrobiológica 25(2): 307-309.

White P. C. L., Vaughan Jennings N., Renwick R. A., Barker H. L. N. 2005. Questionnaires in ecology: a review of past use and recommendations for best practice. Journal of Applied Ecology 42: 421-430.

## 5. ARTÍCULO CIENTÍFICO

# **Percepción de buzos langosteros y buzos no comerciales hacia el pez león en el Parque Nacional Arrecife Alacranes**

Alberto Cen-López, Jorge Euán-Ávila, Wilian Aguilar-Cordero, Juan Jiménez-Osornio, Alfonso Aguilar-Perera

Este artículo será enviado a la revista Marine Policy y fue elaborado según la guía para autores de dicha revista.

## 5.1 PORTADA

### **Percepción de buzos langosteros y buzos no comerciales hacia el pez león (*Pterois volitans*) en el Parque Nacional Arrecife Alacranes**

Alberto Cen-López <sup>1</sup>, Jorge Euán-Ávila <sup>b</sup>, Wilian Aguilar-Cordero <sup>1</sup>, Juan Jiménez-Osornio<sup>1</sup>, Alfonso Aguilar-Perera<sup>1\*</sup> [alfaguilar@gmail.com](mailto:alfaguilar@gmail.com)

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Yucatán, Facultad de Medicina Veterinaria Km 15.5, carretera Mérida Xmatkuil, A.P. 4-116 Itzimmá, C.P. 97315 Mérida, Yucatán, México.

<sup>2</sup>Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados del IPN, Unidad Mérida, Km 6 Antigua carretera a progreso C. P. 73, Cordemex, 97310, Mérida, Yucatán, México.

\* Autor de correspondencia

#### 5.1.1 RESUMEN

Las invasiones biológicas son la segunda causa de pérdida de biodiversidad, solo detrás de la pérdida de hábitat. Una invasión biológica que se ha diseminado ampliamente es la del pez león (*Pterois volitans*). La estrategia para el control poblacional del pez es por extracción del medio marino. Sin embargo, para que la extracción sea eficaz debe ser sistemática y permanente involucrando a los usuarios locales. Las percepciones de los usuarios ante la invasión del pez león son un aspecto clave para su participación. En el Parque Nacional Arrecife Alacranes (PNAA), se ha involucrado a los pescadores langosteros en campañas de ciencia ciudadana como recolectores de muestras de pez león. Sin embargo, la documentación y comparación de sus percepciones en dichas campañas no se ha realizado. El objetivo de esta investigación es analizar la percepción de dos grupos de usuarios (buzos langosteros y buzos no comerciales) en el PNAA sobre el pez león y sus posibles afectaciones al ecosistema y a sus actividades. Se aplicaron cuestionarios con preguntas mixtas a los dos grupos. Los resultados fueron heterogéneos con diferencias significativas entre los grupos que consideran al pez león como amenaza a sus actividades subacuáticas y a su economía. También, hubo diferencias significativas en su percepción en comparación con otras problemáticas ambientales más evidentes en el PNAA. Dicha heterogeneidad en sus respuestas y las contradicciones que se presentan en las percepciones

de usuarios son resultado de vacíos en su conocimiento y en la escasa concientización sobre la problemática de una especie invasora en área natural protegida.

Palabras clave: especies invasoras, pez león, percepciones, buzos langosteros, buzos no comerciales.

## 5.2. INTRODUCCIÓN

Las invasiones biológicas son la segunda causa de extinción después de la pérdida de hábitat. Los impactos ecológicos de las especies invasoras pueden ser positivos o negativos [1]. Entre los negativos se encuentran el desplazamiento de nicho, la depredación, la competencia, y la destrucción del hábitat [2]. Por otro lado, las invasiones también podrían influenciar en aspectos positivos, tales como el mantenimiento y supervivencia de algunas especies [3]. Las especies invasoras también impactan en la economía y tales impactos pueden ser en pro del crecimiento económico o perjudicial. Se estima que en varios países la suma por daños materiales y costos de control crean gastos de billones de dólares, pero también han repercutido positivamente para la economía [4]. No obstante, los impactos negativos al ecosistema siguen presentes, sobre todo en ecosistemas deteriorados.

Debido al amplio espectro de los impactos ecológicos y económicos de las especies invasoras, los usuarios de los recursos tienen diferentes percepciones hacia ellas. Generalmente, dichas percepciones dependen del uso o valor de la especie [5]. Las especies que son aprovechadas económicamente son consideradas buenas para el ecosistema, inclusive las atractivas o estéticas no son consideradas un problema ambiental y los usuarios ofrecen resistencia a las campañas de control o erradicación [6].

La invasión biológica del pez león (*Pterois volitans*) se ha diseminado por el Océano Atlántico Occidental y Mar Caribe y se ha favorecido por la falta de depredadores, su amplia distribución larval y adaptación al hábitat [7]. El primer reporte en México sobre el pez león fue en 2009 en arrecifes de Cozumel y a finales de 2009 se registró en el sureste del Golfo de México frente a la costa de Yucatán [8]. En 2012 se detectó en Veracruz [9] y en 2015 en Tabasco [10].

El pez león es un depredador generalista y voraz que afecta la estructura de las comunidades de peces nativos [11]. En las Bahamas, se determinó que su dieta incluye 41 especies de peces teleósteos, además de invertebrados, Puede reducir un 79 % el reclutamiento de peces en un arrecife [12]. En el Océano Atlántico no se ha detectado un depredador natural del pez león; no obstante, hay registros de grandes especies de meros con pez león en sus estómagos [13] y su introducción ha significado que desplace a otros depredadores colocándose como depredador tope de la red trófica [14]. En consecuencia, el pez león podría estar ocupando el nicho de los depredadores nativos. Su invasión, en sinergia con la sobrepesca, podría ya estar ocasionando un problema ecológico. Otro efecto es el cambio de fase que puede provocarse al deteriorar las comunidades de peces herbívoros, los cuales controlan las algas que compiten con el coral. Dicho cambio de fase podría resultar en una reducción de la complejidad de los ambientes coralinos [15]. Si no se atiende la invasión del pez león podría resultar catastrófico para el ecosistema marino, y podría traer consecuencias graves a las comunidades humanas que dependen de los arrecifes [16]

Los esfuerzos para controlar al pez león se han enfocado en su extracción del medio marino. Sin embargo, para que tal procedimiento sea efectivo la extracción debe ser sistemática con la participación de los usuarios locales [17]. Para involucrar a los usuarios locales se han implementado torneos de pesca y campañas de ciencia ciudadana [18,19, 20]. También, se ha fomentado la creación de mercados para el consumo de su carne [21]. Dentro de estas campañas de control es necesario el análisis de las percepciones de los usuarios, ya que conocerlas es fundamental para motivar su participación y permanencia [22,23]. Consecuentemente, el análisis de las percepciones hacia el pez león debe ser un objetivo en la implementación de campañas de remoción.

En el sureste del Golfo de México se han realizado iniciativas de ciencia ciudadana que involucran a los usuarios en la participación como voluntarios en campañas de remoción y monitoreo, enfocándose en la educación ambiental, colección de datos y manejo de pez león a buzos-langosteros bajo la supervisión de investigadores profesionales [19]. No obstante, las percepciones de estos usuarios no han sido analizadas, ni comparadas con la

de otros grupos de usuarios. El objetivo de este trabajo fue analizar la percepción de dos grupos de usuarios (buzos langosteros y buzos no comerciales) del Parque Nacional Arrecife Alacranes (PNAA) sobre el pez león como una amenaza al ecosistema y sus actividades subacuáticas. El conocimiento sobre las percepciones de estos grupos contribuirá a la creación de estrategias de control y de futuras investigaciones relacionadas con el manejo y aprovechamiento del pez león.

### 5.3. MÉTODOS

#### 5.3.1 Área de estudio

Arrecife Alacranes se localiza a 140 km de Puerto Progreso, Yucatán (22° 21' 55'' N; 89° 36' 47'', 89° 47' 53''O) [24,25]. Es un complejo arrecifal que cubre un área total de 293 km<sup>2</sup> con una longitud y anchura de 26.5 km y 14.8 km y constituye el arrecife más grande del sureste del Golfo de México [26]. El Parque Nacional Arrecife Alacranes (PNAA) se decretó el 5 de junio de 1994. Tiene cinco islas: Desterrada, Muertos, Pérez, Pájaros y Chica. Presentan una vegetación de tipo duna costera formada por plantas pioneras. Las corrientes marinas se dirigen al oeste y los vientos dominantes son más intensos entre octubre y marzo [27] provenientes del este y noreste a los cuales se suman los efectos de tormentas tropicales, huracanes y nortes [28]



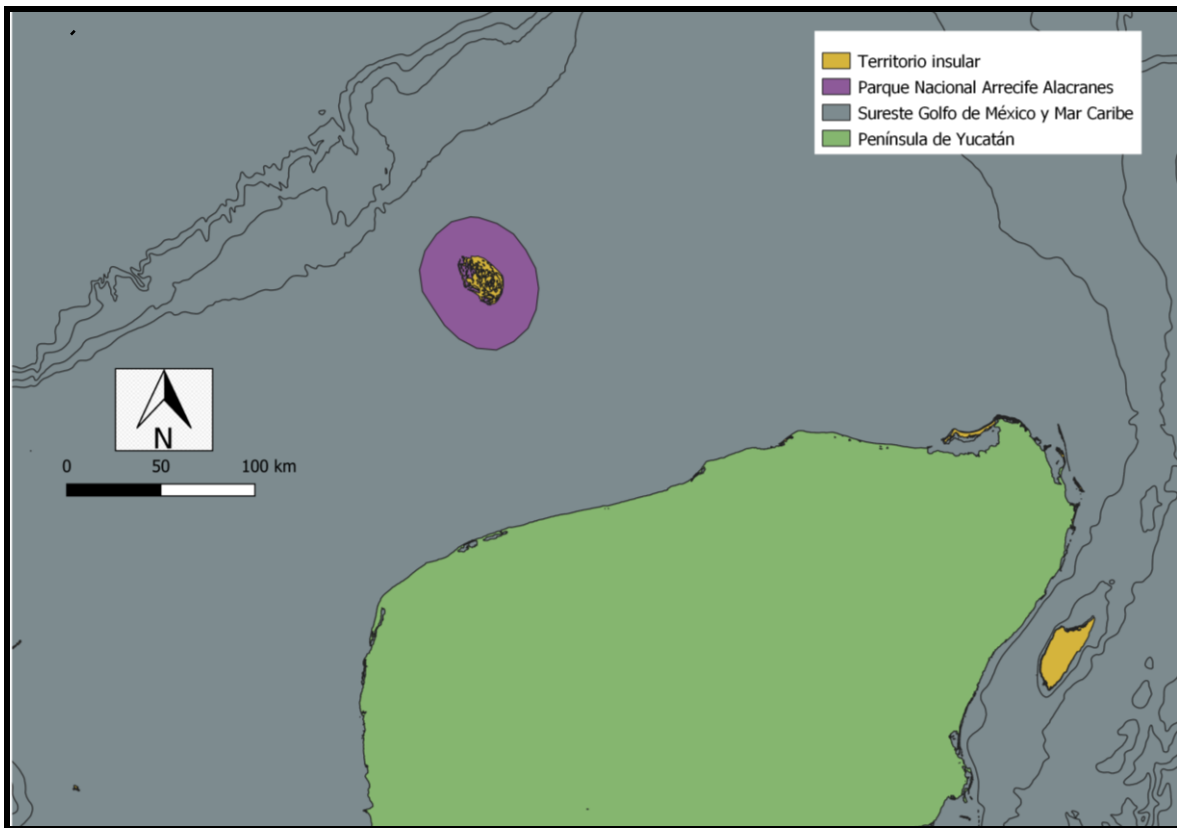


Figura 1. Ubicación del Parque Nacional Arrecife Alacranes, frente a la costa norte de la Península de Yucatán, México.

Fuente: Elaboración propia.

### 5.3.2. Actividades humanas en Parque Nacional Arrecife Alacranes

Las actividades humanas en PNAA son escasas y se limitan a la pesca comercial y deportiva, el buceo científico, recreativo y el comercial [29]. En el 2006 en PNAA trabajaban por concesión cuatro cooperativas pesqueras de langosta de la cual dependen aproximadamente 230 pescadores. La mayoría de estos pescadores son provenientes de comunidades ex-henequeneras mayas, principalmente de Timucuy, Bocobá y Calcachén [26]. Esta particularidad se debe a la crisis henequenera en Yucatán (1970), donde la fuerza de trabajo rural migró hacia el sector pesquero. Esta composición sociodemográfica ha sido ignorada en las políticas públicas y en las políticas de manejo de recursos [30]. Otras actividades son el buceo recreativo, la pesca deportiva, la observación de aves y el

campismo [26]. Se desconoce el número de embarcaciones y número de turistas que acampan en la isla y los navíos que anclan dentro de los límites del parque.

### 5.3.3 Selección de la muestra

Se determinó a los participantes de cada grupo de la siguiente manera: (1) Buzos langosteros: son pescadores concesionados a la pesca comercial de langosta dentro de los límites del PNAA; (2) Buzos no comerciales: personas que realizan actividades subacuáticas recreativas distintas a la pesca comercial dentro de los límites del PNAA o que tenga un antecedente de bucear en el PNAA. También, se incluyó a los instructores de buceo que presten servicios turísticos dentro de los límites del PNAA.

Para la muestra de buzos langosteros, se utilizó un muestreo no probabilístico de cuotas que se fijaron de acuerdo con estudios similares [31, 32, 33]. Para los buzos no comerciales se utilizó un muestreo no probabilístico de bola de nieve y el criterio de selección fue que sean buzos que frecuenten el PNAA debido a que los de mayor experiencia son clave para mejores resultados [34,35]. Se obtuvo una muestra de 25 buzos langosteros y una muestra de 13 buzos no comerciales (recreativos).

En este estudio hubo dos limitantes: (1) la falta de datos que proporcionen un tamaño de muestra y (2) las limitantes físicas y administrativas del área natural protegida (PNAA). La lejanía del PNAA de la costa de Yucatán limita el acceso público, además, cuenta con restricciones pesqueras que solo permiten la entrada a dos cooperativas de pescadores. Dichas cooperativas solo cuentan con un número pequeño de pescadores activos.

### 5.3.4 Instrumento

Se realizó una prueba piloto para adecuar el vocabulario empleado en las preguntas del cuestionario y para verificar la extensión y tiempo de administración. Este pilotaje se realizó con una parte de los buzos langosteros y los buzos no comerciales que tuvieran actividades subacuáticas en el PNAA. Para evitar la duplicación en el estudio final, se tomaron los nombres de los encuestados y se realizó una lista de los sujetos a los que se aplicó la prueba piloto.

El cuestionario mixto aplicado se elaboró con preguntas abiertas y cerradas de tipo escala Likert, y de comparación pareada o “Damage Schedule” (Anexo I). El instrumento consistió en tres secciones: (1) La primera documentó aspectos básicos del pez león, tales como su aprovechamiento, sobre su toxicidad, y hábitos alimenticios, y conocer el estado de su conocimiento ante estos aspectos clave y poder identificar las necesidades de información de cada grupo. (2) La segunda fue de preguntas escala de tipo Likert del uno al cinco donde se documentó su opinión acerca del pez león como una amenaza a sus actividades, y al ecosistema, donde 1 corresponde a totalmente en desacuerdo y 5 a totalmente de acuerdo [36, 37, 38]. Esta sección fue para identificar por medio de una escala numérica como los usuarios de los distintos grupos perciben al pez león. (3) La tercera consistió en una comparación pareada (“Damage Schedule”) de distintas problemáticas relacionadas con el PNAA [39, 40, 41]. Se preguntó su opinión al comparar la invasión del pez león con otras problemáticas del PNAA, tales como encallamientos, pesca furtiva, y turismo no controlado. Tales problemáticas se tomaron del plan de manejo del PNAA [26]. Esta comparación sirvió para identificar la percepción general del problema de la invasión del pez león ante otras problemáticas ambientales relevantes.

#### 5.3.5. Trabajo de campo

Se hizo trabajo de campo de Julio 2017-Mayo 2018, incluyendo el pilotaje del instrumento. La dinámica para las encuestas se realizó conforme a las actividades pesqueras de langosta. Se consideró la temporada de veda de langosta como pauta para cambiar las zonas de aplicación del cuestionario cara a cara con los pescadores. Con respecto a los buzos no comerciales, las encuestas posteriores al pilotaje se realizaron de manera electrónica [42] por medio de una herramienta electrónica llamada Google Forms (Anexo II).

#### 5.3.6. Análisis de datos

Para la sección de datos sociales, se utilizó estadística descriptiva para resumir las características de los encuestados y  $\chi^2$  para determinar si existen diferencias en los grupos de edades y los años de experiencia. Para las respuestas de la primera sección, se utilizaron gráficas de porcentajes para resumir las respuestas abiertas de los entrevistados. Para la segunda sección, se usaron gráficas de porcentajes de las respuestas y se utilizó la prueba

no paramétrica U de Mann-Whitney para grupos independientes para comparar las opiniones de los dos grupos de usuarios. Para todos los análisis, se usó un alfa de 0.05 como criterio de rechazo [20,43]. Las gráficas y los análisis estadísticos se realizaron con el programa IBM SPSS 22.

Para la comparación pareada o Damage Schedule, se utilizaron tablas con los 5 escenarios. Para cada escenario elegido se colocó 1, de lo contrario 0. Las columnas se sumaron para representar las puntuaciones de preferencias individuales para cada escenario (Tabla 3). Estas puntuaciones de preferencia se agregaron a la de todos los encuestados de la muestra. Para simplificar estos valores agregados se normalizaron a una escala de 0 a 100 utilizando un método proporcional, donde 0 indica el escenario que nunca fue elegido y 100 el escenario elegido como el más importante. La correspondencia entre cualquiera de dos series de escala de valor derivadas de las opiniones de los distintos grupos, se estimó en términos de sus correlaciones usando el coeficiente de correlación de orden de rangos de Kendall. La T de Kendall varía de 1 (que indica un acuerdo perfecto) hacia -1 (que indica un desacuerdo perfecto) ( $\alpha= 0.05$ ). El coeficiente de concordancia de Kendall se utilizó para determinar si hay un acuerdo entre las elecciones de los grupos. Este coeficiente va de 0 a 1, donde 1 indica un acuerdo perfecto [44].

## 5.4. RESULTADOS

### 5.4.1. Características socioeconómicas de los grupos

Se realizaron 25 encuestas semi-estructuradas a buzos langosteros y 13 a buzos no comerciales para un total de 38 encuestas. Los grupos de buzos difieren en edad ( $X^2= 14.8$ ,  $p < 0.05$ ) y en experiencia buceando en el PNAA ( $X^2= 26.5$ ,  $p < 0.05$ ). Los buzos langosteros estuvieron compuestos por edades mayores a 50 años (64%), mientras que los buzos no comerciales fueron individuos entre 20-30 años (61%) (Figura 4). Los buzos langosteros tienen mayor experiencia (44%) que va de los 31-40 años. Los buzos no comerciales están conformados por buzos con menor número de años visitando arrecife alacranes con un 93% que se encuentra entre 1 a 10 años de experiencia, solo el 7% pertenece a la categoría 11-20 años (Figura 5). El grado de estudios de buzos comerciales se distingue por el 92% que cuenta con algún grado de educación primaria, y un 8% no

estudio. Los buzos no comerciales se componen de un 70% de individuos con nivel licenciatura y 23% con posgrado (Figura 6).

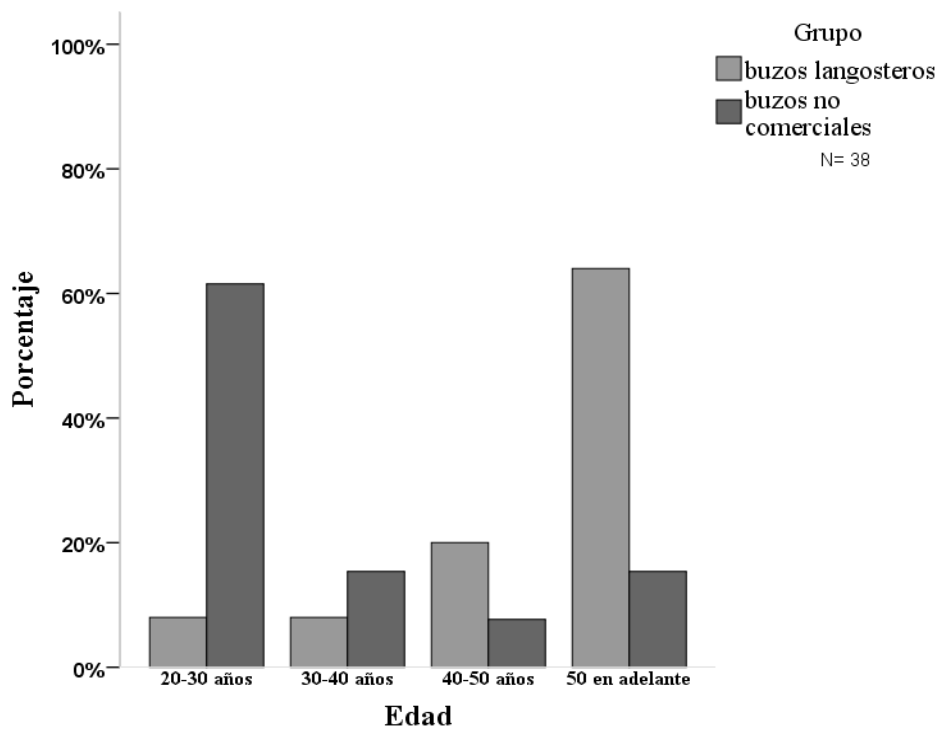


Figura 2. Clases de edades de los grupos encuestados sobre su edad.

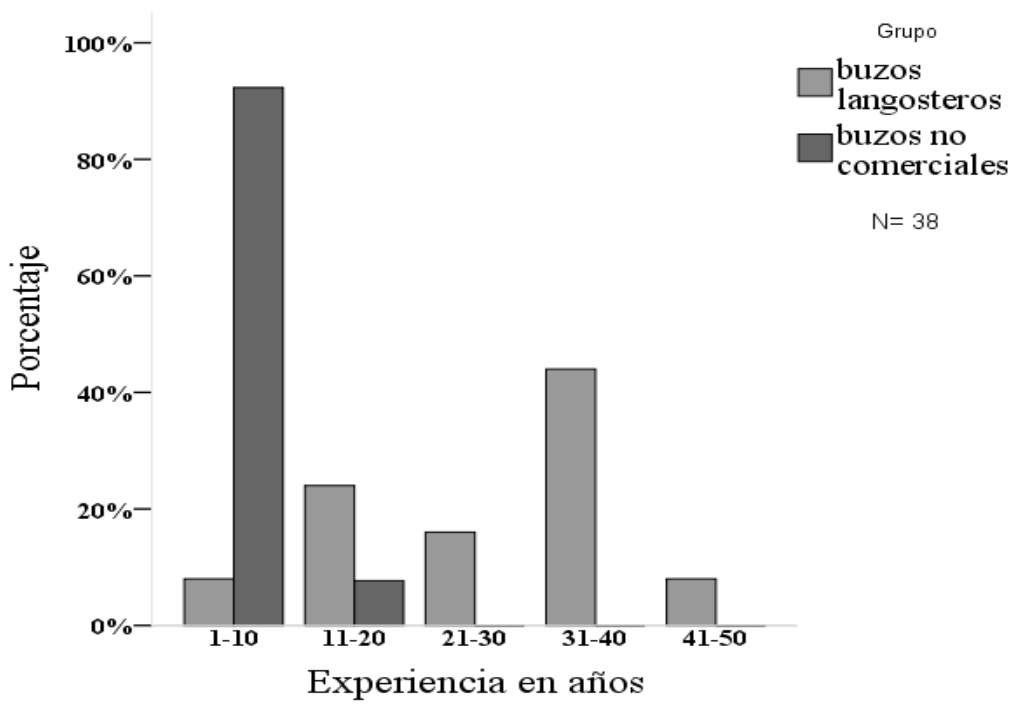


Figura 3. Los años de experiencia en buceo en el PNAA

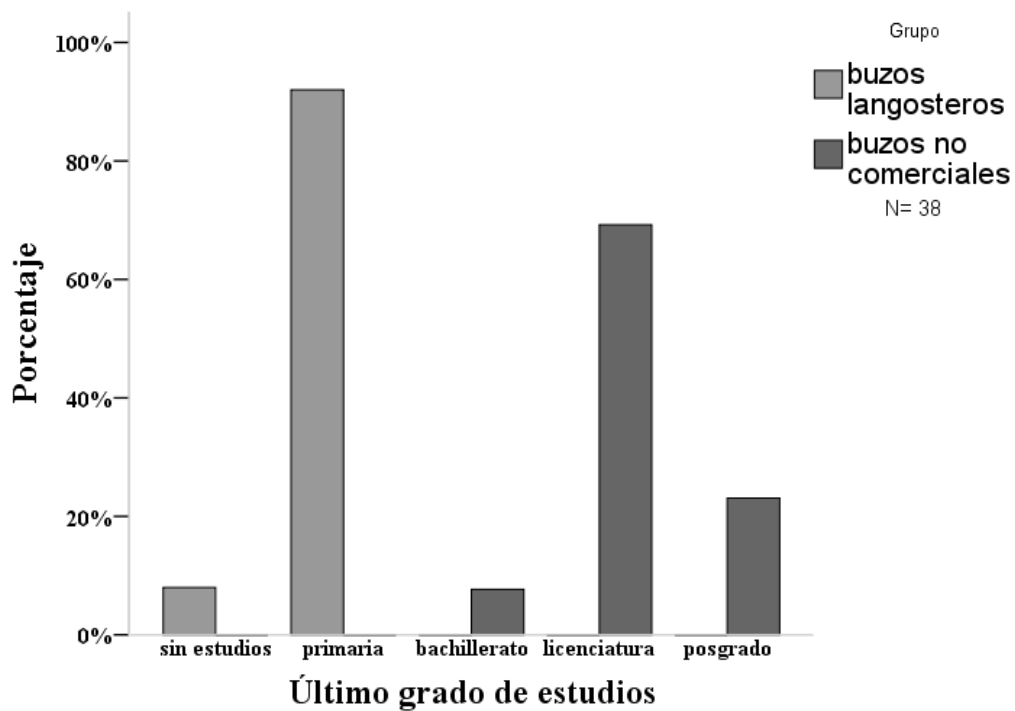


Figura 4. Nivel de estudios de los buzos encuestados

#### 5.4.2. Conocimiento del pez león

El 100 % de los encuestados conoce al pez león y el 100% de los buzos no comerciales manifestó saber que el pez es venenoso al igual que el 84% de los buzos langosteros. Las respuestas de este último grupo fueron más heterogéneas, con un 12% asegurando que ignoran la cualidad venenosa del pez león y un 4 % contestó que el pez no es venenoso. En cuanto a la alimentación del pez león, las respuestas fueron heterogéneas también. En el grupo de los buzos langosteros se abarcaron todas las categorías, mientras que los buzos no comerciarles se concentraron en solo dos categorías (Figura 7). Todos los encuestados conocen algún tipo de aprovechamiento para el pez león. Sin embargo, el grupo que en su mayoría mencionó que se puede aprovechar todo el pez es el de los buzos no comerciales (figura 8).

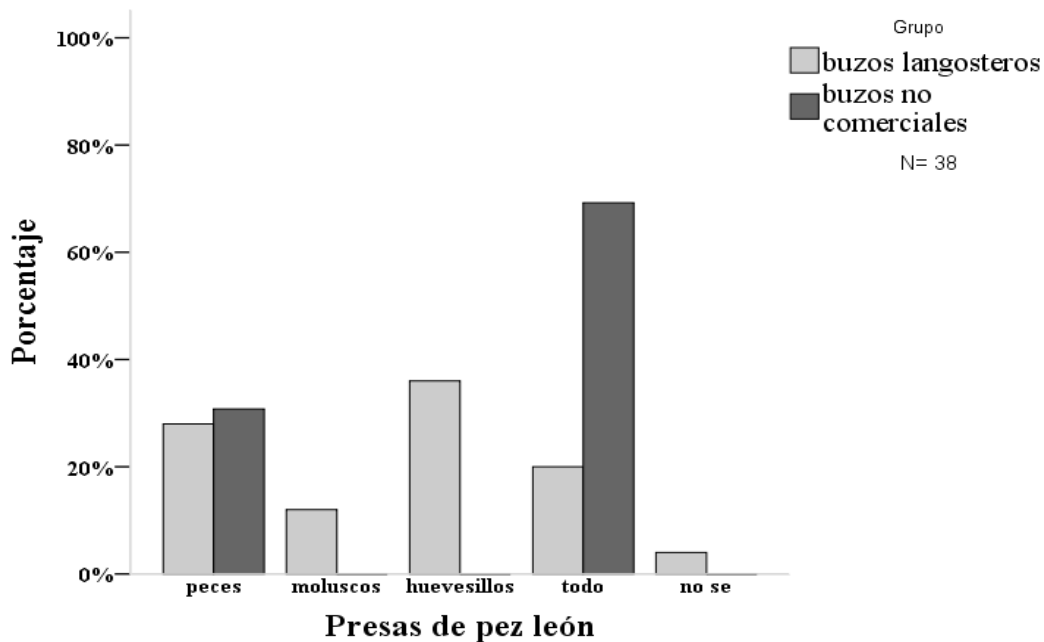


Figura 5. Categoría de las presas mencionadas por los encuestados.

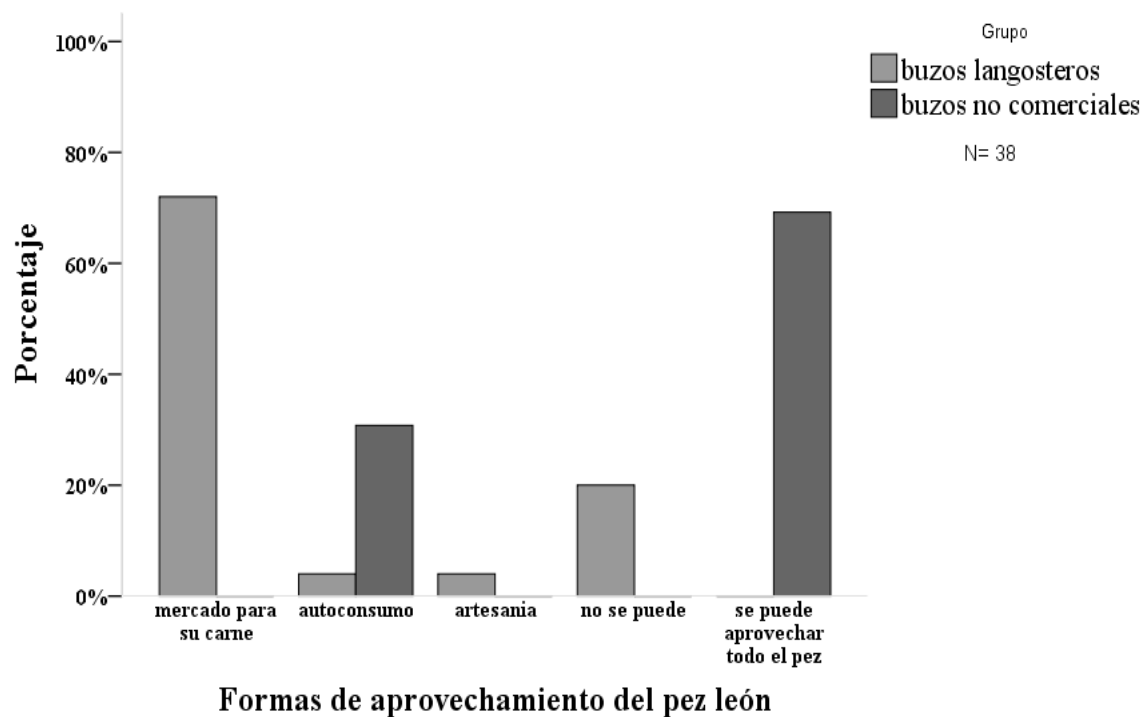


Figura 6. Categorías de las respuestas de buzos respecto al aprovechamiento del pez león

#### 5.4.3. Percepción del pez león

Las respuestas sobre la percepción hacia el pez león en PNAA fueron diversas (Tabla 2). Se cuestionó por la percepción de su invasión como una amenaza a la pesca. Las respuestas entre los grupos fueron iguales ( $U=162.50$ ,  $p > 0.05$ ). Además, no hubo diferencias significativas en las opiniones de los grupos cuando se cuestionó si se debiera controlar la población del pez león ( $U= 121.30$ ,  $p > 0.05$ ). No hubo diferencia significativa en las respuestas si es posible erradicar por completo al pez león ( $U=113$ ,  $p > 0.05$ ). Las respuestas fueron significativas en las preguntas referentes a la amenaza física del pez león hacia los buzos ( $U=75$ ,  $p= 0.006$ ), el pez león como limitante para las actividades acuáticas ( $U= 91$ ,  $p=0.024$ ), como perjuicio para la economía del usuario ( $U= 31$ ,  $p=0.0009$ ), como amenaza ambiental directa hacia al PNAA ( $U=76.50$ ,  $p= .002$ ), y como amenaza ambiental a la costa yucateca ( $U= 96.5$ ,  $p= 0.015$ ).



Tabla 2. Porcentajes de respuesta sobre la percepción de los grupos de usuarios ante la invasión del pez león en el Parque Nacional Arrecife Alacranes.

Escala Likert	1		2		3		4		5	
Preguntas	BL	BNC	BL	BNC	BL	BNC	BL	BNC	BL	BNC
¿Usted cree que el pez león es una amenaza para la pesca?	0	0	0	0	4%	8%	20%	15%	76%	77%
¿Usted cree que el pez león es una amenaza física para los buzos?	4%	8%	20%	38%	8%	38%	24%	15%	44%	0
¿Usted cree que el pez león limitará sus actividades subacuáticas en Arrecife Alacranes?	16%	23%	12%	31%	8%	31%	20%	8%	44%	8%
¿Usted cree que el pez león es perjudicial en su economía?	0	23%	4%	15%	8%	31%	20%	31%	68%	0
¿Usted cree que el pez león es una amenaza ambiental para el futuro de arrecife alacranes?	0	0	0	0	4%	15%	12%	54%	84%	31%
¿Usted cree que el pez león es una amenaza ambiental para la costa yucateca?	0	0	0	0	4%	8%	16%	54%	80%	38%
¿Usted cree que se deba controlar al pez león?	0	0	0	0	0	8%	44%	8%	56%	85%
¿Usted cree que sea posible erradicar al pez león?	12%	15%	12%	8%	16%	54%	32%	15%	28%	8%

Escala Likert: (1) completamente en desacuerdo; (2) en desacuerdo; (3) no sé; (4) de acuerdo; (5) completamente de acuerdo. Categorías: (BL) buzos langosteros, (BNC) buzos no comerciales.

#### 5.4.4. Comparación pareada

Se encontró como problemática mayor para el grupo de los buzos langosteros la invasión de pez león, mientras que los buzos no comerciales eligieron un mayor número de veces al turismo no controlado como una problemática más dañina (Tabla 2). La problemática de la invasión del pez león se percibe de distinta forma para los buzos no comerciales que los buzos langosteros (Fig. 7). Para la determinación de la correlación entre las respuestas de cada grupo a dichas problemáticas, se encontró que los coeficientes Tau de Kendall no son significativos, siendo solo la invasión del pez león correlacionada significativamente de manera negativa (Tabla 3).

Tabla 3. Problemáticas pareadas A, B, C, D con la suma agregada de todos los encuestados, y en paréntesis el número proporcional a 100, según la técnica de Dunn-ranking.

Actividad dañina	Buzos Langosteros	Buzos no comerciales
(A) Pesca furtiva	32 (42)	22 (56)
(B) Encallamiento de barcos	26 (34)	14 (35)
(C) La invasión del pez león.	47 (62)	13 (33)
(D) Turismo no controlado	46 (61)	23 (58)

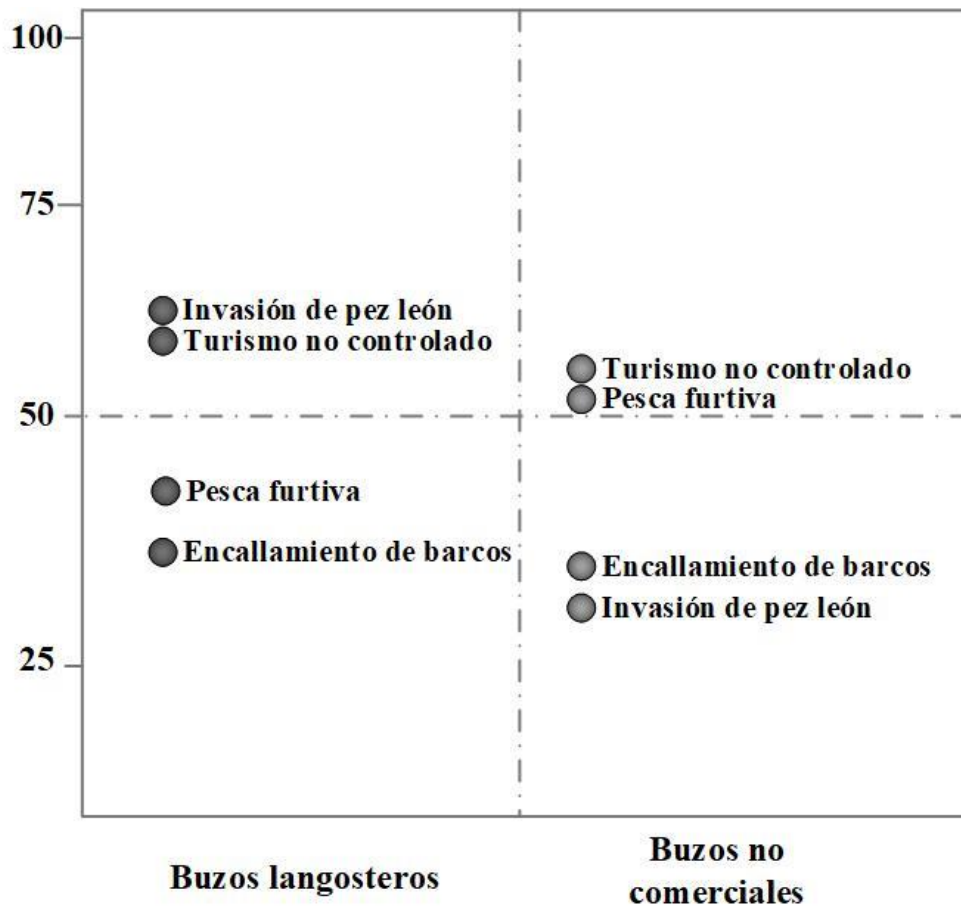


Figura 7. Escala de las elecciones de los encuestados. Se encuentran de 0 a 100 las problemáticas que consideró cada grupo como más dañina.

Para la distribución de las respuestas entre todos los encuestados se realizó la prueba de concordancia de W de Kendall. El valor del coeficiente fue de 0.087 ( $P < 0.05$ ) por lo que el acuerdo entre los encuestados es bajo (Tabla 4).

Tabla 4. Coeficiente de correlación Tau b de Kendall entre los dos grupos sobre la invasión del pez león en comparación con otras problemáticas ambientales en el PNAA.

<b>Coeficiente de correlación Tau b de Kendall</b>		
	Tau b de Kendall	Sig.
Problemáticas		
Pesca furtiva	.198	.151
Encallamiento de barcos	.027	.861
Invasión del pez león	-.397	.005
Turismo no controlado	.141	.492

Tabla 5. Coeficiente de concordancia en la distribución de las respuestas de todos los usuarios

<b>Estadísticos de prueba</b>	
N	38
W de Kendall <sup>a</sup>	.087
Chi-cuadrado	9.867
gl	3
Sig. asintótica	.020

a. Coeficiente de concordancia de Kendall

## 5.5. DISCUSIÓN

El entendimiento de la percepción pública sobre el ecosistema marino, y la relación entre el océano y la sociedad, es un componente importante para el manejo sostenible de recursos marinos. Este componente es una herramienta importante para identificar las similitudes y diferencias de opinión entre usuarios de los recursos, como son los buzos langosteros y los buzos no comerciales. Recientemente, la investigación científica sobre percepciones

públicas del ecosistema marino ha aumentado y al mismo tiempo han surgido como indicadores para manejadores y científicos [45].

El presente estudio en el Parque Nacional Arrecife Alacranes sobre la percepción de buzos langosteros y buzos no comerciales sobre la invasión del pez león exploró la opinión de estos dos grupos sobre la problemática de su invasión. En general, la percepción de los usuarios ante la invasión del pez león fue heterogénea. Las características sociales de los grupos de usuarios encuestados son distintas. El nivel de estudios de buzos langosteros es educación básica, mientras que el de los buzos no comerciales es de distintos niveles de educación, desde nivel medio superior hasta posgrado. Batista de Andrade y Soares [33] determinaron que el nivel socioeconómico y el nivel de educación académico entre pescadores y buzos recreativos en Brasil es distinto lo que refleja sus diferencias de opinión sobre la importancia de la efectividad de áreas naturales protegidas. En el caso de la percepción de usuarios sobre el pez león no refleja una diferencia el nivel de estudio del usuario [46] sino más bien se relaciona con los años de experiencia buceando [47]. Todos los usuarios manifestaron un conocimiento sobre las características venenosas del pez león y sobre su viabilidad aprovechamiento para consumo humano. No obstante, hubo diferencia entre respuestas en algunas categorías, como en las formas de aprovechamiento, donde los buzos no comerciales manifestaron que la carne del pez león pudiera aprovecharse no solamente como consumo sino también en la agroindustria. Esto puede deberse a que los buzos no comerciales pueden estar más en contacto con los medios de difusión y las tecnologías de la información lo que incrementa su conocimiento. Carballo-Cárdenas [48] argumentó que una cobertura mediática sobre el pez león en el Mar Caribe ha fomentado que el público conozca más sobre la invasión. En el PNAA, los buzos langosteros al ya contar con experiencias pasadas como recolectores de peces león en campañas de ciencia ciudadana [19], manifestaron una gran noción sobre aprovechamiento del pez en otras áreas de la península de Yucatán.

Carrillo-Flota y Aguilar-Perera [23] compararon la percepción de consumidores, restauranteros, y pescadores sobre el pez león en el Caribe Mexicano. Los pescadores manifestaron mayor preocupación del pez león como amenaza al ecosistema marino. En el

PNAA, los buzos langosteros consideraron al pez león como una problemática más dañina en comparación con otras, mientras que los buzos no comerciales lo consideraron menos dañino que otras problemáticas más conspicuas como encallamiento de barcos, sobrepesca, y turismo no controlado. En Cozumel, Malpica-Cruz *et al.* [47] realizaron un estudio sobre las percepciones de turistas en actividades subacuáticas y sustentan que los buzos con menos años de experiencia son más propensos a subestimar las consecuencias ambientales de la invasión del pez león. En contraste, los buzos recreativos con más experiencia están comprometidos con su actividad y son menos propensos a bucear en sitios con alta densidad del pez.

Identificar la percepción de los usuarios sobre la invasión del pez león en áreas naturales protegidas es importante, ya que ésta moldea las acciones de los usuarios para fomentar la conservación biológica de las áreas [33]. Incluso, ésta puede influenciar otras medidas de conservación que no están meramente ligadas a la invasión. Dichas percepciones influyen en la toma de decisiones. Vélez *et al.* [49] documentaron la percepción de pescadores hacia la implementación de zonas exclusivas para la conservación en un área natural protegida en el Caribe mexicano, y encontraron que una limitante que preocupa a un porcentaje de pescadores es la incertidumbre de la invasión del pez león al no ser capturado en el área natural. En general, los buzos pescadores en varias localidades geográficas del Océano Atlántico son conscientes sobre la amenaza que representa el pez león [19, 23, 46, 49].

En el PNAA, el pez león fue percibido como una amenaza a la salud de los buzos langosteros debido al riesgo por pinchadura al capturar langosta en cavidades del arrecife coralino. Los buzos langosteros manifestaron este riesgo como una limitante para llevar a cabo sus actividades. Esta aseveración fue similar a la de buzos langosteros de las Bahamas, que aseguran que pierden tiempo en el esfuerzo de captura de langosta evitando al pez león [50]. En el PNAA, los buzos langosteros han recibido orientación previa para manipular al pez león y también han participado en campañas de recolecta del pez león en 2012 [19]. Sin embargo, no hubo un seguimiento ni monitoreo de sus percepciones recientes de estos buzos y tampoco la comparación con la opinión de los buzos no comerciales.

En el PNAA, tanto los buzos-langosteros como los buzos no comerciales concuerdan que es necesario un control de la invasión del pez león. No obstante, los buzos no comerciales desconocen que la erradicación del pez del arrecife sea posible mientras que los buzos langosteros consideran que sí es posible. La erradicación del pez león del arrecife invadido es prácticamente poco probable [51] debido a que el pez puede vivir más allá de 100 m de profundidad. El control focalizado a través de remoción de peces por extracción pudiera ser efectiva [17]. Chagaris *et al.* [52] afirman que incluso una remoción pequeña pero constante de pez león puede ayudar a las comunidades de peces nativos. Si tal remoción es constante en puntos focalizados del arrecife coralino se podría disminuir la densidad del pez león.

En el Mar Caribe, las acciones relacionadas con la problemática de la invasión del pez león se han centrado en campañas de ciencia ciudadana, torneos de pesca y la extracción del pez para su consumo humano. La creación de un mercado de su carne que es comestible podría mejorar la calidad de vida de las comunidades humanas involucradas en el manejo de los recursos marinos de las regiones invadidas [19, 53, 54, 21].

En el Mar Mediterráneo, otra especie de pez león se encuentra en fase de invasión. *Pterois miles* tiene características biológicas y ecológicas similares a las de *P. volitans* [55]. *P. miles* se encontró por primera vez en 1991 y no se volvió a registrar hasta 2012 [56] y su invasión ha incrementado [57]. Así como en el Océano Atlántico y Mar Caribe con *P. volitans*, la invasión de *P. miles* en el Mediterráneo se ha abordado de una manera similar. Se iniciaron campañas para la concientización de la amenaza por su invasión y se documentó las percepciones de los usuarios hacia el *P. miles* [56-58]. En consecuencia, la participación de voluntarios para detectar al pez y también para recolectarlo ha sido fundamental.

En el Mediterráneo, la mayoría de los pescadores buzos entrevistados lograron identificar claramente a *P. miles* como una amenaza para el ecosistema marino [59]. Sin embargo, se ha encontrado que, como sucede en con los usuarios en el Océano Atlántico, las percepciones son heterogéneas [60, 59]. Así como en el sureste del Golfo de México con *P. volitans*, la expansión de *P. miles* es relativamente reciente, por lo que la información aún

no permea completamente en los usuarios que presentan contradicciones en sus percepciones. En el Mediterráneo, Azurro y Bariche [59] afirman que un porcentaje de pescadores no sabe o no considera una amenaza a *P. miles*. En contraste, en el Golfo de México y Mar caribe, y en este trabajo, los usuarios perciben al pez león como una amenaza lo que podría significar un avance para la implementación de las estrategias de control. En el Mediterráneo, Ozbek *et al.* [61] mencionan que los pescadores consideran difícil de aprovechar a *P. miles* ya que su manejo es complicado debido a sus espinas venenosas, la dificultad de atraparlo con artes de pesca convencionales, y la incertidumbre del abastecimiento de la demanda que generaría abrir un mercado. La heterogeneidad de las respuestas, la incertidumbre ante un mercado, y la falta de conocimiento se puede revertir implementando acciones parecidas a las aplicadas en el Océano Atlántico. Por ejemplo, actividades integrales como la ciencia ciudadana, torneos de pesca, educación ambiental, y cobertura de la invasión en conjunto con la difusión de los medios, pueden catalizar una comunicación masiva e incentivar la participación voluntaria en las campañas [22]. Además, el uso de las redes sociales electrónicas puede ayudar a que los usuarios reporten avistamientos del pez león de una manera más eficaz [58].

En México, aún no hay disponibles herramientas ambientales que permitan incluir al pez león y su invasión dentro de la legislación ambiental y tampoco figura en la lista emitida de especies exóticas invasoras en México [62]. Sin embargo, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) ha implementado programas de financiamiento, como PROCODES (Programa De Conservación para el Desarrollo Sostenible), para atender la invasión del pez león en las costas de Yucatán, Veracruz y Quintana Roo Las acciones involucran la educación ambiental, el monitoreo, control, y aprovechamiento. Sin embargo, las instituciones gubernamentales no cuentan con los recursos humanos ni financieros suficientes para poder aplicar principios de precaución para evitar la entrada de especies invasoras [63].

En el PNAA, las estrategias empleadas como la educación ambiental, el monitoreo y control de la población del pez león, y el aprovechamiento deben incluir el análisis de las percepciones de los involucrados. Además, involucrar más a los buzos no comerciales, ya



que éstos pueden ser de ayuda para el monitoreo y la extracción del pez también, así mismo continuar el trabajo con la vinculación de los buzos langosteros que son los que más interactúan con el parque [20]. La capacitación en el manejo de la especie en los buzos no comerciales es necesaria para que en el mismo grupo se disemine la información. Una de las limitantes importantes para el PNAA es su lejanía de la costa, y ya que el pez león posee un rango amplio de distribución podría también establecerse cerca de la costa. En este sentido conocer las perfecciones únicamente de los buzos-langosteros del PNAA sería insuficiente. En consecuencia, es necesario considerar usuarios y voluntarios en puerto Progreso y el litoral de Yucatán para crear conciencia, diseminar información y conocimiento sobre el pez león. Una estrategia empleada para atender la invasión del pez león es fomentar su consumo humano [23, 64]. Si bien esta estrategia podría ser adecuada, es necesario ampliar los estudios sobre percepción de los usuarios que estarían implicados en toda la cadena de valor ya que, si se lograra construir una demanda, se tendría que llevar con objetivos claros que no resulten contrarios al objetivo de combatir la invasión [65].

## 5.6. CONCLUSIONES

Las características sociales de cada grupo de buzos difieren entre sí. Los buzos langosteros son un grupo caracterizado por individuos de una edad avanzada mientras que los buzos no comerciales en este estudio están compuestos por individuos de edades menores. Respecto a la experiencia buceando en PNAA los buzos langosteros poseen más años buceando en el sitio. Difieren en el nivel de estudios, los buzos langosteros solo poseen estudios de educación básica mientras que los buzos no comerciales poseen niveles de licenciatura o posgrado. En la comparación del conocimiento básico sobre el pez león, todos los encuestados afirmaron conocer al pez león, al igual que su cualidad venenosa, sin embargo hubo una pequeña proporción de los buzos langosteros que afirmaban que no es venenoso. Con respecto a su alimentación, y su aprovechamiento, ambos grupos señalaron que son piscívoros, sin embargo, la gran mayoría de los buzos no comerciales señaló que el pez león se alimenta de todo, mientras que los buzos langosteros diversificaron sus respuestas.

La percepción de los grupos ante el pez león es heterogénea; sin embargo, concuerdan que es una amenaza al ambiente y a sus actividades subacuáticas. Los buzos langosteros al tener

una percepción del pez león como una amenaza directa a su economía y actividades subacuáticas lo colocan como una problemática más dañina que otras más conspicuas como es el encallamiento de barcos, la pesca furtiva o el turismo no controlado. En contraste los buzos no comerciales lo colocan hasta abajo en comparación con las problemáticas anteriores lo que podría significar una subestimación de la incertidumbre de la invasión.

#### Agradecimientos

Agradecemos a buzos langosteros y buzos no comerciales que participaron en este trabajo. También, agradecemos al personal de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, en particular al Biól. Cristóbal Cáceres-G.Cantón, director del Parque Nacional Arrecife Alacranes por las facilidades otorgadas en la logística de este trabajo.

#### 7. REFERENCIAS

- [1] Bellwood D.R., Goatley c. H. R. 2017. Can biological invasions save Caribbean coral reefs? *Current biology* 27 (1), 13-14.
- [2] Thomsen S. M., Wernberg T., Schiel D. 2015. Invasions by non-Indigenous species, En: *Marine ecosystems: Human impacts on biodiversity, functioning and services*, (Eds.) Crowe T. P., Frid C. L. J. Cambridge University Press. Pp. 275-313.
- [3] Traveset, A. 2015. Impacto de las especies exóticas sobre las comunidades mediado por interacciones mutualistas. *Ecosistemas* 24 (1): 67-75.
- [4] Pimentel D. 2002. Introduction: Non-Native Species in the World, En Pimentel D. (Ed.), *Biological Invasions: Economic and Environmental Costs of Alien Plant Animal, And Microbe Species*. CRC Press, United States of America. Pp. 3-10.
- [5] Estévez R. A., Anderson C. B., Pizarro C., Burgman M. A. 2014. Clarifyng values, risk perceptions, and attitudes to resolve or avoid social conflicts in invasive species management. *Conservation Biology* 29 (1): 19-30.

- [6] Simberloff D., Marin J. L., Genovesi P., Maris V., Wardle D. A., Aronson J., Courchamp F., Galil B., García-Berthou E., Pascal M., Pysek P., Sousa R., Tabacchi E., Vila M. 2013. Impacts of biological invasions: what's what and the way forward. *Trends in Ecology and Evolution* 28(1): 58-66.
- [7] Schofield P.J. 2010. Update on geographic spread of invasion lionfishes (*Pterois volitans* [Linnaeus, 1758] and *P. miles* [Bennett, 1828]) in the western North Atlantic Ocean, Caribbean Sea and Gulf of Mexico. *Aquatic Invasions* 5: 117-122.
- [8] Aguilar-Perera A., Tuz-Sulub A. 2010. Non-native, invasive Red lionfish (*Pterois volitans* [Linnaeus, 1758]: Scorpanidae), is first recorded in the southern gulf of México, off northern Yucatán Peninsula, México. *Aquatic Invasions* 5: 9-12.
- [9] Santander-Monsalvo J., López-Huerta I., Aguilar-Perera A., Tuz-Sulub A. 2012. First record of the lionfish (*Pterois volitans* [Linnaeus, 1758]) of the coast of Veracruz, Mexico. *BioInvasions Records* 1:121-124.
- [10] Wakida-Kusunoki A.T., Amador del-Angel L. 2015. First record of the red lionfish, *Pterois volitans*, on the coast of Tabasco, Mexico. *Hidrobiológica* 25(2): 307-309.
- [11] Albins A. M., Hixon M. A. 2011. Worst case scenario long-term effects of invasive predatory fish (*Pterois volitans*) on Atlantic and Caribbean coral-reef communities. *Environ Biol Fish* 98(11): 1159-1157.
- [12] Albins M. A., Hixon M. A. 2008. Invasive Indo-Pacific lionfish *Pterois volitans* reduce recruitment of Atlantic coral-reef fishes. *Marine ecology progress series* 367: 233-238.
- [13] Mumby P.J., Harbone R.A., Brumbaugh D.R. 2011. Grouper as a natural biocontrol of invasive lionfish. *Plos One* 6(6): e21510.
- [14] Arias-González J., González-Gándara C., Cabrera J. L., Christensen V. 2011. Predicted impact of the invasive lionfish *Pterois volitans* on the food web of a Caribbean coral reef. *Environmental Research* 111: 917-925.

- [15] Lesser M. P., y Slattery M. 2011. Phase shift to algal dominated communities at mesophotic depths associated with lionfish (*Pterois volitans*) invasion on a Bahamian coral reef. *Biological Invasions*, 13(8), 1855–1868.
- [16] Morris J. A. Jr., Whitfield 2009. Biology, Ecology, control and management of the invasive Indo-Pacific lionfish: An Update integrated assessment. NOAA technical memorandum NOS NCCOS 99. 57 pp.
- [17] Frazer T. K., Jacoby C. A., Edwards A. M., Barry S. C., Manfrino M. C. 2012. Coping with lionfish: can targeted removals yield beneficial effects? *Reviews in Fisheries Science* 20(4): 185-191.
- [18] Ali F. 2011. Understanding the lionfish invasion in Bonaire to develop the best strategy for Trinidad y Tobago. *Gulf and Caribbean fisheries Institute* 64: 57-64.
- [19] López-Gómez M., Aguilar-Perera A., Perera-Chan L. 2014. Mayan diver-fishers as citizen scientists: detection and monitoring of the invasive red lionfish in the Parque Nacional Arrecife Alacranes, southern Gulf of México. *Biological Invasions* 16:1351-1357.
- [20] Scyphers B. S., Powers P. S., Akins J. L., Drymon M. J., Martin C. W., Schobernd H., Schofield P. J., Shipp R. L., Switzer T. S. 2015. The Role of Citizens in Detecting and Responding to a Rapid Marine Invasion. *Conservation Letters* 8(4): 242-250.
- [21] Chapman J. K., Anderson L.G., Gough C.L.A. Harris A.R. 2016. Working up an appetite of lionfish: A market-based approach to manage the invasion of *Pterois volitans* in Belize. *Marine Policy* 73: 256-262.
- [22] Carballo-Cárdenas E. C., Tobi H. 2016. Citizen science regarding invasive lionfish in Dutch Caribbean MPAs: Drivers and barriers to participation. *Ocean and Coastal Management* 133: 114-127.
- [23] Carrillo-Flota E. C., Aguilar-Perera A. 2017. Stakeholder perceptions of red lionfish (*Pterois volitans*) as a threat to the ecosystem and its potential for human consumption in Quintana Roo, Mexico. *Ocean and Coastal Management* 136: 113-119.

- [24] Kornicker L. S., Bonet F., Cann R., Hoskin C. M. 1959. Alacran Reef, Campeche, Bank, Mexico. *Institute of Marine Science* (6):1-22.
- [25] Bello-Pineda J., Liceaga-Correo M. A. 1998. Propuesta de un sistema de clasificación para los tipos de fondo del parque nacional arrecife alacranes compatible con una imagen lansat TM. *Proceedings Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 50: 191-205.
- [26] Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2006. Programa de Conservación y Manejo Parque Nacional Arrecife Alacranes. SEPRIM, 1 ed. México, D.F. Pp.168
- [27] Sanvicente-Añorve, L., Zavala-Hidalgo, J., Allende-Arandía, M. E., & Hermoso-Salazar, M. (2014). Connectivity patterns among coral reef systems in the southern Gulf of Mexico. *Marine Ecology Progress Series*, 498, 27-41.
- [28] Colás-Marrufo T., Tuz-Sulub A., Brulé T. 2002. Observaciones preliminares sobre la pesquería de meros (Serranidae: Epinephelidae) en el parque marino nacional “Arrecife Alacranes” Yucatán, México. *Proceedings Gulf and Caribbean fisheries institute* 53: 431-443.
- [29] Aranda A. D., Dominguez T. J. O. 1994. Arrecife Alacranes y sus pescadores. *Avance y perspectiva*. 13: 211-218.
- [30] Fraga J. 2004. Los habitantes de la zona costera de Yucatán: entre la tradición y la modernidad, en Rivera-Arriaga E, Villalobos G. J., Azuz-Adeath I., Rosado-May F. (Eds). *El manejo costero en México*. Universidad Autónoma de Campeche, SEMARNAT, CETYS-Universidad, Universidad de Quintana Roo. PP. 497-506.
- [31] Neis B., Schneider D. C., Felt L., Haedrich R. L., Fischer J., & Hutchings J. A. (1999). Fisheries assessment: what can be learned from interviewing resource users? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 56(10), 1949-1963.
- [32] Pereira-Lima F., Oliveira L. A., De Marco J. P. 2010. How are the lakes? Environmental perception by fishermen and alien fish dispersal in Brazilian tropical lakes. *Interciencia* 35 (2): 84-91.

- [33] Batista de Andrade, Soares O. M. 2017. Offshore marine protected áreas: Divergent perceptions of divers and artisanal fishers. *Marine Policy*, 76: 107-113.
- [34] Davis A., Wagner J. R. 2003. Who knows? On the importance of identifying experts when researching local ecological knowledge. *Human ecology* 31(3) 463-489
- [35] Newing H., Eagle C. Puri R., Watson C.W. 2011. *Conducting research in conservation: a social science perspective*. Park Square, Milton Park, Abingdon, UK: Routledge.
- [36] Sharp R. L., Larson L. R., Green G. T. 2011. Factors influencing public preferences for invasive alien species management. *Biological Invasion* 144: 2097-2104.
- [37] Engel T. M., Marchini S., Pont A. C., Machado R., Oliveira L. R. 2014. Perceptions and attitudes of stakeholders towards the wildlife refuge of Ilha dos lobos, a marine protected area in Brazil. *Marine Policy* 45: 45-51.
- [38] Pont A. C., Marchini S., Engel M. T., Machado R., Otto P. H., Crespo E. A., Coscarella M., Dalzochio S. M., Oliveira L. de R. 2016. The human dimension of the conflict between fishermen and South American sea lions in Southern Brazil. *Hydrobiologia* 770: 89-104.
- [39] Chuenpagdee R., Fraga J., Euán-Ávila J. I. 2002. Community perspectives towards a marine reserve: a case of study of San Felipe, Yucatán, México. *Coastal Management* 30: 1863-191.
- [40] Chuenpagdee R., Morgan L. E., Maxwell M.S., Norse E.A., Pauly D. 2003. *Frontier in Ecology and Environment* 1(1): 517-324.
- [41] Song A., Chuenpagdee R. 2013. The Damage Schedule approach, en Bavink M. et al. (Eds.), *Governability of fisheries and aquaculture; theory and applications*. MARE publication series 7. Springer. Pp. 279-299.
- [42] Hunt N., McHale S. 2007. A practical guide to the E-mail interview. *Qualitative Health Research*, 17 (10), 1415-1421.

- [43] Chase K. S., Levine A. 2016. Citizen Science: Exploring the potential of natural resource monitoring programs to influence environmental attitudes and behaviors. *Conservation letters*, 11 (2), 1-10.
- [44] Chuenpagdee R., Knetsch J. L., Brown T. C. 2001. Coastal management using public judgements, importance scales, and predetermined Schedule. *Coastal Management* 29: 253-2760.
- [45] Lotze H. K., Guest H., O’leary J., Tuda H., Wallace D. 2018. Public perception of marine threats and protection from around the world. *Oceans and coastal management*, 152: 14-22.
- [46] Harvey R. G., Mazzotti F. J. 2016. Public Knowledge, Attitudes, and Behaviors towards Invasive Lionfish: Pre and Post Campaign Surveys. Final Report to the Florida fish and wildlife commission, University of Florida.
- [47] Malpica-Cruz L., Haider W., Smith N. S., Fernández-Lozada S., Côté M. 2017. Heterogeneous attitudes of tourist toward Lionfish in the Mexican Caribbean: implications for invasive species management. *Frontiers in Marine Science* 4: 1- 15.
- [48] Carballo-Cárdenas E.C. 2015. Controversies and consensus on the lionfish invasion in the Western Atlantic Ocean. *Ecology and Society* 20(3): 24.
- [49] Vélez M., Adlerstein S., Wondolleck J. 2014. Fisher’s perceptions, facilitating factors and challenges of community-based no take zones in the Sian Kaán biosphere reserve, Quintana Roo, México. *Marine Policy*, 45: 171-181.
- [50] Henderson B. E. 2009. Economic and Ecological implications of interactions between lobsters and invasive lionfish in the Bahamas (Tesis de maestría), Universidad de Columbia Britanica, Canada.
- [51] Barbour A. B., Allen M. S., Frazer K. T., Sherman D. K. 2011. Evaluation the potential efficacy of invasive lionfish (*Pterois volitans*) removals, *Plos one*, 6 (5).

- [52] Chagaris D., Binion-Rock S., Bogdanoff A., Dahl K., Granneman J., Harris H., Mohan J., Rudd M. B., Swenarton M. K., Ahrens R., Patterson III W. F., Morris Jr. J. A., Allen, M. 2017. An Ecosystem-Based Approach to Evaluating Impacts and Management of Invasive Lionfish. *Fisheries*, 42(8), 421–431.
- [53] Cote I. M., Smith S. 2018. The lionfish *Pterois volitans* sp. Invasión: has the worst-case scenario come to pass? *Journal of Fish Biology*, 92: 660-689.
- [54] Bolaños N., Gonzalez A.M., Stephens D., Taylor E. 2014. Aportes de Colombia a los esfuerzos regionales de los países del Gran Caribe para el control del pez león. *Proceedings of the 66<sup>th</sup> Gulf and Caribbean fisheries institute*. Cropus Christi Texas, USA 8:168-172.
- [55] Morris Jr, J. A., Akins, J. L., Barse, A., Cerino, D., Freshwater, D. W., Green, S. J., Muñoz R. C., Paris C., Whitfield, P. E. 2009. Biology and ecology of the invasive lionfishes, *Pterois miles* and *Pterois volitans*. *Proceedings of the 61st Gulf and Caribbean Fisheries Institute, Gosier, Guadeloupe, French West Indies*.
- [56] Bariche M., Torres M., Azzurro E. A. 2013. The presence of the invasive Lionfish *Pterois miles* in the Mediterranean Sea. *Mediterranean Marine Science*, 14 (2): 292-294.
- [57] Jimenez, C., P., Andreou, A. V., Hadjioannou, L., Wolf, W., Koutsoloukas, N., Alhaija R. A. 2016. Veni, vidi, vici: The successful establishment of the lionfish *Pterois miles* in Cyprus (Levantine Sea). *Rapport Commission International Mer Mediterranee* 41, 417.
- [58] Bariche M., y Azzurro E. 2016. Enhancing early detection through social networks: a Facebook experiment. *Rapp. Comm. Int. Mer. Médit* 41, 413.
- [59] Azzurro E., y Bariche M. 2017. Local knowledge and awareness on the incipient lionfish invasion in the eastern Mediterranean Sea. *Marine and Freshwater Research* 68(10), 1950-1954.
- [60] Jiménez C., Andreou V., Hadjioannou L., Petrou A., Alhaija R. A., Patsalou P. 2017. Not everyone's cup of tea: Public perception of culling invasive lionfish in Cyprus. *Mediterranean Environment* 23 (1): 38-47.



- [61] Ozbek O. E., Mayrek S., Saygo I., Ozturk D. 2017. Lionfish distribution in the eastern Mediterranean Coast of Turkey. *Journal of Blacksea/Mediterranean Enviroment*, 23(1): 1-16.
- [62] Diario Oficial de la Federación. 2016. Lista de especies exóticas invasoras para México. [En línea]. 7 de Diciembre 2016. México [consultado 1 Enero 2017] en: [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5464456&fecha=07/12/2016](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5464456&fecha=07/12/2016).
- [63] Rendon H. E., Stoopen B. F. J., Hernandez H. B., Guerra E. M. Estrategias de atencion a especies ecoticas invasoras en áreas naturales protegidas de competencia federal en México, en: Born-Schmidt G., de Alba F., Parpal J., Koleff P. (Coord) principales retos que enfrenta México ante las especies exoticas, centro de estudios sociales y de opinión pública, México DF, 2017. Pp: 269-224.
- [64] Huth W. L., McEvoy D. M., Morgan O. A. 2018. Controlling an Invasive Species through Consumption: The Case of Lionfish as an Impure Public Good. *Ecological Economics* 149: 74-79.
- [65] Aguilar-Perera A. 2013. Eating lionfish: An effective solution to control its invasion? *Proceedings Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 65: 315-320.

## 6. RECOMENDACIONES

Es necesario continuar con estudios sobre la percepción pública con relación a la invasión del pez en la costa de Yucatán e incluir otros grupos como público en general, tomadores de decisiones y restauranteros. Es recomendable elaborar un plan de control de la invasión del pez león que incluya su extracción del medio marino a través de torneos de pesca y promover el valor nutricional de su carne para consumo humano. Es necesario también, proporcionar una guía para los manejadores de recursos y legisladores ambientales para fomentar la creación de instrumentos legales que reconozcan la presencia del pez león como especie invasora en México.

## 7. CONCLUSIONES GENERALES DEL PROYECTO

La investigación de la dimensión humana en los problemas ambientales es necesaria ya que en la actualidad las principales causas de estas están relacionadas con el humano. Las invasiones biológicas son un caso más de la modificación del ambiente derivada de la acción del hombre. Sin embargo, también es la acción del ser humano la que puede mitigar los efectos secundarios de introducir una especie fuera de su rango natural de distribución. En consecuencia esta tesis trabajó con la percepción de dos grupos humanos que realizan actividades subacuáticas en un área natural protegida, este tipo de investigaciones coadyuvan al entendimiento de un problema visto desde la perspectiva de las ciencias sociales. Dicho ejercicio resulta provechoso al reducir la incertidumbre que supone la dimensión social de los problemas ambientales. No obstante, tiene sus limitaciones.

En esta tesis las principales limitaciones fueron el tamaño de muestra, ya que el área de estudio al ser una zona protegida cuenta con restricciones pesqueras, que solo permiten a ciertas cooperativas pesqueras trabajar legalmente en esa zona, lo que redujo dramáticamente a los sujetos de estudio. Respecto a la búsqueda de buzos no comerciales por medio de la bola de nieve, se mencionó por los mismos buzos en varias ocasiones que una limitante para ellos es la lejanía del arrecife. No obstante, este trabajo presenta un panorama exploratorio sobre la percepción de los usuarios ante una invasión biológica.

Este trabajo tuvo como objetivo analizar la percepción de los buzos langosteros y los buzos no comerciales acerca de la invasión en el área natural protegida de arrecife alacranes. La percepción entre los grupos fue variada, sin embargo, coinciden que es una amenaza para el ambiente y sus actividades subacuáticas, siendo su percepción distinta en la comparación con otras problemáticas ambientales.

Es necesario darle un seguimiento a las percepciones de los usuarios, así como ampliar la zona geográfica de estudio. Esto permitiría engrosar el tamaño de muestra y poder hacer generalizaciones. Esta generalización será de utilidad para la aplicación de protocolos de control de la especie y de campañas de consumo. Las opiniones, percepciones, y

necesidades de conocimiento se verán reflejadas en los resultados de un muestreo más amplio y servirán para la aplicación en las campañas de control.

ANEXO 1

*Instrumento utilizado en las encuestas*

**PERCEPCIÓN DEL PEZ LEÓN EN EL PARQUE NACIONAL ARRECIFE ALACRANES**

**Datos generales del entrevistado**

**Folio (entrevistador):** \_\_\_\_\_

Nombre del entrevistado: \_\_\_\_\_

Sexo: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_ Ultimo grado de estudios: \_\_\_\_\_

Ocupación: \_\_\_\_\_ Años trabajando/visitando arrecife alacranes: \_\_\_\_\_

**Componente 1.- conocimiento de los aspectos básicos del pez león**

¿Conoce al pez león? \_\_\_\_\_

¿Desde qué fecha ha visto al pez león en sus zonas de buceo en alacranes? \_\_\_\_\_

¿El pez león es venenoso? \_\_\_\_\_

¿De qué se alimenta el pez león? \_\_\_\_\_

¿Sabe si el pez león se puede aprovechar económicamente? \_\_\_\_\_ ¿Cómo? \_\_\_\_\_

**Componente 2.- Percepción ante la invasión del pez león. Tache el círculo de su elección.**

1.- ¿Usted cree que el pez león es una amenaza para la pesca?

**Completamente en desacuerdo    en desacuerdo    no se    de acuerdo    completamente de acuerdo**  
                                                                                       

2.- ¿Usted cree que el pez león es una amenaza para los buzos?

**Completamente en desacuerdo    en desacuerdo    no se    de acuerdo    completamente de acuerdo**  
                                                                                       

3.- ¿Usted cree que el pez león limitará sus actividades subacuáticas en Arrecife Alacranes?

**Completamente en desacuerdo    en desacuerdo    no se    de acuerdo    completamente de acuerdo**  
                                                                                       

4.- ¿Usted cree que el pez león es perjudicial para su economía?

**Completamente en desacuerdo    en desacuerdo    no se    de acuerdo    completamente de acuerdo**  
                                                                                       

5.- ¿Usted cree que el pez león amenaza el futuro de Arrecife Alacranes?

**Completamente en desacuerdo    en desacuerdo    no se    de acuerdo    completamente de acuerdo**

6.- ¿Usted cree que el pez león es una amenaza para la costa yucateca?

**Completamente en desacuerdo**      **en desacuerdo**   **no se**      **de acuerdo**   **completamente de acuerdo**  
                                                                                                                                       

7.- ¿Usted cree que es posible erradicar al pez león?

**Completamente en desacuerdo**      **en desacuerdo**   **no se**      **de acuerdo**   **completamente de acuerdo**  
                                                                                                                                       

8.- ¿Usted cree que el pez león debería controlarse?

**Completamente en desacuerdo**      **en desacuerdo**   **no se**      **de acuerdo**   **completamente de acuerdo**  
                                                                                                                                       

**Componente 3.- ¿Cuál de los siguientes daños considera más dañino para el parque arrecife alacranes? Tache el renglón de su preferencia.**

1.- La pesca furtiva \_\_\_\_

Encallamiento de barcos \_\_\_\_

2.-La Pesca furtiva \_\_\_\_

La invasión del pez león \_\_\_\_

3.- La pesca furtiva \_\_\_\_

Turismo no controlado \_\_\_\_

4.- Encallamiento de barcos \_\_\_\_

La invasión del pez león \_\_\_\_

5- Encallamiento de barcos \_\_\_\_

Turismo no controlado \_\_\_\_

6.- La invasión del pez león \_\_\_\_

Turismo no controlado \_\_\_\_

## ANEXO 2

### *Instrumento en plataforma Google forms utilizado para la encuesta a buzos no comerciales*

14/11/2015

Percepción de los buzos no comerciales hacia el pez león en el Parque Nacional Arrecife Alacranes

#### **Percepción de los buzos no comerciales hacia el pez león en el Parque Nacional Arrecife Alacranes**

la siguiente encuesta tiene el objetivo de registrar la opinión que tienen los buzos sobre el pez león. Es una encuesta sencilla y rápida, no le tomará más de 5 minutos. Su participación es importante, ya que la opinión de los usuarios y en especial los buzos es de gran importancia para un mejor manejo del área natural protegida.

\*Obligatorio

1. **Nombre \***

---

2. **Sexo**

---

3. **Edad**

---

4. **Ultimo grado de estudios \***

---

5. **Ocupación \***

---

6. **Años visitando Arrecife Alacranes \***

---

#### **Componente 1.- Conocimiento del pez león**

---

<https://docs.google.com/forms/d/1Yb10Fq5K9EbaWtJ4kvT0VaOba4eu3fS5XqX5bDCXV5/edit>

1/5

7. ¿Conoce al pez león? \*

---

8. ¿Desde que fecha ha visto al pez león en sus zonas de buceo en alacranes?

---

9. ¿El pez león es venenoso? \*

---

10. ¿De que se alimenta el pez león? \*

---

---

---

---

11. ¿Sabe si el pez león se puede aprovechar económicamente? \*

---

---

---

12. ¿Cómo? \*

---

**Componente 2.- Percepción del pez león en el parque nacional Arrecife Alacranes**

elija la respuesta que considere más certera a su opinión, tomando el número tres como una opinión neutral.

13. ¿Usted cree que el pez león es una amenaza para la pesca? \*

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Completamente en  
desacuerdoCompletamente de  
acuerdo

14. ¿Usted cree que el pez león es una amenaza para los buzos? \*

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Completamente en  
desacuerdoCompletamente de  
acuerdo

15. ¿Usted cree que el pez león limitará sus actividades subacuáticas en Arrecife Alacranes? \*

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Completamente en  
desacuerdoCompletamente de  
acuerdo

16. ¿Usted cree que el pez león es perjudicial para su economía? \*

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Completamente en  
desacuerdoCompletamente de  
acuerdo



**17. ¿Usted cree que el pez león amenaza el futuro de Arrecife Alacranes? \***

Marca solo un óvalo.

	1	2	3	4	5	
Completamente en desacuerdo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Completamente de acuerdo

**18. ¿Usted cree que el pez león es una amenaza para la costa yucateca? \***

Marca solo un óvalo.

	1	2	3	4	5	
Completamente en desacuerdo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Completamente de acuerdo

**19. ¿Usted cree que el pez león debería controlarse? \***

Marca solo un óvalo.

	1	2	3	4	5	
Completamente en desacuerdo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Completamente de acuerdo

**20. ¿Usted cree que sea posible erradicar al pez león? \***

Marca solo un óvalo.

	1	2	3	4	5	
Completamente en desacuerdo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Completamente de acuerdo

**Componente 3.- comparación pareada**

---

elija solo una casilla de cada comparación que usted considere más dañina para el Parque Nacional Arrecife Alacranes

**21. comparación 1 \****Selecciona todos los que correspondan.*

- la pesca furtiva
- el encallamiento de barcos

**22. comparación 2 \****Selecciona todos los que correspondan.*

- la pesca furtiva
- la invasión del pez león

**23. comparación 3 \****Selecciona todos los que correspondan.*

- la pesca furtiva
- turismo no controlado

**24. comparación 4 \****Selecciona todos los que correspondan.*

- encallamiento de barcos
- la invasión del pez león

**25. comparación 5 \****Selecciona todos los que correspondan.*

- encallamiento de barcos
- turismo no controlado

**26. comparación 6 \****Selecciona todos los que correspondan.*

- la invasión del pez león
- turismo no controlado