



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO

División de Desarrollo Sustentable

**“Valoración Económica del Pez León en la
Isla de Cozumel, Quintana Roo, México”**

TESIS

**Que para obtener el grado de
LICENCIADO EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES**

Presenta

Isidro Alejandro López Flota

Directora de Tesis

Dra. Marilú López Mejía

Cozumel, Q. Roo, 25 de junio de 2018



División de Desarrollo Sustentable

Tesis elaborada bajo la supervisión del Comité de Tesis del programa de licenciatura y aprobada como requisito para obtener el grado de:

LICENCIADO EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES

COMITÉ DE TESIS


Directora:


Dra. Marilú López Mejía

Asesor:


Dr. Luis M. Mejía Ortíz

Asesor:


Dr. Óscar Frausto Martínez



Cozumel, Q. Roo, México, a 25 de junio de 2018

Dedicatoria

Este es un logro de los más importantes de mi vida, pero yo sé que no será el único, y por lo mismo, por ser el primero, es el que más valor tiene para mí. Este logro se lo dedico a ustedes mi familia, los que me enseñaron siempre a seguir adelante, a levantarme cada vez que me caiga, que por más difícil que se vea la situación, siempre habrá una salida, por ustedes que me dijeron que “NO es fácil, pero VALÉ la pena”. Agradecido a la vida por todas las personas que he encontrado en mi camino, cada una cumplió con algún objetivo durante su tiempo y por eso le doy las GRACIAS .

Agradecimientos

Agradecido a Dios, por darme la familia que hoy tengo y las bendiciones que carga consigo el poder formar parte de esa hermosa familia.

Le agradezco a mis padres el estar siempre para mí en todo momento, por ser el peddaño más importante en mi vida, no tengo forma de recompensarles todo el apoyo que me han brindado, te agradezco a ti mamá por tus palabras de aliento, por cada vez que sentía que me hundía, tus palabras fueron las que me ayudaban a seguir adelante. Te agradezco a ti papá por cada vez que me llamabas la atención y regaño porque sé que con eso me enseñabas algo y créeme que si no fuera por ti, yo no sería quien soy ahora, por eso y por mas papá y mamá les doy las gracias.

Agradezco a mis hermanos Angel y Luz porque con ellos todo es mejor, convirtieron mi vida en un campo de batalla de diversión, el poder compartir cada día con ustedes es de las cosas que más agradezco a Dios.

Le agradezco inmensamente a la Dra. Marilú Mejía por la oportunidad y confianza que me ha brindado durante todo el tiempo trabajado con ella, sin duda alguna una excelente maestra, me voy lleno de enseñanzas y aprendizajes de usted, y por eso le doy las gracias.

Agradecimientos a mis profesores que fueron parte importante en mi formación como profesionalista.

Agradezco a mis compañeros de clases, ya que ustedes hicieron que la vida escolar no fuera tan aburrida, sino más emocionante, les deseo el mayor de los éxitos a cada uno de ustedes. Y a todos aquellos que me ayudaron con mi proyecto de tesis, en especial al grupo de biogeografía evolutiva 2017 y a los niños Montessori Bech io por ayuda y compañerismo.

Y sobre todo a ti Adriana Vázquez que siempre estuviste y sigues estando para mí en los momentos más importantes en mi vida, por tu compañerismo, tu lealtad, tu confianza, tu amistad y por tu amor. Por eso y por más te doy las gracias y sé que te espera un futuro muy exitoso eso te lo aseguro.

Índice de Contenido

Introducción.....	7
Antecedentes.....	15
Justificación.....	21
Planteamiento del Problema	21
Hipótesis	21
Objetivo general.....	21
<i>Objetivos específicos</i>	22
Material y métodos.....	24
<i>Enfoque biológico</i>	24
<i>Enfoque social</i>	24
<i>Enfoque económico</i>	25
Resultados.....	26
<i>Enfoque biológico</i>	26
<i>Enfoque social</i>	32
<i>Enfoque económico</i>	54
Discusión.....	58
Recomendaciones estratégicas.....	63
Anexos.....	65
Bibliografía	74

Resumen

En la actualidad se reconoce ampliamente que una de las principales causas de pérdida de biodiversidad en todo el mundo son las especies invasoras. Muchos organismos de otros países o regiones pueden sobrevivir en nuevos ambientes sin mostrar efectos perjudiciales durante un largo período de tiempo; sin embargo, algunas especies pueden superar barreras ambientales, llegar a reproducirse y establecer una nueva población viable fuera de su área de distribución natural que con el paso de varios años, puede modificar drásticamente su nuevo entorno. El primer reporte de *Pterois volitans* en las costas de Cozumel fue en enero del 2009 y en 2010 en el sureste de México. A partir de la llegada del pez león a Cozumel, se realizaron esfuerzos conjuntos entre los diferentes sectores y la ciudadanía, para llevar a cabo distintos proyectos para el control del pez león. La implementación exitosa de ciertas estrategias, como la extracción y, por primera vez, el consumo del pez león, colocó al pez león como un organismo con potencial turístico y pesquero, provocando un aumento en el beneficio económico para estos sectores. Una consecuencia importante es que las estrategias se siguen realizando, pero con un fin de conservación y protección para los ecosistemas marinos en segundo término y un mayor interés comercial y de negocio. Aunado a una mayor dificultad de captura por la gran capacidad de adaptación del pez a las costas del caribe mexicano, se observan también períodos intencionales de no pesca que permiten a los peces alcanzar tallas de captura para su comercialización. Al no haberse realizado previamente y ante el evidente impacto de esta especie invasora en la flora y fauna arrecifal de Cozumel, en este estudio tuvo como objetivo realizar la valoración económica de esta especie y proponer los ajustes que puedan resultar necesarios en la implementación de estrategias que garanticen el control de la especie invasora y la protección de la barra arrecifal de Cozumel.

Introducción

En la actualidad se reconoce ampliamente que una de las principales causas de pérdida de biodiversidad en todo el mundo son las especies invasoras. Muchos organismos de otros países o regiones pueden sobrevivir en nuevos ambientes sin mostrar efectos perjudiciales durante un largo período de tiempo; sin embargo, algunas especies pueden superar barreras ambientales, llegar a reproducirse y establecer una nueva población viable fuera de su área de distribución natural que con el paso de varios años, puede modificar drásticamente su nuevo entorno. El convenio sobre la Diversidad Biológica define a las especies invasoras como “aquellas que prosperan sin ayuda del ser humano y amenazan hábitats naturales o seminaturales, fuera de su área habitual de distribución” (Koleff, 2011).

En varias ocasiones estas especies invasoras pueden afectar la salud humana, las economías locales y nacionales, los ecosistemas y comunidades ecológicas donde estas residen (García Rodríguez, 2015).

Un ejemplo claro de especie invasora en las costas de Cozumel, Quintana Roo, es el pez león (*Pterois volitans*, Linnaeus, 1758) que desde su llegada al Atlántico, ha provocado grandes afectaciones a los ecosistemas marinos y en el Caribe, está afectando la barrera arrecifal de las costas de Quintana Roo. Las especies invasoras están reconocidas como una de las peores amenazas a la diversidad biológica del planeta, las mismas modifican la organización estructural y funcional de los ecosistemas que invaden, cambiando el vínculo que existe entre las especies nativas que conforman el ecosistema y su contribución al mantenimiento de las funciones del mismo (Vega, *et al*, 2015). La especie *P. volitans* es conocida comúnmente como; pez león, pez cebra, pez león rojo, el bacalao mariposa, mariposa-bacalao ornamentado, el pez león pavo real y volitans escorpión. Se clasifica taxonómicamente de la siguiente manera (Tun Burgos, 2012);

Reino: Animalia

Phylum: Chordata

Clase: Actinopterygii

Orden: Scorpaeniformes

Familia: Scorpaenidae

Género: *Pterois*

Especie: *Pterois volitans* (Linnaeus, 1758)

En México, fue detectado a inicios de 2009 en el Mar Caribe, en arrecifes coralinos de Cozumel (Tun Burgos, 2012) y a finales de ese mismo año fue capturado en el sureste del Golfo de México, frente a la costa de Yucatán (Aguilar Perera y Carillo Flota, 2010).

La distribución natural del pez león comprende los océanos Índico y Pacífico, abarcando un área muy extensa desde el oeste de Australia y el este de Malasia, hasta la Polinesia Francesa, incluyendo Japón, el sur de Corea, Nueva Zelanda y Micronesia. Habita en arrecifes coralinos y aguas templadas en los trópicos. Su dieta fundamental está compuesta por peces y es uno de los depredadores dominantes, en muchos de los arrecifes; su talla puede llegar a los 45 cm. Como forma de defensa contra sus enemigos presenta glándulas de veneno en la base de sus espinas dorsales largas (Chevalier, *et al*, 2008).

El hallazgo de este pez en aguas americanas y caribeñas no es nuevo. Según el National Ocean Service Education de la NOAA, a partir del año 2000 estos peces han sido registrados oficialmente a lo largo de la costa sureste de los Estados Unidos, desde el estado de la Florida hasta Carolina del Norte, incluso sus juveniles han sido recolectados en aguas de Long Island, en el estado de Nueva York y en Bermudas. La introducción del pez león en el Atlántico se atribuye a la liberación accidental al medio natural o voluntariamente, de dichos peces por

acuaristas aficionados. Es muy probable que la corriente del Golfo haya
arrastrado huevos y

larvas hacia el norte y esto posibilitó la colonización de la costa este de Estados Unidos (Chevalier, *et al*, 2008).

La isla de Cozumel se encuentra ubicada en medio del paso de corrientes oceánicas que desplazan un caudal mucho mayor a la suma de todo el volumen de agua transportada por todos los ríos juntos del planeta. Esta corriente es conocida como la corriente del Golfo que funcionaba hasta finales del siglo XIX como un termostato global regulando la temperatura del planeta (Sandoval Vizcaíno, 2008). Esta corriente arrastra aguas cálidas con temperaturas similares a las del lugar de origen de esta especie lo que ha facilitado su aclimatación (Chevalier, *et al*, 2008).

Tanto en su región de origen como en el Caribe, estos peces suelen encontrarse en la superficie hasta unos 60 m de profundidad. Prefieren las aguas cálidas (>15°C) y tranquilas como las bahías y ensenadas. Sin embargo, en el Caribe también han sido capaces de invadir zonas con pastos marinos, manglares, naufragios y arrecifes artificiales, han sido observados a unos 120 m de profundidad (Molina Ureña, 2009).

El pez león como especie invasora, altera la estructura y composición de las comunidades biológicas de los ecosistemas arrecifales, al competir con las especies nativas por alimento y espacio, modificando la red trófica, desplazando las especies nativas de sus hábitats naturales e incluso extinguiéndolas, causando así disminución de la biodiversidad y alteraciones ecosistémicas irreversibles (Navarrete Ramírez, 2014).

El pez león consume una amplia variedad de peces nativos del arrecife y se alimenta a un ritmo más alto estando en vida libre que en cautiverio, el potencial generalizado en las comunidades nativas del arrecife es substancial. La fuerza de

las interacciones de depredación directas son igual de considerables que los efectos indirectos (M. Côté, J. Green, y A. Hixon, 2013).

Los efectos directos del impacto potencial del pez león son a través de actividad depredadora y la competencia por el alimento y el espacio con depredadores nativos (García Rodríguez, 2015). Se observa que la invasión de esta especie puede causar disminuciones sustanciales en la abundancia de peces nativos de arrecifes, incluyendo especies pequeñas y de especies más grandes (M. Côte, J. Green, y A. Hixon, 2013).

Los efectos indirectos se producen una especie como el pez león que es un predador fuerte y un competidor potencial, puede afectar indirectamente a las especies nativas que interactúan directamente con las especies que consume o que desplaza de otro modo. En respuesta de la reducción de los peces herbívoros, las macroalgas podrían aumentar potencialmente y sobrecargar los corales, contribuyendo a la degradación de los arrecifes (M. Côte, J. Green, y A. Hixon, 2013).

El impacto se produce primero al nivel ecológico, que afecta a las poblaciones de peces, crustáceos y perturba el equilibrio del ecosistema; luego viene un impacto económico derivado de los efectos sobre la pesca y de la fuente de proteínas para las comunidades costeras, así como el turismo por la degradación de sus atractivos sitios naturales. No sólo reduce la abundancia y la diversidad de peces de arrecife que son la base del turismo de buceo, de igual forma cuenta con espinas venenosas que representan un riesgo para los turistas que practican el buceo. Por lo tanto, la calidad de vida de las comunidades costeras se ve seriamente amenazada por la presencia de esta especie invasora que tiene un impacto económico sobre actividades comerciales de gran importancia, como el turismo y la pesca (Rac, 2016).

Dada la aparición súbita en todo el Caribe de las poblaciones de *P. volitans* y su reconocida capacidad invasora, parecen estar tomadas las medidas de control

como la promoción de captura a través de torneos de pesca, su comercialización local y realización de talleres informativos (Sabido Itzá, Medina Quej, De Jesús Navarrete, Gómez Poot, y García Rivas, 2016)

En este proyecto se aplicaran estudios de valoración económica del ambiente sobre los programas que se aplicaron para la erradicación del pez león (torneo de pesca, muestra gastronómica, creación de recetarios de pez león, entre otros programas). Con el fin de saber si estos programas fueron realmente exitosos, de si la inversión utilizada para estos proyectos fue favorable o se pudo hacer a menor costo para la erradicación del pez león.

La valoración económica puede ser útil para justificar o definir un grupo de programas o prioridades, políticas, o acciones que protegen o recuperan el medio ambiente y sus servicios. Así mismo tiene la ventaja de permitir comparaciones y clasificar las medidas de políticas y los proyectos desde lo más a lo menos deseables desde la perspectiva de los individuos que constituyen la sociedad (Cerde, 2009).

Es motivo por el cual este proyecto tiene el objetivo de realizar la valoración económica de esta especie y proponer los ajustes que puedan resultar necesarios en la implementación de estrategias que garanticen el control de la especie invasora y la protección de la barra arrecifal de Cozumel.

Antecedentes

Crespo Catzin S. A. (2012) menciona que el primer reporte del pez león en las costas de Cozumel fue en enero del 2009 y en 2010 en el sureste de México (Crespo Catzin, 2012).

Sabido Itza M. M. *et al* (2016) mencionan que el primer reporte de su presencia en aguas mexicanas, ocurrió en enero del 2009 en los arrecifes de Cozumel, posteriormente en 2010 se reportó la captura de un ejemplar en los Arrecifes de Alacranes en el Golfo de México en Yucatán y en 2012, se registró en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV) (Sabido Itzá, Medina Quej, De Jesús Navarrete, Gómez Poot, & García Rivas, 2016).

En el 2010 se creó El Comité Regional del Pez León, denominado también Comité *Ad hoc* para la Respuesta en la Región del Caribe a la Invasión del Pez León. Fue creado en noviembre de 2010 para la Iniciativa Internacional sobre los Arrecifes Coralinos (ICRI) en respuesta a la creciente amenaza de la invasión del pez león (*Pterois volitans* y *P. miles*) en el Gran Caribe (Gómez Lozano, *et al*, 2013).

Crespo Catzi S. A (2012) en su estudio “Estructura reproductiva del pez león *Pterois* spp. Oken, 1817 (Vertebrata: Scorpaeniformes: Scorpanidae), en las costas de la isla de Cozumel, Quintana Roo, México.” que el pez león las tallas de las hembras inmaduras van de los 4 a 16 cm; las tallas menores a 4 cm presentan un valor de índice gonadosomático de 0.0001 mientras que de 4 cm tiene un valor menor a 0.0004. Mientras que en las tallas de 18 a 24 cm el índice gonadosomático es de 0.005 hasta 0.03, sugiriendo un estado en proceso de maduración; en las tallas de

24 a 27 cm se incrementa el índice gonadosomático con el valor de 0.03 hasta 0.05 encontrando a las hembras en estado maduro, en condiciones para su reproducción. Lo que respecta a los machos se logró observar que en los machos las tallas de 4 a 12 cm tienen un índice gonadosomático de 0.0001 hasta 0.0004 en estado inmaduro. En lo que respecta al estado de maduración y maduro existe una relación inversa entre las variables de la talla y el índice gonadosomático (Crespo Catzin, 2012).

Pérez Poot F. G en su estudio “Análisis del contenido estomacal del pez león *Pterois* spp, Pken, 1817 (Vertebrata: Scorpaeniformes: Scorpanidae), en las cosas de la isla de Cozumel, Quintana Roo, México.”, menciona que los estudios realizados de contenido estomacal de peces leones capturados en la isla de Cozumel se identificaron un total de tres géneros y 15 especies. Los crustáceos *Lysmata rathbunae* de la familia Lysmatidae (43.47%), *Mysidium* sp de la familia Mysidae (21.73%) y *Callinectes sapidus* de la familia Portunidae (2.19%) constituyeron el 67.39% de la totalidad de los taxos indentificados. Los peces constituyeron el 32.60% de las presas consumidas, siendo *Apogon* sp. De la familia Apogonidae, la cual mostró mayor frecuencia (10.86%). El restante 21.74% estuvo formado por ejemplares de Lambrismidae, Serranidae, Pomacentridae, *Liopropoma carmabi*, Scorpanidae (*Pterois volitans*), *Canthigister rostrata*, *Cryptotomus roseus*, *Ophioblennius atlanticus*, Pomacentridae, Labridae, Gobiidae, *Gonodactylus smithii* y Gramatidae. Lo estómagos del pez león estuvieron conformados por grupos alimenticios de peces (25.46%), crustáceos (11.59%), restos no identificados (8.73%), corales (0.70%), algas (0.26%), detritus (0.18%), otros (25.02%) y estómagos vacíos (28.14%) (Pérez Poot, 2012).

Albins y Hixon (2013) demostraron experimentalmente en los pequeños arrecifes en Las Bahamas que un solo pez león puede reducir la abundancia de peces

nativos pequeños casi en un 80 % en sólo 5 semanas. En un experimento posterior sobre

arrecifes similares, Albins documentó una disminución del 94% en la abundancia de peces pequeños por 8 semanas, Albins demostró que tales reducciones durante periodos más largos eventualmente llevaba a extinciones locales. En otras partes de las Bahamas, Green et al Observo observaron un descenso del 64 % en promedio de la biomasa de peces durante los 2 años siguientes desde la invasión del pez león (M. Côte, J. Green, y A. Hixon, 2013).

García Alain (2015) menciona en su estudio “Principales relaciones ecológicas del pez león (*Pterois volitans/miles*) en arrecifes de La Habana Cuba”, que los crustáceos son un segundo grupo mejor representado en la dieta alimenticia del pez león, de los cuales los grupos más importantes son el orden decapoda (16.8%), orden Mysida (0.45 %) y el infraorden Branchyrun (0.11 %) (García Rodríguez, 2015).

A partir de la llegada del *Pterois volitans* a Cozumel, el Parque Marino Arrecifes de Cozumel implemento distintos proyectos para el control y erradicación del pez león donde involucraría la participación de distintos sectores de la ciudadanía en Cozumel. Entre los proyectos implementados se encuentran “Torneo de pesca del pez león”, “Elaboración de recetarios y muestras gastronómicas de pez león” “Comercialización del pez león”.

Sebastián Barragán (2013) en un artículo publicado de internet menciona que Autoridades y patrocinadores convocaron a un torneo de pesca en la isla de Cozumel que estará enfocado en la captura del Pez León, una especie invasora del caribe mexicano que amenaza el equilibrio ambiental. El evento es organizado por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Área de Protección de Flora y fauna Isla de Cozumel y Parque Nacional Arrecifes de Cozumel (Barragán, 2017).

Sosa Cordero E. (2013) señala que los torneos de pesca se han convertido en una actividad exitosa, de amplia aceptación entre las autoridades, agrupaciones de la

sociedad civil y la comunidad en general, como parte de la estrategia de respuesta a la invasión del pez león *Pterois volitans* en la región del Caribe. Estos torneos (“derbies”) son dirigidos exclusivamente a la captura de pez león y son una actividad de modalidad abierta a la comunidad local e incluso a los turistas. Pueden aprovecharse con fines de educación ambiental y concientización (Sosa Cordero, Estrella, Brito, & Hernández, 2013).

Aguilar Perera A. y Carillo Flota E. (2010) se ha fomentado el consumo de pez león en restaurantes como alternativa para combatir su invasión. La carne no es venenosa y se ha evaluado su valor nutrimental. Hay campañas en Estados Unidos (“Eat lionfish”) promovidas por NOAA para alentar su extracción. En Cozumel y en Puerto Morelos (Quintana Roo) se comercia como filetes y se importa a Estados Unidos (Aguilar Perera y Carillo Flota, 2010).

Bolaños Cubillos *et al* (2013) En diferentes regiones y países del Gran Caribe (Bahamas, México, República Dominicana, Puerto Rico, Bonaire, San Martín, Turks and Caicos, entre muchos otros) se han desarrollado fuertes campañas educativas y de comunicación con el fin de incentivar el consumo del pez león, de este modo se han desarrollado diferentes platillos a base de pez león e incluso se han publicado diferentes recetas y libros de cocina como el de REEF (Bolaños Cubillos, *et al*, 2013).

Justificación

Desde la implementación de las estrategias y proyectos de control y/o erradicación del pez león, distintos sectores de Cozumel (pescadores, prestadores de servicios turísticos, empresas restauranteras) observaron que este organismo es un atractivo para los turistas, provocando un aumento en el beneficio económico para estos sectores. Por lo que las estrategias se siguen realizando, pero ya no con el fin de conservación y protección para los ecosistemas marinos, sino con un fin más comercial y de negocio. Siendo que, de ese modo, en vez de extraerlo se está dejando crecer en talla para poder obtener un mayor beneficio económico.

Planteamiento del problema

¿Las estrategias hasta ahora aplicadas han contribuido al control del pez león en el arrecife de Cozumel?

¿El costo de tales estrategias realmente contribuye al control de la especie invasora?

Hipótesis

Las estrategias hasta ahora aplicadas contribuyeron al control del pez león en la primera etapa de la invasión de esta especie.

El costo-beneficio de tales estrategias de control de la especie invasora actualmente no contribuye al control de la especie invasora y tiende más bien al sostenimiento de un negocio pesquero que contribuye a mantener a la especie invasora en el arrecifes.

Objetivo general

Realizar un análisis costo-beneficio de las estrategias implementadas para la erradicación y/o control del pez león, *Pterois volitans*, que permita determinar si han funcionado o tenido éxito en la isla de Cozumel.

Objetivos específicos

1. Conocer la percepción de la población cozumeleña y de los visitantes nacionales e internacionales sobre la problemática del pez león en la isla de Cozumel y su consumo.
2. Realizar un análisis costo-beneficio de las estrategias implementadas para la erradicación y/o control del pez león.
3. Conocer el estado de las estrategias sobre la erradicación del pez león.
4. Determinar la abundancia de la población de pez león.

Área de estudio

La isla de Cozumel se encuentra en el estado de Quintana Roo (Figura 1), aproximadamente a 16.5 km al E de la península de Yucatán, en la zona del Caribe noroccidental. Está localizado en la Provincia Caribeña, abarcando parte de la costa SW, S y SE de la isla de Cozumel. Las coordenadas geográficas extremas son 20° 29' 02.93" y 20° 14' 27.02" N y 86° 53' 11.54" y 87° 03' 32.07" W, con una superficie marítimo terrestre total de 11,987-87-50 ha (INE, 1998).

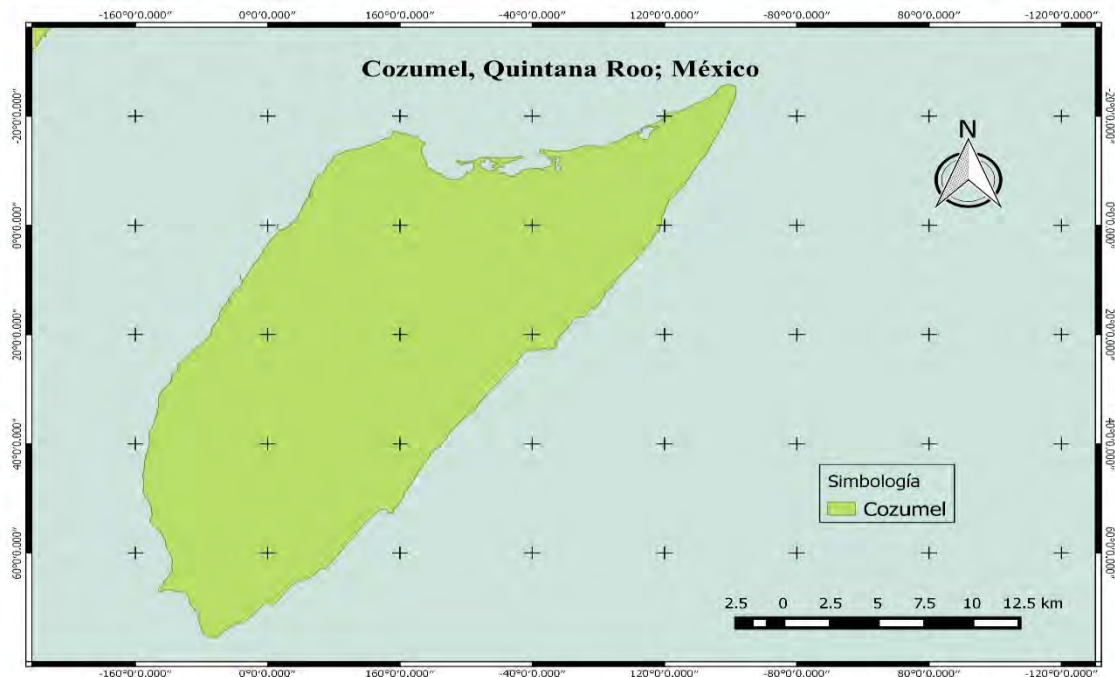


Figura 1. Municipio de Cozumel.

La isla posee uno de los sistemas arreciales más característicos, debido al gran desarrollo de sus formaciones ubicadas en una corta plataforma en el margen occidental. Crespo Catzin (2012) menciona que Fenner en 1988, analizó la zona de sotavento de la isla e indicó la presencia de los tres tipos de estructuras arreciales: en franja, parche y de borde (Crespo Catzin, 2012). El ingreso de las corrientes del mar Caribe ocasiona el acarreamiento de una cantidad de materiales y minerales que aportan energía a los sistemas arreciales existentes en la zona este de la isla (Pérez Poot, 2012)

Material y métodos

Enfoque biológico

Se realizó un monitoreo del estado actual del pez león cuatro años después de la aplicación de programas para la erradicación de esta especie. El monitoreo se realizó durante el mes de febrero y el primer fin de semana de marzo del 2017, a lo largo de la costa occidental de la isla que es donde se encuentra la barrera arrecifal y donde años posteriores había mayor incidencia de avistamientos de pez león (Tabla 1). El estudio consistió en explorar sitios seleccionados a lo largo de la costa occidental, para la observación del pez león en la zona y su extracción para el apoyo de la erradicación de la especie. Entre los materiales que se emplearon: equipo de esnórquel, red artesanal, cubetas, cámara acuática fotográfica, bitácora permeable, lápiz. Con el fin de conocer el estado actual de la abundancia de la población del pez león.

Para la realización de este estudio en particular se contó con el apoyo de los alumnos de la Universidad de Quintana Roo, Unidad Académica Cozumel, de la materia de Biogeografía Evolutiva y Física 2017, en donde se diseñaron subgrupos de trabajo en donde cada equipo tendría su propio material para el estudio. A cada grupo se le otorgo una hoja de registro en los que anotaron los datos obtenidos durante cada monitoreo (Anexo 1).

Enfoque social

Para investigar los impactos socioeconómicos, se aplicaron encuestas para diferentes sectores de la comunidad de Cozumel, a saber: los visitantes internacionales y nacionales, los pescadores, prestadores de servicios y restaurantes en donde utilicen al pez león en alguno de sus platillos del menú (Anexos 2 a 9). Las encuestas se aplicaron en los meses de octubre y noviembre del 2016. Durante el trabajo de campo se contó con el apoyo de los estudiantes de la escuela secundaria Montessori Bech io.

para la aplicación de las encuestas a las personas de la comunidad. Con el fin de conocer sobre la percepción y conocimiento que tiene la comunidad cozumeleña sobre el pez león. Los datos obtenidos de las encuestas se utilizaron para realizar un análisis estadístico con el programa Statgraphics – XVII – X64, con el fin de determinar qué factor es el que influye en la decisión de los encuestados y su disposición de pagar más por un platillo de pez león.

Enfoque económico

Con los resultados obtenidos en las encuestas y durante la investigación de campo, se realizó el *análisis costo-beneficio* utilizando el versión revisada del software especializado de Daigneault (2015). Este análisis permitió estimar las estrategias que maximizan los beneficios netos para la zona afectadas por el pez león, mediante la comparación en el tiempo de los costos y beneficios, así como el riesgo y la incertidumbre de opciones y estimaciones. Fue posible observar las opciones implementadas para el control del pez león y determinar aquella que maximiza los beneficios totales y por costos.

Resultados

Enfoque biológico

Los sitios del monitoreo actual, fueron seleccionados por motivo de que, en años anteriores Tun-Burgos, Crespo-Catzin y Pérez-Poot (2012) realizaron los monitoreos en esos mismos sitios (Tabla 1). Debido a la falta de accesibilidad en algunos sitios, el monitoreo actual comprendió con una cantidad menor de sitios. En esta ocasión se realizó parte de los monitoreos en la zona noroeste de la isla abarcando el área de la Laguna Ciega. Los sitios se representan en: Zona Norte Muelle 1, Zona Norte Muelle 2, Zona Norte Arenal. Se seleccionaron 3 sitios que se ubican después del arenal, porque durante la etapa de aplicación de encuestas, los pescadores del lugar mencionaban que en aquella zona antes habían observado avistamientos de pez león por lo que se decidió ser una oportunidad para realizar parte del monitoreo en aquel sitio (Figura 2).

Tabla 1. Sitios de captura del pez león en la isla de Cozumel (2012)

1. Arrecife Barracuda	2. Arrecife San Juan	3. Frente al hotel Cozumeleño	4. Playa Rocas	5. Hotel las Brisas	6. Puerto de Abrigo	7. Frente del Aeropuerto	8. Playa casitas	9. Frente del Forum Shop	10. Muelle Fiscal
11. Frente al muelle de aqua safari	12. Muelle Punta Langosta	13. Delfinario Antiguo	14. Frente al Hotel Cozumel Palace	15. Frente Scuba club Cozumel	16. Cozumel and Resort	17. Playa Caletitas	18. Villa Blanca	19. Frente a Sunset Beach	20. Frente al Hotel Park Royal
21. Muelle Internacional	22. Frente a Puerta Maya	23. Arrecife Paraíso	24. Caleta	25. Hotel Presidente	26. Arrecife Dzul Ha	27. Frente al Hotel Fiesta Americana	28. Playa Uvas	29. Chankanaab	30. Arrecife Tormentos
31. Playa Corona	32. Arrecife Punta Tunich	33. Cordona	34. Arrecife San Francisco	35. Arrecife Santa Rosa	36. Playa mia	37. Nachi Cocom	38. Cedral	39. Arrecife Dalia	40. Arrecife la Francesa
41. Arrecife Palancar	42. Arrecife Colombia	43. Arrecife San Clemente	44. Punta Sur	45. Hannan (del otro Lado de la isla)					

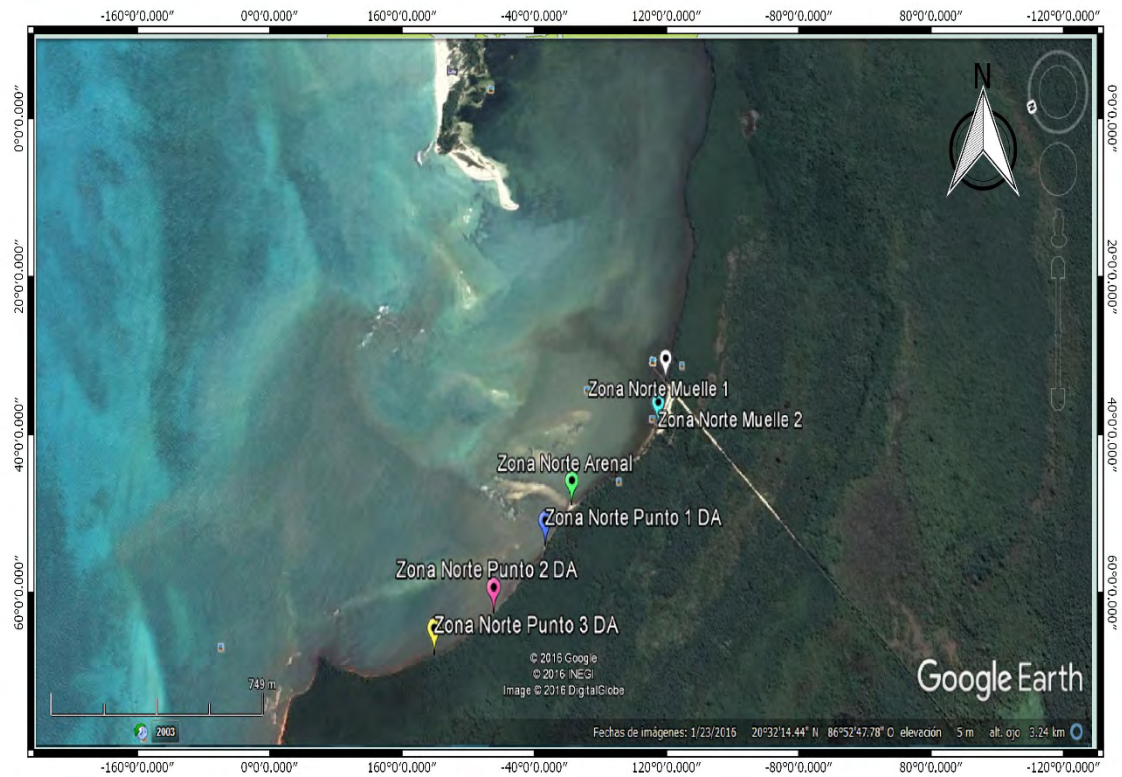


Figura 2. Sitios de monitoreo en la zona norte de Cozumel, Quintana Roo, México. Zona Norte Muelle 1, Zona Norte Muelle 2, Zona Norte Arenal, Zona Norte Punto 1 DA (Después del Arenal), Zona Norte Punto 2 DA, Zona Norte Punto 3 DA.

En la Figura 3 se observan los sitios en el que se realizaron los monitoreos semanales en el mes de febrero y la primera semana de marzo. Se realizó un total de 4 monitoreos en los que se comprendían 2 días por semana. El primer día consistía en la zona costera oeste de la isla. El segundo día era exclusivo para la zona noreste.

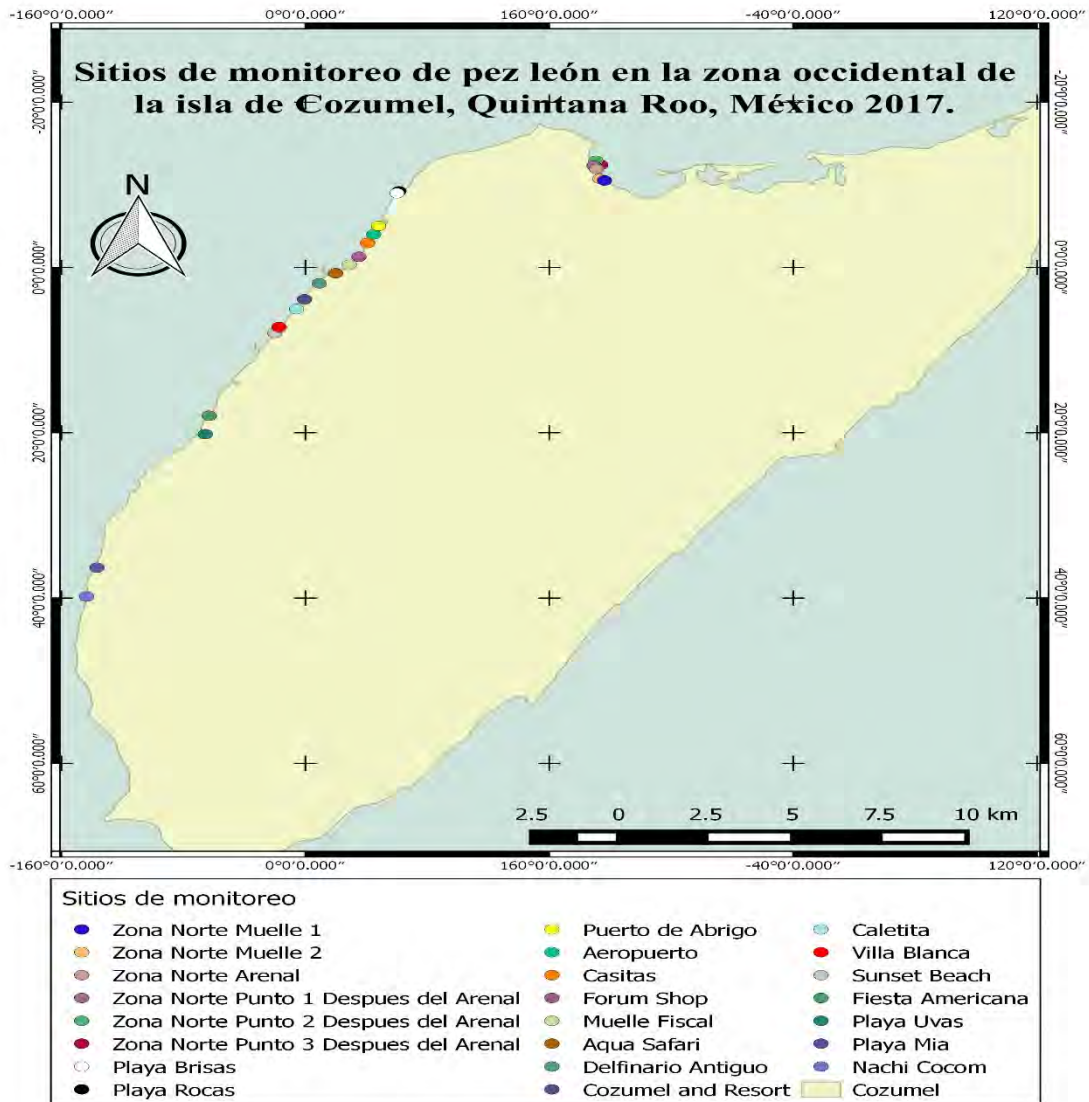


Figura 3. Mapa de los sitios de monitoreo a lo largo de la zona costera este de la isla de Cozumel, Quintana Roo, México.

El total de avistamientos que hubo de pez león y el número de capturas que se realizaron en cada sitio se pueden observar en la tabla 2, en la cual se representan los resultados del análisis de cada hoja de registro de los monitoreos que se realizaron.

Tabla 2. Sitios de monitoreo de Pez León (2017).		
Sitio de monitoreo	Avistamientos de pez león	Capturas
1. Aeropuerto	0	0
2. Aqua Safari	0	0
3. Caletita	5	0
4. Casitas	0	0
5. Cozumel and Resort	0	0
6. Delfinario Antiguo	0	0
7. Fiesta Americana	1	1
8. Forum Shop	2	0
9. Muelle Fiscal	0	0
10. Nachi Cocom	3	1
11. Playa Brisas	0	0
12. Playa Mia	7	0
13. Playa Rocas	0	0
14. Playa uvas	0	0
15. Puerto de Abrigo	0	0
16. Sunset Beach	2	2
17. Villablanca	5	0
18. Zona Norte Muelle 1	0	0
19. Zona Norte Muelle 2	0	0
20. Zona Norte Arenal	1	1
21. Zona Norte Punto 1 DA (Después del arenal)	3	0
22. Zona Norte Punto dos DA	0	0
23. Zona Norte Punto tres DA	0	0
	Total de avistamientos: 29	Total de capturas: 5

Con respecto a la abundancia de pez león en la zona costera oeste de la isla de Cozumel, se registro un total de 29 avistamientos registrados durante todo el

periodo del monitoreo (Figura 4). El sitio en el que se tuvo mayor incidencia de avistamientos de pez león fue Playa Mia con 7 organismos avistados. Villa Blanca y Caletita con 5 organismos avistados en cada sitio. Nachi Coccom con 3 organismos registrados, Sunset Beach y Forum Shop con 2 registros de avistamiento en cada sitio y Fiesta America con 1 registro.

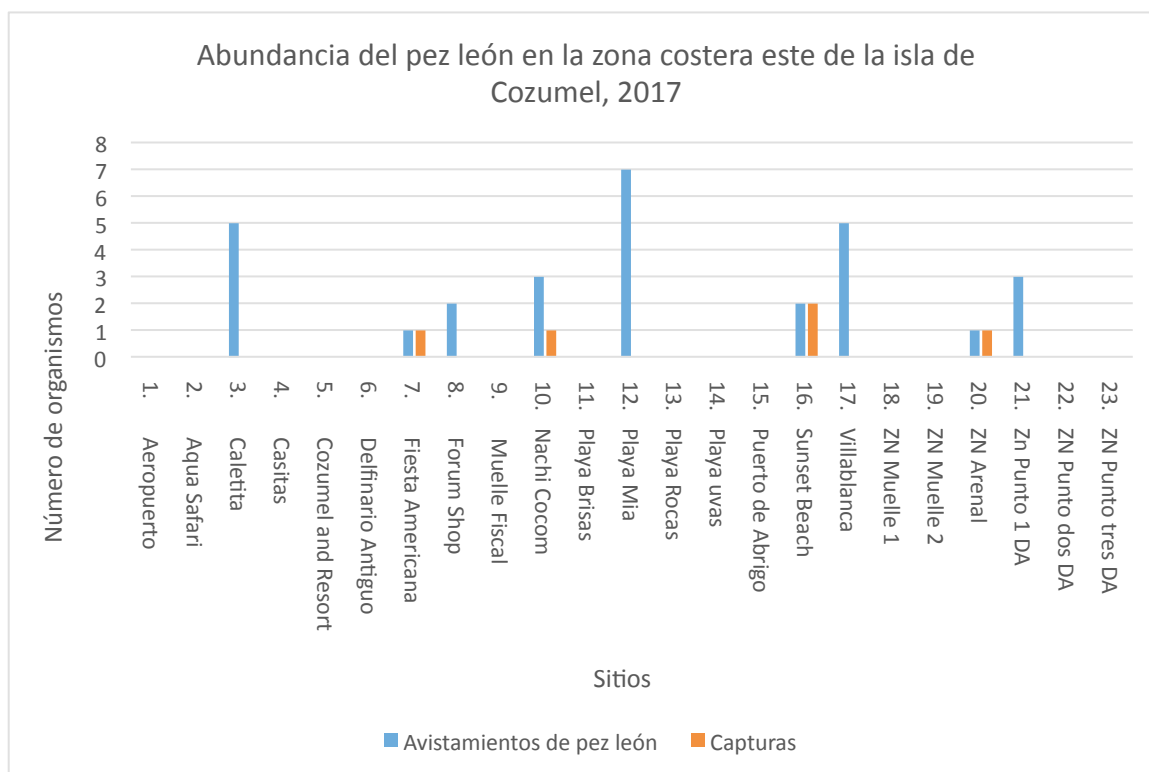


Figura 4. Abundancia del pez león, registrados y capturados en la zona costera noroeste de la isla de Cozumel durante el mes de febrero y el primer fin de semana de marzo del 2017.

En el caso de la zona noroeste de la isla, el punto que tuvo mayor número de avistamientos fue el punto “Zona Norte Punto 1 DA” con 3 avistamientos y en el punto “Zona Norte Arenal” con un avistamiento. En los sitios restantes que son: el Aeropuerto, Aqua Safari, Casita, Cozumel and Resort, Delfinario Antiguo, Muelle Fiscal, Playa Brisas, Playa Rocas, Playa Uvas, Puerto de Abrigo, Zona Norte Muelle

1, Zona Norte Muelle 2, Zona Norte Punto 2 PA y Zona Norte Punto 3 PA, no tuvieron registro alguno de la presencia de este organismo.

Se realizaron con éxito 5 capturas de pez león en los sitios: Fiesta Americana y Nachi Cocom con una captura en cada sitio, en Sunsent Beach con 2 capturas y la Zona Norte Arenal con una captura. Cuatro de las cinco capturas se realizaron con arpón/hawaiana y una captura fue con una red artesanal. Los organismos de pez león capturados fueron preservados y conservados en el Laboratorio de Biología Evolutiva y Genética de Poblaciones.

Enfoque social

Se aplicaron un total de 100 encuestas de las cuales 33 encuestas pertenecen a visitantes extranjeros, 20 encuestas fueron aplicadas a visitantes nacionales y 47 encuestas contestadas son de personas que residen en Cozumel. Las preguntas estaban diseñadas para saber si las personas encuestadas conocían el tema del pez león en el aspecto biológico y económico, preguntas que permitían saber si conocían de donde es originaria esta especie, las problemáticas que causaba su llegada las costas de Cozumel, sobre los programas que se realizaron para la erradicación y control de la especie.

Las preguntas que se referían al tema de la económica con respecto a esta especie, eran preguntas en las que se referían si habían comido pez león antes, cuanto habían pagado por un platillo de pez león, si las personas que comieron pez león consideraban adecuados los precios que pagaron para consumirlo, entre otras. Se realizaron algunas preguntas personales en el que pedíamos que contesten; a que se dedicaban, de cuanto era su ingreso mensual, su edad y sexo, con el fin de poder entender si el aspecto social (económico, genero, edad) influye en la percepción que tiene la gente sobre problemáticas ambientales como lo es el del pez león. Es importante recalcar que al momento de analizar las encuestas algunas de las preguntas No estaban contestadas, por lo que se decidió respetar la opinión y criterio de los encuestados al no querer responder alguna de las preguntas. A continuación se presentan los resultados de las encuestas aplicadas por ambas partes, las respuestas de **las personas que son visitantes extranjeras (VE) se representan con el color azul, el de visitantes nacionales (VN) de color anaranjado y las personas residentes de Cozumel (RC) de color rojo.**

Total de entrevistas		
VE	VN	RC
33	20	47

Figura 5. Se aplicaron un total de 100 encuestas en las cuales 33 fueron a VE, 20 encuestas a VN y a 47 RC.

Género								
M			F			No Contesto		
15	12	28	17	8	16	1	0	3

Figura 6. De las personas extranjeras que fueron encuestadas 15 de ellos fueron hombres y 17 mujeres. Para los visitantes nacionales 12 fueron hombres y 8 mujeres. De las encuestas de los residentes 28 fueron hombres y 16 mujeres.

Edad														
0-20 años			21-40 años			41-60 años			>61 años			No contesto		
1	1	5	16	9	25	9	3	7	6	2	2	1	5	8

Figura 7. Entre el rango de edad con un mayor número de personas encuestadas se encuentran entre los 21 y 40 años. Por lo que la mayoría de las personas ya son mayores de edad y pueden disponer de ingresos propios en algunos casos.

Ingresos												
MXN al Mes	\$0- \$1,000		\$1,001 - \$2,000		\$2,001 - \$3,000		\$3,001 - \$4,000		\$4,001 - \$6,000		>\$6,000	
		3	5	1	4	1	7	2	3	3	3	9
USD al año	\$0 - 25k		\$26k - 50k		\$51k - 100k		\$101k - 150k		>\$150k		No contesto	
	12		9		5		1		0		6	1

Figura 8. La mayor parte de las personas encuestadas visitantes nacionales y locales tienen un ingreso mayor a los \$6,000 pesos MXN. En el caso de las

1. ¿A qué se dedica?																				
Propietario o Gerente de negocio			Operador Turístico			Pescador			Hogar			Servicio Público			Otro			No contesto		
5	3	5	3	1	4	0	0	4	1	0	3	2	3	4	22	12	25	0	1	2

personas extranjeras en el rango en el que la mayoría coincidió fue de \$0 - 25 k.

Figura 9. Se puede observar que para la gran mayoría de las personas encuestadas de los extranjeros, visitantes nacionales y locales, se dedican a otro tipo de empleo diferente a los que se mencionan en la encuesta.

2. ¿Cuál es el propósito de su visita a Cozumel?														
Negocios			Turismo			Resido en Cozumel			Otro			No contesto		
0	0	0	24	5	0	2	0	47	7	11	0	0	4	0

Figura 10. Parte de las encuestas aplicadas se realizó en sitios donde había mayor concurrencia de personas extranjeras por lo que en esta pregunta en particular la mayor parte de las personas extranjeras se encontraban en la isla de Cozumel por el turismo, solo dos de las personas extranjeras mencionaron que residen en Cozumel. En el caso de los visitantes nacionales se encontraban en la isla por motivo del Iroman que se celebraba en fechas que las encuestas fueron aplicadas. El resto de las personas que contestaron son residentes de Cozumel.

3. ¿Sabe qué es el pez león?								
Si			No			No contesto		
25	14	43	8	5	4	0	1	0

Figura 11. Este indicador es de los más relevantes porque es el que determinaba si las personas a las que se les aplico la encuesta conocían el pez león en la que 14 visitantes nacionales contestaron que si lo conocen y 5 no lo conocían. De las personas extranjeras 25 si lo conocían y solo 8 no habían escuchado sobre este organismo. Para los residentes de Cozumel la gran parte de ellos si conocían a esta especie.

4. ¿Sabe de donde es originario el pez león?																				
Cozumel			Atlántico Norte			Océano Indopacifico			E.U.			No sé			Otro			No Contesto		
0	0	3	0	1	0	7	1	8	1	1	5	26	15	25	0	0	2	0	2	4

Figura 12. De las 43 personas que son residentes de Cozumel y conocían al pez león, solo 8 de ellos sabían correctamente de donde es originario esta especie. Siete visitantes nacionales y ocho visitantes extranjeros conocían correctamente de donde proviene este pez.

5. ¿Ha escuchado hablar del pez león?																										
Si					No																					
26			13		43			7			7		4													
Si respondió "si", por favor diga a través de qué medio:																										
Carteles			Anuncios : radio /T.V			Internet			Mercad o Local			Redes Sociales			Pescadería			Supermercado			Restaurant e			No Contesto		
7 2 16			8 8 29			9 3 14			0 0 6			6 5 8			0 1 4			0 0 3			3 2 10			2 0 0		

Figura 13. En esta pregunta es importante recalcar que entre las personas que contestaron que SI han escuchado sobre el pez león, escogieron más de una opción entre los medios en los que han escuchado sobre este organismo. Se observa que las campañas de publicidad abarco todos los medios posibles para que la gente pueda conocer sobre las problemáticas causadas por el pez león y sobre las estrategias que se estaban realizando para su erradicación.

6. ¿Ha comido pez león?														
Si			No			No Contesto								
2		3	24		31		16	23		0		1	0	
Si contesto "si", conteste ¿Le gusto el sabor?														
Si			No			No Contesto								
2		1	15		0		0	6		0		2	3	

Figura 14. De las personas extranjeras encuestadas solo dos indicaban que habían probado algún platillo del pez león, mientras que de los visitantes nacionales solo tres de ellos habían probado algún platillo de pez león. En cambio un poco más de la mitad de las personas que son residentes habían comido pez león. A partir de esta pregunta, las preguntas van en relación con las personas que habían probado algún platillo con pez león. Por lo que las personas que no lo habían consumido, pasaban directamente a la pregunta número 12.

7. ¿Qué tan seguido come o ha comido pez león?														
Diario			Usualmente			Mensualmente			A veces			Sólo una vez		
0 0 0			0 0 0			0 0 0			1 0 1			1 2 1		

Figura 15. Algunos de los encuestados no quisieron decir con qué frecuencia consumen pez león y en qué lugar lo consumieron/compraron por lo que su

decisión de no responder las preguntas que ellos consideren personales, se respetó

8. ¿Dónde compró el pez león?																	
Mercado Local			Pescadería			Supermercado			Restaurante			Lo pesque yo mismo			Otro		
0	0	2	0	0	4	0	0	1	1	0	12	0	1	1	1	1	6

Figura 16. Hubo una gran variación en las respuestas por parte de los encuestados, siendo que los residentes de Cozumel habían comprado el pez león en un restaurante, al igual que uno de las personas extranjeras, mientras que el otro indico haberlo conseguido por otro medio.

9. ¿En qué estilo ha comprado el pez león?												¿Cómo estaba preparado?					
Platillo de restaurante			Filete Crudo			Entero Crudo			Otro			Ceviche			Filete		
2	2	10	0	0	4	0	0	2	0	0	1	2	2	10	0	0	2

Figura 17. La gente menciona que el estilo en el que compro el pez león fue en algún otro sitio pero su preparación fue en un platillo de ceviche y en filete.

10. ¿A qué sabe?					
Bien			Mal		
1	2	15	1	0	6

Figura 18. Entre las personas extranjeras sólo a una le gustó el sabor del platillo del pez león mientras. En el caso de las personas nacionales, 15 mencionaron que sí les gustó el sabor del platillo y ocho mencionaron que no.

11. ¿Cuánto pagó por el pez león?										
No contestaron			No contestaron			\$0-50 MXN		1		
						\$51-100 MXN		1		
						\$101-150 MXN		4		
						\$ 151 MXN >		5		
						Gratis		5		
Usted opina que el precio es:										
Muy caro			Adecuado			Barato				
0	0	5	2	0	10	0	3	1		
¿Le gustaría que fuera más barato?										
Sí					No					
0	1	8	2	0	2					

¿Qué tan caro o más barato le gustaría que costara?								
\$1-10 USD	0	1	1	\$1-30 MXN	0	0	0	
\$11-20 USD	2	0	1	\$31-50 MXN	0	0	1	
\$21-30 USD	0	0	0	\$51-100 MXN	0	0	6	
\$31-40 USD	0	0	0	\$101-150 MXN	0	0	1	
\$41-50 USD	0	0	0	\$151-200 MXN	0	0	1	
>\$50 USD	0	0	0	>\$200 MXN	0	0	0	

Figura 19. De los tres sectores que contestaron las encuestas, únicamente los que son residentes de Cozumel mencionaron el precio que pagaron por un platillo de pez león o, en su caso, algunos lo consiguieron gratis por ser parte de una degustación. Pero en el resto de las preguntas tanto visitantes nacionales y extranjeros mencionaron que el precio en que cada quien había conseguido un platillo de pez león fue adecuado, al igual que para los residentes.

12. ¿Sabía que el pez león es una especie invasora que está afectando el arrecife?								
Si			No			No contesto		
14	9	32	19	8	2	0	3	13
¿Sabía que podría acabar con las especies nativas del arrecife?								
Si			No			No contesto		
12	8	35	18	6	3	3	6	9
¿Le importa el problema del pez león?								
Si			No			No contesto		
23	9	31	7	0	0	3	11	16
¿Está dispuesto a pagar más para comer pez león y proteger el arrecife?								
Si			No			No contesto		
13	8	24	14	8	13	6	4	10

Figura 20. Estas series de preguntas son las que servían para conocer la percepción de la gente y su conocimiento que tenían sobre el tema del pez león y sobre las problemáticas que causa. Los VE 14 de ellos sabían sobre los daños que afecta al arrecife y que podían acabar con las especies nativas del arrecife. A pesar que solo un poco menos de la mitad conocía sobre las problemáticas del

pez león, más de la mitad estaban interesados o les importaba el problema del pez
león pero solo 13 de

ellos estaban dispuestos a pagar más para comer pez león y proteger el arrecife. De los VN menos de la mitad conocían los problemas que causa el pez león y solo menos de la mitad les importaba el problema del pez león y estaban dispuestos a pagar más para proteger el arrecife. En cambio para los RC de los 47 que contestaron la encuesta, solo 32 sabían lo que era el pez león y las problemáticas que causaban y solo 31 de ellos les importaba el problema del pez león en COZUMEL, el resto de los encuestados prefirió no contestar sobre si le importaba el problema del pez león. Solo 24 RC estaban dispuestos a pagar más para proteger el arrecife.

13. ¿Cuánto <u>más</u> está dispuesto a pagar?													
\$1-10 USD	3	1	1	\$1-30 MXN	1	1	0	Otro:	2	0	0		
\$11-20 USD	4	0	1	\$31-50 MXN	1	1	3						
\$21-30 USD	1	0	1	\$51-100 MXN	0	1	4						
\$31- 40 USD	0	0	0	\$101-150 MXN	0	1	4						
\$41-50 USD	0	0	0	\$151-200 MXN	0	0	2						
>\$50 USD	0	0	0	>\$200 MXN	0	1	0						
Si respondió "no" ¿por qué no está dispuesto comer pez león?													
Es muy caro	0			0			3			No me importa el arrecife	0	0	1
No me gusta el sabor	1			0			2			Es peligroso para mi salud	0	0	1
No sabía que existía	4			2			1			Otro	13	4	3

Figura 21. Los VN hubo una variación en lo que ellos estarían dispuestos a pagar. De los RC que contestaron que si estaban dispuestos a pagar más por el pez león para proteger el arrecife, señalaron que estarían dispuestos a pagar entre los \$51 y 150 pesos MXN. Mientras que las personas extranjeras estarían dispuestos a pagar entre los \$11 y 20 USD. Entre el número de personas que contestaron NO estar dispuestos a pagar más, seleccionaron una o más opciones según si criterio personal.

14. ¿Ha participado en talleres o campañas de pez león?								
Si			No			No contesto		
6	0	7	11	11	20	16	9	20

¿En cuál?																							
Aprender a pescar pez león			Torneos de pesca			Tour cacería de pez león			Aprender a cocinarlo			Empleo temporal			Campañas de extracción			Monitoreo e investigación			No contesto		
0	0	1	0	0	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	2	3	0	3	25	0	1
¿Cuánto pagó por realizar esta actividad (es)?																							
Gratis						\$0 - 150 USD																	
5					0			3			1			0			0						
¿Le gustaría participar en alguna de estas actividades en el futuro?																							
Si					No					No contesto													
6		7			15			7			3		2			20			10		30		

Figura 22. Solo un número menor de personas han participado en algún taller o campaña de pez león. Los talleres en los que más han participado es en el Tour cacería de pez león, monitoreo e investigación y campañas de extracción. Algunas de estas campañas fueron gratuitas y en algunas otras tenían un costo, en este caso una persona extranjera menciona que pago entre el \$0 y 150 USD para participar. De las 100 personas encuestadas solo a 28 les gustaría participar en alguna de esas actividades en un futuro.

15. ¿Qué actividad (es) sugiere realizar para controlar al pez león y proteger el arrecife?														
Mas talleres			Pesca			Comercio			No se			No contesto		
9	0	8	2	5	22	2	5	8	2	0	0	18	10	9

Figura 23. Para concluir con la encuesta se preguntó qué actividades recomendarían ellos para controlar al pez león y proteger el arrecife; un total de 29 contestaron más actividades de pesca de pez león, 15 recomendaron promover el comercio y consumo de pez león y 17 mencionaron algún tipo de taller para promover las problemáticas que causa el pez león.

Los resultados de las preguntas que son de mayor relevancia en el proyecto se concentran en el conocimiento que tiene la gente sobre el pez león y las problemáticas que esta especie causa y están dispuestos a pagar más para comer pez león y proteger el arrecife. Se aplicaron un total de 100 encuestas de las cuales 33 encuestas fueron aplicadas a visitantes extranjeros, 20 encuestas a visitantes nacionales y 47 encuestas fueron aplicados a residentes de Cozumel. Los resultados de las preguntas fueron analizadas y se obtuvo el porcentaje de las respuestas contestadas para cada uno de los sectores a los que se les aplico las encuestas. En la tabla 3 se puede observar el resultado de las preguntas más relevantes de las encuestas:

Tabla 3. Percepción y conocimiento de la comunidad de Cozumel sobre el tema del Pez León y su disposición a proteger la barrera arrecifal.

		Extranjeros	Visitantes Nacionales	Residentes de Cozumel
1. Edad	0-20	3.03%	5%	10.63%
	21-40	48.48%	45%	53.19%
	41-60	27.27%	15%	14.89%
	>61	18.18%	10%	4.25%
2. Genero	M	45.45%	60%	59.57%
	F	51.51%	40%	34.04%
3. Ingresos	\$0-25K	36.36%	\$0-\$1000	15%
	\$26k - 50K	27.27%	\$1001 - \$2000	5%
	\$51k - 100k	15.15%	\$2001 - \$3000	5%
	\$101k - 150k	3.03%	\$3001 - \$4000	10%
	>\$150k	0%	\$4001 - \$6000	15%
			>\$6000	45%
4. ¿Sabe que es el pez león?	Si	75.75%	70%	91.48%
	No	24.24%	25%	8.51%
5. ¿Sabe de donde es originario el pez león?	Cozumel	0%	0%	6.38%
	Atlántico Norte	0%	5%	0%
	Océano Indopacifico	21.21%	5%	17.02%
	E.U.	3.03%	5%	10.63%
	No sé	75.75%	75%	53.19%
	Otro	0%	0%	4.25%
6. ¿Ha comido pez león?	Si	6.06%	15%	51.06%
	No	93.93%	80%	48.93%
7. ¿Sabía que el pez león es una especie invasora que está afectando el arrecife?	Si	42.42%	45%	68.08%
	No	57.57%	40%	4.25%
8. ¿Le importa el problema del pez león?	Si	69.69%	45%	65.95%
	No	21.21%	0%	0%
9. ¿Está dispuesto a pagar más para comer pez león y proteger el arrecife?	Si	39.39%	40%	51.06%
	No	42.42%	40%	27.65%

Tabla 4. Análisis estadístico con el programa Statgraphics – XVII – X64

<i>Parámetro</i>	<i>Estadístico T</i>	<i>Valor-P</i>
CONSTANTE ¿Está dispuesto a <u>pagar más para comer pez león</u> y proteger el arrecife?	0.0228222	0.9825
De donde es originaria la persona	0.437805	0.6768*
Edad	-0.111438	0.9149
Género	11.9394	0.0000
Ingresos	-1.20168	0.2748*
¿Sabe qué es el pez león?	20.7988	0.0000
¿Sabe de donde es originario el pez león?	-0.2481	0.8123
¿Ha comido pez león?	17.7723	0.0000
¿Sabía que el pez león es una especie invasora que está afectando el arrecife?	-6.96233	0.0004
¿Le importa el problema del pez león?	-8.21124	0.0002

La tabla 4 se realizó por medio de un análisis de ANOVA de los datos obtenidos de las encuestas, con el fin de saber cuál era el motivo del que más dependía la decisión que tomaban las personas encuestadas y su disposición a pagar más para consumir pez león y proteger el arrecife ($P < 0.05$), existiendo una relación estadísticamente significativa entre las variables con un nivel de

confianza del 95.0%. El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo así ajustado explica 99.9899% de la variabilidad en el parámetro “¿Está dispuesto a pagar más para comer pez león y proteger el arrecife?”.

La variabilidad de usar el parámetro de disposición a pagar más sobre el pez león es la que mayor se va a ver influenciada por los otros parámetros. En este caso se puede observar que el parámetro que más influye en la decisión de pagar más por pez león es “De donde es originaria la persona” al tener un valor- P de 0.6768. El valor de variable independiente (disposición a pagar más) con mayor influencia tiene sobre la variable dependientes en este caso la disposición a pagar más por el pez león; es decir, el lugar de origen de cada encuestado es lo que determina si estarían dispuestos a pagar más por el pez león o no.

Siguiendo con el enfoque social, se aplicaron cinco encuestas a restaurantes y Pescaderías que venden pez león o platillos del esta especie. En este caso se utilizó una X para marcar la respuesta que cada uno escogió y con un 0 en dado caso que la persona haya seleccionado otra opción de respuesta. Cada respuesta de cada restaurante y pescadería estarán representados con distintos colores como se representan en la figura 24.

Restaurantes/Pescaderías				
Cooperativa Pesquera de Cozumel	Restaurante La Perlita	Restaurante Kondesa	Pescadería Arguelles	Pescadería Sebastián

Figura 24. Estos fueron los 5 sitios donde se vende algún platillo de pez león, siendo restaurante o alguna pescadería local. Se aplicaron las mismas preguntas para conocer la propia percepción y opinión personal.

¿A qué se dedica?																																							
Propietario o Gerente de Negocios					Pescador				Operador Turístico				Investigador/académico				Servidor Publico				Hogar				Otro														
0	X	0	0	0	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X	X	X

Figura 25. Esta pregunta era para conocer a que se dedicaban las personas que contestaron las encuestas, en el caso de Kondesa la persona que contesto era el encargado en turno, en pescadería Arguelles de igual manera era el encargado en turno, para la pescadería Sebastián los únicos que se encontraban en ese momento eran los empleados por lo que uno de ellos fue el que amablemente contesto las preguntas.

¿Sabe qué es el pez león?									
Si					No				
X	X	X	X	X	0	0	0	0	0

Figura 26. Al ser lugares donde se vendían pez león, cada persona que contestó tenía una idea general sobre el tema de esta especie.

¿Cuándo escuchó por primera vez del pez león?				
2005	2001	2011	2011	2006

Figura 27. Según estudios previos se menciona que el pez león llegó a las zonas de Quintana Roo en el 2009, pero el pez león ha sido una especie que siempre ha

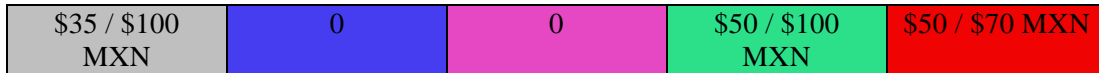


Figura 31. En esta sección se puede apreciar la variación entre los precios desde que se empezó a comercializar el pez león y los precios actuales.

Platillos preparados			
Cooperativa Pesquera de Cozumel			
1	Ceviche	Precio inicial /actual:	\$90 / \$300 MXN
2	Frito	Precio inicial /actual:	\$70 / \$150 MXN
3	Filete	Precio inicial /actual:	\$70 / \$290 MXN
4	Pechitos	Precio inicial /actual:	\$25 / \$60 MXN
Restaurante La Perlita			
1	Ceviche	Precio inicial /actual:	Chico \$174 Grande \$348 / Chico \$174 Grande \$348 MXN
2	Hamburguesa	Precio inicial /actual:	\$80 / \$80 MXN
3	Filete Xcalaka	Precio inicial /actual:	\$232/ \$232 MXN
4	Brochetas	Precio inicial /actual:	\$232/ \$232 MXN
5	Filete a la plancha	Precio inicial /actual:	\$232/ \$232 MXN
6	Filete kisin	Precio inicial /actual:	\$232/ \$232 MXN
7	Ensalada	Precio inicial /actual:	\$174 / \$174 MXN
Restaurante Kondesa			
1	Tortitas	Precio inicial /actual:	\$85 / \$135 MXN
Pescadería Arguelles			
1	Solo lo venden el filete crudo y entero crudo	Precio inicial /actual:	Filete crudo \$90 / \$175 Entero Crudo \$50 / \$100 MXN
Pescadería Sebastián			
1	Solo lo venden el filete crudo y entero crudo	Precio inicial /actual:	Filete crudo \$130 / \$175 Entero Crudo \$50 / \$70MXN

Figura 32. Se puede observar las distintas formas y variedades en las que se puede preparar un platillo de pez león por los distintos restaurantes y pescaderías, de igual manera que en la figura 31 se observan la variación entre los precios iniciales y los actuales. En cada uno de los restaurantes y pescaderías se observa que tuvieron que ajustar sus precios sobre estos platillos de pez león, el único restaurante que los mantiene igual hasta la actualidad es La Perlita.

¿Cuál se vende más?				
Se vende por igual.	Ceviche	Tortitas de pez león	Se vende por igual	El filete

Figura 33. En cada lugar tiene su propio platillo favorito para los consumidores de pez león, solo en el caso de la Cooperativa Pesquera de Cozumel y Pescadería Arguelles, sus platillos se venden por igual.

¿Cómo obtiene el pez león para su restaurante/pescadería?														
Lo Comparamos			X	0	X	X	0							
Opina que el precio al que usted compra el pez león para el restaurante/pescadería:														
Muy Caro					Adecuado					Barato				
0	0	X	X	0	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0
¿Le gustaría que fuera más barato?														
Si							No							
0	0	X	X	0	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0
¿Cuánto le gustaría que costara?														
MXN					USD									
\$1-30 MXN	0	0	0	0	\$1-10 USD	0	0	0	0					
\$31-50 MXN	0	0	0	0	\$11-20 USD	0	0	0	0					
\$51-100 MXN	0	0	X	X	\$21-30 USD	0	0	0	0					
\$101-150 MXN	0	0	0	0	\$31- 40 USD	0	0	0	0					
\$151-200 MXN	0	0	0	0	\$41-50 USD	0	0	0	0					
>\$200 MXN	X	0	0	0	>\$50 USD	0	0	0	0					
Nosotros pescamos pez león para el restaurante					X	X	0	X	X					
¿Desde cuándo lo pesca?														
2010	1970				0	0	2010							
¿Cada cuánto pesca pez león?														
Diario	0				0	0	Diario							
¿Cuántas embarcaciones por día?														
10	6-8				0	0	3							
¿Cuántos pescadores por embarcación?														
4	5-8				0	0	4							

Figura 34. Un punto importante para este proyecto es conocer de dónde obtienen el pez león los lugares que venden algún platillo de esta especie. La Cooperativa Pesquera de Cozumel, La Perlita, Pescadería Arguelles y Pescadería Sebastián, ellos mismos pescan su propio pez león, solo el Restaurante Kondesa es el único

que lo compra. Igual se preguntó que con qué frecuencia pescan pez león y cuantas

embarcaciones y pescadores necesitan para extraerlo. Cada uno brinda la información como ellos lo hacen. Por ejemplo: la Cooperativa diario pesca pez león donde utilizan 10 embarcaciones con 4 pescadores en cada una, La perлита usa de 6 a 8 embarcaciones con 5 a 8 pescadores en cada una.

¿Actualmente la demanda del pez león es mayor a la captura?									
Si					No				
X	X	X	0	X	0	0	0	X	0

Figura 35. Se observa que casi todas las personas que contestaron la encuesta, están de acuerdo que hay una mayor demanda de pez león que de captura. Esto en algunos casos podría ser perjudicial para cada restaurante, el no poder tener suficiente pez león para satisfacer la demanda por parte de los consumidores.

¿Cuánto ha disminuido la captura del pez león?					
Porcentaje / año:		Tonelada de pez por año:			
Inicial					
Año:	2009	Año:	2010	Año:	2011
No. Peces/año:		No. Peces/año:		No. Peces/año:	
No. Toneladas:		No. Toneladas:		No. Toneladas:	
Año:	2012	Año:	2013	Año:	2014
No. Peces/año:		No. Peces/año:		No. Peces/año:	
No. Toneladas:		No. Toneladas:		No. Toneladas:	
Año:	2015	Actualmente			
No. Peces/año:		Año:	2016		
No. Toneladas:		No. Peces/año:		No. Toneladas/año:	

Figura 36. En esta pregunta ninguna de las personas encargadas de restaurantes y pescaderías pudo contestar, por qué mencionaban que era un dato que ellos no tenían en ese momento pero que si ha disminuido la captura de pez león ya que no hay tantos individuos de esta especie como al principio.

¿Sabía que el pez león es una especie invasora que está afectando el arrecife?									
Si					No				
X	X	X	X	X	0	0	0	0	0

Figura 37. Cada uno de las personas encuestadas conoce sobre los daños que provoca el pez león, en algunos casos las personas comentaban que un motivo por el cual decidieron empezar a vender pez león era para apoyar en su erradicación.

¿Está dispuesto a vender el pez león más barato en su restaurante/pescadería para proteger el arrecife?										
Si					No					
0	0	X	X	0	X	X	0	0	X	

Figura 38. Teniendo en cuenta que las personas que contestaron que no venderían más barato el pez león, tenían un motivo en común, ya que ellos pescaban su propio pez león, los pescadores que ellos tenían contratados para extraerlo, no tienen un sueldo o salario fijo, depende de su pesca para tener un ingreso y el vender más barato el pez león, tendrían que reducir el pago que le dan a los pescadores por lo que los mismos pescadores se verían perjudicados.

¿Estaría dispuesto a venderlo a un precio más barato?										
Si					No					
0	0	0	0	0	X	X	0	X	X	
¿Cuál?										
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 39. Para esta pregunta es el mismo argumento que el de la figura 39, los perjudicados serían los pescadores.

¿Su restaurante a participado en talleres o campañas de pez león para:										
Aprender a pescar pez león	Torneos de pesca	Tour de cacería del pez león	Aprender a cocinarlo	Muestras gastronómicas	Crear recetas	Empleo temporal	Extracción	Otro:		

Figura 40. Algunos de los restaurantes y pescaderías si han participado en algún tipo de taller o campaña para apoyar a la erradicación del pez león.

¿Cuánto pago o invirtió por realizar esta (s) actividad (es) \$?									
Todo patrocinado por la CONAP	Toda participación ha sido gratuita	0	0	0	0	0	0	0	0
¿Le gustaría participar en alguna de estas actividades en el futuro?									
Si	0	0	0	0	0	0	0	0	0
¿Cuál?									
Intercambio de experiencias	0	0	0	0	0	0	0	0	0
¿Vender pez león en su restaurante es un buen negocio?									
Si					No				
X	X	0	X	X	0	0	0	0	0
¿Le preocupa que el pez león esté afectando el arrecife?									
Si					No				
X	X	0	X	X	0	0	0	0	0
¿Está de acuerdo a que se hagan vedas de pez león?									
Si					No				
0	0	0	0	0	X	X	0	X	X

Figura 41. Los encuestados que contestaron que han participado en algún taller o campaña sobre el pez león, participaron de forma gratuita. Todos concordaron que el vender pez león es un buen negocio para su restaurante/pescadería y al saber que es una especie que afecta el arrecife, no están de acuerdo en que se desarrollen vedas de pez león.

Enfoque Económico

Análisis Costo-Beneficio

El análisis costo-beneficio muestra las estrategias a considerar para el control de una especie invasora, determinando la opción que maximiza los recursos para su control y los beneficios totales. Al comparar los beneficios y costos a lo largo del tiempo, puede dar cuenta del riesgo y la incertidumbre de opciones y estimaciones relacionadas con la invertención.

Lo anterior es posible partiendo del conocimiento de la especie invasora; con base en los estudios previos sobre la estructura poblacional del pez león (Tun-Burgos,

2012; Crespo-Catzin, 2012; Pérez-Poot, 2012; López-Mejía *et al.* *observaciones no publicadas*) y los resultados de monitoreo de este estudio, se asumió que la población y propagación del pez león sigue un crecimiento biológico logístico (Fig. 42).

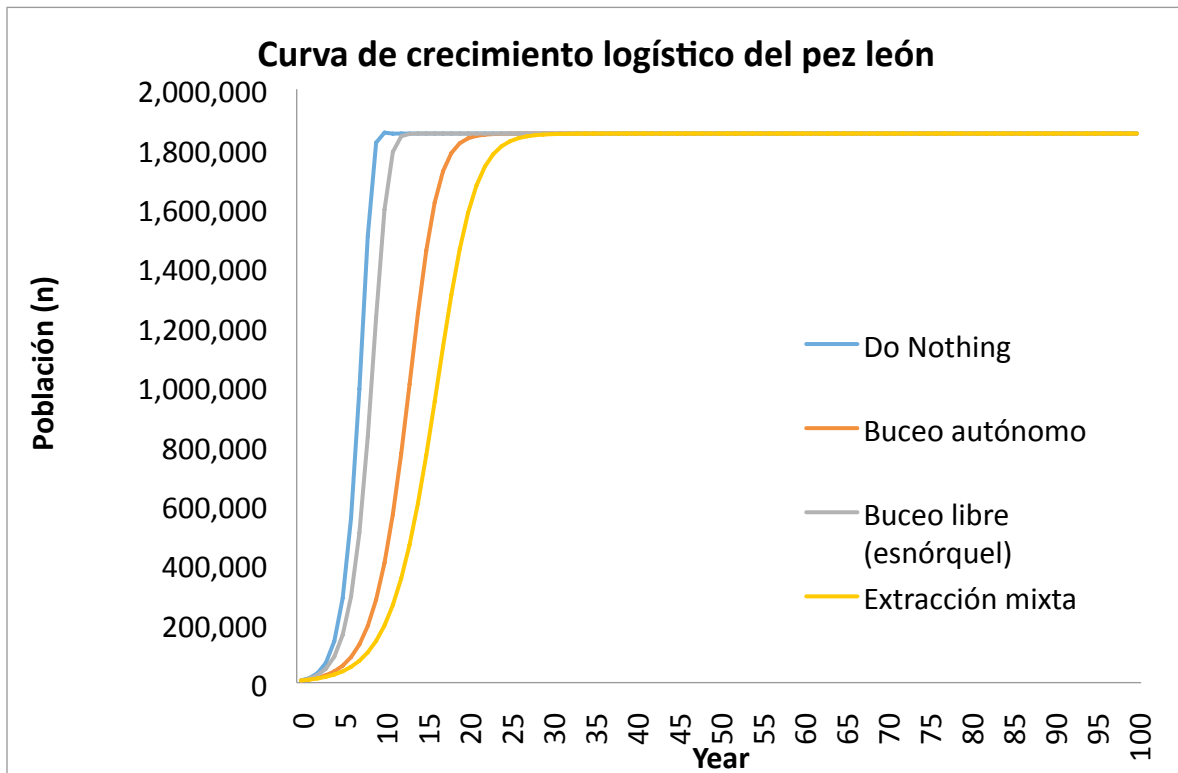


Fig. 42. Estrategias para la extracción del pez león y su población a lo largo del tiempo.

Se valoraron los costos de implementación de las estrategias de extracción, asumiendo que en algunos casos, los materiales y/o equipo serán utilizados por distintos momentos, por distintas brigadas (por ejemplo, arpones y equipo de buceo autónomo; Fig. 43).

Costos	Categorías	Opciones de manejo			
		Hacer nada	Buceo autónomo	Buceo libre (esnórquel)	Extracción mixta
Costos anuales	Gasolina	0	6625	6625	13250
	Tanques de buceo	0	1060	0	1060
	Horas de trabajo	0	1560	1560	1560
	Alcohol	0	0	0	0
Costos iniciales	Arpón	0	265	265	530
	Equipo de buceo (traje, máscara, aletas, regulador, chaleco, completo)	0	50	0	50
	Equipo de esnórquel (visor, aletas, tubo)	0	0	50	50
	Red de pesca	0	25	25	50
	n/a	0	0	0	0

Fig. 43. Unidades físicas de costos por manejo de la especie invasora (MX\$).

Considerando lo anterior y los datos poblacionales, se estimó el valor monetario de los daños provocados por el pez león, de acuerdo con las diferentes opciones de manejo (Fig. 44), así como los beneficios monetarios por evitar el daño (Fig. 45), siendo la extracción mixta (buceo autónomo y buceo libre) la estrategia que refleja el mayor beneficio en ambos casos.

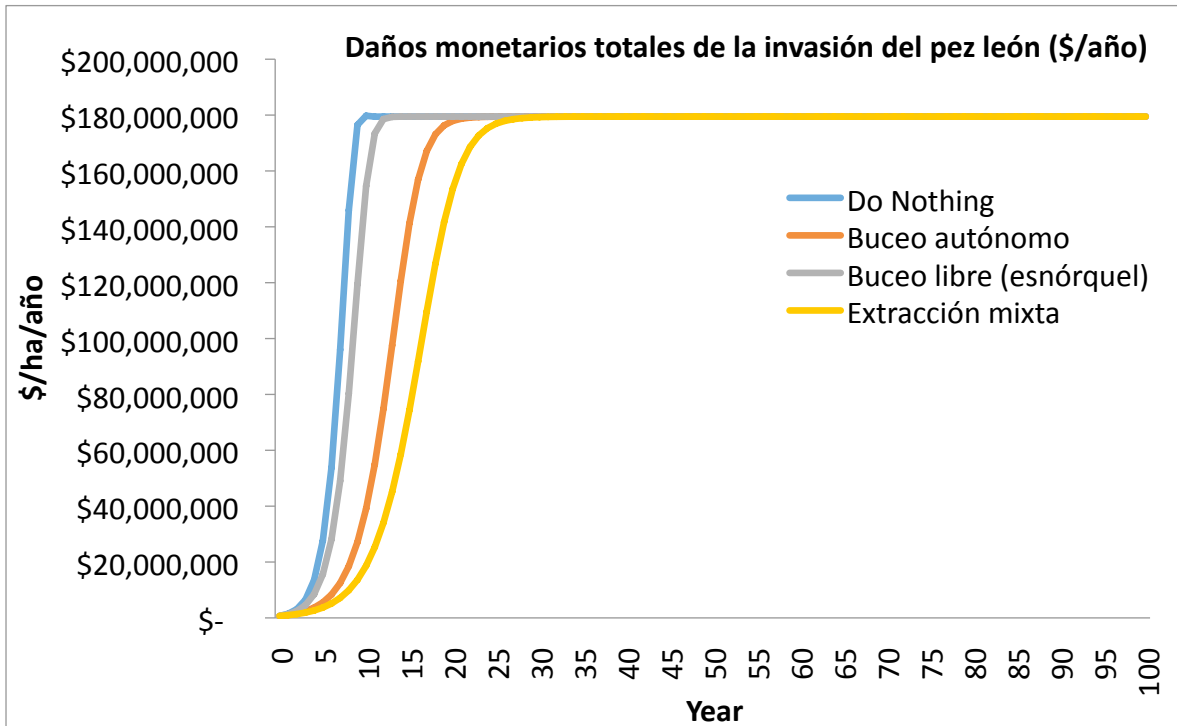


Fig. 44. Daños monetarios totales de la invasión del pez león, por año.

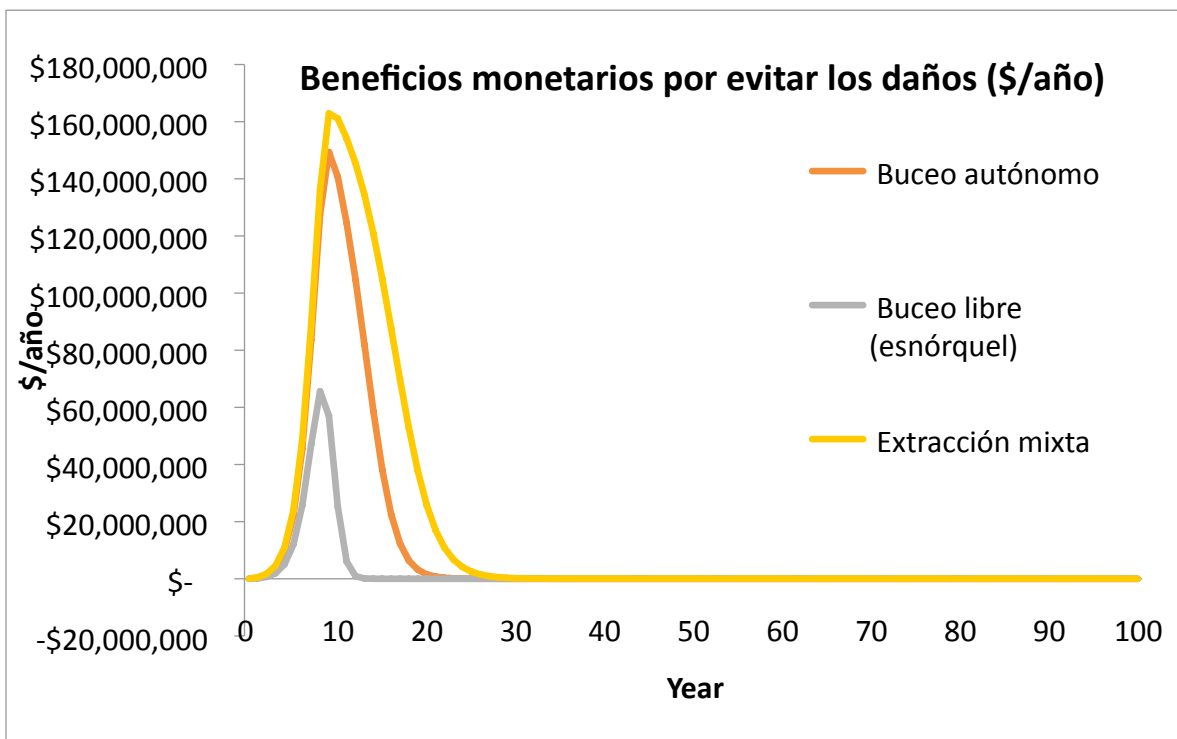


Fig. 45. Beneficios montarios al evitar los daños provocados por el pez león.

Discusión

Una especie invasora tiene el potencial de causar daños al medio ambiente, la economía, así como la salud de las personas y su forma de vida. Su impacto sobre la biodiversidad es observable por la disminución en las poblaciones de especies nativas, extirpaciones locales, extinciones y, por lo tanto, cambios al funcionamiento del ecosistema; su impacto sobre la economía se relaciona con pérdidas a los sistemas de producción (agricultura, silvicultura, pesca), daño a la infraestructura, daño al comercio y costos de administración; pero también impactan sobre la salud de las personas y su modo de vida al aumentar la incidencia de lesiones o enfermedades, al disminuir el acceso a la comida, provocar cambios a las prácticas culturales (religioso recreativo, cultivo), causar la disminución o pérdida del acceso a los recursos naturales, impactando con mayor intensidad a las comunidades rurales.

La invasión del pez león en el Atlántico ha impactado en esas tres esferas desde su detección, propiciando el diseño e implementación de estrategias de control que han abierto, de hecho, una nueva línea en el mercado económico relativo a esta especie. La isla de Cozumel destaca en este sentido, al proponer, además de la extracción, el consumo del pez león, marcando un precedente en la industria restaurantera, turística y pesquera.

Este estudio nos permitió valorar el impacto de las estrategias de control de la especie invasora en las tres esferas de afectación.

Erradicar una especie invasora no sésil, no es una opción para el caso de ecosistemas de aguas abiertas; las estrategias, pues, para el arrecife de Cozumel han sido dirigidas al control del pez león y sobre ello se basa la valoración de su efectividad.

Los estudios sobre la estructura poblacional del pez león en Cozumel (Tun-Burgos, 2012; Crespo-Catzin, 2012; Pérez-Poot, 2012) y su monitoreo indican

que, a nueve años de su detección en el Caribe mexicano, es una especie establecida en el arrecife y dadas las estrategias implementadas, puede observarse el establecimiento de una unidad de pesquería que continúa en evolución (López-Mejía *et al. observaciones no publicadas*). Es precisamente este momento en que se vuelve necesario realizar un análisis costo-beneficio para valorar las estrategias implementadas y su impacto con respecto al control de la especie invasora (López-Mejía y López-Flota *observaciones no publicadas*).

El pez león ha sido una de las problemáticas ambientales más fuertes que ha habido en Cozumel; los problemas que trae consigo esta especie no sólo se relacionan con la abundancia poblacional y su impacto en la comunidad arrecifal, también carga consigo la economía de Cozumel pero ¿cómo es esto posible? Gracias a distintas literaturas y artículos de esta especie se pueden predecir escenarios sobre lo que sucedería en Cozumel si no se controla esta especie; por ejemplo, se sabe que el pez león es un depredador nato que se alimenta de distintos organismos del arrecife, con una función importante en la cadena trófica; sin estas especies se pierde el equilibrio del arrecife provocando que éste se vaya degradando o perdiendo. El impacto es, pues, no solamente biológico, sino económico y social porque Cozumel vive del turismo y gran parte de éste viene a bucear o esnorquelear en los arrecifes, de modo que por su pérdida el turismo disminuiría desestabilizando la economía de Cozumel y a su población.

El pez león es un problema que nos concierne a todos. En las encuestas aplicadas durante el proceso de investigación, se puede observar que para la gran mayoría de los habitantes de Cozumel, no es un problema que les afecte directamente, por lo que uno de las recomendaciones de este estudio es continuar con la transferencia de conocimiento hacia la población y enseñarle que el pez león causa tanto efectos directos e indirectos a todos. Se necesita el apoyo de la comunidad de Cozumel y no de algunos cuantos, las campañas de educación ambiental que se realizan ¿realmente esta llegando a toda la población o sólo a

unos cuantos? Las campañas de educación ambiental no sólo deberían aplicarse a los niños, sino también a la gente adulta, quizá nuestros padres crecieron en otros tiempo, por lo que tratar de crear conciencia ambiental es difícil, pero se tiene que buscar la forma de llegar a la gran mayoría si queremos que Cozumel siempre siga siendo la bella isla que es hoy.

Esto debe incluir el hecho de que la población del pez león debe estar en un constante monitoreo e investigación. Actualmente Cozumel en tema de pez león, no lo ha erradicado por completo pero, sí ha habido un control sobre la población de esta especie, gracias a los proyectos realizados desde su llegada a las costas de Quintana Roo. los estudios sobre su reproducción indican que el pez león puede proliferar a gran escala, por lo que no se puede bajar la guardia con esta especie, se debe tener un control continuo, sistemático, sobre la población del pez león.

A pesar que el pez león ha sido beneficioso para algunos restaurantes, empresas hoteleras y pescaderías, las autoridades correspondientes necesitan recalcar que es una especie invasora que afecta fuertemente los ecosistemas arrecifales de Cozumel y que si bien puede existir un beneficio económico por su captura, debe mantenerse su control con el objetivo primordial de la conservación del arrecife incluso por encima de su establecimiento como unidad de pesquería y línea de mercado para esta especie invasora.

La venta de la carne del pez león, se da más por los restauranteros y empresas hoteleras, ofreciéndola como un platillo gourmet, exótico y atractivo para los turistas, dispuestos a pagar el precio actual de lista. La población de Cozumel, en cambio, consume muy poco el pez león, básicamente por tres razones: a) nunca han probado la carne del pez león; b) al saber que el pez león es venenoso, piensan que la carne también lo es, lo que viene siendo una desinformación sobre

la carne del pez león; c) no se interesan en probar algo nuevo y; d) consideran muy elevado el precio por kilo de carne del pez león y expresan poca disposición para pagar un precio elevado, prefiriendo comprar algo conocido y mas económico. Esto es una consecuencia de la diferencia entre el precio inicial del kilo de pez león recién se detectó la invasión (entre 35 y 40 pesos) y su precio actual (\$120 el kilo).

Si bien las especies invasoras son considerados un problema por los seres humanos porque impactan los sistemas económicos y socavan, hasta cierto punto, el bienestar humano, las estrategias de control, especialmente la comercialización y consumo del pez león, han transitado a un estado de beneficio económico que motiva su mantenimiento en el arrecife. Debemos recordar que la mayoría de las invasiones pueden estar vinculadas a las consecuencias previstas o involuntarias de las actividades económicas, pero esto puede poner en riesgo al ecosistema en una esfera mayor, afectando la base de la actividad económica de la isla y el estado de Quintana Roo. Desde la detección del pez león en las costas de Cozumel, las estrategias de extracción se aplicaron sólo en una primera etapa, durante el inicio de la invasión del pez león; sin embargo, el impacto del consumo del pez y su comercialización significaron un giro en la implementación, dirigiendo los esfuerzos hacia el mantenimiento de la pesquería, más que al objetivo primordial del control y protección del arrecife.

El pez león se volvió un habitante más de Cozumel, pero se tiene que mantener al mínimo, siendo que ya es una especie aprovechable, una problemática más que se sumó al tema del pez león es el abastecimiento; es decir, una de las propuestas fue comercializar la carne del pez león, pero al tener mucha demanda, difícilmente se puede dar abasto en un sitio, por lo que se empieza a considerar en dejar de extraer para que vuelva a crecer la población de pez león y poder darse abasto para la comercialización, eso se refleja en Cozumel, pero como es un tema que se da en todo el estado de Quintana Roo y también otros estados. La

recomendación es crear una alianza entre cooperativas pesqueras, por ejemplo, para estructurar la captura y comercialización del pez león, con beneficio para la pesquería, pero manteniendo el tamaño mínimo de la población de pez león que favorezca la protección de las especies nativas del arrecife. De este modo, no se recomiendan vedas dado que éstas sólo están permitiendo el desplazamiento estratégico de la especie invasora a zonas de mayor dificultad de captura y el aumento *intencional* de la población para cubrir la demanda de la compra-venta del pez león, en detrimento de la comunidad arrecifal.

El análisis costo-beneficio estimó tres opciones de manejo para la extracción del pez león: a) buceo autónomo; b) buceo libre; c) extracción mixta. La opción de extracción mixta es la que refleja el mayor valor actual neto (Fig. 46).

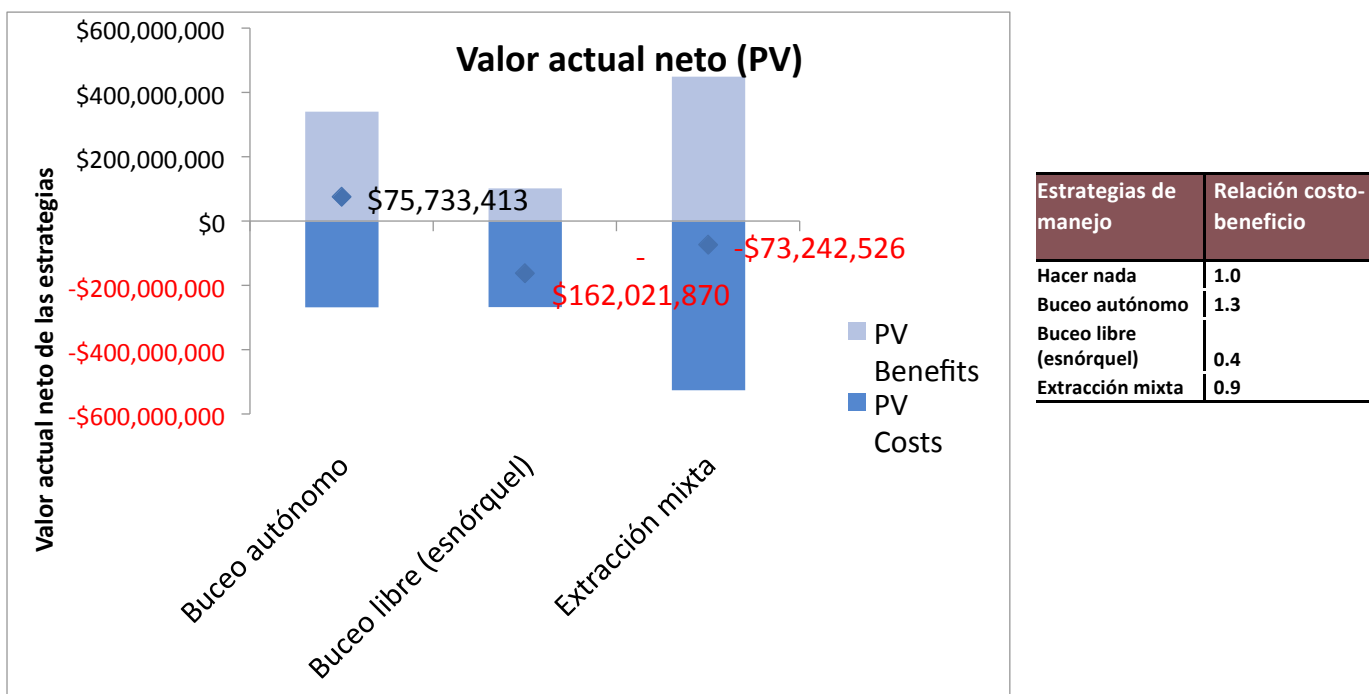


Fig. 46. Valor actual neto y análisis costo-beneficio de las estrategias de manejo y control del pez león.

Recomendaciones estratégicas

Diversificar la extracción, reactivando el empleo temporal, los torneos de pesca al menos una vez al año y reactivar la pesca autónoma (libre) mediante el registro de pescadores que se comprometan a extraer únicamente pez león y no especies nativas bajo protección de las ANP's o en estatus de riesgo. El buceo autónomo es la opción que ofrece más beneficios netos positivos para la extracción de pez león, por lo que se recomienda la inversión en equipo destinado al control de pez león; asimismo, la extracción mixta, que combina buceo autónomo y esnórquel en los sectores con mayor esfuerzo de extracción, es la siguiente opción a considerar con resultados positivos (Fig. 46 y 47).

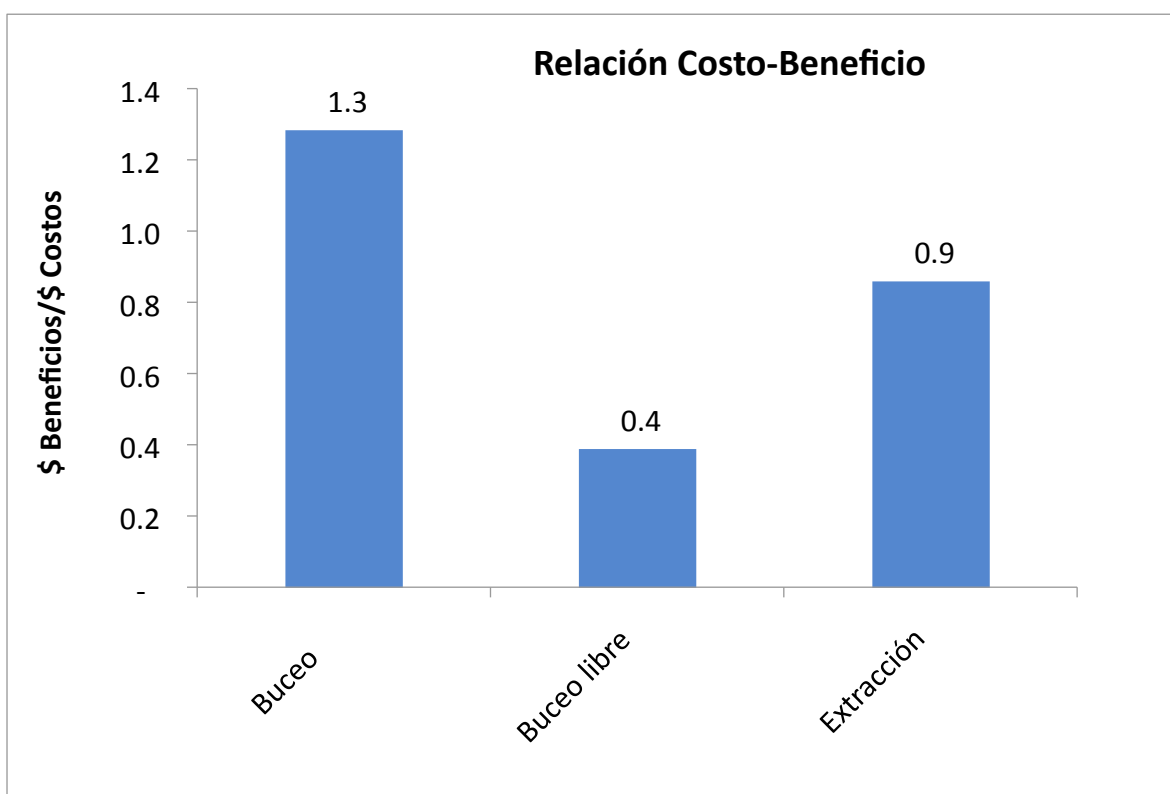


Fig. 47. Relación costo-beneficio de las estrategias de extracción implementadas para el control del pez león en Cozumel.

Fortalecer la capacitación del personal de los sectores pesquero y turístico con respecto a las estrategias de control del pez león, así como capacitar a la

población en general, en sus diferentes clases de edad, para el conocimiento y participación de las estrategias de control.

Se recomienda formalizar una alianza estratégica en el sector pesquero, estableciendo un núcleo de distribución y comercialización a mayor escala del pez león, por ejemplo en Cozumel, que pueda recibir la captura de las zonas norte y sur de Quintana Roo a cambio de una compensación económica estimada, permitiendo la evolución de unidades de pesca que atiendan la demanda de consumo, pero manteniendo el tamaño mínimo de la población que garantice el control de la especie y la protección y conservación de la comunidad arrecifal.

La investigación y monitoreo de la población de pez león en el arrecife debe continuar como una de las estrategias centrales de control y como base para la valoración periódica de las estrategias implementadas. El análisis económico y el uso de instrumentos económicos son clave para enfrentar los problemas asociados con las invasiones biológicas, por lo que costo-beneficio de las estrategias implementadas y sus ajustes, deberá seguir analizándose periódicamente para garantizar la eficiencia económica en la gestión del pez león en el arrecife de Cozumel, con su control como objetivo primordial.

La valoración realizada en este estudio nos permite reafirmar la perspectiva comunitaria, donde múltiples partes interesadas deben ser partícipes de los esfuerzos conjuntos y permite la consideración de una gama de opciones de políticas que garanticen los beneficios a largo plazo de las estrategias de control.

Anexos

Anexo 1. Registro de pez león en las costas de Cozumel

Registro de pez león en las costas de Cozumel			
Fecha:	Hora:	Nombre del pescador:	
Lugar:	Profundidad:		
Arte de pesca (marcar lo que correspondan para el pez que se registra):			
Buceo	Snorkel	Embarcación	Otro (especifica)
Red	Arpón	Otro (especifica)	
Observaciones:			
Registro de pez león en las costas de Cozumel			
Fecha:	Hora:	Nombre del pescador:	
Lugar:	Profundidad:		
Arte de pesca (marcar lo que correspondan para el pez que se registra):			
Buceo	Snorkel	Embarcación	Otro (especifica)
Red	Arpón	Otro (especifica)	
Observaciones:			
Registro de pez león en las costas de Cozumel			
Fecha:	Hora:	Nombre del pescador:	
Lugar:	Profundidad:		
Arte de pesca (marcar lo que correspondan para el pez que se registra):			
Buceo	Snorkel	Embarcación	Otro (especifica)
Red	Arpón	Otro (especifica)	
Observaciones:			

Anexo 2. Encuesta aplicada a visitantes extranjeros página 1

Economic Analysis of Lionfish in Cozumel Island, Mexico
University of Quintana Roo
SURVEY

1/3

Gender: Female Male

Age: _____

Nationality: _____

Income:

MXN al mes		USD yr	
\$0 - \$1,000	<input type="checkbox"/>	\$0 - 25k	<input type="checkbox"/>
\$1,001 - \$2,000	<input type="checkbox"/>	\$26k - 50k	<input type="checkbox"/>
\$2,001 - \$3,000	<input type="checkbox"/>	\$51k - 100k	<input type="checkbox"/>
\$3,001 - \$4,000	<input type="checkbox"/>	\$101k - 150k	<input type="checkbox"/>
\$4,001 - \$6,000	<input type="checkbox"/>	>\$150k	<input type="checkbox"/>
>\$6,000	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

What do you work on?

Business manager Tourist operator Fisherman

Homemaker Public servant Other: _____

What is the purpose of your visit to Cozumel?

Business Tourism

Resident in Cozumel Other: _____

Do you know what lionfish is? Yes No

If yes, please describe it: _____

Do you know where the lionfish is native?

Cozumel North Atlantic Did not know

Indopacific USA Other: _____

Have you heard about lionfish? Yes No

If yes, please specify:

Spots: radio TV Posters Local market Fish market

Internet Social networks Supermarket Restaurant: Downtown

Hotel restaurant Home of friends

Did you ever eat lionfish? Yes No Why? _____

If yes, did you like it? Yes No Why? _____

How often did/do you eat lionfish? (daily, weekly, monthly, sometimes, only once) _____

Where did you get lionfish?

Local market Fish market

Supermarket Restaurant: Downtown

Fish by yourself Other: _____ Hotel restaurant

Home of friends

In which style did/do you eat lionfish?

Restaurant dish Raw fillet Whole raw fish Other: _____

Specify dish: _____

What does it taste like? _____

2/2

How much did you pay to get lionfish in that style? \$ _____ MXN USD

You think the price is: Expensive The price is right Inexpensive

Would you prefer a lower price? Yes No

How much lower or expensive are you will to pay for lionfish?

\$1 - 10 USD <input type="checkbox"/>	\$1 - 30 MXN <input type="checkbox"/>
\$11 - 20 USD <input type="checkbox"/>	\$31 - 50 MXN <input type="checkbox"/>
\$21 - 30 USD <input type="checkbox"/>	\$51 - 100 MXN <input type="checkbox"/>
\$31 - 40 USD <input type="checkbox"/>	\$100 - 150 MXN <input type="checkbox"/>
\$40 - 50 USD <input type="checkbox"/>	\$150 - 200 MXN <input type="checkbox"/>
>\$50 USD <input type="checkbox"/>	>\$200 MXN <input type="checkbox"/>

Did you know lionfish is an invasive species affecting Cozumel coral reef? Yes No

Did you know lionfish is declining native species? Yes No

Do you care about the problem? Yes No

Are you willing to pay more for eating lionfish for the ecosystem's sake? Yes No

How much are you willing to pay more for lionfish?

\$1 - 10 USD <input type="checkbox"/>	\$1 - 30 MXN <input type="checkbox"/>	Other: _____
\$11 - 20 USD <input type="checkbox"/>	\$31 - 50 MXN <input type="checkbox"/>	
\$21 - 30 USD <input type="checkbox"/>	\$51 - 100 MXN <input type="checkbox"/>	
\$31 - 40 USD <input type="checkbox"/>	\$100 - 150 MXN <input type="checkbox"/>	
\$40 - 50 USD <input type="checkbox"/>	\$150 - 200 MXN <input type="checkbox"/>	
>\$50 USD <input type="checkbox"/>	>\$200 MXN <input type="checkbox"/>	

If not, why are not willing to eat lionfish?

<input type="checkbox"/> Very expensive	<input type="checkbox"/> Do not care about the coral reef
<input type="checkbox"/> Do not like the taste	<input type="checkbox"/> It is dangerous to my health
<input type="checkbox"/> Never heard about that	Other: _____

Have you participate on workshops to:

<input type="checkbox"/> Learn to fish lionfish	<input type="checkbox"/> Learn to cook lionfish	<input type="checkbox"/> Research and monitoring
<input type="checkbox"/> Fishing tournament	<input type="checkbox"/> Temporary employment	Other: _____
<input type="checkbox"/> Hunting lionfish tour	<input type="checkbox"/> Lionfish extraction campaign	

Would you like to do anything like this (again) in the future? Which one? _____

How much you did you spend on that activity \$ _____

What do you suggest to control lionfish and protect native coral reef species?

Thank you for taking the time to answer the questionnaire!

Anexo 3. Encuesta aplicada a visitantes extranjeros página 2.

Análisis Económico del Pez León en Cozumel, Q. Roo, México
Universidad de Quintana Roo
ENCUESTA

1/2

Género: Femenino Masculino

Edad: _____

Nacionalidad: _____

Ingreso:

MXN al mes		USD al año	
\$0 - \$1,000		\$0 - 25k	
\$1,001 - \$2,000		\$26k - 50k	
\$2,001 - \$3,000		\$51k - 100k	
\$3,001 - \$4,000		\$101k - 150k	
\$4,001 - \$6,000		>\$150k	
>\$6,000			

¿A qué se dedica? Propietario o Garante de Negocios Operador turístico Pescador
 Hogar Servidor público Otro: _____

¿Cuál es el propósito de su visita a Cozumel? Negocios Turismo
 Resido en Cozumel Otro: _____

¿Sabe qué es el pez león? Sí No
 Si respondió "sí", por favor descríbalos: _____

¿Sabe de dónde es originario el pez león? Cozumel Atlántico Norte No sé
 Océano Indopacífico E.U. Otro: _____

¿Ha escuchado hablar del pez león? Sí No
 Si respondió "sí", por favor diga a través de qué medio:
 Carteles Mercado local Pescadería
 Anuncios: radio T.V. Supermercado Restaurante: En la ciudad
 Internet Redes sociales Restaurante del hotel
 En casa de amigos

¿Ha comido pez león? Sí No ¿Por qué? _____
 ¿Le gusta el sabor? Sí No ¿Por qué? _____

¿Qué tan seguido come o ha comido pez león? (diario, semanalmente, mensualmente, a veces, sólo una vez) _____

¿Dónde compró el pez león? Mercado local Pescadería
 Supermercado Restaurante: En la ciudad
 Lo pesqué yo mismo Restaurante del hotel
 Otro: _____ Casa de amigos

¿En qué estilo ha comprado pez león? Plato en restaurante Filete crudo Entero crudo Otro: _____
 ¿Cómo estaba preparado? (Ceviche, filete, etc.): _____

¿A qué sabe? _____

Anexo 4. Encuestas aplicadas a visitantes nacionales y a residentes de Cozumel página 1

Anexo 6. Encuestas aplicadas a restaurantes y empresas página 1.

Análisis Económico del Pez León en Cozumel, Q. Roo
Universidad de Quintana Roo
ENCUESTA / SURVEY

1/2

Nombre del restaurante/empresa: _____

¿A qué se dedica?

Propietario o Gerente de Negocios Pescador Operador turístico Investigador/académico
 Servidor Público Hogar Otro: _____

¿Sabe qué es el pez león?

¿Cuándo escuchó por primera vez del pez león? Día/mes/año: _____

A través de qué medio:

Carteles Mercado local Municipio Pescadería
 Comité de Atención al Pez León Restaurante
 Anuncios: Internet En la ciudad
 TV, Redes sociales Restaurante del hotel
 Radio En casa de amigos

¿Vende pez león en su restaurante / pescadería? Sí No

¿Cuándo empezó a venderlo? Día/mes/año: _____

Modalidad de venta de pez león:

		Inicial	Actual
Filete crudo <input type="checkbox"/>	Precio del kilo: \$	_____	\$ _____
Entero crudo <input type="checkbox"/>	Precio del kilo: \$	_____	\$ _____
Platillo preparado <input type="checkbox"/>			

Especificar:

1	Ceviche _____	Precio inicial: \$ _____	Precio actual: _____
2	_____	Precio inicial: \$ _____	Precio actual: _____
3	_____	Precio inicial: \$ _____	Precio actual: _____
4	_____	Precio inicial: \$ _____	Precio actual: _____
5	_____	Precio inicial: \$ _____	Precio actual: _____

¿Cuál se vende más? _____

Anexo 7. Encuestas aplicadas a restaurantes y empresas página 2.

¿Cómo obtiene el pez león para su restaurante?

<input type="checkbox"/> Lo compramos				
¿Dónde?	Supermercado <input type="checkbox"/>	Entero crudo <input type="checkbox"/>	Precio por kg: <input type="text"/>	
	indicar cuál _____	Filete crudo <input type="checkbox"/>	Precio por kg: <input type="text"/>	
	Mercado local <input type="checkbox"/>	Entero crudo <input type="checkbox"/>	Precio por kg: <input type="text"/>	
	_____	Filete crudo <input type="checkbox"/>	Precio por kg: <input type="text"/>	
	Pescadería <input type="checkbox"/>	Entero crudo <input type="checkbox"/>	Precio por kg: <input type="text"/>	
	indicar cuál _____	Filete crudo <input type="checkbox"/>	Precio por kg: <input type="text"/>	
	Pescadores <input type="checkbox"/>	Entero crudo <input type="checkbox"/>	Precio por kg: <input type="text"/>	
	independientes _____	Filete crudo <input type="checkbox"/>	Precio por kg: <input type="text"/>	
	Cooperativa <input type="checkbox"/>	Entero crudo <input type="checkbox"/>	Precio por kg: <input type="text"/>	
	pesquera _____	Filete crudo <input type="checkbox"/>	Precio por kg: <input type="text"/>	
	indicar cuál _____	Entero crudo <input type="checkbox"/>	Precio por kg: <input type="text"/>	
	Otro: _____	Filete crudo <input type="checkbox"/>	Precio por kg: <input type="text"/>	

Opina que el precio al que usted compra el pez león para el restaurante es:

Muy caro

Adecuado

Barato

¿Le gustaría que fuera más barato? Sí No

¿Cuánto le gustaría que costara?

	MXN	USD
<input type="checkbox"/>	\$1 - 30 MXN	\$1 - 10 USD <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	\$31 - 50 MXN	\$11 - 20 USD <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	\$51 - 100 MXN	\$21 - 30 USD <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	\$101 - 150 MXN	\$31 - 40 USD <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	\$151 - 200 MXN	\$41 - 50 USD <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	>\$200 MXN	>\$50 USD <input type="checkbox"/>

Nosotros pescamos pez león para el restaurante

¿Desde cuándo lo pesca? Día/mes/año _____

¿Cada cuándo pescan pez león? _____

¿Cuántas embarcaciones por día? _____

¿Cuántos pescadores por embarcación? _____

Extracción (especifique la inversión de la(s) estrategia(s) y su frecuencia (hora, mensual, anual):

* Salario de pescadores (por hora) \$ _____	Total de horas al día: _____
* Equipo de buceo y tanques (por unidad) \$ _____	Total de unidades por día: _____
* Equipo de esnórquel (visor, aletas, esnórquel) \$ _____	Total de unidades por día: _____
* Combustible para embarcación (por litro) \$ _____	Total de litros por día de pesca: _____

* Arte de pesca (especificar):

Arpón <input type="checkbox"/>	Tipo: _____	\$ _____
Red <input type="checkbox"/>	Tipo: _____	\$ _____
Otro: _____		\$ _____

Cantidad de arpones/redes... Utilizados por día de pesca: _____

* Frecuencia de la pesca (horas por día y total de días): _____

* No. peces capturados por pescador/buzo: _____

* ¿Cuántos filetes obtiene de cada pez león? _____

¿Cuál es la relación inversión/precio de venta?

¿La considera adecuada?

Anexo 8. Encuestas aplicadas a restaurantes y empresas página 3.

¿Cuál considera que debe ser el precio de venta del pez león?

Por favor, díganos:

¿Actualmente la demanda de pez león es mayor a la captura? Sí No

¿Cuánto ha disminuido la captura del pez león?
 Porcentaje/ año: _____ Toneladas de pez por año: _____

Inicial Año: <u>2009</u> No. Peces/año: _____ No. Toneladas: _____	Año: <u>2010</u> No. Peces/año: _____ No. Toneladas: _____	Año: <u>2011</u> No. Peces/año: _____ No. Toneladas: _____
Año: <u>2012</u> No. Peces/año: _____ No. Toneladas: _____	Año: <u>2013</u> No. Peces/año: _____ No. Toneladas: _____	Año: <u>2014</u> No. Peces/año: _____ No. Toneladas: _____
Año: <u>2015</u> No. Peces/año: _____ No. Toneladas: _____	Actualmente Año: <u>2016</u> No. Peces/año: _____	No. Toneladas/año: _____

¿Sabía que el pez león es una especie invasora afectando al arrecife? Sí No

¿Está dispuesto a vender el pez león **más barato** en su restaurante, para proteger el arrecife?
 Sí No ¿Por qué? _____

¿Estaría dispuesto a venderlo a un precio más barato? ¿Cuál? \$ _____

¿Participa usted en monitoreo e investigación del pez león? Sí No

Monitoreo e investigación

* Reacts to sample preservation (especificar si es por litro, galón, etc.)		
Alcohol	\$	Cantidad (litro/galón): _____
Formol	\$	Cantidad (litro/galón): _____
Otro:	\$	_____
* Pails	\$	Cantidad: _____
* Laboratory supplies	\$	_____
* Extraction costs	\$	Frecuencia de la extracción: _____
* Transportation (litros de gasolina u otro)	\$	Total litros por extracción: _____
* Trabajo de laboratorio (por hora)	\$	Total de horas al año: _____
* Trabajo de gabinete (por hora)	\$	Total de horas al año: _____

Anexo 9. Encuestas aplicadas a restaurantes y empresas página 4.

¿Su restaurante ha participado en talleres o campañas de pez león para:

Aprender a pescar pez león	<input type="checkbox"/>	Aprender a cocinarlo	<input type="checkbox"/>	Empleo temporal	<input type="checkbox"/>
Torneos de pesca	<input type="checkbox"/>	Muestras gastronómicas	<input type="checkbox"/>	Extracción	<input type="checkbox"/>
Tour Cacería del pez león	<input type="checkbox"/>	Crear recetario de pez león	<input type="checkbox"/>	Otro:	_____

¿Cuánto pagó o invirtió por realizar esta actividad(es)? \$ _____

¿Le gustaría participar en alguna de estas actividades en el futuro? ¿Cuál? _____

¿Vender pez león en su restaurante es un buen negocio? Sí No

Le preocupa que el pez león esté afectando el arrecife: Sí No

¿Está de acuerdo en que se hagan vedas de pez león?

Sí No ¿Por qué? _____

¡Gracias por la gentileza de contestar esta encuesta!

Bibliografía

- Aguilar Perera, A., & Carillo Flota, E. (2010). Revisión sobre la invasión del pez león en el sureste del Golfo de México. *Invasiones en México: Revisiones*, 119-141.
- Barragán, S. (19 de 07 de 2017). *El Universal UNIÓN*. Obtenido de UNIÓN Yucatán: <http://archivo.unionyucatan.mx/articulo/2013/08/23/medio-ambiente/progreso/todos-contra-el-pez-leon-organizan-torneo-de-pesca-en-co>
- Bolaños Cubillos, N. W., Abril Howard, A. J., Llanos Ruiz, C. Y., Taylor Jay, E., Gonzáles del Gadillo, A. M., Polanco, A., . . . Manrique, M. (2013). Protocolo para la captura, extracción y disposición final del pez león (*Pterois volitans*) en Colombia. *Convenio No. 023-2012 suscrito entre Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible MADS y la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andres, Providencia y Santa Catalina*.
- Cerda, A. (2009). *Valoración Económica del Ambiente*. Chile: Facultad de Ciencias Empresariales Universidad de Talca.
- Chevalier, P., Gutiérrez, E., Ibarzabal, D., Romero, S., Isla, V., Calderín, J., & Hernández, E. (2008). Primer registro de *Pterois volitans* (Pisces: Scorpaenidae) para aguas Cubanas. *SOLENODON*, 37-40.
- Crespo Catzin, S. A. (2012). Estructura reproductiva del pez león *Pterois* spp. Oken, 1817 (Vertebrata: Scorpaeniformes: Scorpaenidae), en las costas de la isla de Cozumel, Quintana Roo, México.
- García Rodríguez, A. (2015). Principales relaciones ecológicas del pez león (*Pterois volitans/miles*) en arrecifes de La Habana Cuba.
- Gómez Lozano, R., Anderson, L., Akins, J. L., Buddo, D. S., García Moliner, G., Gourdin, F., . . . Torres, R. (2013). Estrategia regional para el control del Pez León invasor en el Gran Caribe. . *Iniciativa Internacional sobre los Arrecifes Coralinos*.

- INE. (1998). Programa de Manejo de Parque Marino Nacional Arrecifes de Cozumel. México, D.F: Jiménez Editores e Impresores, S.A de C.V.
- Koleff, P. (2011). Las especies invasoras: procesos, impactos y situación en México. *Diplomado Fundamentos para la prevención y manejo de especies exóticas invasoras en México*.
- M. Côte, I., J. Green, S., & A. Hixon, M. (2013). Predatory fish invaders: Insights from Indo-Pacific lionfish in the western Atlantic and Caribbean. *Biological Conservation*, 50-61.
- Molina Ureña, H. (2009). El pez león del Indo-Pacífico: Nueva especie invasora en Costa Rica. *Revista Biocenosis / Vol. 22 (1-2)* , 21-30.
- Navarrete Ramírez, S. (2014). Protocolo Indicador Densidad poblacional de pez león (*Pterois volitans*). *Indicadores de monitoreo biológico del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas (SAMP)*.
- Pérez Poot, F. G. (2012). "ANÁLISIS DEL CONTENIDO ESTOMACAL DEL PEZ LEÓN *Pterois* spp. Oken 1817 (Vertebrata: Scorpaeniformes: Scorpaenidae), EN LAS COSTAS DE LA ISLA DE COZUMEL, QUINTANA ROO, MEXICO". 6 - 36.
- Programa de Manejo Parque Marino Nacional Arrecifes de Cozumel. (1998). México, D.F.
- Rac, C. S. (07 de 11 de 2016). *Car Spaw Rac Caribe*. Obtenido de <http://www.car-spaw-rac.org/?El-problema-del-pez-leon-en-el,452>
- Sabido Itzá, M. M., Medina Quej, A., De Jesús Navarrete, A., Gómez Poot, J. M., & García Rivas, M. (2016). La estructura de tallas como evidencia de establecimiento de *Pterois volitans* (Scorpaeniformes: Scorpaenidae) en el sur del Caribe mexicano. *Biología Tropical*, 353-362.
- Sandoval Vizcaíno, S. (2008). Dinámica de corrientes costeras. En L. Mejía Ortiz, *Biodiversidad acuática de la Isla de Cozumel*. (págs. 43-47). Cozumel, Quintana Roo: Plaza y Valdés, S.A. de C.V.

- Sosa Cordero, E., Estrella, M., Brito, A., & Hernández, N. (2013). Torneo de Pesca Estimando la Densidad del Pez León. *Protocolos de la Red de Conectividad: Pez León*.
- Tun Burgos, Y. G. (2012). DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DEL PEZ LEÓN *Pterois* spp. (Pken, 1817) (Vertebrata: Scorpeaniformes: Scorpeanidea), EN LAS COSTAS DE LA ISLA DE COZUMEL, QUINTANA ROO, MÉXICO. 11.
- Vega, A., Reynaldo, E., Fernández, A., Cruz, J., Ocaña, F., & Córdova, E. (2015). Abundancia y distribución del pez león *Pterois volitans* (Teleostei: Scorpeanidae) en el litoral turístico de Holguín, Cuba. *SOLENODON*, 72-83.