

# El pez león invasor:

guía para su control y manejo



**Editor**  
James A. Morris, Jr.



National Oceanographic and Atmospheric Administration  
U.S. Department of Commerce



Reef Environmental and Educational Foundation



Iniciativa Internacional sobre los Arrecifes Coralinos



Programa Ambiental del Caribe



Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente



Centro Regional de Actividades del Protocolo Relativo a las Áreas  
y Especies Especialmente Protegidas (CAR-SPAW)



Gulf and Caribbean Fisheries Institute



National Fish and Wildlife Foundation

# El pez león invasor: guía para su control y manejo



## Editor

James A. Morris, Jr.  
National Oceanic and Atmospheric Administration

## Diagramación

LeRoy Creswell  
Florida Sea Grant  
Gulf and Caribbean Fisheries Institute, Inc.

## Asesoría editorial

Ann Boese  
Laughing Gull, Inc.  
Savannah, Georgia, Estados Unidos

## Traducción al español

Georgina Bustamante y Miguel Sales Figueroa

**Gulf and Caribbean Fisheries Institute  
Special Publication Series, Number 2**



Marathon, Florida

Estados Unidos



**Esta publicación se encuentra disponible en:**

Gulf and Caribbean Fisheries Institute, Inc.  
2796 Overseas Highway, Suite 119  
Marathon, Florida 33050 USA  
<http://www.gcfi.org>  
y en  
NOAA Central Library  
<http://www2.coastalscience.noaa.gov/publications/>

**Formas de citar:**

**El libro completo**

Morris, J.A., Jr. (Ed.). 2013. El pez león invasor: guía para su control y manejo. Gulf and Caribbean Fisheries Institute Special Publication Series, No. 2, Marathon, Florida, USA. 126 pp.

**Los capítulos del libro**

Akins, J.L. 2013. Educación y divulgación. Fomentar el apoyo y las capacidades. Páginas 17-26 en: J.A. Morris Jr. (ed.) El pez león invasor: guía para su control y manejo. Gulf and Caribbean Fisheries Institute Special Publication Series Number 2, Marathon, Florida, USA. 126 pp.

© 2013 by the Gulf and Caribbean Fisheries Institute, Inc.  
Todos los derechos reservados. Versión en español publicada en 2013

ISBN: 978-0-615-76902-8

Library of Congress Catalog Number 2013932795

Queda autorizada la reproducción de esta publicación con fines educativos u otros fines no comerciales, sin necesidad de un permiso escrito previo del titular de los derechos de autor, siempre que se reconozca la fuente. Se prohíbe la reproducción sin previa autorización de esta publicación o cualquier parte de la misma para su reventa u otros fines comerciales. Los consejos y las estrategias contenidas en el presente trabajo quizá no sean adecuados para todas las situaciones. Si se requiere ayuda profesional, se recomienda la búsqueda de uno competente. Ni el editor ni los autores son responsables de los daños o perjuicios derivados del mismo. La referencia o cita bibliográfica en este trabajo por una organización o sitio web no significa que los autores o el editor aprueben sus recomendaciones. Además, los lectores deben estar conscientes de que los sitios de Internet que figuran en este trabajo pueden haber cambiado o desaparecido desde el momento en esta obra fue escrita.

# Índice

<b>Autores</b>		i
<b>Colaboradores</b>		ii
<b>Prólogo</b>	Iniciativa Internacional sobre los Arrecifes Coralinos PNUMA–Programa Ambiental del Caribe	iii iv
<b>Prefacio</b>		v
<b>Reconocimientos</b>		vi
<b>Siglas y abreviaturas</b>		vii
<b>Capítulo 1</b>	<b>La invasión del pez león: <i>pasado, presente y futuro</i></b>	<b>1</b>
	<b>James A. Morris, Jr.</b>	
	Una invasión rápida y extensa	1
	Alimento variado y hábitat amplio	1
	Efectos en cascada	2
	La acción local es fundamental	2
<b>Capítulo 2</b>	<b>Las investigaciones sobre el pez león: <i>resultados alcanzados y cuestiones pendientes</i></b>	<b>3</b>
	<b>James A. Morris, Jr. y Stephanie J. Green</b>	
	Resultados de la investigación hasta el presente	3
	Cuestiones pendientes	13
	Fuentes de información para la investigación	15
<b>Capítulo 3</b>	<b>Educación y divulgación: <i>fomentar el apoyo y las capacidades</i></b>	<b>17</b>
	<b>J. Lad Akins</b>	
	Cuanto antes, mejor	17
	Educación y divulgación en apoyo de los planes de control	18
	Preparar estrategias de comunicación	19
	Problemas	25
	Evaluar el resultado	26
<b>Capítulo 4</b>	<b>Estrategias de control: <i>herramientas y técnicas de control local</i></b>	<b>27</b>
	<b>J. Lad Akins</b>	
	La extracción de ámbito local puede resultar eficaz	27
	Captura y manipulación	32
	Capacitación	52
	Los incentivos para la extracción	54
<b>Capítulo 5</b>	<b>El monitoreo: <i>una actividad fundamental</i></b>	<b>59</b>
	<b>Stephanie J. Green</b>	
	Monitoreo local del pez león	60
	Monitoreo de los efectos ecológicos	67
	Monitoreo de los organismos mediante la disección	76
	Monitoreo de la repercusión socioeconómica: pesca, turismo y salud humana	78
<b>Capítulo 6</b>	<b>Consideraciones jurídicas y normativas de la gestión del pez león</b>	<b>83</b>
	<b>Dayne St. A. Buddo</b>	
	Consideraciones sobre instrumentos jurídicos y normativos	83
	Examen de las leyes, los planes y las medidas existentes	87
<b>Capítulo 7</b>	<b>Recursos, asociaciones y financiación sostenible</b>	<b>90</b>
	<b>Ricardo Gómez Lozano</b>	
	Recursos humanos	90
	Recursos financieros	93
<b>Anexos</b>		<b>97</b>
<b>Bibliografía</b>		<b>121</b>

## Autores

**James A. Morris, Jr.** (Editor)

Ecólogo  
National Centers for Coastal Ocean Science  
National Ocean Service, NOAA  
Beaufort, Carolina del Norte, Estados Unidos  
james.morris@noaa.gov



**J. Lad Akins**

Director de Proyectos Especiales  
Reef Environmental Education Foundation  
Key Largo, Florida, Estados Unidos  
lad@reef.org



**Dayne St. A. Buddo**

Ecólogo marino, conferenciante y coordinador académico  
Discovery Bay Marine Laboratory  
University of the West Indies, Jamaica  
dayne.buddo@uwimona.edu.jm



**Stephanie J. Green**

Simon Fraser University  
Burnaby, British Columbia, Canadá  
steph.j.green@gmail.com



**Ricardo Gómez Lozano**

Director, Parque Nacional Arrecifes de Cozumel  
Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas de México  
Cozumel, México  
rglozano@conanp.gob.mx



## Colaboradores

**Las estrategias y prácticas que se ofrecen en este libro se elaboraron en 2010 durante el “Taller Regional del Caribe sobre el Pez León” de la Iniciativa Internacional sobre los Arrecifes Coralinos celebrado en Cancún, en el que participaron representantes de las siguientes organizaciones:**

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, México  
University of the West Indies, Discovery Bay Marine Laboratory, Jamaica  
Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, Puerto Rico, Estados Unidos  
U.S. Department of State  
U.S. National Oceanic and Atmospheric Administration  
Áreas Marinas Protegidas, Belice  
Department of Marine Resources, Bahamas  
Department of Environment, Cayman Islands  
Bermuda Aquarium, Museum, and Zoo  
CSI-ICRI Coral Reef Enforcement and Investigation  
Environment State Service, Martinica, Antillas Francesas  
Centro Regional de Actividades del Protocolo Relativo a las Áreas y Especies Especialmente Protegidas (CAR-SPAW)  
Programa Ambiental del Caribe - Programa del de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente  
The Nature Conservancy  
National Environment Centre, Islas Turks and Caicos  
CORALINA, Colombia  
Centre for Agricultural Biosciences International  
Acuariología, Acuario Nacional, Cuba  
Universidad Autónoma de Nuevo León, México  
Nature Foundation, St. Maarten, Países Bajos  
Ictiología, Museo de Historia Natural, Universidad La Salle, Venezuela  
Bonaire National Marine Park, Bonaire, Holanda  
Reef Check República Dominicana  
Reef Environmental Education Foundation  
Iniciativa Internacional sobre los Arrecifes Coralinos



## Prólogo

### De la Iniciativa Internacional sobre los Arrecifes Coralinos

La proliferación del pez león en el Caribe en los últimos 10 años constituye una amenaza real y cada vez mayor para las áreas marinas de la porción tropical y subtropical de esta parte del mundo. La atención a ese problema exige esfuerzos de colaboración de alcance regional, nacional y local.

Como grupo informal, la Iniciativa Internacional sobre los Arrecifes Coralinos (ICRI) está en condiciones de ofrecer un mecanismo de cooperación en este tema. La celebración en 2010 del Taller Regional del Caribe sobre el Pez León con participantes claves y el establecimiento de Comités ad-hoc para la Respuesta ante la Invasión del Pez León en la Región del Caribe que se realizará este año – en lo sucesivo denominado Comité Regional sobre el Pez León- son ejemplos concretos del apoyo de la ICRI en este problema.

El pez león invasor: guía para su control y manejo es un paso importante en un empeño arduo e ineludible. La Iniciativa Internacional sobre los Arrecifes Coralinos se complace en participar en el mismo y mantendrá su apoyo a las actividades más importantes, tales como la publicación de esta guía.



**Margaret Johnson**  
*Copresidente, Secretaria de la ICRI*  
*Parque Marino de la Gran Barrera Coralina*  
*de Australia*  
*Australia*



**Beverly Wade**  
*Copresidente, Secretaria de la ICRI*  
*Departamento de Pesquerías*  
*Belice*



*La Iniciativa Internacional sobre los Arrecifes Coralinos (ICRI) es una asociación informal de gobiernos y organizaciones con ideas afines, que buscan crear y mantener la capacidad de los países y las regiones para lograr la gestión eficaz y la utilización sostenible de los arrecifes coralinos y los ambientes conexos. Aun cuando la ICRI apoye las acciones del Comité Regional del Pez León, entre otras la publicación de este manual, esta organización no asume responsabilidad alguna en lo tocante al contenido y la idoneidad de esta información para ningún propósito. La inclusión en este documento de cualquier actividad específica no constituye un respaldo de la ICRI a esa estrategia.*

## Del PNUMA - Programa Ambiental del Caribe

El Convenio para la Protección y el Desarrollo del Medio Marino en la Región del Gran Caribe (RGC) (Convenio de Cartagena) es el único tratado ambiental regional legalmente vinculante y, junto con sus Protocolos, constituye un compromiso legal de los países signatarios para proteger y manejar sus recursos costeros y marinos compartidos de forma sostenible, tanto de manera individual como mancomunada. Uno de los tres protocolos del Convenio de Cartagena, el Protocolo Relativo a las Áreas y Flora y Fauna Silvestres Especialmente Protegidas en la Región del Gran Caribe (SPAW) fue aprobado en 1990 y entró en vigor en 2000. Dieciséis países son actualmente Partes en el Protocolo; los más recientes fueron Guyana, en 2010, y Granada y Bahamas, en 2012. La Unidad de Coordinación Regional para el Caribe del PNUMA actúa como Secretaría del Convenio y sus Protocolos, y su Programa Ambiental del Caribe (PAC) ofrece apoyo técnico a los gobiernos para que cumplan con sus obligaciones.

Los objetivos del Protocolo SPAW son proteger, preservar y gestionar de manera sostenible: 1) las áreas y los ecosistemas que requieren protección para salvaguardar su valor especial, 2) las especies amenazadas o en peligro de extinción de la flora y la fauna y sus hábitats, y 3) las especies en general, con objeto de evitar que se conviertan en especies amenazadas o en peligro de extinción. El Protocolo SPAW hace hincapié en la importancia de proteger los hábitats, como un medio eficaz de proteger a las especies. La protección se centra en los ecosistemas frágiles y vulnerables en su conjunto, en lugar de hacerlo en las especies individuales. En ese contexto, las especies exóticas invasoras son motivo de especial preocupación para el Protocolo SPAW y su Programa de Trabajo. El plan de trabajo de SPAW, adoptado por la Conferencia de las Partes del Protocolo de SPAW, abarca el apoyo a iniciativas regionales para la prevención y mitigación de la repercusión de las especies invasoras, en particular del pez león.

El PNUMA-PAC y su Centro de Actividades Regional para SPAW (CAR-SPAW), así como el Gobierno de Francia en Guadalupe, que acoge y financia este centro, han aunado esfuerzos con la ICRI y varios colaboradores más para abordar el problema del pez león en el Caribe. Agradecemos profundamente el esfuerzo y la dedicación del equipo de redacción, de su coordinador, James Morris, de todos los autores, y los traductores al español por el tiempo y el esfuerzo dedicados a la preparación de los distintos capítulos que componen el libro El pez león invasor: guía para su control y manejo, que está ahora disponible en dos idiomas, inglés y español. Creemos que este manual es una herramienta crucial para los gerentes y profesionales de la Región del Gran Caribe y esperamos que les ayude a mejorar el control de la invasión del pez león y su repercusión, a través de soluciones prácticas y recomendaciones. La traducción del manual al español, con el apoyo del SPAW-RAC, facilitará su uso a los profesionales de todos los países y territorios del Caribe.

Esperamos que este libro sea de gran provecho para todos los países de la región y que se logre el control de esta especie marina invasora.



**Nelson Andrade Colmenares, Coordinador  
PNUMA-Programa Ambiental del Caribe**



## Prefacio

Los países de la Región del Gran Caribe, con sus vibrantes arrecifes coralinos, son destinos importantes para el sector turístico, que genera miles de millones de dólares al año para la región. Los recursos arrecifales son muy valiosos para las economías y las culturas locales. Las Especies Exóticas Invasoras (IAS, por sus siglas en inglés) se consideran una de las principales amenazas a las especies nativas y sus hábitats en el Caribe. En reconocimiento a la urgencia de abordar la invasión del pez león y la necesidad de elaborar recomendaciones claras para su control local, se celebró en agosto de 2010 en Cancún (México) un taller especial, organizado por un equipo internacional que comprendió la Iniciativa Internacional sobre los Arrecifes Coralinos, la NOAA y el CAR-SPAW. Con 47 participantes en representación de más de 25 organizaciones de 20 países y territorios de la Región del Gran Caribe, en el Taller Regional del Pez León de la ICRI se definieron las mejores estrategias para hacer frente a la invasión de esta especie.

El propósito de esta publicación, El pez león invasor: guía para su control y manejo, es proporcionar una referencia a los gestores de recursos, responsables políticos, trabajadores de campo, coordinadores de educación y divulgación, investigadores, pescadores, buzos y al público en general, que participan activamente en el aprendizaje sobre el pez león y la elaboración de estrategias locales de control. Las estrategias recomendadas en este documento se basan en lo mejor del conocimiento científico y la práctica existentes, lo que de seguro cambiará con el tiempo, con la aparición de nuevos enfoques o la mejora de los existentes. Se recomienda a los administradores de recursos que utilicen la información de esta guía para elaborar planes locales de gestión.



**James A. Morris, Jr.**  
*National Centers for Coastal Ocean Science, NOAA*



## Reconocimientos

Esta publicación, *El pez león invasor: guía para su control y manejo*, no hubiera sido posible sin el apoyo decidido de los muchos colaboradores y los miembros del equipo del proyecto, que ayudaron en la concepción inicial de las estrategias que figuran en el texto. Los autores les agradecen especialmente a Christy Loper (NOAA Coral Reef Conservation Program), Catherine Toline (U.S. National Park Service), Isabelle Côté (Simon Fraser University) y Mark Albins (Oregon State University) sus aportes en el capítulo relativo al monitoreo.

Los autores también reconocen la labor de algunos revisores del Grupo de Trabajo del Pez León de Cancún por sus útiles comentarios y de Patti Marraro (NOAA), Jeff Govoni (NOAA), Paula Whitfield (NOAA), Pam Schofield (USGS), Nancy Brown-Peterson (University of Southern Mississippi) y David Johnson (NOAA), cuyos comentarios mejoraron considerablemente este manuscrito.

Agradecemos especialmente al Dr. Mark Hixon y a sus alumnos de doctorado de la Oregon State University, que están estudiando la invasión del pez león, entre otros a Mark Albins, Cassandra Benkwitt, Kurt Ingeman, Tye Kindinger, Timothy Pusack y Lillian Tuttle, por su cuidadosa revisión. Por último, agradecemos a Nancy Daves y a la National Marine Fisheries Service Office of International Affairs de la NOAA por haber proporcionado los fondos para este trabajo. — *James A. Morris, Jr.*



Los miembros del equipo del proyecto que figuran en la foto son Alfredo Arellano Guillermo, Director General de Conservación para el Desarrollo de CONANP, México, quien exhortó a la aplicación de las estrategias de control y gestión la pez león contenidas en este manual durante la 64ª Conferencia Anual del Gulf and Caribbean Fisheries Institute, celebrada en Puerto Morelos (México), del 31 de octubre al 4 de noviembre de 2011. (De izquierda a derecha: Scot Frew (NOAA), Dayne St. A. Buddo (University of the West Indies), J. Lad Akins (REEF), James A. Morris, Jr. (NOAA), Alfredo Arellano Guillermo (CONANP), Nancy Daves (NOAA), Ricardo Gómez Lozano (CONANP) y Franck Gourdin (CAR-SPAW).

## Siglas y abreviaturas

(se mantiene la mayoría de las siglas y abreviaturas del original en inglés)

AGRRA	Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment
CABI	Centre for Agricultural Bioscience International
CAR-SPAW	Centro Regional de Actividades del Protocolo Relativo a las Áreas y Especies Especialmente Protegidas
CITES	Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Flora and Fauna
COB-MESI	The College of the Bahamas Marine and Environmental Institute
CONANP	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
CORAL	Coral Reef Alliance
CORE	Caribbean Oceanic and Restoration and Education Foundation
FKNMS	Florida Keys National Marine Sanctuary
GCFI	Gulf and Caribbean Fisheries Institute
IAS	Invasive Alien Species
ICRI	International Coral Reef Initiative
IMCC	International Marine Conservation Congress
ISSG	Invasive Species Specialist Group
MTIASIC	Mitigating the Threats of Invasive Alien Species in the Insular Caribbean
NLRP	National Lionfish Response Plan
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
NOS	National Ocean Service
REEF	Reef Environmental Education Foundation
STINAPA	Stichting Nationale Parken (Bonaire Marine Park)
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
UPRM	University of Puerto Rico–en Mayagüez
USGS	United States Geological Survey

## CAPÍTULO 1

### La invasión del pez león: *pasado, presente y futuro*

James A. Morris, Jr.

La invasión del pez león (*Pterois miles* y *P. volitans*) podría plantear una de las mayores amenazas del siglo XXI a los arrecifes y sus hábitats conexos en el Atlántico tropical y cálido templado. Al ser la primera especie de pez arrecifal que invade la región, el pez león está modificando los conceptos de los administradores de estas zonas sobre las especies invasoras, y la conectividad entre los arrecifes de la región y su vulnerabilidad a las especies invasoras.

El término “pez león” se equipara ya con otras importantes especies invasoras del siglo pasado, tales como la carpa asiática, la hiedra kudzu, los mejillones cebrá y la lamprea marina. El pez león, que inicialmente fue introducido en Estados Unidos como un popular pez de acuario, es ya uno de los depredadores apicales más abundantes en numerosos arrecifes. Esta especie representa un peligro para la integridad de la trama alimentaria arrecifal y puede afectar la pesca comercial, el turismo y el estado general de los arrecifes coralinos.

Cuando se examina en el contexto de otros factores de estrés que afectan a los arrecifes tales como la contaminación terrestre, el cambio climático y la sobrepesca, la invasión del pez león se distingue por dos características obvias.

#### Una invasión rápida y extensa

El primer rasgo sobresaliente de la invasión del pez león es que ha ocurrido con gran rapidez a lo largo y ancho de una vasta zona geográfica. El primer avistamiento fehaciente del pez león en aguas de Estados Unidos se produjo en 1985, a la altura de Dania Beach, en la Florida. Unos 15 años después, entre 2000 y 2001, se le identificó ya como una especie invasora establecida en las aguas frente a Carolina del Norte (Estados Unidos). Al momento de escribir este libro, en 2012, el pez león está ya firmemente establecido a lo largo de la costa suroriental de Estados Unidos, el Mar Caribe y gran parte del Golfo de México. Se espera que la especie alcance pronto los arrecifes de las aguas cálidas templadas de América del Sur.

#### Alimento variado y hábitat amplio

La segunda característica sobresaliente del pez león es la amplitud de su régimen alimentario y de su preferencia general de hábitat. Debido a estos factores, el pez león tiene la capacidad de afectar la estructura y funcionamiento de numerosas poblaciones marinas del océano Atlántico –desde la superficie marina hasta profundidades superiores a 300m, y en una gama de hábitats que van desde los fondos coralinos y rocosos hasta los arrecifes artificiales, los manglares y las

praderas marinas. Por ejemplo, la alta densidad de poblaciones de pez león que se han observado en lugares como las Bahamas podría estar causando cambios bruscos en la diversidad biológica y la estructura comunitaria de los peces arrecifales y puede que sea el cambio más importante ocurrido desde el comienzo de la pesca industrial.

### **Efectos en cascada**

Un aspecto alarmante del asunto es que, al trastornar la trama alimentaria, el pez león podría desencadenar repercusiones en forma de cascada. Por ejemplo, al alimentarse de peces herbívoros, el pez león podría reducir la función de control que estos realizan con las algas, un proceso de reconocida importancia para el buen estado de los arrecifes coralinos. Asimismo, el pez león podría competir por los recursos –en particular el alimento y el espacio– con a otras especies de importancia económica, tales como los pargos (*Lutjanidae*) y meros (*Epinephelus*). No es seguro que los esfuerzos de restauración de las poblaciones logren devolver a las poblaciones de peces arrecifales a los niveles anteriores a la invasión del pez león.

El pez león podría afectar también la recuperación de especies tales como la cherna criolla (*Epinephelus striatus*), el mero negro (*E. nigritus*), y el mero calico (*E. drummondhayi*). La abundancia de estas especies se encuentra en un nivel crítico y quizá no logre recuperarse con celeridad debido a la mortalidad adicional que acarrea la acción depredadora del pez león.

Por último, la mayor preocupación radica en la interacción entre la invasión del pez león y los factores de estrés preexistentes en los arrecifes coralinos. En el océano Atlántico, los arrecifes están ya sujetos a una gran tensión debido a los eventos de blanqueamiento, el cambio climático, la acidificación del océano, la sobrepesca y la contaminación. El estrés adicional que aporta esta especie invasora podría acelerar y multiplicar el deterioro de los ecosistemas coralinos de manera profunda e imprevisible.

### **La acción local es fundamental**

Los esfuerzos locales encaminados al control de esta especie son esenciales para atenuar sus efectos sobre los principales hábitats marinos. Además, estas medidas son de gran valor para apoyar otras iniciativas de conservación, tales como la gestión de las áreas marinas protegidas y la recuperación de las poblaciones de peces. La difusión del pez león, procedente de hábitats remotos no sujetos a la gestión ambiental, seguirá infligiendo un estrés permanente a la fauna marina del Atlántico. Mientras no se elaboren nuevas tecnologías y estrategias para controlar las poblaciones de pez león, los administradores de las áreas marinas deben estar preparados para tomar medidas de largo plazo.

## CAPÍTULO 2

### **Las investigaciones sobre el pez león: resultados alcanzados y cuestiones pendientes**

James A. Morris Jr. y Stephanie J. Green

Nuestros conocimientos de la biología y la ecología del pez león proceden sobre todo de la investigación científica. En este resumen del estado actual del conocimiento sobre la distribución, la biología y la ecología del pez león, tanto en su área originaria de distribución geográfica como en la que ha invadido, se ha incorporado información publicada y comunicaciones directas de los investigadores que estudian la especie. En el futuro se plantearán nuevos interrogantes que aportarán datos, no sólo sobre la biología y la ecología del pez león, sino también sobre la manera en que los sistemas arrecifales del Atlántico están respondiendo a la invasión. A medida que ésta sigue intensificándose y se extiende a nuevas zonas, aumenta también la demanda de nuevas investigaciones para fundamentar las decisiones administrativas.

La investigación es una indagación en la que se aplica el método científico para generar nueva información acerca de un tema o para elaborar enfoques novedosos a fin de solucionar los problemas. Los resultados de la investigación pueden servir de fundamento a la gestión de los recursos de dos maneras:

- i) Al aportar la mejor información posible sobre la que se puedan basar las decisiones, y
- ii) Al descubrir nuevas formas de enfocar los problemas persistentes.

Es importante señalar que la investigación y el monitoreo (véase el capítulo 5) difieren en cuanto a sus objetivos, aunque ambos emplean métodos cuantitativos similares para el acopio de información. El monitoreo es el proceso de compilar información específica que sirve para describir las tendencias en la condición de un aspecto sobre el cual ya existe algún conocimiento, pero para cuya gestión se necesita orientación. Sin embargo, en la investigación, la búsqueda de la información puede basarse en una hipótesis o una descripción y, en última instancia, da por resultado un conocimiento nuevo sobre el tema en cuestión. Por ejemplo, al analizar el contenido estomacal del pez león es posible obtener nueva información acerca de su régimen alimentario (investigación), pero ese análisis también puede usarse para determinar los cambios en la composición de su dieta y sus repercusiones en el ámbito local (monitoreo).

Las prioridades de la investigación al servicio de la gestión varían según el tiempo y las zonas que se investigan y en función del volumen de recursos disponibles y la urgencia de la información que genera dicha investigación. Los administradores que apoyan la investigación sobre el pez león en su región aumentan las posibilidades de lograr nuevos métodos para controlar esta especie.

## Resultados de la investigación hasta el presente

### Distribución y densidad

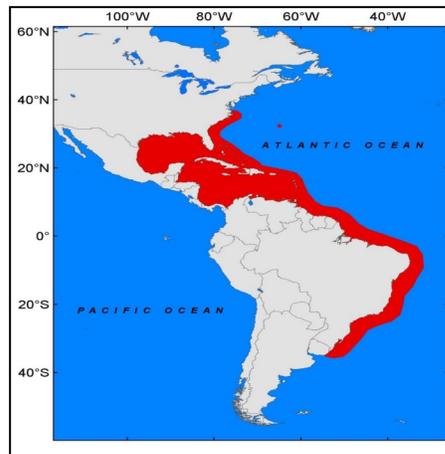
#### *Distribución geográfica*

Los avistamientos y los informes de capturas indican que el pez león se ha establecido ya en las aguas frente a la costa sureste de Estados Unidos y la mayor parte del Caribe y que en la actualidad está penetrando en el Golfo de México y algunas zonas de América del Sur (Figura 2.1) (Schofield 2009 y 2010; Schofield et al. 2012). Se espera que el pez león invada el resto del Caribe y prosiga su penetración hacia el sur, a lo largo de las costas suramericanas, hasta que la temperatura del agua sea más baja que la de su tolerancia térmica y limite su expansión (Figura 2.2) (Morris y Whitfield 2009). Su presencia se ha registrado en los principales fondos marinos y tipos de sustratos del Atlántico donde se ha instalado y en profundidades que van desde la costa hasta más de 300m, según figura en el Banco de Datos sobre Especies Invasoras del US Geological Service (USGS). Aunque la mayor parte de la investigación acerca de la invasión se ha llevado a cabo en hábitats de arrecifes coralinos y fondos duros, el pez león se ha instalado también en zonas de manglares (Barbour et al. 2010), estuarios (Jud et al. 2011), pastos marinos y estructuras artificiales (Smith 2010).



**Figura 2.1** Registros de la presencia del pez león, hasta junio de 2012.

**Figura 2.2** Posible distribución futura del pez león, si la temperatura superficial del mar fuese el único factor limitante.

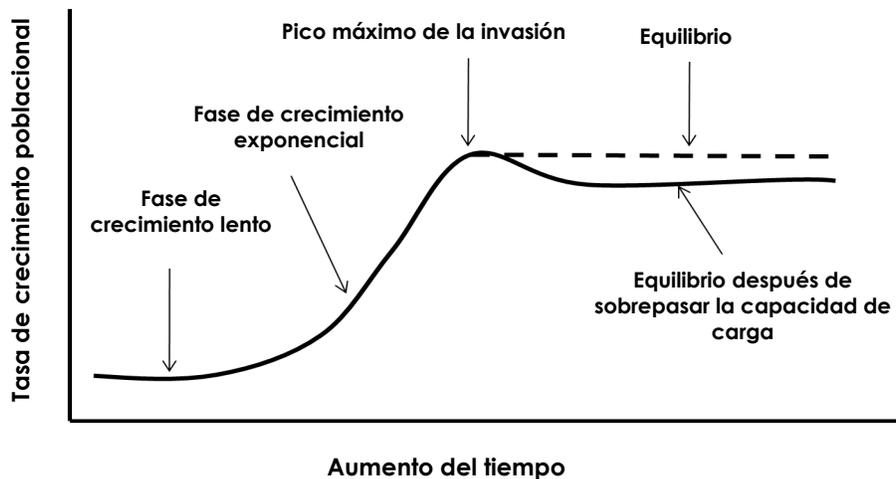


*El estado de la invasión*

En numerosas especies invasoras, el aumento de población sigue una trayectoria previsible, que incluye una fase de incremento lento, seguida de un periodo de crecimiento exponencial, un máximo y luego una fase de equilibrio. Para muchas de estas especies, la densidad de la población en el punto de máxima puede exceder la capacidad de carga del nuevo sistema (Figura 2.3). El equilibrio se alcanza cuando la población de la especie invasora se ve limitada por factores tales como la competencia con otras especies nativas o entre sus propios miembros por el alimento o el espacio, la depredación (comprendido el canibalismo), el parasitismo y las enfermedades, y por factores abióticos como la temperatura.

Las poblaciones invasoras del pez león que se han difundido por el Océano Atlántico parecen seguir esta tendencia general. Los primeros avistamientos del pez león en el Atlántico datan de 1985, en aguas de la costa suroriental de la Florida (Morris y Akins, 2009). Durante los 15 años siguientes se observaron apariciones esporádicas de la especie a lo largo de las costas de la Florida. En 2000, se vieron numerosos individuos frente a Carolina del Norte, Carolina del Sur y Georgia; y desde entonces la densidad de las poblaciones de pez león ha seguido aumentado rápidamente (Morris y Whitfield 2009, Green et al. 2012a). En algunos lugares se ha informado de que la densidad de la especie ha disminuido, aunque es difícil diferenciar los efectos de la extracción humana de los de los procesos naturales en el control de la abundancia de pez león en el plano local. Habida cuenta de que el pez león apenas acaba de establecerse en el Golfo de México y el Caribe meridional, se espera que ocurra un aumento de su abundancia en estos hábitats.

Para trazar las curvas de crecimiento poblacional de la especie en toda la región invadida, es preciso realizar un monitoreo sistemático y a largo plazo de su



**Figura 2.3** Curva teórica del crecimiento poblacional de una especie invasora. La línea sigue una curva suave aunque la dinámica poblacional de los peces marinos comprende amplias variaciones del reclutamiento anual.

densidad (véase el capítulo 3). La ejecución de este tipo de programas en las fases iniciales de la invasión facilitará a los administradores información decisiva sobre la velocidad de la invasión y la eficacia de las medidas de control. Esta información ayudará a la asignación de recursos de gestión en el tiempo y el espacio (véase el capítulo 4). Asimismo se requiere el uso de índices de abundancia rigurosos, similares a los que se han elaborado para monitorear las especies autóctonas, con miras a evaluar los cambios que ocurren de un año a otro en la densidad del pez león, para saber si aumenta, disminuye o permanece constante en la zona invadida. Desafortunadamente, en la actualidad hay muy pocos esfuerzos de monitoreo de este tipo.

### Biología y ecología

#### *Taxonomía y genética*

El análisis del ADN mitocondrial indica que dos especies, el pez león diablo (*Pterois miles*) y el pez león rojo (*P. volitans*), se introdujeron en el Atlántico (Hammer et al. 2007, Freshwater et al. 2009). Ambas especies tienen idéntica morfología en el Atlántico (Hammer et al. 2007), pero en su hábitat original pueden distinguirse por los caracteres merísticos; el *P. volitans* tiene un número mayor de radios en las aletas dorsal y anal, comparado con el *P. miles* (Schultz 1986). El pez león diablo suele hallarse en el Mar Rojo, el Golfo Pérsico y el Océano Índico (excepto en Australia occidental) y el pez león rojo se encuentra en el Pacífico occidental y central y en Australia occidental (Schultz 1986). En el Atlántico, la presencia del *P. volitans* está documentada en todo el Sureste de Estados Unidos y el Caribe, mientras que la presencia del *P. miles* sólo está documentada en el Sureste de Estados Unidos y Bahamas (J. Morris, datos inéditos).

Con el avance de la invasión del pez león, la investigación genética se convertirá en una poderosa herramienta para evaluar las diversas rutas de difusión, la divergencia de las subpoblaciones, la expresión de fenotipos que coadyuvan a la dispersión y la posible detección de nuevos eventos de introducción. Freshwater et al. (2009) aportaron la primera de esas comparaciones e informaron de que existía una gran similitud entre los ejemplares de pez león capturados en Carolina del Norte y los de Bahamas. Esta constatación, unida a la información disponible sobre el patrón de las corrientes oceánicas, sugiere que la población de pez león de Bahamas puede haberse originado en la costa este de Estados Unidos. Los estudios posteriores han puesto de manifiesto un efecto fundador secundario, con una dispersión continua del pez león en el Caribe y han mostrado que el avance de la invasión apoya la hipótesis de la conectividad biológica de los organismos del Atlántico occidental tropical (Betancur-R. et al. 2011). La elaboración de marcadores genéticos de alta resolución para el pez león facilitará una investigación más exhaustiva de esta invasión y proporcionará una comprensión más cabal de los factores genéticos de la invasión y de la filogeografía marina de la región.

#### *Régimen y comportamiento alimentarios*

Mediante el análisis del contenido estomacal, Morris y Akins (2009) describieron al pez león como un carnívoro generalista, que se alimenta de una amplia gama de peces y crustáceos. Las observaciones directas del comportamiento del pez león en los arrecifes invadidos apuntan a que este pez posee una alta tasa de consumo de presas, mayormente durante las horas del crepúsculo (Green et al. 2011). El patrón de comportamiento diario del pez león parece coherente con los informes

procedentes de su ámbito original, en los que se describe un régimen con un máximo de actividad de búsqueda de alimento en la penumbra crepuscular, tanto al alba como al anochecer (Green et al. 2011). Aunque este comportamiento coincide con el del pez león de la región del Indopacífico, de donde es oriunda la especie, su estrategia de caza es casi única entre los peces depredadores del Caribe. El pez león flota inmóvil sobre su presa, con sus grandes aletas pectorales desplegadas y eso le permite aproximarse mucho a la presa, antes de lanzar un ataque fulminante. A veces, el pez león lanza chorros de agua para encaminar a la presa hacia su boca, antes de atacarla (Albins y Lyons 2012). Por lo general, se traga la presa entera.

Durante el día, el pez león suele descansar y esconderse bajo las cornisas y los salientes de las estructuras de gran tamaño y alto relieve de su hábitat (Green et al. 2011, Darling et al. 2011). El grado de luminosidad ambiental puede afectar de manera considerable el comportamiento del pez león en diferentes momentos. Las observaciones realizadas en condiciones meteorológicas variables indican que los niveles diurnos de actividad y búsqueda de alimento eran significativamente superiores durante los días nublados, con un grado de iluminación similar a los periodos crepusculares del amanecer y el anochecer (Côté y Maljkovic 2010).

#### *Densidad local*

Según los estudios realizados, la densidad del pez león en el Océano Atlántico es muy superior a la que se observa en su región de origen (Kulbicki et al. 2012). El primer cálculo de esas densidades figura en la obra de Whitfield et al. (2007), donde se muestra que en 2004 había un promedio de 21 indiv./ha en 17 sitios frente a la costa de Carolina del Norte. En 2008, la densidad máxima de pez león registrada en esa misma zona fue de unos 450 indiv./ha, con densidades medias de unos 150 indiv./ha (Morris y Whitfield 2009). Green y Côté (2009) revelaron densidades superiores de la especie en Bahamas en 2008, con densidades medias de 393 indiv./ha en tres zonas frente a las costas de New Providence. Otros estudios realizados en Bahamas (Albins y Hixon 2011) reflejan también altas cifras de densidad.

Estas densidades son muy superiores a las que se han observado en su área de distribución de origen, donde Fishelson (1997) menciona aproximadamente 80 peces león por hectárea (suponiendo un área promedio de muestreo del arrecife de 10m de ancho por 1 kilómetro de largo) y muy superiores también a la densidad de *P. miles* en las costas de Kenya (Darling et al. 2010). Grubich et al. (2009) encontraron menos de 14 indiv./ha de todas las especies de *Pterois* y *Dendrochirus* en los arrecifes del archipiélago de Palau. Una evaluación regional de la densidad de *Pterois* spp. a lo largo del Indopacífico, su región de origen, arrojó una densidad máxima de 26 indiv./ha (Kulbicki et al. 2012).

#### *Reproducción*

Las especies de *Pterois*, comprendidas los *P. miles* y los *P. volitans*, son gonocóricas (con sexos distintos desde el nacimiento), y sus machos y hembras muestran poco dimorfismo sexual durante el desove (Fishelson 1975). Ambos sexos presentan idéntica morfología y no es posible distinguirlos a simple vista. Los machos suelen crecer más que las hembras y el mayor individuo de pez león macho registrado hasta ahora midió 476mm LT (J. Morris, datos inéditos).

El cortejo de las especies *Dendrochirus brachypterus* y de *D. zebra* (ambos de un género estrechamente emparentado con *Pterois*) ha sido descrito por Fishelson (1975) y Moyer y Zaiser (1981), respectivamente. Fishelson (1975) señaló que la conducta de las especies de *Pterois* durante el apareamiento era similar a la de *Dendrochirus brachypterus*, por cuanto el macho y la hembra giran uno en torno al otro, se rozan y se persiguen desde un poco antes del anochecer hasta bien entrada la noche. Tras el cortejo, la hembra desova dos masas flotantes de huevos que el macho fertiliza y que ascienden hasta la superficie. Cada masa contiene aproximadamente de 10.000 a 20.000 huevos, según la talla de la hembra (Morris 2009). Los huevos, y más tarde los embriones, están inmersos en una mucosidad adhesiva que se desintegra pocos días después, tras lo cual los embriones y las larvas pueden flotar libremente (Morris et al. 2011).

Moyer y Zaiser (1981) señalaron que las masas de huevos del pez león podrían contener sustancias químicas defensivas, idea basada en que algunos depredadores que se alimentan de huevos evitaban comerlas en los acuarios. Por el contrario, en una experiencia de laboratorio con un pítano (*Abudefduf saxatilis*), una especie que se alimenta de huevos en el Atlántico, se pudo observar que comía huevos del pez león (J. Morris, datos inéditos). No se conoce la periodicidad del proceso reproductivo del pez león en su zona de origen. Las observaciones realizadas en las costas de Carolina del Norte y Bahamas indican que esta especie se reproduce en todas las estaciones del año, cada 3 o 4 días, aproximadamente (Morris 2009).

#### *Primeras etapas del ciclo vital*

Los embriones de pez león nacen en la superficie del mar tras la eclosión de los huevos contenidos en la masa flotante. No existen descripciones exhaustivas de las fases por las que atraviesan las larvas de *P. miles* y *P. volitans*. Algunas larvas de pez león han sido objeto de descripción, entre otras, cinco larvas de *P. volitans* recolectadas frente a la costa noroeste de Australia (Imamura y Yabe 1996) y una larva de en fase de postflexión recolectada frente a las costas de Cancún (México) (Vásquez-Yeomans et al. 2011). Las fases de desarrollo típicas de los peces que producen huevos pelágicos comprenden la dispersión de las larvas en la superficie marina o en la columna de agua, hasta su asentamiento en el arrecife como juveniles.

Las larvas de los peces de la familia Scorpaenidae muestran dos grupos de distinta morfología, caracterizados como “morfo A” y “morfo B” por Leis y Rennis (2000). Las larvas de *Pterois* están comprendidas entre los morfotipos del denominado “morfo B”, cuyos rasgos incluyen: cabeza grande, hocico triangular y relativamente largo, espinas de la cabeza largas y serradas, espina pélvica robusta, pigmentación limitada a las aletas pectorales (Leis y Rennis 2000) y líneas centrales ventrales y dorsales postanales (Washington et al. 1984). Los caracteres merísticos de la especie *Pterois* se han descrito como 12 o 13 espinas dorsales, de 9 a 12 radios dorsales, 3 espinas anales, de 5 a 8 radios anales, de 12 a 18 radios pectorales, 1 espina pélvica, 5 radios pélvicos y 24 vértebras (Imamura y Yabe 1996, Leis y Rennis 2000).

No se ha medido el tamaño de las larvas de *P. miles* o *P. volitans* al ocurrir la eclosión, pero probablemente sea de 1,5mm, tal como se observó en *P. lunulata* (Mito y Uchida 1958, Mito 1963). Se estima que la edad de asentamiento en el

arrecife del pez león del Atlántico es de 20 a 35 días, con un promedio de 26,2 días (Ahrenholz y Morris 2010).

#### *Dispersión*

Los huevos y las larvas del pez león pueden dispersarse a grandes distancias (Ahrenholz y Morris 2010, Vásquez-Yeomans et al. 2011). En consecuencia, los juveniles que se reclutan en determinado lugar pueden ser el resultado de un desove lejano. Es de esperar que el reclutamiento del pez león varíe en diferentes lugares según las condiciones oceanográficas y la variación de la calidad y recursos disponibles del hábitat donde se reclutan. La dispersión a gran distancia del pez león ocurre sobre todo durante la fase larval pelágica, durante la cual las corrientes geostróficas y causadas por los vientos transportan las larvas. Por ejemplo, los huevos de pez león desovados en Bahamas pueden dispersarse hasta Nueva Inglaterra (E.E.U.U.) por conducto de la Corriente del Golfo.

Los modelos de conectividad de la dispersión larval de los peces arrecifales (por ej., Cowen et al. 2006) ofrecen una idea de cómo se propagan las larvas del pez león y pueden ser útiles para predecir la dispersión de esta especie, como se puso de manifiesto durante el reciente establecimiento del pez león en aguas del Caribe y el Golfo de México. En un trabajo reciente, Vásquez-Yeomans et al. (2011) demostraron la utilidad de los modelos oceanográficos para predecir las rutas de dispersión de las larvas de pez león en el Caribe. Aunque en la actualidad no se sabe si los juveniles de pez león se reclutan en hábitats específicos o si su asentamiento responde a determinados mecanismos ambientales que lo propician, tanto los juveniles como los adultos han sido avistados en hábitats similares, lo mismo en aguas someras que en otras más profundas. Con vistas al futuro, la dinámica del reclutamiento de las larvas podría verse afectada por factores regionales de tensión, tales como el calentamiento climático, lo que en determinadas zonas podría acarrear un acortamiento del periodo larvario y un aumento del reclutamiento larval (Côté y Green 2012).

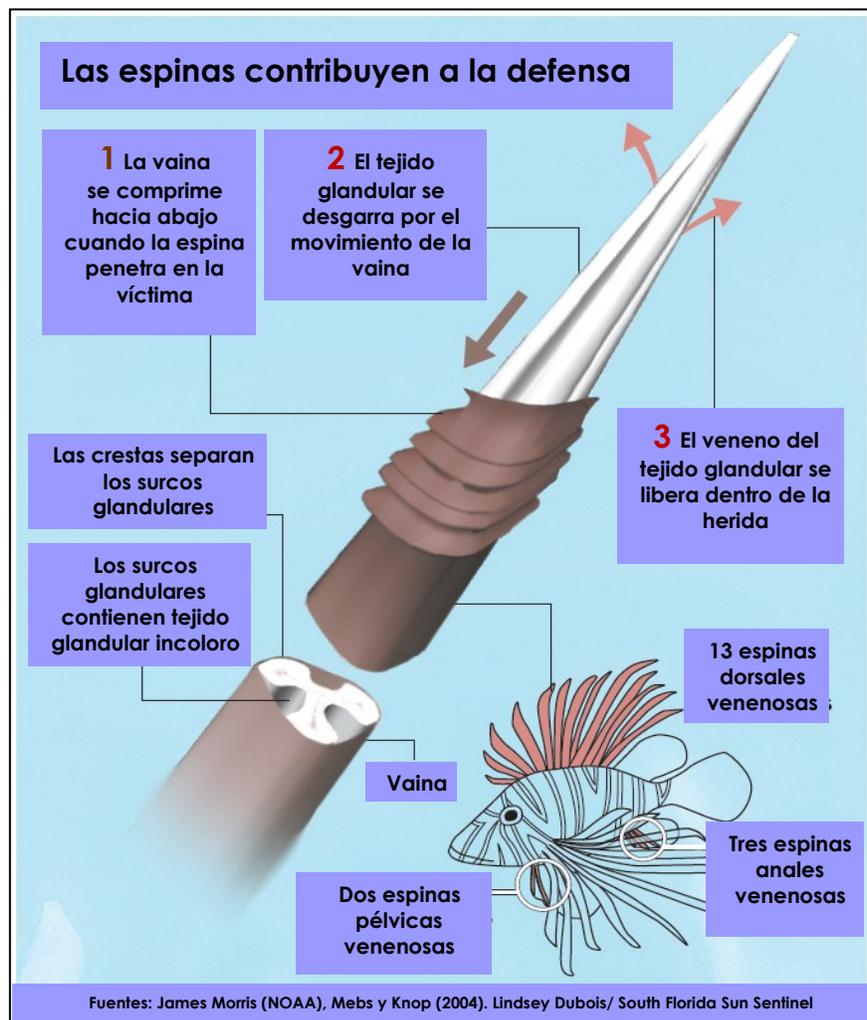
#### *Toxicología*

Todas las espinas del pez león, con la excepción de las caudales, contienen glándulas de tipo apocrino que segregan veneno. Cada espina está inserta en una vaina de tejido tegumentario o de piel, que contiene dos surcos de epitelio glandular donde se encuentra el tejido que segrega la sustancia venenosa. El tejido glandular ocupa aproximadamente las tres cuartas partes de la distancia entre la base y el extremo de la espina (Halstead et al. 1955). Las 13 espinas dorsales, las 3 anales y las 2 pélvicas pueden causar envenenamiento (Figura 2.4).

El pez león transmite el veneno cuando la vaina de tejido tegumentario que sostiene la espina se comprime, en el momento en que ésta penetra en la víctima. Este proceso desgarrar el tejido glandular, con lo que el veneno se difunde dentro de la herida causada por el pinchazo (Saunders y Taylor 1959). El veneno del pez león contiene acetilcolina y una toxina que afecta la transmisión neuromuscular (Cohen y Olek 1989). Se ha comprobado que el veneno que segrega el pez león puede tener efectos cardiovasculares, neuromusculares y citolíticos, que van desde reacciones moderadas, comprendida la sudoración, hasta el dolor intenso y la parálisis de las extremidades superiores e inferiores (Kizer et al. 1985, Badillo et al. 2012). El antídoto para el veneno de especies cercanas (*Synanceia* spp.) es muy

eficaz para neutralizar el del pez león (Shiomi et al. 1989, Church y Hodgson 2002).

La intensidad de la reacción a un pinchazo del pez león depende de varios factores: la cantidad de veneno inyectado, el sistema inmunitario de la víctima y la parte del cuerpo que haya recibido la picadura. Las historias de los aficionados a criar peces ornamentales que han sufrido picaduras de pez león ofrecen una evaluación amplia de la manera en que esos pinchazos afectan a los seres humanos (Kizer et al. 1985, Vetrano et al. 2002, Badillo et al. 2012). La probabilidad de envenenamiento es mayor cuando se manipulan peces león de tamaño pequeño, porque el tejido glandular que segrega el veneno está más próximo al extremo de la espina y ésta es más chica y más puntiaguda (Halstead et al. 1955).



**Figura 2.4** Gráfico que describe la morfología y la mecánica de la picadura del pez león.

La eficacia del veneno del pez león como arma defensiva en su nueva área de implantación está en tela de juicio. Se ha observado que numerosas especies de depredadores apicales del arrecife en el Atlántico se alimentan del pez león, aunque no hay ningún estudio que vincule esta actividad depredadora con densidades inferiores de peces león en esas zonas. Maljković et al. (2008) indicaron que se habían encontrado ejemplares de pez león en el estómago de algunos meros, pero esta observación no aporta evaluación alguna de la frecuencia con que el mero se alimenta del pez león. Los experimentos de laboratorio realizados para estudiar el comportamiento de los peces indican que el serrano estriado y los meros (Serranidae), evitan activamente al pez león, incluso en periodos de extrema inanición (Morris 2009). Se requieren más investigaciones para llegar a comprender la interacción entre el pez león y sus depredadores en todas las fases del ciclo vital de esta especie.

Los trabajos de Sri Balasubashini et al. (2006a, 2006b) indican que el veneno del pez león (*P. volitans*) contiene sustancias con actividad antitumoral, hepatoprotectora y antimetastáticas cuando se aplican a los ratones, lo que sugiere un potencial de aplicación en las investigaciones sobre el cáncer. En función de los resultados de estas investigaciones y de la posterior demanda de veneno de pez león, la bioprospección de veneno del pez león podría contribuir al desarrollo de su pesquería.

### **La repercusión de la invasión**

#### *Efectos ecológicos*

Los efectos ecológicos del pez león en los hábitats que ha invadido variarán en función del tiempo y el espacio. Factores tales como la densidad de la especie, el tipo de hábitat, las asociaciones de especies nativas que forman la comunidad biológica, la abundancia de depredadores apicales, los efectos de las condiciones oceanográficas sobre las tasas de colonización y la dinámica del reclutamiento pueden modificar considerablemente la repercusión del pez león sobre los arrecifes.

#### *Efectos inmediatos de la actividad depredadora y la competición por el alimento*

Albins y Hixon (2008) ofrecieron las primeras pruebas de las consecuencias de la actividad depredadora del pez león invasor, al mostrar una reducción del 79% en el reclutamiento, en experimentos realizados en arrecifes de parche de Bahamas durante un periodo de observación de cinco semanas, en presencia de un solo individuo pequeño de pez león. Al parecer, estos efectos experimentales de la actividad depredadora se pueden extrapolar a todo el arrecife. En los arrecifes coralinos de Bahamas se ha observado un rápido descenso de la biomasa de las presas, que en promedio se ha reducido en un 65% en el curso de dos años (Green et al. 2012a).

Se ha puesto de manifiesto que la actividad depredadora del pez león afecta a la composición por especies de los peces, con repercusiones variables en las especies y los grupos de talla (Albins 2012). El trabajo de Lesser y Slattery (2011) mostró además los efectos ecológicos en las comunidades de peces de los arrecifes coralinos en la zona mesofótica profunda de Bahamas, lo que podría

redundar en un desplazamiento hacia una comunidad coralina dominada por algas en esas profundidades, lo cual se cree sea el resultado del consumo excesivo de peces herbívoros por parte del pez león.

El pez león ocupa hábitats similares y consume presas parecidas a las de muchas de las especies nativas de peces depredadores (Morris y Akins 2009, Green et al. 2012a) y de macroinvertebrados. La competición alimentaria con el pez león podría afectar la conducta, la distribución, el crecimiento, la supervivencia y, en última instancia, el tamaño de las poblaciones de estas especies nativas con ecología similar. Un experimento realizado en arrecifes coralinos arrojó que el pez león crece mucho más rápido y consume sus presas a un ritmo mayor que un depredador autóctono, el mero guatívere (*Cephalopholis fulva*). Esto suscita la preocupación de que el pez león podría superar a algunos depredadores autóctonos en la competición por los recursos alimentarios de los hábitats que ha invadido (Albins 2012).

#### *Efectos indirectos sobre la estructura y resiliencia de las comunidades marinas*

Los efectos ecológicos generales del pez león podrían enmarcarse en el contexto de sus consecuencias sobre la diversidad biológica y la composición y funcionamiento de la comunidad y, por ende, de la resiliencia de los sistemas arrecifales. Aún no se sabe si los sistemas del Atlántico son biológicamente resilientes o hasta resistentes a los efectos del pez león, pero esas características variarán en cada lugar, según la composición de su comunidad biótica y sus características oceanográficas. Albins y Hixon (2011) ofrecen un resumen de las peores hipótesis acerca de la invasión del pez león. En él se ponen de relieve los múltiples rasgos ecológicos y de su ciclo de vida que refuerzan su capacidad invasora (Morris y Whitfield 2009). Las consecuencias directas de la presencia del pez león sobre la comunidad autóctona de peces e invertebrados (por ejemplo, mediante la actividad depredadora y la competición por el alimento) podría afectar indirectamente la base de las tramas alimentarias marinas, si las especies que el pez león consume o supera en la competición alimentaria influyen en la diversidad y biomasa de las comunidades benthicas. En realidad, es probable que los efectos directos e indirectos se vean potenciados por el deterioro de los arrecifes del Atlántico, debido en gran medida a la sobrepesca, la contaminación y el cambio climático. Por ejemplo, se prevé que los efectos de la actividad depredadora del pez león sobre las presas que componen su base alimentaria tengan consecuencias aun más negativas debido al calentamiento del clima en la región (Côté y Green 2012).

#### *Repercusión socioeconómica*

En general, la repercusión socioeconómica de la invasión del pez león todavía no se ha cuantificado, pero podría ser grave. Entre los sectores más vulnerables figuran la pesca y el turismo, que son de importancia fundamental para numerosos países del Caribe y el Atlántico. Por ejemplo, la actividad depredadora del pez león sobre los juveniles de especies de valor económico tales como los serránidos (Morris y Akins 2009), podría reducir las capturas, obstaculizar los esfuerzos encaminados a la recuperación de las poblaciones pesqueras y frenar las iniciativas en pro de la conservación.

Además, se ha comprobado que la presencia del pez león puede repercutir en las actividades recreativas del sector turístico. En algunos lugares se han desplegado

carteles (Figura 2.5) para avisar a la gente del riesgo de sufrir la picadura venenosa del pez león. A medida que aumenta la densidad de esta especie, crece también el riesgo de envenenamiento. Aún no se sabe si el aumento de la densidad del pez león hará disminuir las actividades recreativas y acarreará dificultades económicas. Probablemente eso va a depender de factores como la densidad local de la especie, la tasa de encuentros humanos con el pez león y la eficacia de la educación y la difusión de información. En cualquier caso, será necesario monitorear la repercusión socioeconómica del pez león sobre los sectores de la pesca y el turismo.



Figura 2.5. Carteles que advierten de la presencia del pez león en una playa de Bahamas.

### Cuestiones pendientes

Las prioridades de investigación sobre el pez león probablemente difieran, en función de las necesidades específicas de cada lugar y las responsabilidades de cada organización en la gestión ambiental. Además, es esencial coordinar las investigaciones en esta materia. El intercambio de nuevas ideas y enfoques, buenos resultados y fracasos, es decisiva para la elaboración de criterios regionales del control del pez león.

En el Taller Regional sobre el Pez León que se celebró en Cancún (México) en 2010 se definió un conjunto de prioridades en materia de investigación, entre las que figuraban las siguientes:

- i) Cuantificar las repercusiones socioeconómicas de la invasión del pez león,
- ii) Crear un modelo de la expansión futura de la invasión, que incluya la dispersión de las larvas,
- iii) Realizar investigaciones aplicadas sobre la captura incidental del pez león,
- iv) Realizar investigaciones aplicadas para estudiar eficazmente al pez león en aguas profundas,
- v) Normalizar los métodos de investigación,
- vi) Determinar la eficacia de las medidas de extracción,
- vii) Hacer hincapié en el peligro –o en la ausencia de peligro- de la ciguatera en el pez león,
- viii) Examinar los patrones de conectividad de la población del pez león,
- ix) Realizar monitoreos espaciales del pez león,
- x) Investigar la esterilización como método de control, y
- xi) Estudiar la interacción entre las especies nativas y las invasoras.

En mayo de 2011, se constituyó un grupo temático para definir las lagunas de conocimiento y coordinar la investigación con miras a fundamentar la gestión del pez león en aguas del Atlántico occidental, durante el Segundo Congreso Internacional de Conservación Marina (IMCC, por sus siglas en inglés), que tuvo lugar en Victoria, en la Columbia Británica (Canadá). Este grupo realizó una elaboración más exhaustiva de las prioridades, comprendidas las siguientes:

- i) Resistencia biótica a la invasión:
  - ¿Existen indicios de que algunas comunidades marinas del Atlántico son resistentes a la invasión del pez león?
  - En caso de respuesta afirmativa, ¿qué interacción entre las especies fomenta la resistencia y con qué frecuencia ocurre este tipo de interacción en la región?
  - ¿Acaso son más resistentes a la invasión del pez león las comunidades ecológicamente “intactas”?
  - ¿Es posible adiestrar a los depredadores nativos para que se alimenten de peces león vivos y tendría esta actividad depredadora un efecto ecológico significativo?
- ii) ¿Es que las interacciones bióticas limitan las poblaciones de pez león en su ámbito original?
- iii) ¿Qué fase del ciclo de vida limita más el tamaño de la población del pez león?
- iv) ¿Qué especie, si es que existe alguna, se alimenta de larvas y postlarvas del pez león en su ámbito original? En caso de existir, ¿es que hay alguna especie similar en el Atlántico y cuál sería su capacidad potencial de alimentarse del pez león?
- v) ¿Cómo se comparan la robustez y capacidad de supervivencia de las poblaciones de pez león nativas e invasoras? ¿Existe una base genética que explique las diferencias entre ambas?
- vi) ¿En qué hábitats se reclutan las larvas del pez león? ¿Existen mecanismos de disparo bióticos y medioambientales específicos para su asentamiento?

- vii) ¿Con qué rapidez aumentan las poblaciones de pez león una vez que han colonizado una zona y qué factores influyen en ese ritmo de crecimiento?
- viii) ¿Cuáles son la densidad y la distribución del pez león en los manglares, pastos marinos, estuarios, fondos duros y hábitats de aguas profundas en el Atlántico?
- ix) ¿Qué efecto ecológico tiene el pez león sobre las comunidades marinas nativas en manglares, pastos marinos, estuarios, fondos duros y hábitats de aguas profundas del Atlántico?
- x) ¿Qué efectos tiene sobre las poblaciones de peces adultos la actividad depredadora del pez león en las zonas de cría?
- xi) ¿Se estabilizará algún día el aumento de la población de pez león? ¿Está en función de la densidad?
- xii) Costos y beneficios de la pesca del pez león en el Atlántico:
  - ¿En qué escala se pesca actualmente el pez león?
  - ¿Constituye la pesca una opción viable para el control de la población de la especie?
  - ¿Qué consecuencias socioeconómicas tendría fomentar la pesca del pez león?
- xiii) ¿Qué efectos tiene la actividad depredadora del pez león sobre las comunidades benthicas?
- xiv) ¿Dónde desova el pez león? ¿Qué factores medioambientales influyen en su actividad reproductora?
- xv) ¿Existen poblaciones “fuente” y “sumidero” de peces león y cómo podríamos usar esta información para orientar los esfuerzos de control en el plano local?

### Fuentes de información para la investigación

Existe información al alcance de los investigadores que busquen respuestas en lo tocante a la invasión del pez león. Se han publicado más de 30 artículos en revistas con arbitraje que abarcan la biología, la ecología, el control y la distribución. Al igual que ocurre con muchos temas de investigación, los investigadores neófitos en el pez león deben desconfiar de las fuentes que ofrecen Internet y otros medios de comunicación sin arbitraje (comprendidos los foros), ya que éstas contienen mucha desinformación. Los investigadores meticulosos deberán adquirir el hábito de verificar siempre sus fuentes de información.

Desde 2008 se celebran simposios anuales sobre la investigación relativa al pez león, en el marco de la conferencia anual del Gulf and Caribbean Fisheries Institute (GCFI). Las Memorias de estos simposios pueden consultarse en: <http://www.gcfi.org/Lionfish/Lionfish.html>.

Durante una reunión del grupo temático del Congreso Internacional de Conservación Marina celebrado en 2011, se compiló una lista de investigadores y temas, con el fin de facilitar la coordinación entre investigadores científicos. La información acerca de la reunión puede obtenerse por conducto de la Sra. Stephanie Green, en la dirección de correo electrónico: [stephanie.j.green@gmail.com](mailto:stephanie.j.green@gmail.com).

En la actualidad se está preparando un portal de Internet dedicado al pez león (véase <http://www.gcfi.org>), que servirá de centro de difusión de información sobre esta especie en el Caribe. A continuación se relacionan otros documentos disponibles en Internet:

NOAA Lionfish Website [Sitio web de la NOAA dedicado al pez león]:  
<http://www.ccfhr.noaa.gov/stressors/lionfish.aspx>

USGS Lionfish Factsheet [Ficha informativa sobre el pez león del USGS]:  
<http://nas.er.usgs.gov/queries/factsheet.aspx?speciesid=963>

REEF Lionfish Research Program [Programa de investigaciones sobre el pez león de la fundación REEF]:  
<http://www.reef.org/programs/exotic/lionfish>

Oregon State University, Hixon Laboratory [Laboratorio Hixon de la Universidad Estatal de Oregón]:  
<http://hixon.science.oregonstate.edu/content/highlight-lionfish-invasion>

## CAPITULO 3

### **Educación y divulgación: *fomentar el apoyo y las capacidades***

J. Lad Akins

Los programas de educación y divulgación que dan buenos resultados contribuyen a formar la opinión pública, fomentar la participación de la población y asegurar el apoyo y la financiación de los organismos de gobierno. Al abarcar todos estos componentes, los programas eficaces de control del pez león se beneficiarán en grado sumo de las actividades de educación y divulgación bien concebidas y formuladas. Por lo general, mientras más temprano estas actividades se ponen en marcha, más amplio es el apoyo que reciben.

En este capítulo se ofrece información sobre las estrategias de educación y divulgación encaminadas a incrementar el apoyo a los programas que abordan la invasión del pez león. Entre otros temas se examinan las prioridades en materia de educación y divulgación, los mensajes clave, las consideraciones programáticas, las estrategias de comunicación y se presentan ejemplos de mensajes a divulgar y canales de difusión.

#### **Cuanto antes, mejor**

Los administradores pueden potenciar considerablemente sus esfuerzos de gestión de la invasión del pez león si elaboran y ponen en marcha un programa de educación y divulgación *antes* de que la misma ocurra. En dos ejemplos que han dado buenos resultados –el Parque Marino de Bonaire (Stichting Nationale Parken Bonaire/STINAPA) y el Santuario Marino Nacional de los Cayos de la Florida (Florida Keys National Marine Sanctuary, FKNMS)- las actividades de formación y divulgación se iniciaron antes de que el pez león comenzara a colonizar sus aguas. Estas instituciones administrativas orientaron sus actividades tempranas de divulgación hacia el público en general, los negocios de buceo, el sector de la salud y la medicina, las instituciones educativas y los medios de comunicación. También elaboraron materiales de divulgación, como carteles y pegatinas, y planes de control y celebraron talleres en previsión de la invasión (Figura 3.1).

En las actividades del STINAPA y el FKNMS se prestó atención a que todos los grupos de usuarios de las zonas respectivas dispusieran de información fidedigna y estuvieran al tanto de los protocolos para responder a los avistamientos del pez león. Gracias a que se tomaron estas medidas tempranas, la conciencia de la población en ambos lugares era relativamente alta y se pudieron abordar falsos conceptos antes de que ocurriera la invasión. Cuando el pez león empezó a colonizar la zona, los pobladores de ambas localidades apoyaron las actividades de extracción. Hoy en día, esos vecinos siguen figurando entre los que más apoyo brindan a esta labor en la región.

## Educación y divulgación en apoyo de los planes de control

La misión primordial de la mayoría de los planes de control del pez león es reducir al mínimo las repercusiones de la invasión. Éstas pueden asumir múltiples formas, entre otras la de alterar las comunidades marinas (efectos medioambientales), dañar las actividades pesqueras y turísticas (efectos económicos) y afectar la seguridad de quienes se encuentren con el pez león o traten de pescarlo (efectos sobre la salud humana).



**Figura 3.1** Pegatina que distribuye el Santuario Nacional Marino de los Cayos de la Florida para recabar notificaciones sobre avistamientos.

El volumen de educación y divulgación dependerá de los objetivos específicos del programa. Por ejemplo, los administradores que dediquen tiempo a elaborar enunciados de concepción, objetivos y estrategias sólidos reforzarán su labor en materia de educación y divulgación y contribuirán a la solidez general de su programa. Además, los que recaben la adhesión de copartícipes de amplios sectores (por ejemplo, la prensa, el sector educativo, los investigadores científicos, los gerentes, los funcionarios gubernamentales), ayudarán también a sus programas, al definir a los interlocutores fundamentales y los métodos estratégicos para llegar a ellos.

A continuación, figuran algunos ejemplos de objetivos de divulgación encaminados a minimizar las repercusiones de la invasión del pez león:

- i) Aumentar las extracciones de pez león a fin de reducir las poblaciones locales de la especie,
- ii) Fomentar la sensibilidad de la opinión pública acerca de las repercusiones del pez león con el fin de recabar apoyo para una gestión eficaz,
- iii) Maximizar la eficacia en el uso de los recursos humanos y las finanzas públicas,
- iv) Incrementar el apoyo político a la gestión y el control del pez león,
- v) Reducir al mínimo el riesgo para la salud pública en general y, en particular, para quienes capturan o manipulan el pez león,
- vi) Vincular la investigación científica con las estrategias de gestión, y

### **¿A quién concierne el problema del pez león?**

*¡A todos! Con toda probabilidad la invasión del pez león tendrá una amplia repercusión y afectará a diversos sectores muy vinculados entre sí. Sus consecuencias también podrían ser de largo plazo, lo que requerirá una profunda comprensión de cómo trabajar de manera mancomunada para obtener los mayores beneficios posibles.*

*Ninguna persona ni entidad tiene por sí sola la capacidad necesaria para abordar con eficacia las amplias repercusiones de esta invasión. Como un incendio en la entrada del pueblo, esta invasión exige la colaboración de todos, en la medida de sus posibilidades, para hacer frente al peligro.*

- vii) Prevenir la introducción futura de más peces león o de otras especies no autóctonas.

### **Preparar estrategias de comunicación**

Al preparar las estrategias de comunicación, puede serles útil a los administradores definir primero qué esperan de la actividad de educación y divulgación. Deben preguntarse “¿Qué sería una buena comunicación, qué resultado traerá?” Según la respuesta a esa pregunta sea “aumentar el número de personas que comprenden que el pez león es una amenaza para los ecosistemas marinos y la economía del lugar”, o “aumentar el número de notificaciones por la línea telefónica directa”, o “lograr que más gente coma pez león”, así debe ser el grupo de población al que se dirige la comunicación y los mensajes para lograr resultados. Una vez definidos los grupos de destinatarios –por ejemplo, pescadores, buzos, políticos, el público en general y/o las empresas- se podrán elaborar mensajes destinados a cada grupo. Es importante también escoger mensajes generales dirigidos a todos los grupos. En la Figura 3.2 puede verse un ejemplo de cómo definir a los grupos destinatarios y en el Anexo 1 figura una lista de algunas estrategias que se aplican actualmente al manejo del pez león.

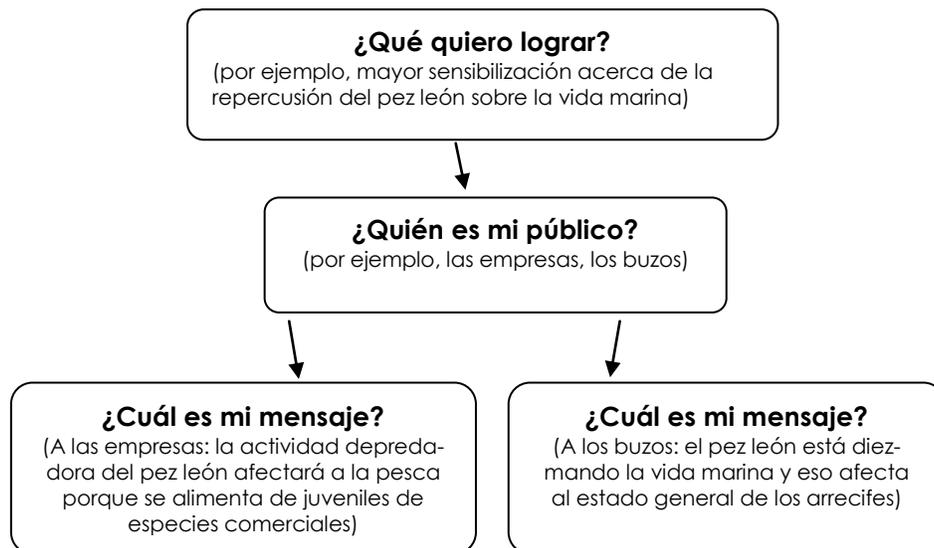
### **Creación de un programa de educación y divulgación**

Las medidas que se relacionan a continuación pueden ser útiles para formular un programa de educación y divulgación con miras al control local o regional del pez león:

- i) Definir los objetivos de la labor de educación y divulgación; por ejemplo, aumentar el número de buzos que colaboran activamente con la extracción del pez león.
- ii) Asignar prioridades a los objetivos de educación y divulgación, en función de las metas generales del programa.
- iii) Determinar el público destinatario para cada objetivo específico.
- iv) Elaborar mensajes con objetivos específicos para cada grupo de destinatarios.
- v) Definir los canales de comunicación y los mensajes específicos para cada tipo de público; por ejemplo, las redes sociales pueden servir para llegar a determinados grupos, pero no serán eficaces para los que carecen de acceso a Internet.

#### *La importancia de transmitir un mensaje diáfano y verosímil*

Al elaborar los mensajes que van a ser divulgados, los administradores deberían tener en cuenta que no todos los canales de difusión son iguales. Los mensajes deben formularse para que se ajusten tanto al medio de difusión como al grupo de destinatarios. La prensa plana, la radio, la televisión, los documentales y los foros públicos y políticos son todos conductos importantes o “canales”, pero cada uno posee características diferenciales y limitaciones en cuanto a formato, contenido, estilo y extensión. Es posible usar versiones diferentes de un mismo mensaje general para diversos grupos de destinatarios, pero es importante recordar que la audiencia y el cambio de comportamiento que se trata de suscitar habrán de determinar cuál de los muchos mensajes es el más pertinente en cada caso.



**Figura 3.2** Ejemplo de una cadena de decisión para elaborar una estrategia de comunicación.

Asimismo, es importante que los administradores y los programas se mantengan centrados en el mensaje, en particular cuando trabajen con los medios de comunicación o participen en foros públicos. Es fácil dejarse distraer por una pregunta o un comentario, pero lo importante es volver a la esencia del mensaje.

#### *Los mensajes clave*

La mayoría de la gente tiene periodos de atención cortos. Si bien los administradores quisieran transmitir toda la información que existe acerca de la invasión del pez león, lo importante es condensar y refinar el contenido en un subconjunto de mensajes clave. Estos mensajes clave deberían formularse con vistas a suscitar los cambios de percepción y conducta necesarios para lograr el apoyo a los objetivos del programa. Es importante que todos los asociados actúen de manera coherente con los mensajes que transmiten en sus actividades de educación y divulgación.

También es importante recordar que los mensajes clave varían según el público al que van dirigidos y con el paso del tiempo pueden cambiar en respuesta a las diferentes estrategias de control. Los programas eficaces evalúan y actualizan periódicamente estos mensajes.

#### *Verificar la información*

La información que ha de difundirse mediante las actividades de educación y divulgación debe ser exacta. En esta era de comunicación de masas y medios de difusión públicos, los mensajes a veces se divulgan antes de comprobar su precisión. La información inexacta o la exageración mediante el uso de la hipérbole pueden dañar la credibilidad de los programas de educación y divulgación y obstaculizar el buen resultado de la gestión. A veces basta con un pequeño dato incorrecto para desacreditar todo un mensaje o la totalidad de una campaña de difusión. Los administradores deben verificar exhaustivamente toda la información que se use o se divulgue en el marco de las campañas de difusión.

## Mensajes clave sobre el pez león

### **El pez león es una especie invasora, dañina para los sistemas que invade.**

El pez león no es oriundo del Atlántico occidental y es capaz de ejercer repercusiones negativas sobre la vida marina, los ecosistemas, la economía y la salud de los seres humanos de los lugares que ha invadido.

### **La liberación de peces de acuario como origen de la invasión.**

La investigación genética y el monitoreo de la distribución del pez león indican que, probablemente, su introducción se produjo a partir de múltiples liberaciones de especímenes de acuarios en aguas del sureste de la Florida.

### **Las corrientes oceánicas transportan los huevos y las larvas.**

El pez león coloniza otras zonas debido a la dispersión de sus huevos y larvas por las corrientes oceánicas.

### **La invasión avanza con rapidez.**

Aunque los avistamientos de ejemplares de pez león en una zona de nueva colonización pueden ser espaciados en el tiempo y la extensión geográfica, la invasión progresa rápidamente. En la mayoría de los países sólo han transcurrido dos o tres años entre los primeros avistamientos y la proliferación de ejemplares en la zona.

### **Las consecuencias pueden ser graves.**

Las investigaciones recientes apuntan a que la repercusión del pez león puede ser grave y alcanzar a una amplia gama de ambientes, a especies de importancia económica, como los juveniles de meros y pargos, y a especies de gran valor ecológico, como los peces herbívoros y limpiadores (por ejemplo, los peces loro, el camarón y los peces limpiadores).

### **La depredación natural no constituye un medio de control.**

Aunque ha habido casos aislados de depredación o alimentación provocada del pez león, no parece haber en la región depredadores capaces de controlar la proliferación de esta especie.

### **Es preciso que la comunidad participe.**

Para hacer frente con eficacia a la invasión del pez león debemos suscitar apoyos en gran escala y lograr la participación de las comunidades locales.

### **Podemos marcar la diferencia: El control local puede ser eficaz.**

Las iniciativas locales para controlar la especie, que comprenden programas como el de "apadrine un arrecife" o la creación de mercados de venta de pescado, están dando resultados positivos. En las zonas donde se fomenta y practica la extracción periódica, se realizan menos avistamientos de peces león que en aquellas donde estas prácticas no están en vigor, aunque la labor de captura ha de mantenerse a largo plazo, debido a la implantación de nuevos individuos provenientes de poblaciones corriente arriba (véase más arriba el mensaje relativo a los huevos y las larvas).

### **El pez león es comestible.**

En su región de origen, al pez león se le considera un plato exquisito y de consumo habitual. Otros peces estrechamente emparentados con el pez león, como el rascacio (*Sebastes* spp.) y la gallineta (*Helicolenus dactylopterus*) –que también son escorpénidos– son objeto de pesca comercial. Los problemas que puede plantear a la salud humana el consumo de pescado, como la ciguatera y los niveles de mercurio en la carne, no han sido evaluados para todas las regiones, aunque se han encontrado algunos ejemplares de pez león ciguatóxicos en sitios de alta incidencia de ciguatera. Los administradores deben tomar con el pez león las mismas precauciones que adoptan con otras especies arrecifales.

### **Posee veneno pero NO es venenoso.**

Las espinas dorsales, anales y pélvicas del pez león contienen sustancias venenosas que le permiten defenderse. La carne del pez león no contiene veneno alguno.

### **La erradicación es improbable.**

A la luz de la tecnología actual y habida cuenta de la extensión y gravedad de la invasión, es poco probable que logremos erradicar al pez león. Es importante mantener un diálogo franco en torno a este punto para fijar resultados precisos y asequibles, así como estrategias ulteriores. Además, las afirmaciones acerca de su posible erradicación o del modo de prevenir su instalación crearían una situación de desconfianza y dañarían la credibilidad del esfuerzo, en la medida en que dichos objetivos no se cumpliesen.

*Fuentes de información fidedignas*

La información exacta sobre el pez león y su invasión está disponible por doquier. Entre los ejemplos de información fidedigna cabe señalar las publicaciones científicas con arbitraje, las citas textuales y las páginas web de los investigadores que publican en revistas con arbitraje. En caso de duda, los administradores deberían cerciorarse de verificar los mensajes con una segunda opinión o con una fuente externa, antes de proceder a su difusión. (Si desea información adicional sobre las fuentes de información fidedignas, consulte el capítulo 7).

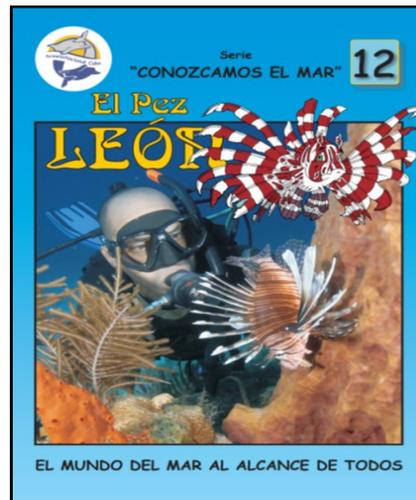
**Canales de divulgación**

Los medios de comunicación habituales –tales como la prensa plana, la radio, la televisión, los documentales y los foros públicos y políticos- son todos canales o “vehículos” de comunicación apropiados para divulgar mensajes clave. Asimismo, además de usar estos métodos tradicionales, los administradores pueden idear otros medios que se adapten a las características de su programa de gestión, su comunidad y los diferentes grupos de destinatarios.

Un ejemplo de divulgación destinado a un público joven lo realizó el Acuario Nacional de Cuba, que elaboró una colección de folletos didácticos titulados Conozcamos el mar, centrados en los organismos marinos y otros temas afines, y que están destinados a los niños de edad escolar (Figura 3.3). Los folletos tienen unas 25 páginas y contienen información pertinente, presentada con una metodología adaptada a sus destinatarios –viñetas, adivinanzas, personajes infantiles, etc. Estos folletos se distribuyen a las escuelas públicas de todo el país. El volumen 12 de la serie trata especialmente del pez león.

Si los administradores seleccionan los canales de difusión según los grupos de destinatarios y los beneficios que les reporta su inversión –a saber: el tiempo y el dinero empleados- logran el máximo rendimiento de sus esfuerzos. Los vehículos de comunicación novedosos permiten a veces llegar a públicos que suelen estar desatendidos, pero es preciso sopesar el costo y beneficio de llegar a esos destinatarios. En las Tablas 3.1 y 3.2 se describe esta relación para diversos canales de divulgación.

**Figura 3.3** Folleto elaborado y difundido en Cuba para instruir a los alumnos de primaria acerca del pez león.



**Tabla 3.1.1.** Ejemplos de canales de divulgación con sus respectivos destinatarios, tipos de mensajes, ventajas, desventajas, tipos de mensajes, ventajas, desventajas, y tiempos de elaboración.

Canal o vehículo	Destinatarios	Tipos de mensajes	Ventajas	Desventajas	Plazo de elaboración
<b>Televisión, radio</b>	Público en general	Nueva información Actos	Gratuito Público numeroso Pueden usarse imágenes	Las entrevistas en vivo ofrecen poco margen para la revisión Escaso control del mensaje Segmentos breves Poca audiencia repitente	Corto
<b>Documentales</b>	Grupos escogidos en función de sus intereses	Información detallada	A menudo los administradores pueden contribuir con anécdotas o mensajes directos	Plazos significativos entre la filmación y la transmisión	Muy largo
<b>Revistas, periódicos</b>	Público en general	Nueva información Actos	Gratuito Público numeroso (variable) Ocasión de revisar Lectores múltiples	El formato de texto exige lectores atentos	Corto
<b>Impresos (volantes, pegatinas, folletos)</b>	Destinatarios seleccionados (según la distribución)	Mensajes permanentes	Gran durabilidad Mediante la distribución selectiva se puede llegar a destinatarios o lugares específicos Puede contener información detallada	Audiencia limitada Pueden borrarse Es difícil actualizarlos con nueva información	Largo
<b>Sitios web</b>	Grupos escogidos en función de sus intereses	Mensajes permanentes	Puede aportar información abundante (enlaces)	Elevado mantenimiento Puede que requiera competencias específicas	Muy largo (para la fase inicial de creación)
<b>Correo electrónico</b>	Una selección de suscriptores	Actualizaciones Actos	Formato de mensajes cortos Utiliza textos	Puede suprimirse con facilidad, sin leerlo	Corto
<b>Foros públicos</b>	Grupos escogidos en función de sus intereses o de la sede del foro	Información detallada	Permite que los destinatarios participen en sesiones de preguntas y respuestas	Información susceptible de ser mal interpretada Sirve de plataforma a intereses especiales	Intermedio
<b>Redes sociales</b>	Grupos escogidos, según suscripciones	Noticias muy breves	Rápidas y frecuentes Pueden facilitar enlaces a información detallada Facilidad de circulación	Puede pasar inadvertidos cuando sobreabundan Escasa durabilidad	Muy corto
<b>Listas o foros de internet</b>	Grupos escogidos, según suscripciones	Informes profesionales por menorizados	Pueden facilitar enlaces a información detallada Facilidad de circulación Suelen archivarse para búsquedas ulteriores	Puede pasar inadvertidos cuando sobreabundan	Corto

**Tabla 3.2** Muestra de los canales de divulgación y su relación con los diversos medios de comunicación, el número de personas a los que llegan y la pertinencia de sus destinatarios. El lector puede usar este cuadro para establecer la prioridad de sus mensajes, al conjuar el canal de divulgación con la importancia del grupo destinatario y el número de personas que reciben la comunicación.

Canal de divulgación	Tipo de medio de comunicación que suelen usar	Número de personas a las que llega	Importancia relativa del grupo destinatario
<b>Empresa privada</b>			
Centros turísticos	Impresos Foros	Alto Bajo	Baja Baja
Tuoperadores y monitores de buceo	Impresos Foros	Intermedio Intermedio	Alta Alta
Pescadores comerciales	Impresos Foros	Bajo Intermedio	Alta Alta
Pescadores deportivos	Impresos Foros	Intermedio Intermedio	Baja Baja
Restaurantes	Impresos	Intermedio	Alta
Acuarios	Impresos, foros, vídeos	Bajo	Intermedia
Líneas de cruceros	Impresos, vídeos	Alto	Baja
Tiendas de mascotas	Impresos	Bajo	Intermedia
Médicos, personal sanitario	Impresos, foros	Bajo	Alta
Ciudadanos	Impresos, prensa, foros	Alto	Intermedia
Cámaras de Comercio	Impresos	Bajo	Alta
Financieros	Foros	Bajo	Alta
<b>Gobierno</b>			
Dirigentes políticos	Impresos, foros	Bajo	Alta
Fuerzas del orden	Impresos, foros	Bajo	Intermedia
Gerentes de recursos	Impresos, foros, listas de Internet, sitios web	Bajo	Alta
Salud	Impresos, foros	Bajo	Intermedia
Turismo	Impresos	Bajo	Intermedia
Aduanas	Impresos	Bajo	Baja
<b>Sociedad civil u ONG</b>			
Docentes y estudiantes	Impresos, foros	Alto	Alta
Investigadores universitarios	Foros	Bajo	Alta
Iglesias	Foros	Med	Intermedia
ONGs de conservación	Impresos, foros	Med	Alta
Clubes	Foros	Bajo	Intermedia
Fundaciones humanitarias	Impresos, foros	Bajo	Alta

## Problemas

La información exacta y el plan minucioso constituyen las bases de un programa sólido de educación y divulgación, pero incluso el mejor proyecto de difusión puede fracasar por errores de poca monta. Algunas de las dificultades más fáciles de evitar se relacionan a continuación.

### *Falta de coordinación entre los puntos de contacto*

Designa a una o dos personas en cada canal de divulgación para que sean los primeros en recibir las notas de prensa. De ser posible, use a los mismos contactos para todos los mensajes. Por lo general, estos contactos manejan los asuntos generales y orientan a la prensa hacia la persona que puede facilitarle más información.

### *Envíos redundantes*

Evite el envío de la misma nota de prensa (o de mensajes similares) a los mismos canales de difusión. Sea creativo y busque nuevos ángulos o elementos.

### *Mensajes desequilibrados*

Evite el uso de mensajes que no guarden equilibrio entre la salud de los seres humanos y las repercusiones sobre el medio ambiente. Por ejemplo, los peligros que acechan a la salud pueden tener una prioridad diferente en comparación con los efectos sobre el medio ambiente; por consiguiente, es importante tener en cuenta esas diferencias.

De la misma manera, los mensajes poco equilibrados en relación con el consumo humano pueden arruinar rápidamente los esfuerzos orientados al control.

Por ejemplo, si bien debe tenerse en cuenta el riesgo de ciguatera que plantea el consumo del pez león, cabe señalar que existe poca información sobre el peligro equivalente que representa el consumo de otras especies autóctonas. Por lo tanto, el mensaje deberá ser proporcionado y advertir de igual manera del riesgo de ciguatera por el consumo del pez león y de los peces arrecifales autóctonos.

### **La historia del ciclón Andrew, el acuario roto y el pez león**

*En 1995, una nota publicada en el boletín de la American Fisheries Society, basada en información de tercera mano, señaló que tres años antes el huracán Andrew había destrozado un acuario situado junto a la Bahía de Biscayne y que en el suceso habían caído al mar varios peces león. En el momento de su publicación, esta nota apenas suscitó atención. Pero con el avance de la invasión del pez león, los medios de comunicación empezaron a dar pábulo a la anécdota y a señalar como causa de la invasión el accidente ocurrido durante el paso del ciclón. Desde entonces, el autor ha declarado que la nota de prensa no pretendió nunca documentar el origen de la invasión y que su autenticidad jamás se ha verificado. Las investigaciones genéticas realizadas recientemente también contradicen la teoría de una sola liberación de peces león al mar y apuntan a que fueron múltiples, y que por lo menos se soltaron 10 individuos. (Freshwater et al. 2009, Betancur - R. et al. 2011)*

*Si desea información adicional sobre la historia del ciclón Andrew, el acuario roto y el pez león, consulte el sitio web de Science Insider, en:*

*<http://news.sciencemag.org/scienceinsider/2010/04/mystery-of-the-lionfish-don't-bla.html?ref=hp>*

*Información inexacta*

Cerciórese de que ha convalidado y verificado la información antes de transmitirla. Las inexactitudes más frecuentes, como el origen de la introducción del pez león o la ubicación de las espinas tóxicas, pueden confundir al público y poner en peligro a algunas personas.

*Uso de imágenes inadecuadas*

Utilice imágenes que refuercen su mensaje. Por ejemplo, al describir las repercusiones del pez león, los administradores deberían emplear imágenes que ilustren el significado de la invasión, como una foto que muestre una gran densidad de ejemplares de esta especie o donde se aprecie el deterioro de las comunidades de peces autóctonos. Una imagen hermosa de un pez león en su hábitat original podría suscitar afinidad entre algunos destinatarios. Asimismo, al haber diversas especies de pez león en su zona de origen, el uso de la especie incorrecta al describir la invasión podría ser fuente de confusión.

**Evaluar el resultado**

Resulta difícil evaluar los cambios en la percepción de la gente y la eficacia del mensaje. La respuesta del público es importante para orientar la labor y obtener mejores resultados. A continuación se relacionan algunas herramientas sencillas que los administradores pueden aplicar para saber en qué medida sus programas de divulgación están dando los resultados previstos.

- i) *Seguimiento* – Registrar y compilar las respuestas que el público envía por correo electrónico o llamadas telefónicas y mediante contactos personales para determinar dónde la persona se enteró del tema. A veces, basta con mantener un cuaderno de apuntes junto al teléfono.
- ii) *Participación* – Cuente el número de personas que asisten a un acto específico o un foro público y póngalo en relación con el canal de divulgación o el sistema de mensajería utilizado.
- iii) *Cuestionarios breves* – Los cuestionarios y las encuestas pueden ser instrumentos útiles, aunque tal vez se necesite una formación o conocimientos especiales para que sus resultados sean válidos. El uso de cuestionarios mediante contactos personales o por conducto del correo electrónico puede aportar información valiosa sobre la manera en que las percepciones y conductas del público destinatario van cambiando en respuesta a las campañas de educación y divulgación. Tenga cuidado en lo tocante a la extensión del cuestionario y el uso de preguntas que puedan inducir al entrevistado a dar una respuesta específica.

## CAPÍTULO 4

### **Estrategias de control: *herramientas y técnicas de control local***

J. Lad Akins

El origen de la invasión del pez león nunca llegará a conocerse totalmente, pero es evidente que esta especie amenaza hoy a una extensa porción del Atlántico occidental tropical y subtropical. Con toda probabilidad la invasión repercutirá en la economía, la salud de los seres humanos y el turismo y a largo plazo afectará directa e indirectamente a determinados elementos ecológicos. El objetivo principal de cualquier programa de control será pues reducir al mínimo esas consecuencias.

Ya sea creando nuevas tecnologías, ganando tiempo para que se desarrolle el control natural o reduciendo la gravedad de las repercusiones, casi todas las estrategias que se exponen en este capítulo se centran en la reducción de las poblaciones de pez león y de sus efectos. Será tarea de todas las partes interesadas colaborar para hacer frente la invasión. En la consecución de ese objetivo es posible llevar a cabo múltiples actividades, pero la estrategia es sencilla: sensibilizar a la opinión pública, poner en marcha extracciones eficaces y lograr en todo la máxima eficiencia.

En este capítulo se definen y examinan diversas estrategias y se ofrecen ejemplos de cómo alcanzar eficazmente esos objetivos, entre otros, un marco para la creación de un plan de control, herramientas, técnicas, escalas espaciales, frecuencias para el control y métodos para lograr la máxima eficiencia.

#### **La extracción de ámbito local puede resultar eficaz**

Aunque la erradicación y prevención a escala de toda la región es una hipótesis de improbable cumplimiento, las investigaciones recientes y algunos relatos informales apuntan a que los controles de ámbito local pueden dar muy buenos resultados en el manejo de la densidad de pez león y minimizar su repercusión. La creación de iniciativas de extracción y el apoyo a las mismas no sólo reducen sus efectos sobre las poblaciones autóctonas, sino que además permiten ganar tiempo para elaborar nuevas tecnologías y quizá también para que se desarrollen mecanismos naturales de control. Es importante tener en mente que con cada ejemplar de pez león que se saca del agua se opera una reducción de la actividad depredadora sobre las especies autóctonas. En los sistemas marinos que ya se encuentran sujetos a tensiones, incluso un descenso modesto de la repercusión negativa podría acarrear beneficios considerables a largo plazo.

Las labores de extracción en el plano local pueden reducir el número de peces león, pero por lo general el ámbito geográfico de un área de trabajo está limitado por los recursos disponibles. De ahí la importancia de definir los sitios donde se ha de proceder a la extracción y asignarles prioridades. Zonas esenciales como las áreas marinas protegidas (AMP), los lugares frecuentados por los turistas, los sitios

de desove masivo, las áreas de cría vulnerables y otras pueden recibir máxima prioridad en los esfuerzos de extracción. Los planes de extracción deben tener en cuenta estas áreas prioritarias al asignar los recursos disponibles.

### ¿Cuántos ejemplares de pez león deberían extraerse?

*Los estudios publicados recientemente por Morris et al. 2011 y Barbour et al. 2011 apuntan a que, para lograr una reducción de la población total del pez león, habría que extraer regularmente un gran número de ejemplares (el 27% de la población adulta cada mes, según el modelo de Morris y entre el 15 y el 65% cada año, según el modelo de Barbour). Con la tecnología disponible, no será posible lograr estos resultados a gran escala, pero los esfuerzos realizados recientemente en Bahamas, México, las Islas Caimán y los cayos de la Florida indican que la labor de control de ámbito local puede dar buenos resultados y mantener densidades reducidas de esta especie en los lugares donde se aplica.*

### El aprovechamiento de los recursos

Aunque con toda probabilidad los administradores de la pesca y otros recursos serán los encargados de organizar y dirigir los programas de control del pez león, hay muchos otros recursos disponibles además de los gubernamentales. Mediante la colaboración con usuarios, interesados, organizaciones no gubernamentales y países aledaños, los administradores pueden ampliar considerablemente el alcance de su labor de control. Hay muchos asociados dispuestos a ayudar y su aporte puede reforzar y ampliar los programas que el gobierno coordina. A través del trabajo mancomunado, los programas no sólo incrementan los esfuerzos de extracción, sino que también se establecen valiosas alianzas, capaces de potenciar otras iniciativas y proyectos. Estas alianzas –comprendidas las que cuentan con la ayuda de voluntarios- son importantes para obtener buenos resultados en la labor de extracción. Pero las iniciativas conjuntas eficaces no funcionan por sí solas, sino que exigen coordinación y comunicación.

### Una panorámica de los planes de control

#### *Las ventajas de disponer de un plan*

Muchos países de la región invadida por el pez león han elaborado ya planes para controlar esta especie. Las estrategias, los instrumentos y las técnicas que se aplican en cada zona dependen de factores tales como las condiciones medioambientales del lugar, la estructura normativa y social y los recursos humanos y económicos. Hay aspectos comunes que están presentes en la mayoría de estos planes, pero podría ser provechoso tener en cuenta algunas actividades nuevas, alternativas o no tradicionales, incluso en los planes que ya están en marcha.

Resulta fácil identificar los problemas a los que tienen que enfrentarse los administradores de recursos marinos y los funcionarios gubernamentales. Por ejemplo, la tarea de afrontar la nueva amenaza que representa la invasión del pez león no

formaba parte de los planes estratégicos a largo plazo de la mayoría de los países y añade nuevas presiones a recursos ya de por sí escasos. No obstante, la formulación de planes para abordar el persistente problema del pez león es tan importante como la de cualquier otro que amenace a la economía o el medio ambiente. Muchos de los elementos que se aplican en otros aspectos de la conservación ambiental pueden usarse también en los planes de control del pez león y las estrategias más eficaces para este cometido suelen encajar en las actividades de gestión y conservación que ya se llevan a cabo.

Estas son algunas de las ventajas que aporta la elaboración de un plan de control del pez león:

- i) Facilita orientación para realizar una gestión capaz de prever los acontecimientos y no sólo de reaccionar a ellos.
- ii) Propicia la creación de iniciativas conjuntas.
- iii) Facilita la participación del sector público y da notoriedad a los esfuerzos de gestión.
- iv) Pone de relieve la eficacia en la asignación de los recursos.
- v) Al definir las prioridades de investigación, mejora la comprensión de las repercusiones de la invasión, y
- vi) Aumenta la coordinación y la comunicación entre las partes interesadas (lo que reduce los conflictos entre ellas).

#### *Lo que debe tenerse en cuenta al elaborar el plan*

Los planes de control idóneos deben definir nítidamente las funciones y responsabilidades, facilitar mecanismos normativos para la aplicación o modificación de leyes y políticas nuevas o ya existentes y ofrecer marcos de gestión flexibles. El capítulo 6 contiene información adicional sobre estos marcos, funciones y responsabilidades, así como descripciones de los mecanismos normativos.

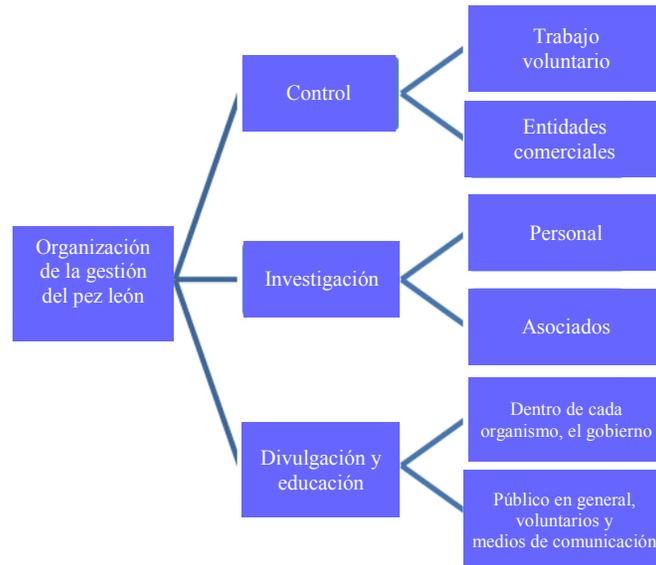
#### *Nombrar a los coordinadores y asignar responsabilidades*

El nombramiento de los coordinadores es un elemento fundamental para el éxito de los planes de control. Un plan sólido debe poner de relieve quién manda y dónde encajan los demás grupos y partes interesadas en el marco de la estructura organizativa. Los organigramas (Figura 4.1) pueden facilitar la definición de las funciones y responsabilidades principales. Los administradores encargados de los recursos suelen discrepar entre sí en cuanto a los métodos que pueden aplicarse para frenar la invasión y la existencia de una cadena de mando que se comprenda bien y sea transparente facilitará la coordinación y la integración de los principales copartícipes y grupos de usuarios.

#### *Formular las prioridades*

Otro elemento de los planes de control es la formulación de prioridades claramente definidas. Las prioridades pueden definirse mejor si en la tarea participa un grupo mixto de interesados, dotados de competencias diferentes, a fin de tener en cuenta una amplia gama de intereses comunitarios. La definición y comprensión de los recursos disponibles –comprendidos los recursos humanos, fiscales y logísticos- es decisiva para establecer las prioridades. Cualquier esfuerzo para entender mejor la vulnerabilidad de los recursos a la presencia del pez león y la identificación de los lugares prioritarios para aplicar las medidas de control, redundará en un uso más eficaz de los recursos y las capacidades disponibles.

## Estrategias de control



**Figura 4.1** Organigrama sencillo que muestra cómo se puede estructurar un programa de control del pez león.

#### *Elaborar estrategias de control*

Al elaborar las estrategias de control, los administradores de recursos descubrirán algunos aspectos que los ayudarán a poner en marcha iniciativas realistas y eficaces. Entre otros, cabe mencionar:

- i) Enmarcar la labor dentro de las capacidades existentes,
- ii) Ajustar las estrategias a las necesidades locales,
- iii) Tener en cuenta las influencias externas (variables que influyen en el reclutamiento, tales como la circulación de las aguas marinas, la periodicidad del desove, la variabilidad de la abundancia de las cohortes, las densidades en las zonas aledañas, los beneficios derivados de los esfuerzos de control en lugares cercanos y el equilibrio dinámico de la invasión, y
- iv) Trabajar dentro del marco normativo vigente.
  - Definir cómo se enmarca al pez león dentro de los reglamentos existentes
  - Modificar los reglamentos existentes
  - Poner en vigor nuevos reglamentos

#### *Medir los resultados*

En todo plan de control es importante proceder a una evaluación sincera de los resultados y las tareas pendientes. Aprovechar el proceso de examen, fijar metas y expectativas realistas y evaluar la consecución de los objetivos son componentes que suelen pasarse por alto pese a su importancia decisiva para el buen resultado de los planes. Los administradores de recursos deben de definir desde el principio

los criterios por los que se medirá el éxito de los resultados. He aquí algunos indicadores: número de ejemplares de pez león extraídos, número de individuos que quedan en el mar, número de zonas libres del pez león y/o las condiciones del sistema arrecifal. Si desea información adicional sobre cómo evaluar los resultados mediante el monitoreo, consulte el capítulo 5.

### Los componentes del plan de control

#### *Las notificaciones y su documentación*

La notificación de la presencia del pez león es un componente importante de todo plan de control, ya que contribuye a orientar los esfuerzos de extracción y a medir la eficacia de los programas de control. Las estrategias de cómo notificar y documentar la presencia del pez pueden ser muy diferentes en cada región u organización; pero lo mejor para evitar la confusión y la duplicación de esfuerzos es disponer de una sola entidad o contacto. Durante la etapa inicial de una invasión, la obtención de estos avisos puede lograrse con un esfuerzo relativamente pequeño, ya que el público en general suele estar entusiasmado y deseoso de cooperar. Pero a medida que la invasión progresa, la gente suele perder interés y notifica con menos frecuencia. Este cambio puede ser consecuencia de una presencia abrumadora de peces león en la zona o de que la gente ha racionalizado y aceptado el problema. Por lo tanto, la divulgación de la importancia de las notificaciones puede ser cada vez más necesaria en las últimas etapas de la invasión. Sin notificaciones precisas, los administradores de recursos quizá confronten dificultades para evaluar la eficacia de las medidas de control. A la inversa, en las etapas finales de la invasión los avisos pueden contribuir a concentrar las tareas de erradicación en las zonas de máxima prioridad.

#### *Estandarizar las notificaciones*

La estandarización de las notificaciones puede ayudar mucho a que se realicen de manera frecuente y sean más precisas. Debe considerarse el uso del teléfono, el correo electrónico y el Internet y deberá llegarse a un consenso entre los organismos y copartícipes en torno a los protocolos para la presentación de los avisos. El formato de presentación de las notificaciones puede elaborarse de forma que se ajuste a los protocolos regionales, de modo tal que las de ámbito local se transmitan a centros de coordinación regional para su difusión. Además, pueden crearse herramientas de notificación apropiadas para los usuarios, a fin de poder estimular y orientar las capturas en tiempo real.

El US Geological Survey (USGS) mantiene un banco de datos internacional de especies acuáticas no autóctonas, que comprende fichas de datos, mapas de distribución y notificaciones tempranas de avistamientos. Este banco de datos ha sido el principal depositario de información sobre avistamientos del pez león y sigue siendo una de las herramientas más ampliamente usadas para describir el ritmo y la escala de la invasión. Los avistamientos de peces león deben comunicarse a <http://nas.er.usgs.gov/>. Si necesita formularios adicionales, visite los sitios web <http://www.reef.org/programs/exotic/report> o <http://nas.er.usgs.gov/sightingreport.aspx>.

#### *Actividades de seguimiento*

En las etapas iniciales de la invasión, se suele emplear el término “detección temprana/respuesta rápida” (ED/RR, según sus siglas en inglés), para describir el

proceso de notificación y extracción. No sólo es importante promover la labor de extracción, sino también informar acerca de los esfuerzos realizados, reconocer el trabajo de los participantes y proporcionar nuevos incentivos, así como hacer hincapié en los buenos resultados obtenidos. Estas medidas contribuirán a consolidar la colaboración entre diferentes entidades y despejarán el camino para un mayor esfuerzo de extracción del pez león.

#### *Aspectos de las notificaciones*

- i) Ajustar los criterios de las notificaciones a las necesidades y prioridades de la investigación.
- ii) Mantener nodos nacionales y regionales de coordinación que reciban y transmitan los avisos, un banco de datos centralizado y fuentes individuales de información.
- iii) Crear los marcos apropiados para el manejo de los datos y las notificaciones a fin de integrar diversos métodos de aviso y distintos grados de detalle de la información.
- iv) Simplificar el método o procedimiento de las notificaciones para uso de voluntarios y otros.
- v) Vincular la extracción a modalidades de notificación que respondan a las necesidades de la investigación.
- vi) Vincular la comunicación de los avisos a la labor educativa (en los planos local, nacional y regional).

## **Captura y manipulación**

En todo plan de control, la sección dedicada a la captura y manipulación deberá explicar claramente quién va a ejecutar las tareas de extracción y cómo, dónde y cuándo las llevará a cabo. La formulación meticulosa y reflexiva de los programas evitará la ambigüedad en cuanto a las actividades que se permiten, las políticas y los procedimientos y facilitará las tareas de extracción. Hay diversos métodos para capturar y manipular al pez león (Anexo 2), así como una gran variedad de factores logísticos que deben tenerse en cuenta. La información que se relaciona a continuación ofrece una panorámica de los instrumentos y las técnicas que se aplican con más frecuencia.

#### *Escoger al personal*

Un primer aspecto que debe considerarse al preparar los programas de control es la evaluación del personal disponible. En múltiples sectores suele haber gran interés en contribuir a la tarea de extraer el pez león. La selección del personal y los protocolos adecuados para cada sector ayudarán a que los esfuerzos encaminados a la extracción sean más ordenados y eficaces.

#### *Organismos gubernamentales*

Los organismos gubernamentales suelen desempeñar una función en las respuestas a los problemas medioambientales. Por eso es importante que en la entidad pertinente se designe a una persona que represente al gobierno y supervise el conjunto del programa de respuesta. Además de los programas específicamente dedicados al pez león que se establezcan, podría haber otras actividades de los organismos que incorporasen fácilmente un componente relativo a esta especie, sin necesidad de recibir recursos adicionales. El esclarecimiento de quién realiza

cada tarea y qué actividades ejecutará el personal del gobierno puede ser una forma eficaz de definir el liderazgo en el enfrentamiento a la invasión.

#### *Profesionales*

En muchos proyectos que se realizan en aguas costeras participan profesionales e investigadores submarinos. Estos profesionales pueden ser una magnífica ayuda para emitir avisos y para las tareas de extracción, en el marco de sus actividades diarias. Pero es importante recordar que incluso el más pequeño de los trabajos de extracción puede consumir recursos y desviar esfuerzos de lo que constituye el núcleo principal de su tarea. La comunicación con los investigadores deberá incluir un análisis sobre qué tipo de contribución podrían realizar a los esfuerzos de control, en caso de que decidan colaborar.

#### *Asociados-ONG*

Numerosas organizaciones no gubernamentales (ONG) están estructuradas especialmente para ayudar en temas que afectan a sectores sociales o medioambientales. Invitarlas y alentar su participación en la lucha contra la invasión del pez león podría ser uno de los componentes más provechosos del plan de acción en lo tocante a recursos humanos y financieros. No obstante, habría que asegurarse de que se les proporcione una orientación firme y que las funciones y responsabilidades queden claramente definidas. La mayoría de las ONG que colaboran en estos proyectos cuentan con un gran número de voluntarios, por consiguiente, la definición inequívoca del cometido y la función de la ONG es fundamental para el buen resultado de la asociación.

#### *Interesados: buzos, pescadores*

En muchas zonas, el grupo de interesados más perjudicado por la invasión comprende a los buzos y los pescadores. A menudo, son los primeros en tropezar con esta especie y los más capacitados para ayudar en las tareas de extracción. Entre los elementos fundamentales para lograr la participación de estos asociados figuran la educación, la divulgación y el establecimiento de incentivos para las tareas de extracción. Es importante tener en mente que no todos los alicientes han de ser monetarios. Numerosos interesados pueden sentirse motivados a cooperar tras comprender los efectos negativos del pez león sobre sus medios de subsistencia y la integridad de los arrecifes en los que trabajan.

#### *Voluntarios*

Aunque muchos voluntarios se presentarán en el marco de las ONG colaboradoras, también podría manifestarse un considerable interés por participar voluntariamente entre personas que no estén afiliadas a esas entidades. Entre otros, cabe mencionar a los visitantes, turistas, particulares preocupados por el tema, miembros del gobierno a título personal y pescadores y/o buzos (que operen fuera de su horario de trabajo habitual). El manejo y la conducción de estos intereses puede resultar una tarea onerosa, en términos de tiempo y personal; pero estas personas también pueden ser los partidarios más entusiastas de los planes de control del pez león. Para que los voluntarios independientes puedan contribuir en las tareas de control, es menester proporcionarles la formación y la supervisión adecuadas y tener especial cuidado con los hábitats sensibles. Además, los responsables del proyecto deberían tener en cuenta la responsabilidad civil ante las demandas judiciales en relación con el manejo de un pez tóxico.

### ¿Es posible adiestrar a los depredadores apicales para que controlen al pez león?

En algunas zonas del Atlántico los buzos han tratado de adiestrar a depredadores apicales (tiburones, barracuda, meros, pargos y morenas) dándoles a comer ejemplares de pez león, con la esperanza de que se acostumbren a consumirlo de modo natural. Hasta ahora, no hay pruebas inequívocas de que esos depredadores autóctonos estén aprendiendo a cazar al pez león como resultado de este adiestramiento. Entre los efectos inesperados del consumo de peces figuran algunos cambios en el comportamiento agresivo de los depredadores en sus encuentros con los buzos. En un incidente ocurrido recientemente una barracuda mordió en la mano a un submarinista que capturaba peces león y le causó graves lesiones (Figura 4.2) y también se ha informado de otros casos en los que los buzos que pescaban al pez león se han visto acosados por tiburones y meros de gran tamaño. Estos sucesos han demostrado que la práctica de alimentar a los depredadores con ejemplares de pez león es tan peligrosa como contraproducente. Además de las graves lesiones que puede causar a los seres humanos, esta práctica también podría provocar heridas a los depredadores apicales, como consecuencia de la respuesta defensiva de los buzos, y facilitar la captura de estas especies, si se acostumbran a asociar la presencia humana con la obtención de alimento.



**Figura 4.2** El dedo de este buzo recolector fue casi seccionado por la mordida de una barracuda que otros pescadores submarinos habían acostumbrado a alimentarse de peces león arponeados. El guante de protección (arriba a la derecha) resultó poco eficaz contra los dientes de la barracuda.

### Estrategias de captura

En la actualidad se dispone de numerosos métodos para extraer el pez león de las zonas invadidas. Sobre la base de múltiples informaciones compiladas en toda la región y de la opinión autorizada de quienes han acumulado considerable experiencia en materia de extracción, algunos métodos parecen más difundidos y eficaces que otros. Los administradores deberán sopesarlos todos y escoger los más eficaces y adecuados para su zona. A continuación se describen algunos de esos métodos.

#### *Control natural*

Una de las preguntas más comunes acerca de la invasión del pez león es qué factores limitan el crecimiento de la población de la especie en su hábitat original y cuáles podrían limitarlo en el Atlántico. Aunque es evidente que en su zona de origen el pez león es escaso o poco común (Kulbicki et al. 2012), hasta el momento no se conocen los mecanismos que controlan la abundancia del pez león en su hábitat original. Se ha prestado mucha atención a la posible depredación de sus juveniles y jóvenes adultos por parte de los meros y otros depredadores apicales, como mecanismo de control de su población en el Atlántico. Pero no está claro si

En una publicación reciente, Mumby et al. (2011) registraron densidades bajas de pez león en el Exuma Land and Sea Park (Bahamas), en comparación con otras zonas fuera del parque. Dentro del parque, la densidad de meros era superior, lo que sirvió de base a la hipótesis de que ese predominio contribuía a una menor abundancia de peces león. Pero antes de que se realizara el estudio ya se habían efectuado en las aguas del parque muchas actividades de extracción del pez león, aunque no se había efectuado ninguna observación directa sobre la acción depredadora de los meros. Las observaciones y los experimentos de otros investigadores indican que los meros rara vez atacan al pez león. Se necesita más información para sustentar mejor esta correlación.

La mayoría de las especies experimentan las tasas de mortalidad más altas cuando atraviesan la etapa de huevo y larva; la mortalidad disminuye a medida que aumentan la edad y el tamaño. No se sabe si la actividad depredadora incidental sobre el pez león aumentará con el paso del tiempo, pero se cree que pasará mucho tiempo antes de que se manifieste una presión de depredación suficiente para controlar la densidad del pez león.

Entre los factores naturales que podrían controlar la abundancia de la población del pez león figuran también la competencia, los parásitos, las enfermedades y los desórdenes genéticos. Hasta la fecha, se han encontrado muy pocos parásitos en los ejemplares de pez león de la zona invadida, en comparación con los niveles hallados en su hábitat original o en especies autóctonas de la zona sujeta a la invasión. Sí se han detectado algunas deformidades genéticas en peces león que habitan las zonas invadidas pero, para sorpresa de los observadores, ha sido en peces adultos, que fueron capaces de sobrevivir aun cuando padecían deformidades en las aletas y otras partes del cuerpo que hubieran podido causarles la muerte. La enfermedad es un posible factor de control que está en estudio en el momento en que se publica este libro.

### **Extracción física**

A falta de mecanismos naturales de control, la extracción física del pez león por medio de la actividad humana puede servir para ganar tiempo y proteger recursos esenciales, mientras se elaboran nuevas tecnologías y se desarrollan dichos mecanismos naturales.

#### *¿Dónde y cuándo se puede encontrar al pez león?*

Por sus requerimientos de hábitat, el pez león es generalista. Se han encontrado individuos desde las zonas litorales hasta profundidades superiores a los 300m, así como en una amplia gama de hábitats, como manglares, fondos duros, canales, estructuras artificiales, restos sueltos, arrecifes coralinos, cornisas, huecos arenosos en pastos marinos y litorales rocosos. En la mayoría de los casos, el pez león vive en zonas dotadas de estructuras donde puede refugiarse, aunque a veces se le ve flotando en lugares abiertos.

En las horas centrales del día, el pez león suele descansar bajo las cornisas o en zonas protegidas del fondo. Su actividad es máxima en el amanecer y el anochecer, cuando disminuye la claridad. Los buceadores que busquen al pez león en las horas centrales del día deberán examinar cuidadosamente los salientes y las grietas,

así como cada rincón que pudiera servir de refugio a estos animales. Nadar por encima de su hábitat tal vez no sea suficiente para detectar a la mayoría de los individuos que permanecen escondidos. Es preciso realizar una búsqueda minuciosa –nadando lentamente y observando con suma atención– para descubrir los lugares donde el pez león se refugia. La detección puede facilitarse si la extracción se realiza en las horas crepusculares del día, en torno al amanecer y el anochecer. El uso del mejor equipamiento posible para cada situación puede aumentar las posibilidades de obtener buenos resultados (Tabla 4.1).

### Herramientas para la extracción

#### *Marcadores*

En las etapas iniciales de la invasión, los administradores de algunas áreas del Caribe usaron marcadores para ayudar en la detección temprana y la respuesta rápida (Figuras 4.3 y 4.4). El pez león puede mostrar un gran apego a su lugar de residencia, de modo que el marcaje de esos sitios puede ayudar a reducir al mínimo el tiempo que se emplee en la búsqueda durante las labores posteriores de extracción. Pero esta estrategia exige que se realicen actividades de seguimiento bien concebidas para eliminar al pez león y a los marcadores. Con el paso del tiempo, los marcadores que se dejan abandonados pueden acumularse en el medio ambiente, menoscabar la estética y perjudicar la vida marina.

#### *Redes*

La extracción del pez león a cargo de buzos que emplean salabardos (o jamos, pequeñas mangas de red montadas en marcos y dotadas de un mango) se ha convertido en el método más habitual en muchos lugares, en particular en las zonas donde la pesca con arpón está restringida. Estos dispositivos resultan más útiles para pescar los peces que son demasiado pequeños para arponearlos eficazmente. Entre las redes que más se usan figuran las que emplean los recolectores profesionales de animales marinos ornamentales –por lo general salabardos grandes con marco de aluminio y malla de vinilo transparente (Figura 4.5) o un marco de acrílico con una malla de monofilamento (Figura 4.6), o redes pequeñas, de las que se usan para capturar la carnada (Figura 4.7).

Como la mayoría de los buzos y pescadores no son profesionales de la captura de animales marinos con fines ornamentales, a menudo hay que capacitarlos conveniente-

#### **Programas de marcaje del pez león**

*El Parque Marino de Bonaire y la Restoration and Education Foundation (CORE) de Saint Croix (Islas Vírgenes Estadounidenses) han ejecutado programas con el fin de elaborar y proporcionar a los buzos diversos marcadores para la extracción del pez león (Figura 4.3). Estos marcadores se componen de una arandela de metal (el ancla) y una cinta plástica marcadora de las que se usan para los muestreos del fondo marino, suspendida sobre el ancla por medio de un corcho.*

*Cuando se produce un avistamiento de pez león, se colocan los marcadores (Figura 4.4) y la información relativa al avistamiento se notifica a la entidad adecuada.*

*Aunque el marcaje del pez león puede resultar útil en las etapas iniciales de la invasión, la mano de obra y el esfuerzo de trabajo que requieren pueden superar muy pronto a la capacidad existente. Algunos buceadores que practican en zonas de marcaje se han quejado de que no ha habido respuesta con respecto a los peces localizados y de que resulta poco estético ver una docena de marcas de aviso de presencia del pez león en un mismo sitio de buceo.*

mente para que aprendan técnicas seguras y eficaces, apropiadas para el pez león. Entre estas técnicas figuran la velocidad adecuada con que hay que mover la red, su posicionamiento, movimiento y manipulación. La recolección de peces león puede llevarla a cabo un solo buceador o puede realizarse en parejas, con dos redes por persona (Figura 4.8).



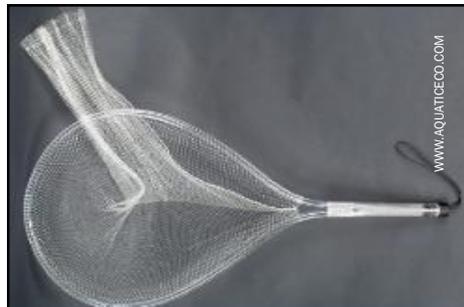
**Figura 4.3** Un marcador que avisa de la presencia del pez león, hecho de una arandela de metal, una cinta ondulante y un corcho.



**Figura 4.5** Los salabardos de bolsa de plástico pueden ser muy eficaces para la extracción del pez león, en particular de los especímenes pequeños, en zonas donde está prohibido el uso de arpones.



**Figura 4.4** Un marcador de pez león instalado en el arrecife, para señalar un avistamiento.



**Figura 4.6** Un salabardo de malla plástica transparente usado para capturar al pez león.

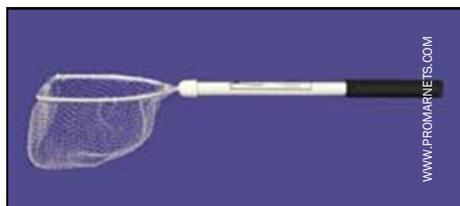


**Figura 4.7** Los salabardos con una malla de abertura pequeña usados para capturar carnada pueden ser económicos y facilitar el acceso a los espacios estrechos.

Tabla 4.1 Ventajas y desventajas de los distintos artes de pesca usados para la captura del pez león.

Tipo de arte de pesca	Usuario	Costo	Beneficios	Limitaciones	Notas
<b>Salabardo<sup>1</sup> de bolsa de plástico transparente</b>	Buceadores y recolectores de especies marinas ornamentales	Alto al inicio	Muy eficaz para los peces mansos y pequeños. Cuando se usa bien, no asusta a los peces.	Voluminoso para transportar; los peces han de estar a mano, su uso requiere práctica, el ritmo de capturas es lento	
<b>Salabardo de malla</b>	Buzos y recolectores de especies marinas ornamentales	Alto al inicio	Muy eficaz para los peces mansos y pequeños. Cuando se usa bien, no asusta a los peces.	Se entreda con facilidad, su uso requiere práctica, el ritmo de capturas es lento.	
<b>Recipiente</b>	Buzos	Bajo	Fácil de adquirir.	Coloca al usuario muy cerca de las espinas, sólo resulta útil con peces pequeños	
<b>Arpón de vara larga</b>	Buzos y pescadores de arpón	Bajo	Eficaz para peces mayores y capturas rápidas, mantiene al pez a distancia del pescador.	Los fallos son comunes, representa un peligro potencial para el recurso, posibilidad de uso indebido, demasiado grande para la mayoría de los peces pequeños	Los instrumentos de arponear pueden estar prohibidos o autorizados solamente a quienes bucean a pulmón.
<b>Honda hawaiana</b>	Buzos y pescadores con arpón	Bajo	Eficaz para peces mayores y capturas rápidas.	El arpón le da el control directo al recolector, los fallos son comunes, representa un peligro potencial para el recurso, posibilidad de uso indebido, el pez puede deslizarse por el arpón hacia el buceador, es demasiado grande para la mayoría de los peces pequeños.	Los instrumentos de arponear pueden estar prohibidos o autorizados solamente a quienes bucean a pulmón.
<b>Arpón</b>	Buzos y pescadores con arpón	Alto	Con potencia suficiente para cazar peces de gran tamaño.	El arpón le da el control directo al recolector, su potencia es excesiva para la mayoría de los ejemplares de pez león, la recarga y la extracción del arpón del cuerpo del pez es un proceso lento.	Los instrumentos de arponear pueden estar prohibidos o autorizados solamente a quienes bucean a pulmón.
<b>Instrumentos de arponear especiales</b>	Buzos y pescadores con arpón	Varía, a menudo alto	Suelen estar concebidos para facilitar su empleo, son portátiles. Muy eficaz para peces mansos y pequeños.	Según el tipo de instrumento: puede exigir el uso de ambas manos, puede ser más corto que los instrumentos habituales, puede que no retenga al pez arponeado, puede necesitar piezas de recambio especiales.	Los instrumentos especiales tienen varios diseños y aplicaciones. Los instrumentos de arponear pueden estar prohibidos o autorizados solamente a quienes bucean a pulmón.
<b>Nasas</b>	Pescadores comerciales	Bajo	Se usan ya para otras especies.	Mucha captura incidental.	Se ha informado de la presencia del pez león como captura incidental en algunas nasas para langostas y peces. Pero todavía no se ha inventado una nasa específica para el pez león.
<b>Anzuelo y sedal</b>	Pescadores comerciales y deportivos	Bajo	Se usa ya para otras especies.	Según informes, sólo es eficaz en aguas profundas (90-180m), y la captura incidental puede ser elevada	Se ha encontrado que el calamar cortado en trozos es una carnada que da buenos resultados con el pez león.

<sup>1</sup> Salabardo- Instrumento de pesca formado por una manga o saco de red colocado en un aro y dotado de mango que se usa para sacar la pesca de las redes grandes y capturar animales pequeños o poco móviles



**Figura 4.7** Los salabardos con una malla de abertura pequeña usados para capturar carnada pueden ser económicos y facilitar el acceso a los espacios estrechos



**Figura 4.8** Un equipo de buceadores se dispone a capturar peces león.

El primer paso para atrapar al pez león es planificar la estrategia de captura. Primero, hay que determinar su hábitat y las posibles rutas de escape. Luego, hay que decidir dónde se coloca la red para evitar que el pez se desplace hacia una zona inaccesible del arrecife. Una vez que se ha decidido qué estrategia aplicar y se ha notificado a los miembros del equipo dónde van a situarse las redes, éstas deben colocarse despacio para bloquear las posibles vías de escape. Después hay que maniobrar con las redes *lentamente* para rodear al pez, hasta que éste nade hasta una de ellas o quede atrapado en medio de ellas.

Evite siempre azuzar, empujar, aguijonear o asustar al pez para que entre en la red. El pez león aprende rápido y, una vez que se ha visto acosado, suele evitar a los buceadores. Si el pez que se trata de capturar se aleja de las redes, es mejor hacer una pausa en la captura y dejar que se asiente de nuevo. Los esfuerzos frustrados de capturar al pez león, durante los cuales el animal sufre un acoso intensivo, pueden dificultar mucho los intentos ulteriores de atraparlo.

Tras una captura exitosa, hay que trasladar al pez león a un recipiente adecuado que esté sumergido (para las capturas en aguas profundas) o a un contenedor en la superficie (para las que se hacen a poca profundidad) (véase la sección Recipientes). Es preciso tener cuidado en controlar bien la flotación durante las capturas para así evitar daños a las formas sensibles de vida marina o a sus hábitats.

#### *Arpones*

El uso del arpón puede ser el método más eficaz para extraer un elevado número de ejemplares en poco tiempo (Figura 4.9). El pez león suele ser sedentario y audaz, lo que permite que el buceador se aproxime armado con el arpón. Pero es importante recordar que es también un depredador que caza acechando y emboscando a sus presas, por lo que dispone de rápidos reflejos para escapar. Incluso en distancias muy cortas, los cazadores submarinos expertos suelen errar el tiro porque el pez león se mueve con suma agilidad. Los ejemplares más pequeños pueden ser aun más difíciles de cazar, no sólo porque ofrecen un blanco más reducido, sino por su habilidad para esconderse en las pequeñas grietas del arrecife. A pesar de estos inconvenientes, el uso del arpón puede ser un método rápido y eficaz de extraer el pez león de espacios confinados, que quizá no se presten a una captura con red.

eso tiene un efecto significativo en el control de su población.

Al igual que ocurre con otros métodos de extracción, debe facilitarse adiestramiento a los recolectores novatos, para garantizar la máxima seguridad y los mejores resultados. Al aprender a usar los arpones, los buceadores deberán dar prioridad a la seguridad, incluso por encima de los resultados. Se han creado cursos especiales de formación para enseñar técnicas seguras de pesca con arpón.

Entre las lecciones específicas figuran las siguientes:

- i) La seguridad es lo primero y hay que respetar a los demás buceadores y a las estructuras y organismos marinos,
- ii) Acérquese lentamente al pez, tanto como sea posible, evitando que se mueva.
- iii) Evite disparar a un pez león que esté situado con la cola hacia el buceador.
- iv) Apunte a la zona situada justo detrás de la cabeza del pez, porque ésta es ósea y resulta difícil penetrarla con un arpón.
- v) Después de arponearlo, manipule y coloque al pez con sumo cuidado. El pez león rara vez queda incapacitado por un solo arponazo y suele escapar de la varilla cuando se le deja arponeado a media agua.
- vi) Al nadar a media agua o entregar el pez arponeado a un barco tenga en mente que el pez puede salirse de la varilla o deslizarse por ésta en dirección al buceador.
- vii) Tenga cuidado con los depredadores que la pesca con arpón puede atraer y no descabece ni destripe al pez león en la zona donde pesca.
- viii) Cumpla con todas las normas y los reglamentos de la pesca submarina, comprendidos los que atañen a las restricciones por zonas y al tipo de equipo.



**Figura 4.9** Un buceador con un ejemplar de pez león que capturó usando una onda hawaiana.

### *Recipientes*

En la actualidad se usan diversos tipos de recipientes en las tareas de extracción del pez león y para la selección del más apropiado deberán tenerse en cuenta varios elementos esenciales. El factor primordial debe ser la seguridad. Evite el uso de cualquier recipiente que permita que las espinas del pez perforen fácilmente sus paredes o las atraviesen. Los recipientes deben facilitar la introducción del pez y proporcionar un método seguro de almacenarlo. Durante las actividades de pesca submarina, los buceadores deben tener en cuenta la capacidad del recipiente para retener la sangre y el olor del pez arponeado, a fin de evitar encuentros con los depredadores. El pez debe conservarse entero (con la excepción de las espinas, que pueden cortarse) a fin de reducir la presencia de sangre y partículas corporales en el agua y facilitar el acopio de datos sobre los ejemplares capturados.

### Cortar las espinas

Algunos buceadores cortan las espinas del pez león inmediatamente después de capturarlo, para evitar el riesgo de pincharse. Otros se limitan a introducirlo directamente en el recipiente.

No es difícil cortar las espinas, pero al hacerlo se añade otra manipulación y la medida puede suscitar la desaprobación de algunos gobiernos o de los comités de protección de los animales de las universidades.

Para cortar las espinas, sostenga firmemente al pez por la cabeza y use un alicate marino o unas tijeras de cocina gruesas para seccionarlas cerca de la base (Figura 4.10). La mejor manera de cortar las espinas dorsales es hacerlo de atrás hacia delante (de la cola a la cabeza), a fin de evitar que las espinas queden acostadas sobre el lomo. En cuanto a las espinas pélvicas y anales, sólo es necesario cortar la primera de cada aleta pélvica y las tres primeras de la aleta anal (las demás son radios y no son tóxicos). No es necesario seccionar las espinas caudales ni las pectorales.



**Figura 4.10** Ejemplar de pez león con las espinas dorsales cortadas.

Entre los recipientes que más se emplean para guardar los ejemplares capturados figuran las bolsas de plástico transparente (Figura 4.11) y los cubos (Figura 4.12) o los tubos con tapas perforadas (Figura 4.13). Las bolsas de plástico son eficaces para contener los fluidos del pez que ha sido arponeado y el plástico transparente permite una excelente visibilidad cuando hay que meter otros peces en la bolsa. Las espinas del pez león son capaces de perforar el vinilo, pero eso ocurre con poca frecuencia. La manipulación cuidadosa de una bolsa llena de peces león reduce el riesgo de que las espinas perforen el plástico.



**Figura 4.11** Ejemplar de pez león en una bolsa de plástico transparente.



**Figura 4.12** Recipiente para recolectar pez león hecho con un cubo de plástico.

Los recipientes en forma de cubo o de tubo pueden construirse con materiales que se encuentran comúnmente en el mercado, tales como los tubos de PVC o los cubos plásticos dotados de tapa segura. Se pueden hacer cortes en forma de estrella en la tapa o el fondo del cubo para crear una puerta tipo nasa, a fin de poder extraerle el arpón al pescado con más facilidad. También es posible construir tapas especiales de materiales flexibles, tales como el neopreno grueso o la goma, para evitar que los puntos de acceso se deformen.

Algunos operadores de buceo han decidido incluir la extracción de peces león en sus actividades regulares subacuáticas, con la participación indirecta de sus clientes. Tras una detallada charla informativa, se insta a los buceadores a buscar al pez león durante su inmersión y avisar a los coordinadores del buceo cuando localicen alguno. A los buceadores se les da la oportunidad de observar y fotografiar al animal y luego los coordinadores lo capturan, usando las redes apropiadas. Tras la captura, se coloca al ejemplar en una bolsa de plástico transparente, que puede pasar de mano en mano bajo el agua, para que los buceadores puedan observarlo de cerca y tomar fotos. En vez de excluir a sus clientes de la extracción del pez león, estos operadores los inducen a participar y a menudo reciben comentarios de turistas que aseguran que la captura de esos ejemplares fue el momento más interesante de la excursión de buceo.

#### *Equipamiento de extracción alternativo*

Aunque la mayoría de los dispositivos que se usan en la extracción del pez león son de fabricación industrial y pueden adquirirse en el Internet o en las tiendas locales, el ingenio y la creatividad de la gente del lugar no deben descartarse. A menudo es posible construir un equipo a medida más barato con piezas y materiales del lugar, aprovechando la ingeniosidad del personal local. Al elaborar estos dispositivos artesanales siempre deberán tenerse en cuenta los criterios de seguridad y eficacia.

### **Pasos para conservar las capturas en bolsas de plástico**

*Cuando se vaya a introducir al pez león en bolsas de plástico, deben seguirse estos pasos a fin de minimizar las posibilidades de fuga de los ejemplares y el riesgo de pinchazos tóxicos:*

- i) Coloque la bolsa en el fondo, ya que cuando se transfieren a media agua los peces suelen escaparse.*
- ii) Sostenga el pez con firmeza (usando guantes de protección resistentes a las perforaciones) agarrándolo por la cabeza.*
- iii) Meta el pez hasta el fondo de la bolsa.*
- iv) Cierre la bolsa apretándola en torno al brazo que sostiene al pez.*
- v) Tras comprobar que todo está en orden, suelte al pez.*
- vi) Cuando el pez se mueva hacia el fondo de la bolsa, bloquee la posible vía de escape apretando la bolsa con un brazo debidamente protegido o un objeto (arpón, red, etc.) para impedir que llegue a la abertura de la bolsa.*
- vii) Saque el brazo de la bolsa*
- viii) Enrolle y cierre la bolsa y asegúrela con presillas*

Con frecuencia es posible modificar los diseños existentes en el mercado, cuya eficacia ya está probada, a fin de dar un uso diferente a materiales locales fáciles de obtener y poco costosos (Figura 4.14). Además, en el futuro saldrán al mercado o se fabricarán con medios artesanales muchas herramientas y dispositivos novedosos de extracción que podrían resultar más eficaces y menos costosos que los que están disponibles actualmente.

Por ejemplo, en Cozumel algunos buceadores creativos han elaborado su propia versión local de arpones, usando materiales poco costosos y fáciles de encontrar. El eje del arpón se construye con varillas de PVC o de fibra de vidrio de desecho; las ligas se hacen de goma reciclada o de recámaras de bicicletas perforadas, y las puntas paralizadoras se fabrican con radios de bicicleta partidos o con alambre de desecho procedente de los cables de dirección de las embarcaciones.

En determinados casos, las actividades de captura pueden verse limitadas al buceo con esnórkel o a pulmón, debido a obstáculos como los reglamentos que limitan el uso de equipamiento o a la carencia de éste. En algunas condiciones, la captura del pez león mediante el buceo a pulmón puede ser un medio muy eficaz de extracción. Aunque la mayoría de los instrumentos y las técnicas que se usan en estos casos son similares a los que se aplican cuando se bucea con escafandra autónoma (SCUBA), es conveniente señalar algunos aspectos adicionales. Primero, si se cuenta con apoyo en superficie, se puede llevar directamente los peces capturados a la orilla o entregarlos al personal del barco para que los coloquen en los recipientes, lo que hace innecesario el uso de bolsas o cubos para acopiarlos en el agua. Simplemente se entregan los ejemplares capturados en los mismos salabardos o ensartados en el arpón y se les deposita en el recipiente que se encuentra a bordo. Cuando no se disponga de este apoyo en superficie, los buceadores deben tener cuidado al colocar los peces en el recipiente dentro del agua, debido a la habilidad del pez león para escapar del mismo (Figura 4.15). En el caso de las capturas con buceo a pulmón, hay consideraciones y medidas adicionales de seguridad, tales como que las capturas van haciéndose cada vez más rápido, la habilidad de bucear de los que participan en la extracción y la adhesión a los procedimientos de seguridad que rigen este tipo de buceo.

#### Las nasas

Mientras que el arpón y la red ofrecen métodos activos de extracción del pez león, la captura con nasas constituye un método pasivo. En las zonas donde se pesca con nasa, el pez león suele ser una captura incidental, en particular en aguas más



**Figura 4.13** Recolecta del pez león mediante el uso de un tubo de PVC adaptado a esta tarea.



**Figura 4.14** Dispositivos de fabricación casera y bajo costo para arponear al pez león.

profundas. Hasta ahora, no se han fabricado nasas diseñadas específicamente para el pez león y la captura incidental de especies autóctonas es alta en relación con el número de ejemplares de pez león que se han pescado. Los esfuerzos futuros orientados a mejorar los artes de pesca podrían dar por resultado diseños de nasas, sistemas para su colocación y tipos de carnada más eficaces.

#### *Anzuelo y sedal*

El pez león acecha a sus presas, se las come enteras y se alimenta de una amplia gama de peces y crustáceos. Hasta los dueños de acuarios pasan trabajo para que los peces león en cautiverio se acostumbren a comer animales muertos. Las capturas de ejemplares de pez león con anzuelo y sedal en zonas arrecifales poco profundas son muy escasas; pero ha habido informes sobre capturas incidentales en aguas profundas (150 - 200m) durante la pesca de pargos y matajuelos (malacántido), así como capturas infrecuentes en aguas poco profundas, realizadas por pescadores deportivos (Figura 4.16).

Se ignora qué factores influyen en estas capturas, pero es posible que la pesca con anzuelo y sedal en aguas profundas llegue a convertirse en un instrumento de extracción. Se necesita más información para cuantificar la eficacia de la pesca incidental como medio de control local del pez león.

#### *Seguridad*

El éxito de la captura nunca debe estar por encima de la seguridad. Una de las razones por las que quizá el pez león haya invadido tanto las aguas del Atlántico podría estar en su defensa venenosa. Las espinas tóxicas son poderosos elementos de disuasión para los depredadores, pero también proporcionan una picadura muy dolorosa a quienes traten de capturarlo. Uno de los utensilios más importantes de la panoplia de un pescador de pez león son los guantes resistentes a las perforaciones (Figuras 4.17 y 4.18). A diferencia de los guantes de trabajo ordinarios o incluso de los fabricados con Kevlar™, diseñados para proteger de los cortes, los guantes resistentes a las perforaciones, dotados de un diseño y una elaboración especiales, ofrecen un grado mayor de protección contra las espinas agudísimas del pez león. Aunque no garantizan una protección del ciento por ciento, el uso de



**Figura 4.15** Unos buceadores mantienen al pez león en sus salabardos antes de trasladarlo a un recipiente situado en la superficie.



**Figura 4.16** Un pescador con un pez león capturado con anzuelo y sedal.

### Cómo tratar una picadura del pez león: Fuentes de calor sobre el terreno

La sustancia que segrega el pez león es una neurotoxina proteínica y el calor la desnaturará rápidamente. La clave para eliminar el dolor es hallar una fuente segura de calor, como las que se relacionan más abajo. ¡Recuerde que no debe quemar al paciente! Una quemadura puede ser peor que el dolor mismo del pinchazo. Puesto que uno de los síntomas de la picadura puede ser el entumecimiento, asegúrese de probar la temperatura del agua en una zona del cuerpo que no haya sufrido el pinchazo, a fin de evitar las quemaduras.

- i) Lleve un termo con agua caliente cuando vaya a pescar el pez león.
- ii) En los restaurantes, las dársenas o las casas de la zona le pueden facilitar agua caliente en caso de emergencia.
- iii) El agua que sale por el tubo de escape del motor de la embarcación o el sistema de enfriamiento del motor puede ser una fuente de calor.
- iv) Coloque una camisa o toalla húmeda sobre el bloque del motor para calentarla y luego envuelva la zona afectada.
- v) Las almohadillas de calor no suelen alcanzar temperaturas lo suficientemente altas como para que resulten eficaces, pero las reutilizables pueden aliviar el dolor durante periodos cortos (de 5 a 10 minutos).
- vi) La orina tiene la misma temperatura que el cuerpo y, por lo tanto, carece de eficacia.

estos guantes reducirá al mínimo los pinchazos y permitirá manipular con seguridad a los peces durante la extracción, la manipulación y la preparación para su aprovechamiento final.

Las prácticas seguras de buceo y acopio también deben incorporarse a los protocolos locales de extracción del pez león. No existe ningún caso documentado de fallecimiento debido a la picadura tóxica del pez león, pero una subida rápida a la superficie como resultado de un pinchazo del animal puede acarrear consecuencias debilitadoras o mortales, si el ascenso se produce a causa del pánico provocado por el pinchazo. Un almacenamiento inadecuado del animal en el barco donde se realice el acopio o en el laboratorio podría también dar pie a que ocurran graves pinchazos. La colocación del pez en un recipiente debidamente marcado y a prueba de perforaciones puede reducir estos riesgos innecesarios.



**Figura 4.17** Guantes HexArmor® resistentes a las perforaciones.



**Figura 4.18** Guantes TurtleSkin® resistentes a las perforaciones.

### *Intoxicación y primeros auxilios*

La picadura del pez león puede ser una experiencia dolorosa y aterradora. En la mayoría de los casos, la administración de los primeros auxilios es muy eficaz para aliviar el dolor y reducir los efectos del veneno. Puesto que la sustancia nociva es una neurotoxina proteínica, el calor la desnaturalizará con rapidez. El tratamiento de urgencia comprende la aplicación de calor, tan intenso como uno pueda aguantar sin quemarse. Mientras más rápidamente la víctima de la picadura reciba los primeros auxilios, mejor será, ya que el tratamiento alivia el dolor y comienza a desnaturalizar la toxina, con lo que posiblemente reduzca los efectos o las complicaciones más graves. Las espinas del pez león son muy afiladas, pero no se quiebran como las de los erizos. Por lo general entran y salen muy rápido y es raro que una de ellas se rompa. Como en caso de cualquier otra herida, la zona afectada debe lavarse, examinarse por si hay desechos y recibir atención médica.

### Ubicación y frecuencia de las extracciones

#### *Asignar un orden de prioridad a las zonas de extracción del pez león*

Cuando los recursos son limitados, el método más eficaz de maximizar los resultados consiste en establecer un cierto orden de prioridad. Esto puede hacerse mediante la evaluación de los costos y beneficios de las distintas zonas de extracción y utilizando diversos métodos y tipos de personal en la tarea. Para establecer un or-

### **¿Langosta o pez león? Nuevas opciones para los buceadores**

*En muchas zonas, los pescadores submarinos participan ahora en la extracción del pez león como parte de sus actividades de buceo habituales. En vez de ir a la caza de la langosta o los meros, estos buceadores han decidido consagrar su tiempo a perseguir y capturar ejemplares de pez león. Numerosos operadores turísticos de buceo también instan a su personal a pescar a los peces león que encuentren durante el buceo y les permiten conservar las capturas para el consumo.*

*En Bermudas, a los buceadores se les permite extraer el pez león en zonas donde habitualmente se prohíbe la pesca, así como usar instrumentos y equipamiento que no suelen autorizarse. Para este tipo de pesca se les exige asistir previamente a un taller sobre el pez león y usar en el agua una bandera especial que indica que están dedicados a la labor de extracción de esta especie (Figura 4.19). En Puerto Rico, el personal del organismo de recursos y los investigadores competentes reciben unos bicheros plegables y se les autoriza a extraer los ejemplares de pez león que encuentren de manera accidental, durante otras actividades relacionadas con el buceo, tales como el mantenimiento de las boyas, la investigación o el monitoreo.*

**Figura 4.19** Bandera que usan en Bermudas los pescadores del pez león y que se obtiene al sacar el permiso especial para cazarlo con arpón y escafandra autónoma. La bandera avisa a las autoridades de que el portador dispone de la autorización reglamentaria.



den de las zonas de extracción es preciso tomar en cuenta los puntos de vista de las partes interesadas. Según las distintas perspectivas, las prioridades pueden variar. Los recursos humanos y financieros también entran en la ecuación para decidir, así como la logística de los métodos de extracción. Si bien una zona puede considerarse más importante por motivos de conservación, la extracción ahí también podría resultar más costosa o difícil en términos logísticos. Asimismo, la extracción del pez león en otra zona podría entrañar menos esfuerzos o gastos (por ejemplo, gracias al aporte de voluntarios), aunque el lugar se considere de menor importancia ecológica.

La tarea de sopesar la eficacia de la extracción con las consideraciones logísticas y los costos es esencial para tomar decisiones de gestión. Muchos de los ejemplos que figuran más abajo no se excluyen mutuamente. Algunos lugares podrían obtener una alta calificación en varios de los criterios aplicados. El peso de los diferentes factores es importante para decidir el orden de las extracciones.

#### *Áreas marinas protegidas*

Las áreas marinas protegidas (AMP) o reservas se conciben para preservar los recursos marinos y reducir al mínimo los efectos de las actividades de extracción. Por eso, en la mayoría de estas zonas se prohíbe capturar o extraer recursos dentro de sus lindes. Desafortunadamente, sus límites no tienen en cuenta al pez león y muchas de estas AMP, precisamente por la protección de que disfrutan, se han convertido en santuarios para esa especie. Con el fin de proteger la diversidad biológica y el estado natural de esas áreas, a menudo se necesitan autorizaciones especiales para facilitar la extracción del pez león. Muchos administradores son conscientes de la necesidad de controlar al pez león, pero pueden dudar en cuanto a la conveniencia de autorizar el acceso irrestricto o la extracción en la zona de su competencia. Aunque existe la posibilidad de que algunas personas hagan uso indebido de esas autorizaciones, la prohibición de la extracción podría resultar aun más dañina que cualquier transgresión en el marco de un esfuerzo de captura bien coordinado. Los programas orientados a autorizar o permitir la labor de los principales interesados han resultado eficaces y, cuando se han llevado a cabo en el marco de campañas formales de extracción, han arrojado niveles muy bajos de uso indebido.

La otra cara de la moneda es que los programas de gestión del pez león que se conciben y autorizan para su aplicación específica dentro de los límites de un AMP pueden arrojar resultados decrecientes si se extraen volúmenes mínimos de peces león fuera del área protegida. De hecho, para que los programas de extracción den buenos resultados es preciso tener en cuenta el vínculo entre las zonas sujetas a administración y las que no lo están.

#### *Zonas turísticas*

Un bañista o un nadador tienen pocas probabilidades de tropezar con un pez león. Estos peces prefieren los hábitats de fondo accidentado y suelen permanecer inactivos durante el día. Pero aun cuando el riesgo de una picadura tóxica sea escaso, esas zonas públicas deben ser objeto de extracción, debido a su importancia para el turismo y la economía. Además de estos lugares de fácil acceso, la región obtiene importantes dividendos del turismo mediante las actividades de buceo y pesca submarina, que hacen que los visitantes se aproximen más a los hábitats preferi-

dos del pez león. Las principales zonas turísticas deben tener una alta prioridad para la labor extractiva, debido al riesgo de encuentro con el pez león y para mantener de manera visible poblaciones marinas saludables con atractivo turístico. La extracción del pez león en estos lugares ofrece también nuevas oportunidades de educar y sensibilizar a los turistas y al público en general, a medida que las tareas de recolección se llevan a cabo.

#### *Zonas de importancia ecológica*

Las AMP suelen abarcar diversos hábitats, pero puede haber también otras zonas de importancia ecológica para el buen estado de los sistemas marinos locales. Los manglares, las praderas marinas y las zonas de fondo duro suelen ser áreas de cría de peces e invertebrados que son esenciales para preservar las futuras poblaciones de animales adultos. Se sabe que el pez león habita en todas esas zonas y debe asignarse cierta prioridad a la labor de proteger esos sitios de la actividad depredadora. Otras zonas de importancia ecológica –entre ellas los lugares de desove y las estaciones de limpieza- también pueden ser vulnerables a los efectos de la presencia del pez león y, por consiguiente, deben tenerse en cuenta al asignar las prioridades.

#### *Zonas muy colonizadas por el pez león*

En las zonas donde el pez león ha proliferado mucho puede ocurrir un declive significativo de la abundancia de las presas y el desplazamiento de otras especies marinas. Asimismo, esos lugares pueden contribuir a una mayor actividad de desove y reclutamiento de esta especie. La actividad depredadora del pez león en estas zonas de alta concentración puede superar la capacidad de recuperación de las presas y causar una disminución mayor que cuando esa misma actividad se desarrolla en un área más extensa. Las zonas donde se sabe que es alta la densidad de pez león deben estar entre las primeras en la lista de extracciones.

#### *Zonas de baja recolonización del pez león*

Las zonas en las que se ha registrado una tasa baja de recolonización tras una campaña de extracción del pez león deben considerarse zonas de extracción prioritaria, debido a sus buenos resultados en la tarea de mantener una baja abundancia y minimizar la repercusión de la especie durante un periodo de tiempo prolongado. La selección prioritaria de estos sitios tiene ventajas económicas, ya que será preciso revisarlos con menos frecuencia que a los lugares donde ha ocurrido una gran tasa de recolonización.

#### *Zonas de fácil extracción*

Algunas zonas de fácil acceso y eliminación del pez león deben ser prioritarias, simplemente porque en ellas la extracción es una tarea sencilla. Los sitios frecuentados por buceadores dispuestos a “apadrinar un arrecife”, los cercanos a la costa y con fácil acceso, y los que permiten la extracción eficaz con pocas visitas, pueden ser considerados por su contribución a la capacitación, la preservación del entusiasmo por este trabajo y la reducción de los desplazamientos del pez león hacia otras zonas, quizás de más difícil acceso.

#### *Frecuencia de extracción*

La frecuencia de extracción necesaria para controlar al pez león puede variar ampliamente, en función de diversos factores, entre otros la densidad que se pretende

alcanzar, la fase de la invasión, el hábitat y la intensidad del reclutamiento. Los recursos humanos y financieros limitarán los programas tradicionales de extracción y para determinar la frecuencia más eficaz deberá tenerse en cuenta una combinación de factores como los recursos disponibles, las prioridades de extracción y la eficacia. Aunque la frecuencia de extracción puede variar, se ha demostrado que esta labor aplicada a escala local puede reducir considerablemente las densidades de pez león y mantenerlas en esos niveles.

Por ejemplo, los buceadores que frecuentan el Parque Marino de Bonaire y los cayos de la Florida han extraído peces león en sitios usuales de buceo desde que la invasión comenzó en esas zonas. Las anécdotas al respecto apuntan a que la densidad y la talla del pez león en esos sitios donde se pesca la especie son generalmente muy inferiores a las de lugares cercanos donde no se bucea. Las investigaciones que se llevan a cabo actualmente en Bahamas indican que la extracción periódica en los arrecifes de parches someros es una medida altamente eficaz para mantener la densidad de la especie por debajo de la que se registra en los sitios de control.

### **Eventos de extracción del pez león**

Uno de los métodos más eficaces para lograr la participación de los interesados – comprendido el público en general- en la extracción del pez león consiste en organizar eventos y programas de captura. Estas iniciativas suelen entrañar un componente social y ofrecer oportunidades de capacitación, sensibilización y divulgación a través de los medios de comunicación. Además, en función del tipo de actividad, se puede efectuar la extracción de un gran número de ejemplares en poco tiempo.

#### *Torneos*

Durante largo tiempo se han celebrado torneos de pesca y caza submarina de especies seleccionadas. En fechas recientes se ha empezado a organizar ese tipo de certámenes específicamente destinados a la pesca del pez león. Por lo general, los torneos que dan buenos resultados son los que contienen elementos pedagógicos que abarcan las nociones básicas de biología, ecología, repercusión, técnicas de extracción y manejo, y los pormenores de las normas y los reglamentos relativos a la extracción del pez león. Estos torneos, que a menudo ofrecen premios importantes facilitados por los patrocinadores, también incorporan el acopio de datos con fines científicos y la oportunidad de que el público en general pueda degustar platos a base de pez león. Algunos torneos de un día de duración han concluido con la captura de miles de ejemplares en zonas geográficas poco extensas y esta actividad puede tener efectos mensurables sobre las poblaciones locales de pez león (Figura 4.20).

#### *Concursos mensuales*

A fin de alentar la extracción permanente a lo largo de todo el año, algunos grupos en determinados lugares organizan concursos mensuales o por temporadas. Estas iniciativas quizá no reciban tanta atención de los medios de comunicación ni ofrezcan las mismas oportunidades de divulgación que los eventos de un día, pero pueden ser de gran importancia para los resultados conjuntos de la extracción permanente.

### *Programas de “apadrine un arrecife”*

Hay numerosos grupos interesados en contribuir a minimizar de manera permanente la repercusión del pez león. La colaboración con clubes de buceo, ONG y otras agrupaciones con miras a escoger los lugares donde se llevarán a cabo las tareas de extracción puede ser una estrategia muy eficaz para mantener una población reducida de pez león en esas zonas. Con frecuencia, los grupos pueden organizarse por su cuenta y necesitan un mínimo de gestión, aunque el seguimiento, el reconocimiento y la supervisión periódica contribuirán a que mantengan el buen ánimo y a que los programas de extracción sean más eficaces. Es importante concebir programas con un alcance adecuado y expectativas realistas, a fin de evitar la presión excesiva sobre las capacidades.

### *Eventos organizados por los buceadores*

En muchos lugares se han realizado esfuerzos concertados y directos de extracción del pez león. A quienes bucean en los cayos de la Florida se les ha autorizado a extraer el pez león en las áreas marinas protegidas y así mantener en niveles bajos la población de esas zonas. En las Islas Vírgenes Estadounidenses el programa Caribbean Lionfish Response (Respuesta al Pez León en el Caribe) lleva a cabo operaciones periódicas de extracción en lugares preseleccionados. Los buceadores de Puerto Rico afiliados a Ecotono apadrinan determinados sitios que visitan con regularidad y realizan allí extracciones periódicas de la especie. Son numerosos los operadores de buceo turístico de la región que pescan diariamente ejemplares de pez león, con el fin de mantener una baja densidad de estos peces.

### En los torneos se capturan miles de peces león

*El Torneo del Pez León de Green Turtle Cay, que se celebró en junio de 2009 en Abaco (Bahamas), fue el primero de este tipo que tuvo lugar en la zona invadida. En un solo día, los 18 equipos que participaron en la competición extrajeron 1.408 ejemplares de las aguas de la zona, en pos de premios en efectivo y para presumir de su éxito. Se otorgaron galardones al mayor número de peces capturados, al ejemplar de mayor talla y al pez más chico. Desde entonces, se han celebrado numerosos torneos en la región, que han servido para capacitar a los buceadores, sensibilizar al público y capturar ejemplares de pez león. En los cayos de la Florida se celebra una serie de torneos (Figura 4.21) y en algunos realizados recientemente en México y Bahamas se han pescado mucho más de 2.000 ejemplares de esta especie en un solo día. Los concursos mensuales también son una buena forma de alentar la extracción permanente y ofrecer pequeños premios y recompensas a los buceadores y los operadores turísticos de buceo. Si desea ver algunos ejemplos de torneos, consulte el sitio web:*

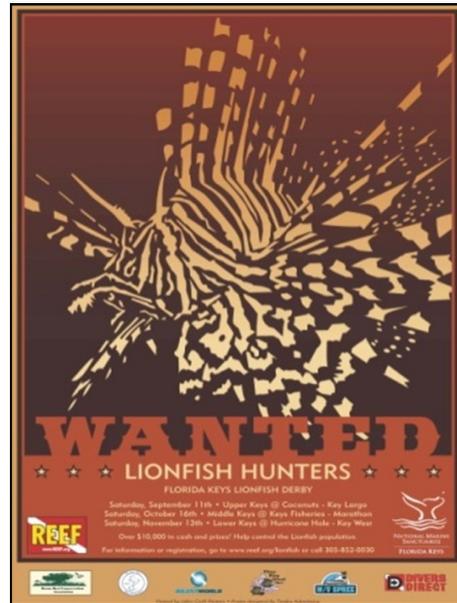
<http://www.lionfishderby.com>



**Figura 4.20** Los torneos de pesca del pez león pueden dar buenos resultados en la extracción local de la especie y ofrecen excelentes oportunidades de divulgación, amén de brindar a los participantes la ocasión de confraternizar y realizar algo útil.

### Aprovechar y desechar

Los administradores de recursos dedican un gran esfuerzo a la concepción y ejecución de los planes y programas de extracción. Pero a menudo pasan por alto el aprovechamiento de los peces capturados. Los ejemplares pescados pueden ser una importante fuente de información. (Además, debe tenerse en cuenta la seguridad y la conservación cuando se examina el aprovechamiento de dichos ejemplares). Basta con apuntar la talla de los animales capturados para compilar una información útil en lo tocante a la eficacia de la extracción y su repercusión.



**Figura 4.21** Cartel de un torneo en los Cayos de la Florida.

A los ejemplares obtenidos también se les puede realizar una disección para conseguir otros datos importantes que ayuden a comprender sus características biológicas y ecológicas.

No es necesario realizar esta operación en todos los ejemplares capturados, pero la elaboración de un plan y un protocolo para acopiar información, como parte de las iniciativas de extracción, es de gran importancia (véanse los métodos de eutanasia descritos en Green et al. 2012). Algunos esfuerzos de extracción pueden además generar ingresos, mediante la venta del pescado a los consumidores locales. Debe promoverse el aprovechamiento legítimo y su incorporación a los planes de extracción y control del pez león.

También deberá abordarse la cuestión de cómo desechar los ejemplares capturados. La toxina que contienen las espinas del pez león se desnaturaliza rápidamente con el calor, pero sus agudas espinas pueden causar heridas graves, aun sin la toxina. Las directrices para desechar el pescado y sus espinas deberían incluir medidas para reducir las posibles interacciones y el riesgo que representan para los seres humanos y/o para otros animales. Las botellas o frascos a prueba de perforaciones pueden servir de contenedores de desechos relativamente seguros y baratos. En algunas iniciativas recientes de extracción se ha utilizado al pez león (inmediatamente después de su captura) para alimentar a otros depredadores marinos, entre ellos tiburones, meros, pargos y morenas, pero deberá tenerse en cuenta el riesgo que las espinas representan para esos animales, así como los cambios en su comportamiento que podrían ocurrir, si asocian la presencia de seres humanos con su alimentación.

### ¿Es una buena idea dar a los depredadores apicales pez león como alimento?

La opinión que se expone a continuación es un fragmento extraído del sitio web: <http://myfwc.com/research/about/outreach/science-behind-management/marine-fish-feeding/>

*“En 2001, la Florida Fish and Wildlife Conservation Commission (Comisión para la Conservación de los Peces y la Fauna Silvestre del Estado de la Florida o FWC, según sus siglas en inglés) aprobó por unanimidad la norma que prohíbe a los buceadores dar de comer a la fauna marina en la Florida. Usted quizá se pregunte por qué esas “experiencias marinas interactivas” resultan dañinas. Al fin y al cabo, los peces obtienen comida fácil y los buceadores se divierten. ¿Qué hay de malo en eso?*

*“En general, dar de comer a los peces marinos es una mala idea para todos: los buceadores, los peces y el ecosistema. Al contrario de lo que la gente cree, los peces tienen memoria y son capaces de aprender. Si se les condiciona su comportamiento, los animales que reciben la comida aprenden a asociar a las personas con los alimentos. Cuando esto ocurre, el pez espera que los buceadores le den de comer de su mano y depende de este aporte alimenticio....*

*“Es cierto que algunos ataques contra los seres humanos se originan en la práctica de echar de comer a los animales. Dar de comer de la mano a un animal silvestre puede poner a las personas en peligro ...*

*“Las morenas, los tiburones, la barracuda, los meros y muchas otras especies pueden volverse más peligrosas para los buceadores como consecuencia de la práctica de darles de comer en la mano”.*

### Capacitación

Los pescadores y buceadores están acostumbrados a extraer y manipular los peces en el Caribe como parte de su labor cotidiana. Pero el pez león es diferente de cualquier otro animal de la región. Su comportamiento y sus largas y elegantes espinas dorsales pueden ser problemáticas en la captura, incluso para los pescadores y buceadores más avezados. Además, en la cultura popular y los medios de comunicación circulan múltiples informaciones falsas acerca de la invasión del pez león, su biología y ecología. Por este motivo, es muy útil realizar programas de capacitación bien concebidos y presentados en los que se explique cómo extraer y manipular al pez león (Figuras 4.22 y 4.23).

Uno de los elementos primordiales de todo programa de capacitación es la seguridad de quienes llevan a cabo la extracción. Todas las presentaciones sobre la extracción deben incluir técnicas adecuadas y demostraciones prácticas y, siempre que sea posible, los participantes deben manipular ejemplares de pez león bajo la supervisión de los instructores. Los formadores deben dar orientaciones sobre la localización de las espinas tóxicas y la colocación adecuada de las manos, siempre protegidas por los guantes, para reducir al mínimo el riesgo de pinchazos. La capacitación también debe abarcar información adicional sobre los primeros auxilios en caso de picaduras y recomendaciones para la aplicación de calor como tratamiento inicial.

### Cursos

Es muy probable que, a medida que progrese la invasión del pez león, se organicen más cursos y programas de capacitación. Es importante que estos proyectos sean revisados por expertos que velen por que los mismos incluyan protocolos de seguridad e información exacta. Los que dirigen los programas querrán apoyar la realización de los cursos o campañas de extracción (después de que hayan sido examinados convenientemente) que transmitan información exacta y oportuna, así que es preciso cerciorarse de que estén bien orientados y cuenten con información actualizada.

### Materiales

Es posible encargar o conseguir por Internet abundante material didáctico para los cursos de capacitación. Se espera que tras la publicación de este manual se preparen videos de formación y presentaciones en diapositivas, que los administradores de recursos marinos y sus principales asociados podrán obtener gratuitamente.

### Responsabilidad civil

En todo programa en el que se manejen animales peligrosos se pueden suscitar cuestiones relativas a la responsabilidad civil. En muchos países se han elaborado declaraciones de entendimiento o de exención de responsabilidad a fin de reducir los posibles litigios a causa de lesiones causadas por el pez león. Es aconsejable consultar con las autoridades jurídicas de cada región antes de emprender tareas de extracción del pez león, a fin de precisar el grado de responsabilidad civil y las formas de afrontar o reducir el riesgo de litigio. Toda persona que participe en actividades de extracción debería recibir información completa sobre las medidas de seguridad, el riesgo posible y los primeros auxilios; y debería también participar por voluntad propia. A nadie debería obligársele nunca a adoptar una posición en la que se sienta incómodo con el manejo del pez león, tanto si se trata de un ejemplar vivo como de uno muerto. (En el Anexo 3 puede verse un ejemplo de documento de exención de responsabilidad).



**Figura 4.22** Clase en el aula de un taller sobre el pez león.



**Figura 4.23** Clase en el terreno de un taller sobre el pez león.

*Estrategias de capacitación*

Entre las estrategias específicas de capacitación cabe mencionar las siguientes:

- i) Realizar sesiones de entrenamiento bajo el agua, con el fin de motivar a los voluntarios y aumentar el control.
- ii) Facilitar los programas de “formación de formadores”.
- iii) Ofrecer formación sobre cómo elaborar dispositivos de extracción.
- iv) Impartir capacitación sobre primeros auxilios y tratamiento médico.
- v) Dar clases de cocina y formación sobre el consumo del pez león.
- vi) Colaborar con las empresas de buceo y los pescadores.
- vii) Crear protocolos para el uso adecuado de los ejemplares que se extraigan.
- viii) Aprovechar la tecnología informática y las redes sociales disponibles.

**Los incentivos para la extracción**

Los alicientes para participar en la extracción del pez león son diversos según las personas y a menudo dependen de que sus medios de subsistencia o sus intereses de recreación estén o no vinculados al medio ambiente marino. Los incentivos pueden variar mucho, según el interés y la motivación del individuo. (Incluso quienes se ganan la vida en el mar necesitan a veces un estímulo). Algunos quieren participar en la extracción porque desean proteger la vida marina autóctona y los ecosistemas; otros, porque quieren capturar los peces para comérselos y aun otros porque tratan de proteger su medio de subsistencia o desean obtener un beneficio económico. Es importante determinar qué incentivos motivan a cada persona a participar en la extracción del pez león y fomentarlos.

**La motivación de los participantes***Buceadores*

El deseo de proteger los recursos marinos es una motivación fundamental de muchos buceadores, turistas y turoperadores. Sus medios de subsistencia y recreación dependen de la existencia de sistemas marinos en buen estado y muchos de ellos comprenden la necesidad de extraer el pez león cuando se presente la oportunidad, a fin de proteger esos recursos. Para estos interesados, el reconocimiento del esfuerzo realizado y la comprobación de sus resultados constituyen a menudo motivación e incentivo suficientes para que sigan participando en las actividades de extracción.

*Pescadores*

En muchos casos, las capturas que los pescadores comerciales realizan constituyen una parte sustancial de la alimentación familiar. La posibilidad de comer lo que se pesca también puede ser un poderoso aliciente para quienes practican la pesca recreativa. Exaltar la captura y el consumo del pez león entre estos interesados puede añadir un incentivo más para la extracción selectiva. Numerosas personas que practican la pesca de subsistencia consideran ya que el pez león es una presa valiosa y apta para el consumo.

Los pescadores y buceadores comerciales, entre otros los cazadores submarinos, tienen en la pesca su medio de subsistencia. Algunas especies de peces suelen ser objeto de captura debido al alto precio que alcanzan en el mercado y lo fácil que

resulta venderlos. Si se fomentase la demanda del pez león con miras al consumo humano, su precio de mercado podría aumentar, lo que añadiría otro incentivo a la extracción con fines comerciales. Habida cuenta del esfuerzo necesario para capturarlo y de su talla modesta, en comparación con otras especies que se pescan con fines comerciales, probablemente los precios de mercado tendrían que ser muy altos para que el ingreso compensara el tiempo empleado en capturarlo. Por suerte la carne del pez león se considera de gran calidad y se ha demostrado que contiene más ácidos grasos omega que las especies autóctonas de consumo habitual.

#### *Programas de extracción remunerada*

Los programas de extracción remunerada se han puesto en marcha en diversos lugares, pero han durado poco y tienen escasas probabilidades de éxito. Además de disponer de fondos limitados, estos programas suelen carecer de ética de conservación y se aplican para beneficiar económicamente en el corto plazo a unas cuantas personas. Una vez que los fondos se agotan, los esfuerzos de extracción suelen suspenderse y la proliferación del pez león prosigue sin nada que la detenga. Además, a medida que se va creando un mercado para la venta del pez león, estos programas remunerados colocan a los gobiernos en competencia directa con la empresa privada, con lo que probablemente terminarán siendo más un estorbo que una ayuda.

#### *Un problema de índole duradera*

En cualquier programa de incentivos se debe proceder con cuidado para no crear expectativas de una erradicación a corto plazo. Es probable que la región siga afrontando el problema del pez león en el futuro previsible y fomentar la idea de que se puede lograr la erradicación o aplicar soluciones a corto plazo tan sólo contribuiría a generar resentimiento, en la medida en que el problema persista. Las expectativas realistas acerca del control local y la reducción de las repercusiones mediante programas de incentivos a largo plazo son fundamentales para elaborar y presentar las opciones en materia de alicientes.

### **Fuentes de incentivos**

#### *Donativos*

Los incentivos no siempre tienen que asumir la forma de una recompensa monetaria. De hecho, muchos programas de alicientes colaboran con el sector privado a fin de ofrecer a quienes extraen el pez león objetos o servicios donados por las empresas. Concursos mensuales, rifas y entregas de tanques de aire comprimido a cambio de los ejemplares capturados figuran entre los medios que se han empleado para distribuir los bienes donados a modo de incentivos para la extracción.

#### *Mercados*

Los programas permanentes basados en el uso comercial del pez león tal vez sean los modelos de incentivos más viables. El pago del pescado a precios de mercado se aplica ya en la mayoría de las comunidades costeras y el simple desarrollo de la cadena de oferta y demanda puede generar ingresos permanentes para los pescadores, lo que los inducirá a buscar y capturar al pez león. También se estudia actualmente la demanda de ejemplares más pequeños para destinarlos a los acua-

rios, lo que puede estimular la captura de alevines, y otros usos mercantiles, tales como la elaboración de joyas y adornos. Los administradores también deben tener en cuenta la cronología de la invasión para decidir cuándo deben empezar a promover el consumo del pez león. En las zonas donde la proliferación es reciente incluso se podría considerar la posibilidad de importar ejemplares de esta especie para fomentar su consumo, antes de que los peces capturados localmente empiecen a llegar al mercado.

#### *Subsidios*

Aunque la extracción remunerada no suele dar buenos resultados, los subsidios sí podrían ser eficaces. La ayuda en forma de subsidios, de control de precios para la exportación o de artes de pesca, capacitación y equipos específicos puede estimular la extracción y aumentar la oferta en el mercado. Los gobiernos suelen subsidiar la producción agrícola y podría ser provechoso seguir el ejemplo de algunos de estos programas que hayan dado buenos resultados.

#### *Reconocimiento*

A veces el único aliciente que hace falta es reconocer un poco los esfuerzos realizados. El reconocimiento reviste especial importancia para los voluntarios, pero no debe omitirse cuando se colabora con otros interesados o sectores de los programas de control. Con frecuencia, basta con divulgar regularmente notas de prensa para agradecer la participación en actividades de capacitación, campañas de extracción o iniciativas de apoyo. Otras modalidades de reconocimiento, tales como los certificados, las insignias, las gorras o las camisetas, pueden ser muy eficaces en la tarea de estimular la participación y la extracción permanente. Nunca debe subestimarse el efecto del reconocimiento público para estimular la participación.

#### **Estrategias específicas en materia de estímulos**

Entre las estrategias y cuestiones relativas a los estímulos con miras a la extracción del pez león cabe mencionar:

#### *Incentivos comerciales*

- i) Determinar aplicaciones novedosas y productos alternativos a partir del pez león (aprovechamiento de las espinas, fabricación de joyas, uso de la toxina con fines médicos).
- ii) Valorar la posibilidad de vender los juveniles a los acuarios (sus ventajas y desventajas).
- iii) Informar a la población acerca del aprovechamiento culinario del pez león.
- iv) Aclarar las ideas negativas sobre los peligros que entraña el pez león.
- v) Fomentar los vínculos entre la oferta y la demanda de pez león.
- vi) Reconocer los posibles riesgos que comportaría la creación de un mercado para el pez león (por ejemplo, el interés de “criar y mantener” la especie en los arrecifes).
- vii) Hacer hincapié en el consumo de pez león como “alternativa ecológica” al de otras especies.
- viii) Velar por el control de calidad del producto (por ejemplo, la calidad de la carne o la presencia de toxinas).
- ix) Contratar a expertos en mercadeo.

- x) Ser receptivo al mercadeo creativo, pero aplicando una perspectiva equilibrada para limitar la “aceptación” económica y cultural de una especie invasora,
- xi) Tener en cuenta los subsidios gubernamentales (por ejemplo, subsidios análogos a los que ya existen para la agricultura, la exportación, etc.).
- xii) Crear una campaña en colaboración con el sector de los acuarios.
- xiii) Tener en cuenta las estrategias de mercado para todos los tamaños de peces.
- xiv) Crear incentivos fiscales u otros alicientes gubernamentales (por ejemplo, la participación de los operadores de servicios turísticos de buceo, la expedición de permisos de pesca, etc.).
- xv) Velar por que todos los materiales publicitarios insistan en la índole invasora (negativa) del pez león en el Caribe.
- xvi) Vincular la reducción del número de peces león con la recuperación de las poblaciones de peces autóctonos.
- xvii) Examinar el posible uso comercial de los ejemplares de pez león obtenidos mediante captura incidental.

#### *Incentivos públicos*

- i) Crear torneos y competencias de pesca y prestarles apoyo.
- ii) Poner en marcha programas de “apadrinar un arrecife” con miras a la labor de extracción.
- iii) Agradecer los esfuerzos que realizan los voluntarios y otros interesados.
- iv) Ofrecer descuentos para la adquisición de equipos de buceo autónomo y relleno de los tanques de aire.
- v) Adquirir, en todo o en parte, instrumentos de extracción para los voluntarios (por ejemplo, los pescadores).
- vi) Fomentar el consumo individual (por ejemplo, “pesque su propia cena”)
- vii) Incorporar las estrategias de control en los planes de gestión, los proyectos comerciales y los informes destinados a los grupos que buscan financiación.
- viii) Utilizar la extracción remunerada, cuando proceda.
- ix) Proporcionar pagos gubernamentales directos, cuando proceda.
- x) Crear premios y galardones para la extracción.
- xi) Establecer y mantener estadísticas nacionales (por ejemplo, el mayor ejemplar capturado, el mayor número de ejemplares, etc.).
- xii) Otorgar créditos académicos a los estudiantes universitarios que realicen servicios comunitarios.
- xiii) Promover el control del pez león en tanto que “iniciativa ecológica” y
- xiv) Abordar las cuestiones relativas a la responsabilidad civil.

## Monitoreo

La tarea de monitorear la eficacia de la extracción del pez león y fijarle objetivos de frecuencia es de crucial importancia para lograr la asignación eficaz de los recursos. En el capítulo 5 se ofrece amplia información sobre la creación de métodos y planes de monitoreo específicamente concebidos para el pez león.

Ningún programa de control debería concebirse sin la debida atención a esta faceta de seguimiento y evaluación. Un monitoreo eficaz comprende no sólo el seguimiento de las repercusiones, sino también de las propias actividades de extracción. Los registros obtenidos pueden usarse además como información complementaria destinada a los participantes, a fin de que sigan apoyando a los programas de extracción o participando en ellos.

### **Materia -de pescado- para la reflexión**

*En toda la región se ha manifestado un interés considerable en la creación de mercados para la venta del pez león con fines de consumo humano. Una de las críticas que se han expresado al respecto se refiere a la posibilidad de que los pescadores dejen de prestar atención a los juveniles más pequeños de la especie y se concentren en los individuos de mayor tamaño, que tendrían más aceptación en el mercado. Aunque esta posibilidad es real, uno de los mecanismos que podrían usarse para prevenirla es crear también un mercado para la venta de los más pequeños. Aunque hay quien piensa que esta medida contravendría los esfuerzos que se llevan a cabo para combatir la invasión, existe un gran mercado para la venta de alevines de pez león con destino a los acuarios.*

*En la actualidad, Puerto Rico exporta semanalmente de 200 a 300 alevines de pez león, que se comercializan con destino a los acuarios. De modo análogo, los recolectores de especies marinas ornamentales de los cayos de la Florida capturan y venden usualmente ejemplares pequeños. Aunque el sector de los acuarios tuvo parte de responsabilidad en el origen de la invasión, en realidad sólo escapó un pequeño número de individuos. Incluso si algunos de los ejemplares capturados volviesen al mar, el número de individuos extraídos sería mucho mayor y contribuiría a reducir la repercusión de la especie. Además, los pescadores y recolectores de especies ornamentales obtendrían un aliciente económico suplementario para proseguir con la extracción del pez león.*

*Pero en algunos países existe la preocupación de que si se permite el comercio del pez león con destino a los acuarios, esa actividad podría causar introducciones adicionales de ésta u otras especies invasoras. Como medidas que podrían adoptarse para evitar esta situación se ha planteado la restricción de las ventas y la cría de especies marinas no autóctonas en las zonas costeras, el marcaje individual de los animales y la emisión de permisos de pago.*

## CAPÍTULO 5

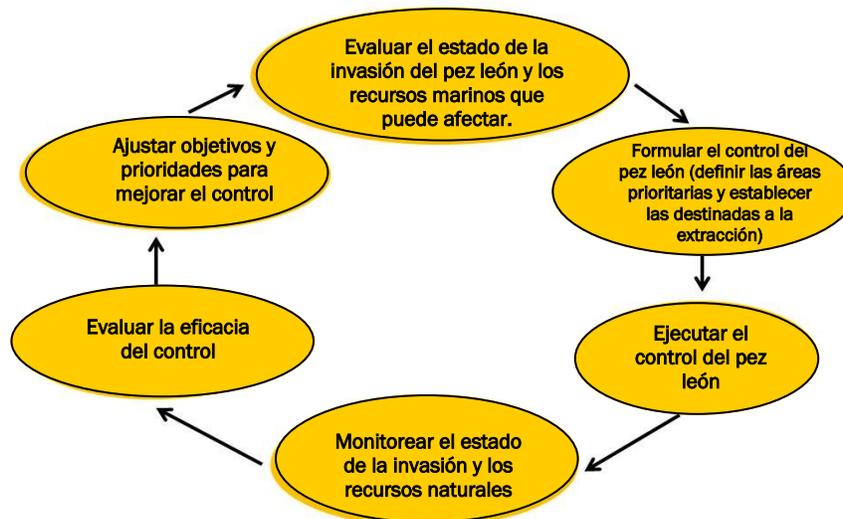
### El monitoreo: *una actividad fundamental*

Stephanie J. Green

Esta guía esboza una serie de instrumentos y técnicas para reducir al mínimo los efectos del pez león sobre los ecosistemas marinos que ha invadido y la economía y la sociedad de esas zonas. Las estrategias para afrontar la invasión del pez león se centran en controlar el tamaño de su población ya que la intensidad de la repercusión depende, en general, del número de individuos existentes. Los administradores de recursos que tratan de elaborar y aplicar estrategias de control deben plantearse una pregunta esencial: “¿Hasta qué punto mis actividades dan buenos resultados?” En este capítulo se ofrece a los administradores instrumentos para responder a este interrogante. En sus páginas se insiste en un elemento fundamental –y del que se suele hacer caso omiso– de los planes para controlar el pez león: la formulación y ejecución de programas de monitoreo que permitan evaluar sus resultados.

La evaluación de los resultados es esencial, porque:

- i) Ofrece un indicio de hasta qué punto la estrategia de control está logrando sus objetivos, y
- ii) Da orientación sobre cómo modificar las actividades para mejorar el control (Figura 5.1).



**Figura 5.1** El monitoreo es un elemento integral del Ciclo de Gestión Adaptativa para el control del pez león.

El pez león representa un nuevo factor de tensión para los ecosistemas marinos invadidos. Asimismo, el monitoreo de las poblaciones de esta especie y de sus efectos –y, en última instancia, del éxito de las tareas de control- requiere nuevas técnicas y estrategias. El presente capítulo se divide en cuatro secciones. En la primera se describen los protocolos y se ofrecen consejos para evaluar las poblaciones locales de pez león. En la segunda se exponen los principales efectos ecológicos que causa el pez león y se proporcionan indicadores de monitoreo para cada uno de ellos. En la tercera sección se describe el monitoreo del organismo a través de la disección de los ejemplares capturados; y en la cuarta se analiza la posibilidad de monitorear las repercusiones socioeconómicas sobre la pesca, el turismo y la salud humana. A lo largo del capítulo se ofrecen también sugerencias sobre cómo establecer los protocolos de monitoreo adecuados.

En el Atlántico occidental, el Caribe y el Golfo de México se lleva a cabo un conjunto de programas orientados a monitorear la gestión y las repercusiones de factores de tensión, tales como la sobrexplotación, el deterioro del hábitat, la contaminación y el cambio climático de origen humano. En muchos casos, es posible modificar los programas existentes a fin de incorporarles protocolos que evalúen al pez león y a sus efectos. Para ayudar a integrar estos protocolos, se dan ejemplos de cómo adaptarlos a los programas vigentes.

### El monitoreo local del pez león

Entre los principales interrogantes que los administradores podrían plantearse al comenzar la creación de un programa local de monitoreo de las poblaciones de pez león figuran los siguientes:

- i) ¿Varía con el tiempo el número de individuos de esta especie?
- ii) ¿Se colonizan algunos sitios más fuertemente (o rápidamente) que otros?
- iii) ¿Cuán eficaz es la extracción para controlar al pez león?
- iv) ¿Qué volumen de esfuerzo se necesita para controlar la abundancia de pez león?

Son diversos los métodos que los administradores pueden aplicar para medir los cambios ocurridos en las poblaciones de pez león a lo largo del tiempo y como consecuencia de las actividades de gestión. *Grosso modo*, esos métodos pueden agruparse en dos categorías, según el acopio de datos dependa o no de la actividad pesquera.

#### Monitoreo independiente de la actividad pesquera

Este tipo de monitoreo es el que se realiza al margen de las capturas. Es posible movilizar a todos los sectores de la sociedad, a fin de acopiar datos valiosos sobre las poblaciones de peces león, sin que esa información proceda de la actividad de pesca. En la Tabla 5.1 se exponen los métodos de recolección de datos, las necesidades de capacitación y las aplicaciones de la información compilada para tres sectores principales: el público, los voluntarios capacitados y los investigadores y administradores de recursos. Los métodos varían en función del volumen de tiempo y formación que exigen, de su escala geográfica y del grado de detalle con que se compilan los datos.

*Población en general*

La gente puede ayudar en la observación, tanto fuera como dentro del mar. Basta darles una formación mínima para que las personas recolecten y notifiquen encuentros con peces león durante sus actividades recreativas, tales como el buceo, la pesca y la natación. Para velar por la calidad de los datos, hay que tener en cuenta el nivel de capacitación y competencia de cada persona. A quienes no hayan recibido ninguna formación sólo debe pedírseles información básica (Tabla 5.1).

Aunque se necesitan relativamente pocos recursos para acopiar un gran volumen de datos de avistamientos, los administradores de recursos tendrán escaso control sobre el esfuerzo de muestreo de los avistamientos en tiempo y espacio. La mayoría de los avistamientos probablemente se producirá en zonas muy frecuentadas, tales como las playas, los sitios de buceo libre y con SCUBA y las áreas de pesca recreativa.

Los administradores de recursos deberán acopiar información demográfica sobre los grupos que notifican la mayoría de los avistamientos y comparar el número de estos con la cifra de capturas, a fin de orientar los esfuerzos de divulgación y sensibilización.

*Voluntarios capacitados*

Los voluntarios pueden engrosar el volumen de personal competente que se dedica al monitoreo del pez león en cada zona, especialmente en aquellas donde se cuenta con poca mano de obra para la gestión de los recursos. Tras recibir adiestramiento, los voluntarios pueden participar en actividades organizadas de recolecta usando protocolos estándar, ya sea mediante el buceo libre o con SCUBA (Tabla 5.1). Al coordinar las actividades de los voluntarios, los administradores de recursos pueden controlar el diseño espacial y temporal del muestreo. La actividad de los voluntarios tal vez requiera de un apoyo logístico específico (por ejemplo, uso de barcos y relleno de los tanques de aire comprimido) o pueda integrarse a programas de monitoreo ya en marcha. En cualquier caso, los administradores tendrán que colaborar con los coordinadores de los programas de voluntariado a fin de organizar el diseño del muestreo, y acopiar y manejar los datos.

*Investigadores y administradores de recursos*

Si disponen de una formación suficiente, los investigadores y administradores de recursos pueden generar datos de alta resolución sobre la distribución espacial y temporal del pez león. Las actividades de monitoreo que este grupo lleva a cabo difieren grandemente de las que realizan los voluntarios, en el volumen de tiempo que se dedica al adiestramiento y en la realización misma del monitoreo (Tabla 5.1). Aunque el monitoreo que efectúan los investigadores y administradores hace un uso intensivo de los recursos, al requerir de fondos específicos para el personal y el apoyo logístico, también es cierto que proporciona datos de gran calidad, y su utilidad es comparable con los aportados por voluntarios y el público en general. También sirven para fundamentar decisiones sobre el control del pez león a nivel de sitio, lo que requiere de información de la densidad por unidad de área.

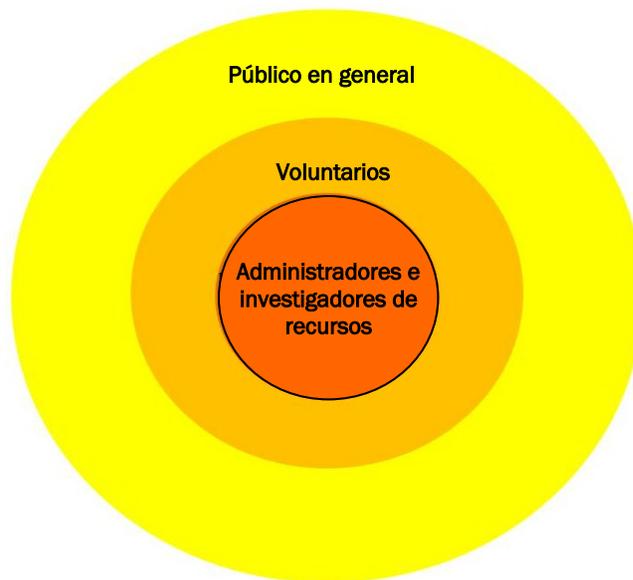
**Tabla 5.1** Protocolos y consideraciones para el monitoreo local de la población del pez león, en cada sector.

Sector	Forma de colecta de datos	Datos recolectados	Aplicación	Conocimientos necesarios
<b>Público</b>	<p>Oportunista:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Datos de avistamientos como parte de otras actividades acuáticas tales como la pesca, el submarinismo y la natación.</li> </ul>	<p>Información sobre avistamientos de pez león:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Número de peces león avistados</li> <li>Ubicación del avistamiento (tipo de hábitat, coordenadas, profundidad, fecha y hora)</li> </ul>	<p>Distribución y frecuencia de avistamiento en cada localidad, en el tiempo y por hábitat</p> <p>Variación espacial y temporal de la colonización del pez león (ayuda a determinar las áreas prioritarias para el control)</p>	<p>Habilidad para identificar al pez león</p> <p>Familiaridad con el sistema de notificación</p>
<b>Voluntarios capacitados</b>	<p>Organizada:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Datos recolectados mediante muestreos en el agua organizados por proyectos o incorporados a otros programas de monitoreo</li> </ul>	<p>Muestreos con buceo errante de la abundancia del pez león *</p> <p>Estimados de talla del pez león (largo total)</p>	<p>Variación espacial y temporal de la abundancia, tamaño del cuerpo, y biomasa del pez león</p> <p>Variación espacial y temporal de la colonización del pez león (ayuda a determinar las áreas prioritarias para el control)</p>	<p>Habilidad para identificar al pez león</p> <p>Muestreo con buceo errante</p>
<b>Administradores de recursos e investigadores</b>	<p>Organizada:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Datos recolectados mediante muestreos en el agua del pez león organizados por proyectos o incorporados a otros programas de monitoreo</li> </ul>	<p>Muestreo en transectos de la densidad de pez león**</p> <p>Estimados de tamaño del pez león (largo total)</p>	<p>Variación espacial y temporal de la abundancia, tamaño del cuerpo y biomasa del pez león</p> <p>Variación espacial y temporal de la colonización del pez león (ayuda a determinar las áreas prioritarias para el control)</p>	<p>Habilidad para identificar al pez león</p> <p>Habilidad para estimar la longitud del pez león</p> <p>Muestreo en transectos lineales</p>

\* Número total de individuos por muestreo. \*\*Número de individuos por unidad de área.

*Un enfoque integrado*

En los programas de control del pez león debe incluirse el monitoreo realizado por los tres grupos –población en general, voluntarios adiestrados e investigadores/administradores- ya que aportan informaciones acopiadas en distintas escalas espaciales y con diverso grado de detalle que se complementan entre sí (Figura 5.2). Por ejemplo, los datos acopiados por el público dan una idea aproximada de la tasa relativa de colonización y la proliferación de la especie en el tiempo y en una extensa área geográfica. Por otra parte, el monitoreo de los voluntarios puede cuantificar la abundancia y biomasa del pez león dentro de áreas geográficas específicas. Por último, el acopio de datos por parte de investigadores y administradores proporciona información sobre las poblaciones locales de pez león en el tiempo y el espacio, en relación con las actividades de control en determinados sitios de investigación. Los lugares donde la población en general, los voluntarios y los investigadores y administradores monitorean al pez león no se excluyen mutuamente. El solapamiento entre los sitios de monitoreo puede aportar información sobre la utilidad relativa de los datos que aporta cada grupo de observadores para informar sobre el control del pez león (Figura 5.2).



**Figura 5.2.** El tamaño del círculo representa la escala geográfica relativa del monitoreo que realiza cada grupo y el color representa el grado de detalle que se obtiene de los datos (mientras más oscuro es el color, más detallada la información).

*Centralizar los datos relativos al pez león*

El Banco de Datos sobre Especies Acuáticas No Autóctonas (Nonindigenous Aquatic Species) del USGS de los Estados Unidos es el mayor depósito de información georeferenciada sobre avistamientos del pez león en el Atlántico occidental. La mayoría de estos avistamientos se han consignado a través de comunicaciones personales efectuadas mediante el sistema de notificación por Internet. Los investigadores, administradores de recursos y particulares pueden transmitir información acerca de los avistamientos, comprendidas la ubicación geográfica y las condiciones del hábi-

tat, por conducto de Internet al sitio web <http://nas.er.usgs.gov/sightingreport.aspx>. Este banco de datos centralizado proporciona a los administradores de la región información actualizada sobre la distribución del pez león, tanto para su zona como para toda la región, reduce el riesgo de duplicación o pérdida de datos y elimina la necesidad de asignar recursos locales a la gestión intensiva de los datos de avistamiento en cada zona.

### Consejos para el muestreo del pez león

#### *Los peces león son crípticos y se distribuyen de forma agregada*

La coloración y conducta crípticas del pez león hacen especialmente difícil su detección bajo el agua (Figura 5.3). Estos peces buscan el alimento sobre todo en las horas crepusculares del amanecer y el anochecer; durante el día permanecen casi siempre refugiados bajo las estructuras del fondo marino (Green et al. 2011). Pero la gran mayoría de las actividades de buceo recreativo o científico se lleva a cabo durante el día, cuando el pez león es menos visible. En los hábitats densamente poblados, los peces león suelen hallarse muy próximos unos de otros y asociados a estructuras voluminosas (tales como los cabezos coralinos o los desechos de origen humano). Esto significa que los buceadores deben examinar un área más bien extensa para abarcar su distribución con mayor precisión.



**Figura 5.3** La coloración y conducta crípticas del pez león hacen especialmente difícil su detección en las horas diurnas mediante el muestreo visual. ¿Distingue usted los cuatro peces león que aparecen en esta imagen?

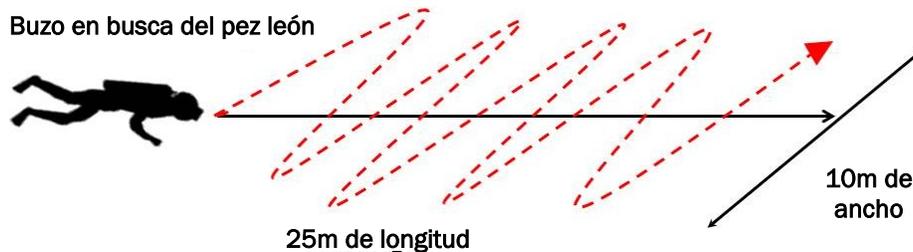
#### *Los métodos de muestreo estándares tienen escasa probabilidad de detectar al pez león*

Un estudio reciente realizado en los arrecifes coralinos de Bahamas arrojó que los muestreos con transectos lineales y censos visuales estacionarios no detectaron más de la mitad de los peces león que estaban dentro de sus límites, en comparación con las búsquedas exhaustivas efectuadas en la misma área. Y lo que es aun más importante, la detección del pez león con ambos métodos variaba considerablemente con el tamaño de los individuos y la complejidad del arrecife, ya que mientras más pequeños eran los peces león y más accidentado el hábitat, menores eran los índices de detección, lo que indica que la aplicación de un factor de corrección a los datos obtenidos con el muestreo estándar no es tarea sencilla (S. Green, datos inéditos).

*Procedimiento estándar de muestreo recomendado*

Los resultados obtenidos a lo largo del tiempo muestran la ventaja de disponer de investigadores especializados en la búsqueda del pez león para determinar la distribución de esta especie. Aunque el área exacta del transecto puede variar según el programa y el sitio, los administradores de recursos deben velar por que los que muestrean dispongan del tiempo suficiente para realizar una búsqueda minuciosa en el hábitat del pez león. El investigador debe registrar cuidadosamente debajo de las cornisas, en las grietas y hendiduras del sustrato, usando una linterna de buceo, si hace falta. Se recomienda una tasa máxima de búsqueda de  $10\text{m}^2/\text{minuto}$ , plazo que podría ampliarse en los hábitats más complejos.

Como la distribución del pez león suele ser agregada –y con baja probabilidad de detectarlo mediante los protocolos estándar de muestreo- se recomienda llevar a cabo una búsqueda específica de estos peces en un área más amplia, en vez de confiar en los resultados de muestreos de abundancia y densidad para todas las especies. El muestreo en transectos lineales de 25m (de largo) x 10m (de ancho) es adecuado para detectar al pez león en hábitats marinos heterogéneos con distribución agregada. Un observador experimentado nada siguiendo una línea en zigzag (Figura 5.4) cuidando de buscar exhaustivamente en todas las estructuras del fondo. Se apunta el número y talla (el largo total, hasta el centímetro más cercano) de todos los peces león dentro del área. Sólo se registran los individuos de esta especie. El tiempo mínimo de búsqueda para cada transecto es de 25 minutos.



**Figura 5.4** Método estándar para monitorear la densidad del pez león. Tras haber tendido una cinta de 25m a lo largo del transecto, el buceador realiza una búsqueda exhaustiva del pez león nadando en forma de zig-zag dentro del área acotada, 5m a cada lado de la línea del transecto. El investigador apunta la abundancia y el tamaño (el largo total hasta el centímetro más cercano) de todos los peces león hallados en el área de muestreo.

**Monitoreo a partir de datos de captura***Pesca recreativa: torneos y concursos*

Los torneos de pesca del pez león de un día de duración y los concursos mensuales son cada vez más populares en todo el Caribe, como medio de sensibilizar a la opinión pública acerca de la invasión, demostrar las calidades culinarias del pez, obtener muestras para la investigación y reducir la población de esta especie en determinados lugares (Figura 5.5). Con el paso del tiempo, los torneos de pesca del pez león en los que se compilan las capturas y se mide el esfuerzo de los participantes –como medida de “captura por unidad de esfuerzo” o CPUE- pueden aportar indicios sobre los cambios en la abundancia local de la especie. El seguimiento de la distribución de los tamaños de pez león capturados en cada evento

puede además dar una idea del efecto de la pesca sobre la estructura poblacional de esta especie a lo largo del tiempo. Los concursos mensuales pueden aportar información similar con mayor frecuencia, aunque el tamaño de las muestras tal vez resulte inferior al de los eventos de un solo día de duración.

### Modificar los protocolos que usan los voluntarios para compilar datos sobre el pez león

Los buceadores voluntarios suelen acopiar información valiosa sobre la vida marina en la región para programas tales como el Proyecto de Prospección Voluntaria de REEF (Environmental Education Foundation). Esta fundación, que lleva a cabo un esfuerzo permanente en todo el Atlántico occidental, facilita que los buceadores (libres y con escafandra autónoma) voluntarios compilen y notifiquen información sobre los peces marinos. Estos datos son empleados por una amplia gama de investigadores y organismos de gestión de recursos.

Los voluntarios de REEF usan la “técnica de buceo errante” (roving diver technique o RDT, en inglés) –un método de inspección visual que se adapta bien a la recolección de datos a cargo de voluntarios (Tabla 5.2). En los muestreos con RDT los submarinistas nadan libremente a lo largo y ancho de una zona de buceo y toman nota de todas las especies de peces que pueden identificar con certeza. El número de especies y su abundancia aproximada se apuntan en tablillas submarinas. El objetivo es encontrar el mayor número de especies posible, por lo que se insta a los buceadores a buscar bajo los salientes y en la columna de agua, y a detectar las especies cripticas. A cada especie se le asigna una de las cuatro categorías de abundancia existentes, según el número de individuos avistados durante el buceo. Estas categorías son: uno (un solo individuo), pocos (de 2 a 10), muchos (de 11 a 100) y abundante (>100).

Durante los muestreos que se realizan en el marco de las actividades de REEF, los submarinistas pueden también computar el tamaño (hasta el centímetro más cercano) y el número exacto de todos los peces león que ven en un periodo de 30 minutos. Esta simple modificación del protocolo existente aporta información provechosa sobre las poblaciones locales de pez león. Si desea información adicional, puede visitar el sitio web:

<http://www.reef.org>.



Los muestreos de buceo errante (RDT) de REEF (como se muestra en la imagen) pueden modificarse para recoger datos sobre la abundancia y la talla del pez león.



**Figura 5.5.** Los datos acopiados en los torneos de pesca pueden usarse para observar la evolución espacial y temporal de las poblaciones de pez león. En los últimos cuatro años, los pescadores deportivos han capturado más de 4.000 ejemplares de esta especie en aguas aledañas a las islas Ábaco (Bahamas), en el marco del torneo anual de pesca del pez león de Green Turtle Cay. Cada año se registran el número y el tamaño de los ejemplares, la cifra de participantes, los tipos de arte de pesca que se emplean y los lugares donde cada equipo ha pescado. (Un ejemplo de estas fichas de datos figura en el Anexo 4).

Datos que deben recolectarse en cada evento:

- i) Número de ejemplares de pez león pescados.
- ii) Tamaño de los peces león capturados.
- iii) Ubicación de las capturas (profundidad, tipo de hábitat) y
- iv) Número de participantes, tipo de arte de pesca y tiempo en el agua.

#### *Pesca comercial y artesanal*

La información sobre la pesca incidental de peces león y el esfuerzo de pesca puede aportar información sobre cómo varían con el tiempo la abundancia y distribución por tamaños de esta especie. El mínimo de datos necesarios que es preciso acopar para efectuar esos cálculos comprende:

- i) El número y el tamaño de los peces león capturados,
- ii) Los sitios de captura (profundidad, tipo de hábitat), y
- iii) El número de pescadores, sus artes de pesca y el tiempo que pasaron en el agua.

Es posible recopilar esta información a partir de los programas de observadores de las empresas pesqueras, en los puntos de desembarque o realizando investigaciones en las que se empleen artes de pesca similares a las que se utilizan con fines comerciales.

### **Monitoreo de los efectos ecológicos**

El pez león vive en arrecifes coralinos, pastos marinos, manglares, estuarios, estructuras de origen humano y hábitats marinos profundos, situados entre uno y 300m de profundidad. En esta sección se presta especial atención a los principales efectos ecológicos de su interacción con especies autóctonas en esos hábitats: las consecuencias directas del pez león sobre sus presas y competidores, y los efectos indirectos que causa (mediante la acción depredadora y la competencia) sobre la estructura del hábitat. Asimismo se describen aquí los tipos de especies autóctonas que tienen más probabilidades de verse afectadas por el pez león y los métodos de monitoreo que pueden usarse para evaluar sus poblaciones. Entre los materiales de referencia citados en esta sección figuran instrucciones específicas sobre el diseño de muestreo y la aplicación de cada método, que se resumen en las Tablas 5.2, 5.3 y 5.5.

**Tabla 5.2** Métodos comunes de muestreo visual submarino usados para evaluar las comunidades de peces del Atlántico occidental. Varían en función del número de especies que se registran, la resolución de los datos de talla recolectados y si se registra densidad o abundancia. El método más apropiado viene dado por el tipo de efecto ecológico que se quiere monitorear.

Programa de monitoreo	Método	Referencia	Medida	¿Medir el tamaño del cuerpo?	¿Muestrear un grupo de especies?
<b>Censo de peces de Reef Environmental Education Foundation (REEF)</b>	Buceo errante	Schmitt y Sullivan (1996)	Abundancia en escala logarítmica	No	Todas las especies
<b>Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment (AGRRA)</b>	Transecto lineal	Lang et al. (2010)	Densidad	En clases de talla (en intervalos de 5cm)	Sólo peces comerciales y herbívoros
<b>Reef Check</b>	Transecto lineal	<a href="http://www.reefcheck.org">http://www.reefcheck.org</a>	Densidad	En clases de talla (en intervalos de 5cm)	Peces comerciales y herbívoros seleccionados y algunos invertebrados
<b>Gobierno de EE.UU. /National Parks Service/ NOAA National Ocean Service</b>	Transecto lineal	Rogers et al. (1994)	Densidad	Al centímetro más cercano	Todas las especies
<b>Gobierno de EE.UU /NOAA National Marine Fisheries Service</b>	Censo visual estacionario	Bohnsack y Bannerot (1986)	Densidad	Promedio, mínimo, máximo	Todas las especies; detección limitada de especies de cuerpo pequeño y crípticas

### Depredación

El pez león se alimenta de un conjunto de especies de peces e invertebrados autóctonos de diverso tamaño, que no suelen tenerse en cuenta en los protocolos de monitoreo estándares (Albins y Hixon 2008, Morris y Akins 2009, Green et al. 2012). Entre esos animales figuran especies crípticas y de cuerpo pequeño, así como los juveniles de especies de tamaño más grande (Figura 5.6) que han experimentado un rápido declive en algunos de los arrecifes como resultado de la invasión del pez león (Green et al. 2012).

#### *Indicadores y protocolos*

A fin de evaluar la repercusión de la acción depredadora del pez león, los administradores pueden monitorear las tendencias temporales y espaciales de la diversidad, densidad y biomasa de los peces e invertebrados que tienen un tamaño adecuado para ser sus presas, en relación con la densidad y la biomasa del propio pez león. Por lo general el tamaño máximo de las presas que el pez león puede consumir viene determinado por el tamaño máximo de abertura de la boca (o sea, por las dimensiones de la boca). Se ha comprobado que el pez león consume presas que

superan el 40% de su propio largo total (LT). Por esta razón la vulnerabilidad de las especies autóctonas a la acción depredadora de los peces león depende del tamaño que éstos alcancen en la zona. Puesto que en el área invadida los peces león crecen por encima de 40cm LT, los peces y crustáceos hasta de 15cm de largo pueden servirles de alimento.

Para evaluar todas las especies de peces que son presas potenciales, puede usarse censos visuales con transecto lineal en los que se anote su identidad, número y tamaño (LT) (Tabla 5.2). Desafortunadamente, no existen métodos estándar para monitorear a los invertebrados presa, debido a su pequeño tamaño y naturaleza críptica.

*Procedimiento estándar de censo visual de los peces presa recomendado*

La evaluación exacta de las poblaciones de las especies que le sirven de alimento al pez león exige conocimientos para la identificación de los peces del Atlántico y el Caribe (comprendidos los estadios juveniles y las especies crípticas como los góbidos y los blénidos) y cierto adiestramiento en el cálculo del tamaño de los peces. El muestreo en réplicas de transectos lineales de 25m X 2m (largo x ancho) permite detectar la presencia de peces crípticos y de cuerpo pequeño en los hábitats marinos de distribución heterogénea y agregada. Un observador avezado realiza una inspección minuciosa de la zona acotada, cerciorándose de examinar bajo las cornisas y en las grietas y hendiduras del sustrato, usando una linterna de buceo cuando sea necesario para buscar a los peces crípticos. Se anota el número y el tamaño (largo total al centímetro más cercano) de todos los peces que pueden servir de alimento al pez león (por ejemplo, de los que miden hasta 15cm) en la zona sujeta a inspección. El tiempo mínimo de examen para cada transecto es de 30 minutos. Este plazo puede ampliarse en función de la complejidad del hábitat y la densidad de peces.



PHOTO COURTESY OF NEW WORLD PUBLICA-

**Figura 5.6.** Presas potenciales del pez león. El pez león consume una gran variedad de peces autóctonos, entre otros, especies de cuerpo pequeño y crípticas, tales como (arriba, de izq. a der.) el gobio enmascarado (*Coryphopterus personatus*) y el sapito erizo (*Acanthemblemaria maria*) y los juveniles de especies de importancia comercial y ecológica como (abajo, de izq. a der.) la cherna criolla (*Epinephelus striatus*) y el pez perro español (*Bodianus rufus*).

### Efectos indirectos sobre la estructura y el funcionamiento del hábitat

Los efectos directos del pez león sobre las comunidades de peces e invertebrados autóctonos (por ejemplo, a través de la depredación y la competencia) pueden afectar indirectamente la base de las tramas alimentarias marinas, si las especies que el pez león consume o desplaza influyen en la diversidad y la biomasa de las comunidades benthicas. Estos "efectos indirectos" pueden generar cambios en la estructura de las comunidades benthicas y, en última instancia, en la estructura física de los hábitats invadidos. Los arrecifes coralinos pueden ser especialmente vulnerables a estos efectos indirectos, si la acción depredadora del pez león diezma las poblaciones de las especies herbívoras que controlan la relación dinámica entre los corales y las algas.

#### *Indicadores y protocolos*

Es posible evaluar los efectos indirectos que ejerce el pez león sobre la estructura y el funcionamiento del hábitat mediante el monitoreo de las tendencias de la diversidad y el porcentaje de cobertura de los organismos benthicos, y su relación con la densidad y biomasa de los peces autóctonos y los peces león, y con la estructura física del hábitat invadido. Los cuadrantes visuales y fotográficos permiten evaluar la composición de la comunidad benthica (Tabla 5.3). Las mediciones de los perfiles de rugosidad y profundidad se usan para cuantificar la estructura física del hábitat marino (Tabla 5.3).

### Diseño de muestreo y manejo de los datos

La escala temporal y espacial del muestreo es un aspecto esencial, tanto si se trata de elaborar un nuevo programa como de modificar los protocolos de monitoreo ecológico existentes para incluir al pez león y sus efectos. Los protocolos variarán en función de la zona, según las características del hábitat que se ha de monitorear, los objetivos del programa de control del pez león y los recursos disponibles. Numerosos trabajos publicados ofrecen información detallada sobre el diseño y la aplicación de los métodos de monitoreo ecológico (Tablas 5.3 y 5.5) y los administradores de recursos deberían consultarlos cuando elaboran los planes de monitoreo del pez león. Entre los aspectos a tomar en cuenta para el diseño del monitoreo figuran los siguientes:

#### *Dónde realizar el monitoreo*

El monitoreo (tanto del pez león como de sus efectos ecológicos) debe realizarse en las zonas prioritarias para el control del pez león (véase el Capítulo 4) y en hábitats similares donde la especie no se maneja activamente. Es importante extender el esfuerzo de muestreo hacia áreas *no* designadas como puntos de extracción del pez león, porque ellos ofrecen un punto de referencia para comparar la eficacia de las labores de control y/o extracción.

#### *Muestreo integrado*

Siempre que sea posible, debe compilarse información sobre las especies autóctonas, el pez león y la estructura del hábitat benthico de la misma unidad de muestreo (por ejemplo, diversos tipos de datos del mismo muestreo). Esta integración del muestreo permite la comparación de las variables en una escala espacial detallada (por ejemplo, transectos dentro del área de muestreo, que es generalmente un sitio de trabajo)

### Competencia

El pez león ocupa los mismos hábitats que numerosos depredadores autóctonos (piscívoros y carnívoros) y macroinvertebrados y se alimenta de presas similares (Figura 5.7). La competencia por alimento y espacio con el pez león puede afectar el comportamiento, la distribución, el crecimiento, la supervivencia y, en última instancia, la abundancia poblacional de los organismos nativos (Albins y Hixon 2011, Green et al. 2012, Albins 2012). Es posible que la competencia con el pez león afecte a las pesquerías del Atlántico occidental. Por ejemplo, las investigaciones muestran que las tasas de crecimiento y alimentación de los peces león son considerablemente más altas que las del guatívere (*Cephalopholis fulva*), lo que hace temer que los primeros puedan desplazar a esta especie autóctona en la competencia por los recursos del área invadida (Albins 2012).

### Indicadores y protocolos

El monitoreo de la variación temporal y espacial de la diversidad, densidad y biomasa de los macroinvertebrados y los peces depredadores de cuerpo grande (por ejemplo, >20cm LT), en comparación con la densidad y biomasa del pez león, nos dará una idea de los efectos que provoca en los primeros la competencia con la especie invasora. Es preciso recolectar datos provenientes de todo el hábitat para saber si la interacción competitiva que se observa en los experimentos de menor escala afecta a las poblaciones de depredadores en todo el ecosistema invadido (Albins 2012). También son adecuados los muestreos con transectos lineales y censos visuales estacionarios, por los datos independientes de las capturas que producen (Tabla 5.2).



**Figura 5.7** Posibles competidores del pez león. El pez león comparte presas y recursos del hábitat con numerosos peces depredadores del Atlántico, tales como (arriba, de izq. a der.) la cherna criolla (*Epinephelus striatus*), el aguají (*Mycteroperca bonaci*), y (abajo, izq.) el guatívere (*Cephalopholis fulva*). También comparte hábitats con (abajo, der.) la langosta común del Caribe (*Panulirus argus*).

**Tabla 5.3** Métodos de monitoreo en el agua para determinar las especies presas y competidoras potenciales del pez león y la composición béntica. La selección y aplicación de los métodos descritos dependen de 1) tipo de hábitat, 2) recursos para el monitoreo, y 3) tipos de efectos ecológicos que se van a monitorear. Para mayor detalle consulte la sección “Recursos ecológicos” de la Tabla 5.5.

Efecto ecológico	Indicador	Elemento	Protocolos	Mediciones	Conocimientos necesarios
<b>Depredación (efecto directo)</b>	Tendencias de la diversidad, densidad, y biomasa de los de invertebrados, y peces con tamaño adecuado para ser presas en relación con los cambios de la densidad y biomasa de los peces león.	Peces presa	Muestreo en transecto visual	Diversidad, densidad, y biomasa	Identificación visual de los peces del Atlántico y el Caribe a nivel de especie Familiaridad con la práctica del método de muestreo con transectos visuales
		Invertebrados presa	No existe aún ningún método estándar de muestreo visual		
<b>Competencia (efecto directo)</b>	Tendencia en el tiempo de la diversidad, densidad y biomasa de los macroinvertebrados de cuerpo grande, y los peces depredadores (por ej. >20cm LT) en relación con la densidad y biomasa del pez león	Independiente de las capturas	Muestreo en transecto visual o muestreo estacionario	Diversidad, densidad, y biomasa	Identificación visual de los peces del Atlántico y el Caribe a nivel de especie Familiaridad con la práctica del método de muestreo con transectos visuales
		Dependiente de las capturas	Tendencia en el tiempo de la CPUJE y el tamaño del cuerpo de los peces desembarcados	Diversidad, CPUJE, y biomasa de las capturas	Identificación visual de los peces del Atlántico y el Caribe a nivel de especie
<b>Estructura del hábitat (efecto indirecto)</b>	Tendencia en el tiempo del porcentaje de cobertura de bentos arrecifal y su complejidad estructural en relación con la densidad y biomasa del pez león	Composición del bentos	Cuadrante visual o fotográfico	Diversidad, porcentaje de cobertura	Identificación visual de los organismos bénticos del Caribe y el Atlántico Familiaridad con la práctica de la evaluación visual o por cuadrantes fotográficos
		Estructura física	Rugosidad y profundidad de los perfiles a lo largo del transecto	Variabilidad de la rugosidad y la profundidad	Familiaridad con la práctica de las mediciones de rugosidad y profundidad

*Consideraciones sobre el tamaño de muestra*

El muestreo debe replicarse en el espacio y en intervalos regulares de tiempo, teniendo en cuenta el carácter estacional de la abundancia y la distribución de los organismos, así como las tasas de colonización del pez león y la frecuencia de las labores de control de esta especie.

*Manejo de datos*

Los datos deben manejarse por medios electrónicos, tales como los programas informáticos Microsoft Excel® y Access® o programas similares de amplio acceso. Habida cuenta de que la seguridad de los datos es de primordial importancia para todos los proyectos de monitoreo, es fundamental mantener copias de seguridad en varias ubicaciones físicas o en Internet, usando servicios de almacenamiento en línea (por ejemplo, Dropbox™ o Mozy®) para evitar la corrupción, el deterioro o la pérdida de la información. Se recomienda encarecidamente que los administradores usen el Banco de Datos de Especies no Autóctonas (Non-indigenous Species Database) del USGS para depositar toda la información relativa a los avistamientos de peces león.

*Análisis de datos ecológicos*

Los datos del monitoreo ecológico suelen estar relacionados con el tiempo y el espacio, lo que significa que los muestreos realizados en una localidad o hábitat, o durante determinado periodo de tiempo son más similares entre sí que los realizados en sitios, hábitats o periodos de tiempo diferentes. Como los muestreos no son independientes, los análisis deben reflejar el carácter “anidado” de los datos. En Zuur et al. 2010 los ecólogos pueden hallar una excelente orientación para el análisis de los datos.

Para los datos con correlación temporal y espacial, los modelos de efectos mixtos suelen ser los más apropiados (Figura 5.8). Para los datos que no pueden ser transformados en una distribución normal (por ejemplo, los del conteo y porcentaje de cobertura) es posible usar formas “generalizadas” de modelos mixtos. Existen excelentes trabajos con información detallada sobre diseño de muestreo y análisis estadístico (Krebs 1999, Schiener et al. 2001, Zuur et al. 2007).



**Figura 5.8** Los censos (que aparecen como líneas rojas) realizados dentro de un mismo lugar o tipo de hábitat (el área contenida en cada círculo amarillo) pueden ser más similares entre sí que los que se realizan en lugares o tipos de hábitats distintos y, por consiguiente, no son independientes. Al efectuar los análisis estadísticos, los administradores deben tener en cuenta esta estructura “anidada” de los datos.

### Diseño de monitoreo del pez león y sus efectos ecológicos

A continuación se describen dos ejemplos de plan de monitoreo que integran protocolos para evaluar poblaciones locales de pez león y determinar sus efectos ecológicos. El diseño espacial de muestreo y las metodologías escogidas reflejan el tipo de hábitat y las condiciones ambientales específicas del lugar.

#### **Ejemplo 1: Sistema arrecifal continuo**

**Ubicación:** Puerto Rico y St. Croix (Islas Vírgenes Estadounidenses)

**Investigadores:** South Florida University (SFU), REEF, NOAA, Universidad de Puerto Rico-Mayagüez (UPRM)

#### *Diseño de muestreo*

Se aplicó un conjunto de protocolos a fin de registrar la eficacia de la extracción de peces león para reducir las poblaciones locales de la especie y sus efectos ecológicos sobre un sistema arrecifal continuo. El sistema está formado por un arrecife frontal de 20km de largo, situado a lo largo de un talud profundo, a unos 300m de la costa. La profundidad media en la cima de la cresta arrecifal es de 9m. La frecuencia de las extracciones de peces león por los buceadores de la zona y los voluntarios varía a lo largo del sistema arrecifal. Como resultado, pueden que existan diferencias en el tiempo en el asentamiento del pez león y la magnitud de sus efectos ecológicos entre zonas que están sometidas a diferentes grados de control.

Se seleccionaron 16 sitios de monitoreo (de aproximadamente una hectárea cada uno) a lo largo del arrecife, separados entre sí por una distancia mínima de un kilómetro. En cada punto se realizaron censos visuales con buceo autónomo de los peces león, los peces autóctonos y el bentos, a cargo de observadores adiestrados. Todos los datos –sobre el pez león, los peces autóctonos y el hábitat béntico- se acopiaron a lo largo de 8 transectos lineales de 25m de longitud en cada sitio. Los transectos se trazaron en paralelo a la cresta arrecifal a no menos de 5m del talud del arrecife, y los muestreos se estratificaron por profundidad y posición (por ejemplo, en la pared vertical, en la cresta arrecifal y en la planicie arrecifal). En cada sitio el monitoreo se realiza dos veces al año (en invierno y verano).

#### *El censo de los peces autóctonos*

Mientras desenrolla la cuerda que marca el transecto lineal, el buceador registra el nombre y el tamaño (largo total redondeado al centímetro más cercano) de todos los peces de más de 15cm que se encuentren a menos de 2m a cada lado del transecto (área del transecto: 25m x 4m). El tiempo mínimo para este censo es de 5 minutos, plazo que aumenta con la complejidad del lugar. Tras esperar 3 minutos para reducir los efectos del observador sobre el comportamiento de los peces, el buceador da una segunda pasada para registrar el nombre, el tamaño (largo total redondeado al centímetro más cercano) y la abundancia de todos los peces de menos de 15cm, que se encuentren a menos de 1m a cada lado del transecto. (Véase el epígrafe “Procedimiento estándar de censo visual de los peces presa recomendado” de la página 69 ).

#### *El censo de los peces león*

Tras efectuar el conteo de los peces autóctonos en cada uno de los transectos de 25m, el observador hace una búsqueda minuciosa sólo de los peces león dentro de

los 5m a cada lado de la línea del transecto (cada área del transecto es de 25m x 10m), aplicando los métodos que figuran en el epígrafe “*Procedimiento estándar de censo visual recomendado*” y en la Figura 5.5. La búsqueda abarca la misma área en la que se cuentan los peces autóctonos a lo largo de cada transecto.

#### *El hábitat béntico*

Se toman datos sobre la composición béntica, la rugosidad y el relieve estructural en múltiples puntos situados a lo largo de los 25m del transecto. Se realizan cuadrantes fotográficos cada 3m (un total de 8 fotos por transecto) y se fija la distancia entre la cámara y el arrecife (por ejemplo, 50cm) para garantizar un área siempre igual de análisis. La rugosidad del arrecife se mide cada 5m a lo largo del transecto (para un total de cinco mediciones por transecto). Para evaluar la rugosidad, los buceadores colocan una cadena de eslabones finos de 3m de largo al sustrato de forma perpendicular a la línea del transecto, cuidando de que la cadena siga todo el contorno del bentos. Se toma nota de la distancia horizontal en línea recta entre la cuerda del transecto y el extremo de la cadena de 3m para establecer la razón entre la distancia que ocupa la cadena en el fondo y la línea recta (o sea, para determinar la rugosidad). En los mismos puntos (cada 5m) se registra la altura de la estructura del arrecife (es decir, su relieve), mediante la medición de la profundidad del punto más alto y del más bajo en un radio de un metro a partir de la cuerda del transecto. Asimismo se toma nota de la profundidad de la estructura del arrecife, directamente bajo la cuerda del transecto, cada cinco metros.

#### **Ejemplo 2: Sistema de arrecife de parche**

**Ubicación:** Eleuthera Island (Bahamas)

**Investigadores:** Cape Eleuthera Institute, South Florida University, REEF, Bahamas Department of Marine Resources.

#### *Diseño de muestreo*

Se aplicó un conjunto de protocolos de monitoreo a fin de determinar la eficacia de la extracción de peces león para reducir su número y su repercusión ecológica sobre los arrecifes de parche, en una ensenada grande y poco profunda. El sistema está formado por numerosos parches de arrecife coralino cuya superficie varía entre 100 y 150m<sup>2</sup>, separados entre sí por 200m – 1km de arena y pastos marinos. La profundidad de la ensenada es de unos 4m. La frecuencia de la extracción del pez león varía en los arrecifes de parche, de modo que de un sitio a otro puede haber diferencias en la colonización del pez león (es decir, en su densidad y biomasa) y en los efectos ecológicos, entre sitios con mayor o menor control. En este sistema, cada arrecife de parche se considera un sitio de monitoreo y se selecciona un subconjunto de 32 parches, con diversos índices de extracción, para llevar a cabo el monitoreo. En cada sitio (es decir, en cada arrecife de parche) se realizan con buceo autónomo censos visuales del pez león, de las especies autóctonas y del bentos, a cargo de un grupo de observadores adiestrados.

Como los parches arrecifales representan unidades pequeñas y discretas del hábitat, se emplean dos tipos de muestreo para el monitoreo. Se realiza un censo de peces león, peces depredadores autóctonos y macroinvertebrados con buceo errante en todo el arrecife de parche. Los peces nativos y el hábitat béntico se

describen con 4 transectos lineales en cada parche arrecifal. Los transectos se orientan de norte a sur. También se colocan tres transectos lineales en las zonas arenosas o pastos marinos adyacentes a cada arrecife (a 5 - 10m del borde del arrecife) para evaluar el número de especies de peces existentes en estos hábitats aledaños. En estos sitios el monitoreo se efectúa dos veces al año, en invierno y verano.

#### *Censos de peces león y peces depredadores autóctonos en todo el arrecife*

Antes de colocar las cuerdas del transecto, el observador realiza una inspección sistemática de toda el área de arrecifes de parche y toma nota del tamaño (largo total hasta al centímetro más cercano) de todos los peces depredadores de gran talla (serránidos y lutiánidos). El observador anota también el tamaño (largo total redondeado al centímetro más cercano) de todos los peces león que encuentra en el arrecife de parche. El tiempo de búsqueda variará según las dimensiones del arrecife, pero no debe ser inferior a unos 15m<sup>2</sup> por minuto.

#### *Censo de los peces autóctonos mediante transectos*

El buzo toma nota del tipo y tamaño (largo total redondeado al centímetro más cercano) de todos los peces que encuentra a menos de un metro de distancia, a ambos lados del transecto (el área del transecto es de 8m x 2m). El tiempo de muestreo debe ajustarse a unos 8 minutos, pero puede ser mayor cuando se trate de hábitats muy complejos (modificado de la página 65 "*Procedimiento estándar de censo visual de los peces presa recomendado*"). El buceador también toma nota del tipo y el tamaño de los peces que encuentran a lo largo de los tres transectos en fondo arenoso o de pastos marinos, y fija el tiempo de observación en un mínimo de tres minutos para cada uno.

#### *Muestreos del hábitat béntico*

Se toman los datos sobre la composición del hábitat béntico, la rugosidad y el relieve estructural en múltiples puntos situados a lo largo de cada transecto de 8m x 2m, usando los mismos métodos descritos en los párrafos precedentes. Se realizan cuadrantes fotográficos en cada metro (un total de ocho fotos por transecto). La rugosidad, el relieve y la profundidad se miden cada 2m a lo largo de la línea del transecto (un total de cuatro mediciones por transecto).

## **Monitoreo de los organismos mediante la disección**

Los datos que se obtienen mediante la disección del pez león pueden aportar elementos que nos permitan entender su biología, ecología y posible repercusión sobre los hábitats que ha invadido. La combinación de la información derivada de la disección con los datos medioambientales y bióticos, facilita las deducciones sobre la dinámica poblacional, la biología reproductiva y la ecología de la trama alimentaria de la especie en el tiempo y el espacio.

En esta sección se describen brevemente los datos obtenidos de la disección que se necesitan para fundamentar la gestión del pez león y su repercusión sobre los hábitats marinos invadidos. Lo ideal sería que los datos y las muestras se recolectaran de manera estandarizada para facilitar las comparaciones entre diversos lugares a lo largo del tiempo.

Las técnicas estándar que se emplean para acopiar información y muestras de los ejemplares disecados se encuentran resumidas en Green et al. (2012b). En la Tabla 5.4 se muestra ciertos ámbitos en los que puede aplicarse la información procedente de la disección para fundamentar nuestra comprensión de la dinámica poblacional del pez león, sus posibles efectos ecológicos sobre los hábitats marinos invadidos y la eficacia de las medidas de control.

*Estructura de población*

La estructura de las poblaciones puede establecerse mediante estudios genéticos que utilizan muestras de tejidos extraídas de la aleta dorsal, la caudal, las branquias y los músculos.

*Dinámica poblacional*

La información sobre la edad y el crecimiento de cada ejemplar puede obtenerse de los otolitos (piedras del oído), y del largo del cuerpo. También es posible usar la relación largo-peso del pez león para monitorear los cambios de su condición física, que pueden estar relacionados con algunas variables medioambientales, tales como el tipo de hábitat, la disponibilidad de recursos, el cambio de latitud o el estado de la invasión. Estos datos también pueden usarse para determinar la variación temporal y espacial de la estructura por edades de las poblaciones locales de esta especie.

*Biología reproductiva*

El estado reproductivo de un individuo de pez león puede establecerse mediante el uso de diversos parámetros, tales como el peso, la morfología y la histología de las gónadas. El acopio de estos datos en tiempo y espacio puede mostrar la variación

**Tabla 5.4** Tipos de datos que se obtienen a través de la disección del pez león y sus aplicaciones.

	Tipo	Medida	Unidades	Aplicación	
Externo	Medida	Largo total (LT)	mm	Crecimiento, condición, estructura de tallas de la población	
		Largo estándar (LE)	mm		
		Peso	g		
		Ancho de la boca abierta	mm		
		Altura de la boca abierta	mm		
	Muestra	Tejido branquial	—	Identificación de la especie, estructura poblacional. Ecología de la trama alimentaria mediante análisis de isótopos estables, identificación de especies, estructura poblacional	
		Tejido muscular	—		
		Aleta	—		
	Interno	Medida	Sexo	Macho o hembra	Sexo del individuo, relación entre sexos de la población
			Vol. de grasa mesentarial	ml	Evaluación de la salud
Contenido estomacal			mm y ml	Ecología de la alimentación	
Muestra		Otolitos	—	Edad y crecimiento	
		Gónadas	—	Fisiología reproductiva	
		Contenido estomacal	—	Ecología de la alimentación	

de la biología reproductiva de la población, tales como la frecuencia y estacionalidad del desove y los ciclos de maduración.

#### *Ecología de la trama alimentaria*

Es posible definir la dieta del pez león mediante la identificación y la medida de los contenidos estomacales de los ejemplares capturados. El análisis de los mismos en el tiempo y el espacio puede mejorar nuestra comprensión de los cambios en la composición de la dieta y los posibles efectos sobre la comunidad biológica. La huella isotópica de carbono y nitrógeno en los tejidos musculares y las aletas del pez león puede usarse para determinar su posición trófica y la ecología de su alimentación. Estos datos pueden usarse en combinación con los del isótopo 2 de las especies autóctonas para describir las interacciones bióticas entre el pez león y los miembros de la trama alimentaria de la zona invadida.

### **Monitoreo de la repercusión socioeconómica: *pesca, turismo y salud humana***

La economía y la sociedad de muchos países del Atlántico occidental, el Caribe y el Golfo de México dependen en gran medida de la pesca y el turismo. Estos importantes sectores pueden verse afectados por la repercusión ecológica del pez león. Una tercera preocupación es la amenaza que representa para la salud de las personas que entran en contacto directo con esta especie tóxica. En esta sección se ofrece a los administradores de recursos un marco general para evaluar los efectos que puede tener el pez león sobre la economía, la sociedad y la salud humana. Hasta ahora se han realizado pocos esfuerzos para cuantificar la magnitud e incidencia de las repercusiones socioeconómicas de la invasión. Esta sección se irá actualizando a medida que se disponga de nuevas técnicas e informaciones.

#### *Diseño de muestreo*

El monitoreo de los efectos socioeconómicos de la invasión del pez león requiere de la vinculación de los datos sociales y económicos con la incidencia (es decir, la abundancia, densidad y biomasa) del pez león en la zona, tanto en el tiempo como en el espacio. Se puede obtener información sobre las características de las poblaciones de peces león a través de muestreos independientes o dependientes de la captura (véase monitoreo ecológico). Los administradores deben relacionar estos datos con factores sociales y económicos descritos más adelante.

### **Pesquerías**

El pez león puede afectar a la captura por unidad de esfuerzo de los peces comerciales de dos maneras: 1) puede afectar directamente al tamaño de las poblaciones de las especies objeto de pesca (mediante la depredación o la competencia), y 2) puede interferir con la actividad pesquera por el aumento de los costos de la pesca –en términos de tiempo, esfuerzo o amenazas a la seguridad (Figura 5.9). Estas consecuencias pueden variar según los métodos y artes de pesca empleados, las especies objetivo, el hábitat y la densidad del pez león en la zona.



**Figura 5.9** Los peces león que caen en las nasas para peces y langostas de las pesquerías del Caribe suscitan preocupación por su efecto sobre las capturas de especies comerciales valiosas y el riesgo de pinchazos tóxicos a los pescadores. En particular, existe la preocupación de que el tiempo y el esfuerzo adicionales que es preciso dedicar a manipular esos peces tóxicos una vez que caen en las nasas reduzcan la eficacia del trabajo de los pescadores en la extracción de su captura (es decir, disminuya su captura por unidad de esfuerzo).

#### Indicadores

- i) Rendimiento pesquero (captura por unidad de esfuerzo) y captura total de las especies objetivo, y
- ii) Variación temporal de la captura incidental por unidad de esfuerzo del pez león y de la captura incidental total.

#### Protocolos

- i) Dependientes de las capturas- observación de actividades de la pesca comercial y de subsistencia; datos mínimos que deben recolectarse:
  - Ubicación, tipo de hábitat y profundidad de pesca
  - Número de pescadores, tipo de artes de pesca y duración de la pesca
  - Gasto por día de pesca (por ejemplo, combustible, suministros, salarios)
  - Volumen total, tamaño e identidad de las especies objetivo capturadas
  - Volumen total, tamaño e identidad de las especies de captura incidental (comprendido el pez león).
- ii) Independientes de las capturas- pesca con fines investigativos realizada por el personal de gestión de recursos.
  - Entrevistas informales a los pescadores, para conocer su percepción sobre la repercusión del pez león sobre las capturas y sus medios de subsistencia.
  - Recolección de los mismos datos señalados en el epígrafe anterior.

#### Turismo

Aunque calcular la repercusión económica del pez león en el sector turístico es una tarea larga, es importante recolectar cuanto antes datos sobre la percepción de los visitantes y los vendedores de productos y servicios para empezar a evaluar sus consecuencias. La invasión puede afectar al turismo de dos maneras:

- i) Al cambiar la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas que visitan los turistas. Estos cambios podrían incidir negativamente sobre el turismo si se reduce su atracción para el visitante. Por ejemplo, una reducción de la diversidad y densidad de los peces y de la cobertura coralina podría afectar al turismo de buceo; una caída de las poblaciones de especies que son objeto de pesca deportiva, tales como el macabí, podría dañar al turismo internacional de pesca deportiva. Pero la presencia del pez león podría potenciar el turismo si la observación de esta especie (por ejemplo, con buceo libre y SCUBA) o su captura fueran actividades deseables.

### Cómo ven los buzos recreativos la repercusión del pez león

Los coordinadores, instructores y turoperadores de buceo constituyen una nutrida fuente de información cualitativa sobre los cambios del estado de los arrecifes y las poblaciones de peces león, así como de la percepción de los turistas acerca de la invasión y su repercusión. Las entrevistas realizadas a estos profesionales pueden aportar información anecdótica de cómo la invasión del pez león está afectando al turismo de buceo y la probabilidad de que esos visitantes regresen a una zona que ha sido invadida por esa especie. Anteriormente ya se habían efectuado encuestas similares para evaluar el efecto del blanqueamiento de los corales sobre el turismo de buceo en la región (Cesar et al. 2000, Sealey-Baker 2011).

Una encuesta para evaluar la experiencia de los turistas de buceo en las zonas invadidas por el pez león debería centrarse en tres asuntos primordiales:

- i) ¿Se percatan los buceadores a pulmón y con SCUBA de la presencia del pez león?;
- ii) ¿Esa presencia afecta de manera adversa el disfrute de la experiencia de buceo?, y
- iii) ¿Afecta la presencia del pez león al número o la ubicación de sus salidas de buceo o a su intención de volver a visitar la zona?



- ii) Al aumentar el riesgo que corren los turistas que acuden a las zonas invadidas o las playas cercanas, debido a la posibilidad de sufrir una picadura tóxica de pez león.

#### Indicadores

- i) Tasa de picaduras tóxicas entre los turistas,
- ii) Percepción de los buceadores acerca de los efectos del pez león sobre los arrecifes coralinos,
- iii) Cambios en los índices de captura de las especies con valor para la pesca deportiva, e
- iv) Ingresos del sector turístico durante determinado periodo de tiempo.

#### Protocolos

- i) Registros de picaduras facilitados por el sector médico,
- ii) Entrevistas informales con visitantes y profesionales del sector turístico,
- iii) Encuestas (por Internet), y
- iv) Acopio de datos económicos (auditoría de los ingresos procedentes del turismo).

#### Salud humana

Los peces león son tóxicos y existe el peligro de que piquen a las personas que se tropiezan con ellos. Los sectores de la sociedad que están más próximos a estos animales corren mayores riesgos. Entre ellos figuran pescadores, buzos, bañistas y empleados de los restaurantes que sirvan platos a base de pez león. Con el aumen-

to de la densidad del pez león en una zona invadida, crece el riesgo de que esas personas puedan entrar en contacto con esta especie y, por consiguiente, de que sufran una picadura.

#### *Indicadores*

- i) Tasas de pinchazos tóxicos entre los diversos grupos sociales,
- ii) Costo del tratamiento para el sistema de salud, y
- iii) Tendencias de los efectos a largo plazo en las personas que han sufrido esos pinchazos.

#### *Protocolos*

Registros y notificaciones sobre las intoxicaciones por picaduras facilitados por los funcionarios de salud, que contengan datos acerca de:

- i) Ubicación, fecha y hora de la picadura tóxica,
- ii) Actividad que el sujeto realizaba en el momento del accidente,
- iii) Información demográfica,
- iv) Síntomas,
- v) Seguimiento del caso para detectar efectos a largo plazo, y
- vi) Costo del tratamiento.

#### *Ejemplo*

Tal como recomienda su Plan Nacional de Respuesta al Pez León, el gobierno de Bahamas preparó un cuestionario destinado a evaluar la incidencia, gravedad y distribución de los casos de intoxicación por pinchazos del pez león en el país (Anexo 5). El cuestionario está destinado a los médicos, tanto de las clínicas como de los hospitales. El documento está pendiente de aprobación por parte del Departamento de Salud y por esa razón no se ha aplicado todavía.

#### **Recursos informativos**

Tanto si se trata de preparar un nuevo programa como de modificar los protocolos de monitoreo ecológicos o socioeconómicos vigentes para incluir al pez león y sus efectos, los administradores de recursos deben atribuir una importancia primordial a la escala espacial y temporal del muestreo. Esos detalles variarán según la zona, en función de los objetivos del programa de control y los recursos disponibles en cada región, y, por consiguiente, exceden el marco de esta sección. Hay excelentes obras de referencia que ofrecen información detallada sobre el diseño y la aplicación de los métodos de monitoreo ecológico y socioeconómico (Tabla 5.5) y los administradores pueden consultarlas cuando elaboren sus propios planes.

**Tabla 5.5** Fuentes que ofrecen información detallada sobre el diseño y la aplicación de los métodos de monitoreo.

Tipo de recurso	Referencia	Enlace de Internet de acceso libre
<b>Ecológico</b>	Hill Wilkinson (2004)	<a href="http://www.icran.org/pdf/Methods_Ecological_Monitoring.pdf">http://www.icran.org/pdf/Methods_Ecological_Monitoring.pdf</a>
<b>Ecológico</b>	Menza et al. (2006)	<a href="http://www.ccma.nos.noaa.gov/publications/Reefmonitoringguide.pdf">http://www.ccma.nos.noaa.gov/publications/Reefmonitoringguide.pdf</a>
<b>Ecológico</b>	Rogers et al. (1994)	<a href="http://fl.biology.usgs.gov/Monitoring_Manual.pdf">http://fl.biology.usgs.gov/Monitoring_Manual.pdf</a>
<b>Ecológico</b>	Labross et al. (2002)	<a href="http://www.spc.int/DigitalLibrary/Doc/FAME/Manuals/Labrosse_02_UVC.pdf">http://www.spc.int/DigitalLibrary/Doc/FAME/Manuals/Labrosse_02_UVC.pdf</a>
<b>Ecológico</b>	Caldow et al. (2009)	<a href="http://ccma.nos.noaa.gov/products/biogeography/fgb/">http://ccma.nos.noaa.gov/products/biogeography/fgb/</a>
<b>Ecológico o socio-económico</b>	Wilkinson et al. (2003)	<a href="http://www.reefresilience.org/pdf/mcrmpa-v1.pdf">http://www.reefresilience.org/pdf/mcrmpa-v1.pdf</a>
<b>Ecológico o socio-económico</b>	Sullivan Sealy et al. (2006)	<a href="http://henge.bio.miami.edu/coastalecology/TOOLS%20&amp;%20METHODS%20April.pdf">http://henge.bio.miami.edu/coastalecology/TOOLS%20&amp;%20METHODS%20April.pdf</a>
<b>Socio-económico</b>	Bunce et al. (2000)	<a href="http://www.socmon.org/pdf/GCRMN_Manual.pdf">http://www.socmon.org/pdf/GCRMN_Manual.pdf</a>
<b>Socio-económico</b>	Bunce y Pomeroy (2003)	<a href="http://www.socmon.org/publications.aspx">http://www.socmon.org/publications.aspx</a>

## CAPÍTULO 6

### Consideraciones jurídicas y normativas de la gestión del pez león

Dayne St. A. Buddo

La invasión del pez león ha suscitado toda una gama de retos jurídicos. En cada jurisdicción, su manejo puede tropezar con problemas de índole legal y normativa, que deben abordarse para garantizar el buen resultado de los programas de gestión. En algunos casos, las leyes y los reglamentos existentes pueden servir para manejar a esta especie invasora. Sin embargo, los mayores problemas están en los instrumentos jurídicos y normativos que contrarrestan las estrategias de gestión para el control de la especie. Uno de ellos es la extracción del pez león en las áreas marinas protegidas (AMP) donde se prohíbe la pesca de manera explícita. Según sea el sistema legal vigente en determinadas jurisdicciones o alguna ley en particular, los administradores de recursos marinos tendrán que considerar en sus proyectos la formulación de enmiendas a la legislación o incluso de nuevas leyes, si quieren promover o llevar a cabo actividades de extracción del pez león.

El propósito de este capítulo es ofrecer orientación a los administradores de recursos marinos y los encargados de formular las políticas al respecto, acerca de los problemas jurídicos y normativos vinculados a la invasión del pez león. Esta guía les ayudará a preparar los planes de respuesta y los instrumentos jurídicos necesarios para un control eficaz en todo el Caribe y otras regiones afectadas por la invasión. Se sabe que las medidas y enfoques que aquí se formulan tendrán que adaptarse en su momento a las características de cada jurisdicción. De cualquier modo, las diversas partes interesadas tendrán que trabajar en conjunto para poner en práctica las estrategias y medidas necesarias, en el marco de un enfoque regional concertado.

Hasta el día de hoy, no existe ninguna legislación que abarque todos los aspectos de la invasión del pez león. Algunos países han optado por crear cláusulas especiales en el marco jurídico existente, en su mayoría relacionadas con la extracción de la especie en las áreas protegidas.

#### Consideraciones sobre instrumentos jurídicos y normativos

En esta sección se ofrecen orientaciones para abordar los aspectos jurídicos y normativos de la gestión del pez león en los diversos niveles de dirección, desde los administradores de parques marinos hasta las autoridades de ámbito regional. Estas consideraciones se elaboraron a partir de las ideas de las partes interesadas y de colaboradores en todo el Caribe y pueden ayudar en la preparación de declaraciones de política local, proyectos de ley o incluso otras iniciativas y medidas orientadas a la gestión. A continuación se relacionan las principales consideraciones, a partir de lo formulado en diversos países de la región:

*Consideración 1: Extracción del pez león en zonas donde se prohíbe pescar*

En los últimos 10 años ha habido cierta tendencia a designar determinadas zonas marinas como “áreas de exclusión de pesca”, sobre todo para que sirvan como zonas de cría de peces. En esos lugares se prohíbe la pesca y, por extensión, la extracción de toda forma de vida marina. Estas áreas poseen a menudo una gran abundancia de crustáceos y juveniles de peces, rasgo característico de las zonas de reproducción. Pero esta tendencia genera un conflicto de normativa. Al no permitirse en estas zonas ecológicamente sensibles la pesca de ninguna especie, tampoco se autoriza la extracción del pez león. De hecho, esto crea en realidad un refugio para el pez león.

La extracción del pez león en las áreas de exclusión de pesca –tales como los santuarios de peces, los parques marinos y otras áreas protegidas- podría considerarse como una actividad autorizada con carácter especial. Deberán examinarse las excepciones a las leyes y normas vigentes que rigen el tipo de arte de pesca utilizable y la captura misma, con el fin de analizar el margen de acción que permiten los reglamentos existentes.

Según las leyes respectivas, sería posible otorgar permisos especiales que contengan directrices y sanciones que:

- i) Se apliquen únicamente a la extracción del pez león.
- ii) Supervisen a las personas encargadas de la extracción (mediante funcionarios o autoridades).
- iii) Especifiquen las fechas y horas de la labor extractiva.
- iv) Establezcan los métodos y las artes de pesca autorizados.
- v) Aborden los aspectos relativos a la seguridad.
- vi) Propongan sanciones y/o multas en caso de incumplimiento.
- vii) Informen a los pescadores locales de las fechas y horas a las cuales tendrán lugar las extracciones del pez león y
- viii) Contengan cláusulas sobre notificación y destino final de los ejemplares capturados.

Debe prestarse especial atención a la concesión de permisos a los pescadores de la zona, a fin de prevenir conflictos y evitar que las autoridades tengan que proceder.

Bermuda y Jamaica han puesto en vigor leyes y normas con un mecanismo que facilita la extracción del pez león en áreas de exclusión de pesca. En Jamaica, los santuarios de peces creados en 2009 fueron rebautizados en 2012 como “áreas especiales de conservación pesquera”. Esta medida permite ahora que las autoridades otorguen permisos especiales para extraer el pez león de esas zonas. Las Islas Caimán también han creado instrumentos normativos para el control del pez león, que se examinarán detalladamente en la sección final del presente capítulo.

*Consideración 2: Importación y/o uso del pez león para el comercio de peces ornamentales*

Existe un amplio consenso de que la introducción del pez león en el Atlántico fue una consecuencia del comercio de peces ornamentales. No se sabe si esa introducción fue accidental o deliberada. La continua importación y el comercio de peces león vivos (tanto a escala regional como nacional) es un tema que exige un

análisis y un debate cuidadoso. En algunos lugares se estudia la posibilidad de prohibir la posesión o el comercio de estas especies (*Pterois volitans* o *P. miles*) con fines ornamentales. En numerosos países del Caribe existen medidas que limitan el comercio o la importación de ejemplares vivos de especies no autóctonas. En otros tan sólo se permite la exhibición de peces león con fines de investigación o de educación pública.

Debe examinarse con especial cuidado el uso del pez león en el comercio de especies ornamentales. Entre los aspectos a tener en cuenta deben figurar el destino de los ejemplares vivos, los requisitos especiales para deshacerse de los peces que no se deseen a fin de evitar la propagación causada por la actividad humana, el posible beneficio para el medio ambiente del aumento de la extracción de juveniles para su comercio, las ventajas socioeconómicas y la dependencia generada por los ingresos que obtendrían los pescadores de la zona y la posibilidad de que una parte de la población vea con malos ojos la promoción o el estímulo de una actividad que, en primera instancia, fue la causa de la invasión del pez león.

Hay muchas formas de enfocar el problema. Por ejemplo, en Bahamas la prohibición del comercio del pez león con fines ornamentales tiene escasa prioridad en el plan nacional de respuesta a esta especie (Anexo 6). Esto está relacionado con el uso de los ejemplares de pez león que se sacan fuera del país. Se consideró que la aplicación de esta prohibición entrañaría una ingente cantidad de recursos, mientras que sus beneficios serían exiguos.

#### *Consideración 3: Uso del pez león como recurso pesquero*

No existe un amplio consenso en torno a los riesgos y las ventajas de promover la comercialización del pez león. Por una parte, se reconoce ampliamente que su carne es excelente y que las fuerzas económicas (por ejemplo, la conexión de las cadenas de abastecimiento con la posible demanda del mercado) podrían ser poderosos agentes de control de sus poblaciones en los lugares que hayan recibido máxima prioridad. Por la otra, este enfoque no está exento de riesgos, entre otros, los posibles efectos secundarios del aumento de la presión de pesca, las necesidades por ahora imprevisibles del mercado para un comercio sostenible, las consecuencias de las nuevas prácticas de pesca sobre ecosistemas marinos frágiles, los problemas para regular el aumento del esfuerzo pesquero y la posibilidad de generar incentivos perversos para la introducción o el mantenimiento de poblaciones de peces león como recurso económico.

#### **Una empresa de productos marinos apoya el proyecto del pez león**

*En marzo de 2011, en Jamaica, la Rainforest Seafoods Co. Ltd., una de las principales empresas de elaboración de pescado y marisco de la región se afilió al Proyecto Nacional del Pez León. Esta firma está muy preocupada por la repercusión del pez león en la región, en particular en los países que le suministran materia prima. La empresa ha reconocido que una de las formas de contribuir al control de esta especie es aumentar su consumo por los seres humanos. Por consiguiente, lanzó una iniciativa para comercializar el pez león, esencialmente desde el punto de vista de la conservación de las especies de las que este depredador se alimenta, con lo que protege los mercados ya establecidos para dichas especies. La firma está examinando también la posibilidad de aprovechar a los juveniles de pez león. Esta iniciativa se orienta a la explotación comercial del pez león de una manera muy poco sostenible, con el fin de reducir sus poblaciones.*

Aunque está clara la necesidad de examinar y debatir más este asunto, es posible adelantar algunas ideas acerca de la posible explotación comercial del pez león, entre otras:

- i) Presentar la comercialización del pez león como un recurso de pesca respetuoso del medio ambiente y que reduce la afectación a otras pesquerías tradicionales (“ecológico”).
- ii) Promover una versión del pez león en forma de “aperitivo” (o sea, los ejemplares de menor tamaño y que aún no han alcanzado la madurez sexual), además de la versión adulta, que sería el “plato principal”.
- iii) Poner en vigor un permiso especial destinado a las entidades comerciales, que las autorizaría a comercializar el pez león y
- iv) Utilizar las tasas procedentes de ese permiso o un porcentaje de las ventas para sufragar directamente las tareas de gestión y control del pez león. Este mensaje podría figurar de forma muy visible en el envoltorio del pez león procesado y/o difundirse mediante anuncios y otras actividades publicitarias.

La bioacumulación de ciguatoxina en el pez león es una gran preocupación para numerosos países de la región que promueven el consumo como estrategia de control. La preocupación ha sido mayor en los países considerados como de alta incidencia de ciguatera.

#### *Consideración 4: Coordinación nacional y regional*

La coordinación nacional de la gestión del pez león ofrece un vínculo esencial entre la coordinación más extensa de ámbito regional y el personal que en cada país trabaja en ese sector. Es conveniente adoptar prácticas idóneas que concuerden con las que se aplican en toda la región pero que se ajusten a las necesidades del país. Entre otras iniciativas, podría considerarse la creación de un puesto de coordinador nacional y de un comité nacional o equipo especial de trabajo.

El pez león no reconoce fronteras nacionales, jurisdicciones ni áreas marinas protegidas, por lo que resulta fundamental que las respuestas en materia de gestión y de políticas se coordinen en el ámbito regional, que es la escala ecológica de la invasión. Las medidas serán más eficaces cuanto más homogéneas sean –o al menos complementarias– y trasciendan las fronteras. Asimismo, las actividades de monitoreo e investigación serán más eficaces si se comparten las metodologías fundamentales y los criterios básicos de recolección de datos. Existe en la región un enorme caudal de experiencia que debe intercambiarse para que los administradores y responsables de formular las medidas no tengan que aprender cada vez y en cada lugar las mismas lecciones.

Los administradores que se reunieron en Cancún (México) en agosto de 2010 hicieron hincapié en estos principios y actualmente se llevan a cabo diversos esfuerzos para incrementar la comunicación, colaboración y coordinación de la respuesta a la invasión del pez león.

## Examen de las leyes, los planes y las medidas existentes

En los acápite siguientes figura información sobre algunas de las medidas jurídicas y normativas adoptadas por los países de la región.

### *Puerto Rico*

En noviembre de 2010, se crearon en Puerto Rico unas “Disposiciones Especiales para el Pez León” en el Reglamento de Pesca No. 7949 (Anexo 7). Éste contiene cláusulas relativas a la extensión de permisos para extraer ejemplares vivos o muertos de pez león en cualquier ambiente marino, comprendidas las áreas de exclusión de pesca y otra áreas protegidas. Asimismo, la normativa autoriza el uso de SCUBA, compresores de aire o cualquier otro tipo de equipamiento para capturar al pez león, lo mismo de día que de noche. Además, el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico creó un programa específico para gestionar estos permisos especiales. Este importante elemento proporciona una estructura que asegura cierto grado de control de las tareas de extracción del pez león.

### *Bahamas*

En 2003, Bahamas elaboró una Estrategia Nacional para las Especies Invasoras (NISS, por sus siglas en inglés), que aborda la amenaza de los invasores, tanto acuáticos como terrestres. Habida cuenta de que la invasión del pez león no se documentó en Bahamas hasta el año 2004, la NISS no contiene ninguna cláusula que trate específicamente de ese pez. En 2009, basándose en las recomendaciones contenidas en la NISS, se preparó un Plan Nacional de Respuesta al Pez León (NLRP, por sus siglas en inglés), bajo la coordinación del Departamento de Recursos Marinos de Bahamas (Anexo 6). Las recomendaciones que figuran en estos documentos propiciaron propuestas de enmienda de varias regulaciones del Capítulo 244 del Reglamento de Recursos Pesqueros (Conservación y Jurisdicción). Entre estas recomendaciones están la de enmendar la legislación vigente o crear una nueva que aborde el tema de la gestión de las especies invasoras, elaborar y actualizar las listas de prioridades de las especies objeto de erradicación y sugerir al gobierno de Bahamas que adopte una política sobre especies invasoras. En la actualidad estas recomendaciones se encuentran bajo revisión.

Uno de los principales cometidos de la NLRP consiste en formular políticas y reglamentos apropiados, a través de la colaboración con interlocutores locales y regionales, tanto del sector público como del privado. Se han planteado tres niveles de acción para gestionar la invasión del pez león, a saber: la enmienda de la legislación a fin de autorizar la extracción de esa especie, la promoción de la captura de cantidades ilimitadas del pez león para el consumo humano y la ampliación y el nivel de protección del sistema de áreas marinas protegidas (AMP). La medida de menor prioridad (para ejecutar en los próximos diez años) consiste en prohibir la tenencia de peces león en peceras y limitar la posesión y el transporte de peces león vivos. Entre las recomendaciones específicas para la captura figuran la concesión de permisos especiales para pescarlos en áreas donde no se permite el uso del arpón, el empleo de diversos equipos (comprendidos el SCUBA y los compresores de aire), la celebración de torneos de pez león y la autorización para que los visitantes saquen del país cantidades ilimitadas de la especie. Estas

enmiendas se elaboraron con el fin de lograr la máxima extracción de peces león en el plazo más breve posible. Cabe señalar que el gobierno de Bahamas todavía no ha puesto en vigor estas enmiendas.

#### *Islas Caimán*

Las Islas Caimán elaboraron tres instrumentos normativos distintos, pero relacionados entre sí, con miras al control del pez león, que deben ser aplicados por el Departamento del Medio Ambiente (DOE) (Anexo 8). Aunque no son leyes en sentido estricto, el DOE ha puesto en vigor estas directrices, con el apoyo de la Junta de Conservación Marina (MCB), que es el órgano autorizado para dictar excepciones a la ley de conservación marina. Estas excepciones se aplican en circunstancias especiales y la invasión del pez león es una de ellas.

En 2009, la MCB aprobó la creación de un permiso especial para extraer peces león en dos o tres tipos de AMP, comprendidos los parques marinos y las zonas de reposición (no así en las zonas ambientales), y comenzó a extender dichos permisos. Antes de la invasión del pez león, en las Islas Caimán estaba prohibido el uso de arpones y, por lo tanto, este permiso sólo autorizaba el empleo de redes. Se establecieron excepciones al reglamento de pesca para permitir:

- i) La captura del pez león mediante el uso de guantes y escafandras autónomas durante la recolección de especies ornamentales,
- ii) La extracción de especies marinas ornamentales en los parques marinos y las zonas marinas de reposición y
- iii) La captura de peces de una longitud de horquilla inferior a 20cm.

Otra de las características de este sistema es que está dotado de un dispositivo de notificación.

En 2010, la Asociación de Turismo de las Islas Caimán manifestó interés en emplear al personal de buceo de los hoteles para extraer ejemplares de pez león. La MCB concedió la autorización y, por conducto del DOE, creó un programa de capturas con arpón que llevaría a cabo una empresa de buceo (Anexo 8). Habida cuenta de que en las Islas Caimán era ilegal importar arpones y sus componentes, fue necesario fabricar los bicheros en el lugar. Este programa proporcionó las directrices para el uso de los arpones fabricados exclusivamente por el DOE y sólo utilizables por el titular del permiso. Una vez usados, los arpones se devuelven al DOE. En caso de incumplimiento de las condiciones de la licencia, los privilegios de pesca submarina pueden revocarse y el infractor puede ser llevado ante los tribunales.

A petición de los residentes, en marzo de 2011 se cambió la legislación, con miras a iniciar un programa de extracción en las Islas Caimán, a cargo de los vecinos de las Islas. Además, el número de peces león exigía estrategias de control más eficaces. El gobierno concedió una autorización especial para permitir la importación de bicheros cortos de los Estados Unidos. Desde entonces, se ha puesto en marcha un programa que comprende la participación obligatoria en un curso de capacitación para la extracción del pez león, que corre a cargo del DOE (Anexo 8).

*México*

El Parque Nacional Arrecifes de Cozumel puso en marcha un Programa Voluntario de Captura y Control del Pez León, auspiciado por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). Este programa permite que las personas interesadas participen en la extracción del pez león mediante el uso de SCUBA. La CONANP aplicó una exención de responsabilidad (Anexo 9) en la que el participante acepta los riesgos inherentes a la pesca del pez león con SCUBA.

*Antillas Francesas*

En las Antillas Francesas, las especies invasoras (IAS) figuran en una lista de especies nocivas cuando se considera que afectan negativamente a la agricultura y la ganadería. Las especies del listado son objeto de medidas orientadas a extraerlas de la naturaleza o de las zonas agrícolas. En la actualidad, Francia no cataloga al pez león como una IAS; por ende, ningún reglamento atañe a esta especie invasora. Pero el pez león sí está sujeto al Código del Ambiente, que permite a las autoridades capturar, tomar, conservar o destruir los individuos de especies introducidas, cuando su presencia en la naturaleza ha sido documentada. Esta cláusula atañe a todas las especies catalogadas como IAS, pero su aplicación se limita a una lista nominativa que establece el Ministerio del Medio Ambiente (Anexo 10). A principios de 2011, se dictó en Guadalupe y Martinica un decreto de ámbito local por el que se autorizó la captura del pez león a los buzos con escafandra autónoma, arpón u otros equipos especiales. En la actualidad, sólo unas 50 personas son titulares de este permiso en todas las Antillas Francesas.

*Áreas marinas protegidas de los Estados Unidos*

En los Estados Unidos, el Servicio Nacional de Parques (Departamento del Interior) y el Programa Nacional de Santuarios Marinos (NOAA) han elaborado planes de respuesta con el fin de atenuar la repercusión del pez león. Entre otras medidas, estos planes alientan la extracción del pez para su consumo, la creación de planes de control específicos para los parques y santuarios y la modificación de los reglamentos que puedan estorbar a las tareas de extracción del pez león. En el Santuario Marino Nacional de los Cayos de la Florida se conceden actualmente permisos para usar artes de pesca prohibidas. Los titulares de dichos permisos tienen que asistir a sesiones especiales de capacitación concebidas para reducir las consecuencias medioambientales sobre el arrecife de las actividades de extracción y proteger la salud de los seres humanos.

*Bonaire*

En el Parque Marino Nacional de Bonaire se prohíbe especialmente la extracción de cualquier forma de vida marina dentro de los límites del parque (Anexo 11). Esta prohibición abarca a la pesca comercial, artesanal y recreativa. El reglamento prohíbe también determinados tipos de equipamiento, y constituye una violación no sólo la posesión de los mismos, sino también la de sus partes. Pero la ley establece excepciones para los administradores y agentes del parque. Por lo tanto, a tenor de las leyes vigentes, se autorizó al personal administrativo del parque para que procediera a la extracción del pez león.

## Capítulo 7

### Recursos, asociaciones y financiación sostenible

Ricardo Gómez Lozano

La creación de una estrategia de amplio espectro para asegurar la obtención de recursos y aprovechar las relaciones de colaboración es decisiva para lograr un enfoque de gestión eficaz de la invasión del pez león. Algunas actividades para el control de la especie pueden integrarse en los presupuestos y planes de trabajo de los programas existentes. Pero, para que sean eficaces, la mayoría de las actividades exigirán fuentes de financiación nuevas y renovables. Entre las fuentes de financiación sostenibles figuran la creación o reserva de fondos especialmente destinados a la gestión del pez león, las contribuciones de los beneficiarios y la creación de fondos fiduciarios o de mitigación.

Uno de los elementos fundamentales para garantizar la financiación es poseer un plan de gestión sólido con actividades priorizadas. El orden de prioridad debe estar basado en la eficacia potencial de cada una para atenuar la repercusión de la invasión del pez león. Para que un programa dé buenos resultados debe contar además con otros componentes, entre los que figuran la planificación, la motivación, el conocimiento, la financiación, el personal capacitado y las actividades. La ausencia de cualquiera de estos componentes puede estorbar la obtención de resultados positivos. En numerosos lugares, los organismos del gobierno han asumido la función de coordinar el control y la gestión de la invasión, con el apoyo resuelto de instituciones no gubernamentales y de investigación.

En este capítulo se examinan numerosas cuestiones que deben abordarse para crear una estrategia de adquisición y asignación de recursos. No pretendemos que esta lista sea exhaustiva, sino que sirva simplemente como un primer paso para orientar a los administradores en el proceso de planificación. Antes de iniciar un programa de investigación y control del pez león, los administradores de recursos marinos deben tener una idea clara de los recursos necesarios para lanzar el programa y mantenerlo en actividad a largo plazo.

#### Recursos humanos

Debe tenerse en cuenta que, en la mayoría de los países del Caribe, la invasión del pez león se ha producido en los últimos cinco años. Sin duda, esta invasión ha imprimido un giro considerable a la asignación de personal para la gestión de los recursos marinos en la región y en algunos lugares el personal debe consagrar del 10 al 85% de su tiempo a este problema (Tabla 7.1). Los administradores de recursos marinos pueden abordar y satisfacer de manera provechosa la demanda de recursos humanos mediante la definición clara de las competencias existentes y de las que se necesitarán en el futuro, y la evaluación de las necesidades organizativas. Por lo general, en cada institución los administradores pueden encontrar

miembros del personal dotados de las competencias y aptitudes necesarias para desempeñar funciones nuevas o diferentes.

#### *Funciones y responsabilidades*

Cuando se va a planificar una respuesta eficaz la primera regla es organizarse. La entidad o las entidades que asuman la coordinación deben decidir quién participa en las actividades de control, cuál es el mejor momento para ejecutarlas, dónde deben tener lugar y cómo lograr la participación en las tareas de gestión del pez león de las diversas partes interesadas y los encargados de la toma de decisiones. A continuación figura una lista de posibles funciones que podrían desempeñar los miembros del personal en el marco de un programa de control del pez león. El propósito de esta relación es ayudar a los administradores a allegar los recursos humanos necesarios para hacer frente a la invasión. Las funciones que aquí se proponen pueden adaptarse a las condiciones específicas de cada lugar y una persona puede asumir múltiples tareas, según la disponibilidad de personal local.

- i) *Coordinador general* – Esta persona es responsable de coordinar todas las actividades en materia de difusión, educación, control e investigación, así como los recursos necesarios para su ejecución. Una parte importante de su responsabilidad es conocer el marco jurídico, las autoridades y las obligaciones antes de elaborar el programa de control del pez león. El coordinador está en contacto directo con el personal y es el responsable de las actividades que se realizan sobre el terreno y de la coordinación con los asociados y voluntarios. Asimismo, el coordinador define las funciones y responsabilidades, y establece el organigrama.
- ii) *Coordinador de divulgación y educación* – Toda estrategia de control eficaz debe incluir un programa de educación y divulgación para sensibilizar a la población acerca de esta especie invasora y su repercusión sobre los recursos autóctonos. La persona a cargo de este programa deberá supervisar la preparación del material impreso y electrónico, decidir acerca de los medios apropiados para su difusión y elaborar los mensajes que promuevan el control y las posibles modalidades de uso y aprovechamiento del pez león. El encargado de la divulgación y la educación debe tener también la capacidad suficiente para formar al personal y el conocimiento de la materia para elaborar los materiales que se van a difundir.
- iii) *Coordinador de investigación y monitoreo* — Toda estrategia eficaz de control debe tener en cuenta el monitoreo y la investigación, a fin de comprender mejor el estado y el comportamiento de las poblaciones locales de pez león. La formulación de los valores de referencia y la realización de evaluaciones periódicas son necesarias para determinar el tamaño y la tasa de crecimiento de las poblaciones de esta especie y su repercusión sobre otras especies autóctonas, así como la eficacia de las estrategias de control. A fin de realizar esta tarea, es preciso disponer de personal con capacidad científica y técnica para coordinar las tareas con el personal existente y los colaboradores que trabajan en el gobierno local, las universidades y otros institutos de investigación.

**Tabla 7.1** Repercusión del pez león sobre el tiempo del personal encargado de la gestión marina y costera en la región del Gran Caribe (datos obtenidos de cuestionarios circulados a través de la red electrónica del GCFI en 2011).

Organización	País	Primer avistamiento de pez león	Miembros del personal	Porcentaje de tiempo que el personal dedicado al pez león	Estimado del personal que trabaja con el pez león
Department of Fisheries	Belice	2008	72	10	7
Institute of Marine Affairs	Trinidad y Tobago	Ninguno	100	4	4
Department of Environment	Islas Caimán	2008	33	8-10%	3
Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico	EE.UU., Puerto Rico	2008	1500	10%	150
Department of Fisheries	Santa Lucía	Ninguno	30	Al menos el 50%	15
STINAPA Bonaire - Bonaire National Marine Park	Bonaire	2009	25	<5%	1
Department of Marine Resources	Bahamas	2004	55	10%	6
Acuario Nacional de Cuba	Cuba	2007	?	40%	
Fundación Ecohamlet, Old Providence	Colombia	2008	6	?	
Reef Check República Dominicana	República Dominicana	2008	3	5%	1
Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales	República Dominicana	2000	8	10%	1
University of the West Indies – Discovery Bay Marine Laboratory	Jamaica	2008	20	>50%	3
National Environment and Planning Agency	Jamaica	2008	400	>50%	10

*Recursos humanos disponibles en la localidad*

Todos los miembros de la comunidad que administran o utilizan recursos marinos y costeros son capaces de contribuir al control del pez león. Por ejemplo, los pescadores pueden elaborar estrategias que les permitan atenuar la repercusión de este animal sobre la pesca, dándole prioridad a su captura o conservándolo cuando lo pescan accidentalmente y los gobiernos pueden preparar estrategias para mitigar sus efectos sobre el turismo y la pesca mediante la elaboración de planes de gestión de las pesquerías. El sector del turismo puede participar directamente en las tareas de control mediante los programas “apadrine un arrecife”. En esencia, todos los miembros de la comunidad que obtienen ganancias de los recursos marinos pueden aportar fondos para contribuir a los programas de control. Por lo tanto, es importante definir los recursos humanos y económicos de la localidad para cumplir más cabalmente los objetivos programáticos.

*Creación de capacidades*

Es importante tener en cuenta que para que una estrategia de control de investigación sea eficaz debe aplicarse de manera regular y durante largo tiempo. Por esta razón, es preciso formar continuamente al personal, a medida que se enfrenta a las diversas fases de la invasión. Un enfoque de “capacitación de capacitadores” en el cual los miembros del personal reciban formación para, a su vez, enseñar a otros, es un método eficaz para asegurar la creación permanente de capacidades, así como la continuidad de las operaciones.

A medida que avance la invasión del pez león, las estrategias de gestión evolucionarán y esto hará que los administradores de recursos marinos tengan en cuenta a nuevos asociados y métodos de control. En este sentido, los aspectos que se relacionan a continuación son ejemplos de cuestiones administrativas que deberían examinarse y actualizarse periódicamente, con miras a cumplir mejor los objetivos de la estrategia.

**Recursos financieros**

Es probable que tanto los recursos humanos como los financieros sean limitados, por lo que los objetivos y las actividades de la estrategia de control deben definirse claramente y recibir un orden de prioridad. Las actividades concretas, los plazos específicos y la evaluación son algunos de los componentes esenciales para crear un programa que tenga una verdadera repercusión.

*Asignación de recursos*

La asignación de recursos a cada componente del programa es quizá una de las decisiones más difíciles que un administrador tiene que afrontar. El exceso de recursos asignados a un ámbito determinado puede poner en peligro la eficacia global del programa. Los administradores deberán equilibrar la asignación de recursos con necesidades que cambian frecuentemente— lo que exigirá la evaluación casi permanente de todos los aspectos del programa.

A continuación figura una lista de organizaciones que se ocupan de las especies invasoras en la región del Gran Caribe. Algunas de ellas disponen de informaciones útiles para la elaboración de propuestas de financiación o informan de posibles fuentes de financiación, mientras que otras han apoyado directamente las labores de control del pez león.

- i) Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES);
- ii) Grupo de especialistas en especies invasoras (ISSG); [www.issg.org](http://www.issg.org)
- iii) Centro Internacional de Biociencia Agrícola (CABI); [www.cabi.org](http://www.cabi.org),
- iv) Protocolo Relativo a las Áreas y Flora y Fauna Silvestres Especialmente Protegidas (SPAW-RAC); [www.car-spaw-rac.org](http://www.car-spaw-rac.org).
- v) Iniciativa Internacional para los Arrecifes Coralinos (ICRI); [www.icriforum.org](http://www.icriforum.org)
- vi) Coral Reef Alliance (CORAL); [www.coral.org](http://www.coral.org),
- vii) Reef Environmental Education Foundation (REEF); [www.reef.org](http://www.reef.org),
- viii) U.S. Geological Survey (USGS); [www.usgs.gov](http://www.usgs.gov),
- ix) National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA); [www.noaa.gov](http://www.noaa.gov), and
- x) The Nature Conservancy; [www.nature.org/initiatives/invasivespecies](http://www.nature.org/initiatives/invasivespecies).

#### *Adquisición de recursos – preparar una estrategia de financiación*

Por lo general, el volumen de financiación que se obtiene para los proyectos de conservación es pequeño en comparación con las necesidades. Los programas que carecen de una estrategia bien centrada corren el riesgo de distribuir esos recursos de manera poco eficiente. Los asociados son fundamentales para fortalecer la organización y facilitarle apoyo complementario. La financiación general debe orientarse a un conjunto de actividades escogidas, con el fin de lograr un efecto estratégico.

Algunos puntos importantes que deben tenerse en cuenta son los siguientes:

- i) ¿Cuál es la índole de la amenaza medioambiental?
- ii) ¿Cuál es la naturaleza y la duración de la actividad de conservación?
- iii) ¿Qué otras organizaciones están enfrentándose a esta amenaza?
- iv) ¿Cuáles son los puntos fuertes y débiles de las organizaciones asociadas?
- v) ¿Es necesario crear un mecanismo para que las entidades del gobierno y las organizaciones no gubernamentales colaboren en este asunto?
- vi) ¿Cuál es el grado de compromiso del gobierno y de las demás organizaciones principales?
- vii) ¿Qué prácticas son legales en el país?
- viii) ¿Cuáles son las prácticas fiables y que inspiran confianza en las instituciones en los planos nacional e internacional?

Hay numerosas publicaciones que orientan acerca de las tareas de recaudación de fondos. Por ejemplo, Bath (2011) ofrece una guía excelente para definir y gestionar los fondos destinados a la creación de capacidades en el ámbito medioambiental (<http://toolkit.conservationfinance.org/sites/default/files/documents/redlac-capacity-building/redlacfundraising-strategies-environmental-funds08112011.pdf>).

Para presentar propuestas de financiación a los organismos nacionales o internacionales, es importante tener en cuenta los siguientes aspectos, que son obligatorios en la mayoría de las solicitudes de recursos.

- i) El compromiso y la disponibilidad de los principales grupos participantes (por ejemplo, los ayuntamientos, gobiernos y comunidades),
- ii) Una idea clara y un plan estratégico centrados en la mejora y el crecimiento del programa,
- iii) Objetivos basados en prioridades, planes y presupuestos claros y en necesidades precisas,
- iv) Una causa de financiación bien definida, documentada y respaldada, y
- v) Un estudio de mercado de los posibles donantes nacionales e internacionales, cuyas prioridades para otorgar subsidios se correspondan con las necesidades y objetivos definidos en la estrategia.

#### *Modalidades de financiación*

El capital para financiar las tareas de control puede proceder de diversas fuentes. Por ejemplo, la creación de fondos fiduciarios es un acto de fe y confianza que permite el flujo de fondos entre el donante y el beneficiario. En varios países estos fideicomisos se usan ampliamente porque las instituciones gubernamentales no son elegibles para recibir contribuciones económicas directas.

Los donativos son otra modalidad de entregar y recibir recursos económicos y bienes materiales que pueden usar las instituciones que trabajan por el bien público y la preservación del medio ambiente. Los donativos pueden ser desde pequeñas contribuciones de particulares hasta donaciones de gran valor procedentes de empresas que se preocupan por la invasión del pez león.

Las diversas modalidades de patrocinio también son métodos a los que recurren las grandes empresas para dar notoriedad al apoyo que prestan a las iniciativas medioambientales y de conservación. Tanto el programa de control del pez león como el producto o la marca de la empresa pueden beneficiarse de este tipo de apoyo mutuo.

Otra manera de obtener financiación para aplicar las medidas de control y los programas de gestión consiste en la venta de artículos relacionados con la especie invasora, comprendidos las camisetas, los sombreros y los objetos artesanales elaborados con los subproductos del animal.

A continuación figura un resumen de posibles fuentes de financiación:

- i) Donativos de particulares del país,
- ii) Donaciones de empresas nacionales o internacionales que operan en el país,
- iii) Multas cobradas como consecuencia de acuerdos en los tribunales en los casos de daños al medio ambiente,
- iv) Partes alícuotas de los impuestos para la conservación de la naturaleza que se cobran en los puertos de origen,

- v) Impuestos nacionales sobre la venta de equipos y las actividades acuáticas,
- vi) Cargos adicionales a las habitaciones de hotel y
- vii) Organizaciones nacionales e internacionales consagradas a la conservación.

#### *Transparencia*

La gestión de la financiación debe ser clara y transparente para todos los socios que facilitan fondos. La transparencia debe ser una consideración primordial en el uso de los recursos financieros, a fin de prevenir la corrupción y los malos entendidos cuando se manejen grandes sumas de dinero. La creación de comités de dirección, de supervisión de proyectos o grupos similares con participación de los interesados (por ejemplo, los encargados de la gestión ambiental, los investigadores, los suministradores de servicios turísticos) es una medida útil y recomendable.

**Anexo 1. Estrategias de comunicación y divulgación**

A continuación se relacionan diversas estrategias de comunicación y divulgación relativas al pez león puestas en marcha en la región. La lista se divide en tres sectores: privado, público y gubernamental.

**Sector privado**

- i) Realizar talleres y cursos de formación (sector del buceo, pescadores y asociaciones turísticas),
- ii) Elaborar y difundir carteles, pegatinas y material impreso en general (todos los sectores),
- iii) Realizar una selección de medios de difusión del sector y publicar en ellos,
- iv) Solicitar fondos a la empresa privada e instruirlos en el proceso,
- v) Dar presentaciones en reuniones de asociaciones empresariales,
- vi) Mantener líneas directas de notificación por teléfono y correo electrónico (todos los sectores),
- vii) Insistir en los beneficios económicos que genera el control del pez león,
- viii) Dirigir la labor de comunicación y divulgación al sector privado de ámbito regional,
- ix) Dar prioridad a los puertos y aeropuertos,
- x) Fomentar el reconocimiento de todos los colaboradores (todos los sectores),
- xi) Dar prioridad a los sectores de la alimentación y la hospitalidad, y
- xii) Crear el “Día del Pez León” a escala regional.

**Sector gubernamental**

- i) Difundir los resultados de la investigación,
- ii) Utilizar los datos de la investigación y los resultados de los análisis para motivar la acción del gobierno,
- iii) Elaborar un plan de respuesta antes de que se produzca la invasión,
- iv) Usar el plan de respuesta para motivar la acción gubernamental,
- v) Capacitar y movilizar a los factores de respuesta inmediata,
- vi) Crear una red de organismos regionales y gobiernos,

- vii) Insistir en la comunicación con los principales dirigentes políticos,
- viii) Priorizar reuniones oficiales importantes para promover la coordinación intergubernamental,
- ix) Entrevistarse personalmente con los funcionarios del gobierno,
- x) Utilizar a otros grupos interesados para lograr la participación de los agentes gubernamentales (por ejemplo, las ONG que se ocupan de la conservación),
- xi) Preparar notas sobre políticas,
- xii) Invitar a los funcionarios a los actos y para que vean al pez león en el agua
- xiii) Transmitir un mensaje que sea a la vez ecológico y económico, para influir en los funcionarios gubernamentales y
- xiv) Orientar la labor de educación y divulgación hacia los principales dirigentes del gobierno y fijarse objetivos ambiciosos.

**Sector público (comprendidas las organizaciones cívicas y sociales y las ONG)**

- i) Recabar la participación de los medios de comunicación con notas de prensa y avisos de servicio público,
- ii) Celebrar talleres y ofrecer conferencias para el público en general,
- iii) Elaborar material de divulgación para uso escolar,
- iv) Lograr la adhesión de una persona célebre o que haya desempeñado altos cargos para que ejerza de portavoz,
- v) Promover una amplia participación de las partes interesadas,
- vi) Fundar y realizar torneos y concursos de pesca,
- vii) Lograr la participación de las escuelas y las universidades,
- viii) Estandarizar el material informativo para todos los sectores,
- ix) Usar Internet y otros medios tecnológicos disponibles (por ejemplo, las redes sociales),
- x) Celebrar actividades de degustación del pez león,
- xi) Realizar ferias informativas,
- xii) Crear exhibiciones para acuarios y museos, y
- xiii) Prestar atención a los problemas de salud pública y los hospitales.

## Anexo 2. Protocolo del Center for Coastal Fisheries and Habitat Research de la NOAA para la manipulación de los peces venenosos

1. **OBJETIVO:** Establecer procedimientos específicos y requisitos de capacitación para los buzos de la NOAA destacados en el *Center for Coastal Fisheries and Habitat Research (CCFHR)* que tengan que bucear en lugares donde puedan encontrarse con peces venenosos.
2. **ANTECEDENTES:** Los peces venenosos suelen encontrarse en las aguas del Sureste de los Estados Unidos, el Golfo de México y los territorios estadounidenses del Mar Caribe. A los buzos científicos de la NOAA se les pide cada vez más frecuentemente que capturen peces venenosos, en particular al pez león, invasor procedente del Indopacífico, para realizar investigaciones dirigidas a comprender y llegar a controlar la rápida propagación de esta especie.
3. **ALCANCE:** Este documento ofrece orientaciones operativas a los buzos del CCFHR para los casos de captura o manipulación de peces venenosos en el agua, cuando bucean a pulmón o con SCUBA.
4. **MEDIDAS:** Todos los buzos que trabajen en un proyecto del CCFHR deben usar instrumentos y equipos de protección cuando trabajan con peces venenosos o en su proximidad.

### *Responsabilidad*

- 4.1 *Buzo:* Cada buzo debe evaluar su propio riesgo y debe recibir una capacitación antes de bucear en busca de peces venenosos.
  - 4.2 *Coordinador de buceo (Divemaster):* El coordinador debe informar a la tripulación de la embarcación, los buzos y el personal de apoyo en la superficie del riesgo que entraña la manipulación de los peces venenosos y de los primeros auxilios en caso de picadura. Además, debe cerciorarse de que cada buzo disponga del equipo de protección adecuado y acepte usarlo, antes de dar inicio a la sesión de buceo.
  - 4.3 *Supervisor de la unidad de buceo:* El supervisor debe velar por que tanto el coordinador como los buzos hayan recibido la capacitación apropiada, dispongan del equipamiento de protección y de los útiles adecuados de primeros auxilios en el lugar donde realizarán sus actividades, antes de autorizar el inicio de la sesión de buceo.
5. ORIENTACIÓN:
- 5.1 *Equipo de protección personal* – Cuando proceda a capturar peces venenosos vivos o a arponearlos, el buzo debe usar al menos **un guante a prueba de perforaciones** y **un traje isotérmico completo**. Algunos buceadores usan un guante a prueba de perforaciones en una mano y un guante ordinario de traje isotérmico en la otra, que emplean para manipular el arpón. El buzo acompañante que **lleva la bolsa** para depositar las captu-

ras debe usar dos guantes a prueba de perforaciones. El uso de un traje isotérmico reduce el riesgo, pero las espinas del pez pueden penetrarlo. Las bolsas de plástico grueso y transparente son preferibles a las opacas, porque los materiales sólidos son resistentes a las perforaciones y su transparencia permite que los buzos vean al pez (Figura 1), y porque pueden retener algo del olor del pescado. A veces se usan bolsas de saco, pero éstas no ofrecen las mismas ventajas que las de plástico grueso y transparente. En la sección Recursos que se encuentra más adelante figura una lista de lugares donde se puede adquirir material de protección.

5.2 *Métodos de captura* – La mayoría de los pinchazos ocurren cuando el buzo está distraído y no mira al animal al capturarlo o meterlo en la bolsa, cuando deja que ésta cuelgue cerca de su torso o sus piernas, o cuando no usa los guantes adecuados o trata de manipular el pescado agarrándolo por el cuerpo. El buzo debe vigilar constantemente la ubicación de la bolsa en relación consigo mismo y con los demás buceadores, la condición de la bolsa, las ejemplares que contiene y los peces que está persiguiendo (mantenerse consciente de la situación). La embarcación de apoyo debe contar con una cuerda lastrada en el que los buzos puedan enganchar la bolsa cerca del tope de modo que puedan completar el ascenso sin estorbos. Cuando los buzos operan sin la embarcación de apoyo cerca, deben enganchar la bolsa en una cuerda atada a una boya marcadora o bolsa flotante. Se puede añadir un poco de lastre a la bolsa, para asegurarse de que permanece en posición vertical y no deriva durante el ascenso, cuando la vejiga del pez se hincha y el animal pierde el control de su flotación. Al controlar bien la flotación de las capturas se reduce la probabilidad de recibir un pinchazo en el torso o en una pierna (Figura 2).

5.3 *Captura de ejemplares vivos* – Los salabardos (mangas de malla) pueden ser eficaces para capturar peces venenosos. La mayoría de las especies venenosas no parece temer a los buzos y no huye de los primeros intentos de atraparlos. Los salabardos de malla plástica transparente más tupida se han empleado con eficacia para atrapar a los peces pequeños, mientras que los de malla de mayor abertura se usan para ejemplares más grandes. Se han empleado los dos métodos siguientes:

5.3.1 – Para los peces pequeños, se usa habitualmente la estrategia de equipar a uno de los buceadores con dos salabardos (uno para acosar y el otro para atrapar) (Figura 3) mientras que el otro buzo mete a los peces en la bolsa. Una vez que el primer buzo atrapa a un pez en el salabardo, ambos deben desplazarse hacia un sitio más cómodo para transferirlo a la bolsa. El área recomendada es una que esté protegida de las corrientes intensas y tenga espacio para el equipo y las bolsas, sin perturbar el hábitat benthico en derredor. El buzo que lleva la bolsa la coloca en el fondo, la abre y extrae el aire que pueda quedar en su interior. El buzo que ha atrapado al pez debe colocar los salabardos en el fondo, aplastarlos para evitar que el pez se mueva, agarrar firmemente al ejemplar por la cabeza (evitando las espinas, como puede verse en las Figuras 4 y 5) por fuera del salabardo y luego volver el salabardo al revés para meter al pez en la bolsa. El buzo que sostiene

la bolsa cierra la entrada apretándola en torno al brazo de su compañero y éste puede así soltar al pez dentro de la bolsa. Entonces ya se puede cerrar y asegurar la bolsa. Para introducir más peces en la bolsa, hay que empujar hacia el fondo los que se capturaron primero y retenerlos ahí, antes de meter a los nuevos.

5.3.2. -Otro método que suele usarse es el siguiente: Una vez que el pez cae en el salabardo, se invierte su manga hacia el fondo, se agarra el copo (por la parte plástica dura que está encima de la malla) y con la otra mano se agarra el salabardo por la boca de modo que el pez quede atrapado entre ambas manos. El buzo con la bolsa de acopio la abre, manteniéndola en posición vertical, y entonces el recolector pone la boca de esa bolsa encima del salabardo que está en posición vertical y suelta la otra mano que está cerca del salabardo. Usa la mano que está más cerca del copo para empujar y mover al pez dentro de la bolsa. El pez tratará de nadar hacia el fondo. Es poco probable que pueda huir nadando hacia arriba.

5.4 *Captura con arpón* - Los buzos deben usar arpones con puntas paralizadoras para inmovilizar el pez que han herido (Figura 4). Una vez arponeado, debe extraerse el pez de la varilla agarrándolo por la cabeza, lejos de las espinas tóxicas (Figura 5). Coloque al animal en la bolsa de acopio, mediante el mismo procedimiento que si lo hubiera capturado con una red. Algunas bolsas de acopio deben equiparse con una trampilla, para poder extraer al pez del arpón cuando éste ya esté en el interior. Las bolsas que cuentan con ese dispositivo reducen el riesgo y el tiempo de manipulación. Algunos buzos apuntillan al pez tras sacarle el arpón, a fin de inmovilizarlo. Para apuntillarlo, presione con la punta del arpón (o un instrumento agudo, como un punzón) contra la cabeza, entre los ojos, hasta que el arma penetre en el cerebro.

5.5 *Otras precauciones* - Cada uno de los buzos y el coordinador de buceo deben evaluar la posibilidad de que haya depredadores en la zona, su presencia efectiva, la idoneidad del equipamiento, los métodos establecidos y la capacidad y experiencia de cada buceador. Cualquiera que sea el método escogido, los participantes han de estar acuerdo antes de empezar, ensayar los movimientos fuera del agua y recabar el consejo de otros buceadores más experimentados. Ningún buzo debe zambullirse si no se siente a gusto al ejecutar las tareas necesarias. El coordinador no debe autorizar el inicio de la operación de buceo si no se siente totalmente seguro de que ésta podrá realizarse sin riesgos innecesarios.

## 6. PRIMEROS AUXILIOS

6.1 *Señales y síntomas* - Las señales y los síntomas varían, desde una pequeña inflamación dolorosa hasta la taquicardia, hipertensión, hipotensión, convulsiones, dolor en el pecho, dolor abdominal, necrosis subdérmica en el punto de la picadura y parálisis temporal de las extremidades. Los síntomas varían en función de la gravedad del pinchazo. En los casos más habituales, el dolor, que puede ser muy intenso, suele atenuarse en

pocas horas. Los síntomas generales pueden ser fuertes. En los casos más agudos, la angustia causada por el dolor puede provocar un estado de delirio. El debilitamiento general subsiguiente puede afectar a los nervios craneanos, los músculos faciales, la visión, el habla y causar dificultades respiratorias. Si un buzo sufre una picadura, debe volver a la superficie inmediatamente, siguiendo el procedimiento habitual.

- 6.2 *Tratamiento*: Un buceador que ha recibido un pinchazo tóxico debe volver de inmediato a la superficie – en caso de seguir buceando corre el riesgo de que la reacción al veneno se desencadene mientras aún se encuentra bajo el agua.

Una vez que el buzo está fuera del agua, es preciso de inmediato aplicarle calor en la zona de la picadura, ya sea sumergiendo la zona afectada en agua caliente –no hirviendo- hasta una temperatura de 45°C (113°F) o usando una compresa de calor durante un plazo de 30 a 90 minutos o hasta que el dolor no regrese al cesar la aplicación del calor. Evite quemar a la víctima, que tal vez no sienta el calor por encima de los 49°C (120°F). El punto de la picadura deberá limpiarse con agua y jabón o enjuagarse con una solución salina esterilizada. En caso de que una o más espinas se hayan quebrado y sigan alojadas en la piel, deberán extraerse con cuidado. Un pequeño sangramiento puede ayudar a evacuar parte del veneno, pero si ocurre una hemorragia abundante (lo que es muy poco frecuente en estos casos) es preciso cortarla de inmediato. Una vez concluida la terapia mediante el calor, debe inmovilizarse la extremidad y mantenerla en alto.

Si la víctima muestra síntomas de reacción alérgica, se le pueden administrar medicamentos simples que contengan antihistamínicos, siempre que no padezca alergia a esas sustancias y no dé señales de náusea ni de hallarse en estado de conmoción. Si se dispone a bordo de una inyección de epinefrina (epi-pen) y una persona competente en el uso de ese medicamento recomienda su aplicación, una inyección de esa sustancia puede beneficiar al herido que presente un cuadro de reacción alérgica grave.

Observe a la víctima para detectar cualquier señal de conmoción. Si su respiración se debilita, se agita o se vuelve dificultosa, o si el pulso decae o se acelera, ponga en práctica de inmediato el plan de ayuda de emergencia para buceadores (Dive Emergency Assistance Plan o DEAP), adminístrele oxígeno al 100% y dispóngase a transportar a la víctima a un centro donde pueda recibir atención médica avanzada.

## 7. INFORMACIÓN ADICIONAL

- 7.1 En algunos lugares donde las especies venenosas y los seres humanos coinciden con frecuencia, quizá pueda disponerse de antídotos. Muchas toxinas proteínicas, entre otras las del pez león del Indopacífico, pierden su potencia tras la aplicación de hielo o de calor. Pero, cuando se limpia el pescado deben adoptarse determinadas precauciones para evitar los

pinchazos, ya que pueden estar presentes otras toxinas, así como sustancias alergénicas o patógenas.

7.2 En todos los casos, las picaduras venenosas exigen que el herido suspenda toda actividad de buceo hasta que el facultativo que lo atiende decida que la situación de emergencia ha pasado y que el paciente está en condiciones de reanudar su labor submarina.

DOCUMENTOS:

[http://www.REEF.org/catalog/83/field\\_supplies](http://www.REEF.org/catalog/83/field_supplies)

<http://www.jblspearguns.com/polespears.php?id=Polespears>

<http://www.hexarmor.com/technology/>

<http://traveloasis.com/glaccleardry.html>

<http://www.westmarine.com/1/3/west-marine-dry-bags>

(La mención de marcas o productos comerciales no constituye un aval del gobierno de los Estados Unidos)



Figura 1: Bolsa de acopio.



Figura 2. Buen control de la flotación.



Figura 3. Uso de dos redes de captura.



Figura 4. Arpón u honda hawaiana con punta paralizadora.



Figura 5. Un pescador le saca el arpón a un pez león.

### **Anexo 3. Ejemplo de una declaración de exención de responsabilidad usada por la Reef Environmental Education Foundation en torneos de pesca del pez león y otros eventos de extracción.**

Declaración de conocimiento de la biología y el carácter venenoso del pez león y de aceptación de los riesgos conexos.

#### *Consideraciones generales*

Los peces león (*Pterois volitans* y *P. miles*) son miembros de la familia de los escorpénidos oriundos del Indopacífico. Estos animales también se encuentran ahora en las aguas del Atlántico occidental, desde Rhode Island hasta Bahamas, el Caribe y el Golfo de México. El pez león es un depredador que puede alcanzar un tamaño incluso mayor de 470 mm y se reproduce todo el año en la parte sur de su área de distribución en el Atlántico. Esta especie está dotada de espinas venenosas y puede representar un peligro tanto para el medio ambiente como para la salud humana. En toda la región se elaboran y realizan actualmente importantes estudios, campañas de educación y divulgación, y medidas de control del pez león.

#### *Necesidad de obtener ejemplares*

Con el fin de prever la difusión y repercusión de esta especie invasora, se necesitan datos que permitan determinar sus poblaciones y su distribución, edad y crecimiento, reproducción, actividad depredadora, dispersión de las larvas, reclutamiento, mortalidad, genética y los cambios causados a las comunidades de peces autóctonos. Para obtener esa información es preciso extraer numerosos ejemplares y darles la conservación adecuada. Hay poco apoyo financiero y escasas operaciones sobre el terreno para acopiar el número de ejemplares que se necesita a fin de elaborar análisis estadísticos bien fundados. REEF colabora con investigadores del gobierno estatal, federal y las universidades estadounidenses, así como con diversos países del Caribe, para obtener las muestras necesarias y educar a la población y a los principales funcionarios gubernamentales acerca de los problemas que plantea el pez león. Como parte de este empeño, colaboramos también con la comunidad de buceadores, a fin de acopiar muestras y datos procedentes de los lugares donde suelen practicar su actividad.

#### *Toxicología*

Las espinas del pez león, como las de muchos otros escorpénidos, contienen veneno. Las espinas de la región dorsal, ventral y anal contienen tejidos venenosos a todo lo largo de la espina. Una vaina o tegumento recubre la espina y el tejido glandular que, cuando queda expuesto en el momento del pinchazo, libera veneno en la herida. La gravedad y las reacciones a las picaduras pueden variar, pero los pinchazos del pez león rara vez son mortales. Entre las reacciones al veneno suelen contarse el dolor y la inflamación localizados y de moderados a intensos, que normalmente se calman en unas horas y tras los primeros auxilios. Las reacciones más graves o complicadas suelen producirse como resultado de reacciones alérgicas o pinchazos más fuertes. El calor y el paso del tiempo reducen el efecto del veneno. Al igual que ocurre con cualquier herida, es importante limpiar y esterilizar la zona de la lesión para evitar la infección. En caso de picadura, acuda al médico de inmediato.

*Participación*

Aunque la probabilidad de entrar en contacto con el pez león, lo mismo en el agua que a bordo de la embarcación, es muy pequeña para quienes desean evitarlo, existe no obstante la posibilidad de sufrir una picadura. A ningún participante que quiera evitar las labores de extracción, disección o cualquier otro contacto físico con el pez león se le pedirá que manipule o tenga ningún contacto físico con este animal. Todo contacto con el pez león, ya sea directo o de otro tipo, es de carácter voluntario, al igual que la participación en este proyecto, con plena conciencia de la índole venenosa de la especie.

Comprendo los riesgos antes mencionados y, a pesar de ellos, estoy dispuesto a participar en este proyecto.

Nombre del participante (en letra de molde):

\_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Firma y fecha del tutor legal, si el participante es menor de 18 años.

Nombre del tutor legal (en letra de molde): \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

**Anexo 4. Hoja de datos de la muestra de peces león.**

Esta hoja de recogida de datos de la muestra puede modificarse para cada tipo de recolector o evento.

<b>Información del investigador</b> (Ud. decide si quiere aportar información personal que será sólo para nuestro conocimiento. No será distribuida. Esto nos ayuda a dar premios e incentivos a los recolectores.) Nombre: _____ Dirección: _____ Teléfono y correo electrónico: _____ Seleccione el que le corresponda: Submarinista recreativo <input type="checkbox"/> Pescador deportivo <input type="checkbox"/> Submarinista profesional <input type="checkbox"/> Pescador comercial <input type="checkbox"/> Investigador <input type="checkbox"/> Otro: _____ (describalo)		<b>Información del sitio</b> (complete lo más que pueda.) Nombre del sitio: _____ Latitud (N): _____ Longitud (O): _____ Equipo usado y esfuerzo de pesca (seleccione 1) SCUBA y salabardo SCUBA y arpón Enorquel y salabardo Enorquel y arpón buzo / _____ (No. de buzos / tiempo (horas) de cada buzo) Cordel y anzuelo / _____ (No. de pescadores/tiempo en horas) Red de encierro / _____ (tamaño/ no. de arrastres) Nizas / _____ (tipo/no. total/horas de calado) Red de arrastre / _____ (tamaño/tiempo en minutos) Salabardo- instrumento de pesca formado por una manga o saco de red colocado en un aro y dotado de mango que se usa para sacar la pesca de las redes grandes y capturar animales pequeños o poco móviles.		<b>Fecha:</b> _____ (día/mes/año) Agua _____ Temp. (°C) _____ Prof. (m) _____ País, Estado o isla más cercana: _____ Hábitat (escoja 1) Arrecife artificial o pecio Lodo Manglar Playa Arrecife coralino Arrecife de parche Cuevas Rocas Fondo duro Arena Roca o arrecife vivo Pasto marino Construcción/pilotes/puente Desconocido	
--	--	--	--	--	--

Aporte toda la información posible sobre cada ejemplar. Use el reverso de la hoja u otros folios adicionales para reflejar los datos de este conjunto de ejemplares.

Identificación del pez (ejemplo abajo)	Medidas del pez			Tejido u órgano recolectado (marque los que correspondan)			Sexo (M, F, Ovd)	Grasa mesenterial (ml)	Notas
	Peso (g)	Largo total (mm)	Largo estándar (mm)	Aleta	Branquia	Músculo			
FL-3-20	52	171	130	x	x	x	x	3	Estómago vacío

Para recibir un fichero electrónico de este formulario, comuníquese con James.Morris@noaa.gov. Favor de escribir en el Asunto del mensaje: "Word file of the Spanish version of datasheet of El pez león invasor....Anexo 4."

## Anexo 5. Cuestionario sobre el tratamiento de la picadura del pez león



## Proyecto Nacional de Respuesta al Pez León de Bahamas

<b>CUESTIONARIO SOBRE EL TRATAMIENTO DE LA PICADURA DEL PEZ LEÓN</b>
--

**INFORMACIÓN SOBRE LA ATENCIÓN SANITARIA**

1. Ocupación del profesional sanitario:
  - a) Médico
  - b) Enfermero
  - c) Otro (sírvese explicarlo)
  
2. Tipo de instalación asistencial
  - a) Hospital público
  - b) Hospital privado
  - c) Clínica comunitaria gubernamental
  - d) Consulta privada
  
3. Nombre de la instalación sanitaria: \_\_\_\_\_
  
4. Dirección de la instalación sanitaria: \_\_\_\_\_

**DATOS DEL PACIENTE**

5. Fecha de la visita a la instalación sanitaria (día/mes/año): \_\_\_\_\_
  
6. Sexo: Masculino    Femenino
  
7. Edad:            <5 años    5-11 años    12-25 años    26-35 años  
                          36-45 años    46-55 años    >56 años
  
8. Datos principales de su historia clínica:
 

<input type="checkbox"/> Diabetes	Si	No
<input type="checkbox"/> Presión arterial elevada	Si	No
<input type="checkbox"/> Colesterol alto	Si	No
<input type="checkbox"/> Anemia	Si	No
<input type="checkbox"/> Presión arterial baja	Si	No
<input type="checkbox"/> Otros (sírvese explicarlos)		
  
9. ¿El paciente ha sufrido alguna otra picadura tóxica de pez león con anterioridad a este incidente?    Sí            No

10. ¿En qué fecha recibió el paciente la última vacuna antitetánica?
- Nunca ha sido vacunado
  - En los últimos 5 años
  - En los últimos 10 años
  - Hace más de 10 años
  - No sabe

**INFORME DEL INCIDENTE**

11. Fecha de la picadura causada por el pez león (día/mes/año): \_\_\_\_\_
12. Actividad que realizaba el paciente en el momento de la picadura:
- Natación
  - Pesca
  - Buceo con SCUBA
  - Otra (sírvase explicarla) \_\_\_\_\_
13. Tiempo transcurrido entre la picadura y el momento en que el paciente decidió solicitar atención médica (Marque una opción):
- a) < 1 hora    b) Algunas horas    c) Varios días    d) Varias semanas
14. Tiempo transcurrido entre la picadura y el momento en que el paciente recibió asistencia sanitaria:
- a) Varias horas    b) Varios días    c) Varias semanas
15. En el momento del incidente, ¿conocía el paciente los primeros auxilios que deben aplicarse en caso de picadura de pez león?    Sí    No
16. ¿Recibió el paciente los primeros auxilios antes de buscar atención médica?    Sí    No
17. En caso de respuesta afirmativa a la pregunta 16, ¿qué auxilios se le administraron? (Marque las respuestas pertinentes):
- Sumergir la herida en agua caliente
  - Administrar analgésicos de venta libre
  - Lavar la herida con agua y jabón
  - Desinfectar la herida con alcohol o agua oxigenada
  - Enjuagar la herida con una solución salina
  - Otra (sírvase explicarlo) \_\_\_\_\_
18. Síntomas aparecidos en los 30 minutos siguientes a la picadura (Marque los que corresponda): Dolor, ¿Cómo evaluaría el dolor, en una escala de 1 a 10? (El 1 representa un dolor leve mientras que el 10 corresponde a un dolor intenso):
- 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
- Sangramiento en la zona de la picadura  
 Inflamación en la zona de la picadura  
 Entumecimiento o comezón en la zona de la picadura  
 Dolor de cabeza  
 Náuseas  
 Escalofríos o temblores  
 Otros (sírvase explicarlos) \_\_\_\_\_
19. ¿Qué indujo al paciente a buscar atención médica?
- Dolor intenso y duradero
  - Entumecimiento en la zona de la picadura o en su entorno
  - Inflamación persistente en la zona de la picadura o en su entorno
  - Otros (sírvase explicar)

**Anexo 6. La respuesta de Bahamas****RESPUESTA DE BAHAMAS A LA INVASIÓN DEL PEZ LEÓN**

Departamento de Recursos Marinos  
Nassau, Bahamas  
31 de mayo de 2011

**Introducción**

Bahamas y resto del Gran Caribe se han visto confrontados al reto de luchar contra el pez león del Indopacífico (*Pterois volitans*). Por diversas razones, el pez león ha llegado a ser una importante causa de preocupación:

- i) Porque es una amenaza para la salud de los seres humanos;
- ii) Por su capacidad de superar en la competencia a las especies autóctonas, gracias a su forma de depredación mediante emboscadas
- iii) Porque se alimenta de una amplia gama de especies, entre ellas algunas que tienen importancia comercial; y
- iv) Porque tiene, hasta donde se sabe, pocos depredadores en la región.

En 2009, el Departamento de Recursos Marinos, en colaboración con el College of The Bahamas Marine and Environmental Studies Institute (COB-MESI), emprendió la elaboración de un plan de respuesta a largo plazo, denominado en inglés National Lionfish Response Plan (NLRP). Este plan se estableció en respuesta a la amenaza cada vez mayor que representaba la invasión de esta especie en las aguas de Bahamas.

El NLRP debe en parte su existencia a los mandatos contenidos en la estrategia nacional para contrarrestar a las especies invasoras en el archipiélago (National Invasive Species Strategy o NISS, por sus siglas en inglés). La NISS es fundamental en este debate porque en esa estrategia se estableció un marco de referencia para las enmiendas que se propondrían luego a las regulaciones pesqueras. Con posterioridad a la redacción de la NISS y el NLRP que se formuló después, el Departamento de Recursos Marinos propuso diversas recomendaciones con el fin de enmendar varias normas que figuraban en el Capítulo 244 del Reglamento de Recursos Pesqueros (Conservación y Jurisdicción).

**La Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras**

La Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras (NISS) se promulgó en 2003 con miras a evaluar los *mecanismos existentes* entonces en Bahamas para abordar el problema de las especies invasoras. En la NISS se ofrece una panorámica de dichas especies invasoras, se definen los mecanismos para su manejo y control, y se formulan recomendaciones para la acción. Especial interés en este debate revisten las **recomendaciones 5, 7 y 8**. Con ellas se sentaron las bases para la creación del NLRP que se elaboraría seis años más tarde.

**Recomendación 5**

*La legislación vigente para el manejo y control de las especies invasoras debe aplicarse y, en los aspectos en que resulte deficiente, enmendarse. Asimismo será necesario redactar y enmendar nuevas leyes que regulen de manera específica el manejo y control de las especies exóticas invasoras.*

*Recomendación 7*

*Deberían establecerse listados de especies cuyo control y erradicación tendría carácter prioritario. Sin embargo, estas listas no abarcarían a todas las especies invasoras conocidas en Bahamas.... **las especies de las listas de control y erradicación se revisaría periódicamente, lo que resultaría en..... la adición de nuevas especies.***

*Recomendación 8*

El gobierno acepta y pone en marcha su Política sobre las Especies Invasoras.

La NISS contiene también un documento preliminar de medidas nacionales para hacer frente a las especies invasoras, denominado *Draft National Invasive Species Policy* que el gobierno de Bahamas debía aprobar. En este documento se relacionaban diversas actividades específicas que el gobierno debía ejecutar. Algunas de esas acciones reflejaban el espíritu de las recomendaciones 5, 7 y 8, a saber:

- i) Promulgar leyes orientadas a evitar la introducción de especies invasoras, a controlarlas y erradicarlas, ya que dichas especies amenazan a los ecosistemas, los hábitats, las especies endémicas y la salud y el bienestar de los seres humanos en Bahamas, en cumplimiento de lo dispuesto en el Convenio sobre Diversidad Biológica;
- ii) Elaborar una Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras para Bahamas, que contenga una lista y establezca un orden de prioridad según la repercusión de las especies invasoras presentes en Bahamas;
- iii) Preparar planes estratégicos de gestión para cada especie a la que la NISS asigne alta prioridad;
- iv) Realizar y fomentar investigaciones con miras a determinar las prácticas idóneas de manejo y control de cada especie, comprendidos las plantas, los animales y los microorganismos, mediante la aplicación de métodos químicos, físicos y biológicos respetuosos del medio ambiente;
- v) Ordenar la cooperación entre los ministerios, departamentos y otras entidades gubernamentales, las organizaciones no gubernamentales y el sector privado, según proceda, a fin de aplicar estas medidas y poner en marcha la estrategia.

Además, en la NISS se describen los códigos de conducta que el gobierno debe observar. En particular, se le pide al gobierno que *aplique en todos los niveles la legislación existente relativa a las especies invasoras y que ponga en vigor nuevas leyes en los ámbitos donde la legislación actual sea deficiente*. Este mandato allanó el camino para la elaboración del NLRP y las enmiendas al Capítulo 244 del Reglamento de los Recursos Pesqueros (Conservación y Jurisdicción).

Pero cuando se redactó la NISS, el pez león no quedó definido como una especie invasora cuya erradicación o control fuera recomendable y esta omisión tiene su explicación. El primer avistamiento de esta especie en aguas de Bahamas no se registró hasta 2004. En la actualidad, la NISS está en proceso de actualización a fin de incorporar el manejo del pez león en el marco del plan para atenuar la amenaza de las especies invasoras en el Caribe, denominado en inglés *Mitigating the Threats of Invasive Alien Species in the Insular Caribbean (MTIASIC) Project*.

### El Plan Nacional de Respuesta al Pez León

El Plan Nacional de Respuesta al Pez León (NLRP) se concibió como un plan de manejo estratégico. Se decidió que el NLRP funcionaría para preservar la especificidad y diversidad de las comunidades marinas de Bahamas, proteger las pesquerías de importancia comercial y salvaguardar la salud pública, mediante el control y la reducción del crecimiento y la propagación de las poblaciones de pez león.

Los principales objetivos del NLRP son: fomentar la investigación, crear iniciativas de educación y divulgación, definir fuentes de financiación y otros recursos, y *elaborar políticas y normativas apropiadas mediante esfuerzos conjuntos entre los asociados locales y regionales, en los sectores público y privado*. Estos objetivos están en consonancia con las recomendaciones formuladas en la NISS. En su conjunto, estas metas contribuyen a garantizar la aplicación de un plan eficaz de manejo del pez león.

En el marco del plan de respuesta, se definieron varios objetivos y estrategias de gestión. Esos objetivos se escogieron con el propósito de atenuar las amenazas que entrañaba la invasión del pez león y figuran en el NLRP según la prioridad que se les asignó: alta, intermedia y baja.

#### **Alta prioridad** (acción inmediata – aplicación en menos de dos años)

- i) Enmendar las regulaciones pesqueras vigentes;
  - A. Autorizar la pesca con arpón del pez león dentro del límite de 1 milla (New Providence) y 200 yardas (Family Islands).
  - B. Autorizar un número ilimitado de ejemplares capturados por persona a bordo a quienes dispongan de un permiso para cazar con arpón al pez león.
  - C. Autorizar el uso de SCUBA, arpón y salabardos para extraer el pez león durante los torneos de pesca autorizados.
- ii) Fomentar la captura y la venta del pez león con fines de consumo, en tanto que recurso de pesca comercial.
- iii) Ampliar y mejorar la red de parques nacionales y reservas marinas.

#### **Prioridad intermedia** (aplicación dentro de 3 a 5 años)

- i) Exigir que se eliminen los desechos marinos y las estructuras artificiales de las zonas próximas a la costa.
- ii) Mejorar la gestión de la zona costera.

#### **Baja prioridad** (aplicación dentro de 6 a 10 años)

- i) Prohibir la tenencia de peces león en peceras y limitar la posesión o el transporte de ejemplares vivos.

Las estrategias de manejo propuestas para enmendar las regulaciones pesqueras son coherentes con el código de conducta del gobierno de Bahamas y las recomendaciones de la NISS.

A pesar del sólido apoyo brindado a la aprobación y ejecución del plan de respuesta, el NLRP no se ha aplicado del todo. Todavía no se ha terminado el cálculo de los costos probables que entrañaría su aplicación. Además de la labor que el Departamento

mento de Recursos Marinos lleva a cabo con miras a su aplicación, las organizaciones participantes contribuyen también a la consecución de los objetivos de gestión contenidos en el plan. El proyecto MTIASIC también trata de ayudar a fomentar la aplicación del NLRP y a formalizar el plan una vez que se hayan realizado los experimentos para el control de esta especie.

### **Propuestas para enmendar el Reglamento de Recursos Pesqueros (Conservación y Jurisdicción)**

En respuesta a las recomendaciones del NLRP y los mandatos de la NISS, el Departamento de Recursos Marinos propuso que se enmendaran varias regulaciones del Reglamento de Recursos Pesqueros (Conservación y Jurisdicción). Los puntos principales de las enmiendas propuestas se relacionan a continuación:

- i) Autorizar al ministro para que permita el uso de “aparatos prohibidos” para pescar bajo condiciones especiales. Entre esos dispositivos figuran el SCUBA, los compresores de aire y los instrumentos de aeración conexos.
- ii) Permitir la pesca del pez león en zonas en las que habitualmente está prohibido pescar con arpón, como en áreas próximas a las costas y dentro de los puertos.
- iii) Autorizar el uso de las redes de malla fina para pescar al pez león.
- iv) Autorizar la celebración de torneos de caza submarina para pescar al pez león.
- v) Permitir a los visitantes dotados de un permiso de pesca deportiva que capturen al pez león y puedan sacar del país un número ilimitado de ejemplares.

### **Conclusión**

La respuesta de Bahamas al pez león abarca la creación de una Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras, un Plan Nacional de Respuesta al Pez León y las enmiendas propuestas al Reglamento de Recursos Pesqueros (Conservación y Jurisdicción).

Bahamas ha realizado algunos progresos en su esfuerzo por hacer frente a la invasión del pez león y el problema de las especies invasoras en general. Se ha logrado un adelanto considerable en el aumento de capacidades y el fortalecimiento de las relaciones entre los asociados que participan en este empeño. En un esfuerzo por seguir avanzando, la respuesta se centrará en ámbitos como la educación, la sensibilización de la población y la divulgación.

Pese a los buenos resultados que ha obtenido, Bahamas todavía afronta problemas administrativos y jurídicos que le impiden responder cabalmente a la amenaza que plantea el pez león.

**Anexo 7. Disposiciones especiales para el pez león en Puerto Rico<sup>1</sup>**

Reglamento de pesca 7949

Noviembre de 2010

**ARTÍCULO 22 – DISPOSICIONES ESPECIALES PARA EL PEZ LEÓN**

- 22.1** En el caso de cualquiera de las especies del pez león (*Pterois volitans*, *Pterois miles*) se permite:
- Su exportación sin límite de organismos.
  - El uso de juveniles del pez león como carnada.
  - Su pesca en zonas de manglar, laguna, muelles, estuarios o canales de agua interconectando cuerpos de agua dulce con un cuerpo de agua salada.
  - Su pesca se podrá realizar a cualquier hora del día o de la noche.
  - Su captura sin necesidad de cumplir con los requisitos de un Permiso de Control de Especie Dañina, según descritos en Artículo 19.2 de este Reglamento (no es necesario un memorial explicativo, entrega de resumé, limitación de zona ni permisos de propósitos científicos y educativos).
  - Su captura en Reservas Naturales, Reservas Marinas, Áreas de Planificación Especial o áreas cerradas a la pesca (“no take zones”), solamente mediante una autorización escrita del Secretario para voluntarios titulada “Autorización Especial para Voluntarios de Captura de Pez León”.
  - Utilizar artes de pesca como arpón, figa, “hawaiian sling” u objeto punzante o redes de mano de peces ornamentales u otras redes aprobadas por el Departamento para captura del pez león, en combinación con equipo “Scuba” o “Hooka”, solamente mediante una autorización escrita del Secretario titulada “Autorización Especial para Voluntarios de Captura de Pez León”.
- 22.2** En el caso de poseer la “Autorización Especial para Voluntarios de Captura de Pez León” y utilizar “Scuba” o “Hooka” en combinación con arpón, figa, “hawaiian sling” u objeto punzante, su captura exclusiva durante ese día será pez león.
- 22.3** En el caso de poseer la “Autorización Especial para Voluntarios de Captura de Pez León” y utilizarla para pescar en Reservas Naturales, Reservas Marinas, Áreas de Planificación Especial o áreas cerradas a la pesca (“no take zones”), su captura exclusiva durante ese día será pez león.
- 22.4** Las actividades de pesca o captura de pez león en Reservas Naturales, Reservas Marinas, Áreas de Planificación Especial o áreas cerradas a la pesca (“no take zones”), facultadas por la “Autorización Especial para Voluntarios de Captura de Pez León”, tendrán que ser notificadas al Departamento por los métodos de notificación establecidos en la autorización del Secretario. Las labores podrán ser supervisadas por personal del Departamento, de entenderse necesario.

El Secretario podrá regular la actividad de captura por voluntarios mediante Orden Administrativa.

<sup>1</sup>Nota de los traductores: Se reproduce el documento original en español. No es traducción de la versión inglesa.

**Anexo 8. Permisos para hacer frente al pez león en las Islas Caimán****DEPARTAMENTO DE MEDIO AMBIENTE DE LAS ISLAS CAIMÁN  
PERMISO PARA HACER FRENTE AL PEZ LEÓN  
TÉRMINOS Y CONDICIONES**

Según lo dispuesto en la PARTE VI, Sección 27.(2) de la Ley de Conservación del Medio Marino (revisada en 2003), para la emisión de un permiso especial a los participantes en el Programa de Erradicación del Pez León que lleva a cabo el Departamento de Medio Ambiente, la Junta de Conservación Marina ha añadido las siguientes condiciones que deben observarse:

- 1) Únicamente el pez león rojo (*Pterois volitans*) podrá capturarse en el uso de dicho permiso.
- 2) El titular del permiso queda exento de las siguientes prohibiciones establecidas por la ley en relación con la extracción de organismos marinos:
  - a. Restricción sobre la extracción de organismos marinos con SCUBA.
  - b. Restricción sobre el uso de guantes mientras se emplea SCUBA.
  - c. Restricción sobre la extracción de organismos marinos en los Parques Marinos y las Zonas de Reposición.
  - d. Restricción sobre la captura de peces de longitud inferior a 20cm de largo horquilla.
- 3) Se mantiene la prohibición de las actividades siguientes:
  - a. Penetrar en las aguas de la Zona Ambiental de Gran Caimán,
  - b. Bucear con SCUBA en las Zonas Prohibidas al Buceo,
  - c. Usar dispositivos de arponear
  - d. Emplear sustancias nocivas.
- 4) El titular del permiso debe notificar todas las capturas de pez león y aportar detalles tales como el nombre del buceador, la fecha, la hora, el lugar, el número de peces león y los tamaños aproximados y, si procede, la agencia de buceo. En lo tocante a los tamaños, S significa menos de 15cm, M significa entre 15 y 30cm y L, más de 30cm. A continuación figura un ejemplo:

Juan Pérez, 1 de enero de 2011, 9:00 am, Trinity Caves, 15 peces león, 2S, 8M, 5L.

- 5) Todos los avistamientos de peces león deben notificarse.
- 6) SÍRVASE MANTENER EL PERMISO PLASTIFICADO A MANO CUANDO ESTÉ PESCANDO EL PEZ LEÓN. Puede conservarlo a bordo de la embarcación o en su automóvil, en caso de que esté buceando desde la costa.
- 7) El incumplimiento de estas condiciones dará lugar a la revocación inmediata del permiso y puede dar lugar a un procesamiento legal.

**DEPARTAMENTO DE MEDIO AMBIENTE DE LAS ISLAS CAIMÁN (DOE)  
PERMISO PARA HACER FRENTE AL PEZ LEÓN (CON ARPÓN)**

**TÉRMINOS Y CONDICIONES PARA LAS AGENCIAS DE BUCEO**

Según lo dispuesto en la PARTE VI, Sección 27.(2) de la Ley de Conservación del Medio Marino (revisada en 2003), en lo tocante a la emisión de un permiso especial a los participantes en el Programa de Erradicación del Pez León que lleva a cabo el Departamento de Medio Ambiente, la Junta de Conservación Marina ha añadido las siguientes condiciones que deben observarse:

1. Únicamente el pez león rojo (*Pterois volitans*) podrá capturarse en el uso de dicho permiso.
2. El titular del permiso queda exento de las siguientes prohibiciones establecidas por la ley en relación con la extracción de organismos marinos:
  - A) Restricción sobre la extracción de organismos marinos mediante el uso de SCUBA.
  - B) Restricción sobre el uso de guantes mientras se emplea SCUBA.
  - C) Restricción sobre la extracción de organismos marinos en los Parques Marinos y las Zonas de Reposición.
  - D) Restricción sobre la captura de peces de longitud inferior a 20cm de largo horquilla.
  - E) El uso de un dispositivo de arponear siempre y cuando se observen las siguientes condiciones:
    - a. Únicamente los arpones homologados por el DoE pueden usarse con este permiso.
    - b. Únicamente los cazadores de pez león empleados actualmente por el titular del permiso podrán usar los arpones homologados.
    - c. Cada arpón llevará un distintivo y será concedido a una agencia, pero seguirá siendo propiedad del DoE.
    - d. El titular del permiso no podrá prestar, regalar ni vender su arpón a otra persona.
    - e. El permiso debe acompañar al arpón en todo momento.
    - f. Cada agencia facilitará al DoE una lista completa de todos sus empleados para que se les autorice a usar el arpón.
    - g. Los arpones deben conservarse en lugar seguro en el sitio donde se utilicen.
    - h. Las agencias deben notificar INMEDIATAMENTE al DoE si los empleados autorizados pierden algún arpón o rompen los distintivos.
    - i. El DoE no se responsabiliza de ninguna lesión que pueda resultar del uso de esos arpones.
3. Se mantiene la prohibición de las actividades siguientes:
  - A) Penetrar en las aguas de la Zona Ambiental de Gran Caimán,
  - B) Bucear con SCUBA en las Zonas Prohibidas al Buceo,
  - C) Emplear sustancias nocivas.
4. El titular del permiso debe notificar todas las capturas de pez león y aportar detalles tales como el nombre del buceador, la fecha, la hora, el lugar, el número de peces león y los tamaños aproximados y, si procede, la agencia de buceo. En lo tocante a los tamaños, S significa menos de 15cm, M significa entre 15 y 30cm y L, más de 30cm. A continuación figura un ejemplo:

Juan Pérez, 1 de enero de 2011, 9:00 am, Trinity Caves, 15 peces león, 2S, 8M, 5L.
5. SÍRVASE MANTENER EL PERMISO PLASTIFICADO A MANO CUANDO ESTÉ PESCAN-DO EL PEZ LEÓN. Puede conservarlo a bordo de la embarcación o en su automóvil, en caso de que esté buceando desde la costa.
6. El incumplimiento de estas condiciones dará lugar a la revocación inmediata del permiso y puede dar lugar a un procesamiento legal.
7. La Junta de Conservación Marina se reserva el derecho de revocar a discreción cualquier permiso.

**DEPARTAMENTO DE MEDIO AMBIENTE DE LAS ISLAS CAIMÁN (DOE)  
PERMISO PARA HACER FRENTE AL PEZ LEÓN (CON ARPÓN)**

**TÉRMINOS Y CONDICIONES PARA LOS RESIDENTES**

Según lo dispuesto en la PARTE VI, Sección 27.(2) de la Ley de Conservación del Medio Marino (revisada en 2003), en lo tocante a la emisión de un permiso especial a los participantes en el Programa de Erradicación del Pez León que lleva a cabo el Departamento de Medio Ambiente, la Junta de Conservación Marina ha añadido las siguientes condiciones que deben observarse:

1. Únicamente el pez león rojo (*Pterois volitans*) podrá capturarse en el uso de dicho permiso.
2. El titular del permiso queda exento de las siguientes prohibiciones establecidas por la ley en relación con la extracción de organismos marinos:
  - A) Restricción sobre la extracción de organismos marinos mediante el uso de SCUBA.
  - B) Restricción sobre el uso de guantes mientras se emplea SCUBA.
  - C) Restricción sobre la extracción de organismos marinos en los Parques Marinos y las Zonas de Reposición.
  - D) Restricción sobre la captura de peces de longitud inferior a 20cm de largo horquilla.
  - E) El uso de un arpón submarino siempre y cuando se observen las siguientes condiciones:
    - a. Únicamente los arpones homologados por el DoE pueden usarse con este permiso.
    - b. Únicamente los cazadores de pez león empleados actualmente por el titular del permiso podrán usar los arpones homologados.
    - c. Cada arpón llevará un distintivo y será concedido a una agencia, pero seguirá siendo propiedad del DoE.
    - d. El titular del permiso no podrá prestar, regalar ni vender su arpón a otra persona.
    - e. El permiso debe acompañar al arpón en todo momento.
    - f. Los arpones deben conservarse en lugar seguro en el sitio donde se utilicen.
    - g. Los casos de pérdida del arpón o rotura del distintivo deben notificar INMEDIATAMENTE al DoE.
    - h. El DoE no se responsabiliza de ninguna lesión que pueda resultar del uso de esos arpones.
3. Se mantiene la prohibición de las actividades siguientes:
  - A) Penetrar en las aguas de la Zona Ambiental de Gran Caimán,
  - B) Bucear con SCUBA en las zonas donde está prohibido el buceo,
  - C) Emplear sustancias nocivas.
4. El titular del permiso debe notificar todas las capturas de pez león y aportar detalles tales como el nombre del buceador, la fecha, la hora, el lugar, el número de peces león y los tamaños aproximados y, si procede, la agencia de buceo. En lo tocante a los tamaños, S significa menos de 15cm, M significa entre 15 y 30cm y L, más de 13cm. A continuación figura un ejemplo:  
Juan Pérez, 1 de enero de 2011, 9:00 am, Trinity Caves, 15 peces león, 2S, 8M, 5L.
5. SÍRVASE MANTENER EL PERMISO PLASTIFICADO A MANO CUANDO ESTÉ PESCANDO EL PEZ LEÓN. Puede conservarlo a bordo de la embarcación o en su automóvil, en caso de que esté buceando a desde la costa.
6. El incumplimiento de estas condiciones dará lugar a la revocación inmediata del permiso y puede dar lugar a un procesamiento legal.
7. La Junta de Conservación Marina se reserva el derecho de revocar a discreción cualquier permiso.

### Anexo 9. Exención de responsabilidades para los buzos que capturan al pez león en Cozumel (México)

#### Exención de responsabilidades para los buzos que capturan al pez león en Cozumel (México)

##### Buceo con SCUBA. Exención de Responsabilidades y Riesgos Asumidos<sup>[1]</sup>

Favor de leer cuidadosamente y llenar los espacios en blanco, antes de firmar.

Yo \_\_\_\_\_, por la presente afirmo que soy buzo certificado y comprendo los peligros inherentes al buceo con SCUBA (equipo autónomo para respiración bajo el agua). Entiendo además, que estos peligros incluyen, pero no están limitados a. daños por expansión pulmonar, ahogamiento, enfermedad de descompresión y otros daños que puedan ocurrir en el mar. Al firmar esta exoneración de responsabilidades, certifico que fui advertido y cabalmente informado y por lo tanto expresamente asumo estos y otros riesgos inherentes durante mi permanencia como voluntario en programa de control y captura del pez león promovido por el Parque Nacional Arrecifes de Cozumel (CONANP).

Entiendo y estoy de acuerdo en que ningún miembro del personal del Parque Nacional Arrecifes de Cozumel, ninguno de sus empleados, funcionarios, agentes o cesionarios respectivos en lo sucesivo llamadas ("partes exoneradas") puedan considerarse obligadas o responsables de forma alguna por cualquier lesión, muerte u otros daños que sufra yo o mi familia, herederos o cesionarios que pudieran ocurrir como resultado de mi participación en los buceos con SCUBA.

Además asevero que tengo edad legal y estoy capacitado por ley para firmar esta exoneración de responsabilidades, o que he obtenido consentimiento por escrito de mi padre o tutor.

YO \_\_\_\_\_ MEDIANTE ESTE INSTRUMENTO EXIMO Y EXONERO A TODOS LOS ANTES CITADOS, ENTIDADES Y/O INDIVIDUOS, DE TODA RESPONSABILIDAD POR LESIONES PERSONALES, DAÑOS A LA PROPIEDAD O MUERTE POR NEGLIGENCIA CAUSADOS DE CUALQUIER MODO EXCLUYENDO PERO NO LIMITADA A LA NEGLIGENCIA DE LAS PARTES EXONERADAS, YA SEA PASIVA O ACTIVA.

YO \_\_\_\_\_ ESTOY EN CONOCIMIENTO Y HE LEÍDO LOS PÁRRAFOS ANTERIORES, ENTIENDO COMPLETAMENTE LOS PELIGROS POTENCIALES QUE EXISTEN EN LOS BUCEOS CON SCUBA, ESTOY ABSOLUTAMENTE CONSCIENTE DE LAS CONSECUENCIAS LEGALES Y ESTOY DE ACUERDO EN QUE ESTE DOCUMENTO ESTÁ LEGALMENTE CONFORMADO Y ME INHABILITA DE ENTABLAR DEMANDA ECONÓMICA EN CONTRA DE LOS ANTES LISTADOS, ENTIDADES O INDIVIDUOS, YA SEAN ESPECIFICAMENTE NOMBRADOS O NO, POR LESIONES PERSONALES, DAÑOS A LA PROPIEDAD O MUERTE POR NEGLIGENCIA O PRODUCTO DE LAS RESPONSABILIDADES.

NOMBRE \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Firma

\_\_\_\_\_  
Fecha

<sup>[1]</sup> Nota de los traductores: Se reproduce el documento original en español. No es traducción de la versión inglesa.

### **Anexo 10. Breve resumen de las regulaciones vigentes sobre especies invasoras en las Antillas Francesas (y la Guyana Francesa)**

Habida cuenta de la condición de los departamentos de Guadalupe y Martinica en la República Francesa, el marco general para las especies invasoras es la legislación francesa y los reglamentos correspondientes, con especificaciones o adaptaciones locales. En Francia, la legislación sobre especies silvestres marinas y terrestres establece dos categorías:

- i) Especies protegidas. Algunas especies reciben la condición particular de especies protegidas, lo que significa que no pueden ser objeto de caza, captura, acoso, etc. En esta categoría coexisten varios regímenes: especies protegidas en todo el territorio nacional (por ejemplo, las ballenas, que están estrictamente protegidas en todas las aguas francesas del mundo entero); especies protegidas únicamente en algunos sitios mediante un decreto local, tanto si esta condición particular está justificada por su presencia restringida—no tendría mucho sentido proteger en Francia continental a especies endémicas de Guadalupe— como por su situación de fragilidad en un sitio determinado, mientras que su situación en el plano nacional es favorable.
- ii) Especies sometidas a explotación – Estas son las especies que se pueden cazar, pescar o, en términos generales, coger o capturar. En lo tocante a la pesca, las cuotas (total de capturas autorizadas) se determinan para todas las especies de peces que se pescan en el plano nacional, de conformidad con las decisiones europeas. Estas cuotas nacionales pueden complementarse localmente mediante decretos específicos que regulen los periodos de pesca (apertura y cierre de la temporada de veda), el tamaño mínimo y máximo de los ejemplares capturados, o que establezcan prohibiciones particulares sobre la captura de algunas especies, en especial cuando existe una situación de contaminación o hay riesgo de intoxicación por ciguatera.

Lo anterior significa que, en Martinica y Guadalupe, están en vigor las cuotas que se fijan a escala nacional, complementadas con decisiones específicas adoptadas en el plano local, que agregan reglamentos o marcos de referencia particulares.

Cabe señalar especialmente que todas las artes de pesca están estrictamente prohibidas cuando se bucea con SCUBA y que sólo a los buceadores a pulmón se les permite practicar la pesca submarina.

#### **Especies invasoras en general**

Vías de introducción: Francia ratificó en 2008 el Convenio Internacional para el Control y la Gestión del Agua de Lastre y los Sedimentos de los Buques de la Organización Marítima Internacional.

En un informe elaborado recientemente por el Comité francés de la IUCN se resumen los reglamentos vigentes y sus lagunas en relación con el control y la destrucción de las especies invasoras en Francia (comprendidas Guadalupe y Martinica). La posibilidad jurídica de adoptar medidas de control depende de la condición jurídica de la especie en cuestión:

- i) Si es una especie protegida, es obvio que no podrá ser destruida hasta que no se suspenda esa protección;
- ii) Si está domesticada o se trata de una cosecha (no es silvestre), entonces la situación es clara y está bien enmarcada por los reglamentos;
- iii) Si la especie es silvestre y no está protegida, entonces puede resultar difícil precisar exactamente qué medidas pueden adoptarse contra ella. La complicación se deriva sobre todo de la multiplicación de textos jurídicos entre las diversas leyes

y códigos, que impide tener una comprensión clara y armónica de una sola vez. Además, diversos departamentos y organismos estatales suelen tener competencia en un mismo asunto, por lo que a menudo es preciso establecer nexos de colaboración antes de poder adoptar las medidas; no obstante, la situación es más sencilla cuando se trata de áreas protegidas.

Las principales lagunas, confusiones o conflictos ocurren en torno a los animales silvestres de especies invasoras que no han sido clasificados como “plagas” o “especie dañina”, condición que por lo general se define en relación con la agricultura o la ganadería. En realidad, si una especie animal no tiene efectos negativos sobre las cosechas o los animales domésticos, resulta menos sencillo que se le atribuya la condición de especie dañina. Esto es un problema, porque una vez que una especie queda catalogado como dañina la situación es mucho más clara y las medidas de control (y la financiación correspondiente) son más fáciles de elaborar, acordar y ejecutar.

En lo tocante a las especies invasoras que no tienen efectos sobre la agricultura o la cría de animales, la referencia en términos de control es el Código del Medio Ambiente. Este código permite a la administración capturar, coher, mantener o destruir los ejemplares de las especies introducidas, tan pronto como su presencia en la naturaleza queda documentada. Todas las especies invasoras entran en esta categoría, pero la aplicación del código queda limitada a las listas nominativas de especies que elabora el Ministro del Medio Ambiente. Esto quiere decir que, en Guadalupe o Martinica, los servicios encargados del medio ambiente no tienen competencias para decidir por sí mismos que el pez león debe incorporarse en dichas listas: lo pueden proponer, pero la decisión debe tomarse en el ministerio sito en París.

#### En cuanto al pez león

Como queda dicho, una especie ha de figurar en la lista nacional por obra del ministerio, antes de que pueda tomarse una decisión relativa a su erradicación. Ese es el caso del pez león: todavía no figura en la lista nacional de especies invasoras de Francia y, por lo tanto, no existe un reglamento específico de ámbito nacional sobre este animal. Las consecuencias de esta situación son las siguientes:

- i) Que las autoridades locales disponen de un margen de decisión limitado en cuanto a las medidas orientadas a su control (uso especial de artes de pesca, prohibición de vender especímenes vivos, etc.). Hace algunos meses se promulgó en Guadalupe un decreto de ámbito local por el que se autorizó la captura del pez león mediante el uso de SCUBA y arpón o artes de pesca especiales. Esta autorización sólo es válida para una lista de personas cuyos nombres figuran en el decreto. En Martinica se dictó un decreto similar, pero mientras el pez león no figure en la lista nacional de especies invasoras, ambos decretos tienen que limitarse a un reducido grupo de personas, designadas por sus nombres, lo que significa que no puede organizarse fácilmente una campaña general de control, excepto con las artes de pesca autorizadas (salabardos, redes, etc.) pero no con buzos con SCUBA.
- ii) Por cierto que nada prohíbe actualmente la pesca y el comercio del pez león en Francia, salvo la limitación relativa al buceo con SCUBA y la excepción señalada anteriormente. Esta ausencia de reglamentación podría ponerse en tela de juicio, ya que se ignora todavía el riesgo de ciguatera de la especie.

Un paso importante ahora es tratar de incorporar al pez león al listado del ministerio en calidad de especie invasora en las Antillas Francesas de modo que sea posible la firma de un decreto ministerial por el que se autorice su erradicación, con la financiación correspondiente. Las delegaciones estatales para el medio ambiente en Guadalupe y Martinica están enfrascadas actualmente de esta tarea.

**Anexo 11. Fragmentos de la Resolución del Parque Marino de la Isla de Bonaire  
(AB2010 No.14)**

Sección IV

ARTÍCULOS RELATIVOS A LA PESCA

Artículo 9

- i) Se prohíbe el uso de aparatos mecánicos, explosivos, arpones de mano o bicheros para pescar o capturar formas de vida marina.
- ii) Se prohíbe transportar, ofertar, transferir o trasladar formas de vida marina que hayan sido capturadas por medio de aparatos mecánicos marinos para cazar, explosivos, arpones de mano o bicheros.
- iii) Se prohíbe transportar aparatos mecánicos destinados a la pesca de formas de vida marina sobre terrenos o aguas públicos.
- iv) Se prohíbe poner a la venta, vender o conservar almacenado con fines de venta en una tienda o espacio anexo aparatos mecánicos destinados a la pesca de formas de vida marina, ya sea completos o desarmados.
- v) Por aparatos mecánicos destinados a la pesca de formas de vida marina se entiende cualquier tipo de escopetas o pistolas que están reguladas en la Ordenanza sobre las Armas de Fuego 1931 (P.B. 1931 No. 2) enmendada, así como cualquier escopeta o pistola que ya sea mediante gas, aire comprimido o cualquier otro medio, puede disparar proyectiles bajo el agua.

Con la excepción de los explosivos, las prohibiciones expuestas en los párrafos 1, 2 y 3 no se aplican al administrador o las personas por él designadas, en lo tocante a la captura, acopio y muerte de especies nocivas, según lo dispuesto en el párrafo 1, Artículo 19 de la Island Resolution Nature Management Bonaire.

## Bibliografía

- Ahrenholz, D.W. y J.A. Morris, Jr. 2010. Larval duration of the lionfish, *Pterois volitans*, collected from the Bahamian Archipelago. *Environmental Biology of Fishes* **88**(4):305-309.
- Albins, M.A. 2012. Effects of the Invasive Pacific Red Lionfish *Pterois volitans* on Native Atlantic Coral-reef Fish Communities. *Disertación doctoral*. Department of Zoology, Oregon State University, Corvallis, Oregon. En: <http://ir.library.oregonstate.edu/xmlui/handle/1957/24859>. Fecha de último acceso: 31 de julio de 2012.
- Albins, M.A. 2012. Effects of invasive Pacific red lionfish (*Pterois volitans*) vs. a native predator on Bahamian coral-reef fish communities. *Biological Invasions* DOI 10.1007/s10530-012-0266-1.
- Albins, M.A. y M.A. Hixon. 2008. Invasive Indo-Pacific lionfish (*Pterois volitans*) reduce recruitment of Atlantic coral-reef fishes. *Marine Ecology Progress Series* **367**:233-238.
- Albins, M.A. y M.A. Hixon. 2011. Worst case scenario: potential long-term effects of invasive predatory lionfish (*Pterois volitans*) on Atlantic and Caribbean coral-reef communities. *Environmental Biology of Fishes* DOI: 10.1007/s10641-011-9795-1.
- Albins, M.A. y P.J. Lyons. 2012. Invasive red lionfish *Pterois volitans* blow directed jets of water at prey fish. *Marine Ecology Progress Series* **448**:1-5.
- Badillo, R.B., W. Banner, J. A. Morris, Jr. y S.E. Schaeffer. 2012. A Case Study of Lionfish Sting-Induced Paralysis. *AAFL Bioflux* **5**:1-3.
- Barbour, A., M.L. Montgomery, A.A. Adamson, E. Díaz-Ferguson y B.R. Silliman. 2010. Mangrove use by the invasive lionfish *Pterois volitans*. *Marine Ecology Progress Series* **401**: 291-294.
- Barbour, A.B., M.S. Allen, T.K. Frazer y K.D. Sherman. 2011. Evaluating the potential efficacy of invasive lionfish (*Pterois volitans*) removals. *PLoS One* **6**:1-7.
- Bath, P. 2011. Fundraising strategies for environmental funds. RedLAC capacity building project for environmental funds. Río de Janeiro, Brasil. En: REDLAC [http://toolkit.conservationfinance.org/sites/default/files/documents/redlac-capacity building/redlacfundraising-strategies-environmental-funds08112011.pdf](http://toolkit.conservationfinance.org/sites/default/files/documents/redlac-capacity%20building/redlacfundraising-strategies-environmental-funds08112011.pdf). Fecha de último acceso: 31 de julio de 2012.
- Betancur-R, R., A. Hines, A.P. Acero, G. Orti, A.E. Wilbur y D.W. Freshwater. 2011. Reconstructing the lionfish invasion: Insights into Greater Caribbean biogeography. *Journal of Biogeography* **38**:1281-1293.
- Bohnsack, J.A. y S.P. Bannerot. 1986. A stationary visual census technique for quantitatively assessing community structure of coral reef fishes. NOAA Technical Report NMFS 41. 21 pp.
- Bullard, S.A., A.M. Barse, S.S. Curran y J.A. Morris, Jr. 2011. First record of a digenean from invasive lionfish, *Pterois CF. volitans* (Scorpaeniformes: Scorpaenidae) in the Northwestern Atlantic ocean. *Journal of Parasitology* **97**:833-8378.

- Bunce, L. y B. Pomeroy, 2003. *Socioeconomic monitoring guidelines for coastal managers in the Caribbean: Socmon Caribbean*. World Commission on Protected Areas and Australian Institute of Marine Science, Australia. En: <http://www.socmon.org/publications.aspx>.
- Bunce, L., P. Townsley, R. Romeroy, y R. Pollnac. 2000. *Socio-economic Manual for Coral Reef Management*. Global Coral Reef Monitoring Network. En: [http://www.socmon.org/pdf/GCRMN\\_Manual.pdf](http://www.socmon.org/pdf/GCRMN_Manual.pdf).
- Caldow, C., R. Clark, K. Edwards, S.D. Hile, C. Menza, E. Hickerson, y G. P. Schmahl. (2009). *Biogeographic Characterization of Fish Communities and Associated Benthic Habitats within the Flower Garden Banks National Marine Sanctuary: Sampling Design and Implementation of SCUBA Surveys on the Coral Caps*. NOAA Tech. Memorandum NOS NCCOS 81. Silver Spring, Maryland USA. 134 pp. En: <http://ccma.nos.noaa.gov/products/biogeography/fgb/>.
- Cesar, H., L. Pet-Soede, M.C. Quibilan, P.M. Alino, H.O. Arceo, I.V. Bacudo, y H. Francisco. 2000. First evaluation of the impacts of the 1998 coral bleaching event to fisheries and tourism in the Philippines. *in Coral Bleaching: Causes, Consequences and Response*. Coastal Management Report #2230. Coastal Resources Centre, University of Rhode Island. ISBN # 1-885454-40-6.
- Church, J.E. y W.C. Hodgson. 2002. The pharmacological activity of fish venoms. *Toxicon* **40**: 1083-1093.
- Cohen, A.S. y A.J. Olek. 1989. An extract of lionfish (*Pterois volitans*) spine tissue contains acetylcholine and a toxin that affects neuromuscular-transmission. *Toxicon* **27**: 1367-1376.
- Colorni, A. y A. Diamant. 2005. Hyperparasitism of trichodinid ciliates on monogenean gill flukes of two marine fish. *Diseases of Aquatic Organisms* **65**: 177-180.
- Côté, I.M. y S.J. Green. 2012. Potential effects of climate change on a marine invasion: The importance of current context. *Current Zoology* **58**:1-8.
- Côté, I.M. y A. Maljkovic. 2010. Predation rates of Indo-Pacific lionfish on Bahamian coral reefs. *Marine Ecology Progress Series* **404**:219-225.
- Cowen R.K., C.B. Paris y A. Srinivasan. 2006. Scaling of connectivity in marine populations. *Science* **311**:522-526.
- Darling, E.S., S.J. Green, J.K. O'Leary e I.M. Côté. 2011. Indo-Pacific lionfish are larger and more abundant on invaded reefs: a comparison of Kenyan and Bahamian lionfish populations. *Biological Invasions* **13**:2045-2051.
- Diamant, A., C.M. Whipps y M.L. Kent. 2004. A new species of Sphaeromyxa (Myxosporea: Sphaeromyxina: Sphaeromyxidae) in devil firefish, *Pterois miles* (Scorpaenidae), from the Northern Red Sea: Morphology, ultrastructure, and phylogeny. *Journal of Parasitology* **90**:1434.
- Dojiri, M. y J.S. Ho. 1988. Two Species of Acanthochondria Copepoda Poecilostomatoida parasitic on fishes of Japan. *Report of the Sado Marine Biological Station, Niigata University* **18**:47-56.
- Fishelson, L. 1975. Ethology and reproduction of pteroid fishes found in the Gulf of Agaba (Red Sea), especially *Dendrochirus brachypterus* (Cuvier), (Pteroidae, Teleostei). *Pubblicazioni della Stazione Zoologica di Napoli I* **39**:635-656

- Fishelson, L. 1997. Experiments and observations on food consumption, growth and starvation in *Dendrochirus brachypterus* and *Pterois volitans* (Pteroinae, Scorpaenidae). *Environmental Biology of Fishes* **50**:393-401.
- Freshwater, D.W., A. Hines, S. Parham, A. Wilbur, M. Sabaoun, J. Woodhead, L. Akins, B. Purdy, P.E. Whitfield y C.B. Paris. 2009. Mitochondrial control region sequence analyses indicate dispersal from the US East Coast as the source of the invasive Indo-Pacific lionfish *Pterois volitans* in the Bahamas. *Marine Biology* **156**:1213-1221.
- Green, S.J., Akins, J.L. y J.A. Morris, Jr. 2012. Lionfish dissection: Techniques and applications. NOAA Technical Memorandum NOS NCCOS 139, 24 pp.
- Green, S.J., J.L. Akins, A. Maljkovic e I.M. Côté. 2012. Invasive lionfish drive Atlantic coral reef fish declines. *PLoS ONE* **7**:DOI:10.1371/journal.pone.0032596.
- Green, S. J., J. L. Akins e I.M. Côté. 2011. Foraging behaviour and prey consumption in the Indo-Pacific lionfish on Bahamian coral reefs. *Marine Ecology Progress Series* **433**: 159-167.
- Green, S.J. e I.M. Côté. 2009. Record densities of Indo-Pacific lionfish on Bahamian coral reefs. *Coral Reefs* **28**:107.
- Grubich, J.R., M.W. Westneat, y C.L. McCord. 2009. Diversity of lionfishes (Pisces: Scorpaenidae) among remote coral reefs of the Palau Archipelago. *Coral Reefs* **28**: 807
- Halstead, B., M.J. Chitwood, y F.R. Modglin. 1955. The anatomy of the venom apparatus of the zebrafish, *Pterois volitans* (Linnaeus). *Anatomical Record* **122**: 317-333.
- Hamner, R.M., D.W. Freshwater, y P.E. Whitfield. 2007. Mitochondrial cytochrome b analysis reveals two invasive lionfish species with strong founder effects in the western Atlantic. *Journal of Fish Biology* **71**: 214-222.
- Hill, J. y C. Wilkinson. 2004. *Methods for Ecological Monitoring of Coral Reefs*. Australian Institute of Marine Science. En: [http://www.icran.org/pdf/Methods\\_Ecological\\_Monitoring.pdf](http://www.icran.org/pdf/Methods_Ecological_Monitoring.pdf)
- Imamuara, H. y M. Yabe. 1996. Larval record of a red firefish, *Pterois volitans*, from northwestern Australia (Pisces: Scorpaeniformes). *Bulletin of the Faculty of Fisheries, Hokkaido University* **47**: 41-46.
- Jud, Z.R., C.A. Layman, J.A. Lee, y D.A. Arrington. 2011. Recent invasion of a Florida (USA) estuarine system by lionfish *Pterois volitans*/*P. miles*. *Aquatic Biology* **13**: 21-26.
- Kizer, K.W., H.E. McKinney, y P.S. Auerbach. 1985. Scorpaenidae envenomations: A five-year poison center experience. *Journal of the American Medical Association* **253**: 807-810.
- Krebs, C.J. 1999. *Ecological Methodology. 2<sup>nd</sup> Edition*. Harper & Row, New York, New York USA.
- Kulbicki, M., J. Beets, P. Chapanet, K. Cure, E. Darling, S.R. Floeter, R. Galzin, A. Green, M. Harmelin-Vivien, M. Hixon, Y. Letourneur, T. Lison de Loma, T. McClanahan, J. McIlwain, G. MouTham, R. Myers, J.K. O'Leary, S. Planes, L. Vigliola, y L. Wantiez. 2012. Distribution of Indo-Pacific lionfishes *Pterois* spp. in their native ranges: implications for the Atlantic invasion. *Marine Ecology Progress Series* **446**: 189-205.
- Labross, P., M. Kulbicki, y J. Ferraris. 2002. *Underwater Visual Fish Census Surveys: Proper use and implementation*. Secretariat of the Pacific Community, Noumea, New Caledonia. En: [http://www.spc.int/DigitalLibrary/Doc/FAME/Manuals/Labrosse\\_02\\_UVC.pdf](http://www.spc.int/DigitalLibrary/Doc/FAME/Manuals/Labrosse_02_UVC.pdf).

- Leis, J.M. y D.S. Rennis. 2000. Scorpaenidae (Scorpionfishes, Stonefishes). Páginas 217-255 en: Leis, J.M y B.M. Carson-Ewart (eds.). *Fauna Malesiana Handbooks. The Larvae of Indo-Pacific Coastal Fishes. An Identification Guide to Marine Fish Larvae*. Brill, Leiden, The Netherlands.
- Lesser, M.P. y M. Slattery. 2011. Phase shift to algal dominated communities at mesophotic depths associated with lionfish (*Pterois volitans*) invasion on a Bahamian coral reef. *Biological Invasions* **13**: 1855-1868.
- Maljković, A., T.E. Van Leeuwen, y S.N. Cove. 2008. Predation on the invasive red lionfish, *Pterois volitans* (Pisces: Scorpaenidae), by native groupers in the Bahamas. *Coral Reefs* **27**: 501-501.
- Mebs, D. y D. Knob. 2004. Rotfeuerfische und ihr Gift. *Koralle* **25**: 40-44.
- Menza, C.W., J. Ault, J. Beets, J. Bohnsack, C. Caldow, J. Christensen, A. Friedlander, C. Jeffrey, M. Kendall, J. Luo, M. Monaco, S. Smith y K. Woody. 2006. A Guide to Monitoring Reef Fish In the National Park Service's South Florida/Caribbean. NOAA Technical Memorandum NOS NCCOS 39. 169 pp. En: <http://www.ccma.nos.noaa.gov/publications/Reefmonitoringguide.pdf>.
- Mito, S. 1963. Pelagic fish eggs from Japanese waters - III. Percina, VIII. Cottina. IX. Echeneida and Pleuronectida. *Japanese Journal of Ichthyology* **11**: 39-102.
- Mito, S. y K. Uchida. 1958. On the egg development and hatched larvae of a scorpaenid fish, *Pterois lunulata* Temminck et Schlegel. *Scientific Bulletin of the Faculty of Agriculture, Kyushu University* **16**: 381-385.
- Morris, J.A. Jr. y P.E. Whitfield. 2009. Biology, ecology, control and management of the invasive Indo-Pacific lionfish: An updated integrated assessment. *NOAA Technical Memorandum NOS NCCOS* **99**: 57 pp.
- Morris, J.A., Jr. y J.L. Akins. 2009. Feeding ecology of invasive lionfish (*Pterois volitans*) in the Bahamian archipelago. *Environmental Biology of Fishes* **86**: 389-398.
- Morris, J.A., Jr. 2009. *The Biology and Ecology of Invasive Indo-Pacific Lionfish. Disertación doctoral*. North Carolina State University, Raleigh, North Carolina USA.
- Morris, J.A. Jr., K.W. Shertzer, y J.A. Rice. 2011. A stage-based matrix population model of invasive lionfish with implications for control. *Biological Invasions* **13**: 7-12.
- Moyer, J.T. y M.J. Zaiser. 1981. Social-organization and spawning behavior of the Pteroin fish *Dendrochirus zebra* at Miyake-Jima, Japan. *Japanese Journal of Ichthyology* **28**: 52-69.
- Mumby, P.J., A.R. Harborne, y D.R. Brumbaugh. 2011. Grouper as a natural biocontrol of invasive lionfish. *PLoS ONE* **6**: 1-4.
- Ogawa, K., M.G. Bondad-Reantaso, y H. Wakabayashi. 1995. Redescription of *Benedenia epinepheli* (Yamaguti, 1937) Meserve, 1938 (Monogenea: Capsalidae) from cultured and aquarium marine fishes of Japan. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **52** (Suppl. 1): 62-70.
- Osenberg, C. W., R. J. Schmitt, S.J. Holbrook, K.E. Abu-Saba, y R. Flegal. 1994. Detection of environmental impacts: Natural variability, effect size, and power analysis. *Ecological Applications* **4**: 16-30.
- Paperna, I. 1972. Monogenea of Red Sea fishes. III. Dactylogyridae from littoral and reef fishes. *Journal of Helminthology* **46**:47.

- Paperna, I. 1976. Parasitological survey of fishes of the Red Sea and Indian Ocean. Página 82 en: Reiss, Z. e I. Paperna (eds.). *Fifth Report of the H. Steinitz Marine Biology Laboratory, Elat 1975-1976*.
- Rogers, C.S., G. Garrison, R. Grober, Z.M. Hillis, y M.A. Franke. 1994. Coral Reef Monitoring Manual for the Caribbean and Western Atlantic. Virgin Islands National Park. US National Park Service. Virgin Islands, USA. 87pp. En: [http://fl.biology.usgs.gov/Monitoring\\_Manual.pdf](http://fl.biology.usgs.gov/Monitoring_Manual.pdf)
- Ruiz-Carus, R., R.E. Matheson, D.E. Roberts y P.E. Whitfield. 2006. The western Pacific red lionfish, *Pterois volitans* (Scorpaenidae), in Florida: Evidence for reproduction and parasitism in the first exotic marine fish established in state waters. *Biological Conservation* **128**:384-390.
- Sakai, A.K., F.W. Allendorf, J.S. Holt, D.M. Lodge, J. Molofsky, K. A. With, S. Baughman, R.J. Cabin, J.E. Cohen, N.C. Ellstrand, D.E. McCauley, P. O'Neil, I.M. Parker, J.N. Thompson, y S.G. Weller. 2001. The population biology of invasive species. *Annual Review of Ecology and Systematics* **32**: 305-332.
- Saunders, P.R. y P.B. Taylor. 1959. Venom of the lionfish *Pterois volitans*. *American Journal of Physiology* **197**: 437-440.
- Scheiner, S.M. y J. Gurevitch. 2001. *Design and Analysis of Ecological Experiments*. Oxford University Press Inc., New York, New York USA. 432 pp.
- Schmitt, E.F. y K.M. Sullivan. 1996. Analysis of a volunteer method for collecting fish presence and abundance data in the Florida Keys. *Bulletin of Marine Science* **59**(2):404-416.
- Schofield, P.J. 2009. Geographic extent and chronology of the invasion of non-native lionfish (*Pterois volitans* [Linnaeus 1758] and *P. miles* [Bennett 1828]) in the Western North Atlantic and Caribbean Sea. *Aquatic Invasions* **4**:473-479.
- Schofield, P.J. 2010. Update on geographic spread of invasive lionfishes (*Pterois volitans* [Linnaeus 1758] and *P. miles* [Bennett 1828]) in the Western North Atlantic Ocean, Caribbean Sea and Gulf of Mexico. *Aquatic Invasions* **5**: S117-S122.
- Schofield, P.J., J.A. Morris, Jr., J.N. Langston, y P.L. Fuller. 2012. *Pterois volitans/miles* Factsheet. USGS Nonindigenous Aquatic Species Database, Gainesville, Florida USA. En: <http://nas.er.usgs.gov/queries/FactSheet.aspx?speciesID=963>. Last access date: August 1, 2012.
- Schultz, E.T. 1986. *Pterois volitans* and *Pterois miles*: Two valid species. *Copeia* **1986**: 686-690.
- Sealey-Baker, M. 2011. Coral Bleaching and Dive Operators in the Caribbean: Perceptions of Environmental Change. M.A. thesis. University of Waterloo. Waterloo, Canada.
- Shiomi, K., M. Hosaka, S. Fujita, H. Yamanaka, y T. Kikuchi. 1989. Venoms from six species of marine fish: lethal and hymolytic activities and their neutralization by commercial stonefish antivenom. *Marine Biology* **103**: 285-289.
- Smith, N. 2010. Lionfish invasion in nearshore waters of the Bahamas: an examination of the effects of artificial structures and invader versus native species colonization rates. M.Sc. thesis. University of British Columbia. Vancouver, Canada.

- Sri Balasubashini, M., S. Karthigayan, S.T. Somasundaram, T. Balasubramanian, P. Viswanathan, y V.P. Menon. 2006a. In vivo and in vitro characterization of the biochemical and pathological changes induced by lionfish (*Pterois volitans*) venom in mice. *Toxicology Mechanisms and Methods* **16**: 525-531.
- Sri Balasubashini, M., S. Karthigayan, S.T. Somasundaram, T. Balasubramanian, P. Viswanathan, P. Raveendran, y V.P. Menon. 2006b. Fish venom (*Pterois volitans*) peptide reduces tumor burden and ameliorates oxidative stress in Ehrlich's ascites carcinoma xenografted mice. *Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters* **16**: 6219-6225.
- Sullivan Sealy, K. et al. 2006. *Tools and Methods for Studies in Coastal Ecology of the Bahamas*. University of Miami, Coral Gables, Florida USA. 111 pp.  
En: <http://henge.bio.miami.edu/coastalecology/TOOLS%20&%20METHODS%20April.pdf>.
- Vásquez-Yeomans, L., L. Carrillo, S.M.E. Estrella Malca, J.A. Morris, Jr., T. Schultz, y J.T. Lamkin. 2011. First larval record of *Pterois volitans* (Pisces: Scorpaenidae) collected from the ichthyoplankton in the Atlantic. *Biological Invasions* **13**: 2635-2640.
- Vetrano, S.J., J.B. Lebowitz, y S. Marcus. 2002. Lionfish envenomation. *Journal of Emergency Medicine* **23**: 379-382.
- Washington, B.B., H.G. Moser, W.A. Laroche, y W.J. Richards. 1984. Scorpaeniformes: development. Páginas 438-447 en: Moser, H.G., J. Richards, D.M. Cohen, M.P. Fahay, A.W. Kendall, y S.L. Richards (eds.). *Ontogeny and Systematic of Fishes*. Special Publication 1 of the American Society of Ichthyologists and Herpetologists. Allen Press, Lawrence, Kansas USA.
- Whitfield, P.E., J.A. Hare, A.W. David, S.L. Harter, R.C. Muñoz, y C.M. Addison. 2007. Abundance estimates of the Indo-Pacific lionfish *Pterois volitans/miles* complex in the Western North Atlantic. *Biological Invasions* **9**: 53-64.
- Wilkinson, C., A. Green, J. Almay, y S. Dionne. 2003. Monitoring Coral Reef Marine Protected Areas. Australian Institute of Marine Science and the IUCN Marine Program. En: <http://www.reefresilience.org/pdf/mcrmpa-v1.pdf>.
- Zuur, A.F., E.N. Leno, y C.S. Ephick. 2010. A protocol for data exploration to avoid common statistical problems. *Methods in Ecology and Evolution* **1**:3-14.
- Zuur, A. F., E.N. Leno, N.J. Walker, A.A. Saveliev, y G. M. Smith. 2009. *Mixed Effects Models and Extensions in Ecology with R*. Statistics for Biology and Health Series, Springer Science+Business Media LLC., New York, New York USA. 547 pp.
- Zuur, A.F., E.N. Leno, y G.M. Smith. 2007. *Analyzing Ecological Data*. Statistics for Biology and Health Series, Springer Science+Business Media LLC. New York, New York USA. 672 pp.



Las prácticas que se describen en este manual fueron elaboradas gracias al trabajo de campo de muchos colaboradores en todo el Caribe. Su ingenio y tenacidad son fundamentales para luchar contra el pez león.

La introducción del pez león en el Océano Atlántico se considera actualmente uno de los mayores desastres ecológicos de los dos últimos decenios. Hoy en día, el pez león se encuentra en casi todos los hábitats marinos a lo largo del Sureste de los Estados Unidos, el Golfo de México y el Mar Caribe. En muchos lugares, la densidad de esta especie ha superado a la de los peces arrecifales autóctonos. La repercusión ecológica de la invasión es de largo alcance y va desde trastornos en la estructura y funcionamiento de las comunidades arrecifales hasta efectos nocivos sobre la pesca comercial y el sector turístico.

*El pez león invasor: guía para su control y manejo* ofrece un conjunto de prácticas idóneas para su control y manejo, entre otras, estrategias de regulación, difusión y educación, investigación, monitoreo, aspectos jurídicos e ideas para conseguir recursos y lanzar iniciativas conjuntas. Al aplicar estas prácticas idóneas los administradores de recursos marinos podrán reducir en su localidad los efectos de la invasión del pez león sobre las áreas marinas protegidas y otras zonas de importancia ecológica y económica.



“La invasión del pez león plantea una amenaza clara e inmediata a los ecosistemas y las pesquerías marinas de las zonas costeras del Atlántico occidental, el Caribe y el Golfo de México. El pez león invasor: guía para su control y manejo es un compendio completo de información actualizada para comprender y abordar con eficacia esta grave invasión marina”

— Mark A. Hixon

*Profesor de Ecología Marina y Biología de la Conservación  
Oregon State University*

“Nuestra economía mundializada, que se caracteriza por el traslado continuo de especies por todo el planeta, comprendidas las especies marinas, plantea problemas urgentes en relación con las especies invasoras tales como el pez león en el Caribe. *El pez león invasor: guía para su control y manejo* presenta numerosas prácticas idóneas que, en caso de aplicarse, darán a los administradores de las zonas costeras los instrumentos para hacer frente a este problema, que no cesa de aumentar en el Gran Caribe”

— Alfredo Arellano Guillermo

*Director General de Conservación para el Desarrollo  
Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP)  
México*