



# Documentos

## ***Evaluación de Riesgos en Inocuidad de Alimentos***

CONCEPTO CIENTÍFICO  
***Manipulación y consumo del pez león***



**DOCUMENTOS DE EVALUACIÓN DE RIESGOS  
EN INOCUIDAD DE ALIMENTOS**

**CONCEPTO CIENTÍFICO SOBRE  
MANIPULACIÓN Y CONSUMO DEL PEZ LEÓN**

REPÚBLICA DE COLOMBIA  
MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCIÓN SOCIAL  
INSTITUTO NACIONAL DE SALUD

Bogotá D. C. Enero 2015

**ALEJANDRO GAVIRIA URIBE**

Ministro de Salud y Protección Social

**NORMAN JULIO MUÑOZ MUÑOZ**

Viceministro de Protección Social

**FERNANDO RUIZ GÓMEZ**

Viceministro de Salud Pública  
y Prestación de Servicios

**MANCEL ENRIQUE MARTÍNEZ DURAN**

Director General Instituto Nacional de Salud

**OSCAR EDUARDO PACHECO GARCÍA**

Director de Vigilancia y Análisis  
de Riesgo en Salud Pública

**ALFONSO RAFAEL CAMPO CAREY**

Subdirector de Prevención Vigilancia  
y Control en Salud Pública

**HERNÁN QUIJADA BONILLA**

Subdirector de Análisis del Riesgo y  
Respuesta Inmediata

**YULY ANDREA GAMBOA MARÍN**

Líder Grupo de Evaluación de Riesgos en  
Inocuidad de Alimentos ERIA

**GRUPO DE COMUNICACIÓN DEL RIESGO**



**CONCEPTO CIENTÍFICO SOBRE  
MANIPULACIÓN Y CONSUMO DEL PEZ LEÓN**

Instituto Nacional de Salud (INS)  
Grupo de Evaluación de Riesgos en Inocuidad de  
Alimentos (ERIA)

Bogotá D.C. 2015

**ISSN: 2422-0965**

Para citar: Instituto Nacional de Salud, Grupo de Evaluación de Riesgos en Inocuidad de Alimentos. Concepto científico sobre manipulación y consumo de pez león. Página. Bogotá, D. C., Colombia. 2015

Todos los derechos reservados. El Grupo de Evaluación de Riesgos en Inocuidad de Alimentos, autoriza la reproducción y difusión del material contenido en esta publicación para fines educativos y otros fines NO comerciales, sin previa autorización escrita de los titulares de los derechos de autor, especificando claramente la fuente. El Grupo de Evaluación de Riesgos en Inocuidad de Alimentos, prohíbe la reproducción del material contenido en esta publicación para venta, reventa u otros fines comerciales, sin previa autorización escrita de los titulares de los derechos de autor. Estas solicitudes deben dirigirse al grupo de Evaluación de Riesgos en Inocuidad de Alimentos (ERIA), Avenida calle 26 No 51-20, Bloque B Of 250 o al correo electrónico [ueria@ins.gov.co](mailto:ueria@ins.gov.co); ERIA 2015

Todos los derechos reservados  
Colombia Enero de 2015

**GRUPO DE REDACCIÓN** (Por orden alfabético)

**Carlos BALLESTEROS GÁLVIS** Biólogo Marino, MSc. en Biología Marina.

**Nacor BOLAÑOS CUBILLOS** Biólogo con énfasis en Biología Marina, Maestría en Biología Marina.

**Andrea GAMBOA MARÍN** Bacteriólogo y Laboratorista Clínico, MSc. Microbiología. Mg. Gerencia de Programas Sanitarios y de Inocuidad de Alimentos.

**Rocío del Pilar GARCÍA URUEÑA** Bióloga Marina, PhD. en Ciencias Marinas.

**Andrea POLANCO FERNÁNDEZ** Bióloga, MSc. en Biología Marina.

**Adolfo SANJUAN MUÑOZ** Biólogo Marino, Maestría en Biodiversidad, Maestría en Gestión Ambiental.

**Sandra VEGA FÉRIZ** Ingeniera de Alimentos, MSc. Ciencia y Tecnología de Alimentos MSc. Gestión y Seguridad Alimentaria

**EDITOR**

**Clara Lucía DELGADO MURILLO.** Observatorio Nacional de Salud ONS, Instituto Nacional de Salud

**DIAGRAMACIÓN**

**Giovanni SANABRIA MERCHANT.** Grupo de Comunicación de Riesgo. Instituto Nacional de Salud

## REVISORES CIENTÍFICOS

**Arturo ACERO PIZARRO** Universidad Nacional de Colombia - Centro de Estudios en Ciencias del Mar (CECIMAR)

**Yuby ASCANIO** Grupo del Sistema de Análisis de Riesgos Químicos en Alimentos y Bebidas del INVIMA

**Heins BENT HOOKER** Secretaría de Agricultura y Pesca del Departamento Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina

**Milena BORBÓN** Instituto Nacional de Salud

**Luis CHASQUI VELASCO** Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives De Andrés" (INVEMAR)

**Jaqueline ESPINOSA MARTINEZ** Grupo de Evaluación de Riesgos en Inocuidad de Alimentos (ERIA)

**Ana María GONZÁLEZ** Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (INVEMAR)

**Juan David GONZÁLEZ CORREDOR** Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives De Andrés" (INVEMAR)

**Jaime GUERRERO MONTILLA** Grupo de Evaluación de Riesgos en Inocuidad de Alimentos (ERIA)

**Jazmín Mercedes MANTILLA** Grupo del Sistema de Análisis de Riesgos Químicos en Alimentos y Bebidas del INVIMA

**Amanda Carolina MORA** Grupo de Evaluación de Riesgos en Inocuidad de Alimentos (ERIA)

**Marlib Paloma SÁNCHEZ** Grupo de Evaluación de Riesgos en Inocuidad de Alimentos (ERIA)

## AGRADECIMIENTOS

El grupo de redacción da los agradecimientos a: Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (CORALINA), María Fernanda Maya y Heins Bent Hooker (Secretaría de Agricultura y Pesca del Departamento Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina), Adriana Santos (Universidad Nacional de Colombia Sede Caribe), Ana María González, Elizabeth Taylor (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible), José Ernesto Mancera (Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá), Milena Borbón (Instituto Nacional de Salud) por la información suministrada para la elaboración de este documento, al restaurante Capitán Mandy de San Andrés Isla, que permitió conocer preparaciones de pez león.

## RESUMEN

El pez león (*Pterois volitans*) es una especie invasora del Atlántico Occidental presente en el Caribe colombiano que afecta seriamente los ecosistemas marinos, causando impactos negativos en la red trófica sobre especies económica y ecológicamente importantes. El Gobierno Nacional ha venido desarrollando diversas estrategias para su control y manejo, entre las cuales se encuentra la caza y el consumo de esta especie. El presente documento analizó información regional disponible con respecto a peligros y efectos en salud por manipulación y consumo del pez león, a través de una búsqueda sistemática de literatura. Se identificó que la ciguatoxina y el mercurio son peligros químicos asociados al consumo de peces marinos en general, incluyendo el pez león, cuando son capturados en zonas ciguatóxicas o contaminadas. Se destaca que a nivel mundial no se han registrado casos de intoxicación por ciguatoxina por consumo del pez león y que las concentraciones reportadas de mercurio en los tejidos de éste no han superado los niveles máximos permisibles. Adicionalmente, la carne no está expuesta a contaminación por la scorpaenotoxina, pero se pueden generar efectos adversos por punción en humanos cuando existe una incorrecta manipulación.

## Contenido

<b>RESUMEN</b>	<b>9</b>
<b>1 JUSTIFICACIÓN, TÉRMINOS DE REFERENCIA, ALCANCE Y OBJETIVOS</b>	<b>15</b>
1.1. Justificación del gestor <sup>1</sup>	15
1.2. Términos de referencia	16
1.3. Alcance	16
1.4. Objetivo	16
<b>2 INTRODUCCIÓN</b>	<b>17</b>
<b>3 METODOLOGÍA</b>	<b>19</b>
<b>4 DESCRIPCIÓN DEL PEZ LEÓN</b>	<b>21</b>
<b>5 CONSUMO DEL PEZ LEÓN</b>	<b>23</b>
<b>6 PELIGROS EN PECES MARINOS</b>	<b>25</b>
6.1. Scorpaenotoxina	25
6.2. Mercurio	26
6.3. Ciguatoxina	28
<b>7 EFECTOS EN SALUD</b>	<b>31</b>
7.1. Scorpaenotoxina	31
7.2. Mercurio	31
7.3. Ciguatoxina	33
<b>8 MEDIDAS DE CONTROL</b>	<b>33</b>
8.1. Scorpaenotoxina	33
8.2. Mercurio	34
8.3. Ciguatoxina	34
<b>9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>35</b>
<b>10 ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS</b>	<b>37</b>
<b>11 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>39</b>

## Lista de tablas

Tabla 1.	Estrategia de búsqueda y selección de artículos	19
Tabla 2.	Palabras clave usadas en la búsqueda en las bases de datos seleccionadas	20

## Lista de figuras

Figura 1.	Pez león capturado con arte de pesca en la isla de San Andrés	22
Figura 2.	Morfología y mecánica de la picadura del pez león	26



## 1

## JUSTIFICACIÓN, TÉRMINOS DE REFERENCIA, ALCANCE Y OBJETIVOS

### 1.1. Justificación del gestor<sup>1</sup>

“El pez león, *Pterois volitans* es una especie invasora del Atlántico Occidental y se encuentra en diferentes localidades continentales y oceánicas de Colombia, lo que significa un serio peligro para el ecosistema arrecifal. Por esta razón, el Gobierno Nacional ha tomado la decisión de fomentar la caza y promover su consumo como estrategia de control a través de la resolución 675 de 2013, que adopta el “*Plan para el manejo y control del pez león P. volitans en el Caribe colombiano*” y el “*Protocolo para la captura, extracción y disposición final del pez león P. volitans, en Colombia*”<sup>(1)</sup>. En este protocolo se señalan temas relacionados con la biología y ecología; además expone las técnicas para el control del pez león en países del Gran Caribe y reúne propuestas adaptadas de captura y disposición final para el caso de Colombia, incluyendo el consumo como mecanismo de control letal de esta especie invasora.

Teniendo en cuenta este último tema, el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA) como autoridad sanitaria encargada de proteger y promover la salud de la población mediante la gestión del riesgo asociada al consumo de alimentos, en este caso al consumo de pez león (*P. volitans*), solicita al Grupo de Evaluación de Riesgos en Inocuidad de Alimentos (ERIA) del Instituto Nacional de Salud, la realización de un documento científico que evalúe el peligro al que está expuesta la población colombiana por consumo de este pez, con el fin de tomar las medidas necesarias de control que garanticen la salud de la población.

1. La justificación del gestor fue elaborada por el Grupo del Sistema de Análisis de Riesgos Químicos en Alimentos y Bebidas del INVIMA.

## 1.2. Términos de referencia

TDR 1: ¿Cuáles son los posibles peligros químicos asociados al consumo del pez león?

TDR 2: ¿Qué efectos en salud podrían ocasionar los peligros presentes en el pez león por consumo?

TDR 3: ¿La carne del pez león se puede contaminar con la toxina propia de este pez durante su preparación?

## 1.3. Alcance

El presente documento recopila información científica nacional e internacional sobre el pez león y los posibles peligros químicos y efectos en salud asociados con su consumo.

## 1.4. Objetivo

Consolidar información técnica y científica que permita dar respuesta a los interrogantes definidos por el gestor de riesgo (INVIMA) en relación con peligros y efectos en salud por manipulación y consumo del pez león en Colombia.

# 2

## INTRODUCCIÓN

El pez león (*P. volitans*) originario del Indo-Pacífico, es una especie exótica invasora del Atlántico Occidental, que se ha dispersado ampliamente desde Rhode Island hasta el Brasil, debido a que las características del nuevo entorno favorecen el éxito del invasor (2). Se registró por primera vez en Colombia en diciembre de 2008 en la Isla de Providencia y en 2009 en el Caribe continental, en el Parque Nacional Natural Tayrona. Posterior a estas fechas, se confirmó su presencia en todos los departamentos del Caribe colombiano y en diversos ecosistemas (3).

La llegada de peces depredadores no nativos como el pez león, junto con los factores de estrés de los arrecifes de coral existentes actualmente (blanqueamiento coralino, enfermedades, sobrepesca, entre otros) podrían causar cambios irreversibles en estos sistemas. Los impactos probables de la presencia del pez león, incluyen una reducción de la biomasa de los peces herbívoros, con un posible aumento en el crecimiento de algas y la competencia con los peces arrecifales nativos. Debido a su variada dieta, el pez león es considerado como uno de los depredadores de los arrecifes que podría causar impactos negativos en redes tróficas que incluyen especies económicamente importantes (4).

El efecto directo para la salud humana se genera debido a las punciones causadas por una incorrecta manipulación del pez, ya que en las espinas dorsales, anales y pélvicas, existe una toxina que puede producir una manifestación neurotóxica que va desde dolor leve hasta parálisis temporal (5). Por otro lado en las zonas con registro de ciguatera y altas concentraciones de mercurio en el ambiente, se ha encontrado la presencia de ciguatóxina (6) y mercurio en tejido muscular de peces marinos, incluyendo el pez león (7).

La Resolución 207 de 2010 expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (hoy llamado Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible) incluye a la especie *P. volitans* (pez león), como especie exótica invasora que amenaza a ecosistemas, hábitat o especies (8). Debido a la necesidad de controlar esta especie, en el período de 2009 a 2012, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés” (INVEMAR), Parques Nacionales Naturales de Colombia (PNN), CORALINA, con el apoyo de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Caribe y la Secretaría de Agricultura y Pesca del Departamento Archipiélago, formularon el Plan de Acción Nacional para el Manejo del Pez León en el Caribe Colombiano, el cual contiene las acciones encaminadas a controlar la especie invasora para enfrentar la problemática que representa para los ecosistemas marinos, la pesquería comercial y la salud pública (9).

La reunión del Comité Ejecutivo para la Pesca (CEP) de agosto de 2013, que estableció las cuotas globales de pesca y otras medidas de manejo para los recursos pesqueros marinos y continentales de Colombia, para la vigencia 2014, consideró que no era pertinente declarar al pez león como recurso pesquero, ya que esta especie está declarada como exótica invasora (10).

Siendo la pesca y el consumo una de las maneras de disposición final identificadas en el control biológico del pez león, según la Resolución 675 de 2013 (1), el presente documento está enfocado en recopilar información que permita dar respuesta a los términos de referencia planteados por el INVIMA, relacionados con los posibles peligros asociados al consumo y manipulación del pez león y sus efectos en salud.

# 3

## METODOLOGÍA

El concepto científico se realizó en dos etapas. En la primera se realizó una búsqueda sistemática de literatura con el fin de obtener evidencia científica disponible, a través de la cual se recolectaron y sintetizaron documentos y artículos científicos relacionados con los peligros del pez león, sus efectos en salud, las medidas de control y consumo, teniendo en cuenta los siguientes criterios para la búsqueda.

Tabla 1. Estrategia de búsqueda y selección de artículos

Criterios	
<b>Bases de datos</b>	<i>Medline, Pubmed, Science direct, Scielo, Highwire Cochrane, Hinari, Jstor, Springer y Wiley</i>
<b>Idiomas</b>	Español, inglés y portugués
<b>Restricciones</b>	No hubo restricciones respecto a edad, país, zona geográfica y hábitos de alimentación
<b>Criterios de inclusión</b>	Documentos con la combinación alimento (pez león) y peligro (toxina propia, metil mercurio, mercurio y ciguatoxina)
<b>Criterios de exclusión</b>	Documentos que no estuvieran relacionados con el pez león o sobre los peligros (toxina, metil mercurio, mercurio y ciguatoxina)

Fuente: grupo de redacción, 2014

Para la búsqueda de artículos se utilizó una combinación de palabras claves (Tabla 2). Una vez recuperados los documentos dados por la búsqueda, se revisaron los títulos y los resúmenes. Luego se seleccionaron los estudios que parecían cumplir con los criterios de inclusión. Se encontraron 43 documentos.

Tabla 2. Palabras clave usadas en la búsqueda en las bases de datos seleccionadas

Inglés	Español
<i>Lionfish</i>	Pez león
<i>Toxin</i>	Toxina
<i>Venemous</i>	Veneno
<i>Pterois volitans</i>	<i>Pterois volitans</i>
<i>Dietary exposure</i>	Exposición alimentaria
<i>Trace elements</i>	Oligoelementos
<i>Food safety</i>	Inocuidad
<i>Heavy metals</i>	Metales pesados
<i>Mercury</i>	Mercurio
<i>Food Poisoning</i>	Intoxicación Alimentaria
<i>Ciguatera</i>	Ciguatera
<i>Ciguatoxin</i>	<i>Ciguatoxina</i>

Fuente: grupo de redacción, 2014

En la segunda etapa se identificaron expertos en el tema de pez león y grupos de investigación del país y se consultaron los trabajos realizados en Colombia sobre esta especie y referencias adicionales en general:

- Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (CORALINA)
- Instituto Nacional de Salud (INS)
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS)
- Secretaría de Salud del Departamento Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.
- Secretaría de Agricultura y Pesca del Departamento Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.
- Universidad Nacional de Colombia Sede Caribe
- Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá
- Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR)

## 4

## DESCRIPCIÓN DEL PEZ LEÓN

El pez león (*P. volitans*) pertenece a la familia *Scorpaenidae*, que incluye al menos 56 géneros y 418 especies (11). La especie puede ser identificada por su patrón corporal de rayas verticales oscuras y blancas, la presencia de tentáculos carnosos arriba de los ojos y la boca, las aletas pectorales en forma de abanico, y largas espinas dorsales venenosas (Figura 1) (12). La aleta dorsal con 13 espinas y 11 (raramente 12) radios blandos, la aleta anal con 3 espinas y 7 (raramente 8) radios blandos, las membranas de las aletas presentan manchas. Las glándulas en la base pueden contener de 5 a 10 mg de veneno cada una (13). Las franjas verticales alternan de anchas a muy delgadas (siendo las líneas delgadas más numerosas). La talla máxima registrada en Colombia es de 41 cm y 1,38 kg (14).

Este pez se encuentra en regiones tropicales en aguas con temperaturas entre 22 y 28°C, alcanza diferentes áreas geográficas y tiene gran adaptabilidad a variadas condiciones ambientales, lo que le permite vivir en múltiples hábitats costeros, incluyendo (pero no limitados a) los arrecifes de coral, manglares y praderas de pastos marinos, y en varias profundidades que van desde cerca de la superficie hasta más de 300 metros de profundidad (15).

Es un pez carnívoro que puede causar cambios perjudiciales en los ecosistemas arrecifales coralinos a través de la depredación de peces e invertebrados nativos, reduciendo la diversidad biológica, así como por la competencia con depredadores naturales, provocando el deterioro de las comunidades marinas autóctonas (16). Por otra parte, puede tener impactos económicos por la reducción de las poblaciones de especies de importancia comercial como los meros, chernas y pargos (3). Tiene la capacidad de consumir presas en los arrecifes, con una tasa mayor a la tasa de recuperación de las poblaciones en los ecosistemas coralinos (17).

Los datos recogidos a lo largo de Carolina del Norte y en las Bahamas indican que el pez león se reproduce durante todas las estaciones del año en una tasa de reproducción estimada de cada 3-4 días. Además, sus larvas y huevos son capaces de dispersarse a grandes distancias, lo que permite una rápida expansión regional (15). Los peces jóvenes pueden desplazarse grandes distancias arrastrados por las corrientes, siendo ésta una de las razones de su amplia distribución geográfica (3).

Figura 1. Pez león capturado con arte de pesca en la isla de San Andrés



Foto tomada por Alfredo Abril-Howard, biólogo marino, CORALINA

Una consideración importante es conocer la diferencia entre el pez león y el pez león invasor. El pez león se refiere a la población que habita y es nativo del Indo-Pacífico, mientras que el pez león invasor se refiere a individuos que se introdujeron y establecieron en el Atlántico Occidental, Golfo de México y Mar Caribe. El pez león nativo del Indo-Pacífico no presenta los mismos impactos ecológicos y socioeconómicos en su área de distribución natural, como lo hace el pez león invasor (18).

# 5

## CONSUMO DEL PEZ LEÓN

A nivel internacional, se llevan a cabo reuniones con participación de agencias gubernamentales, estatales, y no estatales, autoridades ambientales, instituciones académicas, científicas, ONG, restaurantes, entre otros, de la gran mayoría de los países del Gran Caribe (18). En ellas se plantean estrategias de mercadeo para el control del pez león basadas principalmente en su captura y consumo, así como la publicidad al público de su culinaria, estrategias ampliamente aceptadas y promovidas en los países del Océano Atlántico Occidental incluyendo el Gran Caribe, desde hace más de 10 años (15).

La iniciativa del Gobierno Americano más conocida fue una campaña encabezada por la National Oceanic and Atmospheric Administration, (NOAA) llamada “Comer pez león”, creada para concientizar a pescadores, propietarios de restaurantes, consumidores y ambientalistas con la tarea de incrementar el consumo de las especies de pez león. Las Islas Caimán llevaron a cabo su propio programa de mercadeo centrado en orientar a operadores y nativos, para que comunicaran a visitantes, pescadores y lugareños, acerca de los impactos ambientales del pez león y la captura recreativa del mismo para su consumo individual y en restaurantes. Otra campaña ocurrió en Jamaica denominada “Cómelos o véncelos”, la cual informaba a las comunidades de pescadores y compañías pesqueras industriales, sobre el gran lucro económico, tal como la inexistencia de regulaciones en la talla para la captura del pez león (15). Diferentes empresas pesqueras en Jamaica distribuyen la carne del pez león en el Caribe. En algunos establecimientos dependiendo de la solicitud, el pez león es congelado, o empacado al vacío y despachado en conservación con hielo (18).

Con respecto a las características nutricionales, se ha comparado el pez león con otras especies de peces de arrecife marino como el pargo rojo y el dorado del sudeste de Estados Unidos y el Caribe, evidenciándose un mayor contenido de ácidos grasos Omega 3, mientras que los ácidos grasos saturados son relativamente bajos. El rendimiento promedio del filete fue

del 30,5%, valor que es similar a especies de mero *Epinephelus guttatus* (30,1%), chernas *Cephalopholis cruentatus* (34,18%) y *C. fulva* (34,69%), cachi cachi *Calamus* sp. (32,93%) y roncós *Haemulon plumierii* (24,69%) y *H. flavolineatum* (26,52%) (19).

A pesar del potencial para el consumo del pez león, la Administración de Alimentos y Medicamentos de Estados Unidos (FDA, por sus siglas en inglés) incluyó este pez en el grupo de especies asociadas con concentraciones no seguras de ciguatoxina. La FDA recomienda a los procesadores primarios de comida de mar, que tomen medidas para minimizar el riesgo de ciguatera del pez que ellos distribuyen, evitando comprar especies de peces asociados con ciguatoxina de las áreas establecidas o emergentes asociadas con la presencia de este peligro (20).

En Colombia las diferentes instituciones del país involucradas en el tema del pez león, de manera permanente vienen desarrollando acciones conjuntas del plan de manejo y control de esta especie. Las actividades están relacionadas con la educación, capacitación, control y manejo, con acciones como concursos de caza y festivales gastronómicos. Por ejemplo en San Andrés Islas, en el 2013 se realizó la campaña del pez león denominada “*Conócelo, Cázalo y Consúmelo*”, realizada por la Gobernación del Departamento, la Universidad Nacional de Colombia, Sede Caribe y CORALINA, en el marco de convenios interadministrativos de cooperación, en donde se aunaron esfuerzos técnicos, administrativos y financieros para el desarrollo de actividades de control del pez león en la **Reserva de Biosfera Seaflower**. En el concurso de preparación de receta con pez león se premiaron, el mejor sabor, la mejor receta y la mejor preparación (21).

Bado *et al.*, 2012 realizaron un estudio en el Centro de Desarrollo Pesquero y Acuícola (CPA) de la Universidad del Magdalena donde se llevaron a cabo análisis microbiológicos, bromatológicos y prueba de aceptabilidad a muestras de chorizos y butifarras de pez león. Se obtuvieron importantes niveles de proteína y bajas cantidades de grasas, confirmando así la calidad alimenticia de esta materia prima y sus derivados. Los bajos recuentos de microorganismos y la ausencia de patógenos permitieron inferir que son productos pesqueros que no revisten peligro microbiológico alguno, siempre y cuando se apliquen buenas prácticas de manipulación y adecuados procesos para su consumo y transformación (22).

# 6

## PELIGROS EN PECES MARINOS

La presencia de contaminantes químicos ambientales en peces puede ser un potencial peligro para la salud humana. Los peces que se encuentran en aguas contaminadas por diferentes productos químicos pueden acumularlos principalmente en el tejido graso en niveles capaces de causar efectos adversos en la salud humana. Las concentraciones de estos contaminantes pueden variar considerablemente en peces de la misma especie dependiendo de factores como su contenido de grasa, tamaño, edad y género (23).

### 6.1. Scorpaenotoxina

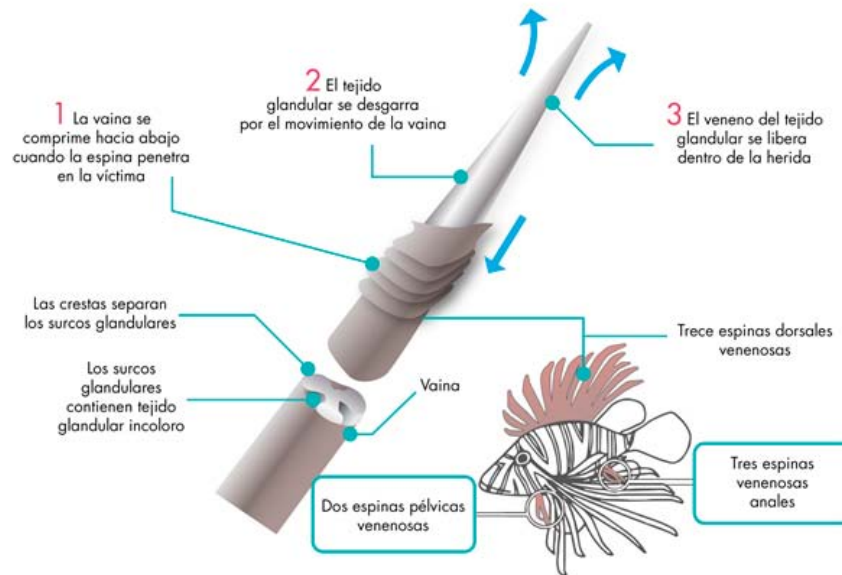
La base de las espinas dorsales, ventrales y anales del pez león poseen glándulas venenosas. El aparato venenoso consta de dos ranuras glandulares que se extienden desde la base de la espina hacia la punta. Las glándulas apocrinas liberan veneno cuando se perturba el tegumento al entrar en el tejido de la víctima. Se ha encontrado que produce efectos cardiovasculares, neuromusculares y citolíticos que van desde reacciones leves, tales como la hinchazón, a dolor extremo y parálisis en las extremidades superiores e inferiores. La picadura debe ser tratada con calor con el fin de desnaturalizar la proteína (4, 24).

La sustancia tóxica del veneno del pez león es una proteína con un peso molecular de aproximadamente 150.000 Da, antigénica y termolábil (25), compuesta de acetilcolina y una neurotoxina (26) “*que se desnaturaliza con el calor. Además se sabe que el poder del veneno disminuye después de 30 minutos de la muerte del animal, al igual que después del proceso de congelado. Con esas consideraciones, es de suponer que el animal, una vez muerto, no representa un riesgo importante para la salud humana, siempre y cuando se sigan los estándares de calidad en la manipulación de alimentos de similar naturaleza*” (27).



Hay poca información disponible sobre las propiedades químicas de toxinas proteicas de pez león, sin embargo, se conoce que el antídoto de peces relacionados como el pez piedra (*Synanceia* spp.) es eficaz para la neutralización de la actividad (4, 28).

Figura 2. Morfología y mecánica de la picadura del pez león



Fuente: Adaptado de Morris J. (2013) (29), por Joshep Ruano INS-Colombia.

## 6.2. Mercurio

El mercurio está presente de forma natural en el aire, el agua y los suelos; procede de la actividad volcánica, la erosión de las rocas o de la actividad humana; siendo esta última la principal causa de las emisiones del elemento, provenientes especialmente de combustión de carbón en centrales eléctricas, calefacciones y cocinas, de procesos industriales, de incineración de residuos y de extracción minera de mercurio, oro y otros metales. Cuando el mercurio está en el ambiente, algunas bacterias pueden transformarlo en metilmercurio, el cual se acumula en peces y mariscos. Los grandes peces depredadores, tienen más probabilidades de presentar niveles elevados de

este metal ya que devoran peces pequeños que a su vez habrían ingerido este contaminante al alimentarse de plancton (30, 31).

En los suelos y sistemas acuáticos, los metales son contaminantes persistentes que se bioacumulan a través de las redes tróficas (32) y pueden entrar en el cuerpo humano a través de la ingesta de alimentos (33). La acumulación de metales pesados en el tejido de organismos marinos se transfiere de presa a depredador (7). Hoo Fung *et al.*, (2013) determinaron la acumulación de elementos esenciales, no esenciales (calcio, cobre, hierro, potasio, magnesio, manganeso, selenio, sodio y zinc) y tóxicos (arsénico, cadmio, mercurio y plomo) en peces león de Jamaica. Acorde con este estudio, el tejido muscular de pez león parece contribuir poco a minerales y oligoelementos y no es un contribuyente importante a la exposición alimentaria a estos metales tóxicos (34).

Huge *et al* 2014 en el *Florida Keys National Marine Sanctuary* cuantificaron las concentraciones de mercurio total en el músculo del pez león, e hicieron una evaluación preliminar de la variación espacio-temporal comparando con los peces depredadores de habitual consumo. El pez león presentó las menores concentraciones medias de mercurio (0,13 ppm), sin superar los niveles reglamentarios permitidos por FAO/OMS (1,0 ppm para peces depredadores); lo cual sugiere que puede estar asociado con diferencias en las concentraciones de mercurio contenidas en sus presas, frente a las concentraciones de este metal en las presas de otros depredadores o diferencias en el procesamiento fisiológico de mercurio. En el estudio no se encontraron relaciones significativas entre las concentraciones de mercurio total en el músculo del pez león y la longitud estándar o el peso de éste; sin embargo, cabe mencionar que los peces de mayor edad a menudo acumulan más metilmercurio (7, 35). Resultados que son similares a lo encontrado por Tremain and O'Donnell 2014, en donde las concentraciones de mercurio fueron menores en pez león frente a otras especies carnívoras que soportan la pesca comercial y deportiva en la Florida (7, 35).

### 6.3. Ciguatoxina

La ciguatera es una intoxicación alimentaria de origen marino, de regiones tropicales y subtropicales del Pacífico, Golfo de México, el Atlántico Occidental, y el Mar Caribe (36); es causada por el consumo de peces marinos que han acumulado en sus tejidos, biotoxinas (ciguatoxina-1, maitotoxina, escaritoxina, palitoxina, entre otras) producidas por dinoflagelados (principalmente el *Gambierdiscus toxicus*) (37). La combinación de características locales como ecología, fisiología, hábitat, micro hábitats, pueden generar “hotspots” (zonas endémicas de ciguatera) (18).

La intoxicación por ciguatera es de ocurrencia espacio-temporal a lo largo del Caribe y del Pacífico; muchas especies y familias de peces arrecifales tienen el potencial de convertirse en ciguatóxicos. En el Caribe las principales especies de peces que pueden acumular ciguatoxina en tejido son carnívoros y omnívoros como barracudas, pargos, meros, chernas, sierras, pargo pluma, entre muchos otros (38). Con la aparición del pez león en el continente americano y su amplia dispersión por todo el Gran Caribe, se ha fomentado el consumo como estrategia de control de la población, sin embargo se ha argumentado sobre la posible presencia de bioacumulación de ciguatoxina en sus tejidos. En este sentido Morris *et al.*, (2011), mencionan que para el consumo de este pez se deben tener en cuenta las mismas recomendaciones y avisos de seguridad promulgadas para cualquier otro pez arrecifal o marisco nativo (19).

La FDA en su guía para la industria identifica las especies de pez león *P. volitans* y *P. miles* como un riesgo potencial para la intoxicación con ciguatoxina del Caribe (C-CTX-1), por su presencia en aguas que rodean las Islas Vírgenes de Estados Unidos. El valor de referencia para C-CTX-1 en peces es de 0,1 µg/kg. Desde julio de 2013, no hay informes conocidos de intoxicación por ciguatoxina asociados con el consumo de pez león (20, 23).

Robertson *et al.*, 2013 realizaron un estudio en el cual se determinó si la expansión geográfica del pez león en una región endémica con ciguatera, puede suponer una amenaza para la salud humana debido a la intoxicación por ingestión de pescado contaminado. Se analizaron muestras de pez león, barracudas y pargos recolectadas de aguas circundantes a las Islas Vírgenes

de Estados Unidos durante 2010 y 2011, encontrando que el 98% de las muestras de barracuda, el 100% de pargos y el 43% de peces león dieron positivo para presencia de ciguatoxina, sin embargo solo el 12% de las muestras de pez león analizadas superaron el nivel establecido por la FDA. Los autores evidenciaron que el consumo del pez león proveniente de zonas con ciguatoxina podría representar un riesgo para la salud humana, lo cual hace necesaria la investigación sobre este peligro en las zonas endémicas (18).

En zonas ciguatóxicas, Nicolas Díaz *et al.*, (2014) realizaron un estudio en las Antillas francesas, donde se tomaron 60 muestras de pez león en Guadalupe, 5 muestras en Saint-Martin y 55 muestras en Saint-Barthelemy para detectar ciguatoxina; en las dos primeras islas se obtuvieron resultados negativos, mientras que en Saint-Barthelemy el 49% de las muestras fueron positivas y el 40% superaron el umbral de exposición recomendado por la Unión Europea ( $\geq 0.01$  ppb P-CTX-1); sin embargo, se desconoce si alguna de estas muestras positivas superaron el valor de referencia de la FDA ( $\geq 0.1$  ppb C-CTX-1) (18).

Debido a la similitud en las estructuras químicas de la ciguatoxina y la toxina propia del pez león (scorpaenotoxina) se podrían generar falsos positivos en los análisis de laboratorio. Se sugiere tener cuidado con la interpretación de los ensayos cuya finalidad sea detectar la presencia de ciguatoxina; y se recomienda que para estas pruebas se considere la cocción de la carne del pez, con la finalidad de desnaturalizar la scorpaenotoxina (39).

En Colombia, se han reportado algunos episodios de ciguatera por consumo de barracuda, morena, medregal, bonito y jurel en algunos municipios de los departamentos de Bolívar, Magdalena y en San Andrés y Providencia (37, 40-44). A partir del 2013 la ciguatera es un evento de interés del sistema de salud pública nacional dentro de las enfermedades transmitidas por alimentos. De acuerdo con la información del Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública (SIVIGILA), desde 2010 se han reportado 92 casos en San Andrés y Providencia y 4 en Cartagena, los cuales no han sido asociados al consumo de pez león. No obstante, es difícil conocer con exactitud la prevalencia de la enfermedad debido al posible subregistro por dificultades en el diagnóstico, desconocimiento del protocolo de vigilancia, entre otros (45, 46).



## 7

## EFFECTOS EN SALUD

### 7.1. Scorpaenotoxina

El veneno contiene aminoácidos, fosfodiesterasas, neurotransmisores y proteínas de alto peso molecular. Estas últimas pueden formar poros en la membrana celular que permiten la entrada de  $Ca^{+2}$  al espacio intracelular aumentando la liberación de vesículas de acetilcolina (ACh) dependiente de calcio en la hendidura sináptica. La ACh se une a los receptores muscarínicos y nicotínicos causando alteraciones en la placa neuromuscular y en sistema cardiovascular (13). Las manifestaciones clínicas pueden ser locales secundarias al trauma o sistémicas. En el sitio de la punción puede presentarse sangrado, dolor intenso, edema, eritema y úlceras que se extienden a lo largo de la extremidad afectada. El pico de aparición de síntomas se presenta entre 30 a 90 minutos después de la punción y pueden durar hasta 48 horas. Posteriormente, el paciente puede manifestar astenia, diaforesis, dolor de cabeza, dolor abdominal, náuseas, emesis, diarrea, parálisis de la extremidad, vértigo, fasciculaciones, alteraciones del ritmo cardiaco, hipotensión y síncope. Es importante vigilar adecuadamente el sitio de la punción, ya que puede presentarse sobreinfección (47, 48). La severidad del cuadro clínico va a depender de factores como la cantidad de veneno inoculado, la localización anatómica de la punción, la edad, el estado inmunológico y las comorbilidades que presente el paciente (4, 25).

### 7.2. Mercurio

Los metales pesados son compuestos altamente tóxicos. Cuando se exceden los límites máximos permisibles de estas sustancias en los alimentos pueden causar toxicidad aguda o crónica dependiendo de la dosis ingerida. Aunque los mecanismos de acción difieren entre cada compuesto, en general interactúan con los sistemas enzimáticos causando alteraciones en la fisiología celular (49). Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) dentro de las diez sustancias químicas de mayor interés en salud pública se encuentran elementos como mercurio (33).

El mercurio es un metal altamente tóxico en seres humanos. En su forma elemental produce toxicidad pulmonar; el mercurio inorgánico presenta en su mayoría síntomas gastrointestinales y posteriormente nefrotoxicidad y la forma orgánica o metilmercurio es neurotóxica. Por inhalación o ingestión de distintos compuestos de mercurio o por exposición cutánea, se pueden presentar trastornos neurológicos y del comportamiento, con síntomas como temblores, insomnio, pérdida de memoria, efectos neuromusculares, cefalea o disfunciones cognitivas y motoras (30, 31).

El Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA) estableció una Ingesta Semanal Tolerable Provisional (ISTP) de 1,6 µg/kg de peso corporal/semana basada en dos estudios epidemiológicos que investigaron la relación entre la exposición materna al mercurio y deficiencias neuronales en el desarrollo de los hijos. La ingesta estimada de mercurio en Europa varía según el país, dependiendo de la cantidad y el tipo de pescado que se consume (31).

### 7.3. Ciguatoxina

La ciguatera es una enfermedad causada por la ciguatoxina, la cual se presenta en los humanos por el consumo de peces que la han acumulado. El cuadro clínico por intoxicación de peces ciguatos es inespecífico, se reportan más de 175 síntomas que pueden ser agrupados en manifestaciones gastrointestinales, neurológicas y cardiovasculares. Los síntomas suelen aparecer en las tres primeras horas posteriores al consumo, aunque en algunos casos el paciente puede presentar sintomatología hasta 12 horas después. La sintomatología tiene un tiempo de duración de dos a tres semanas, sin embargo el cuadro puede persistir por un período mayor a un año (37). Entre las manifestaciones gastrointestinales se encuentran dolor abdominal, diarrea y emesis, la sintomatología neurológica puede estar dada por parestesias, vértigo y ataxia y las alteraciones del sistema cardiovascular comprenden alteraciones del ritmo cardiaco e hipotensión (36, 41, 50).

El consumo de diversos mariscos y pescados ocasiona a nivel mundial un número creciente de intoxicaciones en humanos. El diagnóstico se realiza teniendo en cuenta el cuadro clínico que presente el paciente y los resultados de presencia de la toxina en los alimentos de mar (51).



## MEDIDAS DE CONTROL

En las estadísticas oficiales la contaminación con sustancias químicas como causa de enfermedades transmitidas por productos pesqueros ha sido baja. La determinación de los niveles de contaminación en peces es de un interés particular, debido a los efectos potenciales de tales sustancias en los peces y en los organismos que los consumen, incluyendo los humanos. Por lo anterior, se hace necesario conocer medidas que permitan minimizar los posibles peligros presentes y para este caso en particular, el pez león.

### 8.1. Scorpaenotoxina

Una de las medidas tempranas más eficaces para el manejo de la sintomatología local es la inmersión de la zona afectada en agua caliente (hasta 45°C) durante 30 a 90 minutos o hasta que se presente mejoría del dolor. Esto puede repetirse a la hora o dos horas si el dolor persiste. Este tipo de intervención inactiva o destruye los componentes termolábiles del veneno, lo que puede producir alivio del dolor. En casos de dolor severo puede ser necesario el bloqueo regional con anestésicos locales (25, 52).

El tratamiento de la intoxicación es sintomático, dependiendo la severidad de las lesiones se recomienda realizar profilaxis contra el tétano. Dentro del manejo local de la lesión se incluye la irrigación con solución salina normal calentada, debe realizarse lavado exhaustivo y exploración del sitio de la punción debido a que partes del tegumento, glándulas o espinas venenosas pueden haber quedado adheridos al tejido, en este caso se deja para cierre por segunda intención. Adicionalmente, hay que vigilar la aparición de signos de infección local, pues puede presentarse infección sobreagregada la cual requiere tratamiento con antibiótico. En el caso de aparición de necrosis el manejo es quirúrgico (47).

La irrigación con sulfato de magnesio en el sitio de la lesión, la inyección de permanganato de potasio, procaína, adrenalina e incluso otras sustancias como rojo congo, emetina y alcohol es inadecuado y su implementación puede causar un mayor daño en los tejidos (25).

## 8.2. Mercurio

Se han llevado a cabo investigaciones en relación con las interacciones entre mercurio y selenio (Se) y el potencial de éste elemento para mitigar los efectos tóxicos de la exposición a mercurio (34). Estudios recientes han mostrado que dietas enriquecidas con Se no solo previenen la toxicidad del MeHg, sino que también pueden revertir rápidamente algunos de los síntomas más severos. Enzimas del Se son requeridas para prevenir y revertir daños oxidativos a través del cuerpo, particularmente en el cerebro y tejidos neuroendocrinos. En poblaciones expuestas a MeHg por consumir pescado de mar rico en Se, se observaron mejoras en el coeficiente intelectual de niños en lugar de daño (53).

## 8.3. Ciguatoxina

El manejo médico de la intoxicación con ciguatera es sintomático, no existen guías o protocolos de manejo. Entre las medidas de descontaminación no está indicada la realización de lavado gástrico o la administración de catárticos salinos debido a que la toxina produce emesis. Debe emplearse el manejo del **ABCD** (A: vía aérea, B: respiración, C: circulación y D: estado de conciencia), dentro del cual se incluyen la administración de oxígeno y dependiendo de la severidad de la insuficiencia respiratoria se debe asegurar la vía aérea e intubar al paciente. Para el manejo del dolor pueden emplearse opiáceos. Se ha reportado que el uso de manitol IV puede ser eficaz para el tratamiento de la ciguatera, debido a que mejora la sintomatología y disminuye la necesidad de hospitalización. Se han postulado dos mecanismos de acción: neutralización periférica de la toxina que posteriormente se elimina por vía renal y la inhibición competitiva a nivel de la membrana celular. Sin embargo, debe administrarse con precaución teniendo en cuenta las contraindicaciones y el estado clínico del paciente (54).

Para reducir el peligro potencial de la intoxicación por ciguatera, la FDA recomienda que los procesadores primarios del pescado, obtengan información sobre la ubicación de la captura y de las especies de peces para determinar el riesgo de contaminación (6).

# 9

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a la literatura científica revisada se concluye:

- La salud humana solo se puede ver afectada por envenenamiento con scorpaenotoxina cuando se presentan accidentes por punción debido a una incorrecta manipulación del pez león.
- La ciguatoxina y el mercurio, son posibles peligros químicos asociados al consumo de varias especies de peces que incluyen al pez león, siempre y cuando sean capturados en zonas ciguatóxicas o contaminadas con mercurio.
- El pez león al igual que cualquier pez marino destinado a consumo humano podría causar los efectos adversos mencionados, si supera los límites permisibles establecidos para mercurio y ciguatoxina.
- A nivel mundial, no se han registrado casos de intoxicación por ciguatoxina al consumo del pez león.
- Las concentraciones de mercurio reportadas en pez león capturado en zonas contaminadas, no superan los niveles máximos permisibles, resaltando que se encuentran por debajo de otras especies de peces de consumo humano.
- Considerando la morfología de la espina y la glándula de veneno, la carne no está expuesta a contaminación por scorpaenotoxina, ya que el veneno es transmitido cuando la vaina de tejido tegumentario que sostiene la espina se comprime.

Se recomienda que:

- Es importante caracterizar las zonas costeras e insulares del país para identificar posibles áreas con presencia de ciguatoxina o contaminación con metales pesados.
- Las espinas deben eliminarse con tijeras. Una vez que se retiran las espinas del pez león, puede manipularse al igual que cualquier otro pez.

## 10

## ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS

CEP	Comité Ejecutivo para la Pesca
CORALINA	Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina
CPA	Centro de Desarrollo Pesquero y Acuícola
Da	Dalton
EFSA	Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria
ERIA	Grupo de Evaluación de Riesgos en Inocuidad de Alimentos
FDA	Administración de Alimentos y Medicamentos de Estados Unidos
INVEMAR	Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés”
INVIMA	Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos
ISTP	Ingesta Semanal Tolerable Provisional
JECFA	Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios
MADS	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
MeHg	Metilmercurio
NOAA	Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de Estados Unidos
OMS	Organización Mundial de la Salud
PNN	Parques Nacionales Naturales de Colombia
PNNT	Parque Nacional Natural Tayrona
REEF	Fundación para la educación ambiental Reef
Se	Selenio
SIVIGILA	Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública

## 11

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). Resolución 675 de 2013. Por la cual se modifican parcialmente las Resoluciones 0207 del 3 de febrero y 0132 del 4 de agosto de 2010 y se establecen otras disposiciones. 2013.
2. Anton A, Simpson MS, Vu I. Environmental and Biotic Correlates to Lionfish Invasion Success in Bahamian Coral Reefs. *PLoS one*. 2014;9(9):e106229.
3. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). El pez león (*Pterois volitans*) en el Caribe colombiano. Dirección de Asuntos Marinos, Costeros y Recursos Acuáticos. Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible (pp. 123-130). 2011.
4. Morris J, Akins J, Barse A, Cerino D, Freshwater D, Green S, *et al.*, editors. Biology and ecology of the invasive lionfishes, *Pterois miles* and *Pterois volitans*. Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute; 2009.
5. Badillo RB, Banner W, Morris Jr JA, Schaeffer SE. A case study of lionfish sting-induced paralysis. *AAFL Bioflux*. 2012;5(1):1-3.
6. Robertson A, Garcia AC, Quintana HAF, Smith TB, II BFC, Reale-Munroe K, *et al.* Invasive lionfish (*Pterois volitans*): a potential human health threat for ciguatera fish poisoning in tropical waters. *Marine drugs*. 2013;12(1):88-97.
7. Huges DH, Schofield PJ, Jacoby CA, Frazer TK. Total mercury concentrations in lionfish (*Pterois volitans/miles*) from the Florida Keys National Marine Sanctuary, USA. *Marine Pollution Bulletin*. 2014;78(1-2):51-5.
8. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. Resolución 207 de 2010. Por la cual se adiciona el listado de especies exóticas invasoras declaradas por el artículo primero de la Resolución 848 de 2008 y se toman otras determinaciones. 2010.
9. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). Plan para el manejo y control del pez león *Pterois volitans* en el Caribe colombiano. 2013.
10. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural - Ministerio de Ambiente y

- Desarrollo Sostenible (MADS). Acta de la Reunión Ordinaria del Comité Ejecutivo para la Pesca-CEP. Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca, 2013. 2013.
11. Nelson F. Fishes of the World. 4th Edition. John Wiley & Sons, Inc. New Jersey. 624. 2006.
  12. González JD, Acero A, Serrat-LL A, Betancur R. Caracterización taxonómica de la población del pez león *Pterois volitans* (Linnaeus 1758)(*Scorpaenidae*) residente en el Caribe colombiano: merística y morfometría. *Biota Colombiana*. 2011;12(2):15-22.
  13. Brush ED. Marine envenomations. En: Nelson LS, Hoffmann RS, Lewin NA, Goldfrank LR, Howland MA, Flomenbaum NE, editores. *Goldfrank's toxicologic emergencies*. Novena edición. Nueva York: McGraw-Hill; p.1587-60. 2011.
  14. Acero A, García-Urueña M, Grijalba-Bendeck, Sanjuan-Muñoz A. Invasión del pez león a los arrecifes colombianos: Biología, ecología y origen (Proyecto No. 1361-521-28271). Informe final presentado a COLCIENCIAS. Bogotá. 2013.
  15. Gallagher SE. Establishing a culinary market for lionfish species through a market-based organization to mitigate the environmental impacts of the invasive species. : College of charleston; 2013.
  16. Muñoz RC, Currin CA, Whitfield PE. Diet of invasive lionfish on hard bottom reefs of the Southeast USA: insights from stomach. *Marine Ecology Progress Series*. 2011;432:181-93.
  17. Green SJ, Akins JL, Morris Jr JA. Lionfish dissection: techniques and applications. 2012.
  18. Bogdanoff AK, Akins JL, JA M. Invasive Lionfish in the Marketplace: Challenges and Opportunities/Invasor Pez León en el Mercado: Retos y Oportunidades. *GCFI*:66. p140-47. 2014.
  19. Morris Jr JA, Thomas A, Rhyne AL, Breen N, Akins L, Nash B. Nutritional properties of the invasive lionfish: A delicious and nutritious approach for controlling the invasion. 2011.
  20. FDA. Guidance for Industry Purchasing Reef Fish Species Associated with the Hazard of Ciguatera Fish Poisoning. Disponible en <http://www.fda.gov/ucm/groups/fdagov-public/@fdagov-foods-gen/documents/document/ucm345045.pdf>. 2013.
  21. CORALINA. Exitosa campaña del pez león: conócelo, cázalo y consúmelo. 2013.
  22. Bado. Alternativas tecnológicas para enfrentar la invasión del Pez León (*Pterois volitans*, Linnaeus 1758) en el Caribe Colombiano. Universidad del Magdalena. 2012.
  23. FDA. Fish and Fishery Products Hazards and Controls Guidance Fourth Edition – APRIL 2011. U.S. Department of Health and Human Services. 2011.
  24. Aldred B, Erickson T, Lipscomb J. Lionfish envenomations in an urban wilderness. *Wilderness & environmental medicine*. 1996;7(4):291-6.
  25. Vetrano SJ, Lebowitz JB, Marcus S. Lionfish envenomation. *The Journal of Emergency Medicine*. 2002;23(4):379-82.
  26. Cohen AS, Olek AJ. An extract of lionfish (*Pterois volitans*) spine tissue contains acetylcholine and a toxin that affects neuromuscular transmission. *Toxicon*. 1989;27(12):1367-76.
  27. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR). Concepto Técnico Tipo "A" CPT-BEM-024-14. Comunicación escrita INVEMAR vinculado Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). 2014.
  28. Kiriake A, Shiomi K. Some properties and cDNA cloning of proteinaceous toxins from two species of lionfish (*Pterois antennata* and *Pterois volitans*). *Toxicon*. 2011;58(6-7):494-501.
  29. Morris JA. El pez león invasor: Guía para su control y manejo. Marathon, Florida Estados Unidos. Consultado marzo 2014. Disponible [http://caribbeanfmc.com/lionfish/InvasiveLionfishGuide\\_GCFI\\_SpecialPublicationSeries\\_Number2\\_2013\\_Esp.pdf](http://caribbeanfmc.com/lionfish/InvasiveLionfishGuide_GCFI_SpecialPublicationSeries_Number2_2013_Esp.pdf). 2013.
  30. Organización Mundial de la Salud (OMS). El mercurio y la salud. Consultado 17 de septiembre de 2014. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs361/es/>. 2013.
  31. European Food Safety Authority (EFSA). Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the Commission related to mercury and methylmercury in food. *The EFSA Journal*. 34, 1-14. 2004.
  32. Manahan SE. *Toxicological chemistry and biochemistry*: CRC Press; 2002.
  33. Organización Mundial de la Salud (OMS). *Ambientes saludables y prevención de enfermedades. 10 sustancias químicas de importancia en salud pública. Salud pública y Medio ambiente*. 2010.
  34. Hoo Fung LA, Antoine JMR, Grant CN, Buddo DSA. Evaluation of dietary exposure to minerals, trace elements and heavy metals from the muscle tissue of the lionfish *Pterois volitans* (Linnaeus 1758). *Food and Chemical Toxicology*. 2013;60(0):205-12.

35. Tremain DM, O'Donnell KE. Total mercury levels in invasive lionfish, *Pterois volitans* and *Pterois miles* (*Scorpaenidae*), from Florida waters. *Bulletin of Marine Science*. 2014;90(2):565-78.
36. Dickey RW, Plakas SM. Ciguatera: A public health perspective. *Toxicon*. 2010;56(2):123-36.
37. Arencibia G, Mancera J, Delgado G. La ciguatera un riesgo potencial para la salud humana: preguntas frecuentes. Universidad Nacional de Colombia, San Andrés, Isla-Colombia. 2010.
38. Lewis RJ. The changing face of ciguatera. *Toxicon*. 2001;39(1):97-106.
39. Wilcox C, Hixon M. False positive tests for ciguatera may derail efforts to control invasive lionfish. *Environ Biol Fish*. 2014:1-9.
40. Martínez-Orozco MJ, Cruz-Quintero Á. Revisión y guía para diagnóstico y tratamiento de ciguatera. *Revista Ciencias Biomedicas*. 2013;4(1):174-85.
41. Alvarez R. Tres brotes de ictiosarcototoxicosis por ingestión de *Sphyraena barracuda* (Walbaum) y *Seriola zonata* (Mitchill) en el Caribe de Colombia. *Biomédica*. 1999;19(1):35-8.
42. Alvarez R. Primer caso de ciguatera en el caribe colombiano por *Seriola zonata* (Mitchill, 1815) (Pisces: Carangidae). *Biomédica*. 1997;17(1):67-8.
43. Gaitán J. Ictiotoxismo por consumo de barracuda (*Sphyraena barracuda*) y morena manchada (*Gymnothorax moringa*) en la comunidad de pescadores artesanales de Tasajera, Caribe Colombiano. *Duazary*. 2010;4(2).
44. Borbón M, Guerrero JA. Revisión de literatura sobre la vigilancia epidemiológica de la ciguatera, Colombia, 2011. *Inf Quinc Epidemiol Nac* 2011;16(22):287-99. 2011.
45. Instituto Nacional de Salud (INS). Informe epidemiológico de ciguatera 2014. Dirección de Vigilancia en Salud Pública. . 2014.
46. Borbón M, J B. Caracterización epidemiológica de ciguatera en Colombia 2009 -2014. (Documento en revisión). 2014.
47. Balhara KS, Stolbach A. Marine Envenomations. *Emergency Medicine Clinics of North America*. 2014;32(1):223-43.
48. Reese E, Depenbrock P. Water Envenomations and Stings. *Current Sports Medicine Reports*. 2014;13(2):126-31.
49. Langdon CJ, Pearce TG, Meharg AA, Semple KT. Interactions between earthworms and arsenic in the soil environment: a review. *Environmental Pollution*. 2003;124(3):361-73.
50. Ng S, Gregory J. An outbreak of ciguatera fish poisoning in Victoria. Measles elimination—a case definition to enhance surveillance. 2000:1.
51. FAO/OMS. Evaluación de riesgos para la intoxicación por ciguatera en pescado (CFP). Consultado 17 de septiembre de 2014. Disponible en <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/008/y5486s/y5486s04.pdf>. .
52. Field-Cortazares J, Calderon Campos R, Seijo y Moreno J. Envenenamiento por picadura del pez león. *Bol Clin Hosp Infant Edo Son*. 2008;25(2):85-90.
53. Ralston NVC, Raymond LJ. Dietary selenium's protective effects against methylmercury toxicity. *Toxicology*. 2010;278(1):112-23.
54. Ricourt Regús R, editor *La Ciguatera: Intoxicación por biotoxinas marinas*. *Anales de la Real Academia Nacional de Farmacia*; 2009.





[www.ins.gov.co](http://www.ins.gov.co)



INSTITUTO  
NACIONAL DE  
SALUD



**TODOS POR UN  
NUEVO PAÍS**  
PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN

Dirección de Vigilancia y Análisis del Riesgo en Salud Pública  
Grupo de Evaluación de Riesgos en Inocuidad de Alimentos

Bogotá D. C. Colombia  
PBX: (57+1) 220 77 00 ext. 1333

Línea Gratuita Nacional 01 8000 113 400  
[contactenos@ins.gov.co](mailto:contactenos@ins.gov.co)