

Pterois volitans (Linnaeus, 1758)



Pterois volitans

Foto: Albert Kok. Fuente: Wikimedia.

Pterois volitans, conocido comúnmente como pez león, es una especie nativa del Indo-Pacífico (Chevalier *et al.*, 2008), se registró por primera vez en el Atlántico en la década de los ochentas. Aunque existen diferentes hipótesis de su introducción, entre ellas la liberación intencional por acuaristas, la más aceptada es la liberación de organismos tras la ruptura de unos acuarios durante el paso del huracán Andrew en 1992. En el Caribe mexicano se informó por primera vez de su presencia en 2009 en los arrecifes de Cozumel y a la fecha se puede observar en todo el Caribe mexicano y Golfo de México (Schofield 2010; Aguilar-Perera y Tuz-Sulub 2010). Se adapta fácilmente a cualquier medio ambiente acuático como los arrecifes, praderas de pastos y zonas de manglar (Molina, 2009). No presenta depredadores naturales y tiene una alta disponibilidad de alimento debido a que las especies nativas no lo reconocen como depredador (Cure *et al.*, 2012). El pez león representa una amenaza a los ecosistemas marinos debido a la capacidad de competir por alimento y sitios de refugio contra especies nativas, aunado a la gran variedad de especies de peces es estadios juveniles de los cuales se alimenta (Arredondo-Chávez *et al.*, 2016).

Información taxonómica

| | |
|--------------------|---|
| Reino: | Animalia |
| Phylum: | Craniata |
| Clase: | Actinopterygii |
| Orden: | Scorpaeniformes |
| Familia: | Scorpaenidae |
| Género: | <i>Pterois</i> |
| Nombre científico: | <i>Pterois volitans</i> (Linnaeus, 1758) |

Nombre común: Pez león

Sinónimos: *Pterois zebra*, *Scorpaena volitans*, *Brachirus zebra*

Valor de invasividad: 0.8922

Categoría de riesgo: Muy alto

Descripción de la especie

Pterois volitans es una especie nativa del Indo-Pacífico, habita las aguas marinas tropicales con intervalos de temperatura de 14°C a 28°C y profundidades de 10m a 175m (Meister *et al.*, 2005; Schofield y Fuller, 2006). Habita principalmente zonas arrecifales y se ha reportado en manglares, zonas de pastos marinos y en algunas ocasiones, en lagunas costeras (Schofield, 2009; González *et al.*, 2009; Froese y Pauly, 2011). Presenta un cuerpo moderadamente comprimido, cabeza grande y espinosa, el perfil de la frente es pronunciado con un largo tentáculo sobre cada ojo y barbillas ramificadas por debajo de la mandíbula inferior. La aleta dorsal presenta 13 espinas y 11 radios, las aletas pectorales son largas y poseen entre 13 y 15 radios no ramificados, las aletas pélvicas poseen una espina y 5 radios cada una y la aleta anal presenta tres espinas y siete radios. Las membranas de las aletas en ocasiones son moteadas, el cuerpo es blanco con tonos rojizos, presentando franjas verticales color rojo/marrón. Las poblaciones costeras tienden a exhibir tonalidades más oscuras (Schofield *et al.*, 2013; Robertson *et al.*, 2015). Alcanza una longitud total de hasta 38 cm, sin embargo, en su rango de distribución como especie invasora puede alcanzar hasta los 43 cm de longitud total, y pesar hasta 1,200 g. (Froese y Pauly, 2011).

Distribución original

Abarca el oeste del Pacífico desde Japón hasta Australia, el oeste de Australia y en el Pacífico Sur hasta las islas Pitcairn, y en el océano Índico (Schultz, 1986). De acuerdo con el Global Invasive Species Database (2019), su distribución original abarca las localidades de Australia, China, Islas Christmas, Islas Cook, Fiji, Polinesia Francesa, Guam, Hong Kong, India, Indonesia, Japón, Corea, República Democrática de Corea, República de Malasia, Las Maldivas, Islas Marshall, Islas Mauricio, Micronesia, Estados Federados de Mozambique, Nueva Caledonia, Nueva Zelanda, Isla Norfolk, Norte de las Islas Mariana, Palau, Papúa Nueva Guinea, Filipinas, Pitcairn, Samoa, Seychelles, Sri Lanka, Taiwan, Vanuatu y Viet Nam.

Estatus: Exótica presente en México

El parque Nacional Arrecifes de Cozumel fue el primer lugar en México en donde se registró a *P. volitans*, específicamente en la zona arrecifal llamada Jardines de Palancar en 2009, dentro del Parque Nacional Arrecifes de Cozumel, sin embargo, en años posteriores se registraron individuos en gran parte de otras ANP marinas de la región de la Península de Yucatán incluyendo el Caribe mexicano y Costas del Golfo de México (Brito Bermúdez *et al.*, 2014). En el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano se registró por primera vez en el 2012 (González-Gándara *et al.*, 2012), es decir, a unos 700 km de su primer registro en el Golfo de México. Un año más tarde, se reportó por primera vez en las costas de Tabasco (Santander-Monsalvo *et al.*, 2012; Wakida-Kusunoki y Amador del Ángel, 2015). Para el 2016 ya se reportó la presencia de individuos en las costas de Tamaulipas (Arellano-Méndez *et al.*, 2017).

¿Existen las condiciones climáticas adecuadas para que la especie se establezca en México? **Sí.**

1. Reporte de invasora

Especie exótica invasora: Es aquella especie o población que no es nativa, que se encuentra fuera de su ámbito de distribución natural, que es capaz de sobrevivir, reproducirse y establecerse en hábitats y ecosistemas naturales y que amenaza la diversidad biológica nativa, la economía o la salud pública (LGVS, 2010).

Muy alto. Uno o más análisis de riesgo identifican a la especie como invasora de alto impacto en cualquier país o está reportada como invasora/plaga en México.

Pterois volitans se reporta para el Caribe Mexicano en el 2009 en la isla de Cozumel, desde el año de su registro se puede observar en arrecifes, manglares y

pastos de la zona, (Schofield 2010). En 2010 Aguilar-Perera y Tuz-Sulub (2010) lo reportan para el Golfo de México. En la actualidad se tienen registros de poblaciones bien establecidas en las áreas costeras del Caribe mexicano (Morris *et al.*, 2009; Arredondo-Chávez *et al.*, 2016; González-Gándara, 2012; Arellano-Méndez *et al.*, 2017). Por lo que se considera una especie que representa un estatus crítico de invasión para México (Mendoza *et al.*, 2014).

También ha colonizado e invadido la costa Este y Atlántica de los Estados Unidos, desde el estado de Nueva York, hasta el sur de los cabos de La Florida, así como la remota isla de Bermuda, que se encuentra en medio del océano Atlántico. En el norte del mar Caribe ha invadido el Archipiélago de Las Bahamas, las islas de Turks y Caicos, Cuba, Jamaica, Caimán, Española (República Dominicana y Haití), Puerto Rico, la isla de Saint Croix, perteneciente a las Islas Vírgenes norteamericanas y la isla de Saint Martin. Así mismo, también ha colonizado el Golfo de México, donde ha sido observada y capturada en Saint Petersburg, Dry Tortugas. Por la región occidental del Caribe ha invadido las costas de Belice, Honduras, el archipiélago de San Andrés y Providencia (Colombia), Costa Rica y Panamá, llegando a colonizar en 2008 y 2009 las costas de Colombia y las Antillas holandesas de Aruba, Curaçao y Bonaire, así como las costas brasileñas (Chevalier *et al.*, 2008; Lasso-Alcalá, 2010; Ferreira *et al.*, 2015).

2. Relación con taxones cercanos invasores

Evidencia documentada de invasividad de una o más especies **con biología similar** dentro del taxón de la especie que se está evaluando. Las especies invasoras pueden poseer características no deseadas que no necesariamente tienen el resto de las especies del taxón.

Alto. Evidencia documentada de que la especie pertenece a un género en el cual existen especies invasoras o de que existen especies equivalentes en otros géneros que son invasoras de alto impacto.

Existe evidencia de que la especie *Pterois miles* fue introducida al Atlántico al igual que *P. volitans* (Hamner *et al.*, 2007). *P. miles* presenta características muy similares a la especie *P. volitans*, las diferencias que presentan estas especies está en el número de radios de las aletas dorsal y anal. *Pterois volitans* presenta 11 radios en la aleta dorsal, mientras que *P. miles* 10 radios. En la aleta anal *P. volitans* presenta siete radios y *P. miles* seis radios. Las membranas de las aletas en ocasiones son moteadas, el cuerpo es blanco con tonos rojizos, presentando franjas verticales color rojo/marrón, por lo que en algunas ocasiones pueden llegar a confundirse. Si bien el porcentaje de organismos de *P. miles* es menor que el pez león (Darling *et al.*, 2011), también es considerada como una de las especies

invasoras marinas de mayor importancia en las invasiones acuáticas y se reporta como especie exótica invasora en el Caribe (Morris *et al.*, 2008; Albins y Hixon, 2008; Muñoz *et al.*, 2011; Schofield *et al.*, 2013).

3. Vector de otras especies invasoras

La especie tiene el potencial de transportar otras especies invasoras (es un vector), incluyendo patógenos y parásitos de importancia para la vida silvestre, el hombre o actividades productivas (rabia, psitacosis, virus del Nilo, dengue, cianobacterias, etc.).

Alto. Evidencia documentada de que la especie puede transportar especies dañinas para varias especies silvestres o de importancia económica. Daños a poblaciones de especies nativas en toda su área de distribución.

Se han encontrado adultos de *Lecithochirium floridense* (antes identificado como *Myzobdella lugubris*) parasitando el estómago de peces capturados en Carolina del Norte. Esta especie es también un parásito de Lutjanidos y Serranidos (Bullard, *et al.*, 2011).

4. Riesgo de introducción

Probabilidad que tiene la especie de llegar al país o de que continúe introduciéndose (en caso de que ya esté presente o se trate de una traslocación). Destaca la importancia de la vía o el número de vías por las que entra la especie al territorio nacional. Interviene también el número de individuos y la frecuencia de introducción.

Muy Alto: Evidencia de que la especie tiene alta demanda, tiene un uso tradicional arraigado o es esencial para la seguridad alimentaria; o bien tiene la posibilidad de entrar al país o entrar a nuevas áreas por una o más vías; el número de individuos es considerable y la frecuencia de la introducción es alta o está asociada con actividades que fomentan su dispersión o escape. No se tienen medidas para controlar la introducción de la especie al país.

Se reporta como especie exótica invasora en la península de Yucatán, en las aguas del Golfo de México, y en Quintana Roo, en el Caribe mexicano, representando un estatus crítico de invasión para las costas de México (Mendoza *et al.*, 2014; Amador-del Ángel y Wakida-Kusunoki, 2014). El parque Nacional Arrecifes de Cozumel fue el primer lugar en México en donde se registró a *P. volitans* en 2009, en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano se registró por primera vez en el 2012, es decir, a unos 700 km de su primer registro en el

Golfo de México, un año más tarde, se reportó por primera vez en las costas de Tabasco (Santander-Monsalvo *et al.*, 2012; Wakida-Kusunoki y Amador del Ángel, 2015). Para el 2016 ya se reportaban individuos en las costas de Tamaulipas (Arellano-Méndez *et al.*, 2017).

También se introdujo en diferentes puntos de Florida a comienzos de 1992; y en Bermuda, Carolina del Norte, Carolina del Sur y en Georgia a comienzos de 2000. Desde el 2004, su distribución se amplió hasta las Bahamas. Para el 2007 ya se reportaba en Cuba y en Turcos y Caicos, mientras que en las Islas Cayman, República Dominicana, Islas Vírgenes, Belice y Barbados se reportaba en el 2008 (Morris *et al.* 2008). En el 2009 se registró en Jamaica (Schofield, 2009), el Caribe Mexicano (Schofield, 2009; Aguilar-Perera y Tuz-Sulub, 2010), y Colombia (González *et al.*, 2009). En el 2010 en el Golfo de México y en 2015 se registró su presencia en Brasil (Ferreira *et al.*, 2015).

Existe un evento de liberación bien documentado y quizás el único en el Océano Atlántico, ocurrió en 1992 durante el huracán Andrew (Courtenay, 1995). Otra ruta de introducción abarca el Sur de Florida, donde se reportan especies de peces ornamentales no nativas, tomando a este sitio como un “hotspot” de introducción (Semmens *et al.*, 2004). Este sitio ofrece un eficiente mecanismo de dispersión de los huevos y las larvas pelágicas a través de las corrientes del Golfo, ya que se observa una conectividad en todo el Atlántico altamente influenciada por las corrientes oceánicas (Johnston y Purkis, 2014).

Es posible que la especie pueda llegar eventualmente al Pacífico Tropical Mexicano desde el Canal de Panamá. Según Díaz-Ferguson y Hunter (2019), el largo periodo de desarrollo larval y su continuo reclutamiento hacen que la potencial invasión al Pacífico sea geográfica, biológica y fisiológicamente posible.

5. Riesgo de establecimiento

Probabilidad que tiene la especie de **reproducirse y fundar poblaciones viables** en una región fuera de su rango de distribución natural. Este indicador toma en cuenta la disponibilidad de medidas para atenuar los daños potenciales. En el caso de especies exóticas ya establecidas o de nativas trasladadas se debe evaluar el riesgo de establecimiento en nuevos sitios donde no se han reportado previamente.

Muy Alto: Evidencia de que más de una población de la especie se ha establecido exitosamente y es autosuficiente en al menos una localidad fuera de su rango de distribución nativa, y se está incrementando el número de individuos. Especies con reproducción asexual, hermafroditas, especies

que puedan almacenar los gametos por tiempo prolongado, semillas, esporas o quistes de invertebrados que permanecen latentes por varios años. No hay medidas de mitigación.

Pterois volitans se ha establecido de manera exitosa debido a que presenta características que le han permitido adaptarse a las nuevas zonas invadidas. Tiene una reproducción sexual con fertilización externa. Alcanza la madurez sexual a partir de los 18 cm o 140 g (aproximadamente 1 a 2 años de edad). Cada evento reproductivo ocurre al menos siete veces al mes. Las hembras liberan una gran cantidad de huevos (2,000-15,000) envueltos en una masa gelatinosa que flota, los cuales son fecundados por el macho. Su eficiente forma de reproducción ha permitido que su propagación en el Caribe vaya en aumento, provocando que sus poblaciones estén fuera de control (Morris *et al.*, 2009). Puede alimentarse de una gran variedad de especies debido a que las especies nativas no lo detectan como amenaza, aunado a la falta de depredadores nativos que puedan controlar sus poblaciones (Morris, 2009, Arias-González *et al.*, 2011, Muñoz *et al.*, 2011, McCleery 2011, Moreno-Valdez *et al.* 2012; Arredondo-Chávez *et al.* 2016). El límite de tolerancia térmica para el pez león se encuentra entre los 10 y 12°C, para lo cual alrededor de los 12°C dejan de alimentarse y por debajo de los 10°C, mueren (Kimball *et al.*, 2004). El rango de la temperatura ideal se encuentra entre los 20 a los 30°C. En cuanto a la profundidad, se ha registrado la presencia de *P. volitans* en profundidades de hasta 112 metros en el Golfo de México (Nutall *et al.*, 2014). De igual manera, su gran tolerancia a diferentes condiciones se ve reflejada en la variedad de hábitats en los que se encuentra en su distribución como especie invasora, ya que se ha reportado en áreas de pastos marinos e incluso en zonas de manglar (Barbour *et al.*, 2010; Claydon *et al.*, 2012).

6. Riesgo de dispersión

Probabilidad que tiene la especie de expandir su rango geográfico cuando se establece en una región en la que no es nativa. Se toma en cuenta la disponibilidad de medidas para atenuar los daños potenciales.

Muy Alto: Evidencia de que la especie es capaz de establecer nuevas poblaciones autosuficientes en poco tiempo y lejos de la población original o es capaz de extenderse rápidamente en grandes superficies, lo que le permite colonizar nuevas áreas relativamente rápido, por medios naturales o artificiales. No se cuenta con medidas para su mitigación.

El pez león se puede dispersar grandes distancias durante el estado larvario por efecto de las corrientes marinas (Morris, 2013). También tienen una alta disponibilidad de alimento, debido a que las especies endémicas no la ven

como amenaza, por lo que puede capturar una gran variedad de especies (Arredondo-Chávez *et al.*, 2016; Bogdanoff *et al.*, 2018). Otro factor importante es la facilidad de adaptarse a distintos hábitats entre ellos zonas de manglares, zonas de pastos, arrecifes y arrecifes artificiales (Claydon *et al.*, 2012; Jud y Layman, 2012) y se pueden observar en zonas someras y en profundidades de 175 metros hasta 300m (Vasquez-Yeomans *et al.*, 2011).

Dado el rango de dispersión y el número estimado de individuos, la erradicación por pesca no es una opción viable (Hare y Whitfield, 2003), por lo que los esfuerzos de control son esenciales para mitigar sus impactos negativos sobre los recursos pesqueros.

Reducir el número de *P. volitans* puede ser una opción para su manejo, pero esto podría tener algunas desventajas. Se han ofrecido recompensas a cambio de la captura del pez león, pero la recompensa debe ser menor que el precio en el comercio del acuarismo, para asegurar que los peces sean tomados del medio natural y no comprados en los acuarios. El precio actual del pez león es de aproximadamente \$40 a \$100 dólares. Recientemente ha habido un mayor interés en usarlo para consumo humano. Si se convierte en un alimento deseable para los humanos, podría ser una manera de mantener su número bajo control. En México, específicamente en Puerto Morelos y Cozumel, los restaurantes locales son la principal vía para su venta (Carrillo-Flota y Aguilar-Perera, 2017). Una medida de mitigación exitosa a lo largo del Caribe y a nivel local, ha sido priorizar áreas, como el caso de las Áreas Marinas Protegidas y los hábitat de crianza. También se han realizado campañas de captura organizadas principalmente por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas con programas de empleo temporal (PET) y se han realizado torneos de pesca, se ha propuesto la venta de organismos para acuarios, sin embargo es necesario regular esta actividad ya que puede resultar contraproducente

7. Impactos sanitarios

Impactos a la salud humana, animal y/o vegetal causados **directamente por la especie**. Por ejemplo, si la especie es venenosa, tóxica, causante de alergias, epidemias, es una especie parasitoide o la especie en sí es una enfermedad (dengue, cólera, etc.). En caso de especies que sean portadoras de plagas y otras especies causantes de enfermedades, la información se menciona en la **pregunta 3**. Si estas plagas son de importancia económica o social, entonces se incluye en la sección de impactos correspondiente.

Muy Alto: Existe evidencia de que la especie misma provoca, o puede provocar, afectaciones a la salud animal, humana, y/o plantas. Causa afectaciones severas a gran escala y afecta especies nativas o en alguna categoría de riesgo (IUCN, NOM-059).

El pez león presenta 13 espinas dorsales, tres anales y dos pélvicas elongadas y separadas, entre diez y 11 radios dorsales y de seis a siete radios anales en la base de cada espina de sus aletas (pélvicas, dorsal y anal) presentan glándulas venenosas que utilizan para su defensa (Morris *et al.*, 2008). Sus espinas tienen glándulas apócrinas venenosas (Morris *et al.*, 2008). Se ha documentado que el veneno causa reacciones cardiovasculares, neuromusculares y efectos citolíticos que van desde reacciones leves, tales como hinchazón con dolor extremo y parálisis en las extremidades superiores e inferiores (Kizer *et al.*, 1985). La toxina del veneno contiene acetilcolina y una neurotoxina que afecta la transmisión neuromuscular (Cohen y Olek, 1989). Las espinas pueden resultar peligrosas para los buceadores (Morris *et al.*, 2008; Schofield *et al.*, 2013). Las picaduras no son fatales, pero las personas deben ser hospitalizadas por el intenso dolor que causan (Morris *et al.*, 2008).

Además de las neurotoxinas de sus espinas, se ha observado que también pueden acumular ciguatoxinas (Robertson *et al.*, 2014; Soliño *et al.*, 2015; Hardison, 2018) y por lo tanto producir el síndrome de la ciguatera. Aunque la prevalencia de ciguatoxinas por encima de la norma de la FDA es baja (1.7% - 12%) y depende de la zona de extracción, existe al menos un caso de intoxicación por ciguatera por consumo de pez león (Boucaud-Maitre *et al.*, 2018). Estudios realizados en el Caribe mexicano demostraron que hasta el 68% de los peces león presentan ciguatoxinas aunque en bajas concentraciones (Ley-Martínez, 2016; Almazán-Becerril *et al.*, 2019).

8. Impactos económicos y sociales

Impactos a la economía y al tejido social. Puede incluir incremento de costos de actividades productivas, daños a la infraestructura, pérdidas económicas por daños o compensación de daños, pérdida de usos y costumbres, desintegración social, etc.

Muy Alto: Existe evidencia de que la especie provoca, o puede provocar, la inhabilitación irreversible de la capacidad productiva para una actividad económica determinada en una región (unidad, área de producción o área de influencia). No existe ningún método eficiente para su contención o erradicación.

El pez león se ha convertido en una amenaza para las especies del Caribe ya que no presenta depredadores nativos y compite por recursos como alimento y zonas de refugio, con especies de importancia pesquera como meros (Serranidae) y pargos (Lutjanidae), además se han encontrado juveniles de especies de importancia pesquera en su dieta (Mumby *et al.*, 2011; Albins y Hixon 2011; Layman y Algellier, 2012; O'Farraell *et al.*, 2014; Arredondo-Chávez *et al.*, 2016), por lo que a largo plazo puede generar un impacto económico la sector pesquero evitando que una fracción importante de las poblaciones se reclute a las pesquerías (Mumby *et al.*, 2011; Albins y Hixon 2011; Layman y Algellier, 2012; O'Farraell *et al.*, 2014). Se ha reportado que el aumento de las poblaciones del pez león coincide con la disminución de especies nativas (Green *et al.*, 2012).

9. Impactos al ecosistema

Impactos al ambiente, se refieren a cambios físicos y químicos en agua, suelo, aire y luz.

Se desconoce. No hay información.

Si bien existen trabajos sobre los posibles cambios que puede presentar el pez león en los ecosistemas, no se tiene registro de cambios físicos y químicos en agua.

10. Impactos a la biodiversidad

Impactos a las comunidades y especies por ejemplo mediante herbivoría, competencia, depredación e hibridación.

Muy Alto: Existe evidencia de que la especie representa un riesgo de extinción para especies en alguna categoría de riesgo debido a alguna interacción biótica (por ejemplo, herbivoría, frugivoría, competencia, depredación, hibridación, parasitismo, etc.) o existe la posibilidad de que se introduzca en ecosistemas sensibles (islas, oasis, etc.) o genera cambios permanentes en la estructura de la comunidad (alteración de redes tróficas, cambios en la estructura de los ecosistemas, daños en cascada y afectación a las especies clave).

Como se ha mencionado anteriormente, el pez león presenta una gran amenaza para las especies nativas, debido a su alta capacidad de depredación, se ha registrado una gran variedad de especies de peces, crustáceos y moluscos, entre ellos juveniles de especies herbívoras (peces loro) y especies de importancia pesquera, como meros y pargos (Morris, 2009, Arias-González *et al.*, 2011, Muñoz *et al.*, 2011, McCleery, 2011, Arredondo-Chávez *et al.*, 2016), así como la

competencia entre depredadores nativos no sólo por alimento, también por zonas de refugio (Layman y Algellier, 2012; O'Farraell *et al.*, 2014). Se ha reportado que el aumento de las poblaciones del pez león coincide con la disminución de especies nativas (Green *et al.*, 2012; Schofield *et al.*, 2013). También puede provocar impactos en la estructura y composición taxonómica y trófica de las comunidades al desplazar poblaciones de especies nativas, transmisión de enfermedades, o incluso provocar su extinción a nivel local (Wilcove *et al.*, 1998). El el Caribe mexicano Arredondo-Chávez *et al.* (2016) realizaron un análisis de las dieta de los peces león con especímenes provenientes de toda la costa y encontraron que un total de 76 especies presa en 962 estómagos, 47 especies de peces y 29 de crustáceos. Entre los peces las familias más importantes fueron los Pomacentridae, Labridae y Scaridae mientras que Rhynchocinetidae, Penaeidae, y Solenoceridae fueron las familias más representativas de los crustáceos. Al respecto Bogdanoff *et al.* (2014), mencionan que existe una transición de la composición taxonómica de la dieta regulada ontogénicamente pasando de una dieta dominada por crustáceos a otra dominada por peces. Asimismo, estos autores mencionan que la contribución de cangrejos en la dietad del pez león es la más importante del Atlántico Occidental. Los resultados de estos trabajos demuestran que los grupos de organismos que tienen un papel fundamental en el funcionamiento del ecosistema sufren de fuerte presión de depredación ejercida por el pez león.

REFERENCIAS

Aguilar-Perera, A. y Tuz-Sulub, A. (2010). Non-native, invasive red lion-fish (*Pterois volitans* [Linnaeus, 1758] : Escorpaenidae), is first recorded in the Southern Gulf of México, of the Northern Yucatan Peninsula, Mexico. *Aquatic Invasion*. 5:s9-s12.

Albins, M. A. y Hixon, M. A. (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 A. M 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 Fish*. 96:1151-1156.

Almazán-Becerril, A., Delgado-Pech, B., Núñez-Vázquez, E., Escalante-Aburto, M., Irola-Sansores, E. D., Arredondo-Chávez, A. T., Caballero-Vázquez, A.,

Peniche-Pérez, J. C., Uitzil Castañeda, D. A., Méndez-Torres, J., Reséndiz-Colorado, G y García-Rivas, M. C. (2019). Presencia de ciguatoxinas en la especie invasora pez león (*Pterois volitans*) y en otros peces arrecifales en dos áreas naturales protegidas de Quintana Roo: Arrecife de Puerto Morelos e Isla Contoy. Informe Final, Proyecto MQ001, CONABIO, 96 pp.

Arellano-Méndez, L. U., Mora-Olivo, A., Zamora-Tovar, C. y Rosa-Manzano, E. (2017). First report on the invasive red lionfish *Pterois volitans* (Linnaeus, 1758) (Scorpaenidae) in the coast of Tamaulipas, Mexico. *BioInvasions Records*. 6(3): 255-258

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

Arredondo-Chávez, A. T., Sánchez-Jimenez, J. A., Ávila-Morales, O. G., Torres-Chávez, P., Herrerías-Diego, Y., Medina-Nava, M., y Caballero-Vázquez, J. A. (2016). Spatio-temporal variation in the diet composition of red lionfish, *Pterois volitans* (actinopterygii: scorpaeniformes: scorpaenidae), in the Mexican Caribbean: insights into the ecological effect of the alien invasion. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 46(3), 185-200.

Barbour, A. B., Montgomery, M. L., Adamso, A. A., Díaz-Ferguson, E., y Silliman, B. R. (2010). Mangrove use by the invasive lionfish *Pterois volitans*. *Marine Ecology Progress Series*, 401:291-294.

Bogdanoff, A. K., Mostowy, J., Peake, J., Layman, C. A., Brito Bermudez, A., González Baca, C., Hernández Palacios, N., Martínez González, D. T., Bravo Xicoténcatl M. R. y Morris, J. A. 2018. A brief description of invasive lionfish (*Pterios* sp) diet composition in the Arrecifes de Cozumel National Park. *Food Webs*, e00104.

Brito Bermúdez, A., González-Baca, C. A. y Gómez-Lozano, F. R. (2014). Recuadro 3: Invasión, reacción y acción: la crónica de la invasión del pez león (*Pterois* spp.) en el Caribe mexicano. En: García, M., Ramírez, O., Ruiz, T. y March, I. J. Especies invasoras acuáticas en áreas naturales protegidas. R. Mendoza y P. Koleff (coords.), Especies acuáticas invasoras en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 445-468 pp.

Bullard, S. A., Barse, A. M., Curran, S. S. y Morris Jr., J. A. (2011) First record of a digenean from invasive lionfish, *Pterois cf. volitans*, (Scorpaeniformes:

Scorpaenidae) in the Northwestern Atlantic Ocean. *Journal of Parasitology*, 97(5): 833-837.

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

Chevalier, P., E. D. Gutiérrez, S. Ibarzabal, V. Romero, J. Isla. Calderín y E. Hernández. (2008). Primer registro de *Pterois volitans* (Pisces: Scorpaenidae) para aguas cubanas. *Solenodon*. 7: 37-40 p.

Claydon J. A. B., Calosso, M. C. y Traiger, S. B. (2012). Progression of invasive lionfish in seagrass, mangrove and reef habitats. *Marine Ecology Progress Series*, 448:119-129.

Cohen, A. S. y Olek, A. J. (1989). An extract of lionfish (*Pterois volitans*) spine tissue contains acetylcholine and a toxin that affects neuromuscular-transmission. *Toxicon*. 27:1367-1376.

Courtenay, W. R. 1995. Marine fish introductions in southeastern Florida. *American Fishery Society Introduced Fish Newsletter*. 14: 2-3.

Cure, K.C.E., T.L. Benkwitt Kindinger, E.A. Pickering, T.J. Pusack, J.L. McIlwain, M.A. Hixon. 2012. Comparative behavior of red lionfish *Pterois volitans* on native Pacific versus invaded Atlantic coral reefs. *Marine Ecology Progress series*. 467:181-192.

Darling, E. S., Green, S. J., O'Leary, J. K. y Côté, M. (2011). Indo-Pacific lionfish are larger and more abundant on invaded reefs: A comparison of Kenyan and Bahamian lionfish populations. *Biological Invasions*, 13(9): 2045-2051.

Ferreira, C. E., Luis, O. J., Floeter, S. R., Lucena, M. B., Barbosa, M. C., Rocha, C. R. y Rocha, L. A. (2015). First record of invasive lionfish (*Pterois volitans*) for the Brazilian coast. *Plos ONE*. 10(4).

Froese, R. y Pauly, D. 2011. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org.

Global Invasive Species Database. (2019). Downloaded from <http://www.iucngisd.org/gisd/search.php> on 29-03-2019.

Gonzalez-Gandara, C., De la Cruz, F. V., Salas-Perez, J. J., Domínguez-Barradas, C. (2012). Lista de los peces de Tuxpan, Veracruz. *Revista Científica UDO Agrícola*, 12 (3):675-689.

González, J., Grijalba-Bendeck, M., Acero, P. A. y Betancur-R, R. (2009). The invasive red lionfish, *Pterois volitans*, in the southwestern Caribbean Sea. *Aquatic Invasions* 4: 507- 510.

Green, J. S., Akins, L. J., Maljkovic, A., y M. I. Cote. (2012). Invasive lionfish drive Atlantic coral reef fish declines. *PLoS ONE*, 7(3).

Hamner, R. M., Freshwater, D. W. y Whitfield, P. E. (2007). Mitochondrial cytochrome *b* analysis reveals two invasive species with strong founder effects in the western Atlantic. *Journal of Fish Biology*, 71(Sup B): 214-222

Hardison, R. D., Holland, W. C., Taiana Darius, H., Chinain, M., Tester, P. A., Shea, D., Bogdanoff, A. K., Morris, J. A., Flores Quintana, H. A., Loeffler, R. C., Buddo, D. y Litaker, R. W. (2018). Investigation of ciguatoxinas in invasive lionfish from the greater Caribbean region: implications for fishery development. *PlosONE*, 13(6), e0198358.

Hare, J. A. y P. E. Whitfield. (2003). An integrated assessment of the introduction of lionfish (*Pterois volitans/miles* complex) to the Western Atlantic Ocean. NOAA Technical Memorandum NOS NCCOS 2 p. 21.

Johnston, M. W. y Purkis, S. J. (2014). Lionfish in the eastern Pacific: a cellular automaton approach to assessing invasion risk. *Biology Invasions*, 16: (2681-2695).

Jud Z. R. y C. A. Layman. (2012). Site fidelity and movement patterns of invasive lionfish, *Pterois* spp. in Florida Estuary. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 414: 69-74

Kimball, M. E., Miller, J. M., Whitfield, P. E. y Hare, J. A. 2004. Thermal tolerance and potential distribution of invasive lionfish (*Pterois volitans/miles* complex) on the east coast of the United States. *Marine Ecology Progress Series*, 283: 269-278.

Kizer, K. W., McKinney, H. E. y Auerbach, P. S. (1985). Scorpaenidae envenomations: A five-year poison center experience. *Journal of the American Medical Association* 253:807-810.

Lasso-Alcala, O. M. y Posada, J. M. (2010). Presence of the invasive red lionfish *Pterois volitans* (Linnaeus, 1758), on the coast of Venezuela, southeastern Caribbean Sea. *Aquatic Invasions*, 5(Supp 1): S53-S59.

Layman, C. y Allgeier, J. (2012). Characterizing trophic ecology of generalist consumers: a case study of the invasive lionfish in the Bahamas. *Marine Ecology Progress Series*, 448:131-141

Ley General de Vida Silvestre (LGVS). 2010. Nueva ley publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 3 de julio de 2000. Última reforma publicada DOF 06-04-2010.

Ley-Martínez, T. 2016. Bioprospección de toxinas tipo ciguatoxinas en peces carnívoros del Caribe mexicano y aguas adyacentes. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur. BCS, México. 77 pp.

McCleery, Ch. 2011. A comparative study of the feeding ecology of invasive lionfish (*Pterois volitans*) in the Caribbean. *Physis: Journal of Marine Sciences*, 19: 38-43

Meister, H. S., Wyanski, D. M., Loefer, J. K., Ross, S. W., Quattrini, A. M. y Sulak, K. J. (2005). Further evidence for the invasion and establishment of *Pterois volitans* (Teleostei: Scorpaenidae) along the Atlantic coast of the United States. *Southeastern Naturalist*. 4:193–206

Mendoza, R., Born-Schmidt, G., March, I. J. y Álvarez, P. (2014). Especies invasoras acuáticas y cambio climático. En R. Mendoza y P. Koleff (coords.), Especies acuáticas invasoras en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 469-495 pp.

Molina, H. (2009). El pez león del Indo-Pacífico: Nueva especie invasora de Costa Rica. *Biocenosis*. 22:1-2.

Morris, J. A. (2013). La invasión del pez león: pasado, presente y futuro. In: Morris, J. A. (ed): *El pez león invasor: guía para su control y manejo*, Gulf and Caribbean Fisheries Institute, Special Publication Series Number 2, Marathon, Florida, USA. 1-2 pp-

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

Morris, J. A., Akins, J. L., Barse, A., Cerino, D., Freshwater, D., Green, S. J., Munoz, R. C., Paris, C. y Whitfield, P. E. 2009. Biology and ecology invasive lionfishes, *Pterois miles* and *Pterois volitans*. Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute. 29: 409-414.

Morris, J. J., Akins, J. L., Barse, A., Cerino, D., Freshwater, D. W., Green, S. J., Muñoz, R. C., Paris, C. y Whitfield, P. E. (2008). Biology and ecology of the Invasive Lionfishes, *Pterois miles* and *Pterois volitans*. En: Proceedings of the 61st Gulf and Caribbean Fisheries Institute, Gosier, G. (Ed.), 10-14 pp.

Mumby, P. J., Harborne, A. R. y Brumbaugh D. R. (2011). Grouper as a natural biocontrol of invasive lionfish. *PLoS ONE*, 6: e21510.

Muñoz, R. C., Currin, C. A. y Whitfield, P. E. (2011). Diet of invasive lionfish on hard bottom reefs of the Southeast USA: insights from stomach contents and stable isotopes. *Marine Ecology Progress Series*, 432: 181-193.

Nutall, M. F., Johnston, M. A., Eckert, R. J., Embesi, J. A., Hickerson, E. L. y Schmahl, G. P. (2014). Lionfish (*Pterois volitans* [Linnaeus, 1758] and *P. miles* [Bennett, 1828]) records within mesophotic depth ranges on natural banks in the Northwestern Gulf of Mexico. *BioInvasions Records*, 3(2): 111-115

O'Farrell, S., S., Bearhop, R. A. R., McGill, C. P., Dahlgren, D. R. y Brumbaugh, P. J. (2014). Habitat and body size effects on the isotopic niche space of invasive lionfish and endangered Nassau grouper. *Ecosphere*. 5(10):123.

Robertson, A., Garcia, A. C., Flores Quintana, H. A., Smith, T. B., Castillo II, B. F., Reale-Munroe, K., Gulli, J. A., Olsen, D. A., Hooe-Rollman, J. I., Jester, E. L. E., Klimeck, B. J. y Plakas, S. M. (2014). Invasive lionfish (*Pterois volitans*): A potential human health threat for ciguatera fish poisoning in tropical waters. *Marine Drugs*, 12, 88-97.

Robertson, D. R., Peña, E. A., Posada, J. M. y Claro, R. (2015). Peces costeros del Gran Caribe: sistema de información en línea. Versión 1.0 Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, Balboa, República de Panamá.

Santander-Monsalvo, J., López-Huerta, I., Aguilar-Perera, A. y Tuz-Sulub, A. (2012). First record of the red lionfish (*Pterois volitans* [Linnaeus, 1758]) off the coast of Veracruz, México. *BioInvasions Records*, 1(2): 121-124

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 (1): 117-122 p

Schofield, P. J. y Fuller, P. (2006). *Pterois volitans*. USGS Non-indigenous Aquatic Species Database, Gainesville, FL. Disponible en: <http://nas.er.usgs.gov/queries/FactSheet.asp?speciesID=963>

Schofield, P. J., Morris, J. A., Langston, J. N. y Fuller, P. L. (2013). *Pterois volitans/miles*- USGS Nonindigenous Aquatic Species Database, Gainesville, Fl. Consultado en agosto de 2013 en: <http://nas.er.usgs.gov/queries/factsheet.aspx?speciesid=963>

Schultz, E. T. (1986). *Pterois volitans* and *Pterois miles*: two valid species. *Copeia*. 1986(3):686–690

Semmens, B. X., Buhle, E., Salomon, A. y Pattengill-Semmens, C. (2004). A hotspot of non-native marine fishes: evidence for the aquarium trade as an invasion pathway. *Marine Ecology Progress Series*, 266:239-244.

Soliño, L., Wingy, S., Pautonnier, A., Turquet, J., Leoffler, C. R., Flores Quintana, H. A. y Diogene, J. (2015). Prevalence of ciguatoxins in lionfish (*Pterois* spp.) from Guadaloupe, Saint Martin, and Saint Barthelmy Islands (Caribbean). *Toxicon*, 102, 62-68.

Stevens, J. L., Ronneshia, L. J. y Olson, J. B. (2016). Bacteria associated with lionfish (*Pterois volitans/miles* complex) exhibit antibacterial activity against known fish pathogens. *Marine Ecology Progress Series*. 558:167-180.

Vásquez-Yeomans, L., Carillo, L., Morales, S., Malca, E., Morris, J. A., Schultz, T., Lamkin, J. T. 2011. First larval record of *Pterois volitans* (Pisces: scorpaenidae) collected from the ichthyoplankton in the Atlantic. *Biological Invasions*, (13)12: 2635-2640

Wakida-Kusunoki, A. T. y Amador del Ángel, L. E. (2015). Primer reporte del pez león, *Pterois volitans*, en la costa de Tabasco, México. *Hidrobiológica*. 25(2):307-309.

Wilcove, D. S., Rothstein, D., Dubow, J., Phillips, A. y Losos, E. 1998. Quantifying threats to imperiled species in the United States. *Bioscience*, 48(8): 607-615.