



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE QUINTANA ROO

DIVISIÓN DE CIENCIAS, INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

# ESPECIES INVASORAS ACUÁTICAS DE MÉXICO

MONOGRAFÍA

PARA OBTENER EL GRADO DE

INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTA

BARBARA RUBI COUOH JIMENEZ

DIRECTOR DE MONOGRAFÍA

DR. VÍCTOR HUGO DELGADO BLAS

ASESORES

DR. RUSSELL GIOVANNI UC PERAZA

DRA. JENNIFER DENISSE RUIZ RAMÍREZ

MEM. JOSÉ LUIS GONZÁLEZ BUCIO

Dr. JOSÉ MANUEL CARRIÓN JIMÉNEZ

CHETUMAL QUINTANA ROO, MÉXICO, NOVIEMBRE DE 2023





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE QUINTANA ROO

DIVISIÓN DE CIENCIAS, INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

TRABAJO DE MONOGRAFÍA TITULADO  
"ESPECIES INVASORAS ACUÁTICAS DE MÉXICO"


ELABORADO POR  
BARBARA RUBI COUOH JIMENEZ

BAJO SUPERVISIÓN DEL COMITÉ DEL PROGRAMA DE  
LICENCIATURA Y APROBADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OBTENER EL GRADO DE:

INGENIERO AMBIENTAL

COMITÉ DE MONOGRAFÍA

DIRECTOR:

  
Dr. VÍCTOR HUGO DELGADO BLAS

ASESOR:

  
Dr. RUSSELL GIOVANNI LUC PERAZA

ASESOR:

  
Dra. JENNIFER DENISSE RUIZ RAMÍREZ

ASESOR SUPLENTE:

  
MEM. JOSÉ LUIS GONZÁLEZ BUCIO

ASESOR SUPLENTE:

  
Dr. JOSÉ MANUEL CARRIÓN JIMÉNEZ



## **DEDICATORIA**

Con mucho amor dedico este trabajo a mi madre, Guadalupe Jimenez Xool, por acompañarme en cada paso que doy.

A mi padre que amo, Ruperto Couoh Llanez que me inspira en seguir adelante con mis objetivos.

A mis hermanos, Luis Antonio, Erick Ruperto y Geovanny Ulises, por todo su apoyo incondicional, los quiero mucho.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco principalmente a Dios, por darme la fuerza necesaria para culminar esta meta.

Expreso mi más profundo agradecimiento a mi director de monografía, el Dr. Víctor Hugo Delgado Blas. Su experiencia, comprensión y paciencia contribuyeron a mi experiencia en el complejo y gratificante camino de la investigación. Su guía constante me ha motivado a alcanzar esta meta. No tengo palabras para expresar mi gratitud por su inmenso apoyo durante este viaje.

A mi comité de monografía: Dr. Russell Giovanni Uc Peraza, Dra. Jennifer Denisse Ruiz Ramírez, MEM. José Luis González Bucio, Dr. José Manuel Carrión Jiménez, agradezco profundamente su guía y dirección durante el proceso de investigación y redacción de mi monografía. Sus comentarios y consejos me ayudaron a mejorar significativamente mi trabajo. Aprecio mucho su tiempo y esfuerzo.

A mis padres, que siempre me han brindado su apoyo incondicional para poder cumplir todos mis objetivos personales y académicos. Ellos son los que con su cariño me han impulsado siempre a perseguir mis metas y nunca abandonarlas frente a las adversidades.

A la UAQROO por abrirme las puertas y brindarme la oportunidad de avanzar en mi carrera profesional. Agradezco especialmente al DCIT por su orientación. Su fe en mis habilidades y su disposición para ayudarme han sido fundamentales para la finalización de este trabajo.

A todos mis amigos y compañeros que estuvieron conmigo en los momentos de estrés y alegría durante este largo y retador pero gratificante camino.

## CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS.....	10
RESUMEN.....	11
1. INTRODUCCIÓN.....	12
2. IMPACTOS DE LAS ESPECIES INVASORAS.....	13
2.1. Impactos ambientales.....	13
2.2. Impactos económicos.....	15
2.3. Impactos sociales.....	16
3. ESPECIES INVASORAS.....	18
3.1. CORDADOS.....	19
3.2. CRUSTÁCEOS.....	25
3.3. MOLUSCOS.....	27
3.4. CNIDARIOS.....	35
3.5. PLANTAS INVASORA ACUÁTICAS.....	38
3.6. ANÉLIDOS.....	47
4. ESTRATEGIAS PARA PREVENIR, CONTROLAR Y ERRADICAR LAS ESPECIES INVASORAS EN MÉXICO.....	58
4.1. Políticas ambientales.....	58
4.2. Creación de capacidades.....	60
4.3. Mejorar la coordinación.....	60
4.4. Comunicación.....	61
4.5. Incrementar conocimientos.....	62
5. CONCLUSIONES.....	63
6. RECOMENDACIONES.....	64
7. BIBLIOGRAFÍA CITADA.....	66

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura. 1. Tilapia ( <i>Oreochromis niloticus</i> ).....	19
Figura. 2. Carpa común ( <i>Cyprinus carpio</i> ).....	21
Figura. 3. Pez León ( <i>Pterois antennata</i> ).....	22
Figura. 4. Pez Diablo ( <i>Hypostomus plecostomus</i> ).....	24
Figura. 5. Langosta ( <i>Cherax quadricarinatus</i> ).....	25
Figura. 6. Melania acolchada ( <i>Tarebia granifera</i> ).....	27
Figura. 7. Mejillón asiático ( <i>Arcuatula senhousia</i> ).....	29
Figura. 8. Mejillón mediterráneo ( <i>Mytilus galloprovincialis</i> ).....	31
Figura. 9. Almejillón ( <i>Perna perna</i> ).....	32
Figura. 10. Mejillón falso ( <i>Mytilopsis adamsi</i> ).....	34
Figura. 11. Medusa de agua dulce ( <i>Craspedacusta sowerbii</i> ).....	35
Figura. 12. Medusa de puntos blancos ( <i>Phyllorhiza punctata</i> ).....	37
Figura. 13. Alga Wakame ( <i>Undaria pinnatifida</i> ).....	39
Figura. 14. Lirio Acuático Sudamericano ( <i>Eichhornia crassipes</i> ).....	40
Figura. 15. Carrizo Asiático Gigante ( <i>Arundo donax</i> ).....	41
Figura. 16. Lechuguilla Africana de Agua ( <i>Pistia stratiotes</i> ).....	43
Figura. 17. Tomillo de Agua del Viejo Mundo ( <i>Hydrilla verticillata</i> ).....	46
Figura. 18. Poliqueto ( <i>Branchiomma bairdi</i> ).....	48
Figura. 19. Poliqueto ( <i>Branchiomma curtum</i> ).....	50
Figura. 20. Poliqueto ( <i>Ficopomatus miamiensis</i> ).....	51
Figura. 21. Poliqueto exótico ( <i>Ficopomatus uschakovi</i> ).....	53
Figura. 22. Poliqueto ( <i>Hydroides diramphus</i> ).....	54
Figura. 23. Gusano Elegante ( <i>Hydroides elegans</i> ).....	56

## **RESUMEN**

Las especies invasoras acuáticas son organismos no nativos que se introducen en cuerpos de agua y causan daños al ecosistema, la economía y la salud humana. En este documento se revisan las especies invasoras acuáticas más comunes en México, sus efectos negativos y las medidas de control utilizadas. Entre las especies invasoras más problemáticas en México se encuentran la tilapia, la carpa común, pez león y el pez diablo. Estas especies compiten por recursos con las especies nativas, alteran el hábitat, reducen la biodiversidad y afectan la pesca y el turismo. Para controlar la invasión de especies acuáticas invasoras en México se han implementado diversas medidas. Entre ellas se encuentran la vigilancia en puertos y aeropuertos, la regulación de la acuicultura, la erradicación mecánica y química de especies invasoras y la introducción de especies depredadoras y competidoras de las invasoras. A pesar de las medidas de control, la invasión de especies acuáticas sigue siendo un problema en México y en todo el mundo. Por lo tanto, se requiere una mayor investigación y una estrategia de gestión integral para prevenir y controlar la introducción y propagación de especies invasoras acuáticas.

## 1. INTRODUCCIÓN

Se considera que las especies invasoras son organismos que son transportados por medios naturales o por actividades humanas fuera de su área de distribución natural y que tienen la capacidad de adaptarse a las condiciones del lugar al que son trasladados, también se les puede llamar alienígenas, alóctonas, especies exóticas, introducidas, invasoras, no indígenas, no nativas, traslocadas (Pimentel *et al.* 2001).

Según el DOF (2023) las especies invasoras son individuos o poblaciones que no son nativas y que se encuentran fuera de su área de distribución natural, pero que pueden sobrevivir, reproducirse y establecerse en hábitats y ecosistemas naturales, lo que amenaza la diversidad biológica nativa, la economía y la salud pública.

Los daños que pueden ocasionar la presencia de este tipo de especies a los ecosistemas, servicios ambientales, salud humana, animal y vegetal no han sido estudiados a profundidad. Esto trae como consecuencia que los impactos ambientales y sociales que pueden llegar a originar las especies invasoras no puedan ser evaluados biológica y económicamente. Sin embargo, cabe mencionar que son una de las principales causas de la pérdida de biodiversidad en el mundo.

Así, la introducción de especies exóticas ha estado asociada con la extinción en 54% de los casos de la fauna acuática nativa mundial (Harrison y Stiasny, 1999), de 70% de los peces de Norteamérica (Lassuy, 1995) y 60% de los peces mexicanos (Pimentel *et al.* 2001). Adicionalmente, la degradación de los ecosistemas vuelve a las especies nativas y a sus hábitats más vulnerables a los efectos de las especies invasoras.

En la actualidad, la biodiversidad y los ecosistemas de nuestro país están



siendo fuertemente impactados por la actividad humana, un fenómeno que se ha acelerado desde los siglos XIX y XX y que se ha intensificado desde 1950.

Las tendencias en la alteración de la biodiversidad están estrechamente relacionadas con cambios sociales, económicos y políticos, tales como los cambios en el uso del suelo, la sobreexplotación de organismos, el cambio climático provocado por la actividad humana, el aumento de contaminantes y la introducción de especies exóticas invasoras (CONABIO, 2009).

En el ámbito global, los costos relacionados con las especies exóticas invasoras son significativos, alcanzó un total de aproximadamente US\$ 336 billones por año, mientras que el costo asociado al control de estas especies supera los US\$ 30 billones anuales, principalmente en el sector agrícola (Pimentel, 1997).

El objetivo del presente trabajo es conocer las especies invasoras de ambientes acuáticos en México, sus efectos negativos en los hábitats, así como también conocer su distribución geográfica y sus estrategias actuales para la prevención, control y erradicación de estas especies.

## **2. IMPACTOS DE LAS ESPECIES INVASORAS**

### **2.1. Impactos ambientales**

Según Mooney *et al.* (2005) algunos de los impactos de las especies acuáticas introducidas incluyen:

a) Competencia con especies nativas: esto significa que las especies introducidas pueden competir con las especies nativas por recursos como alimento, espacio y refugio, provocó la disminución de las poblaciones de especies autóctonas y cambiar el equilibrio de las comunidades naturales.

b) Depredación: algunas especies introducidas pueden actuar como depredadores de especies nativas que no están adaptadas para defenderse contra ellos, esto puede llevar a la disminución o extinción de especies locales y

provocar desequilibrios en las cadenas alimentarias.

c) Alteración del hábitat: las especies acuáticas introducidas pueden modificar físicamente el hábitat en el que se establecen, por ejemplo, ciertas plantas invasoras pueden formar densas colonias y alterar la estructura de los ecosistemas acuáticos, afectó negativamente a las especies nativas que dependen de ese hábitat.

d) Cambios en la cadena alimentaria: La introducción de nuevas especies puede alterar la cadena alimentaria acuática, por ejemplo, si un nuevo depredador se introduce y reduce la población de una especie presa, esto puede tener efectos en cascada en toda la cadena alimentaria.

e) Transmisión de enfermedades y parásitos: Las especies acuáticas introducidas pueden llevar consigo enfermedades o parásitos a los que las especies nativas no están inmunizadas. Esto puede causar brotes de enfermedades en poblaciones locales, afectó la salud de los organismos y la estabilidad de los ecosistemas.

f) Pérdida de biodiversidad: La introducción de especies invasoras puede conducir a la disminución o extinción de especies nativas, lo que puede resultar en una pérdida de biodiversidad y una reducción de la resiliencia de los ecosistemas.

Estos impactos son sólo algunos ejemplos de la compleja problemática que representan las especies acuáticas introducidas. La prevención, detección temprana y gestión adecuada de estas especies son fundamentales para proteger la salud y el equilibrio de los ecosistemas acuáticos y salvaguardar la diversidad biológica que sustenta la vida en nuestros océanos, ríos y lagos.

Es importante destacar que la problemática de las especies acuáticas

introducidas es una amenaza global para la biodiversidad y los ecosistemas acuáticos. La introducción de especies exóticas puede ocurrir de manera accidental o intencional, y sus impactos pueden ser difíciles de predecir, pero una vez establecidas, pueden ser extremadamente difíciles de erradicar.

A pesar de ello, la expansión del comercio internacional y el transporte marítimo han facilitado la propagación de especies acuáticas introducidas en todo el mundo. Los barcos que transportan agua de lastre, las actividades de acuicultura y el comercio de especies ornamentales son algunas de las principales vías mediante las cuales las especies invasoras pueden llegar a nuevos hábitats.

La rápida propagación de estas especies invasoras se debe a su capacidad para colonizar y adaptarse a entornos nuevos y diferentes. Las especies invasoras a menudo carecen de depredadores naturales en su nuevo hábitat, lo que les permite proliferar sin control y competir con las especies nativas por recursos limitados.

Los impactos de las especies acuáticas introducidas pueden tener efectos en cascada en los ecosistemas, alteró la composición de la comunidad biológica y la estructura de las poblaciones locales. Esto, a su vez, puede afectar los servicios ecosistémicos que brindan los ecosistemas acuáticos, como la purificación del agua, la regulación del clima y el soporte para la pesca y el turismo. Además de los impactos ambientales, las especies acuáticas introducidas pueden tener consecuencias económicas negativas.

## **2.2. Impactos económicos**

Los impactos económicos de las especies invasoras pueden ser significativos y abarcar varios sectores. Según Pimentel *et al.* (2001) los principales impactos económicos de las especies invasoras son:

- a) Pérdida de producción agrícola: Las especies invasoras, como insectos y patógenos, pueden dañar cultivos agrícolas, reduciendo su rendimiento y calidad. Esto resulta en pérdidas económicas para los agricultores y puede afectar la seguridad alimentaria.
- b) Costos de control y erradicación: La gestión de especies invasoras conlleva gastos considerables. Los esfuerzos para controlar o erradicar especies invasoras pueden requerir recursos financieros significativos y pueden ser difíciles de llevar a cabo con éxito.
- c) Daños a la pesca y acuicultura: Las especies invasoras pueden competir con especies nativas por alimento y hábitat, afectó a las poblaciones de peces nativos y la pesca comercial y recreativa. Además, ciertas especies invasoras pueden obstruir infraestructuras acuáticas y dañar equipos de pesca y acuicultura.
- d) Impacto en el turismo: Las especies invasoras pueden afectar la belleza y el atractivo de los paisajes naturales, reduciendo el valor turístico de ciertas áreas. La proliferación de especies invasoras en ecosistemas acuáticos, por ejemplo, puede disminuir la calidad del paisaje y la recreación, afectó negativamente la industria turística local.
- e) Daños a la infraestructura: Algunas especies invasoras pueden causar daños físicos a infraestructuras como represas, diques, muelles y sistemas de riego, lo que puede resultar en costosos trabajos de reparación y mantenimiento.
- f) Gastos en salud pública: Algunas especies invasoras pueden representar riesgos para la salud humana, propagó enfermedades o alergias. Los costos asociados con la prevención y el tratamiento de enfermedades transmitidas por especies invasoras pueden ser considerables.

### 2.3. Impactos sociales

Los impactos sociales de las especies invasoras pueden afectar a las comunidades humanas que dependen de los recursos naturales y los servicios ecosistémicos. De acuerdo con Simberloff *et al.* (2013) algunos de los principales impactos sociales de las especies invasoras incluyen:

a) Pérdida de medios de subsistencia: Las especies invasoras pueden afectar la disponibilidad de recursos naturales, como la pesca y la agricultura, que son fundamentales para la subsistencia de comunidades locales. Esto puede tener efectos negativos en la seguridad alimentaria y la economía de las poblaciones afectadas.

b) Cambios en las prácticas culturales: Las especies invasoras pueden alterar los paisajes y los ecosistemas que son importantes para la cultura y el patrimonio de las comunidades locales. Esto puede afectar su conexión con el entorno natural y sus prácticas culturales tradicionales.

c) Impacto en la salud humana: Algunas especies invasoras pueden transmitir enfermedades a los seres humanos, lo que puede tener consecuencias en la salud pública de las comunidades afectadas.

d) Conflictos entre comunidades: La gestión de especies invasoras puede generar conflictos entre diferentes grupos de interés, como pescadores locales y gestores de recursos naturales, especialmente cuando las medidas de control tienen impactos en la pesca o el acceso a recursos.

e) Cambios en la percepción del entorno: La proliferación de especies invasoras puede llevar cambios en la percepción y la relación de las comunidades locales con su entorno natural, lo que puede tener efectos psicológicos y emocionales.

f) Cambios en la dinámica comunitaria: La introducción de especies invasoras puede alterar la estructura de las comunidades locales, tanto humanas como de organismos nativos. Esto puede cambiar las interacciones sociales y las relaciones entre diferentes grupos dentro de una comunidad y finalmente g) desplazamiento de conocimientos tradicionales: La alteración de los ecosistemas debido a especies invasoras puede afectar la relación entre las comunidades locales y su entorno natural, lo que puede dar lugar al desplazamiento de conocimientos tradicionales sobre la gestión sostenible de recursos y la conservación del medio ambiente.

Estos impactos sociales pueden variar dependiendo de la especie invasora, el contexto socioeconómico y cultural, así como las medidas de manejo implementadas. Es fundamental involucrar a las comunidades locales en la toma de decisiones y en la implementación de estrategias de manejo de especies invasoras, ya que su conocimiento tradicional y su participación activa pueden ser cruciales para el éxito de las acciones de control y conservación.

Abordar los impactos sociales de las especies invasoras requiere enfoques multidisciplinarios que consideren tanto los aspectos ecológicos como los sociales. La cooperación entre científicos, responsables de políticas, administradores de recursos naturales y comunidades locales es esencial para mitigar los efectos negativos de las especies invasoras y promover prácticas de conservación sostenibles y adaptadas a cada contexto particular.

### **3. ESPECIES INVASORAS**

Las especies invasoras acuáticas son aquellas que se introducen accidentalmente o intencionalmente en un ecosistema acuático fuera de su hábitat natural, y que tienen un impacto negativo en el medio ambiente, la economía y la salud humana. En México, el Consejo Nacional para la

Biodiversidad (CONABIO) ha identificado varias especies invasoras acuáticas que son consideradas las más relevantes debido a su capacidad de dañar los ecosistemas acuáticos y las especies nativas. Algunas de las especies acuáticas invasoras más reconocidas y de pronta atención por CONABIO en México son:

### 3.1. CORDADOS

#### Clasificación taxonómica de la Tilapia (*Oreochromis niloticus*).

Clase Actinopterygii Klein, 1885.  
Orden Perciformes Bleeker, 1859.  
Familia Cichlidae Heckel, 1840.  
Género *Oreochromis* Starr y Earl, 1910.  
Especie *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758).



*Figura. 1. Tilapia (Oreochromis niloticus)* En “Evaluación de harina de tilapia como ingrediente en sartén”, por Germano Roberto Schüür, 2020, <https://www.globalseafood.org/advocate/evaluacion-de-harina-de-tilapia-como-ingrediente-en-pan/>. Derechos de autor [2023] por Germano Roberto Schüür. Adaptación autorizada.

Son un grupo de peces de agua dulce subtropicales y tropicales de la familia Cichlidae que son nativos de África y del suroeste de Oriente Medio, se agrupan en tres géneros según los patrones de cuidado parental: *Oreochromis* (maternales incubadores bucales que desovan en arena), *Sarotherodon* (incubadores bucales paternos o biparentales) y *Tilapia* (desovadores en

sustrato) (Canonico, 2005).

Canonico (2005) menciona que, desde la década de 1930, muchas especies de tilapia se han dispersado intencionalmente en todo el mundo. Se han introducido principalmente por las siguientes razones: para el control biológico de malezas acuáticas e insectos, como cebo para ciertas pesquerías, como pescado para sistemas de acuicultura, como especies de acuario y para aumentar las pesquerías de captura.

Esta especie se adapta fácilmente a los cambios en los niveles de salinidad y la disponibilidad de oxígeno, pueden alimentarse en diferentes niveles tróficos y, en ciertas circunstancias, pueden tolerar la sobrepoblación. También ocupan ambientes de agua dulce y estuarinos dentro de sus rangos nativos, y algunas especies se han vuelto invasoras en ambos tipos de sistemas en otros países. Si bien estos atributos benefician al acuicultor, sus amplias tolerancias ambientales, adaptabilidad trófica y altas tasas de reproducción predisponen a las tilapias al éxito como especies invasoras (Canonico, 2005).

En las décadas de 1970 y 1980, un programa nacional de alimentos en México promovió la acuicultura y resultó en la creación de centros de producción de especies de fácil cría y rápido crecimiento, como las tilapias, para su introducción en lagos y presas de todo el país. Hoy en día, los centros de cría producen toneladas de carpas y tilapias cada año, y los funcionarios locales determinan dónde y cuándo introducir peces, con una coordinación limitada entre científicos, productores y el gobierno. Las tilapias introducidas en México incluyen varias especies no nativas, que se han propagado principalmente a través de la acuicultura y otros medios.

Estas especies se han establecido en prácticamente todos los lagos naturales de México y en un gran número de presas, particularmente en el centro del país. Aunque las introducciones pueden tener beneficios inmediatos para la



pesca en México, se ha demostrado que las tilapias no nativas transmiten parásitos a los cíclidos nativos, lo que amenaza su supervivencia.

En el lago Chichincanab, la tilapia *Oreochromis mossambicus* introducida compitió fuertemente por el hábitat con una especie endémica de Ciprinodóntido, amenazó su extinción, y se convirtió en la especie dominante en el lago (Contreras y Escalante, 1984; Zambrano y Marcias-García, 1999). Se distribuye en todo México.

Clasificación taxonómica de la Carpa común (*Cyprinus carpio carpio*)

Clase: Actinopterygii Klein, 1885

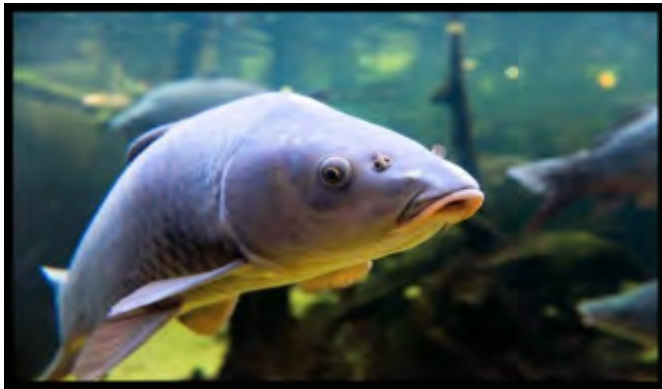
Orden: Cypriniformes Bleeker, 1859

Familia: Cyprinidae Heckel, 1842

Género: *Cyprinus* Linnaeus, 1758

Especie: *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758

Subespecie: *Cyprinus carpio carpio* (Linnaeus, 1758)



*Figura. 2. Carpa común (Cyprinus carpio carpio)* En “Carpa”, por Atlas animal, 2022, <https://atlasanimal.com/carpa/>. Derechos de autor [2022] por Atlas animal.

Especie de pez importada de Asia que ha sido liberada intencionalmente en algunos cuerpos de agua de México, y que ahora es común en muchos lagos y ríos. Según Zambrano y Marcias-García (1999), esta especie ha sido introducida en más de 80 países y se considera una de las especies invasoras más dañinas.

En México, la carpa común fue introducida de Francia en 1872, pero su

introducción más masiva ocurrió con la construcción de presas en el noroeste del país (Ruiz-Campos *et al.*,2014). La introducción de la carpa común en México ha llevado a la disminución de la biodiversidad de peces nativos, ya que esta especie compite por alimento y hábitat con las especies nativas (Ruiz-Campos *et al.*,2014). Además, la carpa común también puede transmitir enfermedades a otras especies de peces y alterar la calidad del agua debido a su alta tasa de excreción de nutrientes (Zambrano y Marcias-García 1999).

Por lo tanto, la introducción de la carpa común en México ha tenido consecuencias negativas en la biodiversidad acuática y la calidad del agua, lo que resalta la importancia de tomar medidas efectivas para controlar su propagación y evitar su introducción en nuevas áreas. Se distribuye en los Estados de Aguascalientes, Chiapas, Coahuila, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa y Zacatecas.

#### Clasificación taxonómica del Pez León (*Pterois antennata*)

Clase: Actinopterygii Klein, 1985

Orden: Scorpaeniformes Richards y McCosker,1998

Familia: Scorpaenidae Nelson,2006

Género: *Pterois* Oken, 1817

Especie: *Pterois antennata* (Bloch, 1787)



Figura. 3. Pez León (*Pterois antennata*) en “El pez león, un enigmático

depredador que invade el Mediterráneo”, por The conversation, 2019, <https://theconversation.com/el-pez-leon-un-enigmatico-depredador-que-invade-el-mediterraneo-122216>. Derechos de autor [2010] por The conversation. Adaptación autorizada.

Un pez tropical originario de Asia que se ha introducido en algunos cuerpos de agua de México y que es conocido por su capacidad para causar daño a la biodiversidad y al ambiente. Pez León (*Pterois antennata*), es el responsable de las invasiones más exitosas y rápidas del Atlántico tropical, con una distribución actual que abarca desde Nueva York hasta la costa central de Brasil (Narváez y Escorcia, 2017).

Su origen es del indo pacífico y se ha distribuido por el Atlántico occidental, incluyendo el Golfo de México y el Caribe. Fue introducido por primera vez en Florida en la década de 1980, probablemente a través de uno de los acuarios de Miami. Desde entonces, se ha propagado rápidamente y actualmente se encuentra en varias regiones del mundo. Los riesgos asociados con la invasión del pez león son numerosos, ya que se alimenta de una amplia gama de especies de presas y tiene pocas barreras naturales en su nueva ubicación. Además, su veneno altamente tóxico puede causar lesiones graves en humanos. Como resultado, la introducción del pez león se considera una amenaza significativa para los ecosistemas marinos y la salud humana (Schofield, 2010; Green *et al.*, 2012).

La introducción del pez león en México representa un riesgo importante para la biodiversidad marina, ya que se trata de una especie depredadora voraz y sin depredadores naturales en el área, lo que podría tener un efecto devastador sobre las poblaciones de peces y otros organismos marinos.

Según Schofield (2010), el pez león tiene una amplia variedad de presas y puede consumir hasta el 90% de la biomasa de algunos arrecifes. Además, su capacidad de reproducirse rápidamente y en grandes cantidades (hasta 2 millones de huevos al año) hace que sea capaz de colonizar rápidamente nuevos

hábitats, lo que aumenta su potencial invasivo y la amenaza que representa para las especies nativas. Green *et al.* (2012) señalan que, además de su impacto sobre la biodiversidad marina, el pez león también puede tener efectos económicos negativos para la pesca y el turismo en las zonas costeras, ya que puede desplazar a las especies nativas que son importantes para la pesca comercial y el buceo recreativo.

#### Clasificación taxonómica del Pez Diablo (*Hypostomus plecostomus*)

Clase: Actinopterygii Klein, 1985  
Orden: Siluriformes Nelson, 1994  
Familia: Loricariidae Howes, 1983  
Subfamilia: Hypostominae Howes, 1983  
Género: *Hypostomus* Linnaeus, 1758  
Especie: *Hypostomus plecostomus* (Linnaeus, 1758)



*Figura. 4. Pez Diablo (Hyostomus plecostomus)* En “Investigan plagas acuáticas para el aprovechamiento nutricional”, por Radio UAT, s.f, <https://radiouat.mx/?p=19458>. Derechos de autor [2023] por Radio UAT. Adaptación autorizada.

El pez diablo (*Hyostomus plecostomus*) es una especie originaria de África, específicamente de la cuenca del río Nilo (Mendoza *et al.*, 2014). Fue

introducido a México en la década de 1970, como una alternativa para el control biológico del cíclido del lago Victoria (*Haplochromis sp.*) en cuerpos de agua dulce (Mendoza *et al.*,2014). Sin embargo, esta especie se convirtió en un problema de invasión biológica debido a su capacidad de adaptación y reproducción, lo que ha permitido su distribución y colonización en diversas cuencas hidrológicas de México (Mendoza *et al.*,2014).

La introducción del pez diablo en México ha generado diversos riesgos, entre los que destacan su competencia por alimento y espacio con las especies autóctonas, así como la transmisión de enfermedades (Mendoza *et al.*,2014). Además, esta especie puede afectar la calidad del agua y modificar los ecosistemas acuáticos, ya que se alimenta de diferentes tipos de invertebrados, algas y larvas de peces, alteró la cadena alimentaria y afectó el equilibrio ecológico de los cuerpos de agua donde habita (Mendoza *et al.*,2014).

Por lo tanto, se considera importante realizar esfuerzos para el control y manejo de esta especie invasora en México, a fin de minimizar los impactos negativos que puede generar en los ecosistemas acuáticos y la biodiversidad del país (Mendoza *et al.*,2014). Las poblaciones de pez diablo se han dispersado rápidamente en el país encontrándose en cuencas importantes como el río Balsas, Grijalva y Usumacinta que desembocan en el océano Atlántico, principalmente en el estado de Tabasco.

### **3.2. CRUSTÁCEOS**

#### Clasificación taxonómica de la langosta azul (*Cherax quadricarinatus*)

Clase: Malacostraca Martin y Davis, 2001

Orden: Decapoda Martin y Davis, 2001

Familia: Parastacidae Huxley, 1879

Género: *Cherax* Erichson, 1846

Especie: *Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1868)



*Figura. 5. Langosta azul (Cherax quadricarinatus)* En “Langosta azul (Cherax quadricarinatus): cuidados y alimentación”, por Ana Díaz Maqueda, 2020, <https://misanimales.com/langosta-azul-cherax-quadricarinatus-cuidados/>. Derechos de autor [2012] por Ana Díaz Maqueda. Adaptación autorizada.

*Cherax quadricarinatus* (Acker y Muscat, 1976) conocido comúnmente como langosta de quelas rojas es un decápodo de agua dulce perteneciente a la familia Parastacidae, es endémica del norte de Australia y sureste de Papúa Nueva Guinea (Amador-Del Angel y García-Ramírez, 2013). Se caracteriza por tener conducta gregaria, es de rápido crecimiento y con alta plasticidad ecológica. Puede resistir variaciones de temperatura, pH y diferentes concentraciones de oxígeno disuelto (Amador-Del Angel y García-Ramírez, 2013), por lo que es considerada una buena especie para el cultivo en condiciones semintensivas e intensivas, ya que, además, su dieta es omnívora (Amador-Del Angel *et al.*, 2014).

En México, la langosta de quelas rojas fue introducida en 1995 con fines de investigación en la Ciudad de México y Yucatán; para el año 1998 ejemplares de esta especie fueron trasladados a Morelos, Baja California y Baja California Sur, Tamaulipas, Colima y Jalisco (Acker y Muscat, 1976). En la actualidad se sabe de la presencia de la especie en Aguascalientes, Chihuahua, Michoacán,

Nuevo León, Puebla, Veracruz, Oaxaca, San Luis Potosí, Sinaloa y Veracruz (Arias *et al.*, 2013).

### 3.3. MOLUSCOS

#### Clasificación taxonómica de la *Melania acolchada* (*Tarebia granifera*)

Clase: Gastropoda Cuvier, 1797  
Orden: Sorbeoconcha Ponder y Lindberg, 1997  
Familia: Thiaridae Gill, 1823  
Género: *Tarebia* Lamarck, 1822  
Especie: *Tarebia granifera* (Lamarck, 1816)



*Figura. 6. Melania acolchada (Tarebia granifera)* En “*Tarebia granifera* (Lamarck, 1816)”, por Freshwater molluscs, s.f, [https://keys.lucidcentral.org/keys/v3/freshwater\\_molluscs/key/australian\\_freshwater\\_molluscs/Media/Html/entities/tarebia\\_granifera.htm](https://keys.lucidcentral.org/keys/v3/freshwater_molluscs/key/australian_freshwater_molluscs/Media/Html/entities/tarebia_granifera.htm). Derechos de autor [2023] por Freshwater molluscs. Adaptación autorizada.

En México se le ha registrado en sitios rodeados de vegetación (arroyo José, Reserva de Montes Azules, Chiapas), así como en playas arenosas soleadas en el río Lacantún (Reserva de Montes Azules) y en el río Zimatán, Oaxaca. *Tarebia granifera* fue registrada por primera vez en México en el lago de Catemaco, Veracruz (Naranjo-García y Olivera- Carrasco, 2014); la abundancia

del molusco en las recolectas de febrero y junio de 2005 sugiere que llegó alrededor de dos o tres años antes y posiblemente fue transportada por aves migratorias (al menos eso parece haber sucedido en la Reserva de Montes Azules, pues se encontró en el arroyo José y en el río Tzendales, cuerpos de agua dentro de la reserva y sin influencia de seres humanos) (Naranjo-García y Olivera-Carrasco, 2014).

En los ríos Tuxpan y Tecolutla (López-López *et al.*,2009), en la región de Los Tuxtlas, en el río Máquinas y en el Salto de Eyipantla (Naranjo-García y Olivera-Carrasco, 2014); en el estado de Oaxaca se encuentra en la cuenca baja del río Zimatán, en donde su mayor abundancia se presenta en octubre; en Tabasco en la cuenca hidrológica Grijalva- Usumacinta (Rangel Ruiz *et al.* , 2011); en el estado de Chiapas se encontró en varios arroyos y ríos (Ixcán, Chajul y Tzendales) que vierten sus aguas en el río Lacantún, y además en el propio río Lacantún (Naranjo-García y Olivera-Carrasco, 2014). Es hospedero de *Centrocestus formosanus* el cual infecta peces saturando sus branquias y asfixiándolos, por lo que causa grandes pérdidas económicas a las pesquerías y acuacultura en varios países de América, en México ha parasitado a peces nativos (Rangel-Ruiz *et al.*,2011).

#### Clasificación taxonómica del Mejillón asiático (*Arcuatula senhousia*)

Clase: Bivalvia Linnaeus, 1758  
Orden: Mytiloida Linnaeus, 1758  
Familia: Mytilidae Rafinesque, 1815  
Género: Arcuatula Jousseau, 1919  
Especie: *Arcuatula senhousia* (Reeve, 1857)





*Figura. 7. Mejillón asiático (Arcuatula senhousia)* En “Conchas de bivalvos marinos de las islas británicas”, por Department for Business, Energy & Industrial Strategy, s.f, <https://naturalhistory.museumwales.ac.uk/britishbivalves/browse/record.php?record=843>. Derechos de autor [2023] por Department for Business, Energy & Industrial Strategy. Adaptación autorizada.

Puede dominar a las comunidades bentónicas y potencialmente excluir a las especies nativas. Se instala en agregaciones y por lo tanto es capaz de alcanzar altas densidades. A diferencia de la mayoría de los mejillones, vive por completo en los sedimentos, rodeado de biso o byssus. A densidades de más de 1500 m<sup>2</sup>, las bolsas biso se unen para formar una estera continua o alfombra en la superficie del sedimento. La presencia de estas esteras altera drásticamente el hábitat bentónico natural, cambió tanto el entorno físico local como el ensamblaje de macroinvertebrados residentes. Aunque esto puede resultar en una mayor riqueza y abundancia de algunas especies, las esteras de mejillón reducen las densidades de muchos bivalvos nativos comunes y el crecimiento de pasto marino cercano (GISD, 2013).

*Arcuatula senhousia* se reporta como especie exótica potencialmente invasora en México (Ortiz Arellano y Salgado-Barragán, 2012). En México, fue introducida en Baja California: estero de Punta Bya, bahía de Todos Santos, municipio de Ensenada, probablemente como fauna acompañante en la

introducción del ostión del Pacífico (*C. gigas*) (Coan *et al.*, 2000 citado por Ortiz Arellano y Salgado-Barragán, 2012). No hay evidencia de la transmisión vectorial (biótico), sin embargo, se cree que posiblemente la especie pudo haber sido transportada como incrustaciones en los cascos de los barcos, como larvas en el agua de lastre (GWA, 2005 citado por CABI, 2013), o como una importación accidental con ostras del Pacífico (GISD, 2013). Existen cuatro opciones de posible control para *A. senhousia*: exposición al aire/desecación/congelación; explotación comercial para comida y fertilizante; dragado/arrastre de vara/fregado, y tratamientos de agua caliente (baños, aerosoles) (McEnnulty *et al.*, 2001 citado por CABI, 2013).

La depredación por especies nativas contribuye significativamente a la resistencia de la comunidad a la invasión por *A. senhousia* en el sur de California, y puede prevenir localmente que el mejillón se establezca en densas camas (Rouse y Fitzhugh, 1994), sin embargo, no se reporta su efectividad.

#### Clasificación taxonómica del Mejillón mediterráneo (*Mytilus galloprovincialis*)

Clase: Bivalvia Linnaeus, 1758

Orden: Mytiloida Férussac, 1822

Familia: Mytilidae Rafinesque, 1815

Género: *Mytilus* Rafinesque, 1815

Especie: *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819)



*Figura. 8. Mejillón mediterráneo (Mytilus galloprovincialis)* En “Mediterranean mussel (*Mytilus galloprovincialis*) shell”, por Andrew Butko, 2007, [https://es.wikipedia.org/wiki/Mytilus\\_galloprovincialis#/media/Archivo:Mytilus\\_galloprovincialis\\_shell.jpg](https://es.wikipedia.org/wiki/Mytilus_galloprovincialis#/media/Archivo:Mytilus_galloprovincialis_shell.jpg). Derechos de autor [2023] por Andrew Butko. Adaptación autorizada.

Está considerada como una de las “100 peores especies invasoras del mundo” (Lowe *et al.*, 2000). Tiene la capacidad de concentrar metales pesados (Spada *et al.*, 2013); compete con *Sphaerechinus granularis*, especie de importancia económica en Sudáfrica (DoA Sudáfrica, 2013), y *M. trossulus*, especie nativa en California, Estados Unidos (Ortíz Arellano y Salgado-Barragán, 2012); puede causar bloqueos en los sistemas de enfriamiento de agua (GISD, 2006) y cambiar el flujo del agua, nutrientes y oxígeno (Green, 2014).

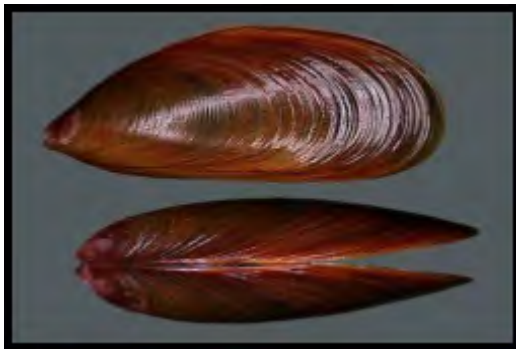
Esta especie es invasora en México (Ortíz Arellano y Salgado Barragan, 2012); ya que es susceptible a la acumulación de *Cryptosporidium sp.*, que puede ser una amenaza seria a la salud pública y afecta un amplio rango de vertebrados, incluyendo a los humanos (Mladineo *et al.*, 2009). *M. galloprovincialis* se ha introducido involuntariamente y de forma accidental (CABI, 2016), mediante el envío, por el transporte de agua de lastre y por embarcaciones (Carlton, 1992); además, es una especie utilizada en la industria de la acuicultura como la

producción de mejillones triploides y tetraploides, que son estériles funcionales, lo que eliminaría el riesgo de que se establezcan poblaciones silvestres (McEnnulty *et al.*, 2001).

La gestión del agua de lastre podría detener la propagación de las larvas (GISD, 2006). Desafortunadamente, la dificultad de control, o incluso el seguimiento de la distribución radica en distinguir las especies de mejillones invasores de los nativos sin depender de pruebas genéticas, que llevan tiempo y dinero (Green, 2014). Se cultiva activamente, por lo que la acuicultura también puede ser la fuente de introducciones secundarias (Wonham, 2004). En México, en la Bahía de Todos Santos, municipio de Ensenada, Baja California (Curiel-Ramírez y Cáceres-Martínez, 2004; Maeda-Martínez, 2008), es cultivada, la producción ha sido muy fluctuante con cosechas que han ido desde 18 a 197 toneladas (Maeda-Martínez, 2008).

#### Clasificación taxonómica del Almejillón (*Perna perna*)

Clase: Bivalvia Linnaeus, 1758  
Orden: Mytiloida Férussac, 1822  
Familia: Mytilidae Rafinesque, 1815  
Género: *Perna* Linnaeus, 1758  
Especie: *Perna perna* (Linnaeus, 1758)



*Figura. 9. Almejillón (Perna perna) “Perna perna (Mejillón tropical)”*  
[https://www.pinterest.es/pin/282600945340219509/?amp\\_client\\_id=CLIENT\\_ID%28\\_%29&mweb\\_unauthid=%7B%7Bdefault.session%7D%7D&url=https%3A%2F%2Fwww.pintere](https://www.pinterest.es/pin/282600945340219509/?amp_client_id=CLIENT_ID%28_%29&mweb_unauthid=%7B%7Bdefault.session%7D%7D&url=https%3A%2F%2Fwww.pintere)

st.es%2Famp%2Fpin%2F282  
600945340219509%2F&open\_share=t. Derechos de autor [2023]. Adaptación autorizada.

Se está convirtiendo rápidamente en un problema para los sistemas de refrigeración con agua de las centrales eléctricas, además de ser una especie capaz de alterar la estructura física de un hábitat (GISD, 2005). *Perna perna* se reporta como especie invasora en el Golfo de México (Mendoza *et al.*, 2014), afectó a México y a Estados Unidos (GISD, 2005). Se considera como una especie que tiene impactos económicos ya que bloquea sistemas de enfriamiento de agua en estaciones hidroeléctricas (GISD, 2005).

Se cree que en el Golfo de México se dispersó al sur por corrientes marinas (GISD, 2005). Se ha reportado que la dosificación continua de un nivel residual de al menos 1 mg/L de cloro, provoca que *P. perna* cierre sus conchas, sin permitir una fase de recuperación (GISD, 2005). Por lo tanto, es necesario mantener tales niveles para evitar la colonización (GISD, 2005). También puede ocasionar hundimiento de las boyas de navegación ya que se acumula en ellas como bioincrustación (Hicks y Tunnell, 1995).

#### Clasificación taxonómica del Mejillon falso (*Mytilopsis adamsi*)

Clase: Bivalvia Linnaeus, 1758  
Orden: Mytiloida Férussac, 1822  
Familia: Dreissenidae Gray, 1840  
Género: *Mytilopsis* Morrison, 1946  
Especie: *Mytilopsis adamsi* (Morrison, 1946)



*Figura. 10. Mejillón falso (Mytilopsis adamsi) ). En “Mytilopsis adamsi”, por inaturalistEc, s.f, <https://ecuador.inaturalist.org/taxa/209020-Mytilopsis-adamsi>. Derechos de autor [2023] por inaturalistEc. Adaptación autorizada.*

Esta especie forma grandes grupos monoespecíficos y afecta la biodiversidad nativa al competir por espacio y alimento (Wangkulangkul y Lheknim, 2008; Wangkulangkul, 2009). En Mazatlán, México, ha desplazado al bivalvo nativo *Mytilus charruanus* y se ha convertido en la especie sésil dominante (Ortíz Arellano y Salgado-Barragán, 2012). Se reporta en el Puerto de Lázaro Cárdenas, Michoacán (Tovar-Hernández *et al.*, 2012), en raíces de mangle de los estuarios de Urías, El Verde y El Puyequé; laguna Caimanero, municipio de Mazatlán (Ortíz Arellano y Salgado-Barragan, 2012).

Se reporta como especie introducida en México (Ortíz Arellano y Salgado-Barragan, 2012; Tovar-Hernández *et al.*, 2012). La especie pudo haber sido introducida en Sinaloa mediante el ingreso de stocks de camarón blanco, *Litopenaeus vannamei*, cultivados en la costa Atlántica de Centroamérica; sin embargo, no se cuenta con información sobre las vías de introducción en otras regiones del país (Ortíz Arellano y Salgado-Barragán, 2012).

Se reporta que en algunos países los costos para su eliminación han sido altos (Salgado-Barragán y Toledano-Granados, 2006). *M. leucophaeata* han causado problemas en los sistemas de enfriamiento de industrias y plantas hidroeléctricas (GISD, 2011) y *M. sallei* es responsable del ensuciamiento masivo de los muelles, sistemas de agua de mar (estaciones de bombeo de lastre y sistemas de refrigeración (GISD, 2007). En estero El Verde (18 km al NW de Mazatlán) prácticamente ha desplazado al bivalvo nativo *Mytilus charruanus* y se ha convertido en la especie sésil dominante en el estero (Ortíz Arellano y Salgado-Barragán, 2012). Esta especie proporciona un nuevo hábitat para fauna asociada, como anfípodos y poliquetos, y muy posiblemente resulte en un cambio en la estructura de la comunidad (Wangkulangkul y Lheknim, 2008).

#### 3.4. CNIDARIOS

##### Clasificación taxonómica de la Medusa de agua dulce (*Craspedacusta sowerbii*)

Clase: Hydrozoa Huxley, 1856

Orden: Limnomedusae Kramp, 1938

Familia: Olindiidae Haeckel, 1879

Género: *Craspedacusta* Jankowski, 2001

Especie: *Craspedacusta sowerbii* (Lankester, 1880)



*Figura. 11. Medusa de agua dulce (Craspedacusta sowerbii)* “La Craspedacusta sowerbii”, por Dragon de la Selva, 2016, [https://www.jungledragon.com/image/36681/craspedacusta\\_sowerbii.html](https://www.jungledragon.com/image/36681/craspedacusta_sowerbii.html). Derechos de autor [2023] por Dragón de la Selva. Adaptación autorizada.

Es una especie dimórfica (MAAMA, 2011), capaz de extenderse rápidamente (Stefani *et al.*, 2010) y que posiblemente pueda provocar la disminución de la concentración de oxígeno en el agua provocando fenómenos de anoxia (Didziulis, 2006; MAAMA, 2011), además de ser capaz de afectar de forma significativa las comunidades zooplanctónicas (Jankowski *et al.*, 2005; Gasith *et al.*, 2011). La especie se reportó por primera vez en México en el estado de Nuevo León (Guajardo *et al.*, 1987). Posteriormente se reportó en otras aguas interiores mexicanas una presa al norte del estado de Sinaloa con densidades de un individuo por metro cuadrado (Moreno-Leon y Ortega-Rubio, 2009).

Es capaz de extenderse rápidamente debido a sus características biológicas: se reproduce sexualmente y presenta además varias formas de reproducción vegetativa (Stefani *et al.*, 2010); incluye dos estadios larvarios: pólipo, capaz de permanecer largos períodos de ayuno y de tolerar amplios intervalos de temperatura, y medusa, que nada libremente sobre la columna de agua; tiene la capacidad de desarrollar una cubierta quitinosa para mantener un estado de latencia en la etapa de pólipo (Acker y Muscat, 1976; Bouillon y Boero 2000). Asimismo, las actividades antropogénicas como el comercio de plantas y animales acuáticos favorecen su dispersión (Moreno-Leon y Ortega-Rubio, 2009; Jakovčev-Todorović *et al.*, 2010; Gasith *et al.*, 2011).

No se cuenta con medidas de mitigación. La especie es capaz de afectar de forma significativa las comunidades zooplanctónicas, alimentándose principalmente de copépodos, desencadenando efectos tróficos de cascada (Jankowski *et al.*, 2005; Gasith *et al.*, 2011).



Clasificación taxonómica de la medusa de puntos blancos (*Phyllorhiza punctata*)

Clase: Scyphozoa Goette, 1887

Orden: Rhizostomeae Cuvier, 1799

Familia: Mastigiidae Stiasny, 1920

Género: *Phyllorhiza* Agassiz, 1862

Especie: *Phyllorhiza punctata* (Von Lendenfeld, 1884)



*Figura. 12. Medusa de puntos blancos (Phyllorhiza punctata)* En “*Phyllorhiza punctata* Lendenfeld, 1884”, por Papa Lima Whiskey, 2010, [https://es.wikipedia.org/wiki/Phyllorhiza\\_punctata#/media/Archivo:Phyllorhiza\\_punctata\\_\(White-spotted\\_jellyfish\)\\_edit.jpg](https://es.wikipedia.org/wiki/Phyllorhiza_punctata#/media/Archivo:Phyllorhiza_punctata_(White-spotted_jellyfish)_edit.jpg). Derechos de autor [2023] por Papa Lima Whiskey. Adaptación autorizada.

Ha sido introducida en América del Norte desde el Océano Pacífico occidental y está amenazando a la pesca comercial debido a que se alimenta de huevos y larvas de peces, cangrejos y camarones; obstruye las redes de pesca; daña embarcaciones; y provocó así el cierre de las zonas productivas dependientes de la actividad pesquera (GISD, 2006; CABI, 2016).

Se registró por primera vez en junio de 2006 en Laguna de Myinga, al suroeste del Golfo de México. Entre 2007 y 2008, se recogieron otros tres ejemplares

adultos y más tarde en mayo de 2009 y abril-junio de 2010, fueron observados un gran número de juveniles y adultos, de los cuales 142 fueron recogidos (Ocaña-Luna *et al.*, 2010).

En lo que respecta a México, la especie únicamente ha sido registrada para la laguna de Myinga, Veracruz (Ocaña-Luna *et al.*, 2010), pero como existen registros de ella en la ecorregión del Pacífico sudcaliforniano, es probable una introducción potencial en el Pacífico mexicano, además de que la principal vía de introducción de la especie (agua de lastre) está presente en la región (Medina Rosas y Tovar-Hernández, 2012). Es capaz de cambiar las propiedades físicas y químicas del agua a tal grado que afecta indirectamente la producción de zooplancton. Además, cambia ligeramente la viscosidad del agua por el mucus que libera continuamente (Graham *et al.*, 2003).

El potencial del impacto ecológico ha sido considerado alto (Graham *et al.*, 2003). Juegan un rol importante en las redes tróficas (Ocaña-Luna *et al.*, 2010). La abundancia de zooplancton no gelatinoso asociado con las altas biomásas de la especie durante el invierno en Puerto Rico, disminuyó notablemente (García, 1990). Tiene la capacidad de competir con las especies nativas por el alimento (SMSFP, 2007), por ejemplo, camarón, cangrejo y algunos peces se verían más afectadas, debido a que la especie se alimenta directamente de los huevos y larvas de dichos organismos (GISD, 2006).

### **3.5. PLANTAS INVASORA ACUÁTICAS**

#### Clasificación taxonómica del Alga Wakame (*Undaria pinnatifida*)

Clase: Phaeophyceae Hansgirg 1886

Orden: Laminariales Migula, 1908

Familia: Alariaceae Suringar, 1873

Género: *Undaria* Suringar, 1873

Especie: *Undaria pinnatifida* (Suringar, 1873)



*Figura. 13. Alga Wakame (Undaria pinnatifida)* En “Las condiciones ideales presagian la cosecha de Undaria 2018”, por Marinova, 2018, <https://www.marinova.com.au/news/harvest-2018/>. Derechos de autor [2023] por Marinova. Adaptación autorizada.

El Alga Wakame (*Undaria pinnatifida*) es un alga parda originaria del noroeste asiático y de gran importancia culinaria en Japón, China y Corea. Desde los 70 se ha ido expandiendo por el mundo, principalmente debido al transporte de ostras (CABI, 2013). Es una de las especies invasoras marinas más exitosas, está incluida en la lista de las cien peores invasoras del mundo (Lowe *et al.*, 2000) y en las diez peores de Europa (Gallardo-Berumen *et al.*, 2018), y es considerada la tercera más peligrosa de 113 macroalgas introducidas (Lowe *et al.*, 2000).

Es un alga oportunista, capaz de colonizar y crecer rápidamente sobre cualquier tipo de sustrato duro. Generalmente ocupa nichos ecológicos vacíos, siendo abundante sobre sustratos artificiales o naturales cuya vegetación ha sido alterada. Habita en aguas preferentemente por debajo de los 12 °C y se

degrada a temperaturas superiores a 20 °C, aunque la fase gametofítica de su ciclo vital es microscópica y puede permanecer latente durante casi un año, pudiendo sobrevivir así a condiciones adversas. En su área nativa la fase macroscópica (esporófito) desaparece durante el verano, mientras que en áreas más frías las poblaciones tienen generaciones solapadas y su presencia es continua.

Clasificación taxonómica del Lirio Acuático Sudamericano (*Eichhornia crassipes*)

Clase: Liliopsida Cronquist 1981  
Orden: Commelinales Dumort, 1829  
Familia: Pontederiaceae Kunth, 1816)  
Género: *Eichhornia* Solms, 1883  
Especie: *Eichhornia crassipes* (Solms, 1883)



*Figura. 14. Lirio Acuático Sudamericano (Eichhornia crassipes)* En “*Eichhornia crassipes*”, por H. Zell, 2009, [https://es.wikipedia.org/wiki/Eichhornia\\_crassipes#/media/Archivo:Eichhornia\\_crassipes\\_002.JPG](https://es.wikipedia.org/wiki/Eichhornia_crassipes#/media/Archivo:Eichhornia_crassipes_002.JPG). Derechos de autor [2023] por H. Zell. Adaptación autorizada.

Llegó a México al finalizar el siglo XIX, donde se propagó rápidamente, hasta

convertirse en una plaga dispersándose por todo el país. Situándose en áreas donde las temperaturas son bajas. Es una de las principales malezas de agua dulce a nivel mundial debido a su rápido crecimiento y reproducción, alta competitividad, movimiento por el viento y corrientes de agua y propagación por el hombre con fines ornamentales. Además, está considerada entre las 100 especies más invasoras del mundo por la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN). Ha sido ampliamente cultivada como especie ornamental debido a sus flores tan llamativas (CABI, 2016).

#### Clasificación taxonómica del Carrizo Asiático Gigante (*Arundo donax*)

Clase: Liliopsida Cronquist, 1981

Orden: Poales APG III, 2009

Familia: Poaceae Barnhart, 1895

Género: *Arundo* Arundo L., 1753

Especie: *Arundo donax* (Arundo L., 1753)



*Figura. 15. Carrizo Asiático Gigante (Arundo donax)* En “Carrizo gigante”, por Harry Rose, s.f, [https://www.inaturalist.org/guide\\_taxa/648605](https://www.inaturalist.org/guide_taxa/648605). Derechos de autor [2023] por Harry Rose. Adaptación autorizada.

Es una especie agresiva, con una capacidad de reproducirse rápidamente (CABI, 2016) y que invade las zonas ribereñas, altera la hidrología, los ciclos de nutrientes, el régimen de los incendios y desplaza a las especies nativas (Global Invasive Species Database, 2011). Está catalogada como una de las 100 peores especies exóticas del mundo (Lowe *et al.*,2000).

En México es frecuente observar la proliferación y el desarrollo de *A. donax* en los diversos sistemas riparios (Global Invasive Species Database, 2013). La especie *A. donax* se considera una de las gramíneas más grandes del mundo, sus hojas de color verde glauco, pueden mantenerse con esa misma tonalidad durante todo el año (CABI, 2016), no obstante, a pesar de su apariencia inofensiva, es una especie invasora muy agresiva, que altera los procesos del ecosistema, afecta negativamente a las especies nativas desplazándolas poco a poco (Global Invasive Species Database,2013).

#### Clasificación taxonómica de la Lechuguilla Africana de Agua (*Pistia stratiotes*)

Clase: Liliopsida Cronquist, 1981  
Orden: Alismatales Arales Lindl.,1833  
Familia: Araceae Juss., 1789,  
Género: *Pistia* L., 1753  
Especie: *Pistia stratiotes* (L., 1753)



*Figura. 16. Lechuguilla Africana de Agua (Pistia stratiotes)* En “Repollo de agua (Pistia stratiotes)”, por Vivero Tooth Mountain, s.f, <https://www.toothmountainnursery.com/product/water-cabbage-pistia-stratiotes/>. Derechos de autor [2020] por Vivero Tooth Mountain. Adaptación autorizada.

Es una monocotiledónea perenne, flotante, con hojas gruesas y suaves, obovadas o espatuladas, que forman una roseta. Estas pueden alcanzar 14 cm de largo y presentan venas paralelas y pelos cortos que atrapan burbujas de aire. Sus raíces sumergidas cuelgan de la roseta de hojas. Posee estolones y forma colonias densas. Se reproduce de forma vegetativa muy rápidamente y también mediante semillas.

Esta especie se considera una de las peores malezas en los cultivos de arroz (Lowe *et al.*,2000) y en el medio acuático, donde puede impactar directamente a las plantas nativas sumergidas y reducir la biodiversidad al impedir el paso de luz solar y el intercambio de oxígeno. También dificulta actividades como la navegación y la pesca (Lowe *et al.*,2000). Se reporta como invasora en México y que ha sido trasladada a otros ecosistemas acuáticos mexicanos (Lowe *et al.*,2000).

A nivel Chetumal, debido a los impactos socioambientales de los asentamientos humanos irregulares en zonas como la Sabana esta especie ha encontrado un hábitat idóneo para aumentar su población y distribuirse espacialmente en el cuerpo de agua. Ante esto, es importante mencionar que el origen de la problemática se debe a una mala planeación territorial, poca o nula aplicación de la normatividad ambiental y la falta de un plan de manejo integral de la Sabana, lo cual ha propiciado la contaminación del sitio por tirar desechos pesticidas sólidos, residuales y la eutroficación; la alteración física del hábitat debido a la deforestación, incendios y la construcción de viviendas; la introducción de especies exóticas como la Tilapia entre otros.

Todo esto ha permitido la proliferación de la Lechuguilla de Agua disminuyendo a la vegetación nativa que bordea el cuerpo de agua, desplazando a la fauna acuática a otros cuerpos de agua, afectando así a la biodiversidad local. También reducen la cantidad de luz solar que llega al agua, esto puede tener un efecto perjudicial en la fotosíntesis de las plantas sumergidas y en la vida acuática, lo que puede provocar la disminución de la calidad del agua y la muerte de organismos acuáticos. La cobertura de la lechuguilla de agua puede servir como refugio para insectos vectores de enfermedades, como mosquitos, aumentando el riesgo de enfermedades transmitidas por vectores en la región.

Para abordar esta problemática, es importante implementar estrategias de gestión adecuadas, que pueden incluir la supervisión y control continuo de las poblaciones de lechuguilla de agua, la promoción de prácticas de conservación y la educación pública sobre los impactos negativos de esta especie invasora en la Sabana de Chetumal y otras áreas de Quintana Roo. En este sentido, es importante llevar a cabo investigaciones científicas para comprender mejor la dinámica de las poblaciones de esta especie en la región. Esto incluye la recopilación de datos sobre su distribución, tasas de crecimiento, factores que



la promueven y su impacto en el ecosistema local. Un monitoreo constante permite tomar decisiones informadas sobre las estrategias de control.

Se puede aplicar un enfoque de manejo integrado que combine métodos físicos, químicos y biológicos para controlar la lechuguilla de agua de manera efectiva y sostenible. Esto puede incluir la extracción manual de las plantas, el uso controlado de herbicidas selectivos, la introducción de herbívoros que se alimenten de la planta, y la implementación de barreras flotantes para prevenir su propagación. Paralelamente se debe informar y educar a la comunidad local, los residentes y los visitantes sobre los problemas asociados con la lechuguilla de agua y la importancia de prevenir su propagación es esencial. Las campañas de concienciación pueden ayudar a evitar la introducción y propagación de esta especie invasora.

Después de controlar las poblaciones, es importante llevar a cabo proyectos de restauración de hábitats para ayudar a las especies nativas a recuperarse. Esto puede incluir la siembra de plantas endémicas y la restauración de las condiciones ecológicas naturales. Es de suma importancia que en estos proyectos exista la cooperación de la comunidad, los tres niveles de gobierno, asociaciones civiles y el sector académico- científico con el objetivo de trabajar en equipo y compartir responsabilidades a largo plazo. El manejo de especies invasoras como *Pistia stratiotes* puede ser un desafío, pero con un enfoque integral, la cooperación continua de todos los actores claves y la aplicación de la normatividad ambiental es posible minimizar sus impactos y proteger los ecosistemas en la Sabana de Chetumal.

#### Clasificación taxonómica del Tomillo de Agua del Viejo Mundo (*Hydrilla verticillata*)

Clase: Liliopsida Cronquist, 1981

Orden: Alismatales Arales Lindl., 1833  
Familia: Hydrocharitaceae APG III., 2009  
Género: Hydrilla Rich., 1814  
Especie: *Hydrilla verticillata* (Royle, 1839)



*Figura. 17. Tomillo de Agua del Viejo Mundo (Hydrilla verticillata)* En “Hydrilla (Hydrilla verticillata)”, por Paul Smith's College, s.f, <https://www.adkwatershed.org/hydrilla>. Derechos de autor [2023] por Paul Smith's College. Adaptación autorizada.

Es nativa de Asia, África y Australia. Ha sido introducido en varios países a través del comercio de acuarios. Considerada una de las peores malezas acuáticas en Estados Unidos. Se propaga a través de fragmentación, tubérculos, turiones y semillas; por lo que es una planta difícil de controlar y erradicar. Es capaz de degradar la integridad ecológica de un cuerpo de agua en poco tiempo debido a que forma masas densas que obstruyen los lagos, ríos, embalses y canales de riego y ahogan la vegetación acuática nativa, alterando las relaciones depredador-presa entre los peces y otros animales acuáticos.

Estas alfombras también pueden disminuir el oxígeno disuelto, mediante la inhibición de las zonas de mezcla de agua, aumentar la temperatura del agua mediante la absorción de la luz solar, además crea zonas de reproducción de mosquitos, y afectan negativamente actividades recreativas. Cuando la planta

muere se convierte en una fuente de alimento para las bacterias que consumen la planta y utilizan oxígeno, lo que reduce el oxígeno disuelto (Carlton, 1992). Es una especie presente como exótica en Nuevo León, Sinaloa y Tamaulipas (Schofield, 2010).

*Hydrilla verticillata* es capaz de vivir en diferentes hábitats de agua dulce. Puede tolerar tasas bajas de nutrientes, así como una salinidad de hasta 7%. Además, posee la capacidad de crecer en condiciones de poca luz. Durante las primeras etapas de su vida puede llegar a crecer hasta una pulgada por día (Harrison y Stiassny, 1999).

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 (Bastida-Zabala, 2008).

La erradicación de *H. verticillata* en dos lagos en Washington, costó \$100,000/año estimado desde 2003 (Carlton, 1992). En 1995 en Florida se estimó que se necesitarían entre 10-15 millones de dólares para tratar de controlar esta especie (Lassuy, 1995). En México, la presencia de esta especie origina el incremento de sólidos, obstaculiza la toma de agua debido a su crecimiento marginal, limita e inclusive impide la navegación en la presa Rodrigo Gómez en Nuevo León (Lassuy, 1995).

### **3.6. ANÉLIDOS**

Clasificación taxonómica de Poliqueto (*Branchiomma bairdi*)

Clase: Polychaeta Grube, 1850

Orden: Sabellida Rouse y Fauchald, 1997

Familia: Sabellidae Latreille, 1825  
Género: Branchiomma Kölliker, 1858  
Especie: *Branchiomma bairdi* (McIntosh, 1885)



*Figura. 18. Poliqueto (Branchiomma bairdi)* En “Método de Evaluación Rápida de Invasividad (MERI) para especies exóticas en México Branchiomma bairdi (McIntosh, 1885)”, por BoldSystems, s.f, [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/222660/Branchiomma\\_bairdi.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/222660/Branchiomma_bairdi.pdf). Derechos de autor [2023] por BoldSystems. Adaptación autorizada.

Es una especie invasora en el Golfo de California y en el Mar Mediterráneo. Favorece la corrosión de los sustratos metálicos, ocasiona pérdidas económicas a la industria portuaria y a la industria naviera. Puede desplazar a la comunidad esclerobionte nativa, reducir moderadamente el sustrato donde las especies nativas suelen establecerse y genera cambios en los grupos funcionales. Ha sido registrada en Veracruz (Isla de Sacrificios, Isla Verde e Isla Santiaguillo), en Yucatán (Celestún) y en Quintana Roo (Rio Huach, Isla Contoy, Hualalpich, Holbox, San Felipe, Isla Mujeres, Cancún) (Tovar- Hernández y Yáñez-Rivera, 2012).

En México, el análisis de riesgo le da una puntuación de 70 y una clasificación de 21, que es el límite inferior para considerar la prohibición de acceso de la especie al país, así como su entrada restringida (rechazada) (Tovar- Hernández

y Yáñez-Rivera, 2012).

Por otra parte, México no cuenta con una normatividad que regule la introducción de especies marinas no-nativas transportadas como larva en el agua de lastre o como juveniles y adultos en los cascos de las embarcaciones (Okolodkov *et al.*, 2007). Para prevenir el ingreso de *B. bairdi* en áreas marinas y áreas portuarias del Pacífico mexicano, es necesario que las embarcaciones extranjeras que arriban a los puertos mexicanos y que permanecerán en ellos por un período mayor a un mes, la limpieza de los cascos durante la primera semana en puerto debe ser obligatoria, en dique seco (la biota esclerobionte retirada de la embarcación no deberá desecharse en el mar). La especie favorece la corrosión de los sustratos metálicos, ocasiona pérdidas económicas a la industria portuaria y a la industria naviera, quienes deben invertir importantes sumas de capital para limpiar frecuentemente las estructuras y añadir pintura “anti-fouling”.

Por otro lado, en la acuicultura de camarón y ostión, no se ha cuantificado su impacto económico pero la limpieza de las estructuras de cultivo y de los ostiones que se desea comercializar, tiene un impacto directo en los costos de labor (Tovar-Hernández y Yáñez- Rivera, 2012). Existen medidas para su detección temprana y manejo en granjas acuícolas de Sinaloa, pero su efectividad no ha sido comprobada (Tovar-Hernández *et al.*, 2012).

#### Clasificación taxonómica del Poliqueto (*Branchiomma curtum*)

Clase: Polychaeta Grube, 1850  
Orden: Sabellida Rouse y Fauchald, 1997  
Familia: Sabellidae Latreille, 1825  
Género: Branchiomma Kölliker, 1858  
Especie: *Branchiomma curtum* (Ehlers, 1901)

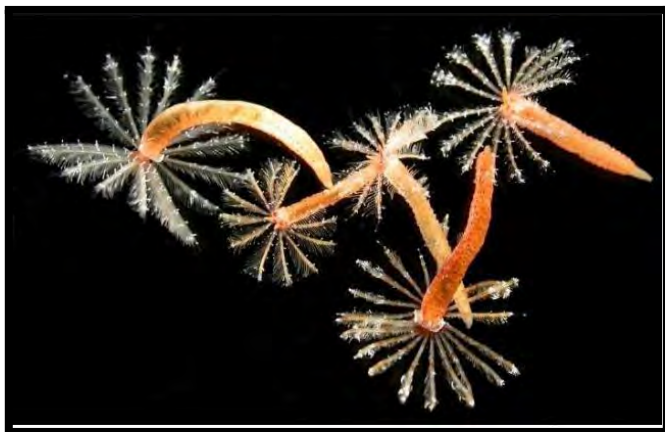


Figura. 19. Poliqueto (*Branchiomma curtum*) En “Método de Evaluación Rápida de Invasividad (MERI) para especies exóticas en México *Branchiomma curtum* (Ehlers, 1901)”, por Geoffrey B. Read, s.f, [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/222662/Branchiomma\\_curtum.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/222662/Branchiomma_curtum.pdf). Derechos de autor [2023] por Geoffrey B. Read. Adaptación autorizada.

Entre sus características se encuentra una tubícola; así como tubos cimentados con arena fina. Es una especie solitaria o gregaria (>30 individuos). Su cuerpo alcanza hasta 40 mm de longitud; tiene color verde olivo con marcas pardas, manchas oculares al costado de cada segmento, disminuyen hacia la región posterior. Corona branquial con 16 pares de radiolos; bandas alternadas verde olivo y blancas; manchas anaranjadas en el eje del radiolo. Estíloidos digiformes y escasos. Ojos rojos o anaranjados en los radiolos. Collar separado dorsalmente; lóbulos ventrales subtriangulares, con ápices redondeados. Tórax usualmente con ocho segmentos. Uncinos en forma de gancho, con 2–3 hileras de dientes, ocupan un 1/3 de la longitud (Tovar-Hernández *et al.*, 2012).

Se reporta a *Branchiomma curtum* como especie potencialmente invasora a nivel mundial (Tovar-Hernández y Knight-Jones, 2006; Cinar, 2009; Tovar-Hernández *et al.*, 2009a; Giangrye *et al.*, 2012; Arias *et al.*, 2013). La especie presenta reproducción asexual (escisiparidad). Alrededor de 1000

individuos han sido recolectados esporádicamente entre algas verdes y pardas, corales, rocas y sustratos antropogénicos en el mar Caribe desde 1986 (Tovar-Hernández y Knight-Jones, 2006). El agua de lastre es considerada como el vector más importante responsable de introducir especies exóticas a otras regiones (Carlton y Geller, 1993), como fue el caso de la introducción de *B. curtum* en el Caribe (Tovar-Hernández y Knight-Jones, 2006). Además, presenta larva lecitrófica que es liberada en la columna de agua (Rouse y Fitzhugh, 1994), por lo que también puede dispersarse de manera natural.

#### Clasificación taxonómica del Poliqueto (*Ficopomatus miamiensis*)

Clase: Polychaeta Grube, 1850

Orden: Sabellida Rouse y Fauchald, 1997

Familia: Serpulidae Latreille, 1825

Género: *Ficopomatus* Southern, 1921

Especie: *Ficopomatus miamiensis* (Treadwell, 1934)



*Figura. 20. Poliqueto (Ficopomatus miamiensis)* En “Método de Evaluación Rápida de Invasividad (MERI) para especies exóticas en México *Ficopomatus miamiensis* (Treadwell, 1934)”, por María Ana Tovar Hernández, s.f, [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/222665/Ficopomatus\\_miamiensis.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/222665/Ficopomatus_miamiensis.pdf). Derechos de autor [2023] por María Ana Tovar Hernández. Adaptación autorizada.

Puede cambiar la estructura de la comunidad al desplazar a la especie

dominante, el mejillón *Mytella strigata*, en las raíces de mangle rojo del estero de Urías (Salgado- Barragán *et al.*, 2004 citado por Tovar-Hernández *et al.*, 2012). Además, puede competir por alimento y espacio con *B. inexpectatus* y *B. amphitrite* (Tovar-Hernández *et al.*, 2012). Se ha registrado en dos localidades del estero de Urías y en cuatro granjas camaronícolas del Municipio de Mazatlán, Sinaloa (Tovar-Hernández *et al.*, 2009b citado por Tovar-Hernández y Yáñez-Rivera, 2012) y en La Paz (Baja California Sur) (Tovar- Hernández *et al.*, 2012).

*Ficopomatus miamiensis* se reporta en México como especie invasora con un riesgo indeterminado (Tovar-Hernández y Yáñez-Rivera, 2012). No se ha registrado un impacto económico negativo ocasionado por *F. miamiensis* en las granjas camaronícolas del Municipio de Mazatlán, Sinaloa, y del municipio de La Paz, Baja California Sur, debido a que no influye negativamente sobre el resultado final de la cosecha, inclusive los acuacultores refieren que se ha mejorado el rendimiento del camarón ante la presencia de *F. miamiensis* en los estanques (Tovar-Hernández y Yáñez-Rivera, 2012).

En las granjas camaronícolas del Estero de Urías, *F. miamiensis* cohabita con balanos (*B. inexpectatus* y *B. amphitrite*) y mejillones (*M. strigata*) que también son filtradores de material en suspensión; por lo que no se descarta que exista competencia por alimento, aunque la elevada densidad y el alto porcentaje de cobertura de *F. miamiensis* demuestran cierta ventaja de este sobre los otros grupos.

En las raíces de mangle, *F. miamiensis* puede competir por alimento con una especie de sabélido que también es filtrador de talla mediana a grande (*Parasabella* sp.) pero se desconoce aún su identidad y origen. Por otro lado, entre los tubos de *F. miamiensis* adheridos a las raíces de mangle habita una



especie no descrita de un sabélido que pertenece al género *Aracia*, del que sólo se conoce una especie en todo el mundo: *A. heterobranchia* (descrito para Brasil).

Clasificación taxonómica del Poliqueto (*Ficopomatus uschakovi*)

Clase: Polychaeta Grube, 1850  
Orden: Sabellida Rouse y Fauchald, 1997  
Familia: Serpulidae Latreille, 1825  
Género: *Ficopomatus* Southern, 1921  
Especie: *Ficopomatus uschakovi* (Pillai, 1960)



*Figura. 21. Poliqueto exótico (Ficopomatus uschakovi) ).* En “Método de Evaluación Rápida de Invasividad (MERI) para especies exóticas en México *Ficopomatus uschakovi* (Pillai, 1960)”, por Erica Keppel, s.f, [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/222664/Ficopomatus\\_uschakovi.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/222664/Ficopomatus_uschakovi.pdf). Derechos de autor [2023] por Erica Keppel. Adaptación autorizada.

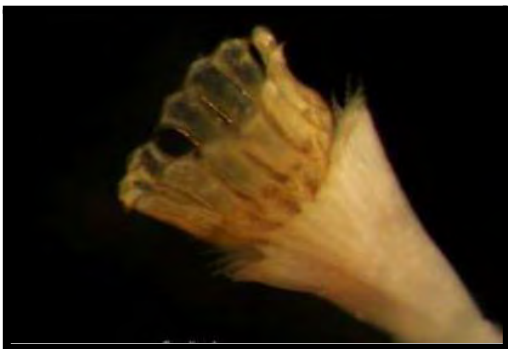
Es una especie que tiene el potencial de contaminar cascos de barcos, estructuras de navegación y plantas de energía (Fofonoff *et al.*, 2003). Se encuentra establecida en todo el complejo lagunar de La Encrucijada, Chiapas, México (Bastida-Zavala y García- Madrigal, 2012). Se registró por primera vez en dos sitios de la Reserva de la Biosfera La Encrucijada, Chiapas, una laguna costera en el Pacífico sur de México. El medio de dispersión de este serpúlido

no es claro, debido a que el puerto más cercano (Puerto Chiapas) está 70 km al sur de la laguna, tampoco hay instalaciones portuarias ni estanques de cultivo de camarón (Bastida-Zavala y Garcia-Madriral, 2012).

En México, *Ficopomatus uschakovi* se considera como especie potencialmente invasora (Bastida-Zavala y Garcia-Madriral, 2012; Bastida-Zavala *et al.*, 2014), en Argentina (Streftaris y Zenetos, 2006) y en la costa de Uruguay (Borthagaray *et al.*, 2006). Para controlar a *F. uschakovi*, se ha reportado la eliminación por raspado para limpiar todas las superficies de las estructuras (Eno *et al.*, 1997). También se recomienda el control del movimiento de los equipamientos para acuicultura y la limpieza eficaz de los cascos de los barcos puede reducir su tasa de expansión (MAAMA, 2013). Se reportó que, en una central eléctrica de Nueva Zelanda, se cambió el agua salobre por agua dulce del sistema de refrigeración para controlar la invasión de *Ficopomatus* (Read y Gordon, 1991),

#### Clasificación taxonómica del Poliqueto (*Hydroides diramphus*)

Clase: Polychaeta Grube, 1850  
Orden: Sabellida Rouse y Fauchald, 1997  
Familia: Serpulidae Latreille, 1825  
Género: Hydroides Gunnerus, 1768  
Especie: *Hydroides diramphus* (Mörch, 1863)



*Figura. 22. Poliqueto (Hydroides diramphus). En "Método de Evaluación Rápida de Invasividad (MERI) para especies exóticas en México Hydroides diramphus*

(Mörch, 1863)” por Erica Keppel, s.f,  
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/222666/Hydroides\\_diramphus.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/222666/Hydroides_diramphus.pdf). Derechos de autor [2023] por Erica Keppel. Adaptación autorizada.

Puede permanecer adherido a estructuras marinas y portuarias durante períodos prolongados (Tovar-Hernández *et al.*, 2012). En altas abundancias, *H. diramphus* es capaz de dominar las comunidades incrustantes (Hayes *et al.*, 2005 citado por Tovar- Hernández *et al.*, 2012), y posiblemente competir por alimento con otras especies de esclerobiontes filtradores (Tovar-Hernández *et al.*, 2012). En México se ha encontrado en Mazatlán, Sinaloa (Rodríguez-Valencia, 2004, como *H. malleophorus*); en el puerto de Veracruz (Bastida-Zavala y ten Hove, 2002); en la bahía de Petacalco, Guerrero (Rodríguez- Valencia, 2004); en la bahía de La Paz, Baja California Sur, e isla Venados, Sinaloa (Bastida-Zavala y ten Hove, 2003; Bastida-Zavala, 2008; Bastida-Zavala *et al.*, 2014), Guaymas (Sonora) (Tovar-Hernández *et al.*, 2012).

Recientemente también se ha registrado en varias marinas de Santa Rosalía, Puerto Escondido, La Paz, San José del Cabo y Cabo San Lucas, todas en Baja California Sur (Bastida-Zavala *et al.*, 2014). *Hydroides diramphus* está en la lista de las "100 especies más invasoras en el Mediterráneo" (Streftaris y Zenetos, 2006). No se ha registrado un impacto económico y/o social negativo ocasionado por *H. diramphus* en México; sin embargo, forma parte de la fauna incrustante de embarcaciones, por lo que potencialmente tendría un impacto negativo si aumentaran sus poblaciones (Bastida- Zavala, 2008).

#### Clasificación taxonómica del Poliqueto (*Hydroides elegans*)

Clase: Polychaeta Grube, 1850  
Orden: Sabellida Rouse y Fauchald, 1997  
Familia: Serpulidae Latreille, 1825  
Género: Hydroides Gunnerus, 1768  
Especie: *Hydroides elegans* (Hasswell, 1883)



*Figura. 23. Gusano Elegante (Hydroides elegans) ).* En “Método de Evaluación Rápida de Invasividad (MERI) para especies exóticas en México *Hydroides elegans* (Haswell, 1883)”, por John Lewis, s.f, [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/222667/Hydroides\\_elegans.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/222667/Hydroides_elegans.pdf) . Derechos de autor [2023] por John Lewis. Adaptación autorizada.

Es uno de los organismos incrustantes más problemáticos en las aguas tropicales y templadas del mundo (ten Hove, 1974). Compete por espacio, alimento y otros recursos con otras especies de esclerobiontes; además de ser capaz de colonizar una superficie rápida y en elevadas densidades (Unabia y Hyfield, 1999 citado por Tovar-Hernández *et al.*, 2012). En Japón causó pérdidas millonarias en la pesquería de ostión japonés, provocó la mortalidad de hasta el 60%, lo que significó una pérdida de 300 millones de yenes (NIMPIS, 2011).

Se ha encontrado en el puerto de Veracruz; en Champotón, Campeche; en la isla Contoy, Quintana Roo (Bastida-Zavala y ten Hove, 2002); en la bahía de Petacalco, Guerrero (Rodríguez-Valencia, 2004); en la bahía de La Paz, Baja California Sur (Bastida-Zavala, 2008); en la bahía de Salsipuedes, Baja California (Díaz-Castañeda y Valenzuela-Solano, 2009); en Mazatlán y Topolobampo, Sinaloa (Tovar-Hernández *et al.*, 2012); en varias marinas de

Santa Rosalía, Puerto Escondido y La Paz, en Baja California Sur (Bastida-Zavala *et al.* , 2014), así como en Guaymas (Sonora) (Citado por Tovar-Hernández, *et al.*, 2012).

*Hydroides elegans* es considerada como especie potencialmente invasora para el Pacífico mexicano (Villalobos-Guerrero *et al.*, 2012, Bastida-Zavala *et al.*, 2014), el golfo de México y el Caribe Mexicano (Bastida-Zavala *et al.*, 2014). Es considerada invasora en Japón (NIES, 2013), y está en la lista de las "100 especies más invasoras en el Mediterráneo" (Streftaris y Zenetos, 2006).

El tráfico continuo de embarcaciones de ambos litorales mexicanos hacia diferentes puertos y marinas del país y la carencia de medidas que controlen la comunidad esclerobionte (Okolodkov *et al.*, 2007), son factores inminentes que favorecerían la introducción de la especie (Tovar-Hernández *et al.*, 2012). Es capaz de crecer en altas densidades, cambió la dinámica del ecosistema y competir por alimento y espacio con especies nativas y con otras especies esclerobiontes (NIMPIS, 2011).

#### **4. ESTRATEGIAS PARA PREVENIR, CONTROLAR Y ERRADICAR LAS ESPECIES INVASORAS EN MÉXICO**

Como respuesta ante las especies invasoras se han desarrollado diferentes medidas para controlar, contener o erradicar una gran gama de especies exóticas en las diferentes áreas afectadas en todo el mundo (Zavaleta *et al.*, 2001). Según Wittenberg y Cock (2001), existen cuatro estrategias principales para lidiar con especies exóticas problemáticas que han establecido poblaciones en un área determinada: la erradicación, la contención, el control y la mitigación.

Sin embargo, a nivel México existen compromisos adquiridos con respecto a este tema en el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) y con los objetivos establecidos en la Estrategia Nacional de Biodiversidad y su Plan de Acción 2016-2030. Ésta, destaca que las especies exóticas invasoras (EEI) representan una amenaza crítica para la biodiversidad y propone objetivos transversales y acciones estratégicas con el fin de reducir el impacto de dichas especies, tales como: a) creación de políticas ambientales, b) creación de capacidades, c) mejorar la coordinación entre los actores involucrados, d) comunicación y e) incrementar conocimientos en la población humana.

##### **4.1. Políticas ambientales.**

México ha adoptado diversas políticas y estrategias para abordar el problema de las especies invasoras y su impacto en los ecosistemas nativos. A continuación, se enumeran algunas de las políticas ambientales relevantes relacionadas con especies invasoras en México:

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) ha

desarrollado una Estrategia Nacional sobre Especies Exóticas Invasoras para abordar el tema de las especies exóticas invasoras. Esta estrategia tiene como objetivo principal prevenir, controlar y erradicar las especies invasoras que representan un riesgo para la biodiversidad y los ecosistemas en el país. También busca mejorar la coordinación entre las diferentes entidades gubernamentales y promover la participación de la sociedad civil en el manejo de estas especies.

México ha elaborado un listado de especies consideradas invasoras, lo que permite identificar las especies que representan un riesgo y tomar acciones específicas para su control y manejo. Este listado se actualiza periódicamente a medida que se obtiene nueva información científica sobre las especies invasoras y su comportamiento en el país.

Desde la creación de la Ley General de Vida Silvestre (LGVS), sus leyes se han basado a la conservación y manejo de la vida silvestre distribuida en el País, en donde cada actualización es más enfática con las acciones de la población humana y los organismos que impactan al medio ambiente de México. Por tanto, la LGVS establece medidas para el control y manejo de especies exóticas invasoras que representan una amenaza para la flora y fauna nativa. También se enfoca en la prevención de la introducción de nuevas especies invasoras y en la protección de la biodiversidad mexicana.

Para abordar el problema de las especies acuáticas invasoras en México, las estrategias serían la implementación de programas de monitoreo y control, la sensibilización de la población y la cooperación interinstitucional. Es fundamental establecer una red de monitoreo a nivel nacional para detectar la presencia de especies invasoras y su impacto en los ecosistemas acuáticos. Además, se deben implementar medidas de control para evitar la propagación

de estas especies, como la eliminación de individuos aislados, la regulación del comercio de especies acuáticas, la restauración de ecosistemas afectados y la promoción de prácticas de manejo sostenible.

Finalmente, en las áreas naturales protegidas se han implementado medidas específicas para proteger la biodiversidad y controlar la propagación de especies invasoras. Estas acciones incluyen la vigilancia y monitoreo constante de las especies presentes en estos lugares y la implementación de planes de manejo adaptados a las necesidades de cada área.

#### **4.2. Creación de capacidades**

Se ha creado el proyecto "Aumentar las Capacidades Nacionales para el Manejo de las Especies Exóticas Invasoras (EEI) a través de la Implementación de la Estrategia Nacional de EEI", 2014-2019 fue financiado por el Fondo Mundial del Medio Ambiente (GEF) y ejecutado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

Su objetivo fue salvaguardar la biodiversidad de importancia global en ecosistemas vulnerables, construyendo capacidades para prevenir, detectar, controlar y manejar EEI en México. En él participaron y colaboraron cerca de 15 Instituciones (entre gobierno, academia y sociedad civil), en coordinación conjunta con la Comisión Nacional sobre el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO) y la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).

#### **4.3. Mejorar la coordinación**

Es muy importante la cooperación interinstitucional para abordar el problema de las especies acuáticas invasoras de manera efectiva, ya que se deben establecer alianzas entre diversas instituciones, tanto gubernamentales como



no gubernamentales, para coordinar los esfuerzos y recursos necesarios para prevenir y controlar la propagación de estas especies. Además, se deben promover políticas y leyes que regulen el comercio y transporte de especies acuáticas invasoras, y que establezcan sanciones para aquellos que incumplen estas regulaciones.

#### **4.4. Comunicación**

Es importante destacar que la comunicación y sensibilización sobre especies invasoras son esfuerzos continuos y deben mantenerse para fortalecer la participación y el compromiso de la sociedad en la protección del medio ambiente y la biodiversidad.

De acuerdo a lo anterior, algunas de las iniciativas llevadas a cabo por el gobierno y otras organizaciones incluyen: campañas de sensibilización en medios de comunicación, redes sociales, y espacios públicos para informar al público sobre los riesgos y efectos negativos de las especies invasoras. Estas campañas buscan crear conciencia sobre cómo la introducción y dispersión de especies invasoras pueden afectar a los ecosistemas nativos y la biodiversidad.

Se han creado materiales educativos, folletos y guías para el público, con el fin de brindar información práctica sobre cómo reconocer y reportar especies invasoras, así como consejos para evitar su dispersión. Se ha alentado a la ciudadanía a participar activamente en el monitoreo y control de especies invasoras. La colaboración ciudadana puede ser crucial para detectar nuevas invasiones y para implementar acciones de manejo en áreas de difícil acceso para las autoridades.

Y finalmente la comunicación y el diálogo con las comunidades locales son fundamentales para implementar acciones efectivas de manejo de especies

invasoras. Se busca involucrar a las comunidades en la toma de decisiones y en la implementación de estrategias adaptadas a sus necesidades y conocimientos locales.

#### **4.5. Incrementar conocimientos**

El gobierno y las organizaciones ambientales han implementado programas de educación ambiental en escuelas y comunidades para informar a estudiantes y ciudadanos sobre el tema de las especies invasoras, fomentar la prevención y promover prácticas responsables para evitar la propagación de especies invasoras. Así también, se han organizado talleres, charlas y eventos científicos para educar a la población humana sobre especies invasoras y su impacto en los ecosistemas. Esto ayuda a aumentar conocimientos basados en evidencias y promover la comprensión del problema.

Se deben realizar continuamente campañas de sensibilización y educación sobre la problemática de las especies acuáticas invasoras y sus impactos en el medio ambiente y la economía local. Es necesario fomentar la participación activa de la población en la detección y control de las especies invasoras, por ejemplo, a través de programas de monitoreo comunitario.

## **5. CONCLUSIONES**

Las especies invasoras acuáticas son una amenaza importante para la biodiversidad y los ecosistemas acuáticos en México. Es importante tomar medidas para prevenir su introducción y dispersión, y para proteger y conservar los ecosistemas acuáticos en México. Esto incluye la implementación de políticas y programas de prevención, el monitoreo y control de especies invasoras, la promoción de prácticas sostenibles de pesca y agricultura, y la investigación y desarrollo de tecnologías eficientes para el control de especies invasoras. Con un esfuerzo conjunto de la sociedad, la industria y el gobierno, se pueden tomar medidas eficaces para proteger y conservar los ecosistemas acuáticos en México para las generaciones futuras.

La problemática de las especies acuáticas invasoras en México requiere de estrategias integrales y coordinadas que involucren a diversas instituciones y a la población en general. La implementación de programas de monitoreo y control, la sensibilización y educación de la población, y la cooperación interinstitucional son medidas clave para prevenir y controlar la propagación de estas especies y minimizar sus impactos en los ecosistemas acuáticos y en la economía local.

## 6. RECOMENDACIONES

Implementación de políticas y programas de prevención: Es importante establecer políticas y programas de prevención que eviten la introducción y dispersión de especies invasoras acuáticas en México. Esto incluye la implementación de medidas de control en los puertos y aeropuertos, así como la educación y sensibilización de la población sobre la importancia de evitar la introducción de especies invasoras.

Monitoreo y control de especies invasoras: Es necesario establecer sistemas de monitoreo y control de especies invasoras acuáticas en México. Esto incluye la identificación y seguimiento de las especies invasoras, así como la implementación de medidas para controlarlas y prevenir su dispersión.

Promoción de prácticas sostenibles de pesca y agricultura: Es importante promover prácticas sostenibles de pesca y agricultura que eviten la introducción y dispersión de especies invasoras acuáticas en México. Esto incluye la regulación de la importación de peces y otros organismos acuáticos, así como la educación y capacitación de los pescadores y agricultores sobre prácticas sostenibles.

Investigación y desarrollo de tecnologías eficientes para el control de especies invasoras: Es necesario continuar con la investigación y desarrollo de tecnologías eficientes para el control de especies invasoras acuáticas en México. Esto incluye la investigación sobre los métodos más eficaces para el control de estas especies, así como la implementación de tecnologías innovadoras para prevenir su introducción y dispersión.

En resumen, la conservación y protección de los ecosistemas acuáticos en México es esencial para la biodiversidad y la vida humana. Las especies invasoras acuáticas representan una amenaza importante para estos ecosistemas, por lo que es necesario tomar medidas para prevenir su introducción y dispersión, y para proteger y conservar los ecosistemas acuáticos en México. Con un esfuerzo conjunto de la sociedad, la industria y el gobierno, se pueden tomar medidas eficaces para proteger y conservar los ecosistemas acuáticos en México para las generaciones futuras.

## 7. BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Acker, T.S. & Muscat, A.M. (1976). Ecology of *Craspedacusta sowerbii* Lankester, a freshwater hydrozoan. *American Midly Naturalist Journal*, 95: 323–336.
- Amador-del Ángel, L. E., Wakida-Kusunoki, A. T., Mendoza, R., y Koleff, P. (2014). Peces invasores en el sureste de México. *Especies acuáticas invasoras en México*, 425-433.
- Amador-Del Ángel, L. E., y García-Ramírez, M. E. (2013). Peces invasores en el sureste de México. *Universidad Autónoma de Nuevo León*, 307-322.
- Arias, A., Giangrye, A., Gambi, M.C, Anadón, N., (2013). Biology & new records of the invasive species *Branchiomma bairdi* (Annelida: Sabellidae) in the Mediterranean Sea. *Medit. Mar. Sci.* 14(1): 162–171.
- Bastida-Zavala, J.R. (2008). Serpulids (Annelida: Polychaeta) from the eastern Pacific, including a brief mention of Hawaiian serpulids. *Zootaxa* 1722:1-61.
- Bastida-Zavala, J.R., & ten Hove, H.A. (2002). Revision of *Hydroides* *Gunnerus*, 1768 (Polychaeta: Serpulidae) from the Western Atlantic Region. *Beaufortia* 52(9):103- 178.
- Bastida-Zavala, R. & Garcia-Madrigal, S. (2012). First record in the Tropical Eastern Pacific of the exotic species *Ficopomatus uschakovi* (Polychaeta, Serpulidae). *ZooKeys* 238: 45-55.
- Bastida-Zavala, R., de León-González, J.Á., Carballo, J.L. y Moreno-Dávila, B. (2014). Invertebrados bénticos exóticos: esponjas, poliquetos y ascidias, en R. Mendoza y P. Koleff (coords.). *Especies acuáticas invasoras en*

México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 317-336.

- Bouillon, J. & Boero, F. (2000). The hydrozoa: a new classification in the light of old knowledge. *Thalassia Salentina*, 24: 3–45.
- CABI. (2013). *Arcuatula senhousia*. En: *Invasive Species Compendium*. Wallingford, UK: CAB International. Consultado en agosto 2023 en: <http://www.cabi.org/isc/datasheet/107753>.
- CABI. (2016). *Mytilus galloprovincialis*. En: *Invasive Species Compendium*. Wallingford, UK: CAB International. Consultado en agosto 2023 en: <http://www.cabi.org/isc/datasheet/73756>.
- Canonico, G. C., Arthington, A., McCrary, J. K., & Thieme, M. L. (2005). The effects of introduced tilapias on native biodiversity. *Aquatic Conservation: Marine & Freshwater Ecosystems*, 15(5), 463-483.
- Carlton, J.T. & Geller, J.B. (1993). Ecological roulette: the global transport of nonindigenous marine organisms. *Science*, 261: 78–82.
- Carlton, J.T. (1992). Introduced marine & estuarine mollusks of North America: an end- of-the-20th-century perspective. *Journal of Shellfish Research*, 11 (2): 489-505.
- Çinar, M.E., (2009). Alien polychaete species (Annelida: Polychaeta) on the southern coast of Turkey (Levantine Sea, Eastern Mediterranean), with 13 new records for the Mediterranean Sea. *J. Nat. Hist.* 43(37): 2283–2328.
- CONABIO. (2009). *Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Contreras, M., & Escalante, M. (1984). Introduction & spread of exotic fishes in Mexico. *Biological Conservation*, 28(4), 299-311.
- Curiel-Ramírez, S. & Cáceres-Martínez, J. (2004). Reproductive cycle of coexisting mussels *Mytilus californianus* & *Mytilus galloprovincialis* in Baja

California, New México. *Journal of Shellfish Research*, 23 (2): 515–520.

- Díaz-Castañeda, V. & Valenzuela-Solano, S. (2009). Polychaete fauna in the vicinity of bluefin tuna sea-cages in Ensenada, Baja California, México. *Zoosymposia*, 2:505- 526.
- DoA (Department of Agriculture) Sudáfrica. (2013). Mediterranean mussel. Consultado agosto 2023 en [http://www.nda.agric.za/doadev/sidemenu/fisheries/03\\_areasofwork/Aquaculture/BIODIVERSITY/M.%20galloprovincialis%20BRBA%2012.12.12.pdf](http://www.nda.agric.za/doadev/sidemenu/fisheries/03_areasofwork/Aquaculture/BIODIVERSITY/M.%20galloprovincialis%20BRBA%2012.12.12.pdf)
- DOF (2023). Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente. Última reforma. Diario Oficial de la Federación. 8 de mayo de 2023.
- Eno, N.C., Clark, R.A. & Syerson WG, (1997). Non-native marine species in British waters: A review & directory. Peterborough, : Joint Nature Conservation Committee, 152 pp.
- Fofonoff, P.W., Ruiz, G.M., Steves, B. & Carlton, J.T. (2003). *Ficopomatus uschakovi*. En: NEMESIS (National Exotic Marine & Estuarine Species Information System). Consultado en julio 2023 en: <http://invasions.si.edu/nemesis/browseDB/SpeciesSummary.jsp?TSN=-169>
- Gallardo-Berumen, L. M., Rojas-García, A. E., y Contreras-García, M. P. (2018). Especies acuáticas invasoras en México: situación actual y retos para su manejo. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 89(1), 118-128.
- García, J.R. (1990). Population dynamics & production of *Phyllorhiza punctata* (Cnidaria: Scyphozoa) in Laguna Joyuda, Puerto Rico. *Marine Ecology Progress Series*. 64: 243– 251.
- Gasith, A., Gafny, S., Hershkovitz, Y., Goldstein, H. & Galil, B.S. (2011). The invasive freshwater medusa *Crapedacusta sowerbii* Lankester, 1880 (Hydrozoa: Olindiidae) in Israel. *Aquatic Invasions Volume 6, Supplement 1*: S147-S152.



- Giangrye, A., Cosentino, A., Lo Presti, C. & Licciano, M., (2012). Sabellidae (Annelida) from the Faro coastal lake (Messina, Ionian Sea), with the first record of the invasive species *Branchiomma bairdi* along the Italian coast. *Medit. Mar. Sci.* 13(2): 283–293.
- GISD (Global Invasive Species Database). (2005). *Perna perna*. Consultada agosto 2023 en: <http://www.iucngisd.org/gisd/speciesname/Perna+perna#>
- GISD (Global Invasive Species Database). (2006). *Mytilus galloprovincialis*. consultado agosto 2023 en: <http://www.iucngisd.org/gisd/speciesname/Mytilus+galloprovincialis>
- GISD (Global Invasive Species Database). (2006). *Phyllorhiza punctata* (jellyfish). Consultado en julio 2023 en: <http://www.iucngisd.org/gisd/speciesname/Phyllorhiza+punctata>
- GISD (Global Invasive Species Database). (2007). *Mytilopsis sallei*. Consultado agosto 2023 en: <http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=1047yfr=1ysts=sssylanng=E>
- GISD (Global Invasive Species Database). (2011). *Mytilopsis leucophaeata*. Consultado agosto 2023 en: <http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=707yfr=1ysts=ylang=EN>
- GISD (Global Invasive Species Database). (2013). *Musculista senhousia*. Consultado en agosto 2023 en: <http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=1031>
- Graham, W.M., Martin, D.L., Felder, D.L., Asper, V.L. & Perry, H.M. (2003). Ecological & economic implications of a tropical jellyfish invader in the Gulf of Mexico. *Biological Invasions*, 5(1-2):53-69.
- Green, A. (2014). Invasive species report: Mediterranean mussel *Mytilus*

galloprovincialis. Freshwater Ecology & Conservation Lab. University of Washington. Consultado en agosto 2023 en: [http://depts.washington.edu/oldenlab/wordpress/wpcontent/uploads/2015/09/Mytilus\\_galloprovincialis\\_Green\\_2014.pdf](http://depts.washington.edu/oldenlab/wordpress/wpcontent/uploads/2015/09/Mytilus_galloprovincialis_Green_2014.pdf)

- Green, S. J., Akins, L. J., Maljković, A., & Côté, I. M. (2012). Invasive lionfish drive Atlantic coral reef fish declines. *PLoS One*, 7(3), e32596.
- Guajardo, M.G., H.V. Sánchez, y Y. Salvador-Contreras. (1987). Los Cnidarios *Craspedacusta sowerbyi* Lankester y *Cordylophora lacustris* Allman (Hydrozoa), Nuevos registros para la fauna Mexicana en Nuevo León. *Publicaciones Biológicas Facultad de Ciencias Biológicas Universidad Autónoma de Nuevo León* 2(2):51-54.
- Harrison, I.J., & M.J. Stiassny. (1999). The quiet crisis: A preliminary listing of the freshwater fishes of the world that are extinct or 'missing in action', in R.D.E. MacPhee y S. Hans-Dieter (eds.), *Extinctions in near time. Causes, contexts, & consequences*. Kluwer Academic/Plenum Publishers, Nueva York, pp. 271-331.
- Jankowski, T., Strauss, T. & Ratte, H.T. (2005). Trophic interactions of the freshwater jellyfish *Craspedacusta sowerbii*. *Journal of Plankton Research*. 27: 811–823.
- Lassuy, D.R. (1995). Introduced species as a factor in extinction & endangerment of native fish species. *American Fisheries Society Symposium* 15 : 391-396.
- Latina. Taller Técnico Regional de la FAO. 20–24 de agosto de 2007, Puerto Montt, Chile. *FAO Actas de Pesca y Acuicultura*. No. 12. Roma, FAO, 91–100.
- López-López, E., Sedeño-Díaz, J.E., Tapia Vega, P. & Oliveros, E. (2009). Invasive mollusks *Tarebia granifera* Lamarck, 1822 & *Corbicula fluminea* Müller, 1774 in the Tuxpam & Tecolutla rivers, México: spatial & seasonal

distribution patterns. *Aquatic Invasions* Volume 4, Issue 3: 435-450.

- Lowe, S., Browne, M., Boudjelas, S. & De Poorter, M. (2000). 100 of the World's Worst Invasive Alien Species A selection from the Global Invasive Species Database. Published by The Invasive Species Specialist Group (ISSG) a specialist group of the Species Survival Commission (SSC) of the World Conservation Union (IUCN), 12pp. First published as special lift-out in *Aliens* 12, December 2000. Updated & reprinted version: November 2004.
- MAAMA (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente). (2011). Ficha de especies exóticas invasoras: Medusa de agua dulce *Craspedacusta sowerbii* Lankester, 1880. En: Manual de las especies exóticas invasoras de los ríos y riberas de la cuenca hidrográfica del Duero. CH Duero. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Gobierno de España. Consultado en junio 2016 en: <http://www.chduero.es/descarga.aspx?fich=/EspeciesInvasoras/EspeciesExoticasInvasorasCHD-ficha-medusaaguadulce.pdf>
- Maeda-Martínez, A.N. (2008). Estado actual del cultivo de bivalvos en México. En: A. Lovatelli, A. Farías e I. Uriarte (eds). Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América.
- Medina Rosas, P. y Tovar-Hernández, M.A. (2012). Capítulo VII. Bryozoa, Cnidaria, Kamptozoa. En: Tovar-Hernández, M. A. (ed.), *Invertebrados exóticos en el Pacífico mexicano*.
- Mendoza, R., Luna, S., Gómez, Y., Álvarez, P. y Sánchez, P. (2014). Análisis de vías de introducción: especies acuáticas invasoras en el golfo de México. En: R. Mendoza y P. Koleff (coords.), *Especies acuáticas invasoras en México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 135-154.
- Mladineo, I., Trumbic, Z., Jozic, S. & Segvic, T. (2009). First Report of

*Cryptosporidium* sp. (Coccidia, Apicomplexa) Oocysts in the Black Mussel (*Mytilus galloprovincialis*) Reared in the Mali Ston Bay, Adriatic Sea. *Journal of Shellfish Research* 28(3):541-546.

- Mooney, H. A., Mack, R. N., McNeely, J. A., Neville, L. E., Schei, P. J., & Waage, J. K. (2005). *Invasive Alien Species: A New Synthesis*. Isly Press.
- Moreno-Leon, M. A. & Ortega-Rubio, A. (2009). First record of *Craspedacusta sowerbyi* Lankester, 1880 (Cnidaria: Limnomedusae: Olindiidae) in Mexico (Adolfo Lopez Mateos reservoir), with notes on their feeding habits & limnological dates. *Biological Invasions*. 11: 1827–1834
- Naranjo-García, E. y Olivera-Carrasco, M.T. (2014). Moluscos dulceacuícolas introducidos e invasores, en R. Mendoza y P. Koleff (coords.), *Especies acuáticas invasoras en México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 337-345.
- Narváez, M. y Escorcía, Y. (2017). *Pez León, el depredador del Caribe*. Mexicano Internacional. <https://www.mexicampo.com.mx/pez-leon-el-depredador-del-caribe/>
- NIMPIS (National Introduced Marine Pest Information System). (2011). *Hydroides elegans* reproduction & habitat. National Introduced Marine Pest Information System. Consultado el 31 de julio de 2023 en: <http://data.daff.gov.au/marinepests/index.cfm?fa=main.spDetailsDBysp=6000008439>.
- Ocaña-Luna, A., Sánchez-Ramírez, M. & Aguilar-Durán, R. (2010). First record of *Phyllorhiza punctata* Von Lendenfeld, 1884 (Cnidaria: Scyphozoa, Mastigiidae) in Mexico. *Aquatic Invasions Volume 5, Supplement 1*: S79-284.
- Okolodkov, Y.B., Bastida-Zavala, J.R., Ibáñez, A.L., Chapman, J.W., SuárezMorales, E., Pedroche, F. y Gutiérrez-Mendieta, F.J. (2007). *Especies acuáticas no indígenas en México*. *Ciencia y Mar*. 11(32): 29–67.

- Ortega-Salas, A. A., Mercado-Silva, N., & Espinosa-Pérez, H. (2011). The diablo fish of Mexico (Goodeidae: Ichthyology): current knowledge & future directions. *Reviews in Fish Biology & Fisheries*, 21(4), 827-843.
- Ortiz Arellano, M.A. y Salgado-Barragán, J. (2012). Capítulo III: Mollusca: Musculista senhousia (Benson in Cantor, 1842. En: Low-Pfeng, A.M y Peters Recagno, E.M. (eds). *Invertebrados marinos exóticos en el Pacífico mexicano*. Geomare, A.C., INESEMARNAT, México. 31-32 p.
- Pimentel, D., Greiner, A., (1997). Environmental & socioeconomic costs of pesticide use. In: Pimentel, D. (Ed.), *Techniques for Reducing Pesticide Use: Economic & Environmental Benefits*. Wiley, Chichester, UK, pp. 51–78.
- Pimentel, D., Mcnair, S., Janecka, J., Wightman, J., Simmonds, C., O'Connell, C., Wong, E., Russell, L., Zern, J., Aquino, T. & Tsomondo, T. (2001). Economic & environmental threats of alien plant, animal, & microbe invasions. *Agric. Ecosyst. Environ.* 84: 1-20.
- Rangel Ruiz, L.J., Gamboa Aguilar, J., García Morales, M. y Ortiz Lezama, O.M. (2011). *Tarebia granifera* (Lamarck, 1822) en la región hidrológica Grijalva Usumacinta en Tabasco, México. *Acta Zool. Mex.* (n. s.), 27(1): 103-114.
- Read, G.B. & Gordon, D.P. (1991). Adventive occurrence of the fouling serpulid *Ficopomatus enigmaticus*. *New Zealy Journal of Marine & Freshwater Research*, 25:269- 273.
- Rodríguez-Valencia, J.A. (2004). Respuesta de los poliquetos bentónicos a la variabilidad ambiental y condiciones de El Niño en bahía Petacalco (Guerrero, México). *Cien. Mar.* 30(4):515-526.
- Rouse G.W. & Fitzhugh, K. (1994). Broadcasting fables: Is external fertilization really primitive? Sex, size, & larvae in sabellid polychaetes. *Zoologica Scripta*, 23(4): 271-312.
- Ruiz-Campos, G., y Pineda-López, R. (2014). *Peces exóticos en México:*

historial y distribución. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, S81-S95.

- Salgado-Barragán, J. & Toledano-Granados, A. (2006). The false mussel *Mytilopsis adamsi* Morrison, 1946 (Mollusca: Bivalvia: Dreissenidae) in the Pacific waters of Mexico: a case of biological invasión. *Hydrobiologia*.
- Schofield, P.J. (2010). Update on geographic spread of invasive lionfishes (*Pterois volitans* [Linnaeus, 1758] & *P. miles* [Bennett, 1828]) in the Western North Atlantic Ocean, Caribbean Sea & Gulf of Mexico. *Aquatic Invasions*, 5(S1), S117-S122.
- Simberloff, D., Martin, J. L., Genovesi, P., Maris, V., Wardle, D. A., Aronson, J., ... & Pyšek, P. (2013). Impacts of biological invasions: what's what & the way forward. *Trends in Ecology & Evolution*, 28(1), 58-66. DOI: 10.1016/j.tree.2012.07.013
- SMSFP (Smithsonian Marine Station Fort Pierce). (2007). *Phyllorhiza punctata*. Consultado en julio 2023 en: [http://www.sms.si.edu/irlspec/Phyllorhiza\\_punctata.htm](http://www.sms.si.edu/irlspec/Phyllorhiza_punctata.htm)
- Spada, L. Annicchiarico, C., Cardellicchio, N. Giyomenico, S. & Di Leo, A. (2013). Heavy metals monitoring in the mussel *Mytilus galloprovincialis* from the Apulian coast (Southern Italy). *Mediterranean Marine Science. Medit. Mar. Sci.*, 14/1, 2013, 99-108.
- Stefani, F., Leoni, B., Marieni, A. & Garibaldi, L. (2010). A new record of *Craspedacusta sowerbii*, Lankester 1880 (Cnidaria, Limnomedusae) in Northern Italy. *Journal of Limnology*. 69(1): 189–192.
- Streftaris, N. & A. Zenetos. (2006). Alien marine species in the Mediterranean - the 100 'Worst Invasives' & their impact. *Mediterranean Marine Science* 7(1): 87-118.
- Ten Hove, H. A. (1974). Notes on *Hydroides elegans* (Haswell, 1883) & *Mercierella enigmatica* Fauvel, 1923, alien serpulid polychaetes introduced into The Netherlys. *Bull. Zoöl. Mus., Univ. Amsterdam* 4: 45–51.

- Tovar-Hernández, M.A., Villalobos-Guerrero, T.F., Yáñez-Rivera, B., Aguilar Camacho, J.M. y Ramírez-Santana, I.D. (2012). *Ficopomatus miamiensis* (Treadwell, 1934). En: Guía de invertebrados acuáticos exóticos en Sinaloa. Geomare, A. C., USFWS, INE- SEMARNAT. Mazatlán, México.
- Tovar-Hernández, A. y Yáñez-Rivera, B. (2012). Capítulo X.: ficha técnica y análisis de riesgo de *Ficopomatus miamiensis* (Treadwell, 1934) (Polychaeta: Serpulidae). En: Low- Pfeng, A.M. y Peters Recargo, E.M. (Eds.). *Invertebrados marinos exóticos en el Pacífico mexicano*. Geomare, A.C., INE-SEMARNAT, México.
- Tovar-Hernández, M.A. & Knight-Jones, P. (2006). Species of *Branchiomma* (Polychaeta: Sabellidae) from the Caribbean Sea & Pacific coast of Panama. *Zootaxa*. 1189: 1-37.
- Tovar-Hernández, M.A. y Yáñez-Rivera, B. (2012). Capítulo IX.: Ficha técnica y análisis de riesgo de *Branchiomma bairdi* (McIntosh, 1885) (Polychaeta: Sabellidae) Pp: 167-190. En: Low-Pfeng, A.M y Peters Recagno, E.M. (eds). *Invertebrados marinos exóticos en el Pacífico mexicano*. Geomare, A.C., INE-SEMARNAT, México.
- Wangkulangku, K. & Lheknim, V. (2008). The occurrence of an invasive alien mussel *Mytilopsis adamsi* Morrison, 1946 (Bivalvia: Dreissenidae) in estuaries & lagoons of the lower south of the Gulf of Thailly with comments on their establishment. *Aquatic Invasions Volume 3, Issue 3*: 325-330.
- Wangkulangkul, K. (2009). Variability in recruitment of non-native mussel *Mytilopsis adamsi* Morrison, 1946 in Haad-kaew Lagoon, Songkhla Province. Tesis de Maestría. Prince of Songkla University, Tailyia.
- Wittenberg, R., & M.J.W. Cock. (eds.). (2001). *Invasive alien species: A toolkit of best prevention & management practices*. CAB International, Wallingford, pp. xvii-228.
- Wonham, M.J. (2004). Mini-review: distribution of the mediterranean mussel

*Mytilus galloprovincialis* (Bivalvia: Mytilidae) & hybrids in the northeast pacific. *Journal of Shellfish Research*, Vol. 23, No. 2, 535-543.

- Zambrano, L., & Marcias-Garcia, E. (1999). Non-native fish species in Mexican waters. *Biological Invasions*, 1(2-3), 167-178.
- Zavaleta, E.S., R.J. Hobbs & H.A. Mooney. (2001). Viewing invasive species removal in a whole-ecosystem context. *Trends Ecol. Evol.* 16(8):454-459.