

***Ficopomatus enigmaticus* (Fauvel, 1923)**



Ficopomatus enigmaticus

Foto: Duane Cox. Fuente: Wikimedia Commons.

Es una especie de poliqueto que ha establecido poblaciones en todo el mundo. Se considera una especie ingeniera de ecosistemas, agresiva, que domina hábitats, altera significativamente las condiciones del agua y los entornos físicos, resultado en un cambio en las comunidades de especies nativas y un problema en las plantas de energía (CABI, 2016; GISD, 2016). En Europa se reporta como una de las 100 peores especies invasoras (Minchin, 2008).

Información taxonómica

Reino:	Animalia
Phylum:	Annelida
Clase:	Polychaeta
Orden:	Sabellida
Familia:	Serpulidae
Género:	<i>Ficopomatus</i>
Nombre científico:	<i>Ficopomatus enigmaticus</i> (Fauvel, 1923)

Nombre común: Gusano tubícola, Australian tubeworm, fanworm, reef building tubeworm (CABI, 2016).

Sinónimos: *Mercierella enigmatica*

Valor de invasividad: 0.6101

Categoría de riesgo: Muy alto

Descripción de la especie

Poliqueto sésil de 1 a 2 mm de diámetro y de hasta 30 mm de largo, que construye tubos calcáreos de color blanco. Puede formar colonias muy extensas (llegando a formar arrecifes calcáreos), en sustratos artificiales y naturales (incluyendo hojas de *Phragmites*). Particularmente característico en ambientes de 35 a 10 ppm de salinidad. Excepcionalmente también puede darse en aguas dulces (Barnes, 1994 citado por MAAMA, 2013).

Distribución original

Especie de aguas salobres distribuido en las zonas subtropicales templadas de todo el mundo (CABI, 2016).

Estatus: Exótica no presente en México

La especie no ha sido registrada en las costas de México pero se considera como una exótica potencial (Villalobos-Guerrero *et al.*, 2012). Se recomienda establecer una alerta preventiva, principalmente en la costa occidental de Baja California, para evitar su introducción, dados los perniciosos efectos que provocó en Mar Chiquita (Schwindt *et al.*, 2004 citado por Bastida-Zavala *et al.*, 2014).

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

1. Reporte de invasora

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

Alto: Reporte de invasión o de impactos documentados en varios países, o en un país vecino o un país que tenga comercio con México.

Se reporta como especie invasora en Sudáfrica, Estados Unidos (Maryland y Texas), Bélgica, Francia (Corsica), Alemania, Italia, Reino Unido, Australia, Nueva Zelanda (CABI, 2016), España (MAAMA, 2013; CABI, 2016), Argentina, Holanda y Uruguay (GISD, 2016).

En Europa aparece como una de las 100 peores especies invasoras (Minchin, 2008).

2. Relación con taxones cercanos invasores

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

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

F. miamiensis se reporta en México como especie invasora con un riesgo indeterminado (Tovar-Hernández & Yáñez-Rivera, 2012). Ha sido detectada en zonas estuarinas y granjas camarónicas del golfo de California (Tovar-Hernández *et al.*, 2009, 2010, 2012, 2013; Tovar-Hernández & Yáñez-Rivera, 2012), y *F. uschakovi* en México se considera como especie potencialmente invasora (Bastida-Zavala & García-Madrigal, 2012; Bastida-Zavala *et al.*, 2014). Se ha registrado en la Reserva de la Biosfera de La Encrucijada (Bastida-Zavala & García Madrighal, 2012). Su presencia ha causado cambios importantes en las comunidades bentónicas, especialmente en el lago de Túnez (ten Hove & van den Hurk, 1993 citado por Bastida-Zavala & García Madrighal, 2012) y la laguna Mar

Chiquita, Argentina, en donde ha formado arrecifes anulares que tienen varios efectos sobre el ecosistema y la navegación de barcos de pesca (Schwindt *et al.*, 2001; Luppi & Bas, 2002). Asimismo se han reportado impactos potenciales en la costa de Uruguay (Borthagaray *et al.*, 2006).

3. Vector de otras especies invasoras

La especie tiene el potencial de transportar otras especies invasoras (es un vector) o patógenos y parásitos de importancia o impacto para la vida silvestre, el ser humano o actividades productivas (por ejemplo aquí se marca si es vector de rabia, psitacosis, virus del Nilo, cianobacterias, etc.).

Se desconoce: No hay información comprobable.

4. Riesgo de introducción

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

Alto: Evidencia de que la especie tiene una alta demanda o tiene la posibilidad de entrar al país (o a nuevas zonas) por una o más vías; el número de individuos que se introducen es considerable; hay pocos individuos con una alta frecuencia de introducción o se utiliza para actividades que fomentan su dispersión o escape. Las medidas para evitar su entrada son poco conocidas o poco efectivas.

Se reporta como especie introducida en Azerbaiyán, Georgia, Israel, Japón, Turquía, Turkmenistán, Egipto, Marruecos, Sudáfrica, Túnez, Argentina, Uruguay, Bélgica, Bulgaria, Croacia, Dinamarca, Francia, Alemania, Grecia, Irlanda, Italia, Holanda, Portugal, Rumania, Rusia, Reino Unido, Ucrania, Australia, Nueva Zelanda (CABI, 2016; GISD, 2016), España (MAAMA, 2013) y Estados Unidos (CABI, 2016), en donde fue introducida accidentalmente en California (EUA) como fouling en los cascos de las embarcaciones (Cohen & Carlton, 1995).

No es una especie con importancia comercial, o beneficio social; no obstante, fue involucrada en proyectos pilotos desarrollados en Argentina con el fin de estudiar

su potencial como material de compostaje para alimentar a las gallinas y otros animales de granja (CABI, 2016).

En aguas encerradas, *F. enigmaticus* puede ser beneficioso al reducir las cargas de partículas y mejorar los niveles de nutrientes y oxígeno en aguas eutróficas. Proporciona sustrato y alimento a muchas epibiontes y refugio a moluscos, anfibios, cangrejos y otros poliquetos (GISD, 2016).

El tráfico continuo de embarcaciones californianas hacia el Pacífico norte mexicano 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, comentario personal).

Son altamente probables las introducciones de *F. enigmaticus* en nuevas regiones, especialmente en aguas tranquilas como los estuarios y puertos. Esto es debido a que la especie tiene una alta tasa de crecimiento, alta fecundidad y alta retención de las larvas en las zonas semi-cerradas y salobres (CABI, 2016).

En México se recomienda establecer una alerta preventiva, principalmente en la costa occidental de Baja California, para evitar su introducción, dados los perniciosos efectos que provocó en Mar Chiquita (Schwindt *et al.*, 2004 citado por Bastida-Zavala *et al.*, 2014).

5. Riesgo de establecimiento

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

Alto: Evidencia de que al menos una población de la especie se ha establecido exitosamente y es autosuficiente fuera de su rango de distribución conocido. Especies con cualquier tipo de reproducción, especies que presenten cuidado parental, especies que presenten estrategia *r*. Las medidas de mitigación para evitar su establecimiento son poco conocidas o poco efectivas.

F. enigmaticus tiene sexos separados. Fertilización externa (Obenat *et al.*, 2006b citado por CABI, 2016). La temperatura es uno de los factores más importantes que afectan a la reproducción y la fecundidad en la especie. En general, el tiempo

de desarrollo aumenta con la disminución de la temperatura (Kupriyanova *et al.*, 2001), difiriendo entre poblaciones (CABI, 2016).

Se ha establecido exitosamente en Argentina. Ha invadido casi el 90 % de la superficie de la laguna de Mar Chiquita; los arrecifes del gusano logran 7 m de diámetro y una densidad de hasta 20,000 ind./m² (Schwindt *et al.*, 2001). Aquí, la madurez sexual se alcanza a una edad de aproximadamente 4 meses, y hay tres generaciones de ovocitos cada año (Obenat *et al.*, 2006b citado por CABI, 2016). La fecundidad varió entre 1,000 y 10,000 (Kupriyanova *et al.*, 2001). Esta especie tiene dos período de desove y reclutamiento en la mayoría de las regiones donde se ha estudiado, una es en primavera-verano y la otra durante el otoño (CABI, 2016). Asimismo se ha establecido en Dinamarca, Francia, Alemania, Irlanda, Italia, Japón, Holanda, Nueva Zelanda, Sudáfrica, España, Reino Unido, Estados Unidos y Uruguay (GISD, 2016).

Cualquier sustrato duro, incluyendo los de origen antrópico, favorecen el asentamiento, desarrollo y crecimiento de la especie (Schwindt, 2003).

6. Riesgo de dispersión

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

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

F. enigmaticus es una especie de aguas salobres distribuidos en las zonas subtropicales templadas de todo el mundo, en ambos hemisferios (CABI, 2016).

Es capaz de expandirse rápidamente debido a su tolerancia a un amplio intervalo de temperatura y salinidad (NEMESIS, 2005); y a las actividades antropogénicas, como el transporte marítimo (ten Hove, 1974) y acuicultura (Gollasch *et al.*, 2009). La capacidad de las larvas de nadar es demasiado pobre (inferior a 5 mm/s) (ten Hove, 1979 citado por CABI, 2016). Esto, aunado a su baja supervivencia en el agua, la dispersión por medios naturales es sólo para distancias cortas (CABI, 2016).

Las rutas de dispersión son desconocidas. Durante los primeros diez años después de la primera descripción en Francia, la especie también se observó repentinamente en Norteamérica y Sudamérica, en muchos países de Europa, Túnez y Australia (CABI, 2016).

El único método de control mecánico que se ha reportado, es 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 & Gordon, 1991), sin embargo se desconoce si todavía es un método que se utiliza o si ha funcionado. En el caso del control químico, se menciona que las pinturas antiincrustantes reducen las incrustaciones en los barcos (CABI, 2016). Un trabajo realizado en Francia sugiere el uso de pinturas con un elevado contenido en cobre. Especifican el uso de un biocida con cobre (óxido de cobre o tiocianato de cobre) en asociación con un derivado orgánico del zinc, si bien recomiendan no usarlo para las hélices (IFREMER, 2000 citado por MAAMA, 2013).

7. Impactos sanitarios

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

Se desconoce: No hay información.

8. Impactos económicos y sociales

Describe los impactos a la economía y al tejido social. Considera el incremento de costos de actividades productivas, daños a la infraestructura, pérdidas económicas por daños o compensación de daños, pérdida de usos y costumbres, desintegración social, etc.

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

La erradicación de la especie resulta muy difícil y económicamente costosa. En la laguna de Mar Chiquita (Argentina), los arrecifes impiden el tráfico ocasionando efectos recreacionales y estéticos (Schwindt, 2003).

En Europa, los gusanos se adhieren a las tuberías de abstracción y reducen el flujo de agua; las superficies de estanques de acuicultura, puertos, muelles y cascos de embarcaciones requieren mantenimiento continuo de limpieza para eliminar los arrecifes (Minchin, 2008).

En Nueva Zelanda, *Ficopomatus* alcanzó niveles molestos en las estructuras artificiales, incluyendo embarcaciones de recreo, y tuberías de refrigeración de la central eléctrica de Otahuhu, Otara Creek (Read & Gordon, 1991).

En Montevideo, Uruguay, *Ficopomatus* obstruyó el sistema de refrigeración de una refinería de petróleo (Muñiz *et al.*, 2005).

En otros países también se ha informado que afecta a las instalaciones de centrales eléctricas, como por ejemplo en Dinamarca (Rasmussen, 1958 citado por CABI, 2016), los Países Bajos (Sluys *et al.*, 2005), Inglaterra (Markowski, 1960 citado por CABI, 2016), Estados Unidos (Hoagland & Turner, 1980 citado por CABI, 2016) e Italia (Bianchi & Morri, 1996).

No se sabe sobre el impacto económico en términos de costos de mantenimiento de los sistemas, los barcos y las puertas de marea libre (CABI, 2016).

9. Impactos al ecosistema

Describe los impactos al ambiente; se refiere a cambios físicos y químicos en agua, suelo, aire y luz.

Muy Alto: Existe evidencia de que la especie causa cambios sustanciales, permanentes e irreversibles de gran extensión.

El incremento en la densidad de arrecifes del gusano ha afectado la circulación del agua, ha generado heterogeneidad topográfica y ha favorecido la deposición de sedimentos en Mar Chiquita (Argentina) desde hace más de 20 años (Schwindt *et al.*, 2001; Luppi & Bas, 2002).

10. Impacto a la biodiversidad

Describe los impactos a las comunidades y especies; por ejemplo, mediante herbivoría, competencia, depredación e hibridación.

Alto: Existe evidencia de que la especie tiene alta probabilidad de producir descendencia fértil por hibridación o provoca cambios reversibles a largo plazo (> de 20 años) a la comunidad (cambios en las redes tróficas, competencia por alimento y espacio, cambios conductuales) o causa afectaciones negativas en el tamaño de las poblaciones nativas.

Los cambios ambientales ocasionados por los arrecifes del gusano modifican la distribución y abundancia de organismos infaunales y la disponibilidad de alimento para la comunidad béntica nativa; aunque algunas especies nativas se ven favorecidas (Schwindt *et al.*, 2001).

En Argentina ha ocasionado severos cambios en todo el ecosistema de mar Chiquita, y en la composición faunística (Schwindt & Iribarne, 2000; Luppi & Bas, 2002).

REFERENCIAS

Bastida-Zavala, R. & Garcia-Madriral, 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. & 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, pp. 317-336.

Bianchi, C.N. & Morri, C. 1996. *Ficopomatus* 'reefs' in the Po River Delta (Northern Adriatic): their constructional dynamics, biology, and influences on the brackish-water biota. *Marine Ecology*, 17:51-66.

Borthagaray AI, Clemente JM, Boccardi L, Brugnoli E, Muniz P (2006) Impacto potencial de invasión de *Ficopomatus enigmaticus* (Fauvel) (Polychaeta: Serpulidae) en la Laguna de Rocha, Uruguay. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences* 1: 57–65.

CABI. 2016. *Ficopomatus enigmaticus* (tubeworm). In: *Invasive Species Compendium*. Wallingford, UK: CAB International. Consultado en junio 2016 en: <http://www.cabi.org/isc/datasheet/108338>

Cohen, A. N. & Carlton, J. T. 1995. Biological Study. Nonindigenous aquatic species in a United States Estuary: A case study of the biological invasions of the San Francisco Bay and Delta. U.S. Fish and Wildlife Service. Washington, DC. 246pp.

Eno, N.C., Clark, R.A. & Sanderson WG, 1997. Non-native marine species in British waters: A review and directory. Peterborough, : Joint Nature Conservation Committee, 152 pp.

GISD (Global Invasive Species Database). 2016. *Ficopomatus enigmaticus*. Consultado en junio 2016 en: <http://www.iucngisd.org/gisd/speciesname/Ficopomatus+enigmaticus#>

Gollasch, S., Haydar, D., Minchin, D., Wolff, W.J. & Reise, K. 2009. Chapter 29: Introduced aquatic species of the North Sea coasts and adjacent brackish waters. En: Rilov, G. & Crooks, J. A. (eds.), *Biological Invasions in Marine Ecosystems: Ecological, management and geographic perspectives*. Ecological Studies 204, 507–528 pp.

Kupriyanova, E., Nishi, E., Hove, Hten. & Rzhavsky, A. 2001. Life history patterns in serpulimorph polychaetes: ecological and evolutionary perspectives. *Oceanography and Marine Biology an Annual Review*, 39:1-101.

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

Luppi, T.A. & Bas, C.C. 2002. Rol de los arrecifes del poliqueto invasor *Ficopomatus enigmaticus* Fauvel 1923 (Polychaeta: Serpulidae) en el reclutamiento de *Cyrtograpsus angulatus* Dana 1851 (Brachyura: Grapsidae), en la laguna costera Mar Chiquita, Argentina. *Ciencias Marinas*. 28(4): 319–330.

MAAMA (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente). 2013. *Ficopomatus enigmaticus*. En: Catálogo Español de especies exóticas invasoras. FICENI/EEi/INA12. Gobierno de España. Consultado en junio 2016 en: http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies/Ficopomatus_enigmaticus_2013_tcm7-307135.pdf

Minchin, D. 2008. *Ficopomatus enigmaticus*. Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe (DAISIE). Consultado en junio 2013 en: <http://www.europe-alien.org/speciesFactsheet.do?speciesId=50180#>

Muñiz, P., Clemente, J. & Brugnoli, E. 2005. Benthic invasive pests in Uruguay: A new problem or an old one recently perceived? *Marine Pollution Bulletin*, 50:993-1018.

NEMESIS (National Exotic Marine and Estuarine Species Information System). 2005. *Ficopomatus enigmaticus* (serpulid tubworm). Consultado en 2013 en: http://invasions.si.edu/nemesis/CH-ECO.jsp?Species_name=Ficopomatus+enigmaticus

Okolodkov, Y.B., Bastida-Zavala, J.R., Ibáñez, A.L., Chapman, J.W., Suárez-Morales, E., Pedroche, F. & Gutiérrez-Mendieta, F.J. 2007. Especies acuáticas no indígenas en México. *Ciencia y Mar*. 11(32): 29–67.

Read, G.B. & Gordon, D.P. 1991. Adventive occurrence of the fouling serpulid *Ficopomatus enigmaticus*. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 25:269-273.

Schwindt, E. 2003. Arrecifes en la laguna de Mar Chiquita. *Ciencia Hoy*. 13(7): 36–41.

Schwindt, E. & Iribarne, O.O. 2000. Settlement sites, survival and effects on benthos of an introduced reef-building polychaete in a SW Atlantic coastal lagoon. *Bulletin of Marine Science*. 67(1): 73–82.

Schwindt, E., Bortolus, A. & Iribarne, O.O. 2001. Invasion of a reef-builder polychaete: direct and indirect impacts on the native benthic community structure. *Biological invasions*. 3: 137–149.

Sluys, R., Faubel, A., Rajagopal, S. & Van der Velde, G. 2005. A new and alien species of "oyster leech" (Platyhelminthes, Polycladida, Stylochidae) from the brackish North Sea Canal, The Netherlands. *Helgoland Marine Research*, 59:310–314.

ten Hove, H. A. 1974. Notes on *Hydroides elegans* (Haswell, 1883) and *Mercierella enigmatica* Fauvel, 1923, alien *Serpulid polychaetes* introduced into The Netherlands. *Bull. Zoöl. Mus., Univ. Amsterdam* 4: 45–51.

Tovar-Hernández, M.A., Méndez, N. & Villalobos-Guerrero, T.F. 2009. Fouling polychaete worms from the southern Gulf of California: Sabellidae and Serpulidae. *Systematics and Biodiversity*. 7: 1–18.

Tovar-Hernández, M.A., Yáñez-Rivera, B., Rendón-Rodríguez, S. & Méndez, N. 2010. Poliquetos y especies introducidas en México. *Biodiversitas*. 92: 1–5.

Tovar-Hernández, M.A., Villalobos-Guerrero, T.F., Yáñez-Rivera, B., Aguilar-Camacho, J.M. & 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. & Yáñez-Rivera, B. 2012. Capítulo X.: ficha técnica y análisis de riesgo de *Ficopomatus miamiensis* (Treadwell, 1934) (Polychaeta: Serpulidae). En: Low-Pfeng, A.M. & Peters Recargo, E.M. (Eds.). *Invertebrados marinos exóticos en el Pacífico mexicano*. Geomare, A.C., INE-SEMARNAT, México.

Tovar-Hernández, M.A., Yáñez-Rivera, B., Villalobos-Guerrero, T., Aguilar-Camacho, J.M. & Ramírez-Santana, I.D. 2013. Detección de invertebrados exóticos en el Golfo de California. En: Low Pfeng, A.; P. Quijón y E. Peters. (Eds.) *Especies invasoras acuáticas de Mexico: casos de estudio*. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) - University of Prince Edward Island (UPEI). XX pp. En prensa.

Villalobos-Guerrero, T.F., Yáñez-Rivera, B. & Tovar-Hernández, M.A. 2012. Capítulo IV: Polychaeta, En A.M. LowPfeng y E.M. Peters Recagno (eds.),

Invertebrados marinos exóticos en el Pacífico mexicano. Geomare, A.C., INE–SEMARNAT, México. En prensa.