

# MORTANDAD MASIVA DE PAPAS DE MAR EN TOPOLOBAMPO TRAS EL PASO DEL HURACÁN NORMA

(TUNICATA: *POLYCLINUM CONSTELLATUM*)

/// ISRAEL OSUNA-FLORES<sup>1</sup>, ESTELA SAÑUDO-AYALA<sup>2</sup>, LEOBARDO HERNÁNDEZ-PLOMOZA<sup>3</sup>, JESÚS ANGEL DE LEÓN-GONZÁLEZ<sup>4</sup> & MARÍA ANA TOVAR-HERNÁNDEZ<sup>5</sup>



**Palabras clave:** Ascidacea, especies invasoras, plaga marina, ciclón tropical.

<sup>1</sup>Universidad Autónoma Indígena de México. Programa Educativo de Ingeniería en Biotecnología. Unidad Virtual.

<sup>2</sup>Universidad Autónoma Indígena de México. Coordinación del Programa Educativo de Ingeniería en Biotecnología.

<sup>3</sup>Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Ciencias del Mar.

<sup>4-5</sup>Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas, Laboratorio de Zoología de Invertebrados No Artrópodos, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México.

\*Autor para correspondencia: maria\_ana\_tovar@yahoo.com

## RESUMEN

En esta nota hablaremos de ascidias exóticas invasoras para México, en particular de *Polyclinum constellatum*, un animal que se conoce comúnmente como papa de mar. Se trata de una especie descrita para la isla de Mauricio en el Océano Índico y reportada por primera vez para México en 2010. Desde entonces ha sido reportada en varias localidades del Golfo de California, Veracruz y Chelém (en la península de Yucatán). Se trata del único tunicado incluido en el ACUERDO por el que se determina la Lista de las Especies Exóticas Invasoras para México. También, reportamos la presencia de la papa de mar en Topolobampo en abril de 2021 con tallas de hasta 30 cm de diámetro, y la mortandad masiva e inusual después del paso del huracán Norma en octubre de 2023.

## INTRODUCCIÓN

Las ascidias son animales invertebrados que pertenecen al Phylum Tunicata, Clase Ascidiacea, en conjunto, conocidos como tunicados (Figura 1A). Las ascidias constituyen una importante parte de la comunidad del *fouling* (conocidos como organismos incrustantes o esclerobiontes). La mayor parte de su ciclo de vida son sésiles, estableciéndose en diversos sustratos duros, tanto de origen natural como rocas y conchas de moluscos, como en sustratos de origen antropogénico, ya sean estructuras portuarias (muelles, boyas, cabos sumergidos) o infraestructura de granjas camaronícolas, ostrícolas y piscívoras (charolas de siembra, compuertas, o redes).

## RIQUEZA DE ASCIDIAS INCRUSTANTES

La clase Ascidiacea está integrada por aproximadamente 3,000 especies (Shenkar y Swalla, 2011). La mayoría de las ascidias son marinas, aunque hay algunas estuarinas y ninguna dulceacuícola. En las comunidades del *fouling*, las ascidias están representadas por más de 100 especies, 29 géneros y nueve familias (Yan et al. 2017), lo que da muestra de su alta adaptación a vivir en estos sustratos de origen antropogénico y en ambientes modificados. En estos ambientes, las ascidias pueden ser sociales y formar extensos tapetes que cubren completamente la superficies donde se adhieren o bien, pueden ser solitarias y verse como bultos o sacos bien definidos.

## PLAGAS MARINAS

Algunas ascidias son reconocidas como plagas marinas que ocasionan grandes problemas a la acuicultura de bivalvos (Fletcher et al. 2013; Lins y Rocha 2020; Moreno-



**Figura 1.** Algunos tipos de ascidias. A) Ascidia colonial del género *Clavelina* adherida al casco de un barco en el puerto de La Paz, Baja California Sur. B) Ascidias invasoras “papas de mar” (*Polyclinum constellatum*) y “vómitos de mar” (*Didemnum perllucidum*) sobre un neumático hundido en el puerto de Mazatlán. Fotos: A) Humberto Bahena-Basave, B) María Ana Tovar-Hernández.

Dávila et al. 2021, 2023), pues el crecimiento masivo de estas incrementa el peso de las charolas y cajas de siembra, limitando el flujo de agua, ocasionando a veces su hundimiento y el colapso de los sistemas de cultivo, además de la mortandad de los bivalvos, generando importantes pérdidas económicas (Getchis, 2006; Yan et al. 2017).

## ¿CUÁNTAS ASCIDIAS PLAGA HAY EN MÉXICO?

Las ascidias plaga están constituidas por las llamadas especies exóticas invasoras. Una especie exótica invasora es aquella que no es nativa, que se encuentra fuera de su ámbito de distribución natural, que es capaz de sobrevivir, reproducirse y establecerse en hábitat y ecosistemas alternos a los originales y que amenaza la diversidad biológica nativa, la economía y la salud pública (Diario Oficial de la Federación, 2021).

En un análisis de hace poco más de una década, Tovar-Hernández (2012a) enlistó 13 especies de ascidias exóticas tan solo para el Pacífico mexicano. Desde entonces, se ha documentado la presencia de tres especies exóticas más para el Pacífico (Sheets et al. 2006; Dias et al. 2016, 2021; Moreno-Dávila et al. 2021, 2023; Tovar-Hernández et al. 2022), mientras que para el Atlántico mexicano, se han reportado ascidias exóticas para los puertos de Veracruz (Sheets et al. 2006; Dias et al. 2016, 2021; Tovar-Hernández et al. 2022), Sisal, Progreso,

Chamotón, Chelém, e incluso en Cayo Arcas (Palomino-Alvarez et al. 2019, 2022), sumando un total de 17 ascidias exóticas invasoras en el país (Tabla 1).

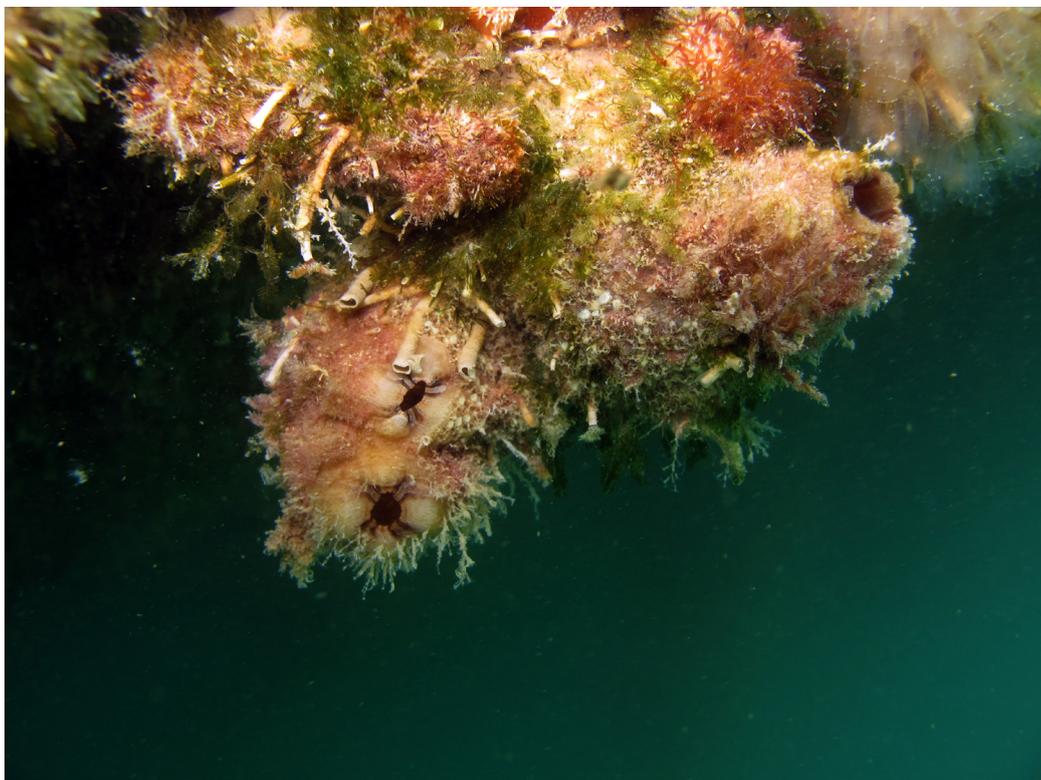
## NOMBRES COMUNES DE ASCIDIAS PLAGAS EN EL PACÍFICO MEXICANO

En el Pacífico mexicano, las ascidias adheridas a sustratos duros de origen antropogénico y en cultivos de bivalvos, se conocen comúnmente como “vómitos de mar”, representadas por algunas ascidias coloniales de diversos colores que van desde la gama de los blancos como *Didemnum perlucidum* Monnriot, 1983, hasta el marrón o rojo, formando densos y extensos tapetes que cubren las superficies antropogénicas como boyas, cascos de embarcaciones y cabos sumergidos, entre otros, pero también cubren la superficie de otros moluscos, balanos, anélidos e incluso a otras especies de ascidias (Figura 1B). Su aspecto y textura babosa como vómitos, explican su nombre común.

En estos sustratos antropogénicos, también están representados los “meones de mar” o “chorros de mar” (Figura 2), integrados por ascidias solitarias que al alimentarse o al estar en contacto entre ellas, expulsan un chorro de agua por su sifón, como *Styela clava* Monnriot, Monnriot y Millar, 1976 o *S. plicata* (Lesueur, 1823), y de ahí su nombre común.

Tabla 1. Registros de ascidias exóticas invasoras para México

Especie	Registros
<i>Ascidia zara</i> Oka, 1935	San Quintín (Rodríguez e Ibarra-Obando, 2008)
<i>Botrylloides niger</i> Herman, 1866	Nayarit, Veracruz (Sheets et al. 2006); San Carlos, Guaymas, Topolobampo, La Paz, Mazatlán, Teacapán, Veracruz (Tovar-Hernández et al. 2022); Cayo Arcas (Palomino-Alvarez et al. 2022)
<i>Botrylloides perspicuum</i> Herdman, 1886	San Quintín (Rodríguez e Ibarra-Obando, 2008)
<i>Botrylloides violaceus</i> Oka, 1927	Ensenada (Lambert y Lambert, 2003); San Quintín (Rodríguez e Ibarra-Obando, 2008); La Paz, Guaymas (Tovar-Hernández et al. 2012b); Topolobampo, Guaymas, La Paz (Tovar-Hernández et al. 2014)
<i>Botryllus schlosseri</i> (Pallas, 1766)	Ensenada (Lambert y Lambert, 2003); San Quintín (Rodríguez e Ibarra-Obando, 2008); La Paz, Guaymas, Topolobampo (Tovar-Hernández et al. 2012b); Topolobampo, Guaymas, La Paz (Tovar-Hernández et al. 2014)
<i>Ciona intestinalis</i> (Linnaeus, 1767)	Ensenada (Lambert y Lambert, 2003)
<i>Cystodytes roseolus</i> Hartmeyer, 1912	Progreso (Palomino-Alvarez et al. 2019)
<i>Didemnum perlucidum</i> Monnriot, 1983	Veracruz, Mazatlán (Dias et al. 2016, 2021); San Carlos, Guaymas, Topolobampo, La Paz, Mazatlán, Teacapán, Veracruz (Tovar-Hernández et al. 2022)
<i>Distaplia stylifera</i> (Kowalevsky, 1874)	La Paz (Moreno-Dávila et al. 2021, 2023; Cruz Escalona et al. 2021)
<i>Lissoclinum fragile</i> (Van Name, 1902)	La Paz, Guaymas, Topolobampo (Tovar-Hernández et al. 2012b); Topolobampo, Guaymas, La Paz (Tovar-Hernández et al. 2014)
<i>Microcosmus exasperatus</i> Heller, 1878	Chamotón, Progreso, Sisal (Palomino-Alvarez et al. 2019)
<i>Microcosmus squamiger</i> Michaelsen, 1927	Ensenada (Lambert y Lambert, 2003); San Quintín (Rodríguez e Ibarra-Obando, 2008)
<i>Polyandrocarpa zorrissentis</i> (Van Name, 1931)	Ensenada (Lambert y Lambert, 2003); San Quintín (Rodríguez e Ibarra-Obando, 2008)
<i>Polyclinum constellatum</i> Savigny, 1816	Mazatlán (Tovar-Hernández et al. 2010); La Paz, Guaymas, San Carlos, Topolobampo, Estero de Urías (Tovar-Hernández et al. 2012b); Topolobampo, Guaymas, La Paz (Ramírez-Santana, 2013); Topolobampo, Guaymas, San Carlos, La Paz (Tovar-Hernández et al. 2014); Chelém (Palomino-Álvarez et al. 2019)
<i>Styela clava</i> Monnriot, Monnriot & Millar, 1976	Ensenada (Lambert y Lambert, 2003)
<i>Styela plicata</i> (Lesueur, 1823)	Ensenada (Lambert y Lambert, 2003); San Quintín (Rodríguez e Ibarra-Obando, 2008); La Paz (Tovar-Hernández et al. 2014)
<i>Symplegma reptans</i> (Oka, 1927)	San Quintín (Rodríguez e Ibarra-Obando, 2008)



**Figura 2.** Ascidia invasora “meón de mar” o “chorro de mar” (*Styela plicata*) adherida a un muelle del puerto de la Paz, Baja California Sur. Foto: Humberto Bahena-Basave.



**Figura 3.** “Papas de mar” (*Polyclinum constellatum*) recolectadas en muelles del Club de Yates Palmira Topolobampo en 2021. Tamaño de las charolas: 30 cm x lado. Fotos: María Ana Tovar-Hernández.

Asimismo, hay un tercer grupo conocido como papas de mar, representado por *Polyclinum constellatum* Savigny, 1816, ascidias coloniales cuyas formas semejan papas (Figura 3), tunas o nonis.

### SOBRE LA PAPA DE MAR *POLYCLINUM CONSTELLATUM* SAVIGNY, 1816 EN MÉXICO

La ascidia papa de mar *Polyclinum constellatum* fue descrita originalmente para la Isla Mauricio, en el océano Índico. Se reportó por vez primera en 2010 sobre boyas metálicas del puerto de Mazatlán entre 0.5 y 1 m de profundidad, y en charolas de cultivos del ostión del Pacífico *Crassostrea gigas* (ahora en el género *Magellana*) (Figura 4) cercanos al puerto de Topolobampo (Tovar-Hernández et al. 2010).

Posteriormente, Ramírez-Santana (2013) la reportó en estructuras portuarias de Topolobampo, Guaymas y La Paz, en densidades de 267, 483 y 48 ind/m<sup>2</sup>, respectivamente. Fue reportada recientemente en Chelém, en la península de Yucatán por Palomino-Alvarez et al. (2019). En el marco del proyecto Biota Portuaria liderado por dos de los coautores (JADL-G y MAT-H), las papas de mar se detectaron el 6 de abril del 2021 en el Club de Yates Palmira Topolobampo (temporada de estiaje), particularmente sobre los muelles y estructuras flotantes a no más de 1 m de profundidad, donde resultaron el grupo dominante en la comunidad esclerobionte, con densidades de hasta 38 ind/m<sup>2</sup>, y en algunos muelles representados por ejemplares de tallas sorprendentes de hasta 30 cm de diámetro máximo, aunque la mayoría estaban moribundas o en proceso de descomposición (Figura 3).

## UNA PAPA DE MAR REGULADA EN LAS LEYES MEXICANAS

El análisis de riesgo de *Polyclinum constellatum* realizado por Ramírez-Santana (2013) favoreció la inclusión de la especie en el ACUERDO por el que se determina la Lista de las Especies Exóticas Invasoras para México (Diario Oficial de la Federación, 2006), siendo la única especie de tunicado en tal lista. Si bien la lista no es definitiva, se espera que en la próxima actualización se incorporen por lo menos otras dos ascidias que han demostrado ser de alto riesgo para México: *Distaplia stylifera* (Kowalevsky, 1874) y *Didemnum perllucidum* Monniot, 1983, pues hay evidencia suficiente de los impactos que ocasionan en cultivos de callo de hacha (*Atrina maura* Sowerby, 1835) y en otros sustratos, tanto naturales como de origen antropogénico (Moreno-Dávila et al. 2021, 2023; Cruz Escalona et al. 2021; Tovar-Hernández et al. 2022).

## ¿CÓMO ES LA ASCIDIA PAPA DE MAR POLYCLINUM CONSTELLATUM?

Es una ascidia colonial de consistencia gelatinosa al tacto, con una superficie lisa y de textura suave. Su forma general es redonda u oval. Está constituida por decenas a centenas de individuos muy pequeños llamados zooides. Presenta coloraciones diversas:

púrpura, marrón, rojo o verde oscuro. Después de la muerte pierde intensidad cromática y se torna grisácea a blancuzca. Su talla oscila entre los 2 y 30 cm. Los zooides se encuentran dispuestos en sistemas que figuran una estrella. Al centro del sistema se encuentra la apertura cloacal común, que es ovalada o redonda. Sobre toda la túnica se pueden encontrar más de cinco aperturas cloacales distribuidas irregularmente. Cada apertura cloacal común presenta entre 20 y 67 zooides conectados a ella mediante un canal blanco que proviene del sifón atrial (Ramírez-Santana, 2013).

## HURACÁN NORMA

El huracán Norma, transformado en depresión tropical se ubicó el 22 de octubre de 2023 a las 21:00 a 65 km al sur de Topolobampo, con un desplazamiento al este-noreste a 7 km/h, vientos máximos sostenidos de 95 km/h y rachas de 110 km/h, ocasionando trombas marinas y oleaje de 4 a 6 m de altura (Servicio Meteorológico Nacional, 2023a) (Figura 5). La precipitación acumulada del 20 al 22 de octubre se estimó entre 200 y 250 mm (Servicio Meteorológico Nacional, 2023b). Las mareas del 20 al 22 de octubre oscilaron entre de 1.25 m (marea más alta) a 0 m (marea más baja), con fase lunar en Cuarto Creciente (Secretaría de Marina, 2023). A pesar de ello, el recinto portuario y terminales marítimas no tuvieron afectaciones.



Figura 5. Trayectoria del Huracán Norma. Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.



### RECALADO MASIVO DE PAPAS DE MAR

Norma ocasionó el arrastre y la acumulación masiva de ascidias papas de mar en la zona turística del malecón de Topolobampo (Figura 6). La reportera Esthela García presentó la primicia el 26 de octubre de 2023 en un diario digital (Luz Noticias 2023) y el 28 de octubre el primer autor de esta nota acudió al sitio para documentar el fenómeno.

De acuerdo con versiones de diferentes trabajadores del mar (com. pers.), se piensa que debido al fuerte oleaje ocasionado por Norma, estos organismos fueron desprendidos de los sustratos donde habitualmente se encuentran, y fueron arrastrados por las corrientes en línea paralela hacia el noroeste rumbo a la desembocadura al golfo de California, quedando flotando en una zona de baja energía y dinamismo costero, como lo es la zona costera frente al malecón de Topolobampo (Figura 7).

El desprendimiento ocasionado por el fuerte oleaje es altamente factible, pues hasta la fecha, las papas de mar solo se han reportado en zonas someras de Topolobampo, no mayores a 1 m de profundidad, aunque es importante enfatizar que son necesarios monitoreos para conocer la distribución real de la especie en la bahía de Topolobampo, así como su rango de profundidad. Hasta ahora, los únicos registros publicados corresponden a la zona de influencia del Club de Yates Palmira Topolobampo y granjas ostrícolas aledañas (Tovar-Hernández et al. 2014).

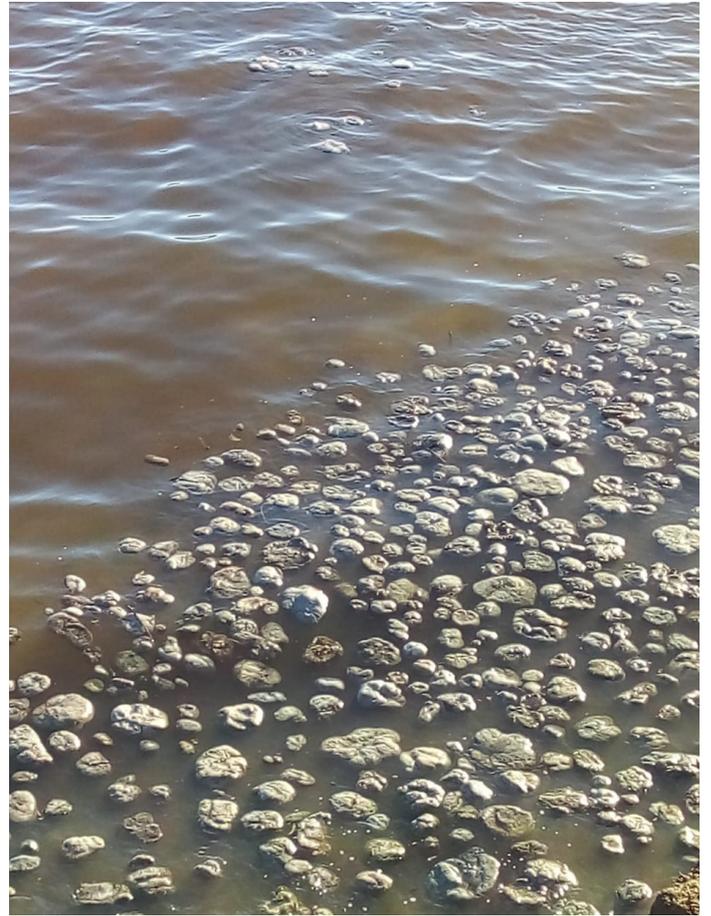
Por otro lado, la precipitación acumulada por el huracán Norma en Topolobampo pudo ocasionar cambios drásticos en la salinidad del agua superficial, y ocasionar la muerte y el desprendimiento de las ascidias, pues habitan en zonas someras; sin embargo, no se cuenta con mediciones de esos parámetros ambientales durante y después del fenómeno meteorológico.



**Figuras 6 y 7.** Acumulación masiva de “papas de mar” (*Polyclinum constellatum*) en el malecón del puerto de Topolobampo. Fotos: Luz Noticias.

Desafortunadamente, la gran extensión que ocuparon las papas de mar en la superficie de la línea de costa del puerto de Topolobampo originaron un problema estético, además de una fuerte pestilencia en la zona de muelles y el malecón, ocasionada por la muerte y descomposición de las ascidias. Con los cambios del nivel de marea, las ascidias quedaron varadas en la playa, expuestas al sol, a la desecación y a la inminente descomposición (Figuras 8–10). Los fuertes olores fueron detectados por los

**Figura 8.** "Papas de mar" (*Polyclinum constellatum*) flotando durante la pleamar en el malecón de Topolobampo. Fotos: Israel Osuna Flores.



habitantes, los transeúntes, visitantes y trabajadores del mar y fue el motivo de la nota periodística.

Sin embargo, los trabajadores del mar también reportan que estos eventos de acumulación masiva de papas de mar son comunes año con año en los meses de lluvia, aunque no con la intensidad reportada tras el paso de la depresión tropical Norma.

## ¿QUÉ SIGUE?

El reporte de acumulación masiva de papas de mar en Topolobampo después del paso de un fenómeno meteorológico es un llamado de alerta para los tomadores de decisiones locales, estatales y federales, así como a la comunidad científica.

En el caso de los primeros, es necesaria la elaboración de un plan de acción inmediato para remover de manera oportuna todos los ejemplares antes de que estos ocasionen problemas estéticos y de salud, debido al fuerte olor a descomposición tanto a residentes como visitantes, con las posibles consecuencias del arribo de otras plagas como moscas, que podrían afectar también a los comercios de venta de alimentos de la zona. Asimismo, al tratarse de una especie exótica invasora y regulada en las normas mexicanas (Diario Oficial de la Federación, 2006), el gobierno municipal, estatal y federal debería destinar una partida presupuestaria para el desarrollo de proyectos científicos que permitan conocer las variables que ocasionan estos fenómenos de acumulación masiva en la localidad.

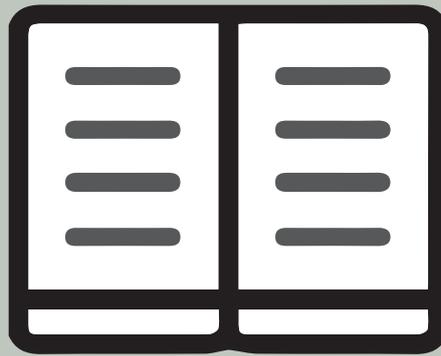
Para los científicos el suceso alerta sobre la necesidad de estudios detallados sobre la dinámica poblacional de la papa de mar, así como aspectos físico-químicos-biológicos que están ocasionando el crecimiento excesivo en la talla de las acidias y en su biomasa. Asimismo, es imperante estudiar y conocer los impactos que está ocasionando la especie invasora en la biota nativa. A la par se deben proponer alternativas de manejo, o para el aprovechamiento biotecnológico del recurso como una solución al manejo de la especie invasora. Y finalmente, también se deben estudiar con especial atención, los efectos del cambio climático en eventos climatológicos, y con ello predecir el comportamiento de la especie exótica invasora en escenarios del calentamiento global.

## AGRADECIMIENTOS

Los muestreos del 2021 en Topolobampo fueron realizados en el marco del Proyecto Biota Portuaria, financiado por el Fondo Sectorial de Investigación Ambiental SEMARNAT-CONACYT A3-S-73811. Agradecemos al Ing. Reyomar Ramírez Peñato, gerente del Club de Yates Palmira-Topolobampo por las facilidades otorgadas y a los hombres del mar, cuyos testimonios nos ayudan a comprender la problemática desde una perspectiva social. Agradecemos también la lectura crítica y recomendaciones de Sergio I. Salazar-Vallejo (ECOSUR-Chetumal).



**Figura 9 y 10.** "Papas de mar" (*Polyclinum constellatum*) recaladas en el malecón de Topolobampo durante la bajamar. Fotos: Israel Osuna Flores.



## LITERATURA CITADA

- Cruz-Escalona, V.H., M. Muñoz Ochoa, S. Ramírez Luna, R.N. Aguila Ramírez. 2021. Ascidiias invasoras ¿un problema ambiental o una ventana de oportunidades?. *Temas de Ciencia y Tecnología*. 25 (75): 37–43.
- Diario Oficial de la Federación. 2006. ACUERDO por el que se determina la lista de las especies exóticas invasoras para México. 07 de diciembre de 2006.
- Diario Oficial de la Federación. 2021. LEY General de Vida Silvestre (LGVS). Publicada el 3 de julio de 2000. Última reforma 20 de mayo de 2021.
- Dias, P.J., R. Rocha, S. Godwin, M.A. Tovar-Hernández, M.V. De La Hoz, S. McKirdy, P. de Lestang, J. McDonald, M. Snow. 2016. Investigating the cryptogenic status of the sea squirt *Didemnum perlucidum* (Tunicata, Ascidiacea) in Australia based on a molecular study of its global distribution. *Aquatic Invasions*. 11 (3): 239–245.
- Dias, P.J., S.S. Lukehurst, T. Simpson, R. Rocha, M.A. Tovar Hernández, C. Wellington, J.I. McDonald, M. Snow, W.J. Kennington. 2021. Multiple introductions and regional spread shape the distribution of the cryptic ascidian *Didemnum perlucidum* in Australia: an important baseline for management under climate change. *Aquatic Invasions*. 16 (2): 297–313.
- Fletcher, L.M., B.M. Forrest, J.J. Bell. 2013. Impacts of the invasive ascidian *Didemnum vexillum* on green-lipped mussel *Perna canaliculus* aquaculture in New Zealand. *Aquaculture Environmental Interactions*. 4: 17–30.
- Getchis, T.S. 2006. What's putting some aquaculturists in a "foul" mood. *Wrack Lines*. 8–10.
- Lambert, C.C., G. Lambert. 2003. Persistence and differential distribution of nonindigenous ascidians in harbors of the southern California Bight. *Marine Ecology Progress Series*. 259: 145–161.
- Lins, D.M., R.M. Rocha. 2020. Cultivated brown mussel (*Perna perna*) size is reduced through the impact of three invasive fouling species in southern Brazil. *Aquatic Invasions*. 15 (1): 114–126.
- Luz Noticias (2023). Papa de mar: ¿Es el olor nauseabundo en Topolobampo? En: <https://www.luznoticias.mx/2023-10-26/Sinaloa.papa-de-mar-es-el-olor-nauseabundo-en-topolobampo-/182346> (consultado el 08/11/2023).
- Moreno-Dávila, B., L. Huato-Soberanis, J. Gómez-Gutiérrez, C. Galván-Tirado, C. Sánchez, T. Alcoverro, E.F. Balart, X. Turon. 2023. Taxonomic identity of *Distaplia stylifera* (Tunicata, Ascidiacea), a new arrival to the eastern Pacific displaying invasive behavior in the Gulf of California, Mexico. *ZooKeys*. 1157: 109–125.
- Palomino-Alvarez, L.A., R.M. Rocha, N. Simões. 2019. Checklist of ascidians (Chordata, Tunicata) from the southern Gulf of Mexico. *ZooKeys*. 832: 1–33.
- Palomino-Alvarez, L.A., M.L. Nydam, R.M. Rocha, N. Simões. 2022. New *Botrylloides*, *Botryllus*, and *Symplegma* (Ascidiacea: Styelidae) in Coral Reefs of the Southern Gulf of Mexico and Mexican Caribbean Sea. *Diversity*. 14: 977.
- Ramírez-Santana, I.D. 2013. Distribución de la ascidia exótica invasora *Polyclinum constellatum* Savigny, 1816 en el Golfo de California y análisis de riesgo a la biodiversidad nativa. Tesis de Licenciatura, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, 75pp.
- Rodríguez, L.F., S.E. Ibarra-Obando. 2008. Cover and colonization of commercial oyster (*Crassostrea gigas*) shells by fouling organisms in San Quintin bay, Mexico. *Journal of Shellfish Research*. 17 (2): 337–343.
- Savigny, J.C. 1816. Mémoires sur les Animaux sans Vertèbres. Première partie: Description et Classification des animaux invertébrés et articles, connus sous les noms de Crustacés, d'Insectes, d'Annelides, etc. (mémoires 1–2), pp 1–117, 12 Pls. Seconde Partie: Description et Classification des Animaux invertébrés, non articulés, connus sous les noms de Mollusques, de Radiaires, de Polypes, etc. Premier fascicule (mémoires 1-3: Recherches anatomiques sur les Ascidies composées et sur les Ascidies simples. — Systeme de la classe des Ascidies; pp 1–239, 24 Pls. Deterville, Paris. <https://www.biodiversitylibrary.org/item/132833#page/9/mode/1up>
- Secretaría de Marina. 2023. Estación Mareográfica de Topolobampo, Sin. En: [https://oceanografia.semarn.gob.mx/Templates/grafnum\\_topolobampo.html](https://oceanografia.semarn.gob.mx/Templates/grafnum_topolobampo.html) (consultado el 08/11/2023).
- Servicio Meteorológico Nacional. 2023a. Aviso No. 083–23. Comisión Nacional del Agua. En: <https://smn.conagua.gob.mx/files/pdfs/comunicados-de-prensa/Aviso083-23.pdf> (consultado el 08/11/2023).
- Servicio Meteorológico Nacional. 2023b. Precipitación acumulada (mm) del 20 al 22 de octubre de 2023 por el huracán Norma. En: <https://smn.conagua.gob.mx/es/ciclones-tropicales/lluvias-asociadas-a-ciclones-tropicales> (consultado el 08/11/2023).
- Sheets, E.A., C.S. Cohen, G.M. Ruiz, R.M. Rocha. 2016. Investigating the widespread introduction of a tropical marine fouling species. *Ecology and Evolution*. 6 (8): 2453–2471.
- Shenkar, N., B.J. Swalla. 2011. Global Diversity of Ascidiacea. *PLoS ONE*. 6 (6): e20657.

- Tovar-Hernández, M.A., E. Suárez-Morales, B. Yáñez-Rivera. 2010. The parasitic copepod *Haplostomides hawaiiensis* (Cyclopoida) from the invasive ascidian *Polyclinum constellatum* in the southern Gulf of California. *Bulletin of Marine Science*. 86 (3): 637–648.
- Tovar-Hernández, M.A. 2012a. Capítulo VI: Tunicata. Pp. 85–104. En: Low Pfeng, A.M. & E.M. Peters Recagno (Eds.). *Invertebrados marinos exóticos en el Pacífico mexicano*. Geomare, A. C., INE-SEMARNAT, México, 235 pp.
- Tovar-Hernández, M.A., T.F. Villalobos-Guerrero, B. Yáñez-Rivera., J.M. Aguilar-Camacho, I.D. Ramírez-Santana. 2012b. Guía de invertebrados acuáticos exóticos en Sinaloa. Geomare, A. C., USFWS, INE-SEMARNAT, Mazatlán, México, 41 pp.
- Tovar-Hernández, M.A., B. Yáñez-Rivera., T.F. Villalobos-Guerrero, J.M. Aguilar-Camacho & I.D. Ramírez-Santana. 2014. Invertebrados marinos exóticos en el Golfo de California. En: Low Pfeng, A., P. Quijón & E. Peters (Eds.). *Especies invasoras acuáticas: casos de estudio en ecosistemas de México*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), University of Prince Edward Island (UPEI). Segunda parte, distribución de especies invasoras: casos de estudio. Capítulo 16: 381–409 pp.
- Tovar-Hernández, M.A., J.A. de León-González, M.E. García-Garza. 2022. New records of two invasive ascidians in the Gulf of California (Tunicata: Ascidacea), with additional records from Veracruz, Mexico. *GEOMARE ZOOLOGICA*. 4 (2): 23–37.
- Yan, T., S.S. Han, J.J. Wang, H.S. Lin, W.H. Cao. 2017. An overview of fouling ascidians. *Acta Ecologica Sinica*. 37 (20): 6647–6655.