

REALIDAD Y REFLEXIÓN ES UNA PUBLICACIÓN PERIÓDICA DE CARÁCTER SEMESTRAL DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO GAVIDIA.
AÑO 23, N° 58, JULIO-DICIEMBRE 2023. SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA.

REALITY AND REFLECTION IS A BIENNIAL PERIODICAL PUBLICATION OF THE FRANCISCO GAVIDIA UNIVERSITY.
YEAR 23, N° 58, JULY-DECEMBER 2023. SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRAL AMERICA.

Especies exóticas e invasoras de cirripedios toracicalcáreos en El Salvador

Exotic and invasive species of thoracalcareous barnacles in El Salvador

Gilma Alvarado-Guerra.

Licenciada en Biología por la Universidad de El Salvador.
Auxiliar de investigación del Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación (ICTI),
de la Universidad Francisco Gavidia (UFG), El Salvador.
gilma.guerra04@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0001-6235-4352>

Johanna Vanessa Segovia Prado.

Licenciatura en Biología por la Universidad de El Salvador.
Maestría en Biología con énfasis en Ecología por la Universidad de Costa Rica.
Investigadora del Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación (ICTI),
de la Universidad Francisco Gavidia (UFG), El Salvador.
e.vsegovia@ufg.edu.sv
johannaseg@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-8548-3790>

Fecha de recepción: 18 de septiembre de 2023.

Fecha de aprobación: 09 de octubre de 2023.

DOI:



RESUMEN

Por sus capacidades adaptativas los cirripedios toracicalcáreos lograron establecerse en diferentes tipos de sustratos, y son observados en casi todas las partes del mundo, por lo que el taxón es reconocido como cosmopolita. Sin embargo, no todas las especies de cirripedios toracicalcáreos que se encuentran en la costa de El Salvador son nativas del Pacífico Oriental Tropical, lo que confirma la resistencia del grupo ante los procesos de dispersión, inclusive los provocados en actividades antrópicas como el transporte marítimo y la suspensión de materiales orgánicos e inorgánicos, entre ellos troncos, plásticos, y otros desechos marinos en el océano. El objetivo principal de esta investigación fue identificar especies exóticas de cirripedios toracicalcáreos con potencial invasor encontradas en la costa salvadoreña. Para ello se realizaron muestreos entre el 2017 y 2021, en Acajutla (departamento de Sonsonate) y Punta Amapala (departamento de La Unión). Se realizó la recolecta, y posteriormente se identificaron los individuos en el laboratorio para conocer la riqueza de especies, obteniendo un total de seis especies invasoras, cinco para la familia Balanidae Leach, 1817, y una para la familia Tetraclitidae Gruvel, 1903.

Palabras clave: arrecifes someros, nuevos registros, invertebrados marinos, especies introducidas, Centroamérica.

ABSTRACT

Due to their adaptive capacities, thoracalcerid cirripedes have managed to establish themselves in different types of substrates and are observed in almost all parts of the world, which is why the taxon is recognized as cosmopolitan. However, not all species of thoracalcerid cirripedes found on the coast of El Salvador are native to the Eastern Tropical Pacific, which confirms the resistance of the group to dispersal processes, including those caused by anthropogenic activities such as maritime transport and the suspension of organic and inorganic materials, including logs, plastics, and other marine debris in the ocean. The main objective of this research was to identify exotic species of thoracalcerid cirripedes with invasive potential found in the Salvadoran coast. For this purpose, sampling was carried out between 2017 and 2021, in Acajutla (Sonsonate) and Punta Amapala (La Unión). The collection was carried out, and then the individuals were identified in the laboratory to know the species richness, obtaining a total of six invasive species, five for the family Balanidae Leach, 1817, and one for the family Tetraclitidae Gruvel, 1903.

Keywords: shallow reefs, new records, marine invertebrates, introduced species, Central America.

Introducción

La subclase Cirripedia está compuesta por tres infraclases: Acrothoracica (cirripedios excavadores), Rhizocephala (cirripedios parásitos) y Thoracica (balanos y percebes); taxones con características muy distintivas, que son similares únicamente durante sus estadios larvales (Chan *et al.*, 2021). Dentro de la infraclase Thoracica se encuentran cirripedios pedunculados y cirripedios sésiles (sin pedúnculo). Este es un grupo de crustáceos que vive adherido a diferentes tipos de sustratos, desde organismos vivos como tortugas marinas, cetáceos, moluscos y otros crustáceos, hasta sustratos artificiales como troncos de madera, pilotes de muelles, plástico, hierro, entre otros.

La infraclase Thoracica está compuesta por dos superórdenes importantes. El superorden Phosphatothoracica y el superorden Thoracicalcareia (Chan *et al.*, 2021). El primero (Phosphatothoracica), comprende aquellos organismos cuya calcificación de sus conchas se llevó a cabo por medio de fosfatación, y en el segundo (Thoracicalcareia), la constitución de sus conchas es por carbonato de calcio. El grupo de interés en este estudio es el Thoracicalcareia. De los Thoracicalcareia se conocen alrededor de 1500 especies a nivel mundial, además son cosmopolitas y el de mayor diversidad dentro de la infraclase Thoracica.

Las adaptaciones de este taxón le permiten asentarse en diferentes tipos de sustratos (naturales y artificiales). Por su resistencia llegan a establecerse en todo tipo de ecosistemas marinos, desde la parte supramareal hasta los sistemas abisales. En el grupo existen especies consideradas exóticas e invasoras, que pueden llegar a representar un problema serio dentro de un ecosistema, amenazando las especies nativas, y, en ocasiones, se convierten en focos de transmisión de enfermedades para seres humanos y otros animales (Baquero *et al.*, 2023).

A nivel mundial, las actividades antropogénicas han sido el factor que más ha incidido en el asentamiento de diferentes especies no nativas de una región. El Salvador no ha sido la excepción: el país cuenta con un afluente de transporte marítimo muy importante, donde históricamente ha registrado el depósito de aguas de lastre de los buques de carga y la limpieza de las incrustaciones en las plataformas de barcos; además, en los últimos años se ha visibilizado el incremento de la basura marina flotante, posiblemente acarreada por corrientes marinas, muchas veces con especies adheridas a ella. Es por ello que surge la iniciativa de reportar las especies exóticas de cirripedios toracicalcáreos con potencial invasor registradas en la costa salvadoreña.

Metodología

Diseño muestral / Área de estudio. Los especímenes de cirripedios toracicalcáreos fueron recolectados en las zonas con mayor extensión de arrecifes rocosos del país: Punta Amapala y Acajutla. Punta Amapala está ubicada en el departamento de La Unión, entre los 13° 09' 20.21" N y 87° 54' 5.38" O

(Gierloff-Emden, 1976), mientras que el municipio de Acajutla se encuentra localizado entre 13° 34' 0.01" N y 89° 49' 59.99" O, en el departamento de Sonsonate (Mapa 1.)



Mapa 1. Ubicación geográfica de Acajutla (Sonsonate) y Punta Amapala (La Unión).
Fuente: elaboración propia.

Métodos / Recolecta de individuos. Los ejemplares corresponden a muestreos realizados entre los años 2017 y 2021. Los cirripedios toracicalcáreos fueron separados del sustrato con ayuda de cincel y fueron registradas las características *in situ*. Se registró: ubicación del individuo en el sustrato y profundidad (exceptuando la zona supralitoral, que se manejó como dato cero). Posteriormente, se colocaron en botes de vidrio con agua de mar y refrigerados en una hielera para transportarse al laboratorio y realizar la posterior curación e identificación de la especie.

Sobre la curación e identificación de especies:

- Preservación: se realizó la toma de fotografía con el mayor cuidado posible, para no causar daños al momento de la manipulación; se colocó la muestra en un frasco.
- Fijación: se agregó a cada frasco alcohol al 70 %, con el objeto de mantener sus características morfológicas en el mejor estado posible, con su etiqueta y descripción de datos *in situ*.

Luego se realizó la identificación taxonómica: se llevó a cabo a través de características morfológicas de sus placas parietales (forma de la concha, forma del opérculo, el color y número de placas), y de la morfología de sus placas operculares: tergo y escutelo (Alvarado-Guerra *et al.*, 2021; Van Syoc y Gómez-Daglio, 2003), y con descripciones taxonómicas realizadas por Laguna (1985) y Alvarado-Guerra *et al.*, (2021).

Análisis de los datos. La riqueza de especies invasoras introducidas de cirripedios toracicalcáreos se presenta a través de un listado sistemático, donde se describe nombre científico, ubicación en la costa salvadoreña y el sitio de origen.

Resultados

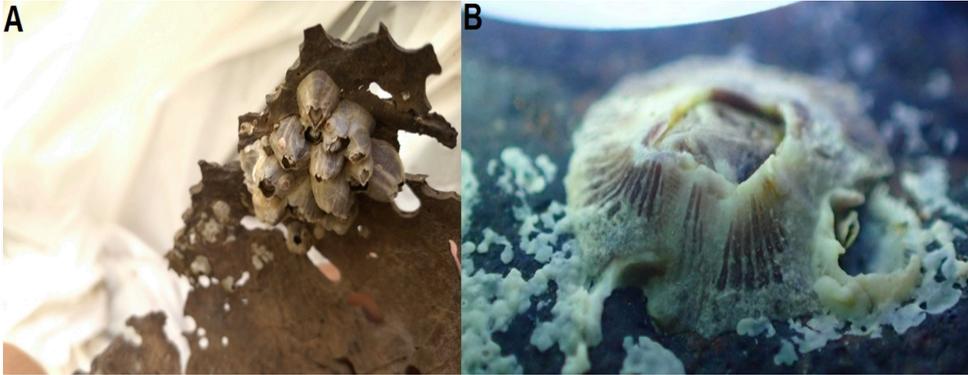
Se registraron un total de seis especies en cuatro géneros de cirripedios toracicalcáreos introducidos en las costas de El Salvador (Tabla 1). Estos taxones se encontraron sobre diversos sustratos naturales y artificiales (Fotografías 1 y 2).

# Sps	Especie	Autoridad	Ubicación	Origen
	Infraclase: Thoracica	Darwin, 1854		
	Supeorden: Thoracicalcareia	Gale, 2015		
	Orden: Balanomorpha	Pilsbry, 1916		
	Family: Balanidae	Leach, 1817		
1	<i>Amphibalanus amphitrite</i>	Darwin, 1854	Punta Amapala, La Unión	Indo-Pacífico
2	<i>Amphibalanus eburneus</i>	Gould, 1841	Punta Amapala, La Unión	Atlántico noroccidental
3	<i>Balanus trigonus</i>	Darwin, 1854	Punta Amapala, La Unión	Indo-Pacífico
4	<i>Fistulobalanus</i> sp1	Zullo, 1984	Punta Amapala, La Unión	Pacífico noroeste
5	<i>Fistulobalanus</i> sp2	Zullo, 1984	Acajutla, Sonsonate	Pacífico noroeste
	Infraclase: Thoracica	Darwin, 1854		
	Supeorden: Thoracicalcareia	Gale, 2015		
	Orden: Balanomorpha	Pilsbry, 1916		
	Familia Tetraclitidae	Gruvel, 1903		
6	<i>Tetraclita stalactifera</i>	Lamarck, 1818	Punta Amapala, La Unión	Atlántico

Tabla 1. Registro de especies introducidas, con ubicación en la costa salvadoreña y su categoría.
Fuente: elaboración propia.



Fotografía 1. A) *Amphibalanus amphitrite* Darwin, 1854 en botella de plástico, B) *Fistulobalanus* sp.2 en botella de plástico.
Fuente: recurso propio.



Fotografía 2. A) *Amphibalanus amphitrite* Darwin, 1854 en sustrato orgánico (endocarpio de *Cocos nucifera*), B) *Amphibalanus amphitrite* Darwin, 1854 en sustrato inorgánico (roca).

Fuente: recurso propio.

Descripción de las especies

Infraclasse: Thoracica Darwin, 1854

Supeorden: Thoracicalcareia Gale, 2015

Orden: Balanomorpha Pilsbry, 1916

Family: Balanidae Leach, 1817

Amphibalanus amphitrite Darwin, 1854

Descripción. Posee una concha cónica a cilíndrica, con un color blanco o amarillo en algunos organismos. Posee líneas rojizas verticales en la concha, y entre 12 y 13 dientes en el labro, más alta en el ápice que en la base. Con seis placas calcáreas (Fotografía 3).

Nota ecológica. Se encontró sobre roca, a una profundidad de 20 cm, y sobre sustrato artificial en condiciones de desecación.



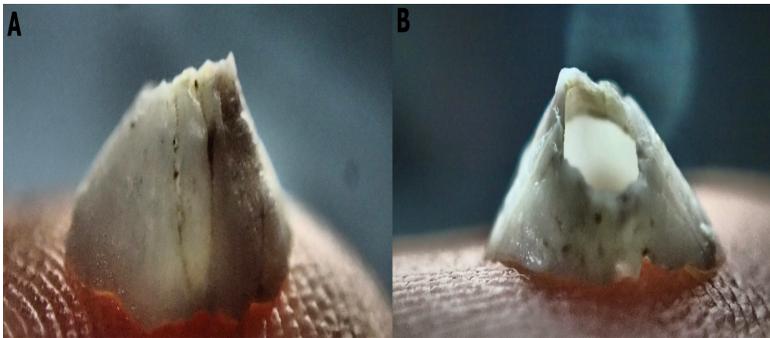
Fotografía 3. *Amphibalanus amphitrite* Darwin, 1854. A) Opérculo, B) Placas parietales.

Fuente: recurso propio.

Amphibalanus eburneus Gould, 1841

Descripción. Es conocido como «balanus de marfil» y puede presentar una concha con un aspecto cónico y algunas veces cilíndrico más grande en la base. Las placas que la forman son blancas y sólidas, con un opérculo en forma de diamante. Está protegido por una tapa móvil compuesta por dos mitades triangulares simétricas; cada mitad con tergo y escutelo. Posee una talla de 5 mm (Fotografía 4)

Nota ecológica. Se encontró sobre roca, asociado a macroalga, a una profundidad de 14 cm.

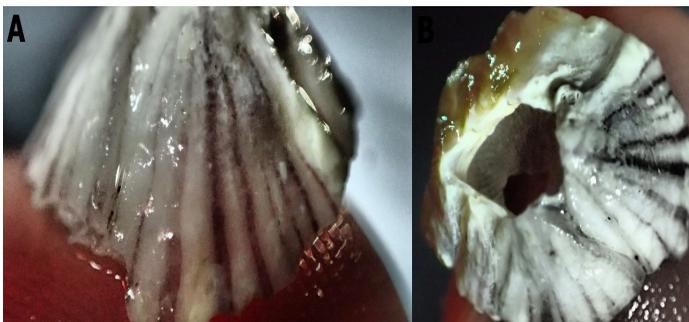


Fotografía 4. *Amphibalanus eburneus* Gould, 1841. A) Placas parietales, B) Opérculo.
Fuente: recurso propio.

Balanus trigonus Darwin, 1854

Descripción. Este organismo presenta placas con una serie de costillas de color rojizo a púrpura, los radios son anchos con estrías longitudinales y de color blanquecino, poseen una serie de tubos con septos transversales en su parte final. Su base es porosa y muy delgada. Opérculo en forma triangular; en algunos casos una forma poligonal con una muesca notoria en la porción de la carina. Posee una talla aproximada de 10 mm (Fotografía 5).

Nota ecológica. Se encontró a 35 cm de profundidad, sobre roca.

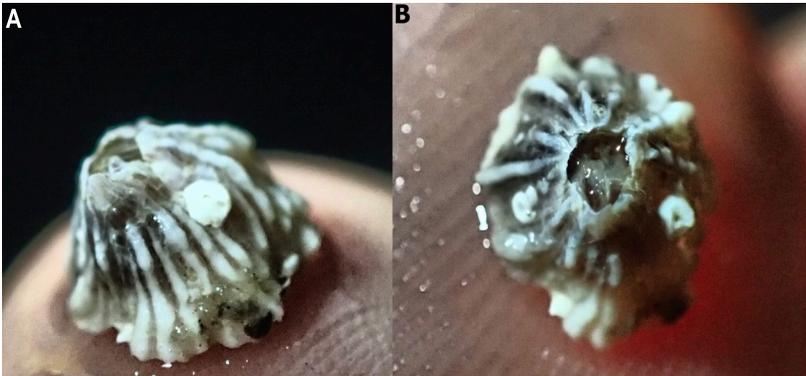


Fotografía 5. *Balanus trigonus* Darwin, 1854. A) Placas parietales, B) Opérculo.
Fuente: recurso propio.

Fistulobalanus Zullo, 1984

Descripción. Con una concha y base porosa, posee seis placas parietales. En la parte externa del escutelo se observan estrías radiales. Las especies del género *Fistulobalanus* tienen dos o más filas de tubos parietales secundarios fuera de los tubos primarios. Mide una talla de 5 y 6 mm (Fotografía 6 y 7).

Nota ecológica. Se encontró sobre roca, asociado a macroalgas y en sustrato artificial. A profundidades aproximadas de: *Fistulobalanus* sp1 a 26 cm, y *Fistulobalanus* sp2 a 25 m de profundidad.



Fotografía 6. *Fistulobalanus* sp1 Zullo, 1984. A) Placas parietales, B) Opérculo.
Fuente: recurso propio.



Fotografía 7. *Fistulobalanus* sp2 Zullo, 1984. A) Placas parietales, B) Opérculo.
Fuente: recurso propio.

Infraclase: Thoracica Darwin, 1854

Supeorden: Thoracicalcarea Gale, 2015

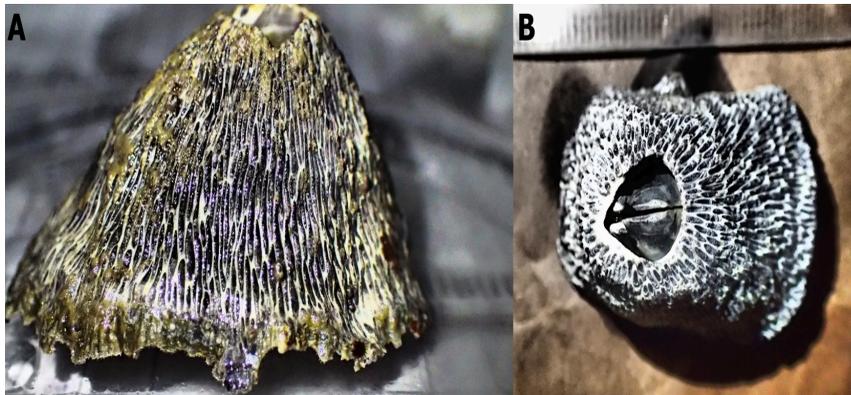
Orden: Balanomorpha Pilsbry, 1916

Familia: Tetracitidae Gruvel, 1903

Tetraclita stalactifera Lamarck, 1818

Descripción. La superficie de la concha presenta un color verdoso grisáceo con costillas longitudinales muy marcadas en todas las placas, el opérculo es muy pequeño. El escutelo es oscuro, entre negro y morado, y con estrías transversales bien marcadas. El tergo es angosto, y con una cúspide puntiaguda. El margen del escutelo está muy curvado en el sentido del margen tergal. Con tallas entre los 5 y 25 mm (Fotografía 8).

Nota ecológica. Se encontró sobre roca en condiciones de desecación.



Fotografía 8. *Tetraclita stalactifera* Lamarck, 1818. A) Placas parietales, B) Opérculo.
Fuente: recurso propio.

Discusión

En esta investigación se han registrado un total de seis especies invasoras de cirripedios toracicalcáreos en El Salvador. Para la zona de Punta Amapala en el departamento de La Unión se han identificado las especies *Amphibalanus amphitrite*, *Amphibalanus eburneus*, *Balanus trigonus*, *Fistulobalanus* sp1 y *Tetraclita stalactifera*. Por otro lado, para la zona de Acajutla en el departamento de Sonsonate se ha registrado la presencia de la especie *Fistulobalanus* sp2.

Estas especies invasoras también han sido reportadas en otras áreas del Pacífico Oriental Tropical. En la región, se ha documentado la presencia de *Amphibalanus amphitrite* y *Amphibalanus eburneus* en Panamá, así como *Amphibalanus amphitrite* en Argentina y Perú (Carlton *et al.*, 2011). Además, se ha reportado la presencia de *Amphibalanus amphitrite*, *Amphibalanus eburneus* y *Balanus trigonus* en las costas de México (Carlton *et al.*, 2011; Mendoza y Koleff, 2014).

A nivel mundial, se ha observado que los principales vectores de transporte de los percebes balanomorfos son los buques de carga, pesca, crucero, remolque, recreación, así como buques abandonados y tanques de lastre (Carlton *et al.*, 2011). En El Salvador, se encuentran puertos marítimos importantes como

el Puerto de La Unión en la zona oriental, el Puerto de La Libertad en la zona central y el Puerto de Acajutla en la zona occidental. Aunque los puertos de La Libertad y Acajutla son los más activos, es en Acajutla donde se registra una mayor afluencia de tránsito marítimo, incluyendo buques de carga, comercio, turismo y arrastre. El tránsito marítimo se da en toda la costa salvadoreña y se ha observado la descarga de aguas de lastre, que podrían transportar larvas de organismos planctónicos.

La presencia de especies exóticas invasoras tiene impactos significativos en el ecosistema y la biodiversidad. Estos impactos incluyen la pérdida de biodiversidad y servicios ecosistémicos (Capdevila *et al.*, 2006). Además, se ha observado que la introducción de patógenos asociados a estas especies invasoras puede afectar la salud humana (Schindler *et al.*, 2015). Asimismo, estas especies invasoras pueden tener efectos económicos y sociales, especialmente en especies comerciales.

En El Salvador, se han realizado estudios sobre especies invasoras que incluyen fauna vertebrada e invertebrada, así como flora, sin embargo poco o nada se conoce específicamente de fauna marina. Algunos estudios han reportado especies de algas, como *Acanthophora spicifera* (Segovia, 2017a; Segovia, 2017b), y el coral copo de nieve, *Carijoa riisei* (Segovia, 2023; Segovia y Trejo, 2023). La falta de planificación y conocimiento de los recursos biológicos ha contribuido al efecto adverso de la introducción de especies exóticas en el país (MARN, 2002).

El estudio de las especies exóticas invasoras proporciona información crucial para la conservación de la biodiversidad, la protección de los ecosistemas y la mitigación de los impactos en la salud humana y la economía. Es fundamental aumentar la investigación en este campo y promover la conciencia sobre los riesgos asociados con la introducción de especies exóticas.

Referencias bibliográficas

Alvarado-Guerra, G.V., Segovia, J., Sibaja-Cordero, J. y Martínez-Hernández, M.N. (2021) Cirripedios torácicos en el litoral rocoso de Punta Amapala, La Unión, El Salvador. *Realidad y Reflexión*, 54(54), pp. 50–65. Disponible en: <https://doi.org/10.5377/ryr.v54i54.12059>

Baquero R.A., Falcón, S. y Nicola G.G. (2022) *Guía didáctica de educación ambiental. Especies exóticas invasoras*. Manual para formadores y formadoras. UCLM. 34 pp. Disponible en: https://doi.org/10.18239/atenea_2022.43.00

Carlton, J.T., Newman, W.A. y Pitombo, F.B. (2011) Barnacle invasions: introduced, cryptogenic, and range expanding Cirripedia of North and South America. In: Galil, B., Clark, P., Carlton, J. (eds) *In the wrong place – Alien marine crustaceans: distribution, biology and impacts*. Invading Nature - Springer Series in Invasion Ecology, vol 6. Springer, Dordrecht. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-94-007-0591-3_5

Capdevila Argüelles, I., Iglesias García, A., Orueta, J. F., y Zilletti, B. (2006) *Especies exóticas invasoras: diagnóstico y bases para la prevención y el manejo*. Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid. Disponible en: https://www.miteco.gob.es/content/dam/mitesco/es/parques-nacionales-oapn/publicaciones/edit_libro_04_00_tcm30-100253.pdf

Chan, B. K. K., Dreyer, N., Gale, A. S., Glenner, H., Ewers-Saucedo, C., Pérez-Losada, M., Kolbasov, G. A., Crandall, K. A. y Høeg, J. T. (2021) La diversidad evolutiva de los percebes, con una clasificación actualizada de las formas fósiles y vivas. *Revista Zoológica de la Sociedad Linneana*, 193 (3), 789–846. <https://doi.org/10.1093/zoolinnean/zlaa160>

Gierloff-Emden, H. G. (Ed.) (1976) *La costa de El Salvador: monografía-oceanográfica*. San Salvador, El Salvador: Dirección de Publicaciones, Ministerio de Educación.

Laguna, G. J. (1985) *Systematics, ecology and distribution of Barnacles (Cirripedia; Thoracica) of Panama. Including an analysis of provincialism in the Tropical Eastern Pacific* (Tesis de maestría). University of California: San Diego.

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales [MARN]. (2002) *Establecimiento del nodo de información nacional sobre las especies invasoras en El Salvador*. Informe de Actividades Período de enero 1, 2002 a septiembre 30, 2002. Disponible en: <https://cidoc.ambiente.gob.sv/download/establecimiento-del-nodo-de-informacion-nacional-sobre-las-especies-invasoras-en-el-salvador-fichas-tecnicas-de-flora-fauna-invertebrada-y-fauna-vertebrada/>

Mendoza R. y Koleff, P. (coords.) (2014) *Especies acuáticas invasoras en México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. Disponible en: <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2016/01/Especies-acu%C3%A1ticas-invasoras-en-M%C3%A9xico.pdf>

Schindler, S., Staska, B., Adam, M., Rabitsch, W., y Essi, F. (2015) Alien species and public health impacts in Europe: a literature review. *NeoBiota* 27(2): pp. 1–23. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3897/neobiota.27.5007>

Segovia, J. (2017a). Arrecifes rocosos: ecosistema vital para la biodiversidad marina de El Salvador. *Revista El Salvador: Ciencia y Tecnología*, 22 (22), 2226–5783.

Segovia, J. (2017b, octubre). *Impacto de El Niño 2014–2016 en las comunidades bénticas de los arrecifes de borde, Los Cóbanos, El Salvador, Centroamérica* [Ponencia oral]. 17o Congreso Latino-Americano de Ciências do Mar – COLACMAR’2017, Santa Catarina, Brasil.

Segovia, J. (2023). Black coral forests and associated fauna in the mesophotic zone of Los Cóbanos, El Salvador. *Revista de Biología Tropical*, 71(1), e52345. Disponible en: <https://doi.org/10.15517/rev.biol.trop.v71i1.52345>

Segovia, J. y Trejo, A. (2023) Comunidades bénticas someras de Los Cóbanos (El Salvador), con dos nuevos registros a la biodiversidad. *Realidad y Reflexión*, 57(23), Disponible en: <https://doi.org/10.5377/ryr.v1i57.16699>

Van Syoc, R. y Gómez-Daglio, L.E. (2003) *Sistemática de los Balanomorfos (Cirripedia, thoracica) de la región sur de la península de Baja California, México* (Tesis de Maestría). Instituto Politécnico Nacional: México. Disponible en: <http://www.repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/14648>