

# Estado actual del conocimiento de las bioinvasiones marinas en Venezuela: temáticas desarrolladas y tendencia temporal

## Current status of the marine bioinvasion research in Venezuela: topics and temporal trends

Naily Figueroa López<sup>1\*</sup> & Antonio Brante<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad Católica de la Santísima Concepción, Alonso de Ribera 2850, Concepción, Chile.

<sup>2</sup>Centro de Investigación en Biodiversidad y Ambientes Sustentables (CIBAS), Universidad Católica de la Santísima Concepción, Alonso de Ribera 2850, Concepción, Chile.

\*E-mail: nfigueroa@magister.ucsc.cl

### RESUMEN

Venezuela es uno de los países con mayor biodiversidad marina. A pesar que posee un alto riesgo de introducción de especies exóticas por su histórica alta actividad turística y transporte marítimo, no cuenta con una revisión actualizada que permita evaluar los principales avances y falencias en el estudio de las invasiones biológicas. El presente trabajo tiene como objetivo revisar el estado actual de las investigaciones en invasiones marinas en Venezuela, identificando las principales temáticas desarrolladas y la tendencia espacial y temporal en la investigación. Por medio de una revisión bibliográfica en diferentes bases de datos científicas, se encontraron un total de 35 artículos publicados entre 1998 y 2018, realizadas principalmente en la costa oriente del país. De las 94 especies reportadas como exóticas o criptogénicas, solo 11 han sido estudiadas bajo el enfoque de invasiones biológicas, siendo la mayoría de los estudios primeros reportes de introducción. A diferencia de la tendencia mundial, el número de investigaciones publicadas en la última década muestra una tendencia negativa, presumiblemente relacionada con la situación sociopolítica del país. El conocimiento actual sobre invasiones biológicas en Venezuela es insuficiente, reflejándose en una notable carencia de información, lo que impediría poder avanzar hacia medidas de prevención o reducción del riesgo para la bioseguridad y conservación marina del país.

**Palabras clave:** especies exóticas, especies no-nativas, invasiones biológicas marinas, vectores de introducción, Venezuela.

### ABSTRACT

Venezuela has one of the richest marine biodiversity areas in the world. Despite the high risk for the introduction of exotic species derived from historically high tourist activity and maritime transportation, the country does not have an updated revision to examine the main advances and gaps of knowledge in regards of biological invasions. This study aims to review the current state of knowledge regarding marine invasions in Venezuela, identifying the main research topics and the spatial and temporal trends. An extensive literature review carried out in multiple scientific databases showed that 35 articles were published between 1998 and 2018. Studies were conducted mainly on the eastern coast of the country. From the 94 species reported as exotic or cryptogenic, only 11 were studied under the context of biological invasions, most of them being first records. Contrary to the trend observed in most parts of the world, the number of studies decreased in the last decade, potentially related to the socio-political situation of the country. The current knowledge on biological invasions in Venezuela is poor. This important lack of information limits progress regarding prevention plans and increases risk for biosecurity and marine conservation of the country.

**Keywords:** exotic species, introduction vectors, marine biological invasions, non-native species, Venezuela.

## INTRODUCCIÓN

Las acciones antropogénicas han favorecido, ya sea de forma voluntaria o casual, el transporte e introducción de especies a nuevos hábitats. Muchas de estas especies introducidas se han convertido en invasoras, estableciéndose y expandiéndose en su nuevo rango de distribución, causando en algunos casos impactos ecológicos, sanitarios y económicos (Bax *et al.* 2003, Canning-Clode 2015). Aunque durante siglos se han observado y reportado invasiones biológicas en todo el mundo, en las últimas décadas este fenómeno se ha intensificado, aumentando el interés en su estudio para tratar de poder entender los factores y mecanismos que determinan su éxito, e impulsar políticas y medidas para evitar o reducir sus impactos (Puth & Post 2005, Lockwood *et al.* 2007, Canning-Clode 2015, Schwindt & Bortolus 2017).

Específicamente en sistemas marinos, resalta la preocupación de muchos científicos y gestores ambientales por el aumento constante en el riesgo de invasión en estos ecosistemas y las consecuencias que traen consigo (Bax *et al.* 2003, Bax *et al.* 2008). De esta forma, el incremento en la investigación en invasiones biológicas, así como la cobertura mediática de esta problemática, ha contribuido a avanzar en la prevención, control y gestión de la introducción de especies marinas (McGeoch *et al.* 2010, Canning-Clode 2015). Entre el 2000 y el 2004 se reportaron a nivel mundial aproximadamente 6.000 artículos publicados en la temática de biología de invasiones marinas y de agua dulce, siendo la mayoría realizados en los EE. UU. (Canning-Clode 2015). Por su parte, Sudamérica presenta un significativo menor número de estudios, que, aunque ha mostrado un aumento considerable en producción de conocimiento en especies exóticas marinas en los últimos años principalmente en Brasil, Argentina y Chile (Schwindt & Bortolus 2017), la carencia de información sugiere que el número de especies catalogadas como introducidas en Sudamérica podría estar subestimado (Villaseñor-Parada 2017, Leclerc *et al.* 2018).

Venezuela cuenta con una amplia superficie marino-costera que se extiende por 860.000 km<sup>2</sup>, con 3.964 km lineales de costas (Rodríguez-Altamiranda 1999). Este territorio costero, según el sistema de ecorregiones marinas del mundo propuesto por Spalding *et al.* (2007), forma parte de dos ecorregiones del Reino Tropical Atlántico: la ecorregión Caribe Sur de la provincia noroccidental tropical y la ecorregión Guianan de la plataforma del Norte de Brasil. Por otro lado, Miloslavich y colaboradores (2003) reconocen 12 ecorregiones marinas en el país. Diez de estas ecorregiones se ubican a lo largo de la línea costera, desde el este en la costa atlántica y el delta del Río Orinoco (Ecorregión I, que

forma parte de la ecorregión mundial de Guianan) hasta el oeste del país en la región del Golfo de Venezuela (Ecorregión X, que forma parte de la ecorregión mundial Caribe Sur). Las otras dos ecorregiones se ubican en la región insular (ecorregión XI) y la Oceánica del país (ecorregión XII, Fig. 1). Estas ecorregiones presentan diferentes tipos de ecosistemas altamente diversos y productivos como lo son bosques de manglar, arrecifes coralinos, praderas de fanerógamas, playas arenosas, plataformas rocosas y ecosistemas estuarios, que posicionan a Venezuela entre los primeros 10 países con la mayor biodiversidad marina en el mundo (Miloslavich *et al.* 2003).

En materia de conservación de recursos naturales y biodiversidad, Venezuela tiene una importante trayectoria de logros con políticas ambientales que evolucionaron positivamente desde una perspectiva histórica, teniendo designadas 21 áreas protegidas (AP) que incluyen, parcial o totalmente, los ecosistemas costeros y marinos (MARN 2000). Las AP costeras incorporan el 18,2 % (682 km) de la costa continental de Venezuela y casi todos los ecosistemas de arrecifes principales están incluidos y protegidos dentro de ellas. Sin embargo, en la actualidad, las áreas protegidas afrontan una preocupante situación. Miloslavich y colaboradores (2003) reportan impactos significativos de actividades humanas tales como el turismo, sobreexplotación de recursos marinos, alteración física y la industria petrolera que han producido la pérdida de algunos ambientes naturales, contaminación y el agotamiento de ciertos recursos. A su vez, la economía de Venezuela depende en gran parte del comercio exterior (Mayora 2014), por lo que la actividad marítima podría ser uno de los principales vectores de introducción de especies en los ecosistemas. El movimiento de carga internacional en el país se realiza principalmente en Puerto Cabello y la Guaira de la ecorregión V y IV respectivamente, Maracaibo de la ecorregión IX y Guanta de la ecorregión II (LegisComex 2010, Campos 2017). Adicionalmente, la actividad turística en zonas marinas se ubica principalmente en las ecorregiones II, IV, V y XI (Ledhesma & Duarte 2016). Por su parte, la acuicultura en Venezuela también ha sido ampliamente desarrollada y un vector directo de introducción de especies en sistemas de cultivo de peces, camarones, moluscos y algas, principalmente en las ecorregiones marinas I, II y IX. Históricamente se han introducido especies exóticas para explotación comercial, entre estas se pueden mencionar las especies marinas *Perna viridis* (Linnaeus, 1758), *Penaeus vannamei* (Boone 1931), *Eucheuma denticulatum*, ((Burman) Collins & Hervey 1917) y *Kappaphycus alvarezii* ((Doty) Doty ex P.C.Silva, 1996) (FAO 2016).

La última revisión de especies exóticas marinas en Venezuela fue realizada por Pérez *et al.* (2007), hace 12

años atrás. De acuerdo a este estudio, existirían 22 especies marinas exóticas (2 especies de algas, 4 de moluscos, 8 de crustáceos, 1 especie de ascidia y 7 especies de peces) y 67 criptogénicas (23 especies de algas, 21 de moluscos, 5 de poliquetos, 12 de crustáceos, 5 de ascidias y una especie de pez), las cuales han sido reportadas principalmente en el litoral oriental del país, cercanas al Golfo de Paria (Ecorregión I y II). Como posibles vectores de introducción de estas especies se sugieren el agua de lastre, cascos de los barcos y la acuicultura (Pérez *et al.* 2007).

La carencia de investigaciones en materia de invasiones biológicas es un factor limitante para poder generar e implementar políticas que prevengan, mitiguen o controlen la introducción de especies marinas exóticas en Venezuela, generando un riesgo significativo para su bioseguridad. Esto es aún más crítico cuando el número de especies reportadas como introducidas estaría relacionado positivamente al esfuerzo de investigación y a la cantidad de información disponible, y negativamente por el estado de desarrollo del país (McGeoch *et al.* 2010), que sin duda ha estado decreciendo los últimos años producto del estado político y social que experimenta Venezuela. Mead *et al.* (2011) muestran que diferentes enfoques de la investigación son fundamentales para revelar la verdadera escala de las invasiones marinas en una región en desarrollo. Una revisión del estado de las investigaciones en esta materia es fundamental para direccionar los enfoques en la investigación que permitan conocer con más certeza la escala de las invasiones y poder

implantar las políticas necesarias. En el presente trabajo se revisa el estado actual de las investigaciones sobre invasiones biológicas en Venezuela, las temáticas desarrolladas dentro de este marco y la tendencia temporal y distribución espacial en la investigación en el área de invasiones marinas.

## METODOLOGÍA

Se realizó una búsqueda bibliográfica de artículos publicados, sin especificar rango de fechas, utilizando diferentes combinaciones de palabras claves en español e inglés: Venezuela, especie invasora, marino, exótica, en distintas bases de datos como Web of Science, Scopus, Scielo, Redalyc, Latindex, además de buscadores como google académico. Se incluyeron los artículos publicados tanto en revistas indexadas como no indexadas cuyo enfoque estuviera directamente relacionados con invasiones biológicas marinas en Venezuela. Cabe destacar que solo se incluyeron investigaciones desarrolladas en sistemas marinos y estuarinos, excluyendo los realizados en sistemas totalmente dulceacuícolas, y todos aquellos cuyo objetivo estuviera enfocado en el estudio de especies para uso comercial. En los casos de estudios realizados en la ecorregión IX, solo se incluyeron aquellos ubicados en el sistema de Maracaibo, zona compuesta por el Golfo de Venezuela, la Bahía de Tablazo y el Estrecho de Maracaibo, que conectan el interior de la cuenta del lago de Maracaibo con el Mar Caribe (Ver Fig. 1)

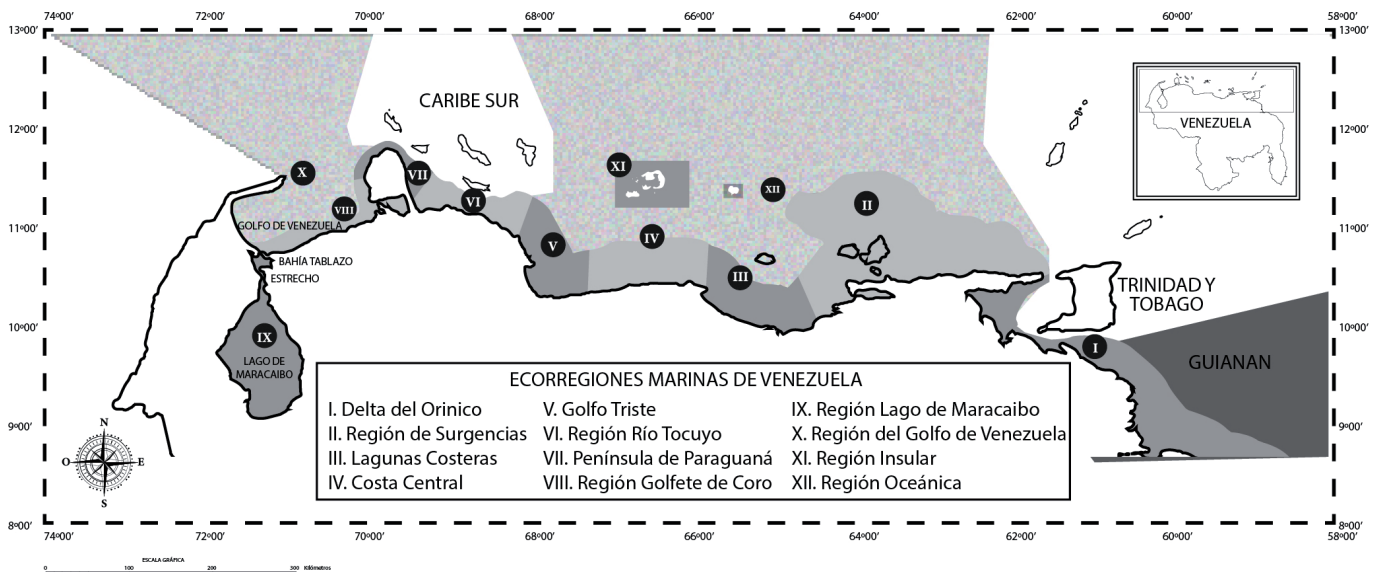


FIGURA 1. Ecorregiones marinas de Venezuela. Figura tomada y modificada de Miloslavich *et al.* (2003). / Marine ecoregions of Venezuela. Figure taken and modified from Miloslavich *et al.* (2003).

Los artículos encontrados fueron separados en dos grupos, considerando si el estudio se basó en una especie en particular o si desarrolla alguna temática general de un grupo de especies. A su vez, las temáticas estudiadas para cada especie se clasificaron considerando las siguientes categorías: primeros reportes, estatus en el proceso de invasión, biología reproductiva, dinámica poblacional, análisis genéticos, estudios morfométricos, fisiología, fuente de introducción, asociación con comunidades de especies nativas y estudios de evaluación de impactos ecológicos o económicos. Además, se registró la distribución de las especies introducidas en las ecorregiones marinas de Venezuela (según Miloslavich *et al.* 2003) y se catalogó a cada especie según la etapa en la que se encuentra en el proceso de invasión, siguiendo la propuesta de Blackburn *et al.* (2011): (i) introducida, como aquella especie que se encuentra en un área en la que no ocurre naturalmente, debido a que fue transportada por actividades humanas más allá de los límites de su rango geográfico nativo; (ii) naturalizada, como aquella introducida que mantiene poblaciones autosustentables sin la intervención directa de los seres humanos; e (iii) invasora, como aquella especie que fue capaz de dispersarse y ocupar e incluso dominar otros hábitat naturales. Igualmente se cuantificó el número de estudios realizados por ecorregión marina del país y finalmente, se realizó una relación entre el número de artículos y el año de publicación de forma de evaluar tendencias temporales en la investigación de invasiones marinas.

## RESULTADOS

Se encontraron un total de 35 artículos publicados entre 1998 y 2018 (ver lista en Apéndice 1). Entre estos artículos sólo uno es indexado en Web of Science, dos en Scopus, y la gran

mayoría en revistas de universidades nacionales e institutos de investigación e indexadas principalmente en Scielo, Redalyc y Latindex. Gran parte de los reportes originales encontrados (excluyendo 9 trabajos de revisión y 2 estudios de colecciones en museo) fueron realizados en la costa oriente del país, principalmente en la ecorregión II (55 %, Fig. 2), por investigadores venezolanos, principalmente adscritos a la Universidad de Oriente (UDO) y al Instituto Oceanográfico de Venezuela. El resto de las investigaciones se realizaron en la costa del centro-occidente del país, principalmente en las ecorregiones IV, V y IX, por investigadores provenientes de la Fundación La Salle y la Universidad Simón Bolívar.

El 28,6 % (n= 10) de los artículos encontrados correspondió a trabajos que abordaron alguna temática general de especies invasoras, correspondiendo el 90 % (n= 9) de ellos, artículos de revisión u opinión acerca de diferentes temáticas que son resumidas en la Tabla 1. Entre éstas es importante destacar la única y más reciente síntesis de información sobre el listado de especies marinas introducidas para las costas de Venezuela (i.e. Pérez *et al.* 2007). Por su parte, el 71,4 % (n= 25) de los artículos evaluados estuvo enfocado en el estudio de temáticas particulares para cada especie. La mayoría de los trabajos correspondieron a primeros reportes, seguido de estudios para la categorización del estatus de invasión (principalmente mediante estudios de abundancia y distribución de la especie), estudios de la biología reproductiva y dinámica poblacional, y en menor proporción temáticas de fisiología, genética, morfometría, origen de introducción e impacto ecológico o económico (Fig. 3).

Del total de trabajos revisados, 11 especies exóticas de diferentes grupos taxonómicos han sido estudiadas (Tabla 2), la mayoría categorizadas en esta investigación como especies invasoras y un menor número introducidas (n= 3) o naturalizadas (n= 2). El 72 % (n=8) de estas especies han sido

**TABLA 1.** Número de artículos de revisión u opinión para cada temática que ha sido abordada en Venezuela / Number of review or opinion papers for each topic addressed in Venezuela.

Temática abordada en la revisión u opinión	Nº de artículos	Autores
Vectores específicos de introducción de especies	3	Rodríguez & Suárez 2001, Pérez <i>et al.</i> 2003, Salazar <i>et al.</i> 2008
Mecanismos que favorecen la invasión	3	Pérez <i>et al.</i> 2006, Pérez <i>et al.</i> 2012, Pérez <i>et al.</i> 2015
Síntesis de información del listado de especies marinas introducidas para las costas de Venezuela	1	Pérez <i>et al.</i> 2007
Síntesis de información del listado de crustáceos decápodos reportados como introducidos para el Caribe	1	Lira & Vera 2016
Síntesis de información sobre las consecuencias de la introducción de algas marinas	1	Lemus 1999

reportadas en tan solo una ecorregión, con la ecorregión II mostrando el mayor número de especies exóticas (n=6, Tabla 2). Las especies que poseen el mayor número de estudios y temáticas abordadas son *Perna viride* (Linné 1758) con 6 artículos y 9 temáticas, y *Pterois volitans* (Linnaeus 1758) y *Charybdis helleri* (A. Milne-Edwards, 1867) con 4 artículos y 4 temáticas, respectivamente (Fig. 4). Sin embargo, para la mayoría de las especies solo se ha publicado un artículo y

abordado una sola temática, encontrándose solo 5 especies con más de 2 artículos publicados y siendo la mayoría de los estudios primeros reportes de introducción.

Por último, en la Figura 5 se evidencia que ha ocurrido una disminución de hasta un 50 % en el número de artículos publicados en los últimos 10 años. Tendencia negativa que se ha mantenido hasta la fecha encontrándose solo 7 estudios publicados desde el 2015 a la fecha.

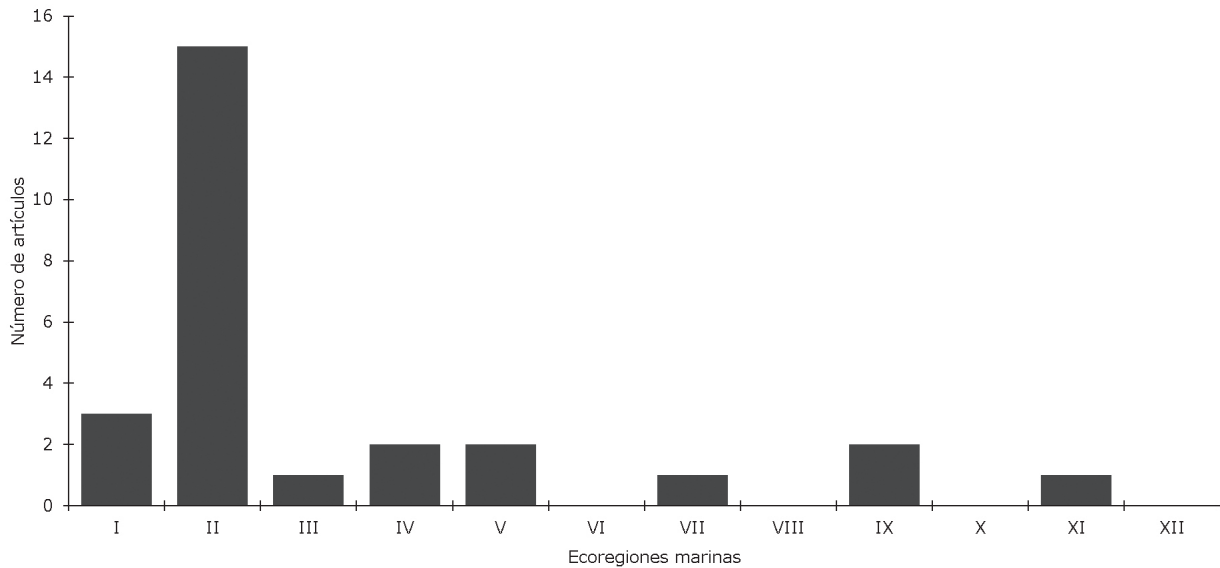


FIGURA 2. Número de artículos por cada ecorregión marina de Venezuela. / Number of papers for each marine ecoregion of Venezuela.

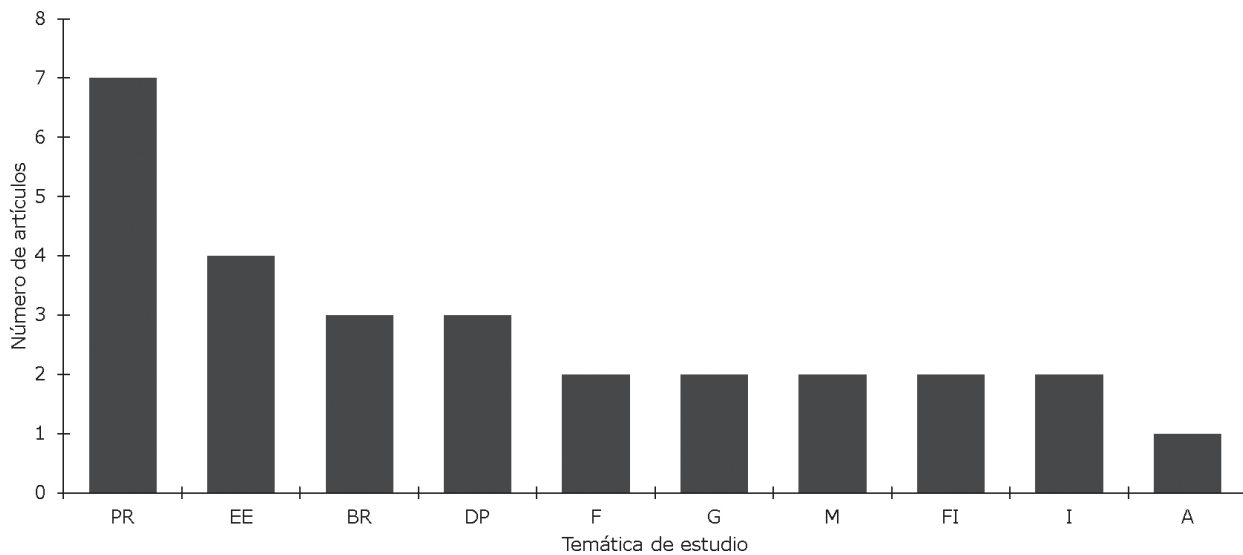


FIGURA 3. Número de artículos por cada temática desarrollada en la costa de Venezuela. PR: primeros reportes, EE: estatus de la especie; BR: biología reproductiva, DP: dinámica poblacional, F: fisiología, G. genética, M: morfometría, FI: fuente de introducción, I: impacto, A: asociación con especies nativas. / Number of papers for each topic developed in the Coast of Venezuela. PR: first reports, EE: status of the species; BR: reproductive biology, DP: population dynamics, F: physiology, G. genetic, M: morphometry, FI: source of introduction, I: impact, A: association with native species.

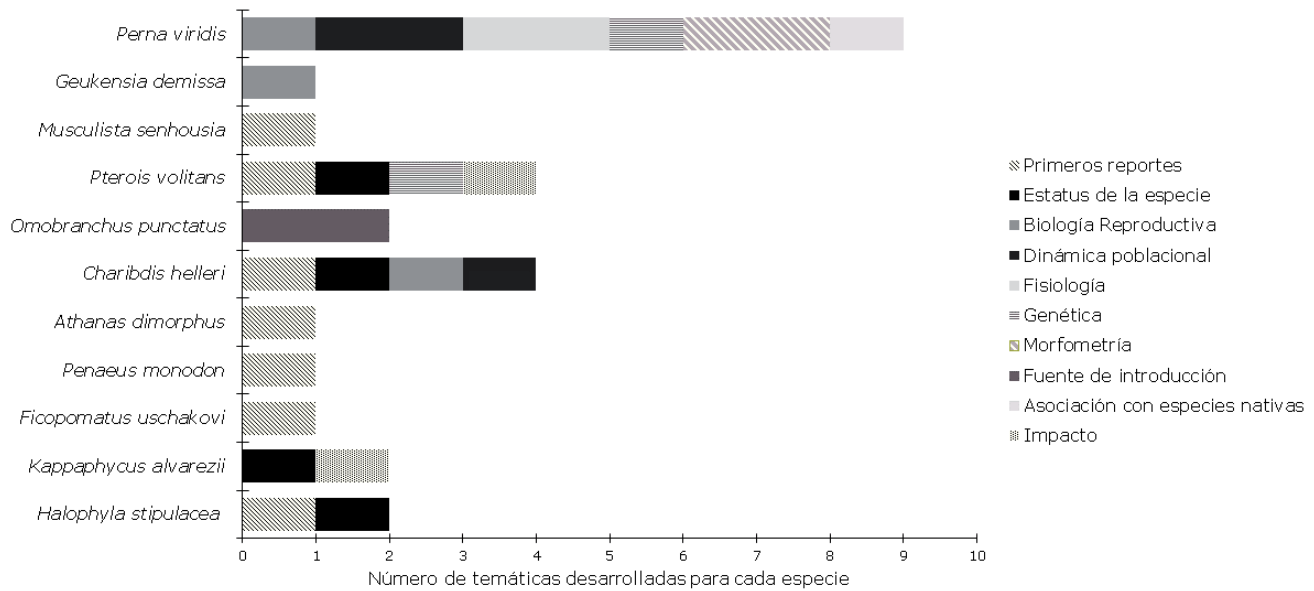


FIGURA 4. Número de trabajos y temáticas desarrolladas para cada una de las especies exóticas que han sido estudiadas en la costa Venezolana. / Number of papers and topics developed for each exotic species studied on the Venezuelan coast.

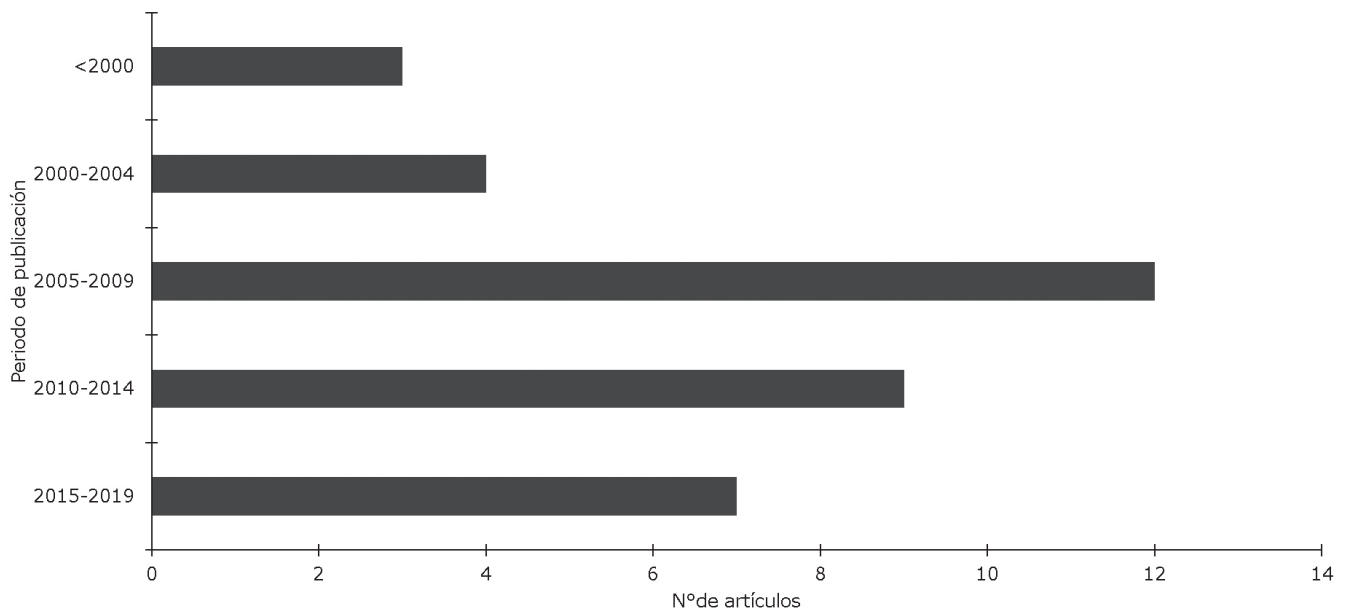


FIGURA 5. Tendencia temporal en el número de artículos en invasiones según el período de publicación, observándose una disminución progresiva en los últimos años. La cifra de estudios mostrados como publicados antes del año 2000 se encuentra subestimada debido a que varios artículos (Apéndice 2) que fueron publicados antes de esta fecha fueron publicadas solo en formato físico, no se lograron obtener y por tanto no fueron considerados para este estudio. / Temporary trend in the number of articles in invasions according to the period of publication, showing a progressive decrease in recent years. The number of studies published before the year 2000 is underestimate because several articles (Appendix 2) published before this date were published only in physical format, were not obtained and therefore were not considered for this study.

TABLA 2. Lista de especies exóticas que han sido estudiadas en Venezuela con información sobre su posible estatus. / List of exotic species studied in Venezuela with information on their possible status.

Phylum/Clase	Nombre especie	Estatus	Ubicación (Ecorregión)
Rhodophyta	<i>Kappaphycus alvarezii</i>	Introducida	II
Tracheophyta	<i>Halophila stipulacea</i>	Invasora	IV, V
Bivalvia	<i>Perna viridis</i>	Invasora	II
	<i>Musculista senhousia</i>	Introducida	I
	<i>Geukensia demissa</i>	Invasora	IX
Malacostraca	<i>Penaeus monodon</i>	Naturalizada	II
	<i>Charybdis helleri</i>	Invasora	II
	<i>Athanas dimorphus</i>	Naturalizada	II
Actinopterygii	<i>Omobranchus punctatus</i>	Invasora	I, IX
	<i>Pterois volitans</i>	Invasora	II, III, IV, V, XI
Polychaeta	<i>Ficopomatus uschakovi</i>	Introducida	I

## DISCUSIÓN

El número de investigaciones realizadas en Venezuela enfocadas en invasiones biológicas marinas es mucho menor a la reportada por Schwindt & Bortolus (2017) para ambientes marinos en Brasil (175), Argentina (124) y Chile (45) desde el 2004 hasta el 2014, y por lo reportado por Villaseñor-Parada *et al.* (2017) para Chile desde 1998 hasta 2014 (71 artículos WOS). Este número de publicaciones es escaso si consideramos que Venezuela cuenta con una amplia superficie marino-costera y con una histórica actividad turística y de transporte marítimo que aumenta el riesgo de introducción de especies exóticas. Según este estudio son pocos los institutos con investigadores que desarrollan esta línea de investigación; de hecho, son pocas las universidades dedicadas al estudio de las ciencias marinas. La UDO es una de las universidades más importantes de Venezuela, la principal institución universitaria autónoma dedicada a la docencia e investigación del noreste del país, y la única institución donde se dicta la carrera de pregrado de Biología Marina y postgrados en ciencias marinas (UDO 2019)<sup>1</sup>. Igualmente, junto con la Universidad la Fundación La Salle de Ciencias Naturales son los centros de investigación más grandes en el país en el área de medio ambiente (Miloslavich *et al.* 2003), y por tanto donde era de esperarse encontrar el mayor número de investigaciones adscritas en el área. El número de publicaciones de la UDO podría estar relacionado con el mayor número de trabajos realizados en la ecorregión II (dada la ubicación de la universidad en la ecorregión), y por

tanto con la mayoría de los reportes de especies introducidas en la misma, posiblemente ligado al esfuerzo de investigación y al ser esta ecorregión zona crítica para la introducción de especies por tráfico marítimo y actividades de acuicultura.

En Venezuela la más reciente revisión de especies exóticas y criptogénicas fue realizada por Pérez y colaboradores en el 2007 reportando 22 especies exóticas y 67 criptogénicas. Al comparar esta lista con los resultados encontrados en este estudio, podemos evidenciar que el número de especies estudiadas y/o validadas es bastante menor al reportado, aun cuando nuestra revisión incorpora 5 recientes reportes de especies introducidas: la planta marina *Halophila stipulacea* (Forsskål) (Vera *et al.* 2014), el bivalvo *Geukensia demissa* (Dillwy1817) (Báez *et al.* 2005), el pez león *Pterois volitans* (Linnaeus 1758) (Lasso-Alcalá *et al.* 2010), el poliqueto *Ficopomatus uschakovi* (Pillai 1960) (Liñero & Díaz 2012) y el camarón *Athanas dimorphus* (Ortmann 1894) (Lira & Vera 2016). Tal como se observa en la Tabla 3, muchas de estas especies reportadas no cuentan con estudios bajo el enfoque de invasiones biológicas. Cinco de estas especies no han sido oficialmente reportadas como introducidas, y su presencia en las costas venezolanas solo se conoce a través de comunicaciones personales o por la mención de la especie en artículos de revisión. Además, en seis de las especies existe incertidumbre en la categorización asignada (exótica, criptogénica o nativa) ya que para algunas no se conoce si la presencia en el área se debe a una ampliación del rango o a una introducción por acción humana. Para cuatro especies señaladas como exóticas no se logró acceder a los artículos originales (principalmente antes del año 2000), los cuales se encuentran citados en la web por otros investigadores como reportes oficiales de estas especies.

<sup>1</sup> UDO-Universidad de Oriente. 2019.(<http://www.udo.edu.ve/>)

**TABLA 3.** Lista de especies que han sido catalogadas como exóticas en Venezuela pero que no cuentan con estudios bajo el enfoque de invasiones biológicas. / List of exotic cataloged species in Venezuela but not studied under the biological invasion approach.

Phylum/Clase	Nombre especie	Artículo de referencia	Información extraída y comentarios
Chlorophyta	<i>Ulva reticulata</i> (Forsskal)	Lemus 1999, Ojasti 2001, Pérez <i>et al.</i> 2007	Se señala que la especie fue reportada por primera vez por Lemus & Balza (1995) (artículo no encontrado) y que se ha ido expandiendo por toda la costa venezolana. Se afirma que está afectando a las comunidades asociadas a las raíces de manglares, así como a las playas turísticas. Los autores la catalogan como especie introducida de manera accidental.
Rhodophyta	<i>Eucheuma denticulatum</i> (Burman) Collins & Hervey 1917	Lemus 1999, Ojasti 2001, Pérez <i>et al.</i> 2007	Se señala que fue introducida por la empresa BIOTECMAR con fines de cultivo en el año 1996. La introducción fue reportada por Rincones & Rubio (1999), sin embargo, el artículo no fue encontrado en la web. Pérez <i>et al.</i> (2007) indican que el cultivo del alga fue abandonado y no se han encontrado ejemplares en el medio.
Bivalvia	<i>Perna perna</i> (Linnaeus 1758)	Pérez <i>et al.</i> 2007	No existe un reporte oficial de la especie. El autor menciona que se le considera nativa de las costas atlánticas de Sur África, que arribó a las costas uruguayas y brasileñas, y posiblemente se ha expandido hasta Venezuela. Sin embargo, Ojasti (2001) señala a la especie como nativa de Venezuela. Existe incerteza en la categorización de la especie como introducida.
	<i>Rangia mendica</i> (Gold 1851)	Pérez <i>et al.</i> 2007	No existe un reporte oficial de la especie. El autor señala que es una especie exótica reportada por R. Campos como comunicación personal e indica que posiblemente fue introducida por medio de agua de lastre. Existe incerteza en la categorización de la especie como introducida.
Malacostraca	<i>Penaeus monodon</i> (Fabricius 1798)	Ojasti 2001, Rodríguez & Suárez 2001, Pérez <i>et al.</i> 2007	No existe un reporte oficial de la especie. Se señala que la especie es nativa del Indo-Pacífico y fue introducida con fines comerciales en 1984. Pérez <i>et al.</i> (2007) indica que es reportada por Agudo & Saygh como comunicación personal y que existen poblaciones naturales en el golfo de Paria y costas del estado Anzoátegui.
	<i>Litopenaeus stylirostris</i> (Stimpsom 1871)	Ojasti 2001, Rodríguez & Suárez 2001, Pérez <i>et al.</i> 2007	No existe un reporte oficial de las especies. Se señala que son nativas del Pacífico Occidental y fueron introducidas con fines comerciales en 1984. Según Pérez <i>et al.</i> (2007) es reportada por Alió como comunicación personal e indica que posiblemente existan poblaciones naturales en el estado Anzoátegui.
	<i>Litopenaeus vannamei</i> (Boone 1931)		
Maxillopoda	<i>Balanus amphitrite</i> (Darwin 1854)	Pérez <i>et al.</i> 2007	El autor señala que la especie es nativa del Océano Índico y Pacífico posiblemente transportada en cascos de embarcaciones. Se hace referencia a dos artículos (Galán 1976, Granadillo & Uroza 1984) los cuales no fueron encontrados en la web.
	<i>Balanus trigonus</i> (Darwin, 1854)	Pérez <i>et al.</i> 2007	El autor señala que la especie es nativa del Océano Indo-Pacífico y que fue introducida por barcos al Atlántico a finales de 1860. Se hace referencia al artículo de Granadillo & Uroza (1984) el cual no fue encontrado en la web. Igualmente Zullo (1992) menciona que Pilsbry (1916) la reportó por primera vez para Venezuela y Brasil; sin embargo el artículo no fue encontrado.



Ascidiacea	<i>Styela clava</i> (Herdman, 1881)	Montes & Prieto 2005, Pérez <i>et al.</i> 2007	Montes & Prieto (2005) reportan por primera vez a la especie en Venezuela. Sin embargo, los autores no la reportan como especie introducida e indican que constituye un nuevo registro para Venezuela, con lo cual se aumenta el área de distribución a nivel mundial de la especie. Por su parte Pérez <i>et al.</i> (2007) mencionan que la especie es nativa de la costa asiática del océano Pacífico y que fue introducida a través de los cascos de los barcos y agua de lastre.
Osteichthyes	<i>Schedophilus pemarko</i> (Poll, 1959)	Cervigón 1994, 2005, Pérez <i>et al.</i> 2007	Cervigón (1994) menciona que la especie es nativa del Atlántico Oriental y reporta la colecta de 4 individuos en las costas de Venezuela. El autor no la reporta como especie introducida indicando que supone a la “especie no aclimatada en las costas de América” llegando posiblemente arrastrados por las corrientes en su fase larvaria o juvenil. Sin embargo, Pérez <i>et al.</i> (2007) señalan a la especie como exótica. Existe incerteza en la categorización de la especie como introducida.
	<i>Erythrocles monodi</i> (Poll & Cadenat 1954)	Cervigón 1994; 2005, Pérez <i>et al.</i> 2007	Cervigón (2005) menciona que la especie es nativa del Atlántico Oriental y que existen dos registros de la especie en el litoral central de Venezuela descritos en Cervigón 1994. Pérez <i>et al.</i> (2007) señalan a la especie como exótica y mencionan que las poblaciones están establecidas. Cabe destacar que varios especímenes de la especie habían sido reportados en el Caribe desde 1964 (Heemstra,1972), pero no se hace mención de la introducción de la especie. Existe incerteza en la categorización de la especie como introducida.
	<i>Butis koilomatodon</i> (Bleeker 1849)	Lasso <i>et al.</i> 2005a, Pérez <i>et al.</i> 2007	Especie nativa del océano Indo-Pacífico. Lasso <i>et al.</i> (2005a) reporta a la especie por primera vez en Venezuela y el Atlántico Central Occidental; sin embargo, el autor no la reporta como especie introducida. Pérez <i>et al.</i> (2007) la considera especie exótica
	<i>Gobiosoma bosc</i> (Lacepède 1800)	Lasso <i>et al.</i> 2005b, Pérez <i>et al.</i> 2007	Especie nativa de Norteamérica. Lasso <i>et al.</i> (2005b) reportan a la especie por primera vez en Venezuela y la costa norte de América. Se reporta la presencia de dos especímenes en el delta del Orinoco. Sin embargo, en el documento no se reporta a la especie como introducida. Pérez <i>et al.</i> (2007) la considera especie exótica. Existe incerteza en la categorización de la especie como introducida.
Chondrichthyes	<i>Dalatis licha</i> (Bonnaterre 1788)	Tagliafico <i>et al.</i> 2007, Pérez <i>et al.</i> 2007	Especie de amplia distribución. Tagliafico <i>et al.</i> (2007) reporta la presencia de la especie en Venezuela por la captura de un ejemplar en la Isla de Margarita. Pérez <i>et al.</i> (2007) cataloga a la especie como exótica; sin embargo existe incerteza en la categorización de la especie como introducida.

Lo anteriormente descrito, y el alto número de especies categorizadas como exóticas de las que solo se conoce el reporte de su introducción, pone en evidencia una notable falta de información para identificar correctamente su estatus basándose en los criterios de categorización descritos en otras partes del mundo (e.g. Chapman & Carlton 1991, Cranfield *et al.* 1998). Aunque el bajo número de estudios sobre invasiones marinas en Venezuela pudiera reflejar una subestimación del número real de especies exóticas, principalmente en las

ecorregiones IV, V y IX que presentan alto tráfico marítimo, la falta de información base con la que se ha categorizado a las especies como exóticas, parece más bien indicar que este número podría estar sobreestimado. Carlton (2009) menciona que, aunque se tiende más a clasificar erróneamente las especies introducidas como nativas, existen muchos casos en los cuales se ha sobreestimado el número de especies exóticas por reportar erróneamente una especie nativa como introducida (e.g. Galil *et al.* 2002, Villaseñor-Parada 2017).

Pérez *et al.* (2007) indican que las principales limitaciones para el estudio de las especies introducidas en Venezuela son la falta de información y caracteres taxonómicos confiables, y líneas bases, lo que se relacionaría con la gran cantidad de especies catalogadas como criptogénicas (falta de información para catalogar a una especie como nativa o no-nativa). De esta forma, se hace urgente la realización de estudios que pueden integrar la taxonomía tradicional con herramientas genéticas que permitan corroborar la clasificación de estas especies exóticas y poder dar un número más certero para la costa venezolana.

A su vez y en concordancia con lo anterior, en esta investigación se pudo evidenciar que existe una carencia de estudios en diversas temáticas que claramente son importantes para poder tomar las medidas necesarias en prevención, mitigación y/o control de las especies exóticas. A modo de ejemplo, para muchas especies no se tiene certeza de su etapa en el proceso de invasión, por lo que es importante considerar que probablemente algunas tengan otro estatus del que fue asignado en este estudio. Solo dos estudios mostraron una aproximación genética, a pesar de su potencialidad para estudiar cada una de las etapas de la dinámica de invasión que consta desde la identificación de la especie (código de barra de ADN) hasta aspectos históricos (lugar de origen, vectores de introducción, etc.; Viard & Contet 2016).

Son pocas las especies exóticas que cuentan con una amplia información. La especie con el mayor número de estudios y temáticas abordadas corresponde al bivalvo *Perna viridis*, especie nativa de la región del Indo-Pacífico que fue introducida en Venezuela con fines de acuicultura, y que desde 1995 ha colonizado exitosamente la costa oriental del país. En Venezuela son numerosos los trabajos acerca de esta especie, sin embargo, la mayoría enfocados al conocimiento de sus características biológicas de interés comercial, existiendo pocos estudios ecológicos que reflejen su potencial impacto (Segnini *et al.* 1998, Segnini 2003, Malavé & Prieto 2005, Villafranca & Jiménez 2006, Pérez *et al.* 2007, Prieto *et al.* 2009); no hay reportes empíricos del impacto generado en las comunidades invadidas, especialmente sobre bivalvos nativos como *Perna perna* (Linné 1758). Por su parte, el reciente pez invasor *Pterois volitans* es la segunda especie más estudiada. El también conocido como pez león, es nativo del océano Indo-Pacífico y fue reportado por primera vez en Florida en 1986 dispersándose por la costa Atlántica de los EEUU y el Mar Caribe, y registrándose en Venezuela el año 2000 (Lasso-Alcalá & Posada 2010). En el año 2013 esta especie ya presentaba poblaciones bien establecidas de hasta 116 individuos\*ha<sup>-1</sup> en algunos arrecifes coralinos (Figuerola 2013), y para el 2014 se encontraba presente en toda la costa venezolana (Agudo & Salas 2014). Aun cuando para el año 2015 no se encontró

ningún efecto sobre el ensamble de peces arrecifales (Elise *et al.* 2015), la alta eficiencia de esta especie como depredador hace que su presencia represente un posible impacto para muchas especies nativas (Albins & Lyons 2012).

A diferencia de lo reportado por otras revisiones acerca de la tendencia temporal positiva en las investigaciones en invasiones marinas a nivel global (Puth & Post 2005, Canning-Clode 2015, Villaseñor-Parada 2017), en Venezuela se observa un patrón opuesto. Una de las razones que podría aducirse para explicar esta tendencia negativa es la situación sociopolítica del país y el limitado financiamiento dirigido a la investigación científica (Bifano & Bonalde 2017). La disminución en el presupuesto dedicado a las universidades, así como el elevado número de profesores y/o investigadores de las diferentes universidades e institutos que ha emigrado o abandonado sus labores de investigación (De la Vega & Vargas 2014, Requena & Caputo 2016, Bifano & Bonalde 2017), podrían explicar el descenso en el número de publicaciones científicas en esta particular temática. De hecho, este descenso en los últimos 10 años se ha registrado en las investigaciones a nivel general en Venezuela (RICYT 2018, Ramírez y Salcedo 2016, De la Vega *et al.* 2019).

Es importante mencionar que Venezuela firmó y ratificó el convenio de Diversidad Biológica, el cual establece determinados lineamientos para la prevención de nuevas introducciones y mitigación de impactos de especies introducidas, y los cuales se deben cumplir para el 2020 como lo establece la Meta 9 de Aichi (Convenio sobre la Diversidad Biológica 2011). Igualmente, a nivel nacional, la introducción, establecimiento e invasión de especies exóticas fue categorizada dentro de las cuatro grandes causas que inciden directamente sobre la pérdida de la diversidad biológica y por tanto se han establecido un conjunto de acciones que incluyen la investigación, prevención, control y erradicación de especies exóticas (MPPEA 2015). Sin embargo, no existe evidencia de la implementación de estas acciones, aun cuando se han reportado posibles impactos de especies exóticas en las comunidades nativas del país. En el 2007 se reportó el efecto de la especie introducida *K. alvarezii* en el blanqueamiento del coral nativo *Millepora alcicornis* en la ecorregión II del oriente del país (Barrios *et al.* 2007), y hasta la fecha no se ha realizado seguimiento del estado de su invasión. A su vez en el 2014 la especie *Pterois volitans* había invadido casi todos los arrecifes de la costa venezolana, y solo se han reportado algunas jornadas de extracción como medidas de control de densidades en la ecorregión IV (CESUSIBIO 2013), sin ningún tipo de plan de manejo y control formal. Por otra parte, a pesar que la detección temprana de las especies exóticas es clave para prevenir, mitigar o erradicarlas, y que el transporte marítimo es uno de los principales vectores de introducción,

sólo se registró un estudio enfocado en el monitoreo de agua de lastre de buques comerciales (Hernández *et al.* 2018). Además, no existen trabajos que evalúen la presencia de especies exóticas en los principales puertos del país (hábitats considerados como los más invadidos en el mundo; Bax *et al.* 2003). Todo esto refleja la carencia de estudios o monitoreos en Venezuela que permitan: (1) detectar de forma temprana posibles especies que puedan estar siendo introducidas principalmente en la ecorregión IV, V y IX que son zonas críticas para la introducción de especies; (2) realizar seguimiento de las especies reportadas como introducidas o naturalizadas, principalmente en las ecorregiones I y II, y mitigar los posibles efectos que puedan tener en las comunidades nativas.

En resumen, el conocimiento actual sobre invasiones biológicas en Venezuela es insuficiente. Existe una notable carencia de información disponible acerca de las especies exóticas del país donde solo 11 especies de las 94 reportadas como exóticas y criptogénicas han sido estudiadas, y donde la mayoría de las temáticas abordadas corresponden a primeros reportes de introducción de la especie. De la misma forma, son escasos los estudios que evalúan las interacciones de estas especies con las comunidades nativas y los impactos que éstas pueden causar en los ecosistemas invadidos. Contrario a lo observado a nivel global, el número de investigaciones publicadas en los últimos años muestra una tendencia negativa, con escaso número de trabajos en los últimos cinco años. Este patrón podría estar relacionado con la situación sociopolítica del país y con el limitado financiamiento dirigido a investigaciones científicas. Es notable la necesidad de generar nuevo conocimiento a fin de poder medir, prevenir y/o controlar los impactos que estas especies puedan generar a los ecosistemas. Es necesario implementar planes de monitoreo en los hábitats más susceptibles a nuevas introducciones, así como en los principales vectores de introducción a nivel mundial como son el agua de lastre y la fauna incrustante de cascos de barcos. Se debe incorporar al estudio de las bioinvasiones en Venezuela, herramientas genéticas que permitan la identificación de especies exóticas, así como pesquisar su origen y propagación. Se considera de emergencia la toma de medidas que incluyan priorización en la investigación en materia de medio ambiente, de forma de determinar las estrategias más eficaces para de evitar o reducir las consecuencias multidimensionales que pueden traer las especies invasoras a los ecosistemas del país.

#### AGRADECIMIENTOS

NF agradezco al Programa de Magíster en Ecología Marina y a la Dirección de Postgrado de la Universidad Católica de

la Santísima Concepción, por su apoyo económico en forma de becas que permitieron desarrollar la investigación. AB agradece financiamiento de FONDECYT 1170598.

#### REFERENCIAS

- Agudo, E., Klein-Salas, E. 2014. Abundancia, estructura de tamaños y distribución espacial a lo largo de la costa venezolana del pez león (*Pterois volitans*, Pteroinae: Scorpaenidae). *Revista de Biología Tropical* 62: 401-407.
- Albins, M.A., Lyons, P.J. 2012. Invasive red lionfish *Pterois volitans* blow directed jets of water at prey fish. *Marine Ecology Progress Series* 448: 1-5.
- Báez, M., Severeyn, H. 2005. Reproductive cycle of *Geukensia demissa* (Bivalvia: Mytilidae) on a beach at Nazaret, El Moján, Zulia State, Venezuela. *Ciencias Marinas* 31(1A): 111-118.
- Bax, N., Carlton, J. T., Mathews-Amos, A., Haedrich, R. L., Howarth, F. G., Purcell, J. E., Rieser, A., Gray, A. 2008. The Control of Biological Invasions in the World's Oceans. *Conservation Biology* 15(5): 1234-1246.
- Bax, N., Williamson, A., Aguero, M., Gonzalez, E., Geeves, W. 2003. Marine invasive alien species: a threat to global biodiversity. *Marine Policy* 27: 313-323.
- Bifano, C., Bonalde, I. 2017. Planteamientos para una nueva visión de Ciencia, Tecnología y Educación Superior en Venezuela. Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales. Caracas. 585 pp.
- Blackburn, T.M., Pyšek, P., Bacher, S., Carlton, J.T., Duncan, R.P., Jarošík, V., Wilson J.R., Richardson, D.M. 2011. A proposed unified framework for biological invasions. *Trends in Ecology & Evolution* 26(7): 333-339.
- Campos, V. 2017. Gestión marítima de Venezuela. Tesis de Magíster, Universidad Pontificia comillas ICAI-ICAIDE, Madrid, España.
- Canning-Clode, G. 2015. Biological invasions in changing ecosystems: vectors, ecological impacts, management and predictions, De Gruyter, Warsaw. 474 pp.
- Carlton, J.T. 2009. Deep invasion ecology and the assembly of communities in historical time. In: Rilov, G., Crooks, J.A. (Eds) *Biological invasions in marine ecosystems: ecological, management, and geographic perspectives*: 13-56. Springer-Verlag, Berlin.
- Cervigón, F. 1993. Los peces marinos de Venezuela. Vol. III. Segunda edición. Fundación Científica Los Roques, Caracas. 499 pp.
- Cervigón, F. 1994. Los peces marinos de Venezuela. Volumen 3. Fundación Científica Los Roques, Caracas. 295 pp.
- Cervigón, F. 2005. La ictiofauna marina de Venezuela:

- una aproximación ecológica. Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela 44: 3-28.
- CESUSIBIO. 2013. 3ra competencia de pesca de Pez León en Venezuela, Venezuela. URL: <https://www.sportalsub.net/blog/2013/07/04/3ra-competencia-de-pesca-de-pe-leon-en-venezuela/>. Accedido: Agosto 25, 2019.
- Chapman, J.W., Carlton, J.T. 1991. A test of criteria for introduced species: the global invasion by the isopod *Synidotea laevidorsalis* (Miers, 1881). *Journal of crustacean biology* 11(3): 386-400.
- Convenio sobre la Diversidad Biológica. (2011). Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 y las Metas de Aichi. Montreal, Canadá URL: <http://repositorio.geotech.cu/jspui/handle/1234/1307>. Accedido: Octubre 30, 2019.
- Cranfield, H.J. 1998. Adventive marine species in New Zealand. NIWA Technical Report 34:1-48.
- De la Vega, I., Puente, J.M., Sanchez, R. 2019. The Collapse of Venezuela vs. The Sustainable Development of Selected South American Countries. *Sustainability* 11(12): 3406.
- De la Vega, I., Vargas, C. 2014. Emigración intelectual y general en Venezuela: Una mirada desde dos fuentes de información. *Revista Electrónica Latinoamericana de Estudios Sociales, Históricas y Culturales de la Ciencia y la Tecnología* 1: 66-92.
- Elise, S., Urbina-Barreto, I., Boadas-Gil, H., Galindo-Vivas, M., Kulbicki, M. 2015. No detectable effect of lionfish (*Pterois volitans* and *P. miles*) invasion on a healthy reef fish assemblage in Archipelago Los Roques National Park, Venezuela. *Marine Biology* 162(2): 319-330.
- FAO. 2016. Visión general del sector acuícola nacional, Venezuela. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura URL: [http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso\\_venezuela/es](http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_venezuela/es). Accedido: Abril 16, 2020.
- Figueroa, N. 2013. Estatus poblacional del pez león (*Pterois volitans*) en arrecifes coralinos, manglares y praderas de fanerógamas del Parque Nacional Morrocoy, Venezuela. Tesis de Pregrado, Facultad Experimental Ciencias y Tecnología, Universidad de Carabobo, Valencia.
- Galil, B.S., Zenetos, A. 2002. A sea change exotics in the Eastern Mediterranean Sea. En: Leppäkoski, E., Gollasch, S., Olenin, S. (Eds) *Invasive aquatic species of Europe. Distribution, impacts and management*: 352-336. Springer, Dordrecht.
- Giakoumi, S., Pey, A., Di Franco, A., Francour, P., Kizilkaya, Z., Arda, Y., Raybaud, V., Guidetti, P. 2018. Exploring the relationships between marine protected areas and invasive fish in the world's most invaded sea. *Ecological Applications* 29(1): e011809
- Hernández, N., Guerrero, R., Bracho, M., Morales, F., Navarrete, J., Castro, A. 2018. Zooplankton de aguas de lastre de buques que arriban al sistema de Maracaibo, Venezuela. *Acta Biológica Venezolana* 38(1): 1-14
- Katsanevakis, S., Wallentinus, I., Zenetos, A., Leppäkoski, E., Çinar, M.E., Öztürk, B., Grabowski, M., Golani, D., Cardoso, A.C. 2014. Impacts of invasive alien marine species on ecosystem services and biodiversity: a pan-European review. *Aquatic Invasions* 9: 391-423.
- Lasso-Alcalá, O., Posada, J. 2010. Presence of the invasive red lionfish, *Pterois volitans* (Linnaeus, 1758), on the coast of Venezuela, southeastern Caribbean Sea. *Aquatic Invasions* 5(1): 53-59.
- Leclerc, J.C., Viard, F., González Sepúlveda, E., Díaz, C., Neira Hinojosa, J., Pérez Araneda, K., Silva F., Brante A. 2018. Non-indigenous species contribute equally to biofouling communities in international vs local ports in the Biobío region, Chile. *Biofouling* 34(7): 784-799.
- Ledhesma, M., Duarte, P.L. 2016. Historia del turismo en Venezuela. Edición Kindle. 192 pp.
- LegisComex. 2010. Perfil logístico de Venezuela, inteligencia de mercados. Transporte marítimo. URL: <https://www.legiscomex.com/Documentos/present-perfil-logistico-venezuela-2010>. Accedido: Abril 16, 2020.
- Lemus. 1999. Macroalgas exóticas y su presencia en mares venezolanos. *Acta Científica Venezolana* 50: 134-137.
- Lira, C., Vera-Caripe, J. 2016. Alien marine decapod crustaceans in the Caribbean: a review with first record of *Athanas dimorphus* ortmann, 1894 (Caridea: Alpheidae). *Acta Biologica Venezolana* 36(1): 1-17.
- Lockwood, J.L., Hoopes, M.F., Marchetti, M.P. 2007. *Invasion Ecology*. Blackwell Publishers, Malden. 304 pp.
- MARN. 2000. Primer informe de Venezuela sobre Diversidad Biológica. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales. Oficina Nacional de Diversidad Biológica, Fondo para el Medio Ambiente Mundial y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) Caracas. 227 pp.
- Malavé, C., Prieto, A. 2005. Producción de biomasa en el mejillón verde en una localidad de la Península de Araya. *Interciencia* 30: 699-705.
- Mayora, H.J. 2014. Importancia de la logística portuaria y resultados de la centralización del sistema de puertos venezolanos universidad simón bolívar *Revista Venezolana de Análisis de Coyuntura* 20(1): 247-269
- McGeoch, M.A., Butchart, H.M., Spear, D., Marais, E., Kleynhans, E.J., Symes, A., Chanson, J., Hoffmann, M. 2010. Global indicators of biological invasion: species numbers, biodiversity impact and policy responses. *Diversity and Distributions* 16: 95-108.
- Mead, A., Carlton, J.T., Griffiths, C.L., Rius, M. 2011. Revealing the scale of marine bioinvasions in developing regions: A

- South African re-assessment. *Biological Invasions* 13(9): 1991-2008.
- Miloslavich, P., Klein, E., Yerena, E., Martin, A. 2003. Marine biodiversity in Venezuela: Status and perspectives. *Gayana* 67(2): 275-301.
- Molnar, J.L., Gamboa, R.L., Revenga, C., Spalding, M.D. 2008. Assessing the global threat of invasive species to marine biodiversity. *Frontiers in Ecology and the Environment* 6(9): 485-492.
- Montes, A. Prieto, A. 2005. Primer registro para Venezuela y aspectos morfológicos de la ascidia solitaria *Styela barnharti* Ritter & Forsyth, 1917. (Tunicata: Stolidobranchia). *Saber* 17: 81-83.
- MPPEA. 2015. Quinto informe nacional de diversidad biológica de la República Bolivariana de Venezuela. Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo y Aguas, Dirección General de Diversidad Biológica, Caracas. 77 pp.
- Ojastí, J. 2001. Estudio sobre el estado actual de las especies exóticas. Comunidad Andina Banco Interamericano de Desarrollo, Caracas. 220 pp.
- Pérez, J., Alfonsi, C., Nirchio, M., Muñoz, C., Gómez, A. 2003. The introduction of exotic species in aquaculture: A solution or part of the problem? *Interciencia* 28(4): 234-238.
- Pérez, J.E., Alfonsi, C., Nirchio, M., Barrios, J. 2006. The inbreeding paradox in invasive species. *Interciencia* 31(7): 544-546.
- Pérez, J., Alfonsi, C., Salazar, S., Macsotay, O., Barrios J., Martínez, R. 2007. Especies marinas exóticas y criptogénicas en las costas de Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela* 46(1): 79-96.
- Pérez, J.E., Alfonsi, C., Ramos, C., Gómez, J.A., Muñoz, C., Salazar, S.K. 2012. How some alien species become invasive. Some ecological, genetic and epigenetic basis for bioinvasions. *Interciencia* 37(3): 238-244.
- Pérez, J.E., Alfonsi, C., Salazar, S., Muñoz, C. 2015. Ecological, genetic and epigenetic basis for bioinvasions. *SABER, Revista Multidisciplinaria del Consejo de Investigación de La Universidad de Oriente* 27(2): 167-177.
- Prieto, A.S. 2009. Aspectos de la dinámica poblacional del mejillón verde *Perna viridis* (Linnaeus, 1758) en el Morro de Guarapo, Península de Araya, Venezuela. *Interciencia* 34(7): 202-208.
- Puth, L.M., Post, D.M. 2005. Studying invasion: have we missed the boat?. *Ecology Letters* 8: 715-721.
- Ramírez, T., Salcedo, A. 2016. Inversión y producción científica en Venezuela ¿Una relación inversamente proporcional? *Revista de Pedagogía* 37(101): 147-174.
- Requena, J., Caputo C. 2016. Pérdida de talento en Venezuela: Migración de sus investigadores. *Interciencia* 41(7): 798-804.
- RICT. 2018. Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Interamericana e Iberoamericana. URL: <http://www.ricyt.org/> Accedido: Agosto 28, 2019.
- Rodríguez-Altamiranda, R. 1999. Conservación de humedales en Venezuela: Inventario, diagnóstico ambiental y estrategia. Comité Venezolano de la UICN, Caracas. 110 pp.
- Rodríguez, G., Suárez, H. 2001. Anthropogenic dispersal of decapod Crustaceans in Aquatic Environments. *Interciencia* 26(7): 282-288.
- Salazar, S.K., Pérez, J.E., Alfonsi, C. 2008. Introducción y extracción de peces ornamentales y especies de invertebrados acuáticos en Venezuela. *Saber, Universidad de Oriente* 20(2): 139-148.
- Schwindt, E., Bortolu, A. 2017. Aquatic invasion biology research in South America: Geographic patterns, advances and perspectives. *Aquatic Ecosystem Health & Management* 20(4): 322-333.
- Segnini de Bravo, M.I., Chung, K.S., Pérez, J.E. 1998. Salinity and temperature tolerances of the green and brown mussels, *Perna viridis* and *Perna perna* (Bivalvia: Mytilidae). *Revista de Biología Tropical* 46(5): 121-125.
- Segnini de Bravo, M.I. 2003. Influence of salinity on the physiological conditions in mussels, *Perna perna* and *Perna viridis* (Bivalvia: Mytilidae) *Revista de Biología Tropical* 51(4): 153-158.
- Spalding, M.D., Fox, H.E., Allen, G.R., Davidson, N., Ferdaña, Z.A., Finlayson, M.A. X., Martin, K.D. 2007. Marine ecoregions of the world: a bioregionalization of coastal and shelf areas. *BioScience* 57(7): 573-583.
- Streftaris, N., Zenetos A. 2006. Alien marine species in the Mediterranean – the 100 ‘worst invasives’ and their impact. *Mediterranean Marine Science* 7: 87-118.
- Tagliafico, A., Rago, N., Ron, E. 2007. Primer reporte del tiburón *Dalatias licha* (Bonnaterre, 1788) (Elasmobranchii: Squaliformes: Dalatiidae) para Venezuela y el mar Caribe. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela* 46 (2): 113-117
- Viard, F., Comtet, T. 2016. Applications of DNA-based methods for the study of biological invasions En: Canning-Clode, J. (Ed) *Biological invasions in changing ecosystems: Vectors, ecological impacts, management and predictions*, 411-428 pp. De Gruyter Open, Berlin:
- Villaseñor-Parada, C., Pauchard, A., Macaya, E.C. 2017. Ecología de invasiones marinas en Chile continental: ¿Qué sabemos y que nos falta por saber? *Revista de biología Marina y Oceanografía* 52(1): 1-17.
- Zullo, V.A. 1992. *Balanus trigonus* Darwin (Cirripeida, Balanidae) in the Atlantic basin: An introduced species? *Bulletin of Marine Science* 50(1): 66-74.

APÉNDICE 1. Lista de los 35 artículos encontrados hasta la fecha y utilizados para la revisión. / List of the 35 articles found to date and used for review.

1. AGUDO, E., KLEIN SALAS, E. 2014. Abundancia, estructura de tamaños y distribución espacial a lo largo de la costa venezolana del pez león (*Pterois volitans*, Pteroinae: Scorpaenidae). *Revista de Biología Tropical* 62: 401-407.
2. ALTUVE, D. E., MARCANO, L.A., ALIÓ J.J., BLANCO-RAMBLA, J.P. 2008. Presencia del camarón tigre *Penaeus monodon* (Fabricius, 1798) en la costa del delta del río Orinoco y golfo de Paria, Venezuela. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales* 169: 83-91.
3. BÁEZ, M., GARCIA, Y., SEVEREYN, H. 2005. Reproductive cycle of *Geukensia demissa* (Bivalvia: Mytilidae) on a beach at Nazaret, El Moján, Zulia State, Venezuela. *Ciencias Marinas* 31(1A): 111-118.
4. BARRIOS, J.E. 2005. Dispersión del alga exótica *Kappaphycus alvarezii* (Gigartinales: Rhodophyta) en la región nororiental de Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela* 44: 29-34.
5. BARRIOS, J., BOLAÑOS, J., LÓPEZ, R. 2007. Blanqueamiento de arrecifes coralinos por la invasión de *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta) en Isla Cubagua, Estado Nueva Esparta, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela* 46: 147-152.
6. BIGATTI, G., MILOSLAVICH P., PENCHASZADEH, P. 2005. Sexual differentiation and size at first maturity of the invasive mussel *Perna viridis* (Linnaeus, 1758) (Mollusca: Mytilidae) at La Restinga Lagoon (Margarita Island, Venezuela). *American Malacological Bulletin*, 20: 65-69.
7. BOLAÑOS, J., HERNÁNDEZ, G. 1999. Presencia de la jaiba invasora *Charybdis helleri* (A. Milne-Edwards, 1867) (Crustacea: Decapoda: Portunidae) en aguas marinas del nororiente venezolano. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela* 38: 75-76.
8. BOLAÑOS, J.A., BAEZA, J.A., HERNANDEZ, J. E., LIRA, C., LÓPEZ, R. 2012. Population dynamics and reproductive output of the non-indigenous crab *Charybdis helleri* in the south-eastern Caribbean Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 92(3): 469-474.
9. ELISE, S., URBINA-BARRETO, I., BOADAS-GIL, H., GALINDO-VIVAS, M., KULBICKI, M. 2015. No detectable effect of lionfish (*Pterois volitans* and *P. miles*) invasion on a healthy reef fish assemblage in Archipelago Los Roques National Park, Venezuela. *Marine Biology* 162(2): 319-330.
10. GÓMEZ, M., CRESCINI, R., VILLALBA, W., MILLÁN, E. 2016. Estructura de tallas, crecimiento y mortalidad del mejillón verde *Perna viridis* (Linné, 1785) de la Laguna de la Restinga, Isla de Margarita, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela* 55 (1): 7-18.
11. HERNÁNDEZ, N., GUERRERO, R., BRACHO, M., MORALES, F., NAVARRETE, J., CASTRO A. 2018. Zooplankton de aguas de lastre de buques que arriban al sistema de Maracaibo, Venezuela. *Acta Biologica venezolana* 38(1): 1-14.
12. LASSO-ALCALA, O., LASSO, C.A. 2009. Especies Exóticas en el Mar Caribe: Introducción de *Omobranchus punctatus* (Valenciennes, 1836) (Perciformes, Blenniidae) en las Costas de Venezuela. *61st Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 391-395.
13. LASSO-ALCALÁ, O., POSADA, J. 2010. Presence of the invasive red lionfish, *Pterois volitans* (Linnaeus, 1758), on the coast of Venezuela, southeastern Caribbean Sea. *Aquatic Invasions* 5(1): 53-59.
14. LASSO-ALCALÁ, O., NUNES, J. L. S., LASSO, C., POSADA, J., ROBERTSON, R., PIORSKI, N. M., GONDOLO, G. 2011. Invasion of the Indo-Pacific blenny *Omobranchus punctatus* (Perciformes: Blenniidae) on the Atlantic Coast of Central and South America. *Neotropical Ichthyology* 9(3) 571-578.
15. LEMUS, A.J. 1999. Macroalgas exóticas y su presencia en mares venezolanos. *Acta Científica Venezolana* 50: 11-14.
16. LIÑERO-ARANA, I., DÍAZ-DÍAZ, Ó. 2012. Presencia del poliqueto exótico *Ficopomatus uschakovi* (Polychaeta: serpulidae) en Venezuela: descripción y comentarios sobre su distribución. *Interciencia* 37(3): 234-237.
17. LIRA, C., & VERA-CARIPE, J. 2016. Alien marine decapod crustaceans in the caribbean: a review with first record of *athanas dimorphus* ortmann, 1894 (Caridea: Alpheidae). *Acta Biológica Venezolana* 36(1): 1-17.
18. MARTÍNEZ-ESCARBASSIERE, R., CAPELO, J.C., GARCÍA, J.V., LASSO, C.A. 2004. Primer registro del mejillón dátil asiático, *Musculista senhousia* (Benson 1842) (Bivalvia-Mytilidae): especie introducida en Venezuela. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales* 159(160): 309-312.
19. MORÁN, R., ATENCIO, M.. 2006. *Charybdis hellerii* (Crustácea: Decápoda: Portunidae), especie invasora en la Península de Paraguaná, estado Falcón, Venezuela. *Multiciencias* 6(2): 203-209.
20. NIRCHIO, M., EHEMANN, N., SICCHA-RAMIREZ, R., RON, E., PÉREZ, J. E., ROSSI, A. R., OLIVEIRA, C. 2014. Karyotype of the invasive species *Pterois volitans* (Scorpaeniformes: Scorpaenidae) from Margarita Island, Venezuela. *Revista de Biología Tropical* 62(4): 1365-1373.
21. PÉREZ, J., ALFONSI, C., NIRCHIO, M., MUÑOZ, C., GÓMEZ A, J. 2003. The introduction of exotic species in aquaculture:

- A solution or part of the problem? *Interciencia* 28(4): 234-238.
22. PÉREZ, J. E., ALFONSI, C., NIRCHIO, M., BARRIOS, J. 2006. The inbreeding paradox in invasive species. *Interciencia* 31(7): 544-546.
  23. PÉREZ, J., ALFONSI, C., SALAZAR, S., MACSOTAY, O., BARRIOS, J., MARTÍNEZ, R. 2007. Especies marinas exóticas y criptogénicas en las costas de Venezuela. *Boletín del instituto Oceanográfico de Venezuela* 46 (1): 79-96.
  24. PÉREZ, J. E., ALFONSI, C., RAMOS, C., GÓMEZ, J. A., MUÑOZ, C., SALAZAR, S. K. 2012. How some alien species become invasive. Some ecological, genetic and epigenetic basis for bioinvasions. *Interciencia* 37(3): 238-244.
  25. PÉREZ, J.E., ALFONSI, C., SALAZAR, S., MUÑOZ, C. 2015. Ecological, Genetic and Epigenetic Basis for Bioinvasions. *SABER. Revista Multidisciplinaria Del Consejo de Investigación de La Universidad de Oriente* 27(2): 167-177.
  26. PRIETO, A.S. 2009. Aspectos de la dinámica poblacional del mejillón verde *Perna viridis* (Linnaeus, 1758) en el Morro de Guarapo, Península de Araya, Venezuela. *Interciencia* 34(7): 202-208.
  27. RODRÍGUEZ, G., SUÁREZ, H. 2001. Anthropogenic Dispersal of Decapod Crustaceans in Aquatic Environments. *Interciencia* 26(7): 282-288.
  28. RODRÍGUEZ-GUIA, A., RODRÍGUEZ, C., RODRÍGUEZ-QUINTAL, J. G. 2018. *Halophila stipulacea* (Hydrocharitaceae) in Laguna de Yapascua, San Esteban National Park, Carabobo, Venezuela. *Acta Botánica Venezuelica* 41(1): 109-121.
  29. SALAZAR, S.K., PÉREZ, J.E., ALFONSI, C. 2008. Introducción y extracción de peces ornamentales y especies de invertebrados acuáticos en Venezuela. *Saber Universidad de Oriente* 20(2): 139-148.
  30. SALAZAR, S., PÉREZ, J., ALFONSI, C., TROCCOLI, L. 2013. Estudio morfométrico de tres poblaciones del mejillón invasor *Perna viridis* (Linnaeus, 1758) en el Nor Oriente de Venezuela. *Scientia Panama* 23: 103-120.
  31. SALAZAR, S., PÉREZ, J., ALFONSI, C., TROCCOLI, L. 2016. Morfometría y variación genética del mejillón invasor *Perna viridis* en la costa Nor oriental de Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela* 55: 32-40.
  32. SEGNINI DE BRAVO, M.I, CHUNG, K.S., PÉREZ, J.E. 1998. Salinity and temperature tolerances of the green and brown mussels, *Perna viridis* and *Perna perna* (Bivalvia: Mytilidae). *Revista Biología Tropical* 46(5): 121-125.
  33. SEGNINI DE BRAVO, M.I. 2003. Influence of salinity on the physiological conditions in mussels, *Perna perna* and *Perna viridis* (Bivalvia: Mytilidae) *Revista Biología Tropical* 51(4): 153-158.
  34. VERA, B., COLLADO-VIDES, L., MORENO, C., VAN TUSSENBROEK, B. I. 2014. *Halophila stipulacea* (Hydrocharitaceae): A Recent Introduction to the Continental Waters of Venezuela. *Caribbean Journal of Science* 48(1): 66-70.
  35. VILAFRANCA S., JIMENEZ, M. 2006. Comunidad de moluscos asociados al mejillón verde *Perna viridis* (Mollusca: Bivalvia) y sus relaciones tróficas en la costa norte de la Península de Araya, Estado Sucre, Venezuela. *Instituto Revista Biología Tropical* 54 (3): 135-144.

APÉNDICE 2. Lista de artículos no encontrados y que por tanto no fueron incluidos en el análisis. / List of papers not found and therefore not included in the análisis.

1. Galán, A. 1976. Contribución al estudio de las incrustaciones biológicas de la laguna La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*. 5: 153-168.
2. Granadillo, L., Urosa, L. 1984. La familia Balanidae (Cirripedia, Thoracica) en el oriente de Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 23(1-2): 15-41.
3. Lemus, A., Balza, J. 1995). Composición estacional y biomasa de arribazones de macroalgas verdes en la península de Paraguaná, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico* 34(1-2): 87-93.
4. Rincones, R., Rubio, J. 1999. Introduction and commercial cultivation of the red alga *Eucheuma* in Venezuela for the production of phycocolloids. *World Aquaculture* 30(2): 58-63.
5. Romero, J., Ramírez, Y., López, M., Godoy, A., Severeyn, H. 1996. Distribución y abundancia de *Geukensia demissa* (Bivalvia: Mytilidae) en el manglar de La Rosita, Estado Zulia. *Acta Científica Venezolana* 47(1): 39.
6. Romero J, H., Severeyn, Y., Ramírez, R., Chávez M., López, M. 2002. *Geukensia demissa* (Dillwy, 1817) (Bivalvia: Mytilidae), nuevo género y especie de mejillón para Venezuela y el Caribe. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas* 36: 231-243.
7. Rylander, K., Pérez, J., Gómez, J. 1996. The distribution of the brown mussel *Perna perna* and the green mussel *Perna viridis* (Mollusca: Bivalvia: Mytilidae) in northeast Venezuela. *Caribbean Marine Studies* 5: 86-87.

Received: 30.11.2019

Accepted: 19.04.2020