



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
FACULTAD DE CIENCIAS
SISTEMÁTICA

**ZOOGEOGRAFÍA DE LOS CAMARONES DEL INFRAORDEN CARIDEA (CRUSTACEA:
DECAPODA) DE LAS AGUAS COSTERAS (0-50 m) DE LA REGIÓN DEL GRAN CARIBE**

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

PRESENTA:

JULIO ALBERTO DUARTE GUTIÉRREZ

TUTOR(A) PRINCIPAL DE TESIS: DR. FERNANDO NUNO DIAS MARQUES SIMÕES
FACULTAD DE CIENCIAS, UNAM

COMITÉ TUTOR: DR. FERNANDO ALVAREZ NOGUERA
INSTITUTO DE BIOLOGÍA, UNAM

DR. JOSÉ LUIS VILLALOBOS HIRIART
INSTITUTO DE BIOLOGÍA, UNAM

MÉXICO, CD. MX. MARZO, 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
FACULTAD DE CIENCIAS
SISTEMÁTICA

**ZOOGEOGRAFÍA DE LOS CAMARONES DEL INFRAORDEN CARIDEA (CRUSTACEA:
DECAPODA) DE LAS AGUAS COSTERAS (0-50 m) DE LA REGIÓN DEL GRAN CARIBE**

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

PRESENTA:

JULIO ALBERTO DUARTE GUTIÉRREZ

TUTOR(A) PRINCIPAL DE TESIS: DR. FERNANDO NUNO DIAS MARQUES SIMÕES
FACULTAD DE CIENCIAS, UNAM
COMITÉ TUTOR: DR. FERNANDO ALVAREZ NOGUERA
INSTITUTO DE BIOLOGÍA, UNAM
DR. JOSÉ LUIS VILLALOBOS HIRIART
INSTITUTO DE BIOLOGÍA, UNAM

MÉXICO, CD. MX. MARZO, 2019

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
FACULTAD DE CIENCIAS
DIVISIÓN ACADÉMICA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

OFICIO FCIE/DAIP/0065/2019

ASUNTO: Oficio de Jurado

M. en C. Ivonne Ramírez Wence
Directora General de Administración Escolar, UNAM
Presente

Me permito informar a usted que en la reunión ordinaria del Comité Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día 15 de octubre de 2018 se aprobó el siguiente jurado para el examen de grado de **MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS** en el campo de conocimiento de **Sistemática** del alumno **DUARTE GUTIÉRREZ JULIO ALBERTO** con número de cuenta **515015270** con la tesis titulada **"Zoogeografía de los camarones del Infraorden Caridea (Crustacea: Decapoda) de las aguas costeras (0-50 m) de la región del Gran Caribe"**, realizada bajo la dirección del **DR. FERNANDO NUNO DIAS MARQUES-SIMÕES**:

Presidente:	DR. JUAN JOSÉ MORRONE LUPI
Vocal:	DR. MICHEL EDMOND HENDRICKX RENERS
Secretario:	DR. FERNANDO ÁLVAREZ NOGUERA
Suplente:	DR. MANUEL ANTOLIN ORTIZ TOUZET
Suplente:	DR. SAMUEL ENRIQUE GÓMEZ NOGUERA

Sin otro particular, me es grato enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"
Ciudad Universitaria, Cd. Mx., a 22 de enero de 2019


DR. ADOLFO GERARDO NAVARRO SIGÜENZA
COORDINADOR DEL PROGRAMA



AGNS/VMVA/ASR/grf*

Agradecimientos institucionales

Al **Posgrado en Ciencias Biológicas, UNAM**. Por permitirme realizar mis estudios de maestría.

Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)** por la beca de mantención (CVU: 629396) otorgada por dos años.

Al **Proyecto HRI-UNAM–CONABIO: *Actualización del conocimiento de la diversidad de especies de invertebrados marinos bentónicos de aguas someras (<50m) del Sur del Golfo de México***, bajo la dirección del Dr. Fernando Nuno Dias Marques Simões; por el financiamiento de las expediciones al campo a los diferentes sistemas arrecifales del sur del Golfo de México. Así mismo por el facilitamiento del material de laboratorio, equipo de buceo, el pago de diferentes congresos y estancias en las diferentes colecciones zoológicas visitadas.

A mi tutor principal **Dr. Fernando Nuno Dias Marques Simões** por darme la oportunidad de realizar la tesis de maestría bajo su dirección, así como por todos sus comentarios, aportaciones académicas, apoyos económicos y persistencia a sacar adelante este trabajo.

A los miembros de mi comité tutor: **Dr. Fernando Álvarez Noguera** y **Dr. José Luís Villalobos Hiriart**, por sus comentarios, apoyo y aportaciones académicas a lo largo de mi proceso formativo.

A los miembros del jurado aprobado por el Comité del Posgrado en Ciencias Biológicas: **Dr. Juan José Morrone Lupi**, **Dr. Michel E. Hendrickx Reners**, **Dr. Samuel Gómez Noguera** y **Dr. Manuel Antolin Ortiz Touzet**, por todos sus comentarios a mi trabajo.

Agradecimientos a título personal

A la Secretaría de Marina Armada de México (SEMAR): Tercera región Naval Militar, por el facilitamiento de la logística para las expediciones al campo. Un agradecimiento especial a la tripulación del B/O "Antares" (BI 04).

Al personal del Laboratorio de Ecología de la UMDI-Sisal, UNAM en especial a la M. en C. Maribel Badillo por el facilitamiento de las instalaciones y material de laboratorio.

Al Dr. Edlin Guerra-Castro, especialista en Ecología Cuantitativa de Comunidades Marinas Bentónicas, Macroecología y Diseño Estadístico de Experimentos. Por su apoyo académico e instrucción de los procedimientos para realizar los análisis de similitud faunística- β diversidad.

Al Dr. Arthur Anker, Universidade Federal do Ceará (Labomar) y al Dr. Sammy De Grave, Oxford University, Museum of Natural History, por su apoyo en la determinación taxonómica de especies de camarones carídeos.

A la Dra. Margarita Hermoso-Salazar, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), por su apoyo en la determinación taxonómica de ejemplares del género *Synalpheus* (Caridea: Alpheidae).

Al Dr. Gabino Adrián Rodríguez-Almaráz, Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León (FCB-UANL) y al M. en C. Víctor Manuel Ortega-Vidales, por su apoyo, amabilidad y facilitamiento del material de la Colección Carcinológica de Referencia de la FCB-UANL.

Al Dr. Ramiro Román-Contreras y al M. en C. Mario Martínez-Mayén por el facilitamiento del material de la familia Alpheidae (Decapoda: Caridea) de la Laguna de Términos, Campeche.

A la Biol. Norma Emilia González Vallejo y al Dr. Sergio Salazar-Vallejo, Laboratorio de Estructura del Bentos, ECOSUR-Chetumal, por el apoyo técnico y facilitamiento del material de Caridea (Decapoda: Pleocyemata) de la Colección de Referencia del mismo laboratorio.

A mis compañeros de campo e integrantes del equipo de Biodiversidad Marina de Yucatán (BDMY): M. en C. María Muciño, M. en C. Lilian Palomino, M. en C. Saraí Jerónimo, M. en C. Diana Ugalde, M. en C. Efraín Chávez, M. en C. Gabriel Cervantes, M. en C. Nancy Suarez, Dra. María Mendoza y Dr. Carlos Paz por todas las charlas, comentarios, aportaciones, vivencias y experiencia tanto en el laboratorio, cubículo de maestría así como en esas salidas al campo.

A mis colegas y amigos de la Colección Nacional de Crustáceos (CNCR): Viridiana Magaña, Salvador Martínez, Eric Moreno, Sharif Rodríguez e la Toledano por todos los momentos, comentarios e invaluable ayuda para ubicar los ejemplares, así como el facilitamiento de material de laboratorio.

A todos mis colegas y amigos de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León: Cony Jordán, Carolina Jiménez y Gisela Aramiriam por su hospitalidad y apoyo para ubicar ejemplares y material de laboratorio durante mi visita a la Colección Carcinológica de Referencia.

Al Buzo de la Marina Nacional Jorge Quintero, por el apoyo para el traslado a los diferentes sitios de Buceo en el Arrecife Cayo Arcas, Campeche.

DEDICATORIA

A mi madre:

María C. Gutiérrez-Hernández

A mi abuela:

María L. Hernández-Borges

Por todo el apoyo y afecto que siempre me han dado...

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	12
2. OBJETIVOS	16
3. ANTECEDENTES	17
3.1. <i>Historia natural y sistemática</i>	17
3.2. <i>Notas sobre la biogeografía marina</i>	22
3.3. <i>Biogeografía del Océano Atlántico Occidental Tropical con énfasis en la provincia del Caribe</i>	33
3.4. <i>Sobre el conocimiento de Caridea en el AOT</i>	45
4. METODOLOGÍA	48
4.1. <i>Área de estudio</i>	48
4.1.1. <i>El Gran Caribe</i>	48
4.1.2. <i>Las cuencas oceánicas del Gran Caribe</i>	48
4.1.2.1. <i>Cuenca oceánica del Mar Caribe (MC)</i>	49
4.1.2.2. <i>Cuenca oceánica del Golfo de México (GMX)</i>	50
4.1.2.3. <i>Cuenca del Atlántico Noroccidental (CANO)</i>	50
4.2. <i>Selección de las unidades geográficas operacionales (OGU)</i>	58
4.3. <i>Base de datos de camarones carídeos del Gran Caribe y aguas adyacentes</i>	62
4.4. <i>Métodos Analíticos</i>	67
4.4.1. <i>Delimitación de unidades biogeográficas utilizando un análisis de agrupamiento jerárquico (cluster)</i>	67
4.4.2. <i>Robustez de los dendrogramas de similitud generados con el análisis de agrupamiento jerárquico tipo cluster</i>	69
4.4.3. <i>Delimitación de unidades biogeográficas utilizando el Análisis de Parsimonia de Endemismos (PAE)</i>	70
5. RESULTADOS	72

5.1.	<i>Base de datos de distribución de los Camarones Carídeos de la Región del Gran Caribe y aguas adyacentes</i>	72
5.2.	<i>Describiendo los patrones de diversidad en la Región del Gran Caribe</i>	75
5.3.	<i>Zoogeografía</i>	84
5.3.1.	<i>Provincia Distante</i>	84
5.3.2.	<i>El Grupo Subtropical-Tropical</i>	86
5.3.3.	<i>La Provincia Subtropical</i>	86
5.3.4.	<i>La Provincia Tropical</i>	90
5.4.	<i>Validación de las Provincias Biogeográficas</i>	99
5.5.	<i>Regionalización Basada en un Método Biogeográfico Cladístico: Áreas de Endemismo</i>	117
5.6.	<i>Patrones de Distribución de los camarones carídeos de la costa este Mexicana</i>	121
5.6.1.	<i>Describiendo la Biodiversidad</i>	121
5.6.2.	<i>Patrones de Distribución Regional</i>	125
5.6.2.1.	<i>El Gran Grupo BACAM-CARMEX-SUR-GMX</i>	126
5.6.2.2.	<i>La Zona Faunística del BCAM-CARMEX</i>	127
5.6.2.3.	<i>La Zona Faunística del SUR-GMX</i>	134
5.6.2.4.	<i>La Zona Faunística del NOE-GMX</i>	136
6.	DISCUSIÓN	142
6.1.	<i>Calidad de la base de datos</i>	142
6.2.	<i>Sobre la relación de las áreas geográficas</i>	145
6.3.	<i>Limitaciones de este trabajo</i>	147
7.	CONCLUSIONES	148
	LITERATURA CITADA	150
	ANEXOS	180

RESUMEN

Los camarones del infraorden Caridea Dana, 1852 son el segundo grupo taxonómico más diverso dentro del orden Decapoda (únicamente superados por el infraorden Brachyura), dentro de las comunidades bentónicas son un grupo dominante que contribuye con la estructura y función de los ecosistemas marinos. La región biogeográfica conocida como el Gran Caribe, es una extensa cuenca que abarca desde la parte sur de la costa este de Estados Unidos de América (33° N), el Golfo de México y el Mar Caribe hasta aproximadamente la desembocadura del Río Orinoco (10° N). En esta extensa región numerosas especies de camarones carídeos han sido descritas y documentadas a través del tiempo. Sin embargo lo que concierne a sus patrones de distribución a grande escala geográfica han sido muy poco estudiados. La mayor parte del conocimiento sobre la biogeografía de este grupo se ha basado en esquemas propuestos para otros taxones. Con el objetivo de contribuir al conocimiento sobre los patrones de distribución a grande escala de este grupo y establecer unidades biogeográficas de manera jerárquica (provincias), se construyó una base de datos que contiene información de la distribución de las especies de este infraorden en un intervalo batimétrico de 0-50 m. Los datos fueron analizados utilizando dos diferentes metodologías: (1) Coeficientes de similitud faunística, índices de Sorensen y Jaccard y (2) un método cladístico, Análisis de parsimonia de Endemismos (PAE). Los resultados de este trabajo mostraron la existencia de tres grandes grupos faunísticos para esta región: (1) Provincia Distante (comprende las zonas de Bahamas y Bermuda); (2) Provincia Subtropical (comprende parte de la costa este de Estados Unidos de América, la Florida y toda la parte norte del Golfo de México) y la (3) Provincia Tropical (comprende toda la mitad sur del Golfo de México y el Mar Caribe hasta la desembocadura del Orinoco. Así mismo se identificaron 11 áreas de endemismo en toda la región. De manera adicional se realizó una regionalización basada en la composición faunística de camarones carídeos de la costa este de México. Este trabajo sienta las bases para futuros estudios sobre la biogeografía y los patrones de distribución de este grupo en el Atlántico occidental.

ABSTRACT

The shrimp of the infraorder Caridea Dana, 1852 are the second most diverse taxonomic group within the order Decapoda (only surpassed by the infraorder Brachyura), within the benthic communities they are a dominant group that contributes with the structure and function of the marine ecosystems. The biogeographic region known as the Greater Caribbean, is an extensive basin that extends from the southern part of the east coast of the United States of America (33° N), the Gulf of Mexico and the Caribbean Sea to approximately the delta of the Orinoco River (10° N). In this vast region, numerous species of caribbean shrimp have been described and documented over time. However as regards their distribution patterns to large geographical scale they have been poorly studied. Most of the knowledge about the biogeography of this group has been based on proposed schemes for other taxa. In order to contribute to the knowledge about the large-scale distribution patterns of this group and to establish biogeographical units in a hierarchical manner (provinces), a database was constructed that contains information on the distribution of the species of this infraorder in a bathimetric a interval 0-50 m. The data were analyzed using two different methodologies: (1) Coefficients of faunal similarity, Sorensen and Jaccard index and (2) a cladistic method, Parsimony Analysis of Endemisms (PAE). The results of this work showed the existence of three major faunal groups for this region: (1) Distant Province (includes the areas of the Bahamas and Bermuda); (2) Subtropical Province (includes part of the east coast of the United States of America, Florida and the entire northern part of the Gulf of Mexico) and the (3) Tropical Province (includes the entire southern half of the Gulf of Mexico and the Sea Caribbean to the mouth of the Orinoco, 11 areas of endemism were identified throughout the region, and a regionalization based on the carunian shrimp faunal composition of the east coast of Mexico was made, this work lays the foundations for future studies about the biogeography and distribution patterns of this group in the western Atlantic.

1. INTRODUCCIÓN

Los crustáceos representan una de las radiaciones evolutivas más espectaculares dentro del reino animal si los medimos por su riqueza de especies, su diversidad de formas y sus múltiples estilos de vida (Chak & Duffy 2017). Estudios recientes de su filogenia molecular muestran que Crustacea es un grupo parafilético con los insectos (Hexapoda) anidados dentro del clado Pancrustacea y que divergieron durante el precámbrico (Regier *et al.* 2010). Dentro de los grupos mayores de crustáceos, la clase Malacostraca es la más diversa tanto en variedad de formas como en número de especies (Chak & Duffy 2017). Este grupo incluye a todas las especies de decápodos (camarones, langostas y cangrejos) de importancia ecológica y económica (Bauer 2004).

Dentro de los decápodos, los camarones carídeos son el segundo grupo con mayor riqueza de especies (solo superados por Brachyura), actualmente comprenden cerca de 3,400 especies a nivel mundial (De Grave *et al.* 2009; 2014; De Grave & Fransen 2011). Aunque pueden distribuirse alrededor de todos los océanos del mundo alcanzan su nivel más alto de diversidad en las regiones tropicales someras, tales como el *Indo-Pacífico* (IP), el *Pacífico oriental tropical* (POT) y el *Atlántico occidental tropical* (AOT) (Wicksten & Hendrickx 1992; 2003; De Grave 2001; De Grave & Fransen 2011).

El AOT abarca una extensa área que cubre toda la parte central de la gran cuenca oceánica del Atlántico occidental, e incluye todos los hábitats de plataforma continental así como insulares desde las Bermudas en la parte más septentrional, las Bahamas, el centro-sur de la Florida, el Golfo de México (por lo menos la mitad sur), la totalidad del Mar Caribe hasta la desembocadura del Río Orinoco, donde continúa extendiéndose por la costa norte y central de Brasil, hasta aproximadamente la latitud de 30°S (Briggs & Bowen 2012; 2013). Dentro de esta vasta región, numerosas especies de camarones carídeos han sido documentadas a través del tiempo (Rankin 1900; Coutière 1908; 1909; Chace 1939; 1942; 1969; 1972; Armstrong 1949; Holthuis 1951; 1952; 1955; Abele 1970; Ray 1974; Carvacho 1979; Christoffersen 1979; Dardeau 1981; 1984; Lemaitre 1984; Williams 1984; Abele & Kim 1986; Heard 1986; Martínez-Iglesias *et al.* 1993; 1996; 1997; Sterrer 1986; Markham *et al.* 1990; Hernández-Aguilera *et al.* 1996; Alvarez *et al.* 1999; Martínez Iglesias & García Raso 1999; Ferreira & Sankarankutty 2002; Nizinski 2003; Mclaughlin *et al.* 2005; Wicksten

2005; De Almeida *et al.* 2006; 2007; Rios & Duffy 2007; Perez-Gelabert 2008; Felder *et al.* 2009; MacDonald *et al.* 2009; Wehrtmann & Cortés 2009; Hultgren *et al.* 2010; Simões Ferreira *et al.* 2010; De Grave & Fransen 2011; Anker *et al.* 2012; Souza Santos *et al.* 2012; Vieira *et al.* 2012; Barro *et al.* 2013; Oliveira Soledade & Almeida 2013; Santana-moreno *et al.* 2013; Duarte *et al.* 2014; De Grave *et al.* 2017). De la misma manera, en las últimas décadas ha habido un aumento significativo en la resolución taxonómica para numerosos grupos de especies cripticas (particularmente en la familia Alpheidae y en menor grado en Lysmatidae), lo que ha ocasionado un considerable incremento de la riqueza de especies conocida para esta región (Knowlton & Keller 1983; 1985; Mathews 2006; Anker *et al.* 2007a; 2007b; Anker *et al.* 2008a; 2008b; 2008c; Hurt *et al.* 2009; Mathews & Anker 2009; Anker 2010; Baeza *et al.* 2014). En la actualidad la fauna de camarones carídeos de aguas someras (0-50 m) del AOT comprende más de 245 especies distribuidas principalmente en ecosistemas arrecifales, costero-lagunares y sustratos duros y blandos del bentos de la plataforma continental (Felder *et al.* 2009; De Grave & Fransen 2011).

A pesar de que el infraorden Caridea es uno de los grupos más diversos y representativos de invertebrados marinos bentónicos en el AOT. Lo que respecta a sus patrones de distribución, incluyendo aspectos de su biogeografía y macroecología han sido escasamente estudiados a través del tiempo. Esto puede deberse principalmente a una serie de factores intrínsecos como: (1) la falta de listados faunísticos para varias localidades (De Grave 2001); (2) la percepción general de varios taxónomos o expertos de que muchas especies aún pueden ser descritas (De Grave & Anker 2017); (3) a las dificultades logísticas que implica el muestreo de numerosas especies de tamaño pequeño que habitan en madrigueras, cavidades o en asociación simbiótica con otros taxones (Duffy 1992a; Anker 2007) y (4) a la falta de resolución taxonómica, especialmente en aquellos grupos de especies cripticas que puede conducir a subestimar o sobre estimar la riqueza de especies de cada localidad (De Grave & Anker 2017). Actualmente gran parte del marco teórico sobre su biogeografía se restringe a aproximaciones descriptivas o cualitativas (p. ej.: Chace (1972); Lemaitre (1984); Williams (1984); Nizinski (2003)), es decir únicamente han sido enfoques basados en el número de especies conocidas para determinada cuenca oceánica y a su afinidad con unidades biogeográficas (provincias) previamente definidas por otros autores (p. ej.: Hedgpeth (1957); Briggs (1974); (1995)). El único intento por establecer unidades

geográficas representativas de la fauna carídeos dentro de esta región ha sido el trabajo de Boschi (2000), quien compiló información de la distribución de decápodos para ambas costas de América y en la cual propone un esquema que incluye tres grandes provincias para el AOT. Sin embargo los criterios utilizados por Boschi para definir estas unidades biogeográficas pueden ser arbitrarios. Esto se debe principalmente a que se basó en el *grado parcial de endemismo* (siendo diferente en cada provincia), partiendo del supuesto de homogeneidad de los rangos de temperatura superficial del mar (SST) y sus listados de especies para varias provincias pueden ser cuestionables desde un punto de vista taxonómico.

Obtener hipótesis consistentes y cuantitativas de la organización espacial a grande escala de los camarones carídeos es fundamental si deseamos comprender la función que desempeñan dentro de las comunidades bentónicas de invertebrados marinos de la región. Actualmente los métodos para definir unidades geográficas representativas pueden variar (Spalding *et al.* 2007). Algunos se enfocan exclusivamente en los patrones de endemismo (Briggs 1974; 1995; De Grave 2001; Briggs & Bowen 2012), otros han utilizado coeficientes de β -diversidad para tratar de medir el grado de similitud o disimilitud faunística entre localidades o provincias (Lennon *et al.* 2001; Primo & Vazquez 2004; Samyn & Tallon 2005; Gibbons *et al.* 2010; Francisco-Ramos & Arias-González 2013; Kulbicki *et al.* 2013; Robertson & Cramer 2009; 2014). Estos últimos (β -diversidad) tienen la ventaja de poder incorporar información de la distribución de todas las especies de determinada localidad, provincia o región, no limitándose únicamente a las especies *endémicas* que suelen ser el menor componente de la fauna (Kulbicki *et al.* 2013; Robertson & Cramer 2014). Estos métodos pueden ser útiles para establecer relaciones jerárquicas entre los diferentes componentes faunísticos de cada localidad o región, permitiéndonos establecer bordes entre las diferentes unidades geográficas (provincias) sin en caer en criterios arbitrarios (Kulbicki *et al.* 2013; Robertson & Cramer 2014) como *el grado de endemismo* (p. ej.: Briggs (1974); (1995); Boschi (2000)) o factores externos como la SST (Kulbicki *et al.* 2013).

Este estudio tiene la ventaja de partir del mayor conjunto de datos de distribución geográfica que se tiene hasta la fecha, con más de 45, 700 registros de más de 200 especies en los principales ecosistemas bentónicos (arrecifes de coral y costero-lagunares < 50 m) de una de las regiones biogeográficas más diversas del AOT, la región conocida como el *Gran*

Caribe (GC: *sensu* Robertson & Cramer(2014)). Con el objetivo de definir cuantitativamente una jerarquía biogeográfica representativa de la fauna de camarones carídeos de esta región que muestre los niveles de conectividad entre las diferentes localidades que la integran (composición de especies). Este trabajo trata de integrar dos de las metodologías más utilizadas para definir unidades biogeográficas, como son los índices de similitud faunística y los patrones de endemismo para tratar de explicar los principales procesos históricos, ambientales y ecológicos que han moldeado dichos patrones.

2. OBJETIVOS

Objetivo General

Definir cuantitativamente una jerarquía biogeográfica estructurada en provincias para la fauna de camarones carídeos (0-50 m profundidad) de la región conocida como el Gran Caribe (GC: *sensu* Robertson & Cramer (2014)) y evaluar sus relaciones en términos de la composición de especies.

Objetivos Específicos

- I. Realizar una base de datos con la información actualizada de la distribución de las especies de camarones carídeos del GC.
- II. Delimitar unidades biogeográficas (provincias) empleando un análisis de agrupamiento jerárquico (cluster) con base en coeficientes de similitud y un análisis de parsimonia de endemismos (PAE).
- III. Analizar los patrones de distribución de los carídeos a nivel de la costa este de México (CEM) mostrando los niveles de conectividad en términos de la composición de especies.

3. ANTECEDENTES

3.1. *Historia natural y sistemática*

Dentro de las comunidades bentónicas los camarones carídeos constituyen un importante grupo que contribuye con la estructura y función de los ecosistemas marinos (Richardson & Cook 2006; Bracken *et al.* 2009). Mostrando un grado de adaptación que es notable dentro de los decápodos (Bauer 2004; Bracken *et al.* 2009). Mientras que algunas familias son habitantes comunes de las aguas someras marinas, otras pueden ser encontradas asociadas a sistemas de ventilas hidrotermales, otras habitan sistemas dulciacuícolas como lagos, ríos y arroyos de montaña, cuevas anquihalinas y cuencas de aguas profundas (Shank *et al.* 1999; Komai & Segonzac 2003; Alvarez *et al.* 2004; Alvarez *et al.* 2005; Komai *et al.* 2007; De Grave *et al.* 2008; Bracken *et al.* 2009; Alvarez *et al.* 2013).

Una de las características más sobresalientes de este grupo, es su capacidad de establecer asociaciones simbióticas con otros grupos como: anémonas (Knowlton & Keller 1983; 1985; Khan *et al.* 2003), esponjas (Duffy 1992; 1996; Duffy & Macdonald 1999; Duffy *et al.* 2000; Morrison *et al.* 2004; Rios & Duffy 2007); moluscos (Castro 1971; Criales 1984; Lagana *et al.* 2007), equinodermos (Martin *et al.* 2005; Anker & Marin 2007; Marin & Chan 2014), equiúridos (Marin 2014), otros grupos de crustáceos (De Grave & Anker 2000; Anker *et al.* 2001; Anker *et al.* 2006), ascidias (Fransen 2002; 2006; Pachelle *et al.* 2012) y peces (Limbaugh *et al.* 1961; Wicksten 1995; Spotte 1998; Thompson 2004; Randall *et al.* 2005; Chapuis & Bshary 2010; Rosa *et al.* 2014).

En la actualidad las relaciones evolutivas dentro del Infraorden Caridea no han sido del todo resultas, debido principalmente a la inconsistencia de los caracteres morfológicos, la falta de estudios comparativos a nivel de larvas, al escaso número de estudios moleculares y al limitado registro fósil (Thompson 1967; Christoffersen 1990; Bracken *et al.* 2009; Li *et al.* 2011). Entre las principales características que separan al Infraorden Caridea de otros grupos mayores de camarones (p. ej.: Dendrobranchiata y Stenopodidea), se encuentran las siguientes: (1) cargan sus embriones hasta el momento de la eclosión, (2) la ausencia de quela en el tercer par de pereiópodos y (3) la pleura del segundo pleómero está sobrepuesta a la primera y tercera (Bauer 2004; Li *et al.* 2011) (Fig. 1).

Dana (1852) fue el primero en utilizar el término “Caridea” a nivel taxonómico de subtribu; es interesante mencionar que este autor originalmente utilizó el término Caridea para todos los miembros de Natantia (término actualmente en desuso), así mismo dividió esta subtribu en tres “legiones”: Palaemoninea, Pasiphaeina y Penaeina.

Históricamente han existido diferentes esquemas de clasificación para Caridea que datan desde el siglo pasado (p. ej.: Ortmann (1890); Alcock (1901); Borradaile (1907); Calman (1909); Bouvier (1917); Holthuis (1955); Balss (1957)). Si bien la posición sistemática de Caridea dentro de los decápodos ha sido un tema estudiado desde hace varias décadas (p. ej.: Burkenroad (1963); (1981); Abele & Felgenhauer (1982); Christoffersen (1988); Abele (1991); Chace (1992); Martin & Davis (2001); Porter *et al.* (2005)). Más recientemente varias contribuciones han sentado una línea base para tratar de resolver las relaciones internas entre los carídeos, más específicamente a nivel de superfamilia y familia (p. ej.: Holthuis (1955); Thompson (1967); Christoffersen (1986); (1987); (1988a); (1989); (1990); Chace (1992); Holthuis (1993)). Sin embargo todos estos autores utilizaron exclusivamente caracteres morfológicos, que no permitieron resolver del todo las relaciones filogenéticas de este grupo.

Actualmente el esquema de clasificación aceptado es el de De Grave *et al.* (2009), quienes reconocieron un total de 16 superfamilias que contienen a 36 familias. Cambios más recientes fueron incluidos en De Grave & Fransen (2011). En los últimos años gracias a nuevas contribuciones en la filogenia molecular de este grupo, el estatus taxonómico de algunas familias y superfamilias se direccionan hacia un probable origen polifilético (Li *et al.* 2011). De Grave & Fransen (2011) puntualizan en que la hipótesis de clasificación actual de Caridea, no es un grupo natural, así mismo señalaron que las líneas de investigación actual están conduciendo hacia la revalidación de ciertas familias y al refinamiento de otras.

Bracken *et al.* (2009) fueron los primeros en prestar el primer análisis molecular exhaustivo del grupo, combinando secuencias de genes nucleares y mitocondriales (18S/16S, 1835 pb) para evaluar las relaciones entre 14 superfamilias y 30 familias. Sus resultados no mostraron evidencia contraria a la hipótesis de monofilia dentro de las familias Alpheidae, Processidae y Alvinocarididae. Así mismo sus hallazgos cuestionan el estatus sistemático de Procarididae dentro de Caridea y sugieren relaciones polifiléticas y parafileticas entre los

géneros de las familias Atyidae, Pasiphaeidae, Oplophoridae, Hippolytidae, Gnathophyllidae y Palaemonidae. Posteriormente Bracken *et al.* (2010) proveyeron nuevas evidencias del estatus taxonómico de Procaridea como clado hermano de los carídeos.

Li *et al.* (2011) realizaron un análisis a nivel de familia y superfamilia, utilizando cinco genes nucleares (18S rRNA, enolasa, histona 3, fosfoenolpiruvato carboxiquinasa y sodio-potasio ATPasa, 3819 pb), para 35 especies de 19 familias y 11 superfamilias. Sus resultados apoyan a nivel de familia, la monofilia de Glyphocrangonidae, Crangonidae, Pandalidae, Alpheidae, Rhynchocinetidae, Nematocarcinidae, Pasiphaeidae, Atyidae y Stylodactylidae. En contraste Hippolytidae y Palaemonidae mostraron ser grupos polifiléticos. A nivel de superfamilia sus resultados no apoyan la clasificación actualmente aceptada (excepto para Palaemonoidea), sin embargo es necesario mencionar que solamente utilizaron tres de las ocho familias.

De Grave *et al.* (2014) realizaron un estudio en el que en el que examinaron las relaciones filogenéticas de Hippolytidae *sensu lato*, para el cual utilizaron secuencias de dos genes nucleares (enolasa y sodio-potasio ATPasa) y uno mitocondrial (16S rRNA) (1405 pb), provenientes de 29 especies en 20 géneros. Sus resultados claramente rechazan la monofilia de Hippolytidae y apoyan la revalidación de las familias Lysmatidae Dana, 1852, Thoridae Kingsley, 1879, Bythocarididae Christoffersen, 1987 y Merguiidae Christoffersen, 1987.

Gan *et al.* (2015) revisaron el estatus sistemático de las familias Gnathophyllidae Dana, 1852 e Hymenoceridae Ortmann, 1890, utilizando un conjunto de datos moleculares (16 rRNA, H, NaK, enolasa) y morfológicos de 43 especies pertenecientes a 28 géneros. Sus resultados mostraron que Gnathophyllidae e Hymenoceridae están anidados dentro de la subfamilia Pontiinae (Palaemonidae *sensu stricto*). Ese mismo año Aznar-Cormano *et al.* (2015) realizaron un análisis molecular a nivel de inter-familias, argumentando que al mejorar la cobertura taxonómica (aumentar los taxa) con base en los esquemas de clasificación jerárquica actualmente aceptados, proveerán una mejor resolución de las relaciones inter-familiares. Así mismo señalaron que el éxito de amplificación para algunos genes codificantes varía ampliamente entre taxones. En este trabajo ellos confirmaron la monofilia para la mayoría de familias y señalan que la mayoría de genes comúnmente usados en Decapoda no parecen resolver las relaciones inter-familiares.

De Grave *et al.* (2015) revisaron evidencia molecular así como morfológica para analizar el estatus de la sistemática de las familias Gnathophyllidae e Hymenoceridae. Sus resultados no apoyan la validez para ninguno de estos dos linajes, argumentando que ningún carácter morfológico pudo apoyar plenamente la diferenciación entre estos grupos. Como resultado estos taxones (Gnathophyllidae, Hymenoceridae y Pontoniinae) fueron formalmente sinonimizados con la familia Palaemonidae Rafinesque, 1815.

Horká *et al.* (2016) realizaron un trabajo en donde tratan de dilucidar la historia evolutiva de las especies de camarones simbiontes de la familia Palaemonidae, basándose en un análisis filogenético de 107 especies pertenecientes a 48 géneros. Sus resultados mostraron la presencia de siete grandes clados; siendo los grupos más basales camarones de vida libre, aunque también hubieron unas cuantas especies simbiontes. La reconstrucción de un estado ancestral reveló que las formas de vida libre pudieron haber colonizado hospederos cnidarios inicialmente y los cambios a través de diferentes grupos de hospederos pudieron suceder a lo largo de la historia evolutiva de Palaemonidae.

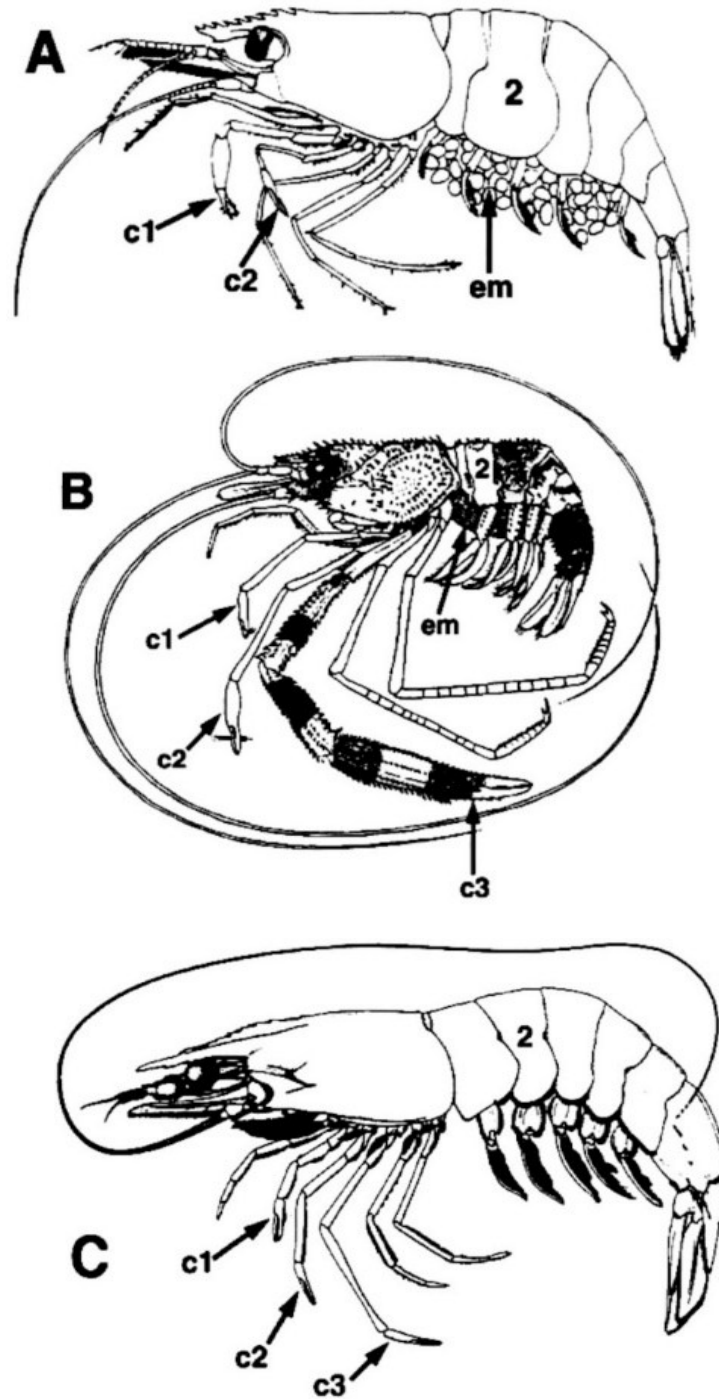


Fig. 1. Comparación de los distintos caracteres morfológicos entre los tres principales grupos camarones. **A:** Camarón del Infraorden Caridea (*Caridion gordonii* (Spence Bate, 1858)); **B:** Camarón del Infraorden Stenopodidea (*Stenopus hispidus* (Olivier, 1811)); Camarón del Suborden Dendrobranchiata (*Penaeus setiferus* (Linnaeus, 1767)). Quelípedos 1, 2, y 3 (c1, c2, c3); Embriones incubados (em). Figuras tomadas y adaptadas de Bauer (2004): Fuentes originales: A, adaptada de Holthuis (1993); B, adaptada de Limbaugh (1961: p. 251), C, adaptada de Pérez-Farfante y Kensley (1997), *Publications scientifiques du Muséum national d'Histoire naturelle*, Paris.

3.2. *Notas sobre la biogeografía marina*

La búsqueda de áreas biogeográficas naturales ha sido la obsesión tanto para zoólogos como botánicos durante muchos siglos (Ebach & Parenti 2015). Determinar los procesos geográficos y ecológicos que conducen a la diversificación de especies sigue siendo el objetivo principal de la biología evolutiva (Frey 2010). La biogeografía es un campo dinámico y en florecimiento que busca entender el papel de los procesos históricos en la formación de la biodiversidad, así como desarrollar herramientas que permitan predecir y medir como responderá la biodiversidad en un mundo que cambia rápidamente (IBS 2015). Tradicionalmente ha sido vista como la ciencia que estudia las distribuciones geográficas, sin embargo la biogeografía moderna se ha expandido para incluir una gran diversidad de variables bióticas, que van desde rasgos genéticos, fisiológicos y morfológicos de individuos, hasta características de comunidades completas y a escala de biotas regionales hasta continentales (océanos completos) (Lomolino *et al.* 2015). Los patrones biogeográficos son útiles para identificar que partes del mundo poseen las biotas más únicas, es decir áreas de innovación evolutiva o refugios donde las biotas ancestrales han persistido (Briggs & Bowen 2012). La biogeografía es central para el manejo y la conservación (Whittaker *et al.* 2005). Al mapear los patrones espaciales de la biodiversidad, los biogeógrafos pueden identificar regiones de más o menos heterogeneidad en la composición de especies, y proveer evidencia que respalde estrategias de conservación y manejo de fondos (Brooks 2010; Guisan *et al.* 2013; Zamborlini Saiter *et al.* 2016). La definición de regiones faunales es un paso crítico en la biogeografía si deseamos entender las fuerzas evolutivas históricas que han moldeado los patrones de biodiversidad actual (Briggs & Bowen 2012).

La biogeografía marina ha sido objeto de estudio desde hace más de un siglo. El estudio de los patrones de distribución de los animales marinos tuvo sus inicios con el trabajo de Dana (1853), quien participó en la *United States Exploring Expedition* (1838-1842), en la cual pudo realizar observaciones sobre la distribución de corales y crustáceos. Él estableció una división por zonas para las aguas superficiales del mundo, basándose principalmente en la temperatura (isocrimas: líneas de mínima temperatura media).

Forbes (1859) publicó *The Natural History of European Seas*, donde realizó una compilación de la información hasta ese momento y puntualiza tres observaciones: (1) cada

provincia zoogeográfica es un área donde hubo una manifestación especial de poder creativo, y los animales que originalmente la conforman son aptos para mezclarse con otros animales de provincias diferentes, (2) cada especie ha sido creada solo una vez, y los individuos tienden a migrar fuera de sus centros de origen y (3) las provincias deben ser entendidas y ser trazadas de la misma manera que las especies en sus orígenes en el pasado.

Darwin en su publicación “El Origen de las Especies” (*On the Origin of the Species by Natural Selection*), dedica dos capítulos a la distribución geográfica. El señala la interesante relación entre los patrones de distribución y evolutivos, así como provee algunos ejemplos del ambiente marino (Darwin 1859).

Günther (1880) en su libro *An introduction to the study of fishes*, realizó un análisis de la distribución geográfica de los peces de aguas someras. Posteriormente Ortmann (1896) publicó *Grundzüge der marinen Tiergeographie* (principales características de la geografía de animales marinos), con base la distribución de crustáceos decápodos. En 1901, Jordan publicó un esquema zoogeográfico sobre la distribución de peces que mejoraba el esquema propuesto por Günther (Jordan 1901). Por su parte Bartholomew *et al.* (1911) publicó *Atlas of zoogeography*, donde presenta un compendio del conocimiento de la distribución de 700 familias de animales tanto marinos como terrestres.

Ekman (1953) considero que el ecosistema marino estaba dividido en una serie de grandes regiones y subregiones. Para la plataforma continental, el estableció una serie de regiones con base en la temperatura del agua (regiones cálidas, templadas y polares), sus barreras zoogeográficas y su endemismo. Poco tiempo después Hedgpeth (1957), propuso un esquema biogeográfico basado en el cambio estacional de temperatura media del agua (patrones hidrográficos).

Briggs (1974) propuso un esquema de división biogeográfica de la plataforma continental que consistía en ocho grandes regiones biogeográficas, que a su vez contenían pequeñas provincias que fueron definidas con base en sus niveles de endemismo (10 %): (1) *The Indo-West Pacific Region*, (2) *The Eastern Pacific Region*, (3) *The Western Atlantic Region*, (4) *The Eastern Atlantic Region*, (5) *Southern Hemisphere Warm-Temperate Regions*, (6) *Southern Hemisphere Cold-Temperate and Arctic Regions*, (7) *Northern*

Hemisphere Warm-Temperate Regions, (8) *Northern Hemisphere Cold-Temperate and Arctic Regions*. Más tarde integró la información de los siguientes 20 años en Briggs (1995).

Hayden *et al.* (1984) en su publicación *Classification of Coastal and Marine Environments*, provee una clasificación con base en los atributos del ambiente físico y los ensamblajes faunísticos involucrados. Un total de 40 provincias faunísticas fueron incluidas en esta publicación. Longhurst (1995), (1998), (2006), presenta una partición de los océanos del mundo dentro de provincias, basándose en la influencia prevalente de los factores físicos sobre la distribución del fitoplancton (Fig. 2).

Sherman *et al.* (2005) hacen una reseña sobre la importancia de una aproximación basada en los ecosistemas para el manejo de los recursos marinos. Su esquema denominado *The Large Marine Ecosystem Approach* (LMEs), realiza una división en 64 grandes ecosistemas marinos con base en características batimétricas, hidrográficas, productividad primaria e interacciones tróficas (Fig. 3).

Con el propósito de proveer un nuevo sistema global para un manejo sustentable y más eficiente de los recursos marinos costeros (0-200 m) Spalding *et al.* (2007), propone un nuevo esquema de división: *The Marine Ecoregions of the World* (MEOW), en el cual reconoce 12 reinos, 62 provincias, y 232 ecoregiones (Fig. 4).

Briggs & Bowen (2012) propusieron la unificación de las *regiones cálido-templadas* (warm-temperate) y las tropicales, dentro de una sola región cálida para cada cuenca oceánica. Las subdivisiones biogeográficas que este autor propone se construyeron con base primeramente en la distribución de peces, pero también se utilizaron otros grupos para comparación (Fig. 5): Regiones cálidas (aguas tropicales y cálido-templadas/ *tropical and warm-temperate waters*): (1) Región del Atlántico Oriental (*Eastern Atlantic Region: Lusitania, Black Sea, Caspian, Aral, Tropical Eastern Atlantic, Benguela, St Helena, Ascension, Tristan-Gough, Amsterdam-St Paul*), (2) Región del Atlántico Occidental (Western Atlantic Region: Carolina, Caribbean, Brazilian, Argentinian), (3) Región del Pacífico Occidental (Western Pacific Region: Sino-Japanese, Auckland, Kerma-dec, Southeastern Australian, Southwestern Australian), (4) Región del Indo-Pacífico Occidental Tropical (*Tropical Indo-West Pacific Region: Western Indian Ocean, Red Sea, Indo-Polynesian, Hawaiian, Marquesas, Easter Island*), (5) Región del Indo-Pacífico Occidental

Tropical (*Tropical Indo-West Pacific Region: Western Indian Ocean, Red Sea, Indo-Polynesian, Hawaiian, Marquesas, Easter Island*), (6) Región del Pacífico Oriental (*Eastern Pacific Region: California, Cortez, Panamanian, Galapagos, Peru–Chilean, Juan Fernández*); Regiones frías: (cold-temperate and polar waters): (1) Región del Pacífico Nororiental (*Eastern North Pacific Region: Aleutian, Oregon*), (2) Región del Pacífico Noroccidental (*Oriental, Kurile, Okhotsk*), (3) Región del Atlántico Occidental (*Western Atlantic Region*), (4) Región del Atlántico Oriental (*Eastern Atlantic Region*), (5) Región Ártica (*Arctic Region*), (6) Región de Sudamérica (*South American Region: Southern Chile, Tierra del Fuego, Southern Argentina, Falkland Islands*), (7) Región de Nueva Zelanda y Australia (*New Zealand–Australian Region: Tasmania, New Zealand, Antipodes*), (8) Región Sub-Antártica (*Sub-Antarctic Region: South Georgia, Bouvet, Crozet, Prince Edward, Kerguelen, Macquarie*), (9) Región Antártica (*Antarctic Region*).

Al año siguiente estos autores publicaron un trabajo sobre la biogeografía y evolución de los hábitats marinos de la plataforma continental (Briggs & Bowen 2013), donde realizan una revisión de las provincias biogeográficas propuestas hasta ese momento, con base en las implicaciones evolutivas de los recientes avances en los campos de la filogeografía, biogeografía y paleogeografía. Sus conclusiones corroboran la hipótesis de que el Atlántico tropical, el Indo-Pacífico occidental tropical (tropical Indo-West Pacific), el Pacífico norte cálido-templado (cold-temperate North Pacific) y el Océano del sur (cold Southern Ocean) como centros de diversidad (Fig. 6 y 7).

En 2015 el Departamento de Pesquerías y Acuicultura de la FAO (*Food and Agriculture Organization of the United Nations*), con el fin reunir datos estadísticos de las diversas pesquerías establece 27 áreas mayores de pesquerías (Fig. 8). Estas comprenden: ocho áreas mayores en tierra y 19 áreas de pesquerías marinas, cubriendo las aguas del Atlántico, Índico, Pacífico y los Océanos del Sur y aguas adyacentes (FAO 2015).

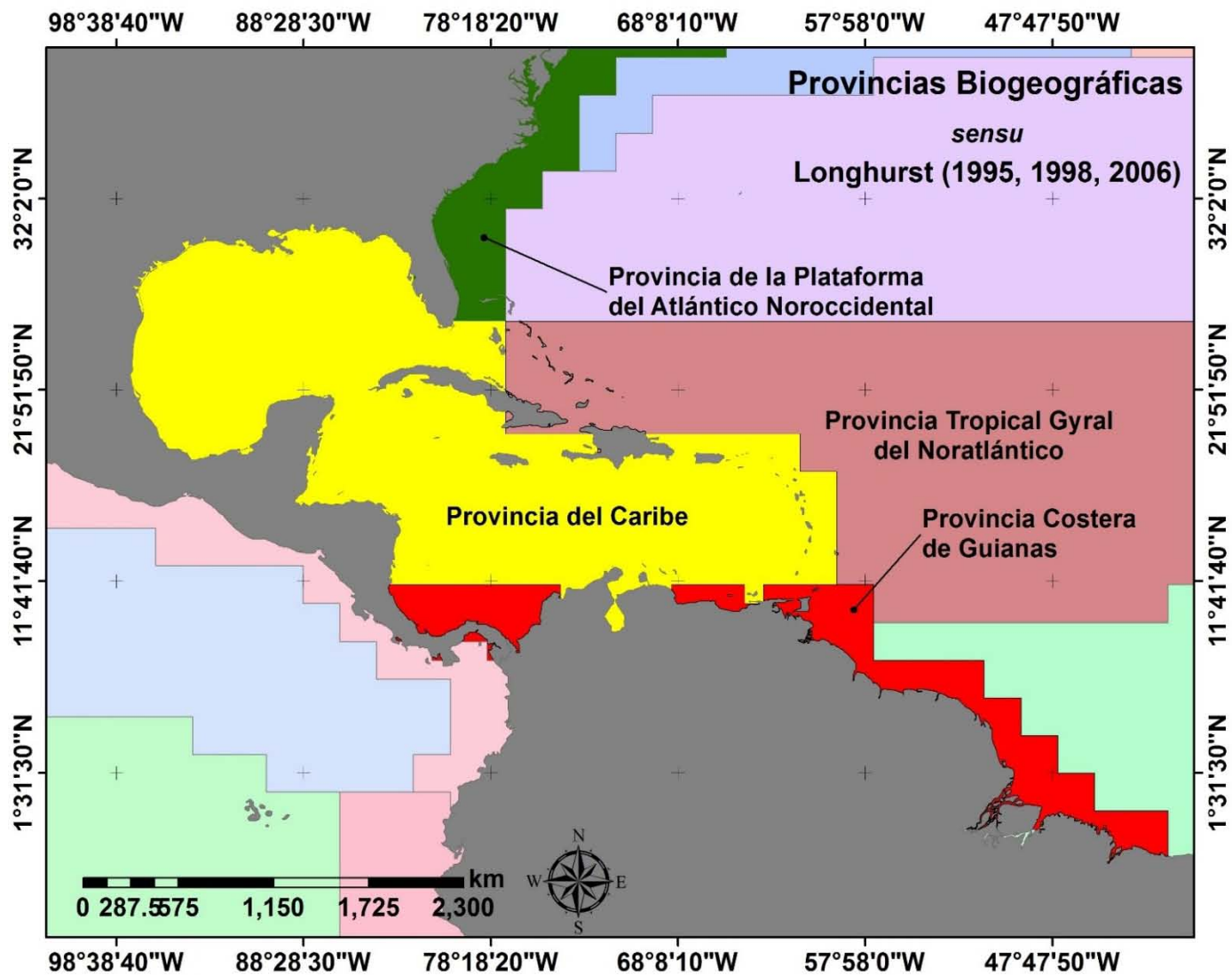


Fig. 2. Arreglo de provincias propuesto por Longhurst (1995, 1998, 2006), basada en los factores físicos prevalentes que afectan la distribución del fitoplancton, se muestra únicamente el área correspondiente al Atlántico occidental tropical (AOT) y subtropical (AOST).

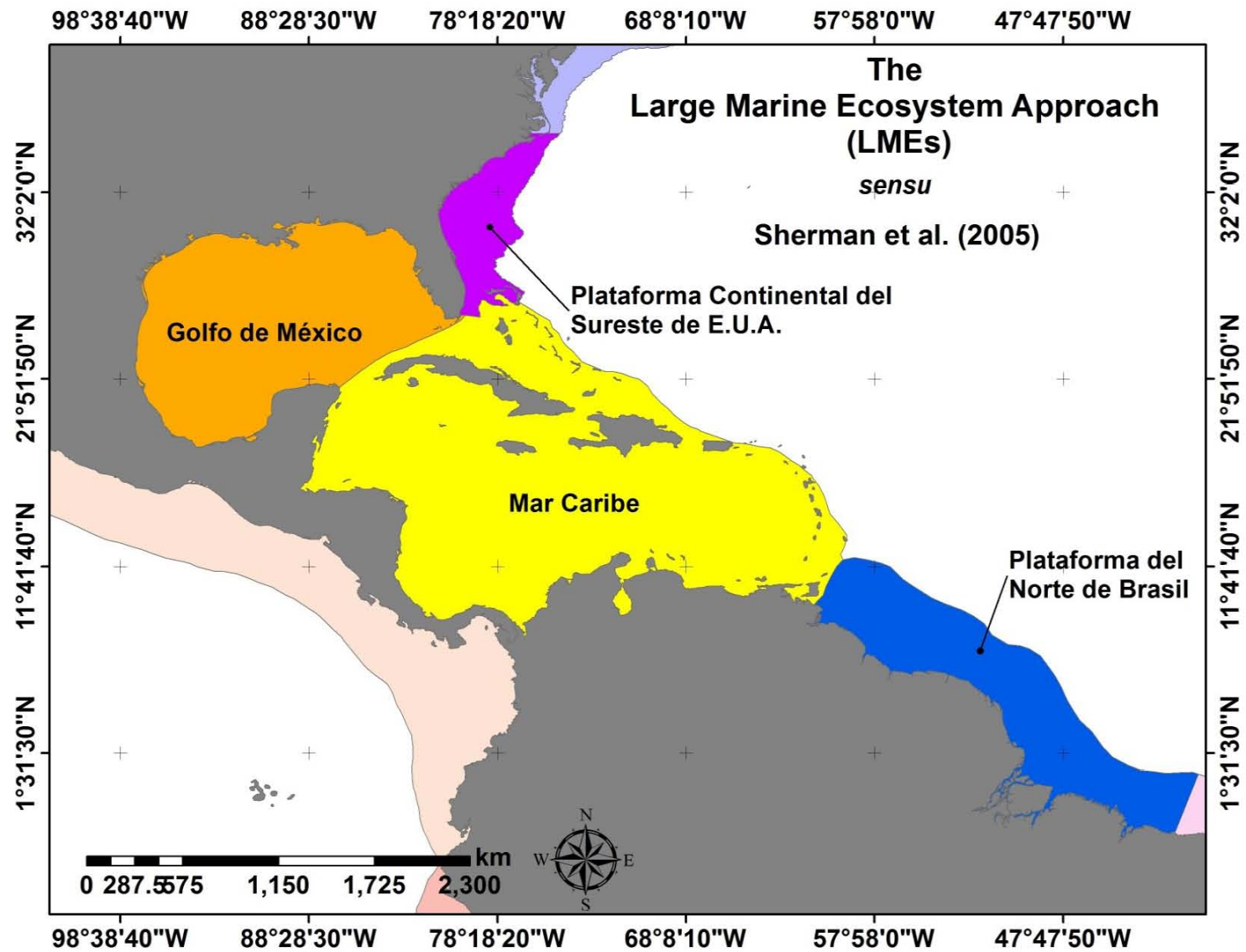


Fig. 3. *Large Marine Ecosystems* (LMEs): bordes de las regiones presentes para el AOT y aguas adyacentes *sensu* Sherman *et al.* (2005).

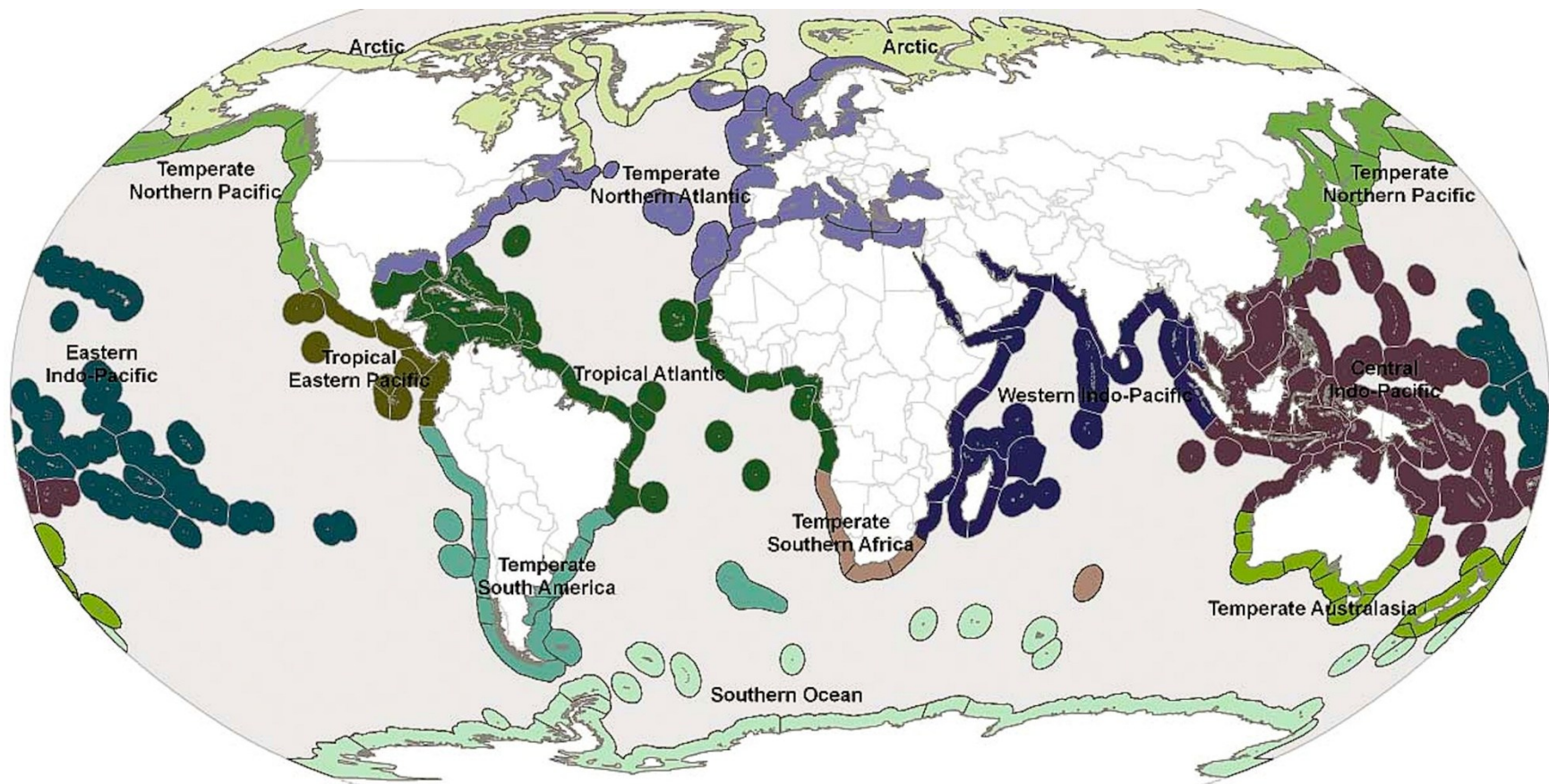


Fig. 4. Estructura biogeográfica utilizada en *The Marine Ecoregions of the World* (MEOW). En la figura se muestra el arreglo en Reinos, Provincias y Ecoregiones, así como sus bordes (Imagen tomada y modificada de Spalding *et al.* 2007).

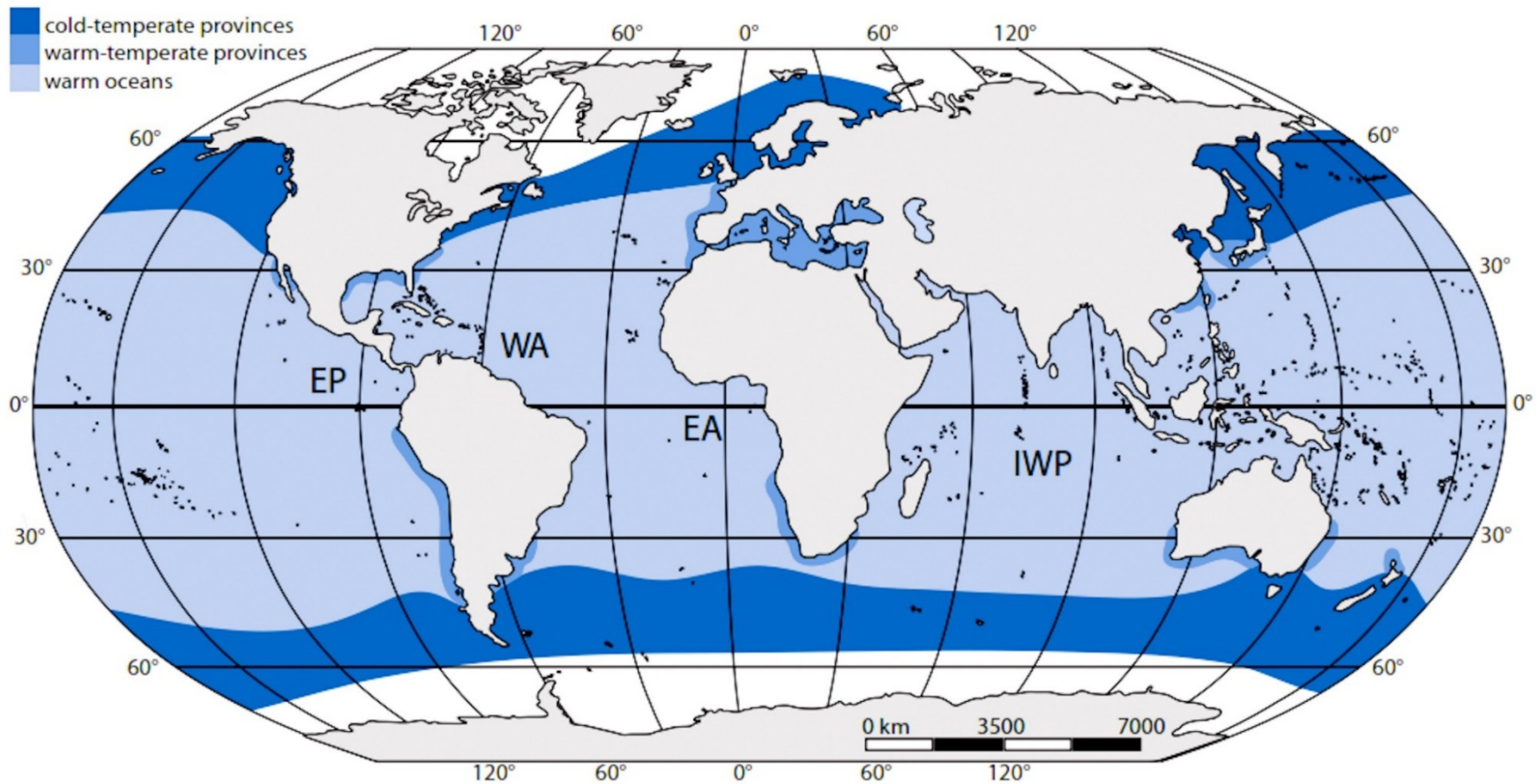


Fig. 5. Esquema de Briggs & Bowen (2012): El reordenamiento de las provincias biogeográficas marinas, elimina la distinción entre regiones *tropicales* y *cálido-templadas*. Las regiones frías están representadas en color blanco, las regiones frío-templadas están representadas en azul oscuro, y finalmente las regiones *cálido-templadas* están representadas en azul claro (tomado de: Briggs & Bowen 2012).

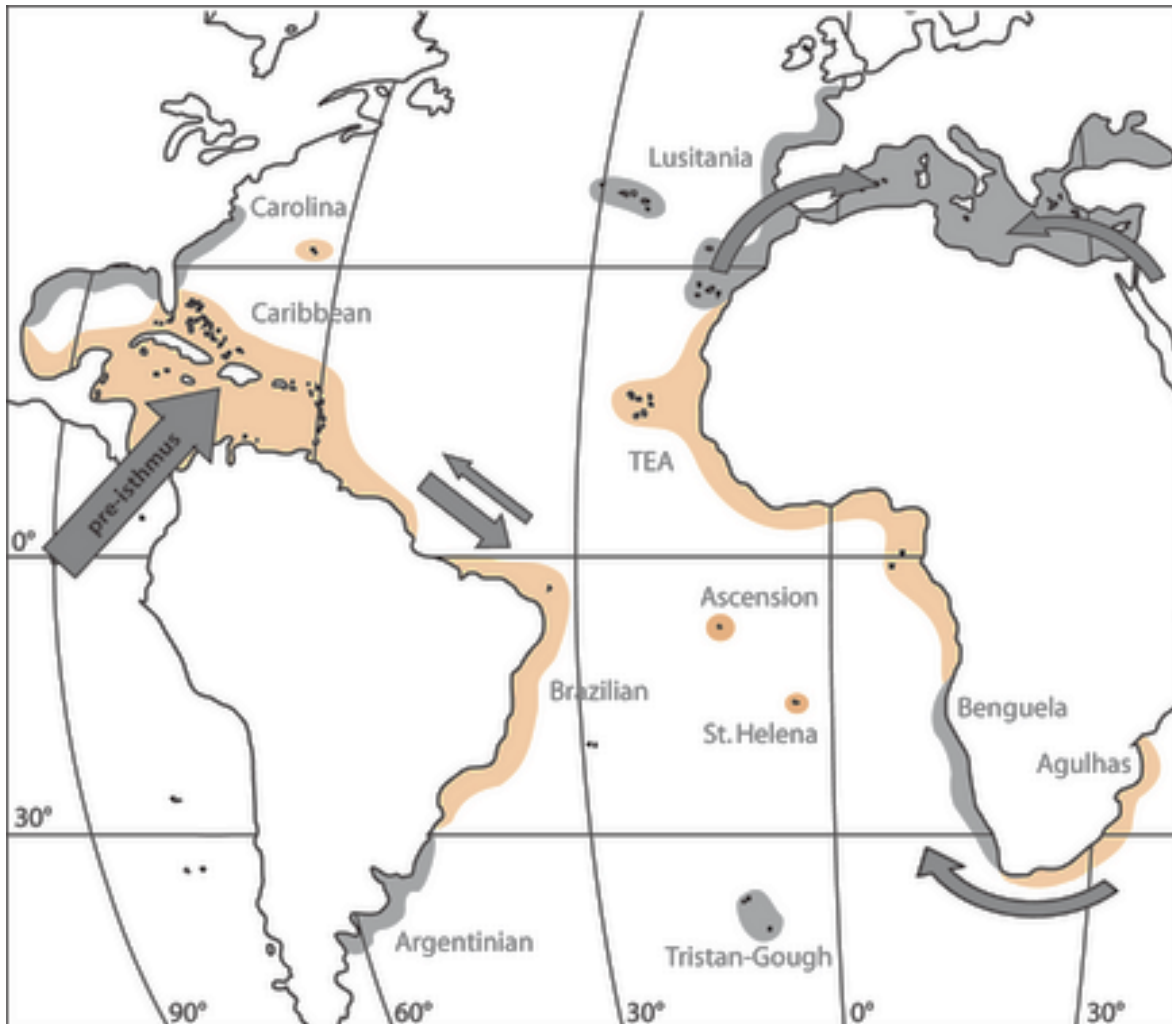


Fig. 6. Mapa del Océano Atlántico, mostrando las provincias biogeográficas *cálido-templadas* (gris) y las provincias *tropicales* (naranja), las flechas indican *zonas de intercambio biogeográfico* (*biogeographic pathways*) que contribuyen a la diversidad de especies de estas provincias (el grosor de las flechas indican el grado relativo de migración). Abreviación: TEA, Atlántico Oriental Tropical (*Tropical East Atlantic*). Imagen tomada de: *Journal of Biogeography*, Volume 40, Issue 6, pages 1023-1035, 31 JAN 2013 DOI: 10.1111/jbi.12082 <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jbi.12082/full#jbi12082-fig-0001>

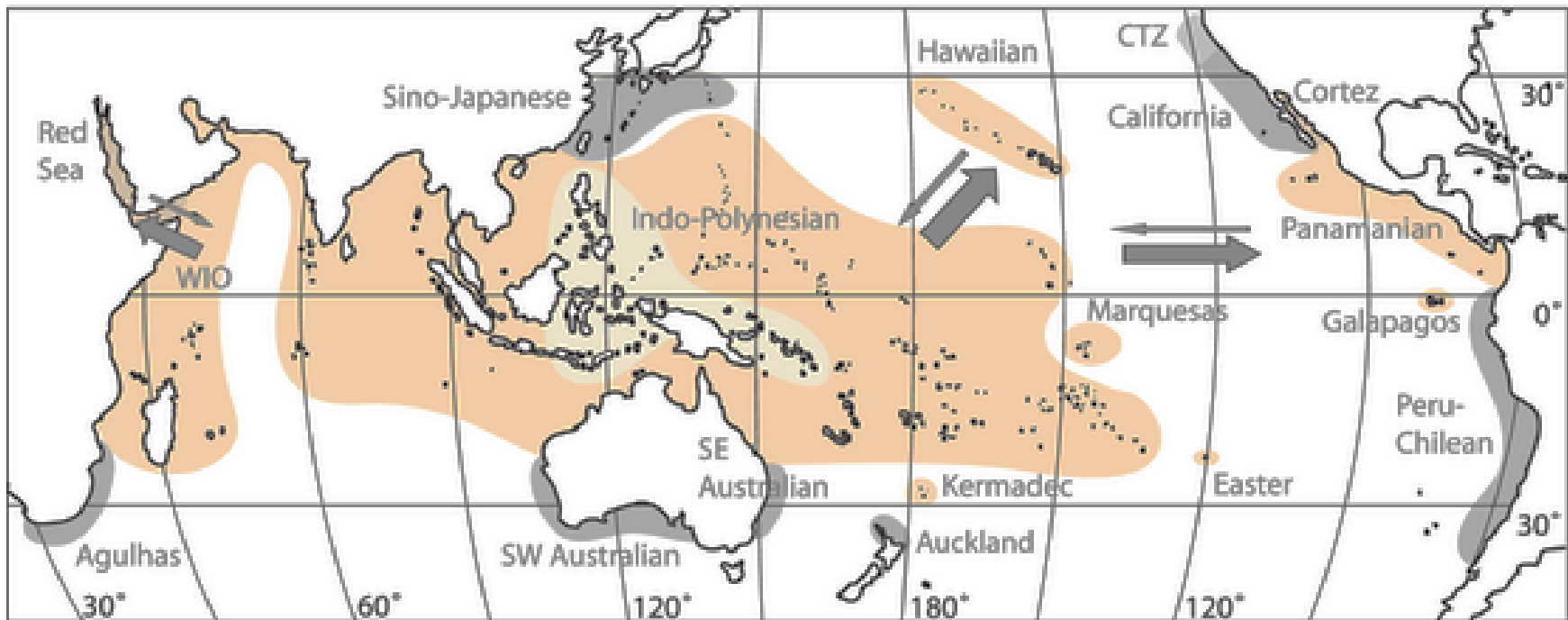


Fig. 7. Mapa del Océano Indo-Pacífico, mostrando las provincias biogeográficas *cálido-templadas* (gris) y las provincias *tropicales* (naranja). El triángulo coralino de biodiversidad (verde oliva, *The Coral Triangle biodiversity hotspot*). Las flechas indican el flujo de especies. Abreviaciones: CTZ, zona de transición de California (provincias de Oregon-California); WIO, Océano Índico Occidental (Western Indian Ocean). Imagen tomada de: *Journal of Biogeography*, Volume 40, Issue 6, pages 1023-1035, 31 JAN 2013 DOI: 10.1111/jbi.12082 <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jbi.12082/full#jbi12082-fig-0002>

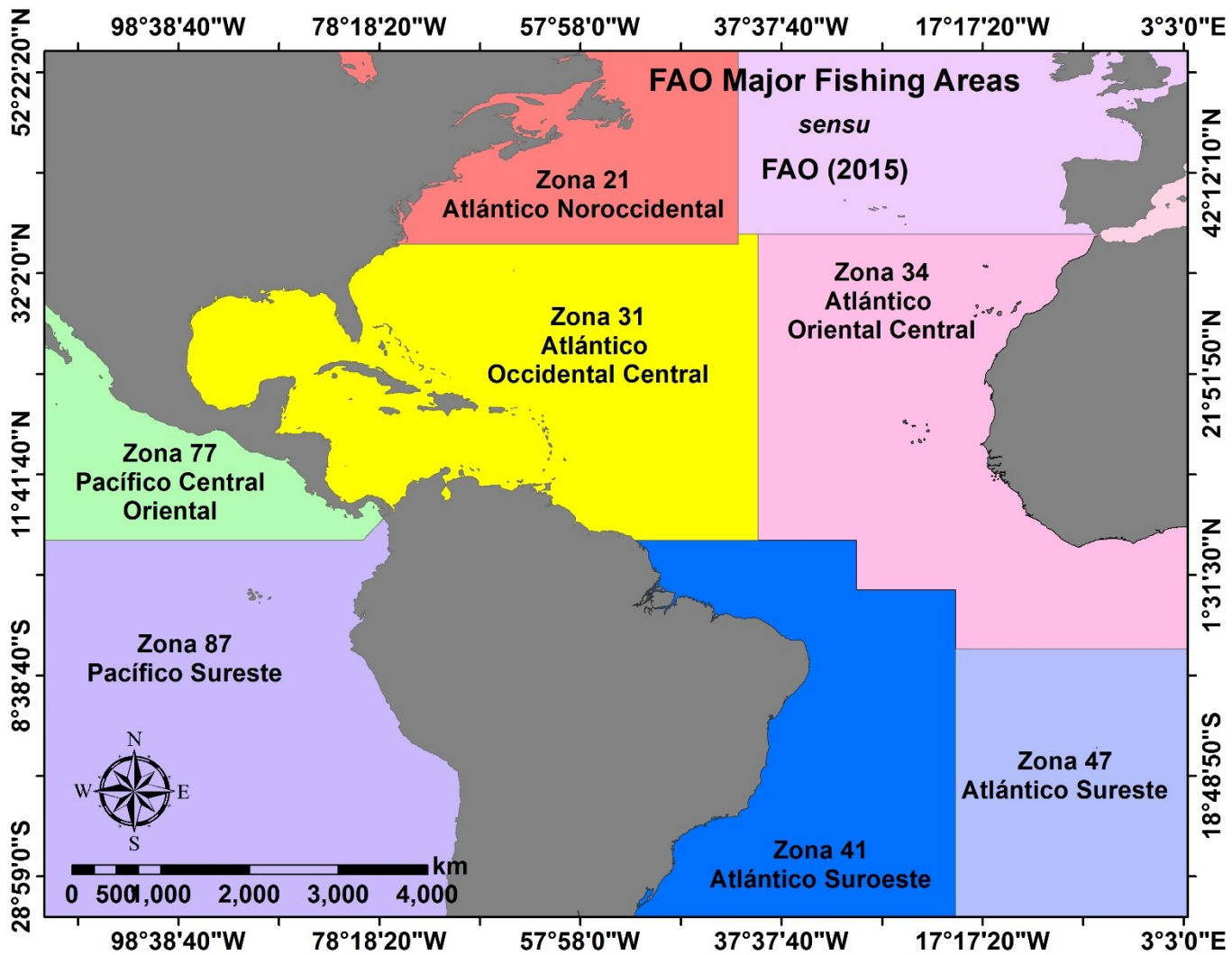


Fig. 8. Major Fishing Areas *sensu* FAO (2015): se muestran las zonas de pesca correspondientes al Océano Atlántico y al Pacífico Central y Sur.

3.3. *Biogeografía del Océano Atlántico Occidental Tropical con énfasis en la provincia del Caribe*

Actualmente la hipótesis del origen de la fauna del Atlántico occidental (AO) es controversial, sin embargo se cree que pudo tener cuatro probables orígenes (Dercourt et al. 1986; Hallam 1994; Coates & Obando 1996; Briggs 2003; Floeter et al. 2008; Briggs & Bowen 2013): (1) el Mar de Tetis antes del choque de África con Europa (12-20 m.a.), (2) la biota común del “nuevo mundo” (AO y Pacífico oriental) se desarrolló hasta después de la división de estas subprovincias (subprovincia Antillana y subprovincia de Centro América occidental) por el istmo de Panamá (c. 3.1 m.a.), (3) la radiación de especies dentro del propio Atlántico y (4) las invasiones de especies desde el Indo-Pacífico vía sur de África (actualmente separadas por la corriente de Benguela). Estas características geográficas y oceanográficas son consideradas como las principales barreras que han producido divergencia y especiación entre las faunas regionales del Atlántico (Floeter et al. 2008). Datos con moluscos han indicado que los eventos de enfriamiento del Plioceno (2.4-2.9 m.a.) eliminaron gran parte de la fauna cálido-templada del Ártico, así mismo tuvieron un efecto perjudicial en la fauna más al sur (p. ej.: Costa este de E.U.A.), dejando únicamente a las especies euritérmicas (Stanley 1986). Sin embargo actualmente se sabe que estas fluctuaciones de temperatura pudieron haber estimulado la especiación, por lo que varias de las especies pudieron haber sido reemplazadas (Briggs 2003).

Las barreras biogeográficas que existen en grandes regiones oceánicas pueden influir de manera significativa en la capacidad de dispersión de las especies (Briggs 2003; Floeter et al. 2008). Por ejemplo, las cinco grandes barreras biogeográficas que han moldeado la fauna actual de peces arrecifales: (1) el istmo de Panamá, (2) la barrera del Atlántico medio (BAM:), (3) las plumas dulce acuícolas de los ríos Amazonas (RA) y Orinoco (RO) lo largo de las costas de América del Sur, (4) la zona de surgencia de la corriente fría de Benguela en el suroeste de África y (5) la masa terrestre entre África y Asia (Briggs 1995; Bellwood & Wainwright 2002; Rocha et al. 2002; Luiz et al. 2012). Todas estas barreras aíslan a la fauna del AO de otras cuencas oceánicas, así mismo la BAM y las descargas del RA y RO determinan la mayoría de patrones de endemismos regionales (Joyeux et al. 2001; Rocha 2003; Floeter et al. 2008). El caso de la Isla de Bermuda, el punto más norteño con fauna de

afinidad tropical en el AO; está claramente poblada por “propágulos” traídos llevados por la Corriente del Golfo (Briggs & Bowen 2013). Las provincias cálido-templadas del AO son zonas con una diversidad empobrecida en comparación con las áreas adyacentes tropicales (Floeter et al. 2008). Incluso aunque estas provincias son distinguibles por cierto grado de endemismos (10 %), la mayoría de las familias, géneros y especies se han derivado de las provincias tropicales, tal es el caso de la Provincia Carolineana donde la mayoría de la fauna se deriva de la Provincia del Caribe (CA) (Briggs & Bowen 2013). La gran diversidad de la provincia del CA y la capacidad de dispersión de su fauna hacia el norte, sur o este provee clara evidencia de que el CA, o especialmente la alta concentración de diversidad dentro de esa provincia, ha funcionado como centro de origen de las provincias cálidas del Atlántico (Briggs & Bowen 2012; 2013).

Algunos trabajos biogeográficos que han tratado de evaluar los límites geográficos y subdivisiones de la provincia del CA, han incluido no solo el análisis de varios taxones (Hedgpeth 1957; Briggs 1995; Spalding et al. 2007). Si no también de taxones específicos, p. ej.: bivalvos y gastrópodos (Valentine 1973; Petuch 2013), crustáceos decápodos (Boschi 2000) y peces principalmente (Briggs 1974; Floeter et al. 2008; Briggs & Bowen 2012; Briggs & Bowen 2013; Francisco-Ramos & Arias-González 2013; Kulbicki et al. 2013; Robertson & Cramer 2014). La mayoría de estos esquemas biogeográficos han dividido el Caribe y sus aguas adyacentes en dos áreas mayores: (1) una Provincia Caribeña de afinidad tropical, que comprende la totalidad del Mar Caribe (Antillas Mayores, Menores, parte de la costa norte de América del Sur, las costas orientales de América Central, las Isla de Bermuda, la punta sur de la Florida y la mitad sur del Golfo de México) y una subunidad de afinidad subtropical denominada “Golfo”, que abarca la totalidad o la mitad norte del Golfo de México, con temperaturas superficiales frías en invierno y que comparte gran cantidad de fauna de afinidad cálido-templada presentes también en la costa este de Estados Unidos (Provincia Caroliniana) (Ekman 1953; Hedgpeth 1957; Valentine 1973; Briggs 1974; 1995; Boschi 2000; Spalding et al. 2007; Briggs & Bowen 2012; 2013; Petuch 2013) (Fig. 9-16).

La otra gran área geográfica del AOT es la Provincia Brasileña, la cual se encuentra aislada de la Provincia del Caribe, por una enorme área de fondos blandos producidos por el enorme flujo de agua dulce y sedimentos de los RO y RA (Briggs 1974; Floeter et al. 2008;

Robertson & Cramer 2014). Actualmente esta área es reconocida como una barrera para la dispersión de los corales formadores de arrecifes (Rocha 2003; Cox et al. 2016), gastrópodos (Vermeij 1978; Petuch 2013) y peces arrecifales (Gilbert 1972; Rocha 2003; Floeter et al. 2008; Robertson & Cramer 2014). El porcentaje de endemismo para algunos taxones como corales, hidrozoarios, moluscos, crustáceos y peces en Brasil, ha conducido a algunos autores a considerar la costa Atlántica tropical de Brasil, así como sus islas oceánicas como una provincia biogeográfica distinta a la Provincia del Caribe (Briggs 1974; 1995; Joyeux et al. 2001; Floeter et al. 2008; Briggs & Bowen 2012; 2013; Robertson & Cramer 2014).

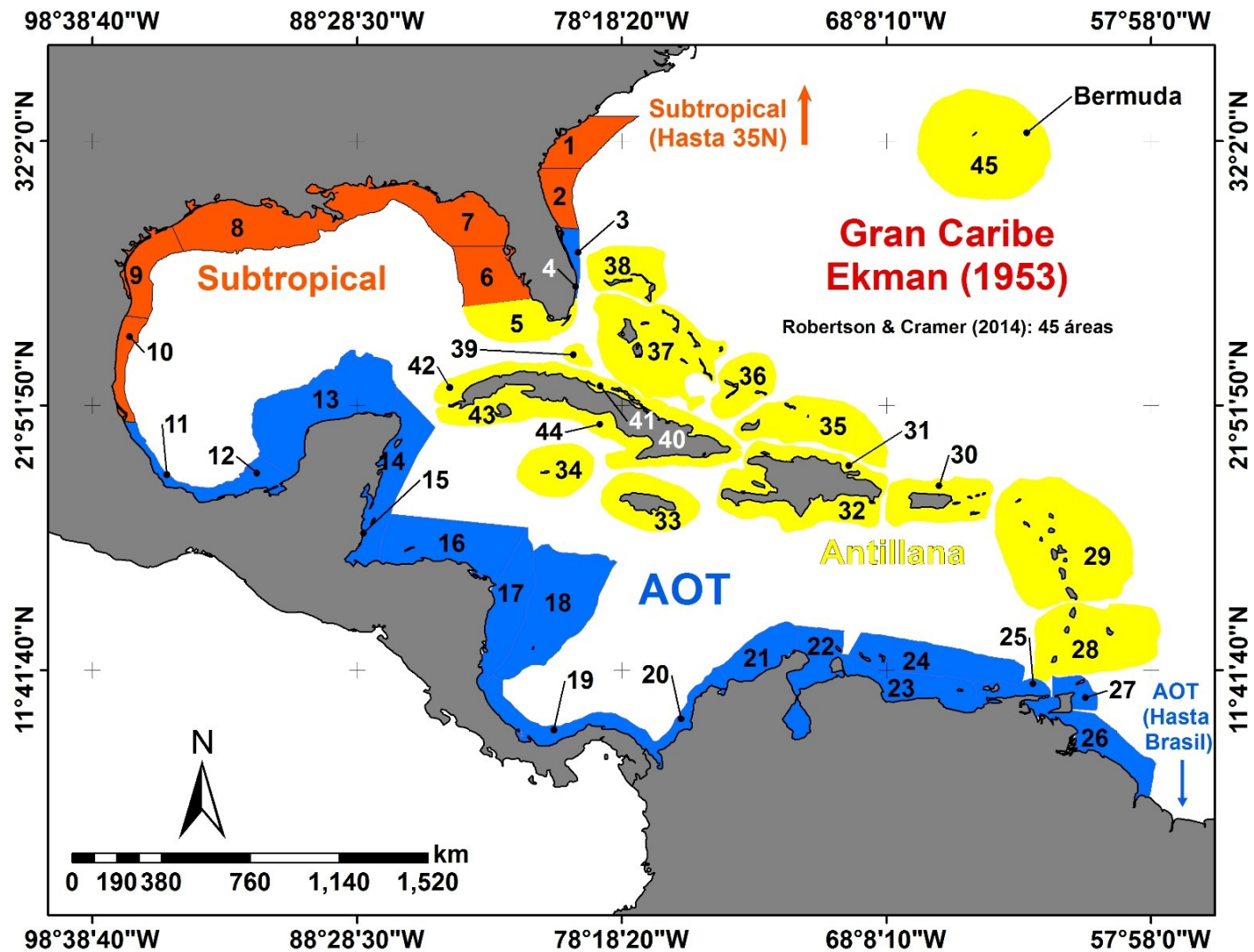


Fig. 9. Esquema biogeográfico propuesto por Ekman (1953) para la Región del Gran Caribe, se observan tres provincias mayores, de las cuales dos son de afinidad tropical: *Provincia Antillana* (amarillo), la *Provincia del Atlántico Occidental Tropical* (AOT: azul), y una *Provincia Subtropical* que cubre la mitad norte del Golfo de México y la costa Este de E.U.A. (naranja). Imagen modificada y adaptada de Robertson & Cramer (2014).

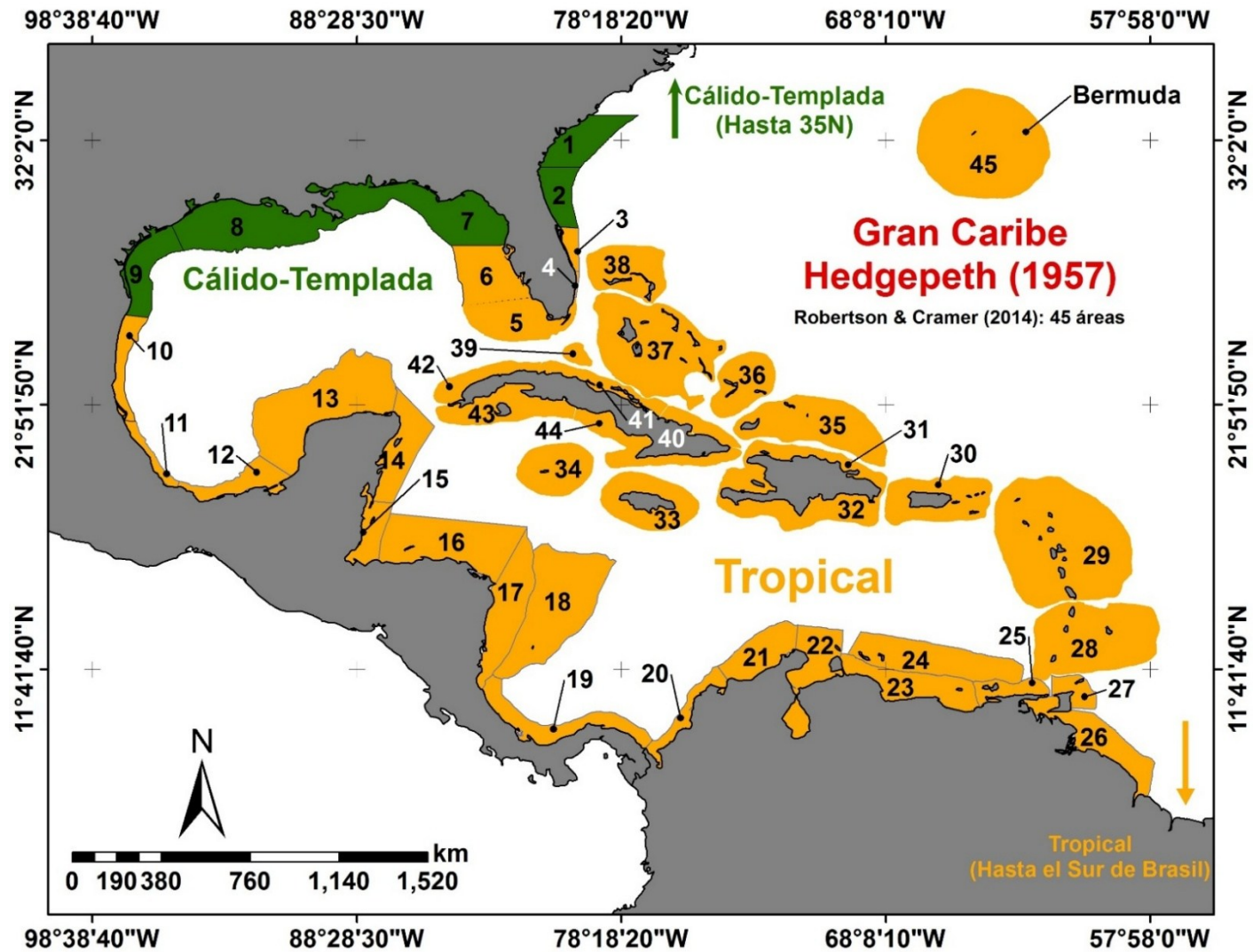


Fig. 10. Esquema biogeográfico propuesto por Hedgpeth (1957) para la Región del Gran Caribe, se observan dos provincias mayores: una *Provincia Tropical*, que abarca todo el Mar Caribe, Bermuda, la mitad sur del Golfo de México y la punta sur de la Florida (oro); y una *Provincia Cálido-Templada*, que abarca la mitad norte del Golfo de México y la costa Este de E.U.A (verde). Imagen modificada y adaptada de Robertson & Cramer (2014).

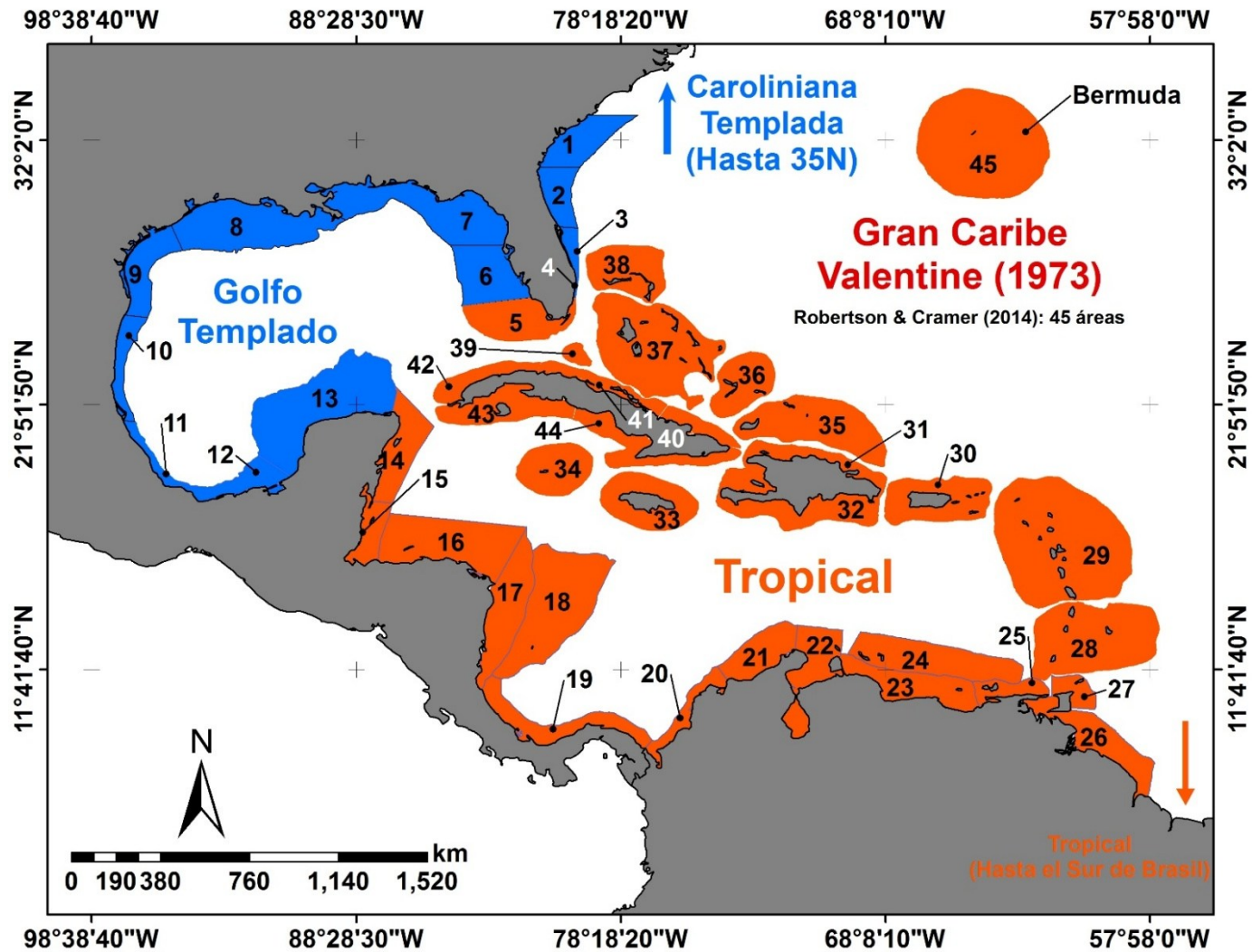


Fig. 11. Esquema biogeográfico propuesto por Valentine (1973) para la Región del Gran Caribe, se observan dos provincias mayores: una *Provincia Tropical* (naranja), que abarca desde todo el Mar Caribe, Bermuda hasta la punta sur de la Florida; y una provincia templada *Carolineana* (azul), que abarca la totalidad del Golfo de México (excepto el sur de la Florida) y la costa Este de E.U.A. Imagen modificada y adaptada de Robertson & Cramer (2014).

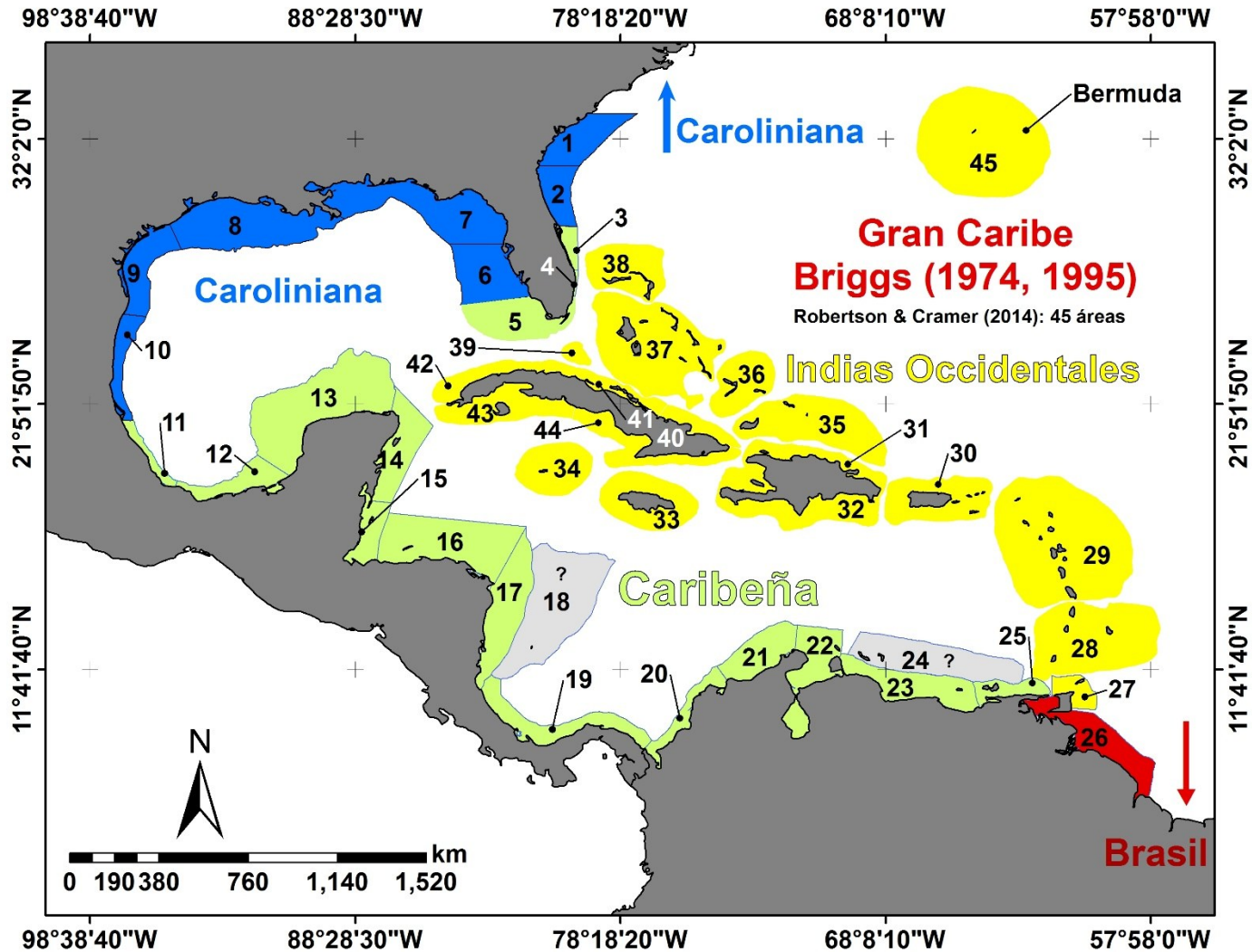


Fig. 12. Esquema biogeográfico propuesto por Briggs (1974; 1995) para la Región del Gran Caribe, se observan tres provincias mayores, de las cuales dos tienen afinidad tropical: *Provincia de las Indias Occidentales* (amarillo), que comprende las Antillas Mayores, Menores, las Bahamas y Bermuda; y la *Provincia Caribeña* (verde claro) que abarca la mitad sur del Golfo de México, la punta sur de la Florida y parte de la costa este de E.U.A., la totalidad de las costas orientales de América Central y parte de la costa norte de América del Sur. La *Provincia Carolínea* (azul) se extiende por la mitad norte del Golfo de México y la costa este de E.U.A. Imagen modificada y adaptada de Robertson & Cramer (2014).

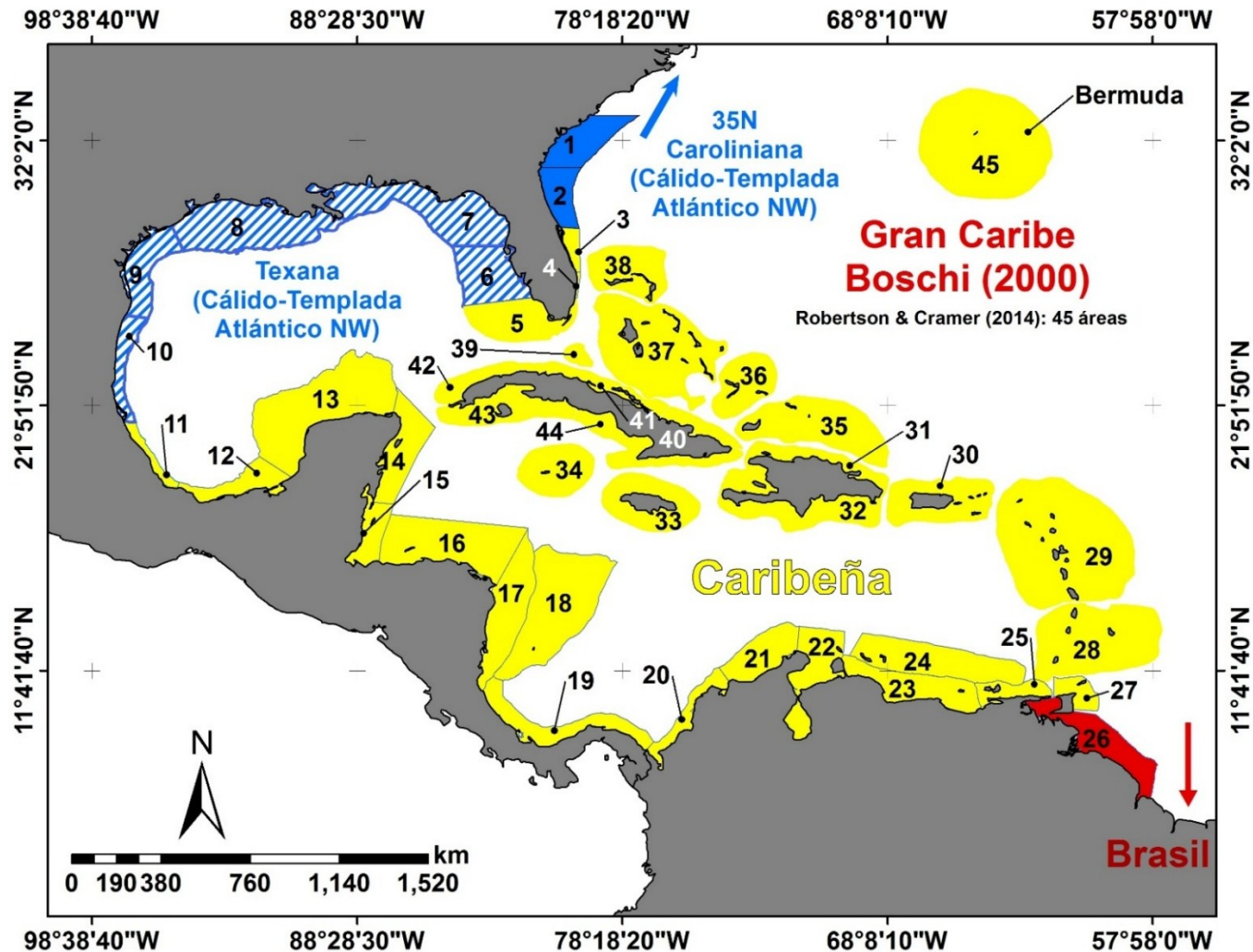


Fig. 13. Esquema zoogeográfico propuesto por Boschi (2000) para la Región del Gran Caribe, basado en la distribución de crustáceos decápodos: se observan dos provincias y una subprovincia: la *Provincia Caribeña* (amarillo) de afinidad tropical que abarca desde la mitad sur del Golfo de México a lo largo de la costa oriental de América Central, parte de la costa norte de América del Sur, las Antillas Mayores y Menores, la punta sur de la Florida, y las Islas de Bahamas y Bermuda; y una provincia “cálido-templada” *Provincia Caroliniana* que contiene a la *Subprovincia Texana* que abarca desde la mitad norte del Golfo de México y parte de la costa Este de los E.U.A. Imagen modificada y adaptada de Robertson & Cramer (2014).

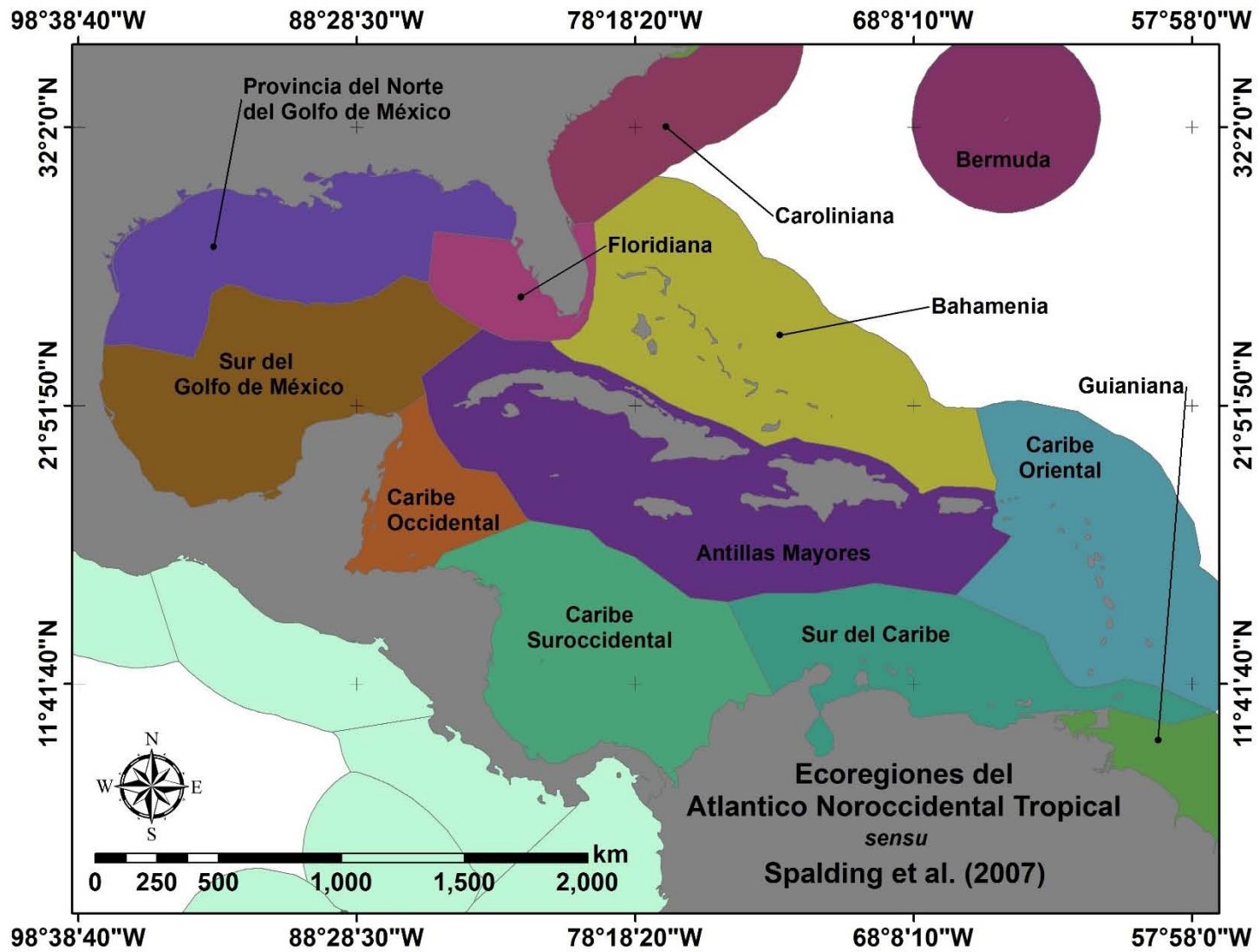


Fig. 14. Esquema biogeográfico propuesto por Spalding *et al.* (2007) para esta fracción del AOT, se observan 12 ecoregiones que cubren la totalidad de la extensión de la Región del Gran Caribe.

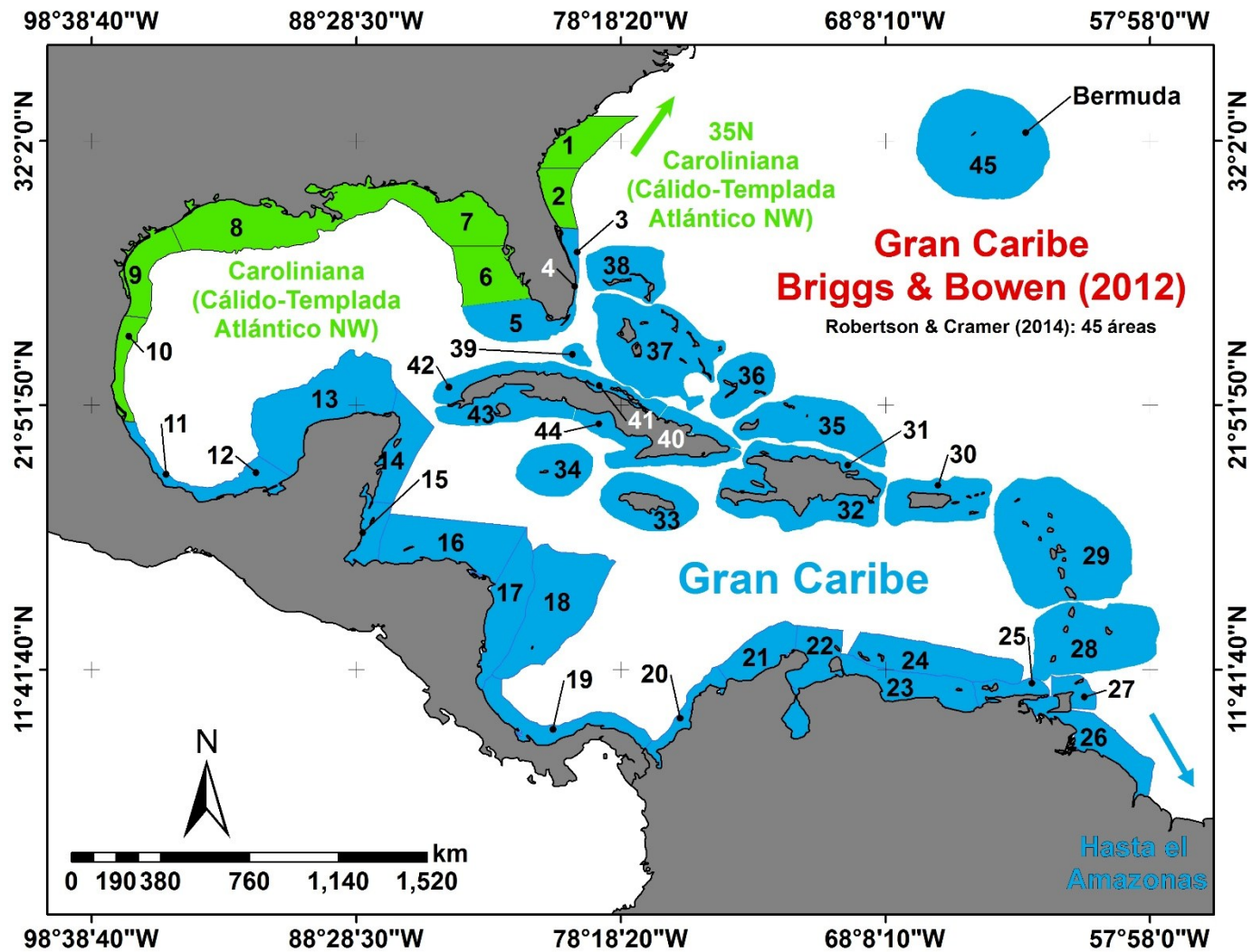


Fig. 15. Esquema biogeográfico propuesto por Briggs & Bowen (2012) para la Región del Gran Caribe, con base en la distribución de peces; se pueden observar dos provincias mayores diferenciadas: una provincia de afinidad tropical denominada *Gran Caribe* (azul), que abarca la mitad sur del Golfo de México, las costas orientales de América Central, la costa Norte de América del Sur, las Antillas Mayores y Menores, la punta sur de la Florida y las Islas de Bahamas y Bermuda; y una provincia de afinidad cálido-templada denominada *Carolineana* (verde), que abarca la mitad norte del Golfo de México y parte de la costa Este de E.U.A. Imagen modificada y adaptada de Robertson & Cramer (2014).

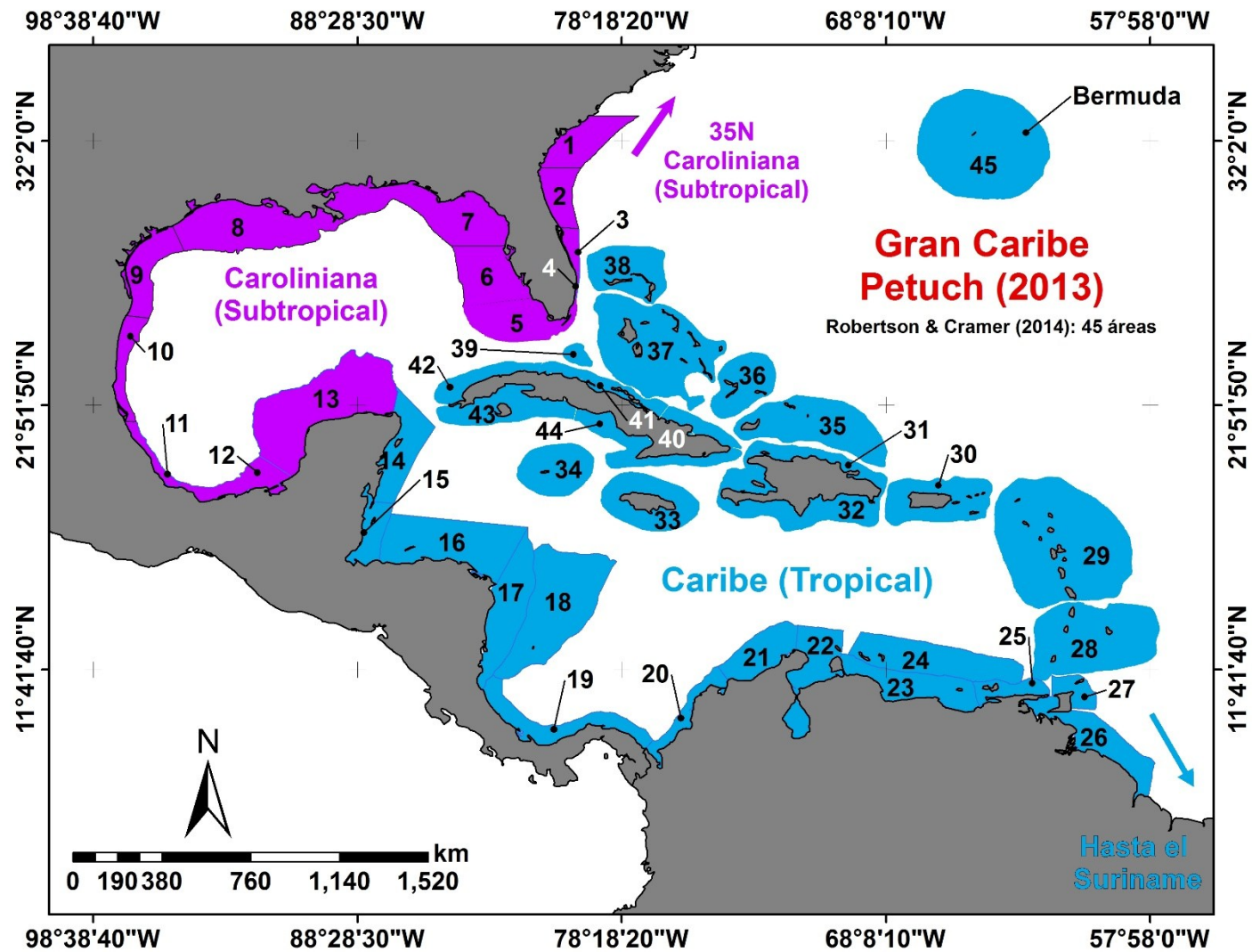


Fig. 16. Esquema zoogeográfico propuesto por Petuch (2013) para la Región del Gran Caribe, con base en la distribución de moluscos; se observan dos provincias mayores diferenciadas: una provincia de afinidad tropical denominada *Caribe* (azul), que abarca la totalidad del Mar Caribe y las Islas de las Bahamas y Bermuda; y una provincia subtropical denominada *Caroliniana* (morado), que abarca la totalidad del Golfo de México a través de la Península de la Florida y la costa Este de E.U.A. Imagen modificada y adaptada de Robertson & Cramer (2014).

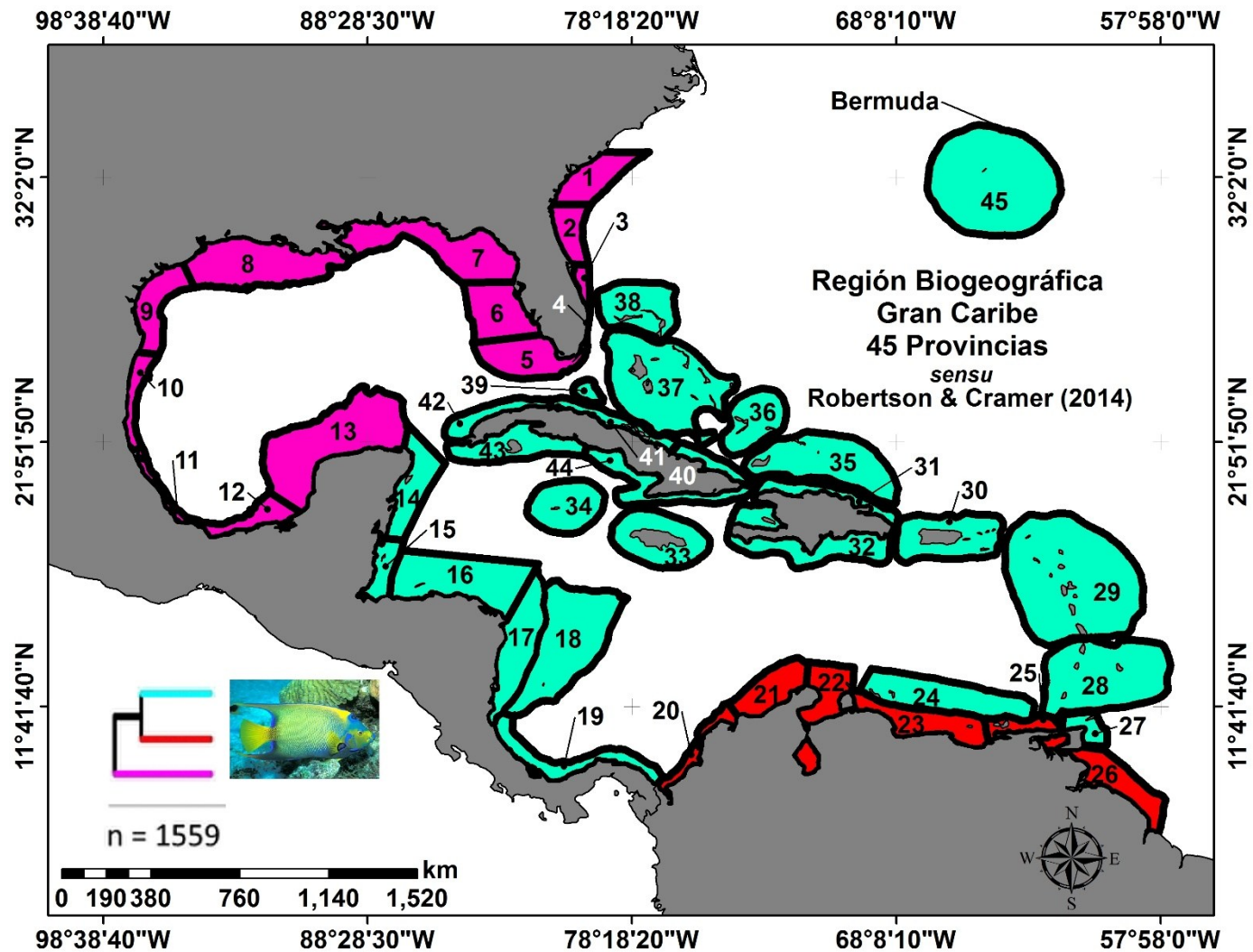


Fig. 17. División de la región del Gran Caribe según Robertson & Cramer (2014) con base en la distribución de peces costeros, se pueden observar tres provincias mayores diferenciadas: (1) *Provincia Central Tropical* (verde: todas las regiones insulares del Mar Caribe, las costa orientales de América Central y las Islas de las Bahamas y Bermuda), (2) *provincia del sur afectada por surgencia* (rojo: abarca parte de la costa Norte de América del Sur), y (3) *Provincia Subtropical del Norte* (rosado: abarca la totalidad del Golfo de México y la costa este de E.U.A. hasta los 33°N).

3.4. *Sobre el conocimiento de Caridea en el AOT*

El primer intento para tratar de develar las relaciones zoogeográficas de la fauna de camarones carídeos fue Chace (1972), en su trabajo *The shrimps of the Smithsonian-Bredin Caribbean expeditions with a summary of West Indian shallow-water species*, donde además de proveer un listado detallado de 131 especies de camarones (incluyendo Stenopodidea y Dendrobranchiata), realiza una serie de comentarios y observaciones sobre la zoogeografía de estos grupos. Sin embargo no delimitó unidades zoogeográficas, argumentando la falta de barreras geográficas verdaderas en la región del Caribe y que la distribución de las especies estaba en función únicamente de la disponibilidad de hábitat.

Posteriormente Williams (1984) realizó una compilación de la información de los crustáceos decápodos presentes en la costa atlántica de los Estados Unidos de América (cuencas del Golfo de México y costa este). Para la cual incluyó una breve reseña de las relaciones zoogeográficas de este grupo, tomando como referencia el esquema biogeográfico propuesto Hedgpeth (1957) (variación estacional promedio de la temperatura del agua). Ese mismo año Lemaitre (1984) publicó un trabajo sobre los decápodos de Cay Sal Bank, Bahamas, donde realizó una serie de notas de las afinidades zoogeográficas de 113 especies, señalando cierto grado de similitud faunística con el Golfo de México.

Boschi (2000) realizó un trabajo donde propone un esquema zoogeográfico para las especies de crustáceos decápodos de las Américas (Océanos Atlántico y Pacífico). En este propone la existencia de 14 provincias y dos sub-provincias con base en la distribución conocida hasta ese momento de 2,472 especies (<300 m de profundidad). Sin embargo como se mencionó antes en la sección de la introducción, los criterios utilizados por este autor para generar dichas unidades biogeográficas pueden ser arbitrarios por no recaer en algún método cuantitativo para establecerlos.

Nizinski (2003) realizó un listado comentado de las especies de decápodos de aguas someras (0-190 m) de la costa Atlántica de los Estados Unidos de América, en la cual reporta una riqueza de 92 especies de camarones carídeos, así como realiza una serie de comentarios sobre las relaciones zoogeográficas de este grupo basándose en las observaciones de

previamente descritas por Williams (1984) y los gradientes latitudinales (comunidades bentónicas) descritos en el trabajo de Engle & Summers (1999).

Wicksten & Packard (2005) realizaron un análisis cualitativo de la zoogeografía de los crustáceos decápodos de la pendiente de la plataforma continental (200–2500 m) y planicie abisal (2500–3840 m) del Golfo de México. En este trabajo ellos plantearon cuatro hipótesis: (1) la mayoría de las especies de crustáceos presentes en la planicie abisal de Sigbee están presentes en todos los océanos del mundo, (2) por lo menos una cuarta parte de las especies presentes en el Golfo de México se distribuyen desde el Atlántico noroccidental (Cabo Hatteras- Mar Caribe) y (3) el Golfo de México es una región con una gran riqueza de especies del género *Munidopsis* (Pleocyemata: Anomura).

Para el Mar Caribe Martínez Iglesias (2007) publicó un listado de las especies conocidas hasta ese momento para la Isla de Cuba, adicionalmente propone la división de esta en nueve eco-regiones funcionales: (1) suroriental/costa oriente, (2) surcentral/Archipiélago Jardines de la Reina, (3) surcentral/costa al sur del Macizo de Guamuhaya, (4) suroccidental/Archipiélago de los Canarreos, (5) suroccidental/Península de Guanahacabibes, (6) noroccidental/Archipiélago de Los Colorados, (7) noroccidental/Norte Habana-Matanzas, (8) norcentral/Archipiélago Sabana-Camagüey, (9) nororiental/costa norte de oriente. Sin embargo este un criterio enfocado en documentar la riqueza de especies a escala local.

Felder *et al.* (2009) realizaron una compilación del estado de conocimiento de los crustáceos decápodos presentes en todo el Golfo de México y lo dividieron en cuatro grandes regiones y ocho subregiones. Estos bordes fueron fijados del oeste de Cabo Catoche, Quintana Roo, México (21°33'N, 87°00'W) extendiéndose por el norte hasta Cabo San Antonio, Cuba (21°51'N, 84°57'W), y desde Punta Hicacos, Cuba (23°12'N, 81°08'W), hasta las aguas del Estrecho de la Florida y Florida Keys (25°06'N, 80°26'W). Esta división del Golfo fue únicamente con el propósito de documentar de manera más simple la diversidad de especies en cada zona.

Barba (2012) realizó un trabajo donde compara la similitud faunística de las comunidades de camarones carídeos habitantes de praderas de pastos marinos de la Costa noroeste del Golfo de México y el Caribe Mexicano. Adicionalmente provee una serie de

observaciones de la zoogeografía de dichas comunidades, utilizando como marco de referencia el esquema propuesto por Boschi (2000). En este trabajo Barba argumenta que el 6.5% de la fauna presenta afinidad con la Provincia Virginiana, el 75% con la Carolineana, el 81.2% con la Texana, la Caribeña con el 56%, y la Brasileña con 12.5%.

Para la región del Océano Atlántico suroccidental tropical (AST) Anker *et al.* (2016), realizaron un inventario faunístico de los camarones de la familia Alpheidae de los archipiélagos oceánicos Trinidad y Martin Vaz de Brasil. Adicionalmente incluyeron un análisis zoogeográfico de la fauna de alfeidos de las islas oceánicas tropicales del AST (Trinidad y Martin Vaz, Fernando de Noronha, Atol das Rocas, São Pedro y São Paulo, Ascensión, Santa Helena, Cabo Verde y São Tomé & Príncipe). Sus resultados mostraron que un total de 120 especies de alfeidos han sido reportadas para el AST. De estos 77 (64%) han sido reportados para la plataforma continental del AO, 18 (15%) son especies del Atlántico oriental (AOL), 17 (14%) son especies insulares y 18 (15%) son especies anfiatlánticas.

4. METODOLOGÍA

4.1. Área de estudio

4.1.1. *El Gran Caribe*

Para efecto de este estudio decidí utilizar el esquema biogeográfico propuesto por Robertson & Cramer (2014) para la región biogeográfica del Gran Caribe (GC) y aguas adyacentes. Esta hipótesis de área fue propuesta por estos autores con base en la distribución de 1, 559 especies de peces de aguas costeras dentro de 45 secciones tanto de la plataforma continental así como insulares. Sus resultados mostraron que la Región del GC ocupa un área mayor a lo que usualmente se pensaba, extendiéndose al sur hasta el sur de la Guyana, y al norte abarcando parte el área Carolineana. Así mismo estos autores señalaron que la región de GC dista de ser un área homogénea, dividiéndose en tres provincias mayores con su fauna distintiva: (1) una Provincia central tropical, que abarca las Indias Occidentales, Bermuda y América Central; (2) una Provincia del sur afectada por surgencia, que abarca toda la costa norte de América del Sur y (3) una Provincia subtropical del norte, que abarca la totalidad del Golfo de México, Florida y la costa sureste de E. U. A. Estos tres patrones de provincias se mantuvieron tanto para especies de peces arrecifales y fondos blandos, siendo los factores ambientales como la variación latitudinal de la temperatura superficial del agua, la disponibilidad de hábitats (arrecifes coralinos, manglares y líneas costeras de fondos blandos), la adición de nutrientes y las descargas de grandes ríos los principales factores en la distribución de las especies (Fig. 18).

4.1.2. *Las cuencas oceánicas del Gran Caribe*

La región del GC incluye parte y la totalidad de tres grandes cuencas oceánicas cuyas características oceanográficas pueden ser diferentes entre sí (Robertson & Cramer 2014). Según Robertson & Van Tassell (2015) estas son: (1) la cuenca del Atlántico noroccidental (CANO), ubicada en la costa este de los Estados Unidos de América desde la costa oriental de la Florida hasta la parte central de Carolina de Sur (33°N); (2) la cuenca del Golfo de México (GMX), que limita al oeste del Cabo Catoche, México (21°33'N, 87°00'W) y se prolonga hacia el norte hasta Cabo de San Antonio, Cuba (21°51'N, 84°57'W), y continua aún más al norte por el estrecho de Florida y Florida Keys sobre la línea oeste de Punta

Hicacos, Cuba y hasta la proximidad de Key Largo, Florida (25°06'N, 80°26'W) (Felder & Camp 2009); y la cuenca del Mar Caribe (MC), que bordea las costas de México y América Central al oeste y suroeste, prolongándose hacia el norte por las Antillas Mayores empezando por Cuba hasta las Antillas Menores, y llegando hasta el sur por la costa norte de América del Sur hasta el delta del Río Orinoco (Briggs & Bowen 2012; Robertson & Cramer 2014).

Geográfica y oceanográficamente la región del GC es un área altamente compleja debido a la heterogeneidad de sus costas continentales, la gran cantidad de islas de diferentes tamaños, así como la gran cantidad de hábitats disponibles que están determinadas por las variaciones batimétricas y climáticas principalmente en aguas someras continentales (<200 m de profundidad) (Robertson & Van Tassell 2015) (Fig. 19).

4.1.2.1. *Cuenca oceánica del Mar Caribe (MC)*

El MC es una mar semi-cerrado rodeado al este y al norte por una cadena estrecha de islas que actúan como barrera para el flujo de agua proveniente del Atlántico. Las islas de Guadalupe al norte y hasta Granada al sur conforman las Antillas Menores, mientras que las islas más grandes del norte como Cuba, la Española y Puerto Rico conforman las Antillas Mayores) (Murphy & Hurlburt 1999). El ambiente físico del MC es espacialmente muy heterogéneo y esas variaciones afectan la distribución de los organismos marinos en esa cuenca (Chollett *et al.* 2012). Algunas de las mayores fuentes de heterogeneidad incluyen descargas de ríos (Müller-Karger *et al.* 1989; Restrepo *et al.* 2006; Imbach *et al.* 2010; Chollett *et al.* 2012), surgencias (Andrade & Barton 2005; Rueda-Roa & Muller-Karger 2013) y efectos creados por la heterogeneidad batimétrica (Ortiz-Karpf *et al.* 2017). Estos mecanismos (p. ej.: temperatura superficial del agua, luz, salinidad) pueden alterar de manera significativa el ambiente físico-químico lo cual repercute directamente en los organismos marinos influenciando procesos biológicos fundamentales como el metabolismo y la fotosíntesis (Chollett *et al.* 2012) (Fig. 20).

El flujo de agua que entra desde el oeste y pasa a través de las islas de las Antillas Menores forma la Corriente del Caribe (Murphy & Hurlburt 1999) (Fig. 21). La cual transporta cantidades significativas de agua en dirección norte a través del MC y adentro del Golfo de México por el Canal de Yucatán donde se convierte en la Corriente de Lazo (Gyory *et al.*

2017b). Ambas corrientes tanto la del Caribe como la de Lazo son componentes esenciales del sistema de la Corriente del Golfo, que a su vez en parte es conducida por los patrones de vientos así como por los procesos de circulación termohalina global (Murphy & Hurlburt 1999).

4.1.2.2. *Cuenca oceánica del Golfo de México (GMX)*

El GMX es un cuerpo de agua semi cerrado de 1, 500,000-km², bordeado por Cuba (sur), Estados Unidos de América (este, norte y oeste) y México (oeste). Esta cuenca somera (aproximadamente 2.5 millones de km³ de agua) posee profundidades de menos de 20 m hasta en un 38% del total de su extensión, así como una gran área de plataforma continental que abarca hasta el 42%, mientras que la planicie abisal solo el 20% (HRI 2017). La circulación del agua del GMX está dominada por la Corriente de Lazo y los giros anticiclónicos y ciclónicos derivados de esta (Ellis & Dean 2012). La variación anual en los ciclos de la temperatura superficial del mar está influenciada principalmente por el transporte de calor particularmente a través del Canal de Yucatán, y que es causada por la dinámica atmosférica a escala mensual (Adem *et al.* 2009). Estos procesos forman parte de la circulación del Océano Atlántico, sirviendo como medio de transporte de calor, nutrientes, y material biológico desde el MC hasta el Atlántico norte (Muller-Karger *et al.* 2015). Estas oscilaciones climáticas a grande escala influyen directamente en los recursos naturales de esta rica y productiva región (Monte-Luna *et al.* 2015) (Fig. 22).

4.1.2.3. *Cuenca del Atlántico Noroccidental (CANO)*

La plataforma continental del suroeste de los Estados Unidos de América comúnmente conocida como bahía o ensenada del sur Atlántico (*South Atlantic Bight*: SAB), se distingue por la proximidad de la Corriente del Golfo a la plataforma continental y el efecto dominante de esta corriente sobre las aguas adyacentes (Atkinson & Menzel 1985) (Fig. 23). El SAB se puede dividir geomorfológicamente en una región sur, que se extiende desde Cabo Cañaveral, Florida hasta Cabo Romain, Carolina del Sur y caracterizada por una topografía ligeramente curvada y una región norte, extendiéndose desde Cabo Romain hasta Cabo Hatteras, Carolina del Norte y caracterizada por una topografía compleja y prominentes bajos que se proyectan desde la costa hasta el borde de la plataforma continental (Pietrafesa

et al. 1985). Los procesos costeros en el SAB varían latitudinalmente. Las entradas de agua dulce provienen de muchos pequeños ríos mayormente distribuidos en la parte central, donde la escorrentía puede ser considerada una fuente de agua dulce (Atkinson & Menzel 1985).

La plataforma del SAB puede ser dividida en tres distintos regímenes de flujo (Lee & Atkinson 1983; Lee *et al.* 1985). Las aguas de la plataforma interior (isobatas 0-20m) caracterizadas por una franja amplia de baja salinidad estratificada formada por la descarga de los ríos (Blanton 1981). Las fuerzas locales del viento influyen el flujo y la variación del mar en esta región (Weber & Blanton 1980), así como a un corriente baroclínica presente en otoño (Blanton 1981). En la zona de plataforma media (isobata: 21-40 m), la frecuencia del flujo submareal es primariamente dependiente de las fuerzas locales del viento (Lee & Atkinson 1983) a través del proceso de equilibrio friccional de Ekman, similar a lo que ocurre en el Atlántico medio (Beardsley & Winant 1979; Lee *et al.* 1985).

La plataforma exterior (isobata: 41-75 m) está fuertemente influenciada por los disturbios frontales en dirección norte y los eddies ciclónicos (Lee & Atkinson 1983). El borde occidental de la Corriente del Golfo generalmente cae dentro aproximadamente 15 km del talud en la región sur a 32°N (Bane & Brooks 1979; Lee *et al.* 1985). Entre los 32°N y 33°N la saliente de Charleston induce un meandro de la Corriente del Golfo fuera de la costa (Lee *et al.* 1985). La gran extensión del SAB (aproximadamente 27°N-35°N en latitud) le confiere variaciones climáticas que van desde lo subtropical a templado, así mismo las interacciones con estuarios y pantanos desencadenan variaciones significativas en los procesos químicos, físicos y biológicos (Atkinson & Menzel 1985).

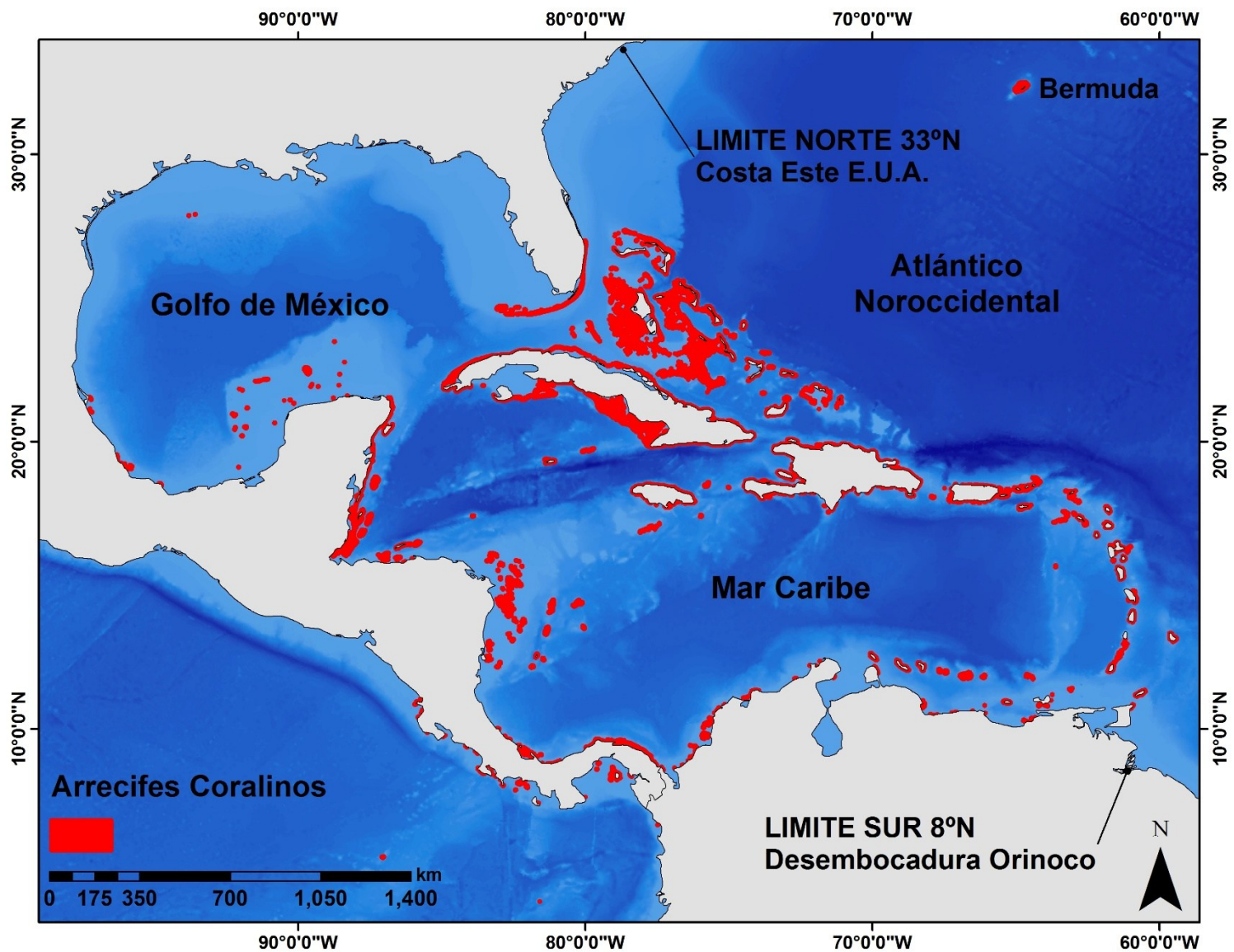


Fig. 18. Esquema de localización y delimitación geográfica de la región del GC, se pueden observar tres grandes cuencas oceánicas: El Golfo de México, El Mar Caribe con sus límites tradicionales y la cuenca del Atlántico Noroccidental. Los límites de este trabajo abarcan desde los 33°N en la costa este de E.U.A. hasta los 8°N aproximadamente en la desembocadura del Río Orinoco.

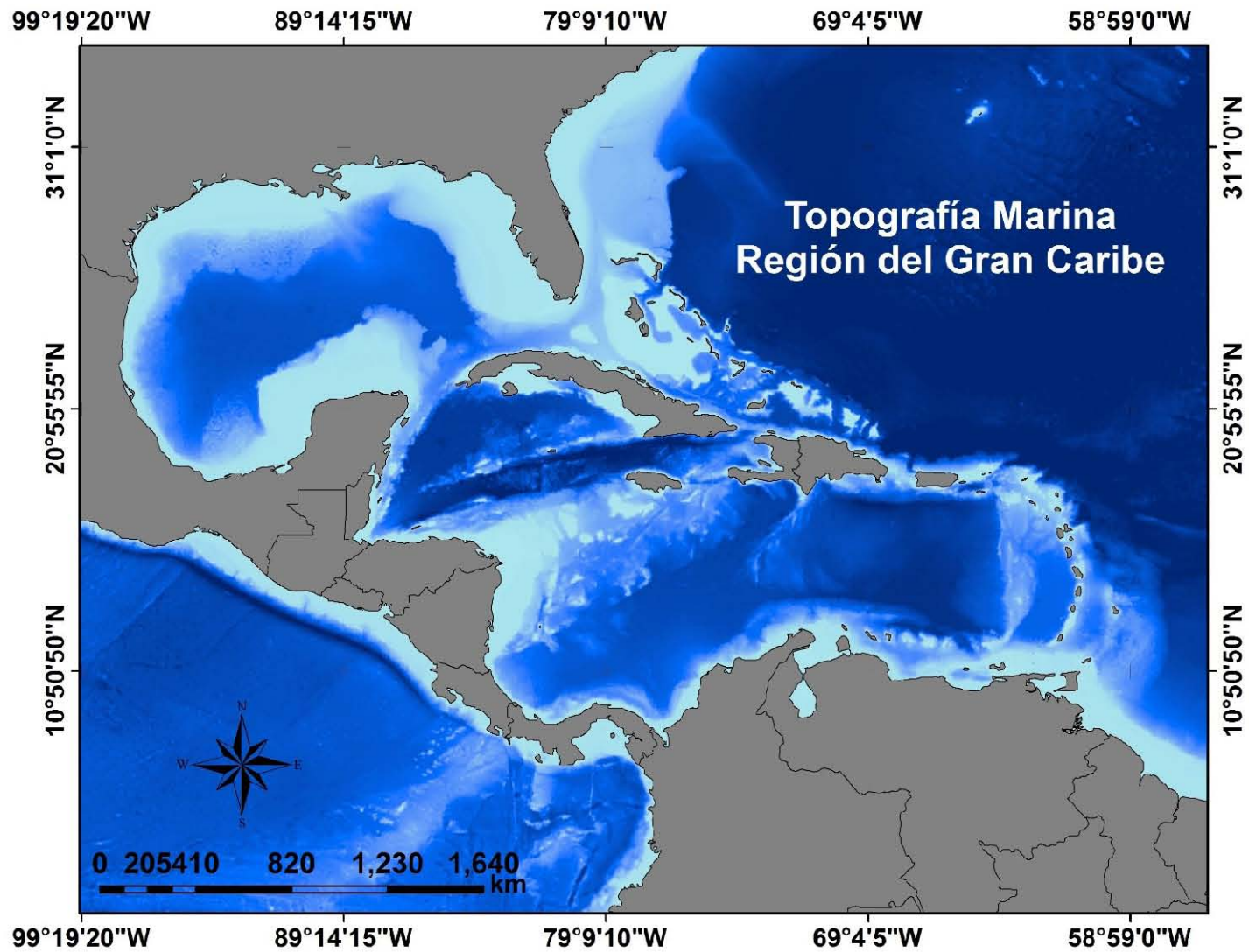


Fig. 19. Mapa topográfico y modelo del relieve de la región del GC *sensu* Amante & Eakins (2009): ETOPO1 1 Arc-Minute Global Relief Model: *Procedures, Data Sources and Analysis* (Capas Raster disponibles en URL: <https://www.ngdc.noaa.gov/mgg/global/global.html>).

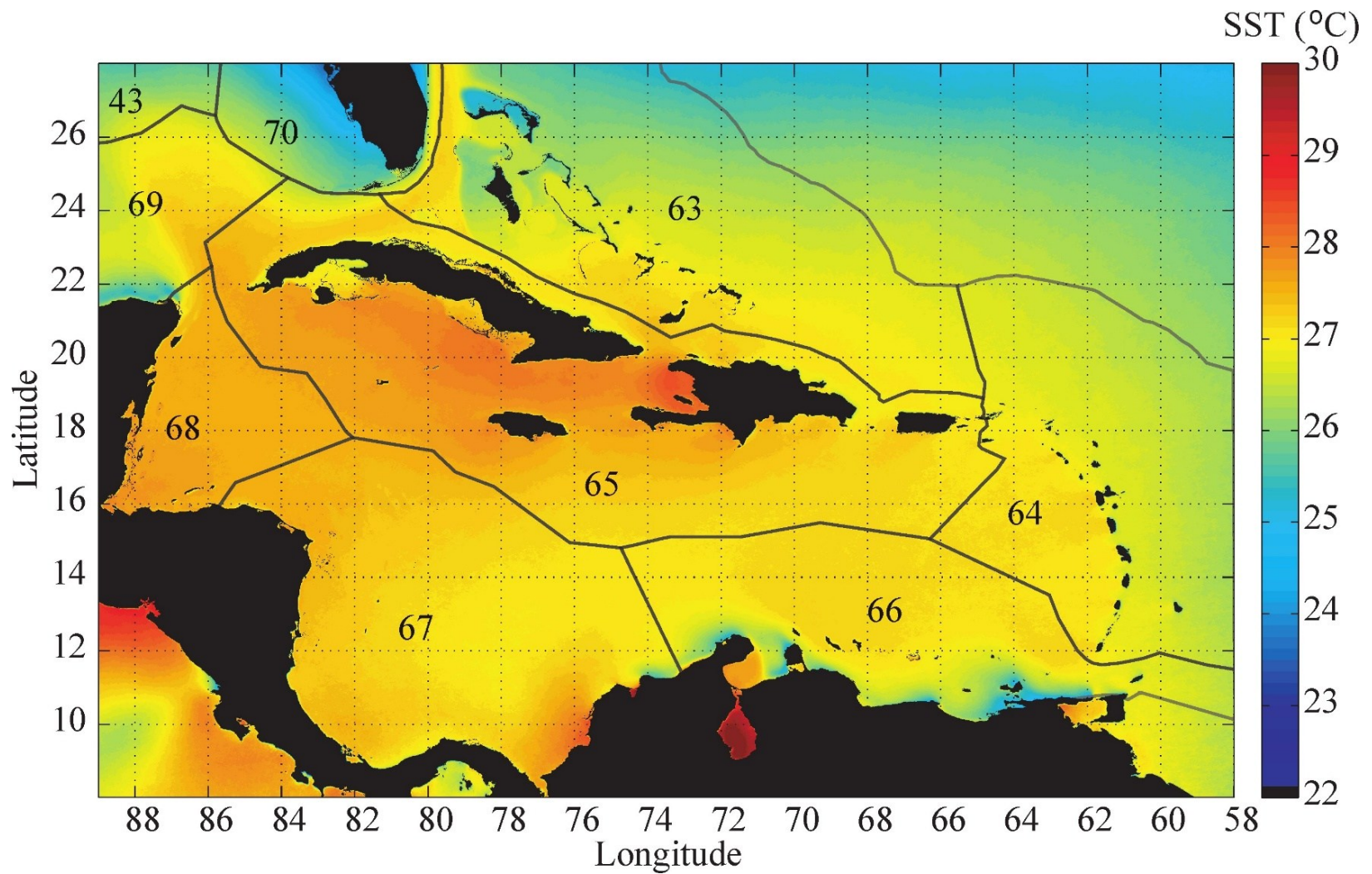


Fig. 20. Promedio de las temperaturas superficiales del mar (SST) (1993-2008) y Ecoregiones Marinas en el Mar Caribe (8-28°N, 89-58°W) de acuerdo a Spalding *et al.* (2007): (43) *Norte del Golfo de México*; (63) *Bahamense*; (64) *Caribe Oriental*; (65) *Antillas Mayores*; (66) *Sur del Caribe*; (67) *Caribe Suroccidental*; (68) *Caribe Occidental*; (69) *Sur del Golfo de México*; (70) *Floridana*. Tomado y modificado de Chollett *et al.* (2012).

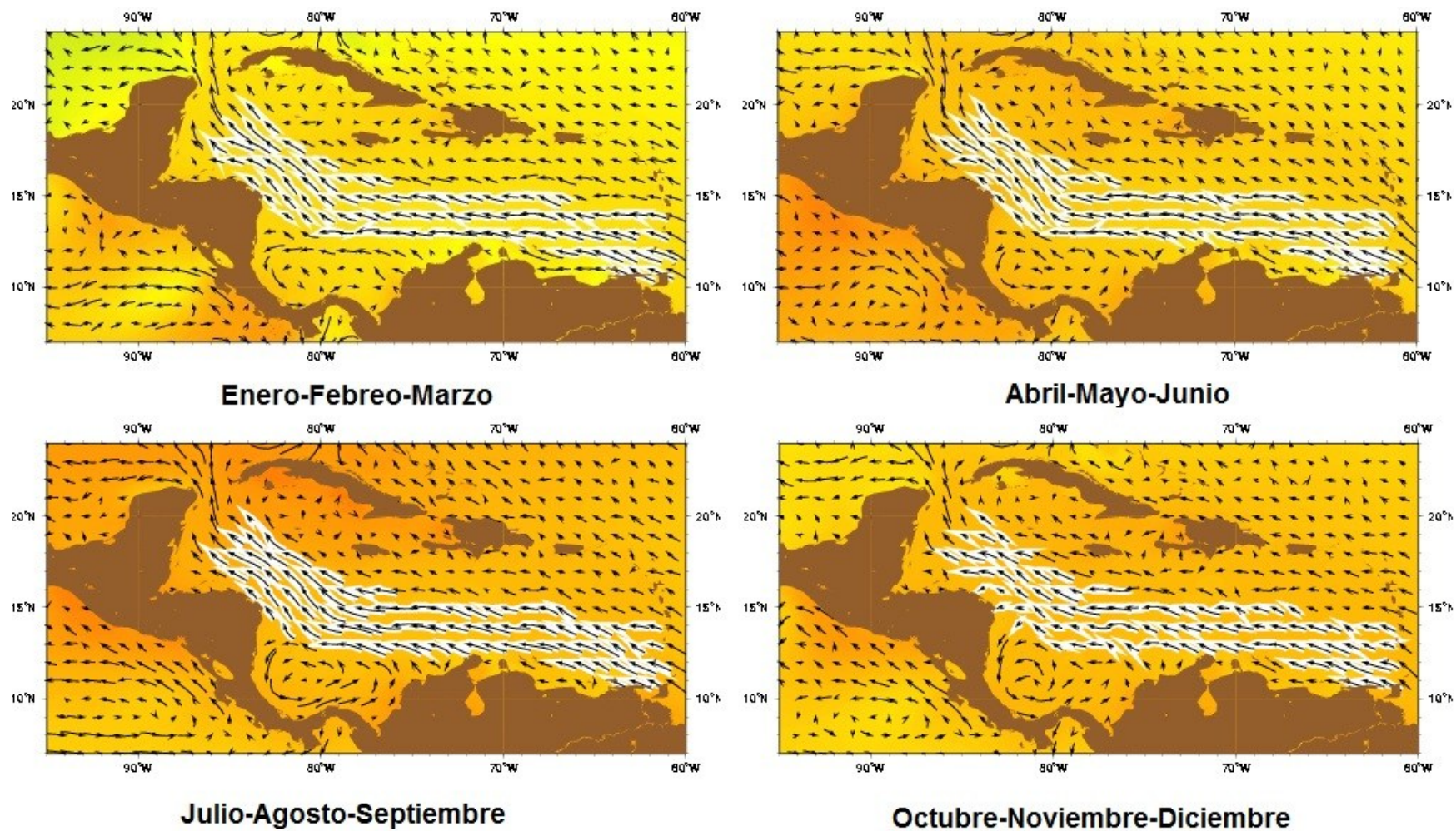


Fig. 21. Corriente del Caribe y sus variaciones estacionales representadas por el *Mariano Global Surface Velocity Analysis* (MGSVA). Imagen modificada de Gyory *et al.* (2017).

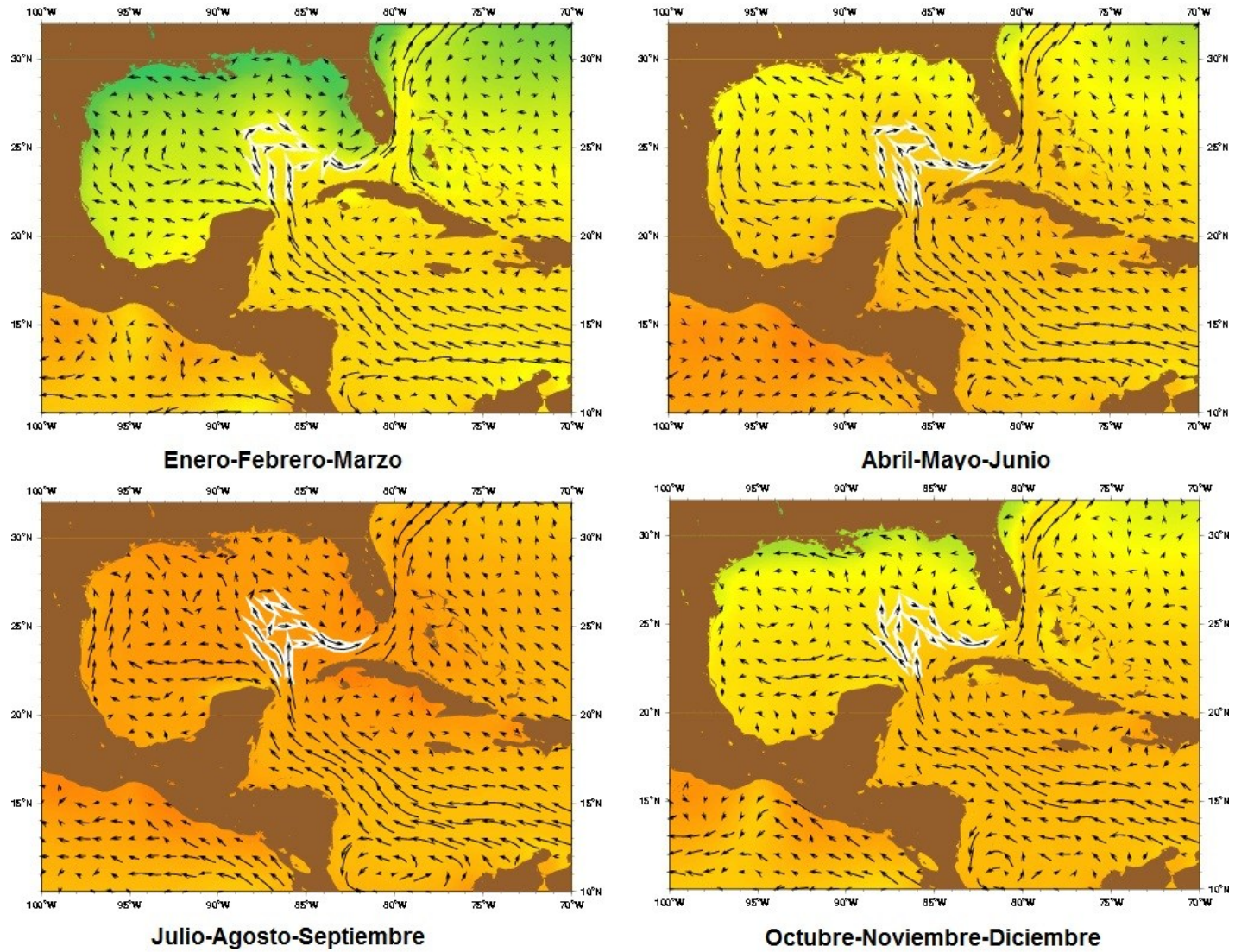


Fig. 22. Corriente de Lazo: se observa el patrón bien conocido de flujo en forma de “omega”. La Corriente de Lazo, (1) alimenta la *Corriente del Florida* que transporta cantidades significativas de calor en dirección al polo; (2) transporta aguas de origen tropical dentro del *Golfo de México*; (3) se alimenta de la *Corriente del Caribe* y la *Corriente de Yucatán*. Imagen modificada de Gyory *et al.* (2017).

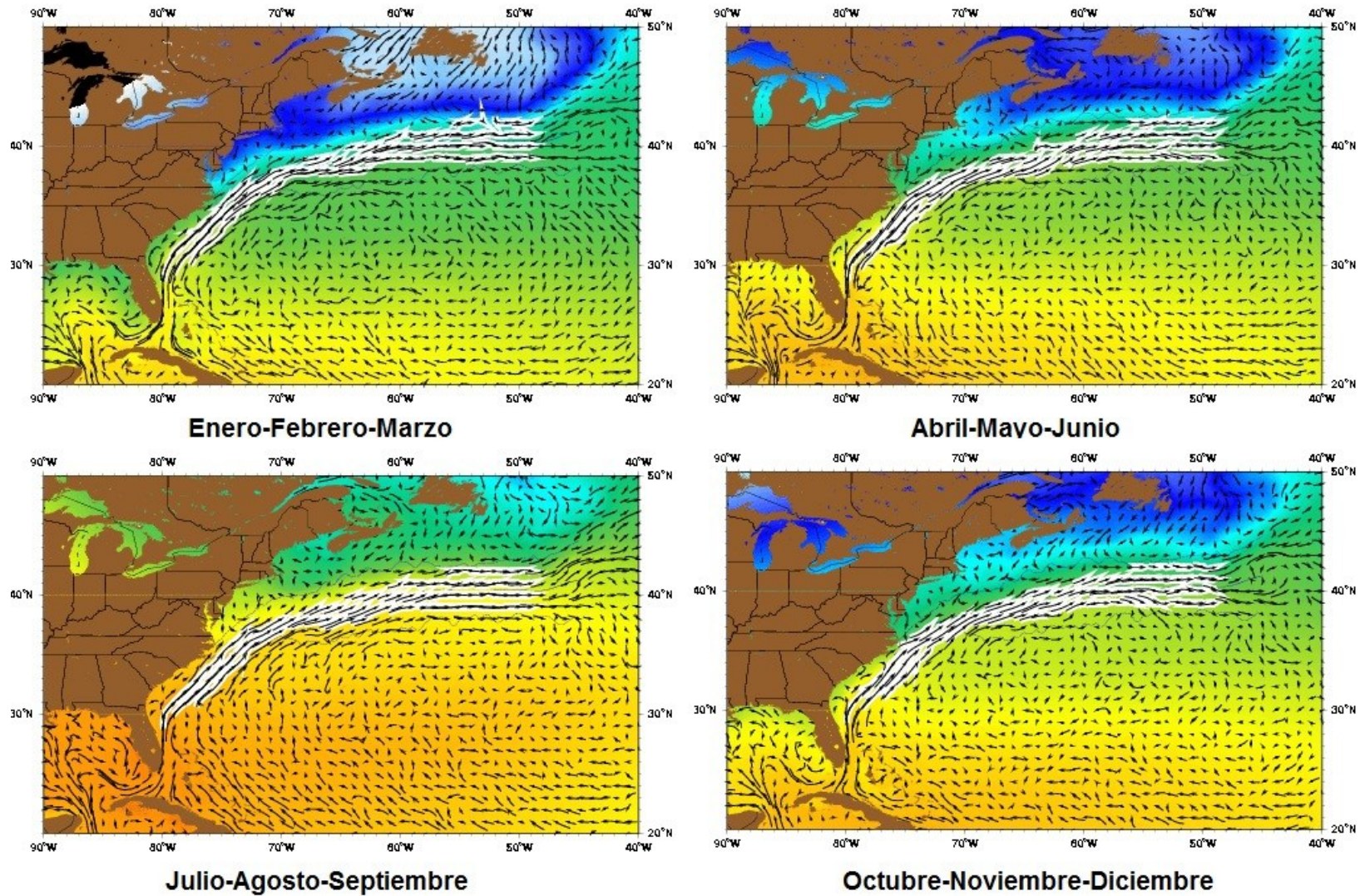


Fig. 23. Corriente del Golfo representada por el *Mariano Global Surface Velocity Analysis (MGSVA)*. La *Corriente del Golfo* es la corriente del borde occidental del giro subtropical del Nor-Atlántico. El núcleo de la Corriente del Golfo tiene 90 km de ancho y tiene picos de velocidades mayores a 2 m/s. Imagen modificada de Gyory *et al.* (2017).

4.2. Selección de las unidades geográficas operacionales (OGU)

Actualmente se considera que las diferentes biotas del GC se encuentran distribuidas en una zona de transición de dos regiones biogeográficas del AO: (1) una Región Tropical que incluye la Provincia del Caribe y (2) una Región Cálido-Templada que incluye la Provincia Carolineana (Briggs & Bowen 2012; Briggs & Bowen 2013).

Uno de los principales problemas para la realización de este trabajo fue definir las Unidades Geográficas Operacionales (OGU, Crovello 1981), debido a dos principales factores: (1) la gran variabilidad topográfica y ambiental de esta área y (2) al esfuerzo de muestreo (literatura publicada y bases de datos) el cual no fue homogéneo para toda la región.

Esto dificultó el uso de algunas herramientas metodológicas como dividir el área de estudio en gradillas de 1° latitud/longitud (p. ej.: Samyn & Tallon (2005), Robertson & Cramer (2009), Belanger *et al.* (2012)) o el uso de polígonos representativos de áreas (p. ej.: De Grave (2001)). Utilizar las dos estrategias anteriores podría derivar en no representar de manera adecuada la variabilidad ambiental que podría ser importante para detectar posibles barreras naturales que limitan la capacidad de dispersión de los organismos, así mismo varias gradillas o polígonos podrán presentar un número significativo de ausencias.

La estrategia que utilice para resolver este problema fue combinar los registros de especies de camarones carídeos con unidades biogeográficas definidas previamente (Kulbicki *et al.* 2013). Para tener una mayor congruencia y tratar de homogenizar el número de registros a través de nuestra área de estudio, se eligieron como OGU las Eco-Regiones Marinas de Spalding *et al.* (2007) (MEOW: Marine Ecoregions of the World, Fig. 24), dado que es un sistema de clasificación de amplia cobertura geográfica y conserva muchos elementos comunes de otros esquemas de clasificación biogeográfica (Kulbicki *et al.* 2013). De la misma manera para robustecer la validez de las unidades geográficas (provincias) resultantes, se tomó la decisión de utilizar un segundo esquema biogeográfico con el fin de comparar e integrar los patrones resultantes. El esquema seleccionado fue la hipótesis de Robertson & Cramer (2014) para la distribución de peces costeros del GC. A diferencia del de Spalding *et al.* (2007), las unidades geográficas utilizadas por estos autores son de una

menor resolución geográfica; sin embargo representan mejor la variabilidad ambiental de esta área de estudio (Fig. 25).

Con la finalidad de inferir los patrones de distribución regionales de la fauna de camarones carídeos de la costa atlántica de México (Golfo de México y Mar Caribe), realicé un análisis que incluyó la totalidad de las especies (marino/costeras y arrecifales), utilizando como OGU las cinco secciones correspondientes de Robertson & Cramer (2014) para esta escala, considerando que son representativas de la variabilidad ambiental de esta región (Fig. 26).

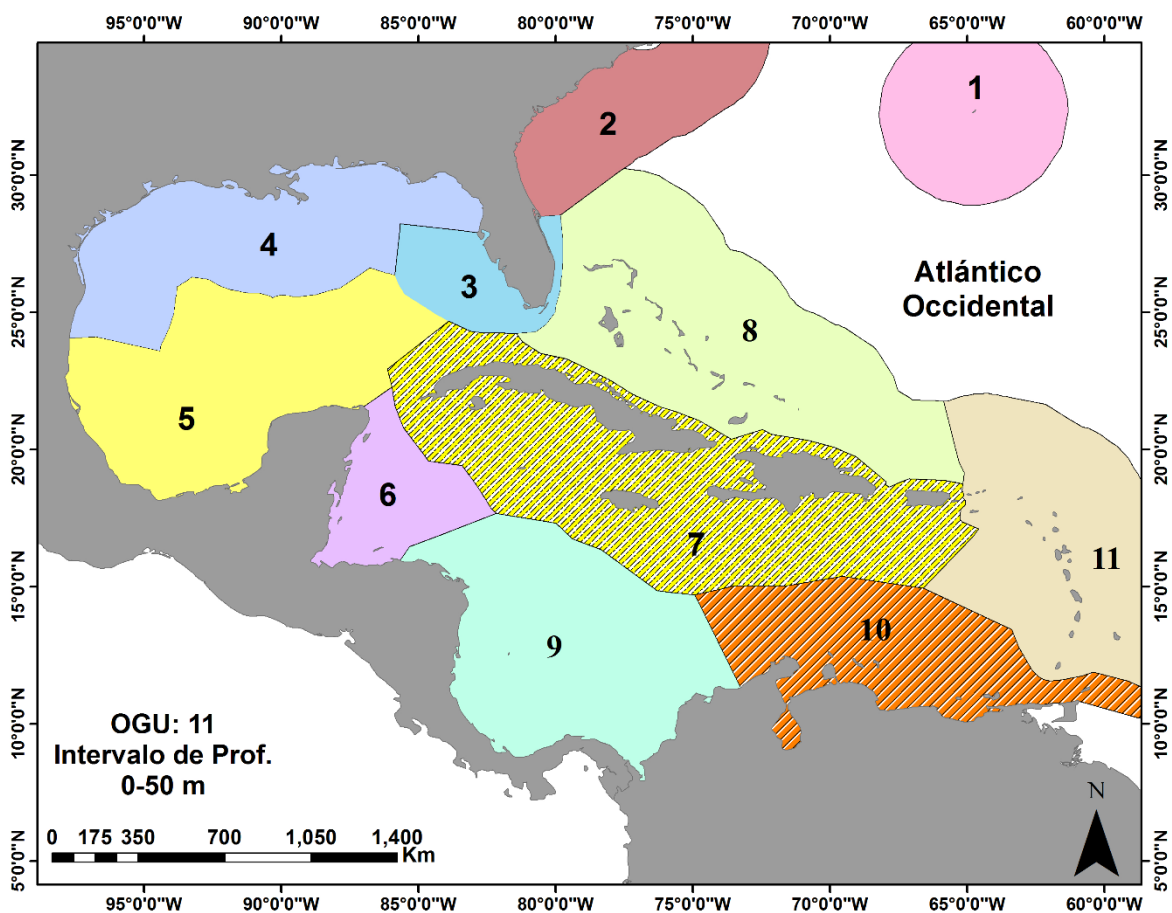


Fig. 24. Eco-Regiones Marinas (MEOW: *Marine Ecoregions of the World*): de Spalding *et al.* (2007): 1-Bermuda (BER), 2-Carolineana (CAR), 3-Floridana (FLO), 4-Norte del Golfo de México (NGMX), 5-Sur del Golfo de México (SGMX), 6-Caribe Occidental (CO), 7-Antillas Mayores (AM), 8-Bahamense (BAH), 9-Caribe Sur-occidental (CSO), 10-Caribe Sur (CS), 11-Caribe Oriental (CAO).

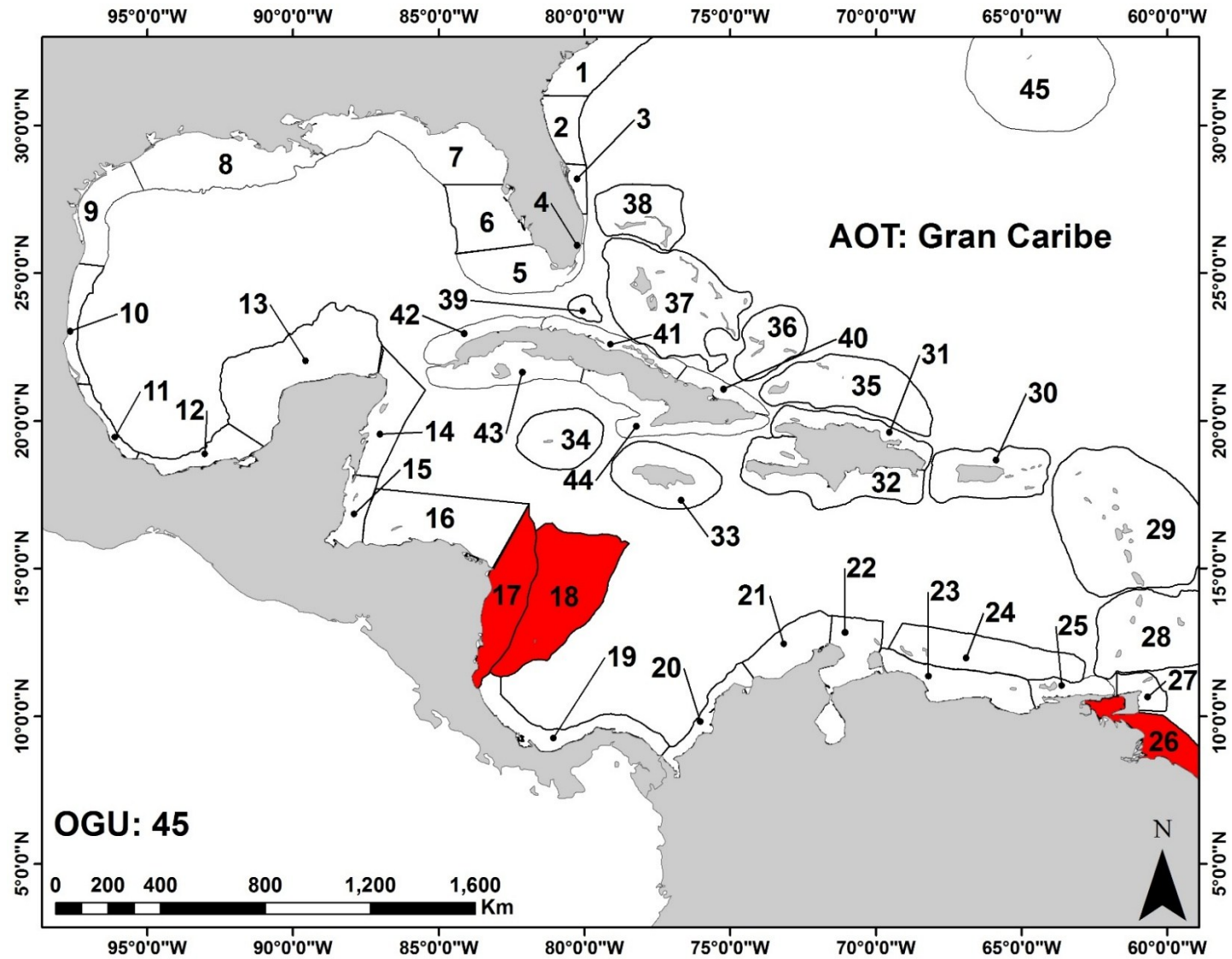


Fig. 25. División del GC propuesta por Robertson & Cramer (2014): se observan 45 OGU a lo largo del área de estudio. Zonas en rojo: (17 y 18) de la plataforma continental de Nicaragua no se obtuvo información de la distribución de camarones carídeos; la (26) está fuera de los límites del área de estudio.

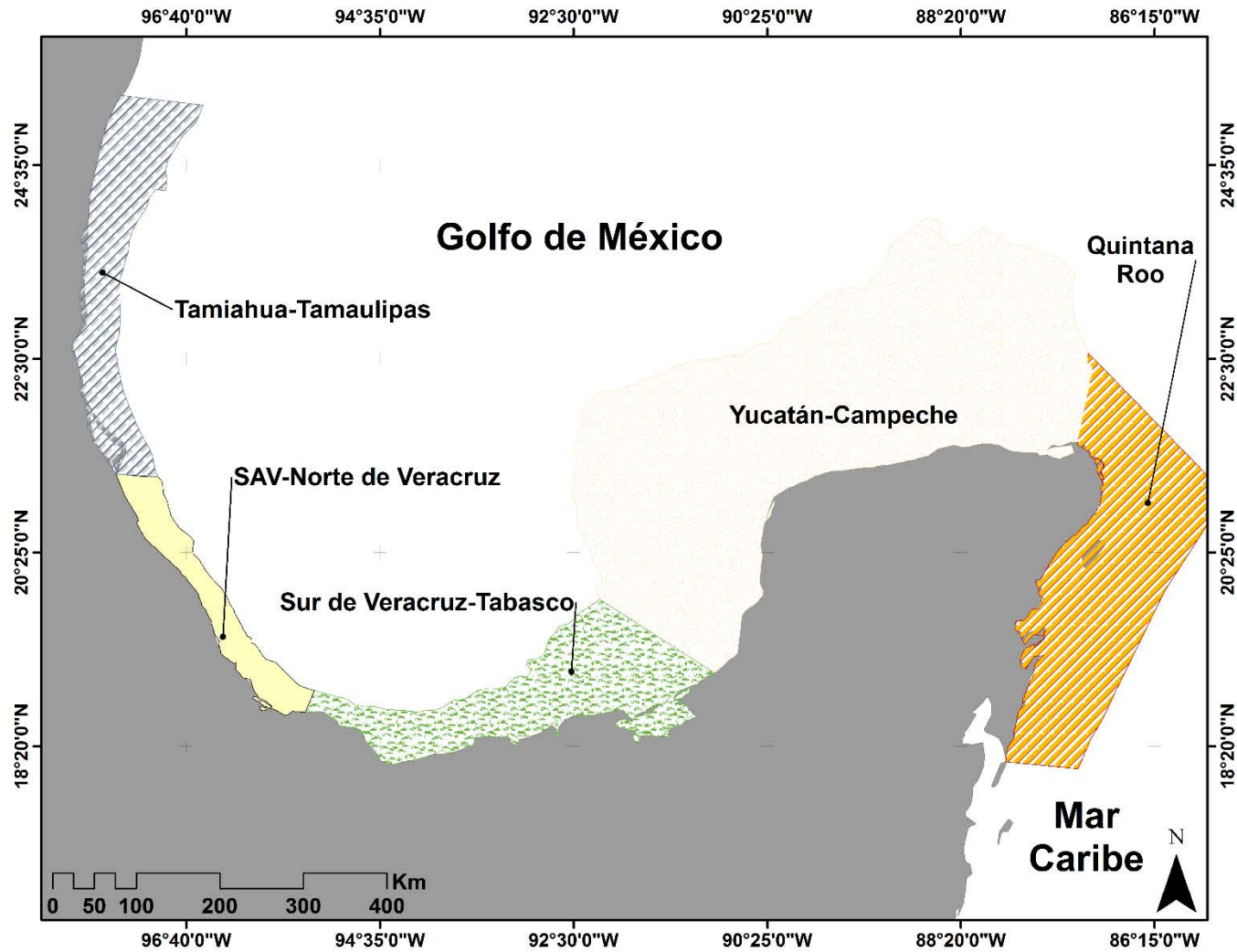


Fig. 26. Unidades geográficas operacionales (OGU) utilizadas en el análisis de los patrones de distribución de la fauna de camarones carideos de la Costa Este de México: (1) Tamiahua-Tamaulipas; (2) SAV-Norte de Veracruz (SAV: Sistema Arrecifal Veracruzano); (3) Sur de Veracruz-Tabasco; (4) Yucatán-Campeche; (5) Quintana Roo. Modificado de Robertson & Cramer (2014).

4.3. *Base de datos de camarones carídeos del Gran Caribe y aguas adyacentes*

Se obtuvieron los datos de distribución geográfica de las especies de camarones carídeos de aguas someras (isobata de 0-50 m) para la región de GC. Los hábitats cubiertos incluyeron ambientes costeros y marinos como: lagunas costeras, manglares, estuarios, arrecifes coralinos y bentónicos en general.

Los datos para el análisis biogeográfico fueron obtenidos de dos principales tipos de fuentes: (1) fuentes primarias, que incluyeron búsquedas en la literatura, principalmente de listados faunísticos publicados (peer-reviewed checklist) para regiones específicas (p. ej.: Golfo de México, Cuba, Bermuda, Bahamas, Costa Este de E.U.A., Belice, Honduras, Panamá, Colombia, Venezuela, Antillas Menores y Mayores), descripciones originales y revisiones taxonómicas recientes; (2) fuentes secundarias, estas incluyeron información de bases de datos de biodiversidad de acceso abierto disponibles en internet, p. ej.: (1) Global Biodiversity Information Facility (GBIF.org: Free and Open Access to Biodiversity Data, URL: <http://www.gbif.org/>), (2) Ocean Biogeographic Information System (OBIS: URL: <http://www.iobis.org/>), (3) Department of Invertebrate Zoology Collections-Smithsonian (URL: <http://collections.nmnh.si.edu/search/iz/>), y (4) Biodiversity of the Gulf of Mexico Database (BioGoMx, URL: <https://www.sciencebase.gov/>). Los criterios para seleccionar la calidad de la información en las fuentes secundarias se enlistan en la tabla 1.

Los criterios taxonómicos para ordenar la información de la distribución de especies en la base de datos siguen la clasificación de De Grave *et al.* (2009). Uno de los principales problemas detectados durante la construcción de la base de datos fue la presencia de complejos de especies en algunas familias, p.ej.: Alpheidae: *Alpheus armillatus* H. Milne Edwards, 1837; *Alpheus formosus* Gibbes, 1850; *Alpheus cylindricus* Kingsley, 1878; *Alpheus floridanus* Kingsley, 1878; *Synalpheus brevicarpus* (Herrick, 1891); *Synalpheus minus-antillensis* Coutière, 1909; algunas especies del género *Salmoneus* Holthuis, 1955; Lysmatidae: *Lysmata wurdemanni* (Gibbes, 1850); Palaemonidae: *Lysmata wurdemanni* (Gibbes, 1850). Estos complejos de especies ocasionaron algunos problemas para evaluar la calidad de los registros de distribución para estas especies. El principal factor que causó incertidumbre se debió aquellos complejos de especies que ya habían pasado por una revisión

taxonómica, p. ej.: *Alpheus armillatus (sensu lato)* después de Anker (2012): *A. armillatus (sensu stricto)*, *A. lancirostris*, *A. verrilli*, *A. angulosus*, *A. amarillo*, *A. punctatus*, *A. tampensis*, *A. carlae*, *A. mathewsae*, *A. brasileiro*, *A. nuno*, *A. viridari*. Esta especie se separó en 12 especies diferentes, lo cual significa que muchos de los registros anteriores al año 2012 son probablemente de una especie diferente a *A. armillatus (sensu stricto)*.

Tabla 1. Criterios considerados para seleccionar la información de distribución de las especies en las fuentes secundarias utilizadas en este trabajo.

BASE DEL REGISTRO	SELECCIONADO	NO SELECCIONADO
Espécimen con número de catálogo en una colección científica reconocida validado por un experto*	•	
Espécimen con número de catálogo en una colección científica reconocida no validado por un experto	•	
Espécimen sin número de catálogo en una colección científica		•
Literatura proveniente de revistas arbitradas	•	
Observaciones en campo		•
Presencia inferida		•
Repositorio fotográfico		•
Espécimen con posición geográfica exacta	•	
Espécimen sin posición geográfica exacta		•
Registro fósil		•

*Se consideró como experto algún autor que tuviera como mínimo una publicación sobre el taxón en una revista científica arbitrada.

Para realizar la actualización del inventario de los camarones carídeos de la costa Atlántica mexicana se siguieron los siguientes pasos: (1) la recopilación de la literatura previamente publicada para esta región; (2) la revisión de especímenes en colecciones científicas reconocidas a nivel nacional como, (a) la Colección Nacional de Crustáceos, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) (CNCR-IBUNAM), (b) Colección de Crustáceos de Yucatán, Unidad Académica de Yucatán, UNAM (YUC-CC-255-11: <http://bdmy.org.mx/colecciones-cientificas/coleccion-crustaceos-yucatan/>), (c) Colección de Crustáceos, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad

Autónoma de Nuevo León (FCB-UANL), (d) el acervo de crustáceos del Laboratorio de Estructura del Bentos, Colegio de la Frontera Sur, Unidad Chetumal (ECOSUR) y (e) el acervo de especímenes de la familia Alpheidae de la Laguna de Términos del Laboratorio de Carcinoparasitología del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM, (LCP-ICMyL) y (3) se realizó una serie de expediciones al campo entre los años 2015-2016 a un conjunto de sistemas arrecifales del sur del Golfo de México (Fig. 27), abarcando los estados de Yucatán: Parque Nacional Arrecife Alacranes (PNAA), Campeche: Arrecife Cayo Arenas, Arrecife Cayo Arcas, Veracruz: Arrecife la Gallega, Arrecife Isla Verde, Arrecife Tuxpan y Arrecife Tanhuijo.

Los métodos de recolecta de especímenes consistieron en su mayoría en el uso de equipo de buceo autónomo (SCUBA) utilizando redes de acuario y aceite de clavo diluido en una mezcla de etanol al 70% y agua de mar, el cual producía un efecto de adormecimiento en los organismos. Así mismo teniendo en cuenta que muchas especies tienen preferencia por hábitats poco visibles como: pedacera de coral, cavidades de rocas coralinas y asociaciones simbióticas (p. ej.: corales, esponjas, equinodermos, entre otros), se ensambló un dispositivo que consistió en una caja lastrada con pastillas de plomo conectada a una boya de izaje por medio de un cabo para extraer los sustratos (rocas coralinas, escombros) y los simbiontes. Posteriormente estos fueron abiertos o rotos a bordo de la embarcación (Fig. 28). Para las especies que habitan en madrigueras tanto en la zona intermareal así como submareal fueron extraídas con el uso de bombas de succión tipo Yabby pump (zona intermareal) y Slurp pump (zona submareal). Para tener una mayor resolución taxonómica y certeza en la distribución de las especies se recurrió al apoyo de expertos en la taxonomía y ecología de este grupo, tales como el Dr. Sammy De Grave (Oxford University Museum of Natural History: http://www.oum.ox.ac.uk/research/sammy_degrave.htm), Dr. Arthur Anker (Universidade Federal de Goiás, Campus Samambaia, Instituto de Ciências Biológicas-ICB: <https://ufc.academia.edu/anker>), y el Dr. Raymond Bauer (University of Louisiana Lafayette: https://biology.louisiana.edu/research/Raymond_Bauer).

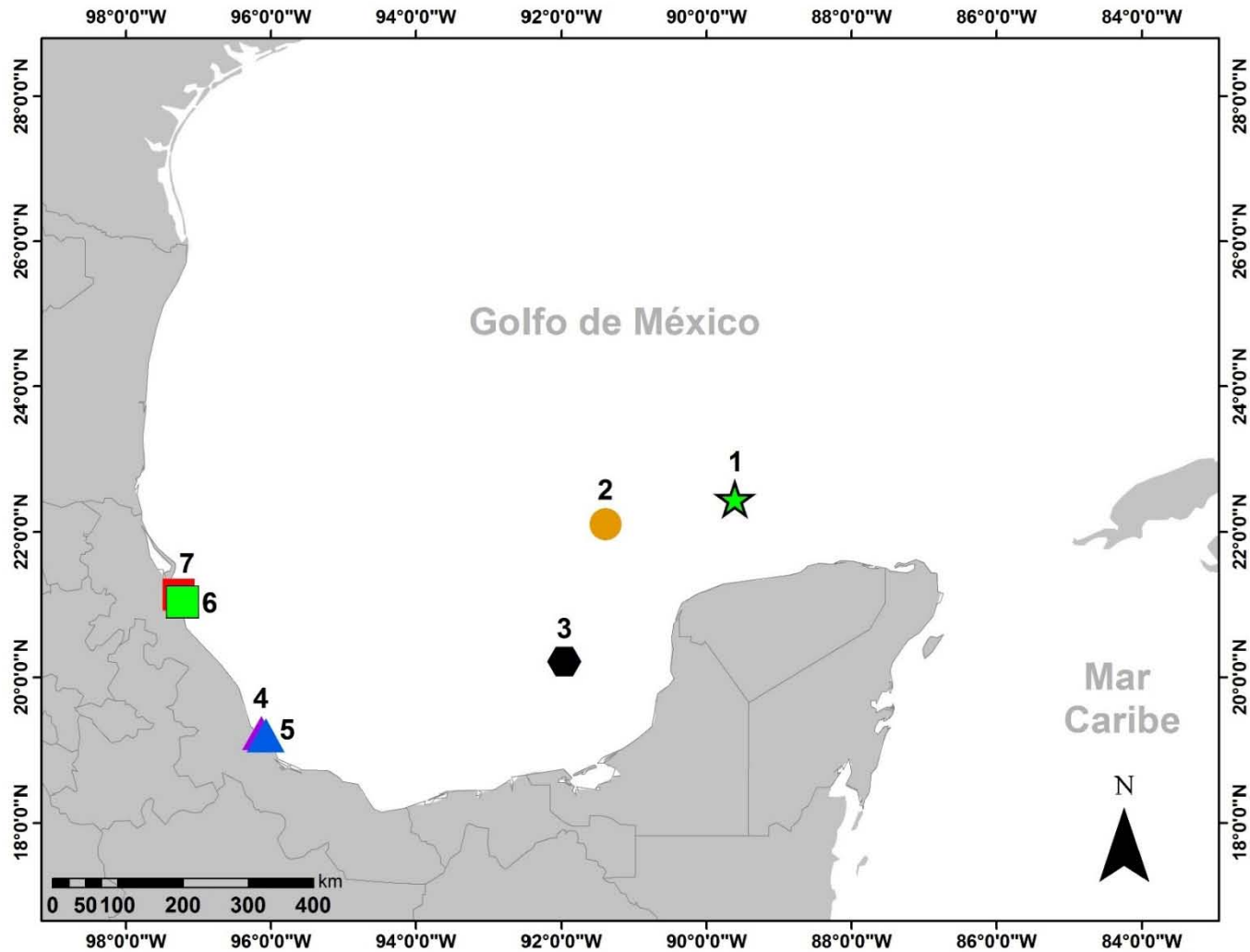


Fig. 27. Sistemas arrecifales muestreados del sur del Golfo de México: (1) Arrecife Alacranes (expedición 2016); (2) Arrecife Cayo Arenas (expediciones: 2014); (3) Arrecife Cayo Arcas (expedición: 2016); (4) Arrecife la Gallega (expedición: 2015); (5) Arrecife Isla Verde (expedición: 2015); (6) Arrecife Tuxpan (expedición: 2015); (7) Arrecife Tanhuijo (expedición: 2015).

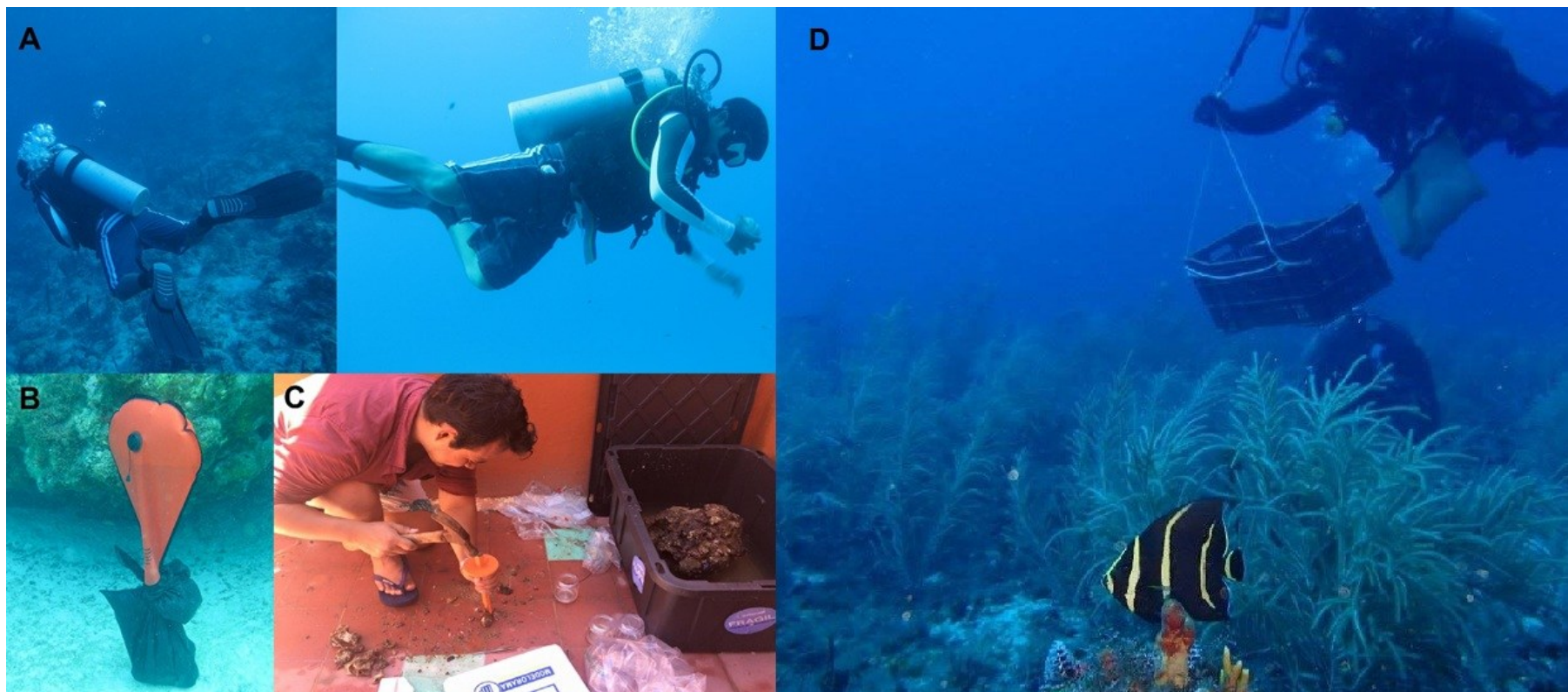


Fig. 28. Algunos de los métodos de recolecta de especímenes en las localidades costeras y arrecifales: (A) Equipo de buceo autónomo (isobata: 0-35 m) principalmente utilizado en los ecosistemas arrecifales y costeros; (B) Uso de boyas izaje para extraer sustratos duros donde se infería la presencia de camarones carídeos; (C) Uso de martillo y cincel como herramientas para retirar especímenes de las cavidades de rocas coralinas; (D) Dispositivo bentónico improvisado para extraer más de un potencial hospedero a la cubierta de la embarcación.

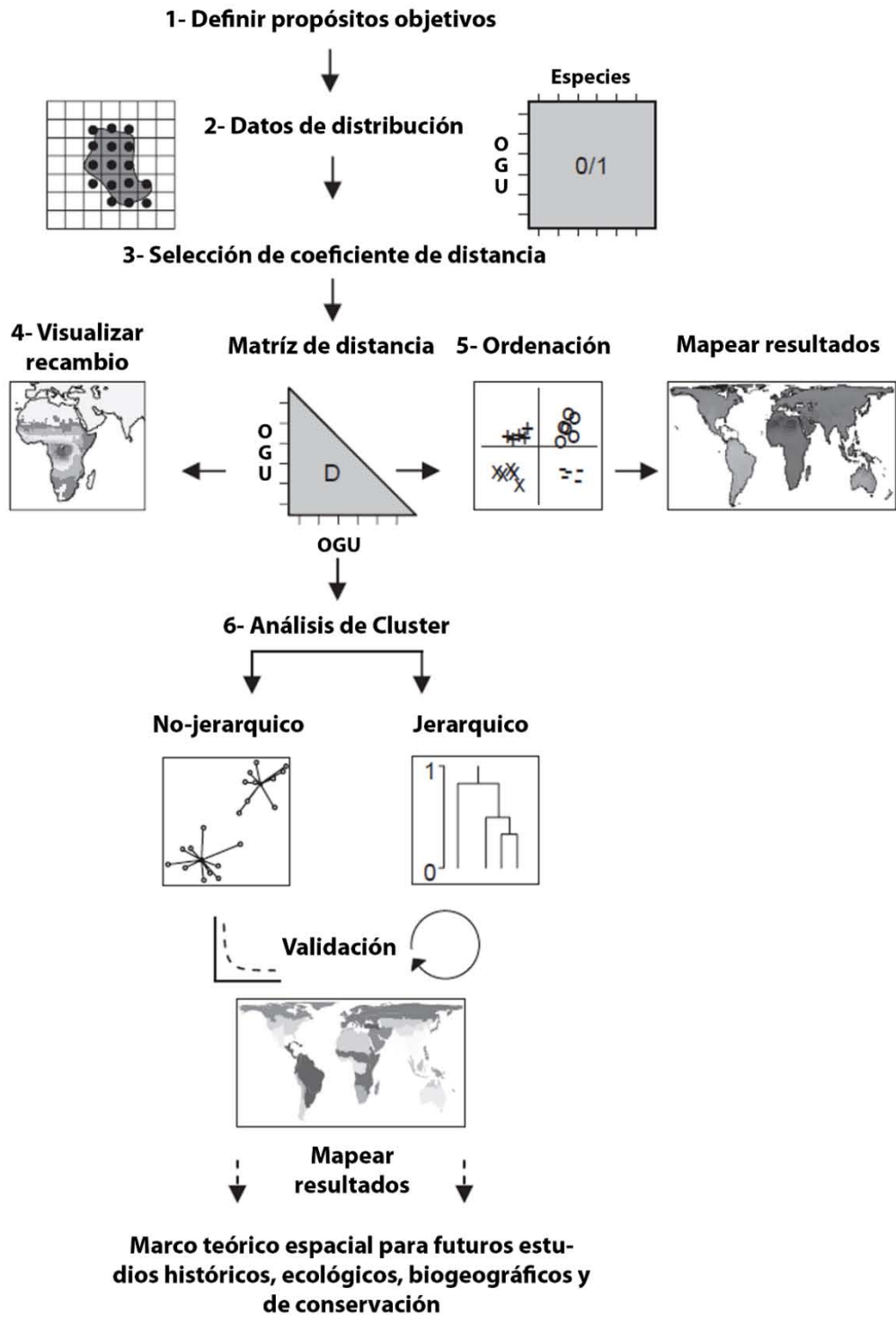
4.4. *Métodos Analíticos*

Las unidades biogeográficas se delimitaron utilizando un análisis de agrupamiento jerárquico (cluster) de similitud en la composición de especies (datos de presencia/ausencia) y un Análisis de Parsimonia de Endemismos (PAE), entre la base de datos de distribución de camarones carídeos y las OGU seleccionadas *a priori*. Para efecto de este estudio utilicé de manera jerárquica los términos región, provincia y zona en el mismo orden.

4.4.1. *Delimitación de unidades biogeográficas utilizando un análisis de agrupamiento jerárquico (cluster)*

El procedimiento que se siguió para generar las unidades biogeográficas con el análisis de agrupamiento jerárquico tipo cluster fue el propuesto por Krefth & Jetz (2010) (Fig. 29). El análisis de cluster reconoce que entidades son suficientemente similares para ponerlos en el mismo grupo, así mismo identifica distinciones o separaciones entre grupos (Legendre & Legendre 1998). Este análisis produce una clasificación jerárquica cuantitativa de la similitud entre los ensamblajes de especies, sin embargo es sensible al coeficiente seleccionado (Kulbicki *et al.* 2013).

Entre toda la variedad de coeficientes de similitud disponibles, se decidió seleccionar los coeficientes de Jaccard (Jaccard 1900; 1901; 1908) y el coeficiente de Sørensen basado en Dice (Dice 1945; Sørensen 1948). Ambos coeficientes son adecuados para comparar entre sitios utilizando datos de presencia/ausencia de especies, así mismo ninguno de estos coeficientes es susceptible a los doble ceros (Legendre & Legendre 1998). En el coeficiente de Jaccard (S7) todos los términos tienen el mismo peso. A diferencia de Sørensen (S8) que le da doble peso a las presencias, partiendo del supuesto de que las presencias son más informativas que las ausencias. Las ausencias no necesariamente pueden reflejar diferencias en el ambiente, sin embargo las doble presencias son un fuerte indicador de similitud (Sørensen 1948; Legendre & Legendre 1998).



$$S_7(\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2) = \frac{a}{a + b + c} \quad S_8(\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2) = \frac{2a}{2a + b + c}$$

Fig. 29. Mapa conceptual de los pasos seguidos en este estudio para realizar el análisis biogeográfico. Figura tomada y adaptada de Kreft & Jetz (2010).

4.4.2. *Robustez de los dendrogramas de similitud generados con el análisis de agrupamiento jerárquico tipo cluster*

La delimitación cuantitativa de unidades biogeográficas tiene muchas potenciales fuentes de incertidumbre que pueden ser intrínsecas a la naturaleza de los datos (Kulbicki *et al.* 2013; Robertson & Cramer 2014). Para el caso específico de este estudio que utilizó datos basados en la literatura publicada y bases de datos de acceso libre para esta gran área geográfica. Existe una influencia intrínseca que proviene de la heterogeneidad tanto en la calidad de los datos, así como del esfuerzo de muestreo. Para explorar la robustez de los dendrogramas generados con el análisis de cluster se decidió utilizar un método de ordenamiento. Los métodos de ordenamiento se encuentran dentro del marco teórico para delimitar unidades biogeográficas basados en la distribución de especies (Kreft & Jetz 2010).

Estos métodos son ampliamente utilizados debido a que son capaces de proyectar en pocas dimensiones entidades (OGU para el caso de este estudio) a lo largo de un número de ejes reducidos con base en la composición taxonómica (Legendre & Legendre 1998; Kreft & Jetz 2010). Los métodos de ordenación son una herramienta útil para visualizar la matriz de distancia/similitud y las relaciones entre las OGU de acuerdo a su composición taxonómica (Kreft & Jetz 2010).

Seleccioné el método no métrico de escalamiento multidimensional (nMDS: Non-metric Multi-Dimensional Scaling). El nMDS es considerado uno de los métodos de ordenación sin restricciones más robustos, debido a que presenta varias ventajas en comparación a otros (Kreft & Jetz 2010). Básicamente el objetivo principal del nMDS es presentar de manera gráfica la similitud de los objetos que están más apartados y la similitud de los objetos que están más cerca entre sí en un espacio ordenado (Legendre & Legendre 1998; Kreft & Jetz 2010; Clarke & Gorley 2015).

En este estudio las ordenaciones del nMDS se realizaron utilizando las matrices de similitud calculadas previamente para el análisis de cluster con los coeficientes S7 y S8 en el software PRIMER 7 (Clarke & Gorley 2015). Cien repeticiones fueron utilizadas para alcanzar el valor mínimo de estrés. Para facilitar la interpretación de los resultados se utilizó la función sobreponer (overlays) con cortes en los niveles de similitud (resemblance levels)

de 10, 20, 40 y 60 (%) de similitud. Los valores de estrés reflejan que tan bien los valores de ordenación resumen las distancias observadas entre las muestras (OGU, para este caso) (Legendre & Legendre 1998; Clarke & Gorley 2015).

Los grupos (provincias) formados con los nMDS fueron evaluados con un análisis de similitud (ANOSIM) de una vía (One-Way-A) para conocer si existían diferencias estadísticas significativas entre ellos. La prueba de ANOSIM es una prueba estadística multivariada que no asume algún tipo de estructura en los datos (Clarke & Warwick 2001). Esta prueba parte de la hipótesis nula (H_0) de que no existen diferencias entre grupos (composición de la comunidad) (Clarke & Gorley 2015). Así mismo genera una serie de valores de “R” que van entre un intervalo de -1 a 1 (el valor de cero representa la hipótesis nula), estos valores se calculan de manera pareada midiendo que tan separados están los grupos en una escala de 0 a 1, dando un valor interpretable de la diferencia entre grupos (Clarke & Warwick 2001; Clarke & Gorley 2015). Finalmente para conocer que especies contribuyeron de manera significativa para la formación de las provincias (similitud) y la separación de estas (disimilitud), se realizó un análisis de similitud de porcentajes-contribución de especies (SIMPER). El SIMPER o procedimiento de descomposición de porcentajes de similitud, intenta evaluar la contribución porcentual promedio de las variables individuales (especies) a la matriz de similitud de Bray-Curtis (equivalente a Sørensen para datos de abundancia) (Clarke 1993).

4.4.3. Delimitación de unidades biogeográficas utilizando el Análisis de Parsimonia de Endemismos (PAE)

El Análisis de Parsimonia de Endemismos (PAE) es un método ampliamente utilizado en biogeografía histórica el cual se basa en un análisis cladístico de matrices de datos de presencia/ausencia de especies u otros taxones supraespecíficos (Morrone & Escalante 2009; Morrone 2014). Según Morrone (2014) los cladogramas generados con el PAE nos permiten la identificación de biotas históricas, ensamblajes biogeográficos (Morrone (2014) citando a Salthe (1985)), ensamblajes taxonómicos (Morrone (2014) citando a Rosen (1992)) y sus relaciones hipotéticas. Las representaciones gráficas de estos componentes bióticos se denominan “áreas de endemismo” (Morrone & Escalante 2009). El método de PAE fue propuesto y desarrollado inicialmente por Rosen (1984; 1985; 1988a;

1988b) y ha sido un método ampliamente utilizado para delimitar unidades biogeográficas por varios autores (p. ej.: Silva & Oren (1996); Glasby & Alvarez (1999); Morrone *et al.* (1999); Bisconti *et al.* (2001); De Grave (2001); Samyn & Tallon (2005)). Morrone (2014) enlista una serie de pasos que describen el procedimiento general para llevar a cabo un PAE (Tabla 2). Para propósitos de este estudio, esta serie de pasos fueron seguidos utilizando como OGU las MEOW de Spalding *et al.* (2007) correspondiente a la región del GC. Los cladogramas de áreas de endemismo fueron calculados a partir de la matriz de distribución de las especies de camarones carídeos, utilizando el software WinClada 1.00.24-. IMG BETA (Nixon 2002). El árbol de consenso se obtuvo por medio de un análisis heurístico con un máximo de 100 árboles como umbral y el mismo número de repeticiones.

Tabla 2. Procedimiento general para realizar un Análisis de Parsimonia de Endemismo (PAE) según Morrone (2014).

1. Unidades Biogeográficas	Elegir un conjunto de unidades biogeográficas (OGU) a través del área de estudio (para este estudio: MEOW de Spalding <i>et al.</i> (2007)).
2. Datos	Determinar la distribución geográfica de los taxones que van a ser objeto de estudio registrando sus localidades de ocurrencia.
3. Matriz	Construir una matriz r/c , donde r = OGU y c = especies (presencia/ausencia). Se debe agregar una unidad hipotética (root) codificada con ceros para enraizar los cladogramas resultantes.
4. Análisis	Analizar la matriz r/c con un algoritmo de parsimonia. Si más de un cladograma es obtenido se debe calcular el cladograma de consenso estricto.
5. Interpretación del cladograma de PAE	Identificar los componentes bióticos del cladograma como unidades de grupos monofiléticos definidos por dos o más taxa (sinapomorfías).
6. Mapear los resultados	Presentar los componentes bióticos identificados en el paso previo de una manera gráfica en un mapa.

5. RESULTADOS

5.1. Base de datos de distribución de los Camarones Carídeos de la Región del Gran Caribe y aguas adyacentes

En total para la región del GC se logró construir una base de datos con 45, 765 ocurrencias de la distribución de 240 especies de camarones carídeos, que a su vez estuvieron contenidas en 53 géneros y 12 familias (ver Anexo 1). Las familias que mayor número de registros aportaron fueron: Hippolytidae, 56.93 %; Alpheidae, 31.96 %; y Palaemonidae, 8.89 %. Por otro lado todas las demás presentaron menos del 1 %: Lysmatidae, 0.71 %; Ogyrididae, 0.61 %; Processidae, 0.36 %; Pasiphaeidae, 0.32 %; Anchistoididae, 0.06 %; Rhynchocinetidae, 0.06 %; Disciadidae, 0.04 %; Barbouriidae, 0.03 %; y finalmente Pseudocheilidae, 0.01 % (Fig. 30).

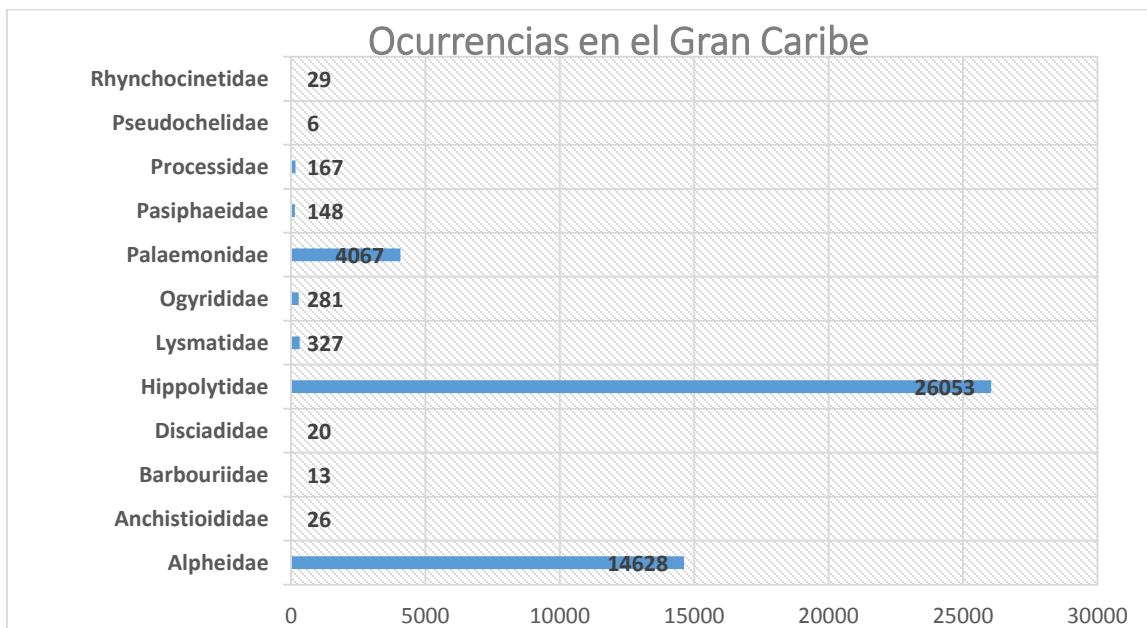


Figura 30. Número de registros de distribución aportados por cada familia para la Región del Gran Caribe y a aguas adyacentes.

En cuanto la contribución que tuvo cada familia a la riqueza específica (S) de esta región. La familia Alpheidae, 48.33 % y Palaemonidae, 29.17 % tuvieron el mayor porcentaje. Todas las familias restantes contribuyeron con menos del 10 % de la S: Hippolytidae, 7.08 %; Lysmatidae, 5.42 %; Processidae, 4.17 %; Pasiphaeidae, 1.67 %;

Barbouriidae, 0.83 %; Disciadidae, 0.83 %; Ogyrididae, 0.83 %; Rhynchocinetidae, 0.83 %; Anchistioididae, 0.42 %; y Pseudochelidae, 0.42 % (Fig. 31).

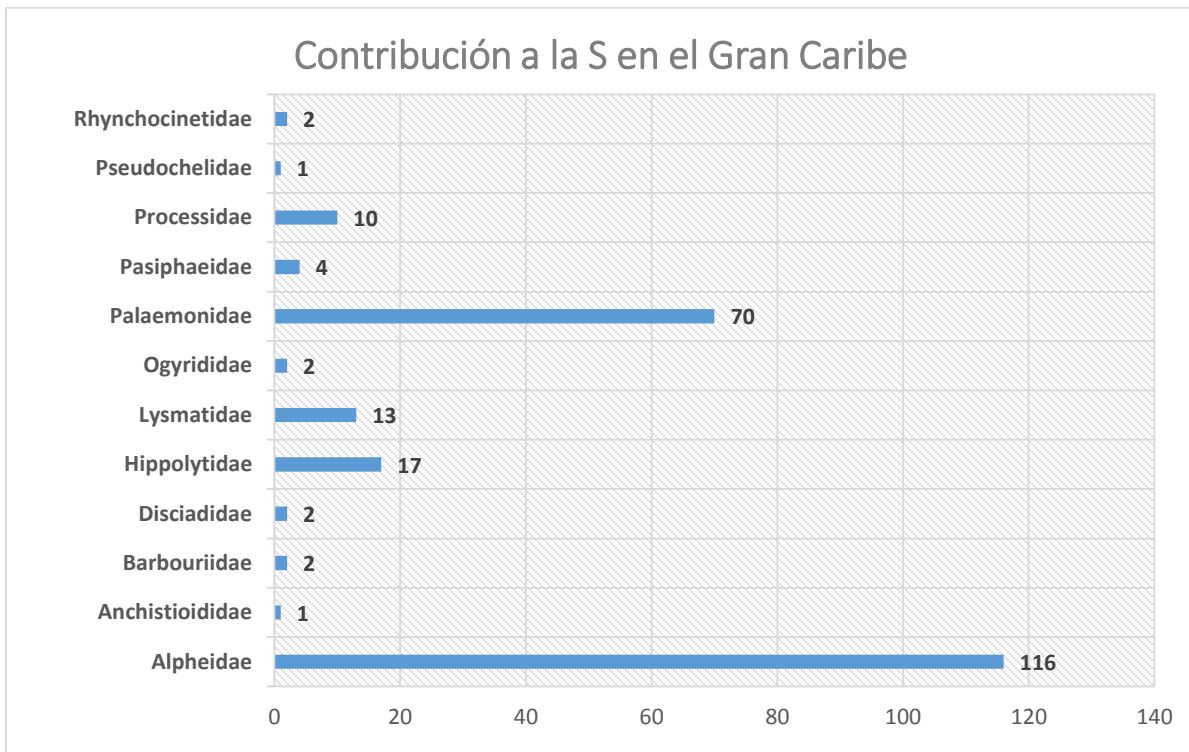


Figura 31. Riqueza específica aportada por cada familia para la Región del Gran Caribe y a aguas adyacentes. La riqueza específica para fines de este trabajo se define como el número de especies de determinado taxón. El eje de las X, representa el número de especies.

La estructura de la información que integró la base de datos de distribución fue la siguiente: (1) fuentes primarias (peer reviewed checklist, descripciones originales y revisiones taxonómicas), 10.76 %, de las cuales el 7.86 % procedió de literatura publicada y el 2.90 % de la revisión de ejemplares en las colecciones científicas mexicanas; (2) fuentes secundarias (bases de datos de acceso abierto, p. ej.: OBIS y GBIF), 89.24 % (Fig. 32). Es necesario señalar que las bases de datos de acceso abierto (BDAA) contenidas en las fuentes secundarias, son repositorios de otras fuentes originales de información. Para evaluar la calidad de esta información, las fuentes originales fueron divididas en tres categorías con base en su procedencia. Estas categorías y su contribución a las BDAA fueron: (1) RBDIA (registro procedente de base de datos de institución científica), 90.59 %; (2) RCZCNCNVE (registro con número de catálogo en colección zoológica no validado por un experto), 5.30

%; y (3) RCZCNCVE (registro con número de catálogo en colección zoológica validado por un experto), 4.11 % (Figura 33).

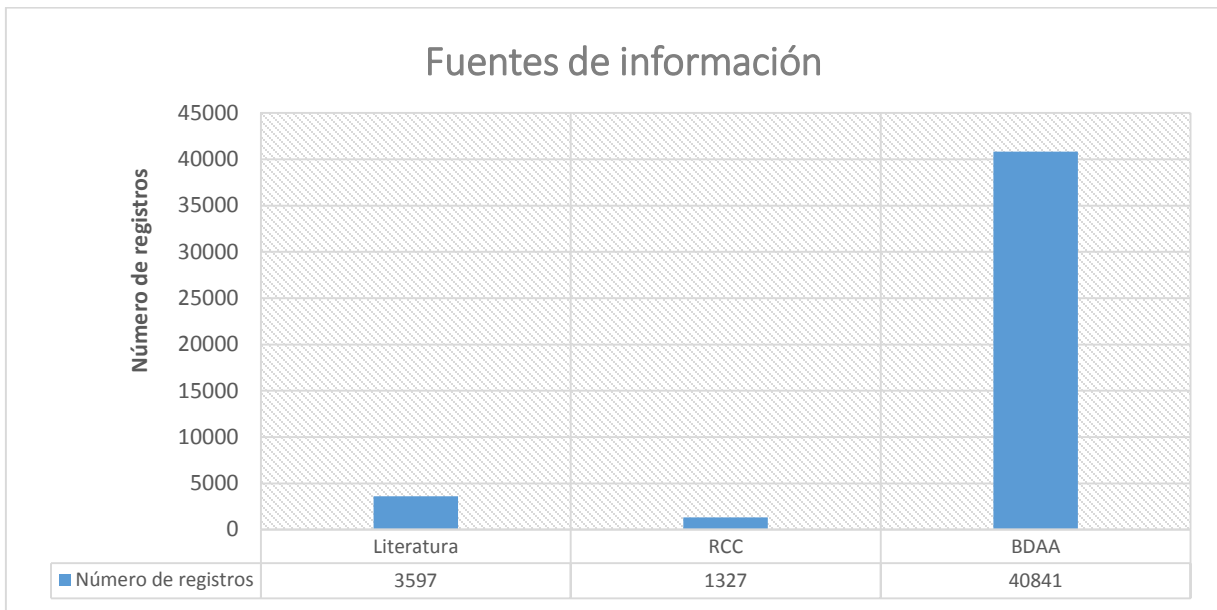


Figura 32. Principales fuentes de información que conformaron la Base de Datos de Distribución de Camarones Carídeos de la Región del Gran Caribe. RCC: revisión en colecciones científicas, BDAA: bases de datos de acceso abierto.

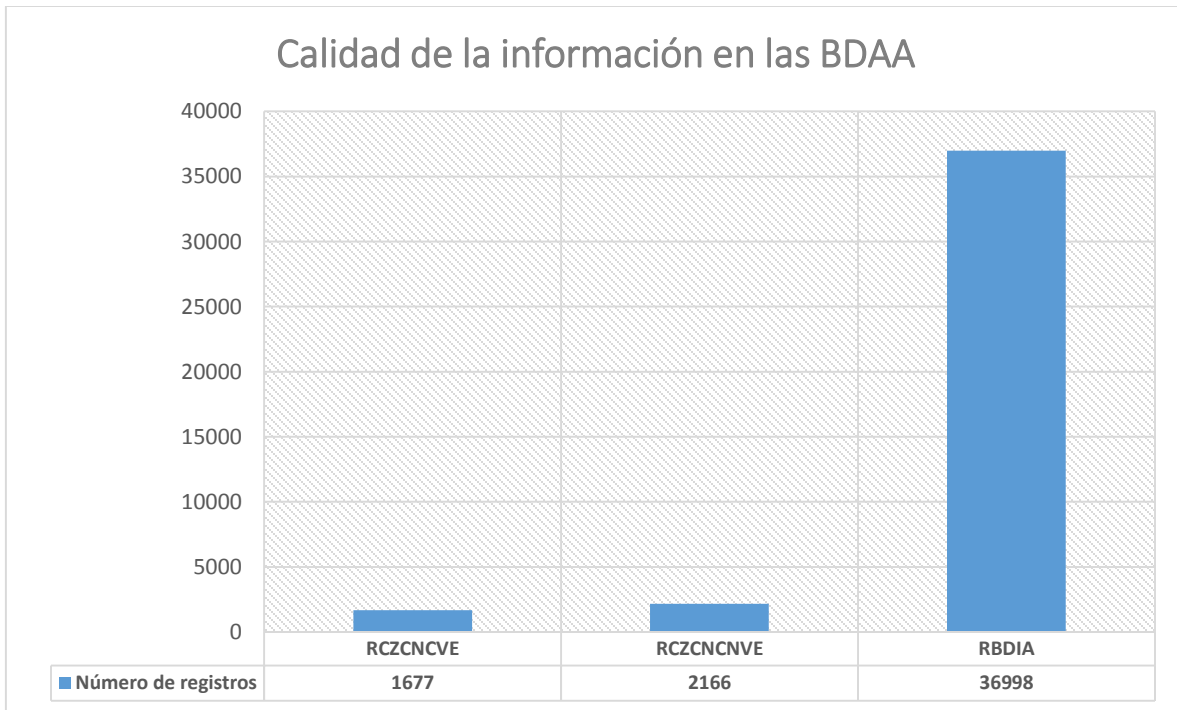


Figura 33. Categorías con base en las fuentes originales utilizadas para evaluar la calidad de la información de las BDAA. Nota: se consideró como experto al autor o autores con una publicación en una revista científica arbitrada.

5.2. Describiendo los patrones de diversidad en la Región del Gran Caribe

La distribución de las 240 especies de camarones carídeos reportadas en este trabajo fue heterogénea a lo largo de las tres grandes cuencas que integran el Gran Caribe. La cuenca oceanográfica que contribuyó con el valor más alto de S, fue la cuenca del Mar Caribe (MC) = 204 especies; seguida de la cuenca del Golfo de México (GMX) = 183 especies; y finalmente la cuenca del Atlántico noroccidental (CANO) = 107 especies. A diferencia de los valores de la S; el número registros de distribución aportados por cada cuenca mostró un patrón opuesto. La CANO aportó el mayor porcentaje de registros con el 51.05 %; seguido de GMX = 40.88 % y finalmente la cuenca que aportó el menor número registros fue la del MC = 8.07 %; a pesar de ser la cuenca oceanográfica con el valor más alto de S (Fig. 34).

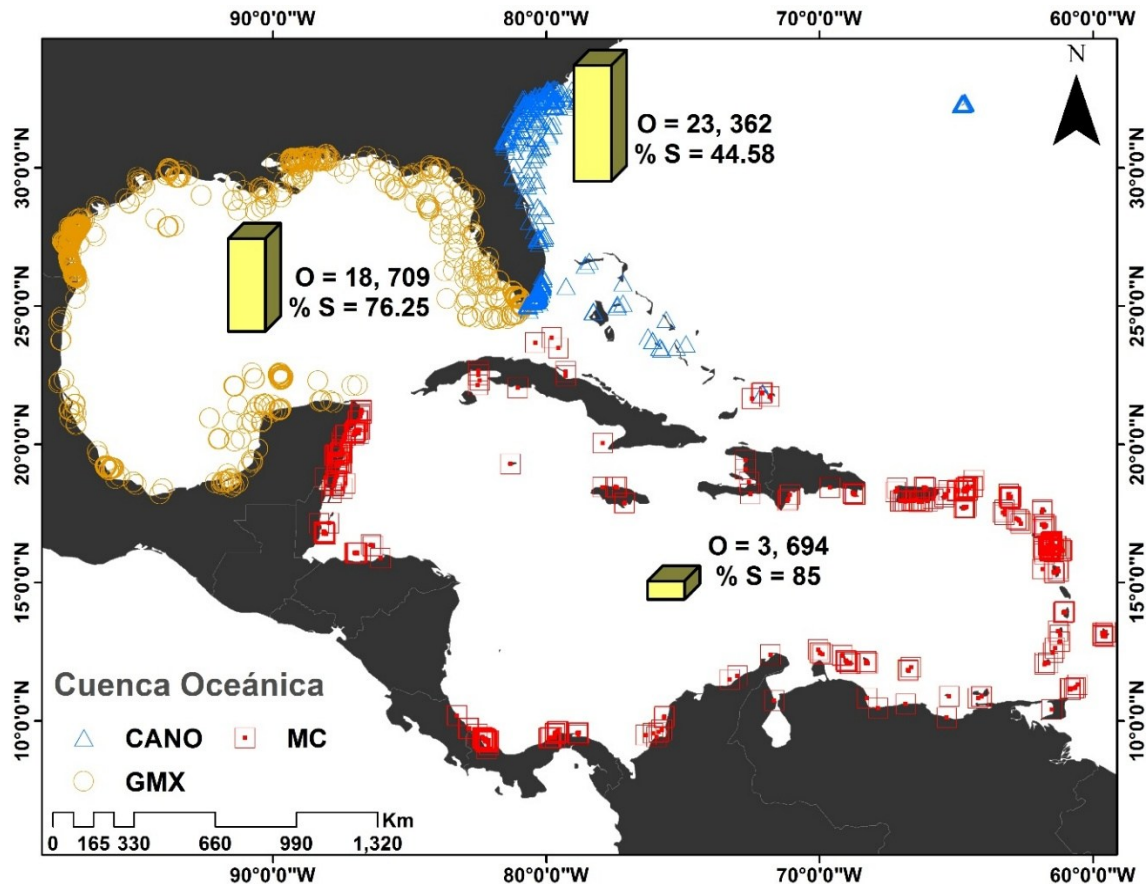


Fig. 34. Datos de distribución aportados por cada cuenca oceanográfica. Los siguientes símbolos representan: O = el número de registros; % S = el porcentaje (proporción) de la riqueza específica presente en cada cuenca oceanográfica.

Desde el punto de vista de la biogeografía marina histórica y tomando como referencia las provincias biogeográficas establecidas para esta fracción del Océano Atlántico

occidental por Briggs (1995) y Briggs & Bowen (2012; 2013), en la región GC convergen dos grandes provincias biogeográficas con su distintiva fauna. La Provincia Caroliniana (PCA) que presenta fauna de afinidad cálido-templada debido a la variación estacional de la temperatura superficial del mar (SST) principalmente en invierno. Presentó una $S = 107$ especies y un endemismo de 4.63 %. En contraparte la Provincia del Caribe (PCAR) alberga fauna de afinidad cálida o tropical y se caracteriza por ser una provincia con poca variación en la SST, salvo por algunos eventos estacionales de surgencia. La PCAR presentó una $S = 236$ especies, de la misma manera presento un alto nivel de endemismo con el 58.47 %, ambas provincias biogeográficas compartieron un total de 102 especies (Fig. 35).

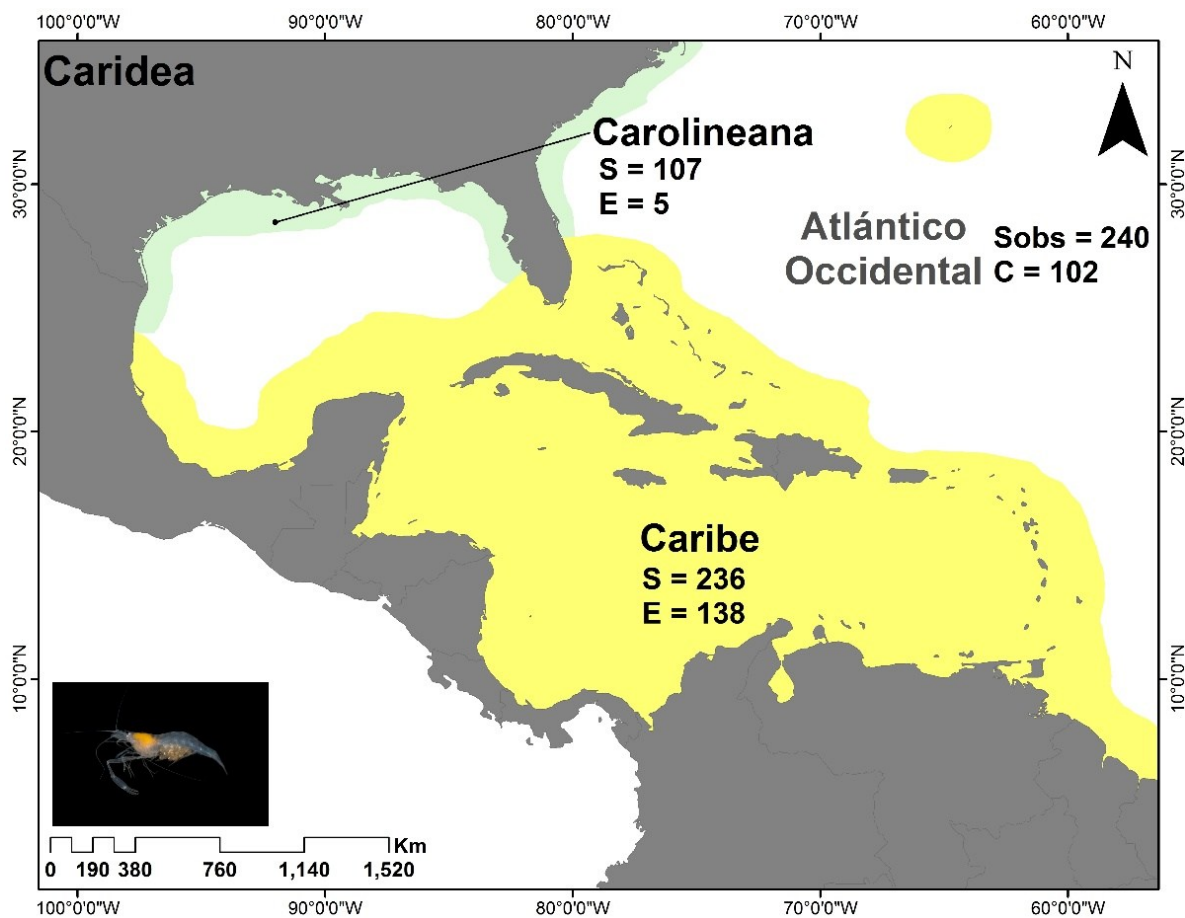


Fig. 35. Patrones de riqueza en las provincias biogeográficas establecidas para el ambiente marino de plataforma continental (0-200 m) del Océano Atlántico Occidental (Briggs & Bowen, 2013: Marine shelf habitat: biogeography and evolution). Se muestra la riqueza de especies de camarones carideos (S); las especies endémicas (E); las especies compartidas (C); y la riqueza específica observada para toda el área de estudio (Sobs).

El alto nivel de endemismo de especies en la PCAR encontrado en este trabajo, pudiera ser explicado por la estabilidad climática que esta presenta durante todo el año; así

mismo un factor importante pudiera ser la presencia de los sistemas arrecifales que ocurren a lo largo de la extensión de esta provincia. En contra parte el bajo nivel de endemismo y alto número de especies compartidas entre la PCA y la PCAR, sugiere que muchas especies de camarones carídeos pudieron de afinidad cálida/tropical pudieron ser capaces de colonizar los hábitats de las provincias del norte cálido-templadas.

Partiendo de este mismo concepto, pero específicamente para crustáceos decápodos, se revisaron las provincias zoogeográficas marinas propuestas por Boschi (2000). En estas se encontró variación en los valores tanto de S como de endemismo para cada provincia. Esto puede deberse a que los límites y bordes de estas provincias mostraron una configuración geográfica diferente a las establecidas por Briggs (1995) y Briggs & Bowen (2012; 2013). A diferencia de estos autores Boschi (2000) decidió incluir una subprovincia dentro de la PCA; a la que nombro subprovincia Texana (STEX) (Fig. 36). El criterio utilizado por este autor para sustentar esta provincia fue el argumentar que la STEX posee características ambientales y faunísticas propias; sin embargo comparte mucha de la fauna con la PCA, por ese motivo este autor no la separó completamente.

Para el caso específico del Infraorden Caridea y con base en la configuración geográfica de Boschi (2000) mis resultados mostraron que para la PCA se observó una $S = 62$ especies y un porcentaje de endemismo del 8.06 %. Por su parte la STEX tuvo un valor de $S = 121$ especies, y un porcentaje de endemismo de 7.44 %. Es necesario señalar que el aumento en los valores de S por parte de la STEX con respecto a los valores presentados en la PCA *sensu* Briggs (1995) y Briggs & Bowen (2012; 2013), pudiera deberse a la prolongación más hacia el sur del Golfo de México. De esta manera Boschi (2000) incorporó dentro de esta subprovincia fauna perteneciente a las lagunas costeras y sistemas arrecifales del norte del estado de Veracruz.

Finalmente la PCAR y al igual que en el esquema de Briggs (1995) y Briggs & Bowen (2012; 2013), mis resultados mostraron los valores más altos de $S = 223$ especies y el porcentaje más elevado de endemismo con el 52.47 %. Las dos provincias mayores y la subprovincias comparten un total de 57 especies. Sin embargo es necesario señalar que dado la PCAR y la STEX presentaron valores del doble de la S de PCA. El valor de especies compartidas entre estas regiones fue un total de 112 especies.

El elevado número de especies compartidas entre la PCAR y la STEX pudiera ser explicado por la presencia de los sistemas arrecifales Flower Garden Banks National Marine Sanctuary en la STEX. Estos sistemas arrecifales contribuyen de manera significativa al aumento de la S de esta subprovincia, pues proveen complejidad estructural, lo que se traduce en hábitats para las especies arrecifales provenientes del sur.

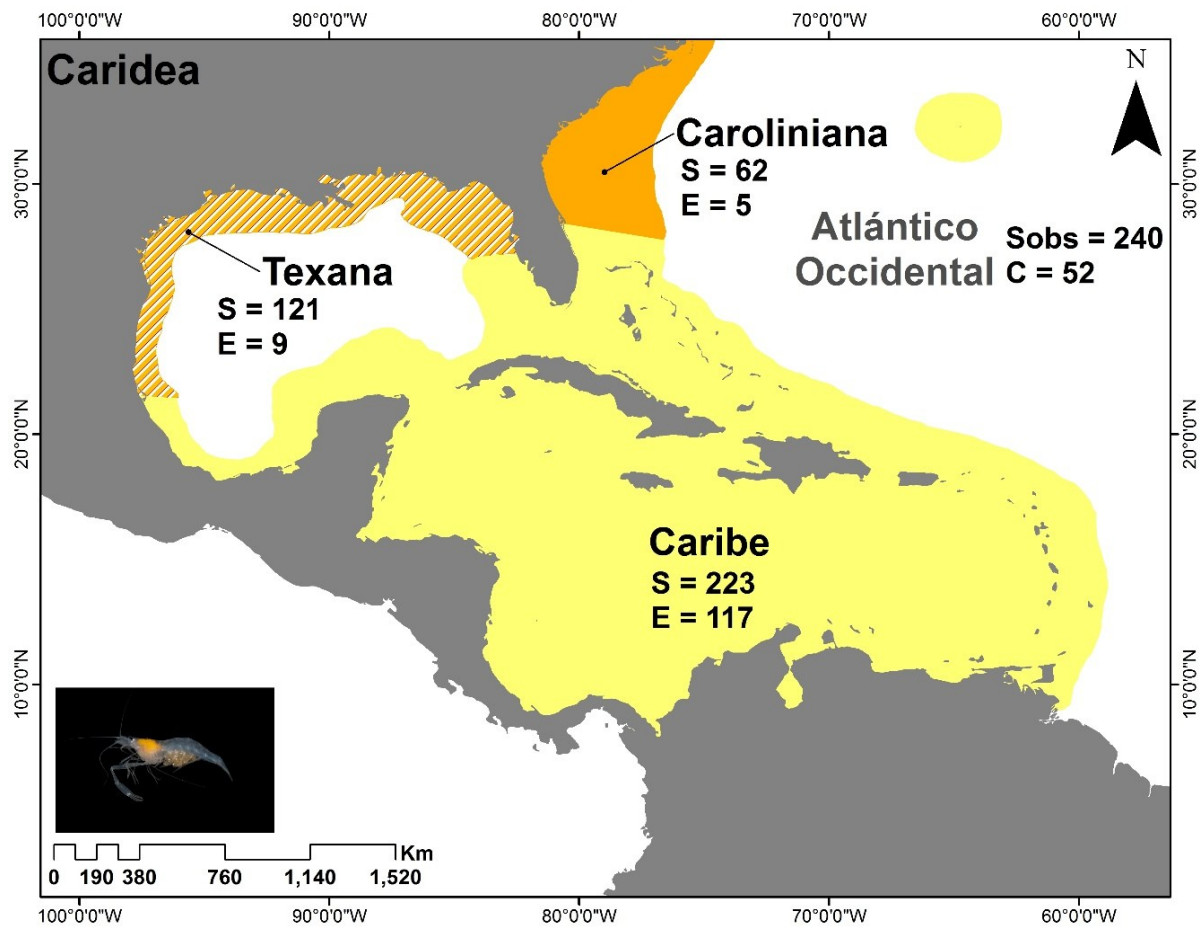


Fig. 36. Patrones de la riqueza en las provincias zoogeográficas marinas (0-200 m) de las américas establecidas por Boschi (2000): Se muestra la riqueza de especies de camarones carídeos (S); las especies endémicas (E); las especies compartidas (C); y la riqueza específica observada para toda el área de estudio (Sobs).

Otro aspecto que abordé en este trabajo, fue la revisión de los patrones de la riqueza específica de carídeos a través de las OGU utilizadas dado que es una métrica aproximada del esfuerzo de muestreo de cada Eco-región/localidad. Para el caso de las Eco-regiones Marinas del Mundo (MEOW) de Spalding *et al.* (2007), la distribución de la S fue relativamente homogénea a lo largo de las 11 OGU utilizadas en este trabajo, sin embargo

fue considerablemente más baja en las Eco-regiones de Bermuda y Bahamas. La Eco-región que presentó la proporción del total de la Sobs fue: el sur del Golfo de México (Southern Gulf of Mexico), S = 58.75 %; seguida de la Floridana (Floridian), S = 54.58 %; el Caribe occidental (Western Caribbean), S = 51.25 %; Caribe oriental (Eastern Caribbean), S = 117; sur del Caribe (Southern Caribbean), S = 42.92 %; las Antillas Mayores (Greater Antilles), S = 40.83 %; el norte del Golfo de México (Northern Gulf of Mexico), S = 39.58 %; el Caribe sur-occidental (Southwestern Caribbean), S = 37.5 %; la Caroliniana (*Carolineana*), S = 22.08 %; tanto las Eco-regiones de las Bahamas (*Bahamian*) y Bermuda, presentaron un valor de S = 14.42 % (Fig. 37).

Con respecto a las localidades propuestas en el esquema biogeográfico de Robertson & (Cramer 2014) los patrones de la S fueron considerablemente más heterogéneos en comparación a las MEOW de Spalding *et al.* (2007). Esto se puede explicar por la resolución geográfica, la cual fue de mucho menor tamaño pero mucho más representativa de la variabilidad ambiental de toda la región (Fig. 38). Mis resultados muestran que algunas localidades específicas albergan por arriba del 30% del total de la Sobs de toda la región. Estas localidades fueron: la 13, localizada en el Banco de Campeche con el 47.50 %; la 14, localizada en el Caribe mexicano con el 42.92 %; la 5, el sur de la Florida con el 40 %; la 6, en el centro occidental de la Florida con el 39.58 %; la 29, localizada en el arco de las Antillas Menores con el 38.75 %; la 19, localizada en las costas de Panamá con el 35.83 %; y finalmente las localidades 12 y 25 con el 31.25 %, localizadas en el sur del Golfo de México y Venezuela. Por otro lado algunas localidades presentaron valores muy bajos de Sobs, con menos del 5%. Estas fueron: las localidades 2 y 23 localizadas al norte de la Florida y la plataforma continental de Venezuela con el 4.58 %; la 33, localizada en la isla de Jamaica con 4.17 %; la zona 42, ubicada en la punta noroccidental de Cuba con el 2.50 %; y finalmente la 38, localizada en las islas del norte de Bahamas con el 1.25 %.

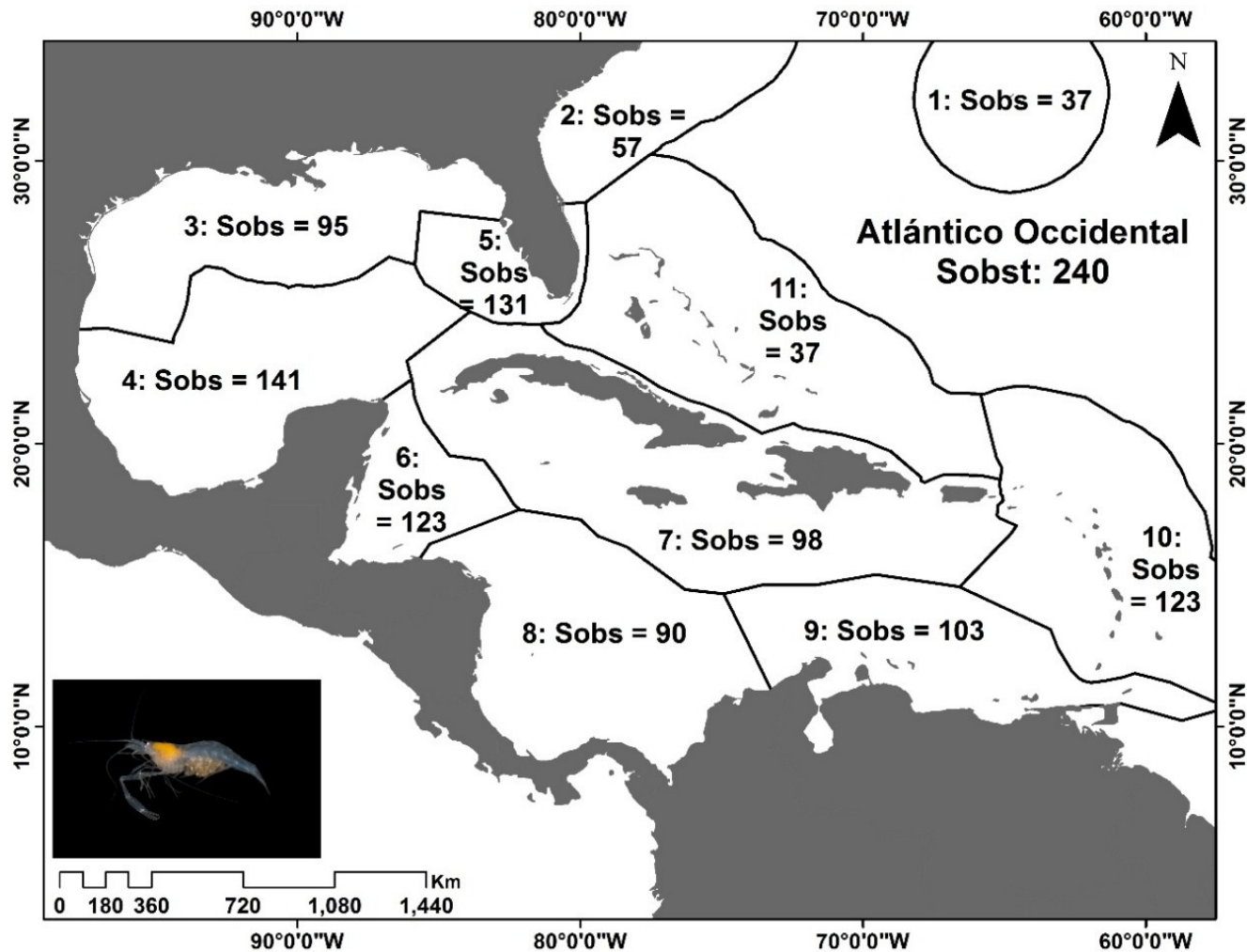


Fig. 37. Patrones de la riqueza observados en este trabajo a lo largo de las Eco-regiones Marinas del Mundo (MEOW). Únicamente se consideran las 11 Eco-regiones que abarcaron la Región del Gran Caribe y aguas adyacentes. Sobs: representa el valor de la riqueza específica observada para la fauna de camarones carídeos. Las MEOW se representaron numéricamente y fueron las siguientes: 1: Bermuda; 2: Caroliniana; 3: Norte del Golfo de México; 4: Sur del Golfo de México; 5: Sur de la Florida; 6: Caribe Occidental; 7: las Antillas Mayores; 8: Caribe Sur-Occidental; 9: Sur del Caribe; 10: Caribe Oriental; 11: Bahamas.

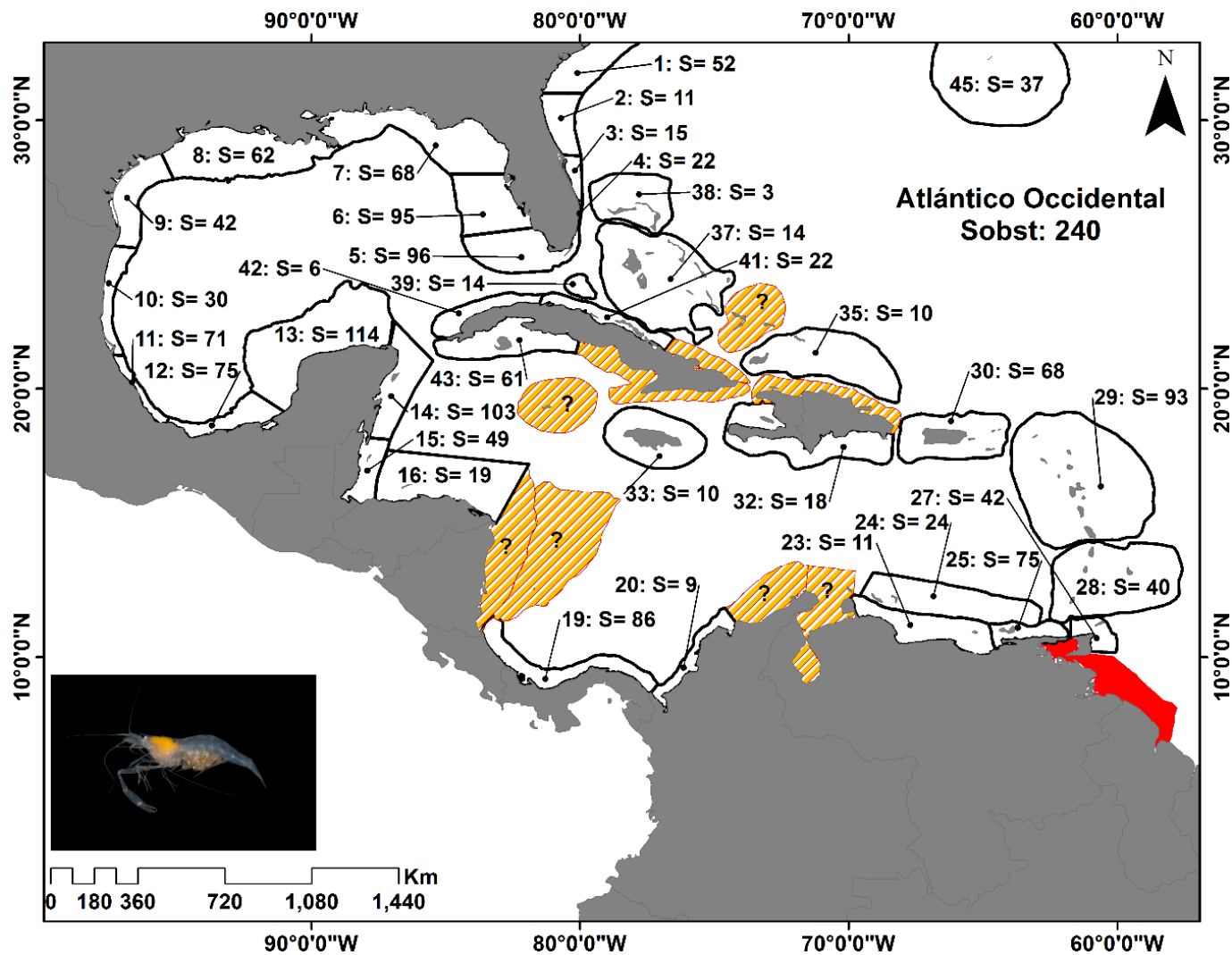


Fig. 38. Patrones de la riqueza de especies de camarones carideos observados en este trabajo para la regionalización del Gran Caribe de Robertson & Cramer (2014). Las localidades se representan numéricamente y van del 1 al 45. Los valores de la riqueza se representan con la letra S. Las localidades representadas en color anaranjado son las localidades donde no se logró encontrar información. La localidad en rojo está fuera de los límites geográficos abarcados en este trabajo.

Para evaluar que tan completo fue el conjunto de datos utilizado en este trabajo realicé una curva de acumulación de especies por cada esquema de clasificación biogeográfica seleccionado. Los algoritmos seleccionados fueron los estimadores de la riqueza no paramétricos basados en incidencia (presencia/ausencia) de especies de Chao2 (Chao 1984; 1987), Jackknife2 (Burnham & Overton W.S. 1978; 1979; Smith & Van Belle 1984; Palmer 1991) y Bootstrap (Smith & Van Belle 1984).

Mis resultados mostraron que tanto para el sistema de clasificación de Spalding *et al.* (2007) como el de Robertson & Cramer (2014) la ausencia de asíntota (Figs. 39 y 40). Esto significa que es muy probable que al aumentar el esfuerzo de muestreo en la región nuevos registros podrían ser añadidos. Los estimadores de la riqueza predicen en las curvas de acumulación de especies que se podrían incorporar hasta 40 especies más la base de datos. Esto coincide con la heterogeneidad observada en los patrones de la riqueza alrededor de las OGU seleccionadas. Esto provee evidencia de que es necesario aumentar el esfuerzo de muestreo de camarones carídeos en esta gran región particularmente en zonas específicas como las regiones insulares de Bermuda, las Bahamas, Jamaica y la Isla de la Española que presentaron los valores más bajos en la S de especies, lo cual pudiera ser contradictorio pues son zonas donde existen sistemas arrecifales que pudieran albergar una gran diversidad de especies.

Otro aspecto que se pudo identificar durante la realización de este trabajo fue que existen localidades donde existen vacíos de información, es decir zonas donde no se pudo obtener información de la distribución de camarones carídeos. Estas zonas fueron: (1) la zona costera caribeña de Nicaragua, la cual es una zona con mucho potencial para albergar una gran diversidad de carídeos puesto que presenta una gran variedad de hábitats como manglares, estuarios, vegetación acuática sumergida y sistemas arrecifales particularmente en la reserva biológica Cayos Miskitos localizado en la Región Autónoma de la Costa Caribe Norte, (2) las Islas Caimán, probablemente debido a su corta extensión territorial; (3) la costa oriental de Cuba, sin embargo la costa occidental particularmente en el Golfo de Batabano registra valores altos de S; (4) la zona sur de las Bahamas, particularmente en las islas Crooked, Long Kay, Acklins y Castle.

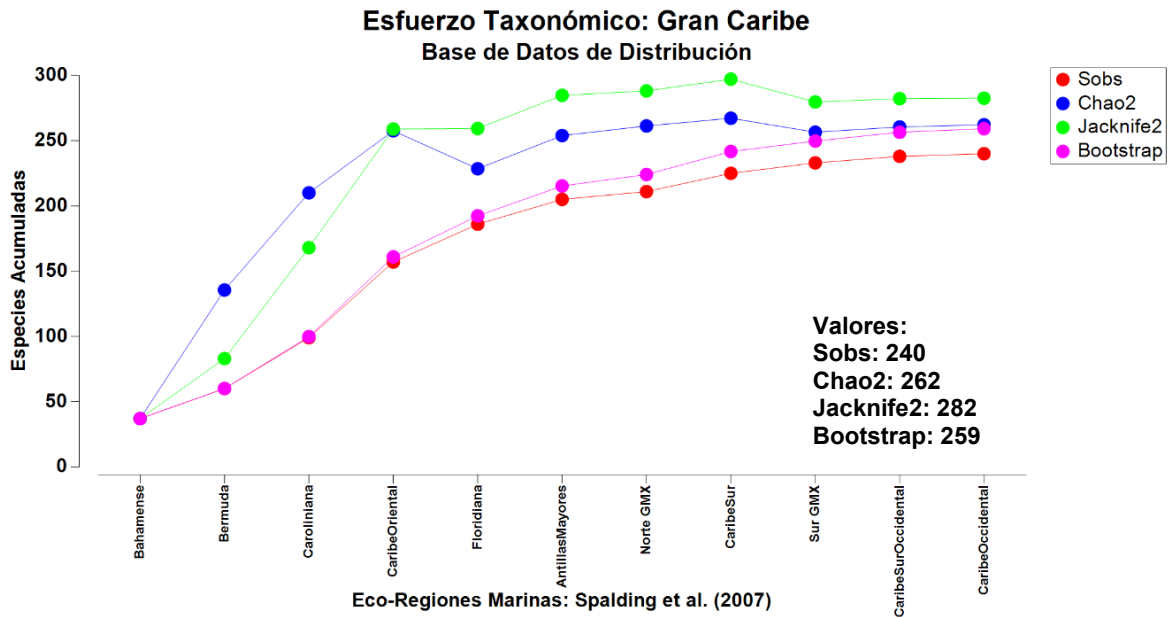


Fig. 39. Curva de acumulación de especies para toda la Región del Gran Caribe y aguas adyacentes basada en la distribución de camarones carideos en las 11 OGU de Spalding *et al.* (2007) utilizadas en este trabajo.

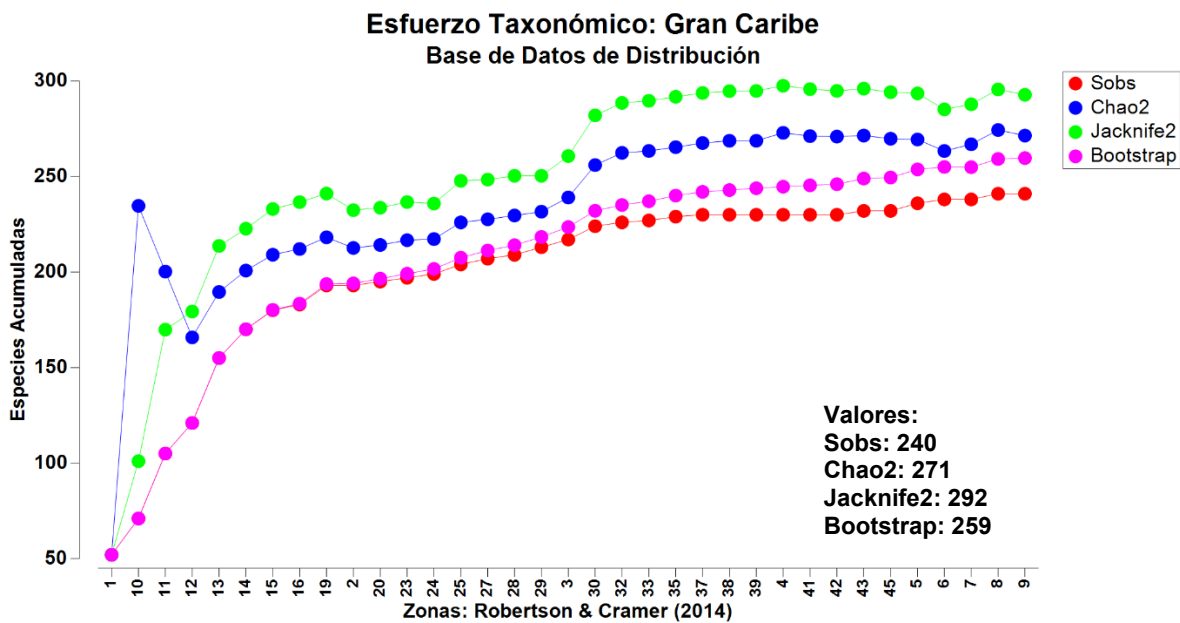


Fig. 40. Curva de acumulación de especies para toda la Región del Gran Caribe y aguas adyacentes basada en la distribución de camarones carideos en las 45 OGU de Robertson & Cramer (2014) utilizadas en este trabajo.

5.3. Zoogeografía

Los dendrogramas formados con los coeficientes de Sørensen y Jaccard utilizando la regionalización de Spalding *et al.* (2007) como OGU, recayeron en la misma topología. Únicamente vario el porcentaje de similitud faunística entre los grupos debido principalmente a la naturaleza de cada coeficiente de asociación. Los resultados muestran que en ambos casos sin importar el coeficiente de similitud utilizado, se formaron tres grupos faunísticos definidos a los que para efecto de este trabajo denominamos como *provincias*. La primera provincia estuvo conformada por las Eco-regiones de Bermuda y Bahamense y para efectos de este trabajo se denominó Distante (S = 60), la segunda estuvo conformada por las Eco-regiones Caroliniana, norte del GMX y la Floridiana y se denominó como Subtropical (S = 147), la tercera unidad geográfica estuvo conformada por las Eco-regiones del Mar Caribe: Caribe sur-occidental, Antillas Mayores, Caribe sur, Caribe oriental y occidental y el sur del Golfo de México (Sur GMX) y se denominó Tropical (S = 219) (Fig. 41 y 42).

En contraparte los dendrogramas generados utilizando la regionalización basada en discontinuidades ambientales de Robertson & Cramer (2014), no muestran un patrón claro de organización jerárquica en provincias. La principal razón por lo cual no fue posible encontrar un arreglo biogeográfico utilizando esta regionalización, fue al tamaño relativamente pequeño de las localidades utilizadas como OGU por estos autores. Esto generó muchas discontinuidades en los valores de la S, aumentando las distancias en la matriz de similitud (independientemente del coeficiente de asociación) disminuyendo la cohesión entre grupos (Fig. 43 y 44). Si bien esta regionalización más fina tiene sus ventajas al representar mejor la heterogeneidad ambiental de esta región. Para el caso específico de la fauna de camarones carídeos no demostró ser la mejor elección de OGU, debido a que Caridea actualmente no es un taxón bien representado a lo largo de toda esta gran región. Lo que se tradujo en localidades adyacentes con valores muy desiguales en la S de especies influyendo de manera significativa en los índices de asociación seleccionados.

5.3.1. Provincia Distante

La Provincia Distante fue el grupo más diferenciado con base en su composición faunística con menos del 20 % similitud con respecto a las otras dos provincias. Así mismo

presentó los valores más bajos de similitud faunística entre las dos Eco-regiones (Bermuda y Bahamense) que la conformaron, independientemente del coeficiente de similitud seleccionado (Sørensen = 37.83 %; Jaccard = 23.33 %). Esta unidad geográfica pertenece a una región de afinidad cálido/tropical específicamente a la Provincia del Caribe (Briggs 1995; Briggs & Bowen 2012; 2013), sin embargo nuestros resultados colocaron a las dos OGU que conforman esta provincia como un grupo separado tanto de la Provincia Tropical como Subtropical. Entre las principales causas que podrían explicar este resultado están (1) el esfuerzo de muestreo histórico: pues como hemos visto anteriormente estas zonas presentaron los valores más bajos de S en comparación con otras zonas geográficas vecinas; lo que no necesariamente pudiera reflejar que los hábitats disponibles en estas zonas no fueran favorables, pues éstas zonas presentan sistemas arrecifales que pudieran albergar una alta S de camarones carídeos; (2) la ubicación geográfica: (i) para el caso de la Eco-región Bahamense, que es una región compuesta por un grupo de islas muy próximas a zonas del Mar Caribe con valores altos de S, como la Península de la Florida (S: ~130), la Isla de Cuba y la Española (S: ~90) se esperaría que la composición faunística de esta área fuera en cierto grado similar a las zonas adyacentes debido principalmente al intercambio de larvas con estas zonas agrupándose dentro de la unidad geográfica Tropical; (ii) para el caso de la Eco-región de Bermuda, la cual en este estudio fue una de las zonas más septentrionales se hubiera esperado que su composición faunística fuera similar con el grupo Subtropical, sin embargo al igual que la Eco-región Bahamense fue una de las zonas con menores valores de S. Desde un enfoque biogeográfico tanto la Eco-región Bahamense como la de Bermuda han sido consideradas como regiones faunísticas cálidas (Spalding *et al.* 2007; Briggs & Bowen 2013), más específicamente dentro de la Provincia del Caribe (Briggs 1974; 1995; Briggs & Bowen 2013). P. ej.: para la distribución biogeográfica de otros grupos taxonómicos como peces, tanto las Bahamas como Bermuda son zonas de afinidad completamente tropical cuya fauna es muy similar en composición al Caribe (Joyeux *et al.* 2001; Briggs & Bowen 2012; Kulbicki *et al.* 2013; Robertson & Cramer 2014), lo mismo sucede para el caso de otros invertebrados como moluscos (Valentine 1973; Petuch 2013) e incluso otros crustáceos decápodos (Boschi 2000). Entre las principales causas por las cuales mis resultados no se ajuntan a los patrones encontrados por Boschi (2000), podrían estar: (1) el intervalo batimétrico: pues a diferencia de este autor que incluyó a las especies de las zonas (0-300 m)

supralitoral, mediolitoral, infralitoral y circalitoral; este trabajo únicamente incluyó a las especies de entre más de 0 a 50 m de profundidad (excluyendo la zona circalitoral), por lo que el conjunto de datos para estas dos localidades fue más limitado; (2) el esfuerzo de muestreo histórico: los bajos valores en la S de estas dos zonas geográficas estuvieron estrechamente relacionados al número de bibliografía disponible, pues ambas zonas presentaron una de las menores cantidades de trabajos publicados; (3) el esfuerzo taxonómico: dados los cambios recientes en la filogenia de los carídeos (Bracken 2008; Bracken *et al.* 2009; Li *et al.* 2011; Aznar-Cormano *et al.* 2015) y la revisión taxonómica de varios complejos de especies (p. ej.: Anker (2012) y Baeza *et al.* (2014)), es necesario en la medida de lo posible la revisión del material depositado en museos y en colecciones zoológicas para estas zonas geográficas, así como la formación de nuevos taxónomos regionales.

5.3.2. *El Grupo Subtropical-Tropical*

Las Provincias Subtropical y Tropical quedaron anidadas dentro de un grupo mayor (Sørensen: > 25 %; Jaccard: < 20 %) claramente dividido por estas dos provincias. Esta división tiene sentido si observamos la configuración geográfica tiene esta zona del AO, donde las Eco-regiones que integran la Provincia Subtropical se encortan ubicadas continuamente a lo largo de la costa de América del Norte en la región más septentrional de nuestra área de estudio y donde la SST sufre cambios considerables durante las estaciones más frías. Mientras que las Eco-regiones que integraron la Provincia Tropical estuvieron localizadas en la zona meridional y donde la SST es más estable durante todo el año. Entre ambas provincias no existieron barreras geográficas considerables salvo la desembocadura del Río Mississippi en la Provincia Subtropical, la desembocadura del Río Orinoco y las grandes extensiones oceánicas entre las diferentes regiones insulares de la Provincia Tropical.

5.3.3. *La Provincia Subtropical*

La Provincia Subtropical mostró gran cohesión entre las tres Eco-regiones que la conformaron (Sørensen: > 50 %; Jaccard: > 35 %). Así mismo dentro de estas tres Eco-regiones, la Caroliniana presentó la fauna más distintiva con respecto a las otras dos. Es

necesario mencionar que comparte gran similitud faunística tanto con la Eco-región del Norte GMX (Sørensen = 54.42 %; Jaccard = 37.38 %) como con la Floridiana (Sørensen = 52.17 %; Jaccard = 35.29 %). Una posible razón por la cual la Eco-región Caroliniana es la rama más diferenciada dentro de la Provincia Subtropical, puede ser porque se encuentra en el límite septentrional de distribución de la fauna marina de afinidad tropical y a su vez en la zona de transición entre la fauna cálido-templada y frío-templada (Ekman 1953; Hedgpeth 1957; Briggs 1974; 1995; Spalding *et al.* 2007; Briggs & Bowen 2012; 2013). Algunos esquemas biogeográficos basados en la distribución de otros grupos de invertebrados marinos, p. ej.: Moluscos (Valentine 1973; Petuch 2013) consideran a la unidad Caroliniana como una gran provincia con características faunísticas propias y que a pesar de que comparte un gran número de especies con la Provincia del Caribe, es también el límite de la distribución de muchas de estas (Briggs & Bowen 2013). Tanto en el esquema de Valentine (1973) como en el de Petuch (2013) la unidad Caroliniana, es una entidad de afinidad templada/subtropical que tiene una gran extensión geográfica desde el Cabo Hatteras en Carolina del Norte, Estados Unidos de América (~35°N) hasta el Canal de Yucatán entre México y Cuba (~21°N). Para el caso de los crustáceos decápodos esto es un poco diferente, Boschi (2000) considera a la unidad Caroliniana como una entidad de afinidad cálido-templada, al igual que Valentine (1973) y Petuch (2013). Sin embargo como se mencionó anteriormente este autor no la consideró como una sola unidad; sino una entidad geográfica dividida en dos partes por la punta sur de la Florida (afinidad tropical) y sustentada en el grado parcial de endemismos. Como se mencionó anteriormente Boschi (2000) denominó a la parte de la provincia Caroliniana que se extiende dentro del Golfo de México (hasta la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México) como Subprovincia Texana (*sensu* Boschi (2000) basado en Briggs (1974)) (STEX), argumentando que posee ensambles de invertebrados únicos y un alto porcentaje de endemismos de decápodos (~5.22%). Mis resultados muestran que para el caso específico de los camarones carídeos el número de endemismos correspondientes a esta subprovincia fue muy bajo; únicamente nueve especies que representaron el 7.44 %, valor por debajo del 10 % de endemismo que algunos autores como Briggs (1974; 1995) y Briggs & Bowen (2012; 2013) consideran para separar una provincia.

A diferencia de la entidad Caroliniana las otras dos Eco-regiones que componen la unidad *Subtropical*, presentaron valores significativamente más altos de similitud faunística

entre ellas. En ambos casos sin importar el índice de asociación las Eco-regiones del Norte del GMX y la Floridiana compartieron más del 50 % de similitud faunística entre ellas (Sørensen = 72 %; Jaccard = 56.25 %) por lo que en los dendrogramas generados podrían ser agrupadas como una sola unidad con base en la prueba de perfil de similitud (Simprof test). Esta gran similitud en la composición de especies podría obedecer a una serie de factores como la proximidad geográfica, pues estas dos Eco-regiones se encuentran adyacentes dentro de la región del Atlántico noroccidental de afinidad subtropical/cálido-templada (Briggs 1995; Spalding *et al.* 2007; Briggs & Bowen 2012); sin embargo la mayoría de esquemas biogeográficos para otros taxones como Peces (Randall 1968; Smith 1997; Smith *et al.* 2002; Floeter *et al.* 2008; Briggs & Bowen 2012), bivalvos y gastrópodos (Valentine 1973) e incluso crustáceos decápodos (Boschi 2000) han considerado a la unidad Floridiana (la parte sur por lo menos) como parte de la Provincia del Caribe de afinidad Tropical. Esto puede deberse principalmente a los métodos que estos autores han utilizado para delimitar estas provincias p. ej.: para peces costeros (0-200 m), Briggs & Bowen (2012) utilizaron el criterio de 10 % de endemismo para definir una provincia, de la misma manera para decápodos Boschi (2000) utilizó un criterio similar, sin embargo no definió un porcentaje estándar de endemismo para trazar los límites de la Provincia del Caribe y separar la STEx. Estudios recientes en la biogeografía de estos taxones que han utilizado grandes conjuntos de datos de distribución y análisis cuantitativos basados en algoritmos tanto de endemismo como coeficientes de β -diversidad (Petuch 2013; Robertson & Cramer 2014) apoyan mis resultados sobre la posición de la unidad Floridiana como unidad subtropical junto a la de Norte GMX.

Otros factores que podrían favorecer la similitud faunística de estas dos unidades subtropicales son algunas características oceanográficas propias de la región tales como la influencia de la Corriente de Lazo que se origina cuando la Corriente del Caribe se interna dentro del Golfo de México entre la Isla de Cuba y Florida Keys (antes de convertirse en la Corriente de Florida y posteriormente en la Corriente del Golfo) (Sturges & Leben 2000). Esta corriente podría favorecer la dispersión de estadios larvales entre estas dos Eco-regiones, incrementando el número de especies compartidas. Otro factor ambiental que podría contribuir de forma significativa a incrementar la similitud faunística entre estas dos Eco-regiones es la presencia de sistemas arrecifales; a diferencia de la Eco-región Caroliniana, tanto la del Norte GMX y la Floridiana presentan los sistemas arrecifales: Flower Garden

Banks National Marine Sanctuary localizados fuera del estado de Texas, en el Eco-región Norte GMX y Florida Keys localizados muy cercanos a las costas del estado de la Florida en la Eco-región Floridiana. La fauna de camarones carídeos de ambos sistemas arrecifales ha sido relativamente bien documentada a través del tiempo (Abele 1970; Ray 1974; Abele & Kim 1986; Wicksten 2005; Felder *et al.* 2009). Un hecho interesante es que a pesar que estos sistemas arrecifales comparten un gran número de especies, sus configuraciones ambientales son totalmente diferentes. El sistema arrecifal Flower Garden Banks es un arrecife localizado en aguas que presentan gran variación estacional en la SST que se vuelven relativamente más frías (27°N; < 20 °C) y turbias en invierno, a diferencia de Florida Keys donde la SST es relativamente más cálida (23°N; > 20° C) y clara durante todo el año (NOAA 2002; 2017; Porter & Porter 2002; Moretzsohn *et al.* 2012). A pesar de las diferencias ambientales entre estos dos sistemas arrecifales, es evidente la importancia que tuvieron en la contribución de la S de estas dos Eco-regiones. La gran similitud faunística encontrada entre estas unidades geográficas con características ambientales diferentes, especialmente entre las especies arrecifales podrían apoyar la hipótesis de Chace (1972), quien argumento que la presencia o ausencia de las especies de camarones carídeos (incluyendo Stenopodidea y Dendrobranchiata), en regiones donde no existen barreras geográficas claras está condicionada por la disponibilidad del hábitat; en este caso la presencia/ausencia de sistemas arrecifales. A pesar de que en las Eco-regiones Norte GMX y Floridiana se encuentran distribuidas numerosas especies de afinidad cálido/tropical, también existen un conjunto de especies de cuya distribución está restringida a estas regiones (especies endémicas); particularmente de las familias Alpheidae (Anker & Felder 2005; Anker 2012) y Palaemonidae (Felder *et al.* 2009). La mayor parte de estas especies se encuentran asociadas a fondos de sedimentos blandos y a ecosistemas estuarinos, mayormente localizados en la Eco-Región del Norte GMX; esto apoya lo argumentado por Boschi (2000), que señalo que tanto la variabilidad de en los tipos de fondos duros y blandos, así como los fuertes cambios estacionales de estas regiones favorecían la especiación de crustáceos decápodos únicamente distribuidos en esta zona.

5.3.4. *La Provincia Tropical*

La Provincia Tropical presento la mayor riqueza de especies y el mayor número de endemismos para este trabajo ($E = 130$), de la misma manera estuvo conformada por el mayor número de Eco-regiones, las cuales mostraron una gran homogeneidad en la similitud faunística (Sørensen: $> 50\%$; Jaccard: $> 35\%$). Esta unidad geográfica estuvo compuesta por todas las Eco-regiones que tradicionalmente han conformado la Provincia del Caribe/Tropical (excepto la Floridiana) (Ekman 1953; Hedgpeth 1957; Valentine 1973; Briggs 1974; 1995; Boschi 2000; Spalding *et al.* 2007; Briggs & Bowen 2012; 2013; Petuch 2013). Dentro de esta gran unidad geográfica se formaron varios subgrupos faunísticos compuestos por una o más Eco-regiones que se lograron diferenciar del resto debido a la presencia de especies cuya distribución estuvo restringida exclusivamente a estas. La Eco-región que presentó la fauna más distintiva dentro de la Provincia Tropical fue el Caribe sur-occidental; esta Eco-región comprende parte de la plataforma continental somera de América Central, desde el norte de Nicaragua, toda la costa de Costa Rica y Panamá y la costa noroeste de Colombia. Esta diferencia de similitud faunística con respecto a las demás Eco-regiones se puede deber a dos principales factores como: (1) al buen estado de conocimiento de esta región especialmente en la zona costera de Costa Rica (Wehrtmann & Cortés 2009) y en Panamá (De Grave & Anker 2017), donde se tiene un gran número de registros de especies en un área relativamente pequeña, es necesario mencionar que es también en esta zona donde existe un gran vacío de información, más específicamente para la costa de Nicaragua; (2) al enorme esfuerzo taxonómico que se ha realizado en los últimos años para la costa occidental de Panamá, más específicamente en la Provincia de Bocas del Toro, donde gracias a la presencia del Smithsonian Tropical Research Institute (STRI) se han publicado numerosas revisiones taxonómicas de especies crípticas, principalmente de la familia Alpheidae (Anker *et al.* 2006a; Anker *et al.* 2007a; Anker *et al.* 2008a; 2008b; 2008c; Mathews & Anker 2009; Anker 2010a; 2010b; Anker 2012; Anker *et al.* 2012). El aumento en la resolución taxonómica de esta zona ha generado el incremento de especies que únicamente se encuentran en esta Eco-región (endemismos), p. ej.: Mathews & Anker (2009) observaron que la especie de camarón alfeido *Alpheus armillatus* H. Milne Edwards, 1837, mostraba grandes variaciones tanto morfológicas como en sus patrones de coloración, por lo que después de realizar un análisis molecular de esta especie concluyeron que *A. armillatus* no

se trataba de una sola especie sino de un complejo de especies que pudo haber pasado por un proceso de radiación evolutiva con base en un evento de vicarianza como pudo ser el cierre del Istmo de Panamá. Años más tarde en la revisión de Anker (2012), *A. armillatus* fue dividido en siete especies nuevas, con la revalidación de *A. lancirostris* Rankin, 1900 y *A. verrilli* (Schmitt, 1924) y la redefinición de *A. angulosus* McClure, 2002 y *A. viridari* (Armstrong, 1949). Esto apoya la importancia que tiene el conocimiento de la diversidad a nivel local y regional, así como la importancia de tener una buena resolución taxonómica para interpretar los procesos históricos que han moldeado la fauna actual.

La segunda Eco-región dentro de la Provincia Tropical que presentó un ensamble faunístico distintivo fue la de las Antillas Mayores, la cual presentó valores muy cercanos de similitud faunística con respecto a las otras Eco-regiones (Sørensen: > 50 %; Jaccard: > 35 %). A diferencia de otras zonas geográficas que poseen influencia total o parcial del continente, esta zona está compuesta en su totalidad de una serie de islas de gran tamaño en la cuenca central del Mar Caribe. Algunos autores han considerado esta zona junto con el Arco de las Antillas Menores, como una provincia biogeográfica de afinidad cálida/tropical distinta a la Provincia del Caribe debido principalmente al número de endemismos propios de los ecosistemas insulares con respecto a los continentales costeros (Ekman 1953: Provincia Antillana; Briggs 1974; 1995: Provincia de las Indias Occidentales). La fauna de camarones carídeos de esta Eco-región se encuentra relativamente bien conocida, especialmente en las islas de Puerto Rico y las Islas Vírgenes (tanto de Estados Unidos de América como Británicas) donde a pesar de tener un área relativamente pequeña, históricamente ha sido un localidad con bastantes datos de distribución de camarones carídeos (Chace 1971; 1972; Okuno 1996; Anker 2007a; 2007b; 2012; Anker *et al.* 2008b; 2012; OBIS 2015); de igual forma la Isla de Cuba mostró una composición faunística y valores de S bastante similares a Puerto Rico (S: > 50), mostrando bastante información sobre la distribución de camarones carídeos para diferentes localidades costeras de la parte norte-central, Golfo de Batabanó y aguas adyacentes (Martínez-Iglesias 1986; Martínez-Iglesias *et al.* 1993; 1997; Martínez-Iglesias & García Raso 1999; Ortiz *et al.* 2006; 2014; De Grave *et al.* 2017). Por el contrario la fauna de camarones carídeos de las islas de La Española (Haití y República Dominicana) (Armstrong 1949; Chace 1972; Anker 2007b; Anker *et al.* 2008a; Anker 2012; Anker *et al.* 2012) y Jamaica (Knowlton & Keller 1983; 1985; Anker *et al.*

2012), mostraron valores relativamente bajos en la S de especies, es muy probable que estos valores estuvieran subrepresentados ya que estas islas se encuentran justo en la parte media de dos zonas con valores mayores en S ($S: > 60$) y ambas localidades poseen una gran cantidad de sistemas arrecifales que podrían llegar a albergar un número mayor de especies de camarones carídeos, por lo que estos valores podrían ser un artefacto del esfuerzo de muestreo. El aislamiento geográfico de este conjunto de islas separadas de la parte continental por una serie de canales de gran profundidad, ha producido una serie de endemismos locales (Whittaker 1988; Hobbs *et al.* 2012), p. ej. las especies de camarones alfeidos endémicas: *Prionalpheus gomezi* (Isla de Cuba: Martínez-Iglesias & Carvacho (1991)), *Alpheus zimmermani* (Islas Vírgenes Británicas: Anker (2007a)) y *Pseudalpheopsis guana* (Islas Vírgenes Británicas: Anker (2007c)). La diversificación dentro de los linajes es mayor especialmente en las islas de gran tamaño, donde los niveles de interacción con las especies cercanamente emparentadas que han colonizado esos hábitats son más bajos y la persistencia de los linajes es viable (Whittaker *et al.* 2008).

Otra sub-grupo que pudimos observar dentro de la *Provincia Tropical*, fue el conformado por las demás Eco-regiones del Caribe (Sørensen: $> 60\%$; Jaccard: $> 45\%$). Sin embargo dentro de este conjunto nuestros resultados muestran que la Eco-región de Caribe sur, que abarca la costa central y occidental de Colombia, la Costa de Venezuela; así como sus respectivas regiones insulares (Los Roques e Isla Margarita) incluyendo Aruba, Bonaire y Curaçao. Como la más diferenciada en términos de su composición faunística dentro de este sub-grupo. Algunos autores señalan que la Eco-región del Caribe Sur marca el límite de la gran Provincia del Caribe con la Provincia de Brasil (Briggs 1974; 1995; Boschi 2000; Spalding *et al.* 2007). Siendo la desembocadura del Río Orinoco la principal barrera geográfica que separa las faunas de estas dos grandes provincias biogeográficas (Briggs 1995; Kulbicki *et al.* 2013; Robertson & Cramer 2014). Otro factor que probablemente podría influir en la composición faunística de esta zona en particular, es el hecho de que la costa norte de América del Sur es una región afectada por el proceso oceanográfico de surgencia (Robertson & Cramer 2014). Tanto la desembocadura del Río Orinoco como el proceso de surgencia le confieren características muy distintivas al resto del Caribe, por lo menos a la parte más cercana al continente. Sin embargo la parte insular más separada del continente, posee características más similares al resto del Caribe (Kulbicki *et al.* 2013; Robertson &

Cramer 2014). En necesario señalar que el conjunto de datos obtenido en este trabajo para esta Eco-región estuvo mayormente concentrado para la parte más alejada del continente, es decir la parte insular. La Isla de Margarita fue la que aportó la mayor cantidad de datos de distribución de camarones carídeos, así como los valores más altos de riqueza ($S = 75$) y en menor grado las islas de Aruba y Bonaire ($S = 24$). Por este motivo y dada la cercanía geográfica con otras regiones insulares del Caribe, la configuración faunística de esta Eco-región es muy similar a las del resto del Caribe.

El último sub-grupo faunístico dentro de la *provincia Tropical*, fue el grupo conformado por las Eco-regiones del sur GMX, Caribe occidental y Caribe oriental (Sørensen: $> 65\%$; Jaccard: $> 45\%$). Este sub-grupo fue el que presentó los valores más altos en ambos dendrogramas independientemente del coeficiente de asociación. Geográficamente la similitud faunística entre las Eco-regiones del Sur GMX ($S = 141$) y Caribe occidental ($S = 123$) tiene mucho sentido, pues son zonas adyacentes cuya cercanía favorecería el intercambio de fauna vía dispersión larval (Bauer 2004). Ambas Eco-regiones comparten un gran número de especies entre sí, por lo que sus valores de similitud son relativamente elevados (Sørensen: 67.42% ; Jaccard: 50.86%). Como parte de unos de los objetivos particulares de este trabajo, estas dos Eco-regiones fueron especialmente tratadas (ver sección: *Patrones de distribución regionales: costa este de México*) por lo cual los valores de riqueza específica aumentaron considerablemente. La mayor parte del esfuerzo de muestreo puesto en ambas Eco-regiones estuvo enfocado en especies arrecifales, por lo que el número de especies compartidas incrementó; aumentando así los valores de similitud faunística.

Por su parte la Eco-región del Caribe oriental fue la zona geográfica más alejada de este sub-grupo, sin embargo en conjunto con la Eco-región del Caribe occidental conformaron el grupo faunístico con los valores más altos de similitud faunística en este trabajo independientemente del índice utilizado (Sørensen: 73.33% ; Jaccard: 57.89%). Podría parecer contradictorio que dos zonas geográficas localizadas en ambos extremos del Caribe, exhiban los valores mayores de similitud faunística; sin embargo es necesario señalar que ambas zonas presentaron uno de los valores más altos de riqueza específica para la región (Caribe Occidental-Oriental, $S = 123$). Esto se debió a dos factores (1) el acceso a bases de

datos: con respecto a la Eco-región del Caribe oriental se cuenta con gran número de registros disponibles en las bases de datos de acceso abierto (OBIS 2015; GBIF 2016), la mayor parte de estos registros corresponde a material de museos o colecciones zoológicas (p. ej.: <http://invertebrates.si.edu/>; <https://www.mnhn.fr/>) que han puesto a disposición la información en grandes repositorios de datos; (2) el esfuerzo de muestreo histórico, en contraste con la Eco-región del Caribe oriental donde la mayor parte de los registros provienen de bases de datos de acceso abierto y en menor grado de la literatura publicada (Chace 1972; Carvacho 1979; Anker 2007b; Anker 2012; Anker *et al.* 2012), para la Eco-región del Caribe occidental existe un cantidad considerable de literatura publicada (Chace 1972; Markham *et al.* 1990; Spotte *et al.* 1994; Duffy & Macdonald 1999; Rios & Duffy 2007; MacDonald *et al.* 2009; Roman-Contreras & Martinez-Mayen 2009; Anker 2012), que ha facilitado la comparación de la fauna de camarones carídeos de esta región con el resto del Caribe. Ambas Eco-regiones comparten un gran número de especies de afinidad arrecifal por lo que sus valores de similitud faunística fueron altos, a pesar de lo lejanía geográfica.

La mayor parte de la fauna de carídeos de todas las Eco-regiones que integran la Provincia Tropical en este trabajo, son especies predominantemente arrecifales y de amplia distribución geográfica en al AO. Al igual que en el esquema biogeográfico de Boschi (2000), nuestros resultados muestran que la *Provincia Tropical* fue la que presentó los valores más altos en cuanto a riqueza específica ($S = 230$) y número de endemismos ($E = 102$). Apoyando el argumento de varios autores, que denominan a la provincia del Caribe/Tropical como probable centro de origen dentro del AO (Briggs 1974; 1995; 2003; 2004; Floeter *et al.* 2008; Briggs & Bowen 2012; 2013; Kulbicki *et al.* 2013).

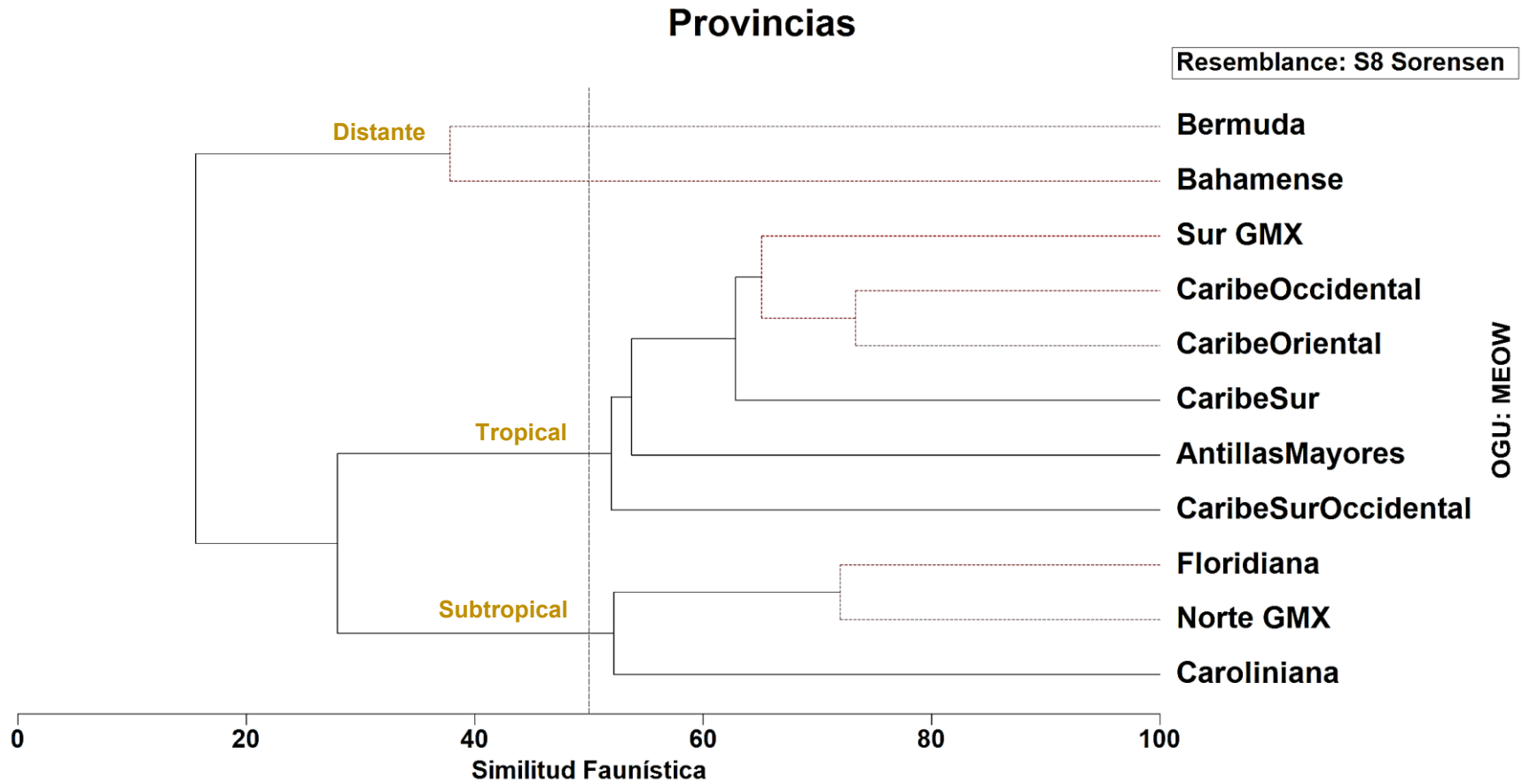


Fig. 41. Dendrograma formado utilizando el coeficiente de Sørensen (S8 Sorensen; Parámetros: método de encadenamiento completo; Parámetros de la prueba SIMPROF: 10, 000 permutaciones; Nivel de significancia: 0.005), se muestran las tres provincias biogeográficas propuestas en este trabajo para la distribución de camarones carídeos en la Región del Gran Caribe. La línea media punteada representa el 50 % de similitud faunística (Regionalización utilizada: MEOW *sensu Spalding et al. (2007)*).

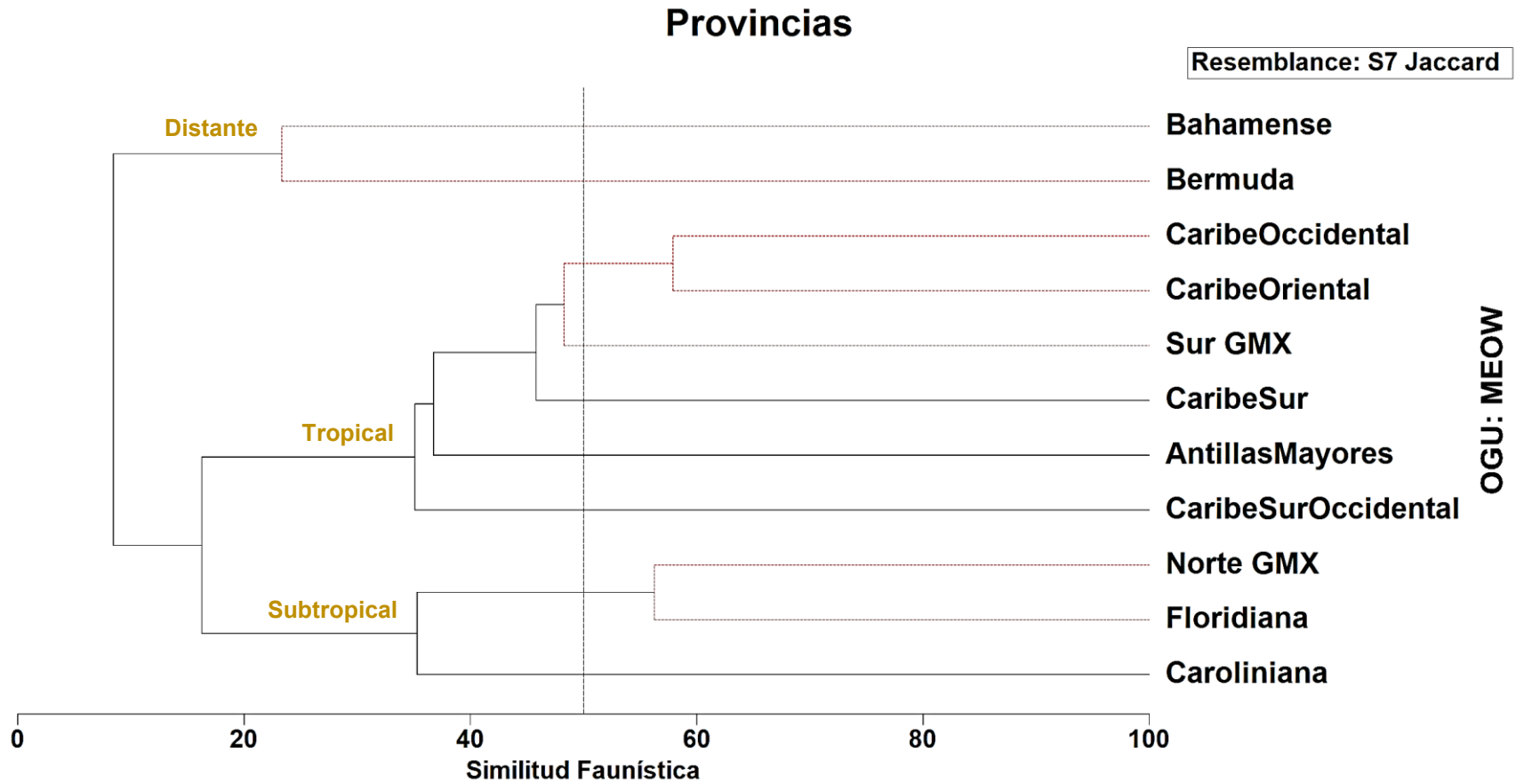


Fig. 42. Dendrograma formado utilizando el coeficiente de Sørensen (S7 Jaccard; Parámetros: método de encadenamiento completo; Parámetros de la prueba SIMPROF: 10, 000 permutaciones; Nivel de significancia: 0.005), se muestran las tres provincias biogeográficas propuestas en este trabajo para la distribución de camarones carídeos en la Región del Gran Caribe. La línea media punteada representa el 50 % de similitud faunística (Regionalización utilizada: MEOW *sensu* Spalding *et al.* (2007)).

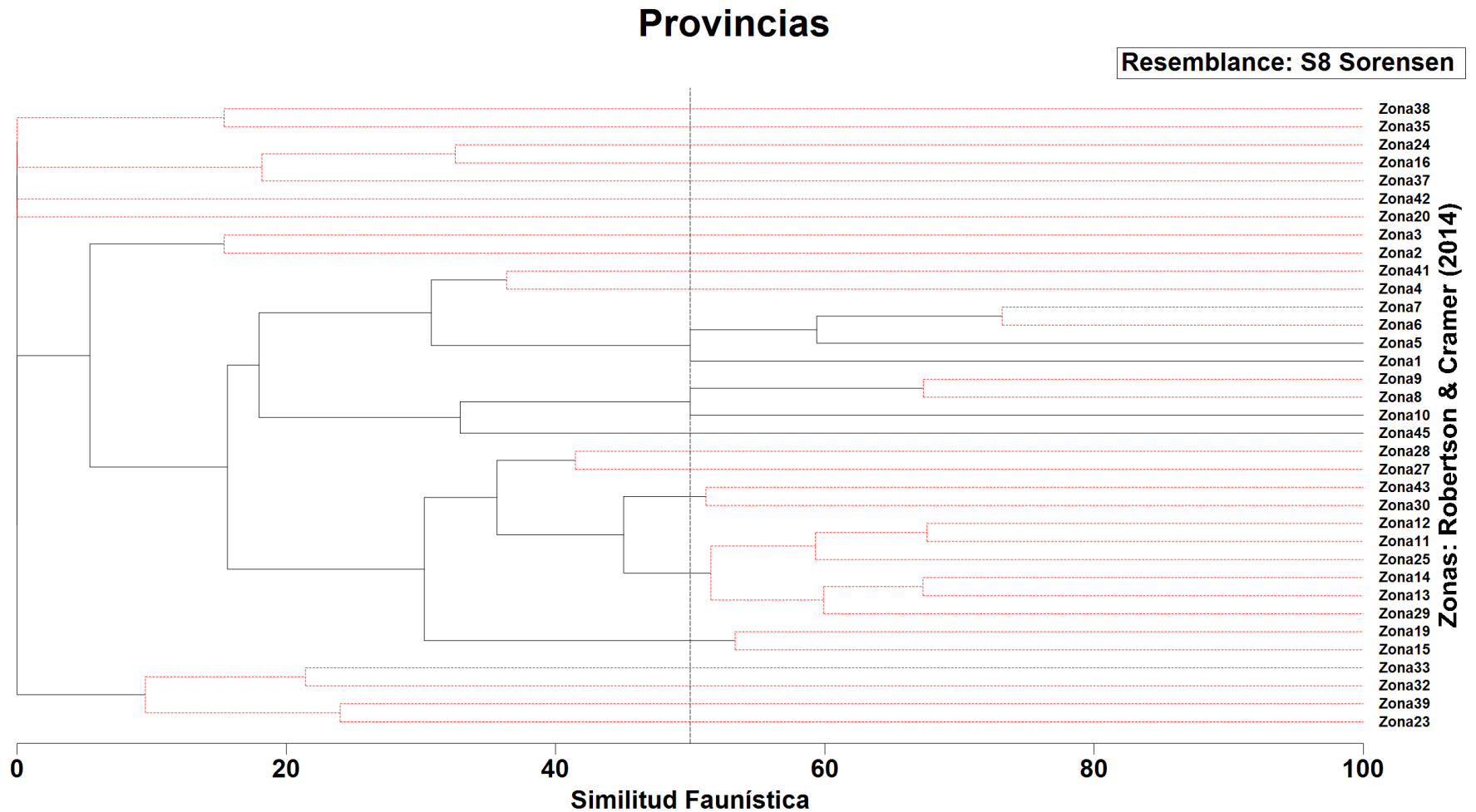


Fig. 43. Dendrograma formado utilizando el coeficiente de Sørensen (S8 Sorensen; Parámetros: método de encadenamiento completo; Parámetros de la prueba SIMPROF: 10, 000 permutaciones; Nivel de significancia: 0.005), no se muestra un patrón claro de agrupamiento jerárquico en provincias. La línea media punteada representa el 50 % de similitud faunística. (Regionalización utilizada: Robertson & Cramer (2014)).

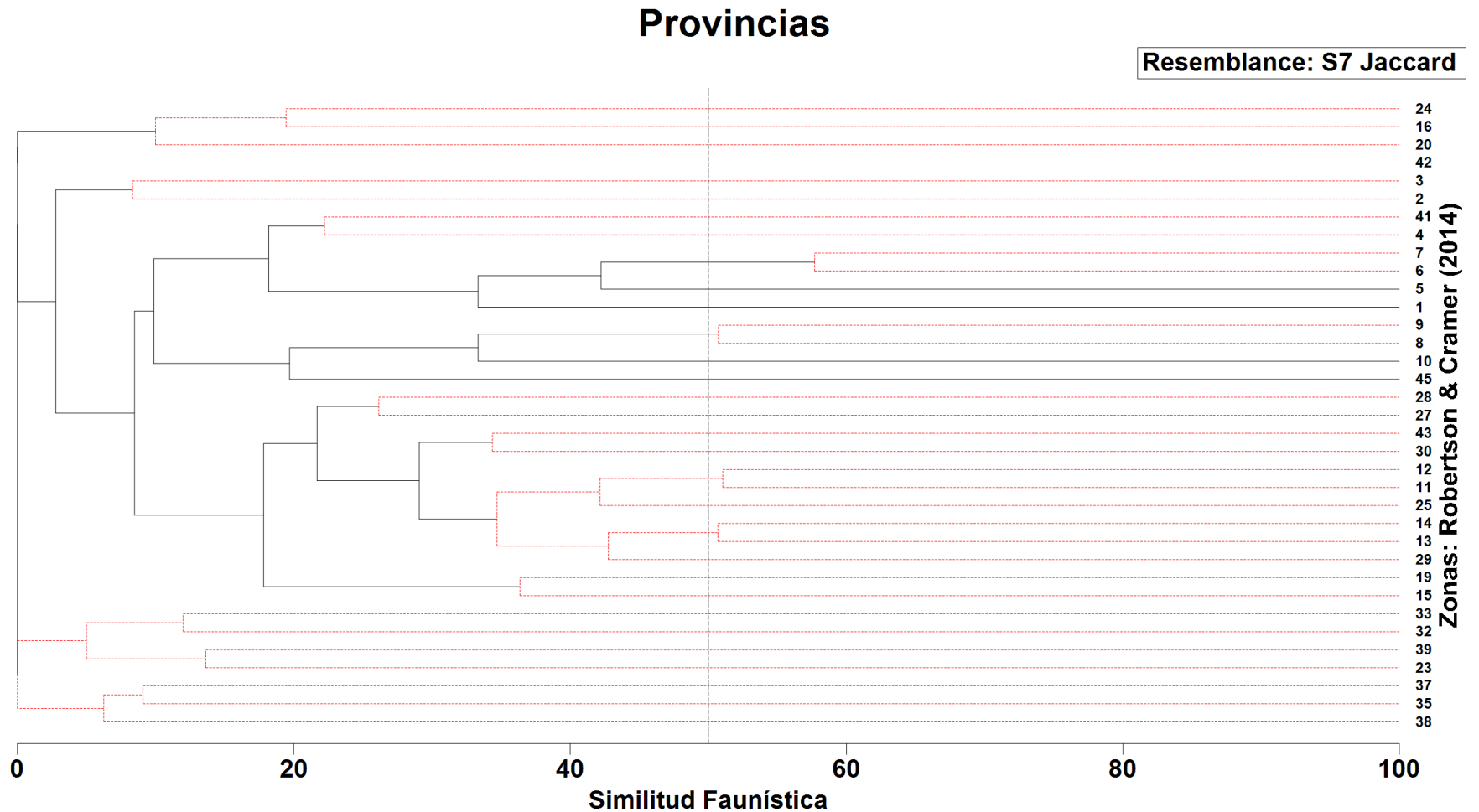


Fig. 44. Dendrograma formado utilizando el coeficiente de Sørensen (S7 Jaccard; Parámetros: método de encadenamiento completo; Parámetros de la prueba SIMPROF: 10, 000 permutaciones; Nivel de significancia: 0.005), no se muestra un patrón claro de agrupamiento jerárquico en provincias. La línea media punteada representa el 50 % de similitud faunística. (Regionalización utilizada: Robertson & Cramer (2014)).

5.4. Validación de las Provincias Biogeográficas

Las ordenaciones generadas con el análisis de escalamiento multidimensional no-métrico (nMDS) a partir de las matrices de similitud tanto de Sørensen como Jaccard para la regionalización MEOW (*sensu* Spalding *et al.* (2007)), mostraron un arreglo espacial similar a los dendrogramas generados con el análisis de agrupamiento jerárquico (cluster). En ambos gráficos podemos observar la separación de tres áreas faunísticas (provincias) con un mínimo de 40 % de similitud para las Provincias Tropical y Subtropical, y un 20 % para la Provincia Distante (Fig. 45 y 46). A diferencias de los grupos obtenidos con el análisis de agrupamiento jerárquico, donde el coeficiente de asociación utilizado influyó de manera significativa en la cohesión y porcentaje de similitud faunística. En las ordenaciones nMDS esto no pareció influir de manera importante en la separación de las provincias. Tanto en la ordenación generada con el coeficiente de Sørensen como Jaccard, la Provincia Distante es el área faunística más separada espacialmente; compartiendo menos del 10 % de similitud con las otras dos provincias. Como mencionamos anteriormente esto puede deberse a los valores bajos en la S de las dos Eco-regiones que la integran y a la susceptibilidad de los coeficientes de asociación seleccionados a esta. Con respecto a las *Provincias Tropical y Subtropical* estas mostraron una zona de intersección, específicamente entre las Eco-regiones Floridiana y el Sur GMX. Esto tiene mucho sentido si tomamos en cuenta la configuración geográfica de esta zona, pues ambas Eco-regiones tienen gran influencia de la Corriente del Caribe que se convierte en la Corriente de Lazo cuando se interna en el Golfo de México (Richardson 2005; Gyory *et al.* 2017), lo cual puede contribuir de manera importante al intercambio de fauna entre estas dos Eco-regiones. Desde la perspectiva de la biogeografía marina histórica estas dos Eco-regiones han sido consideradas parte de una misma provincia de afinidad cálido/tropical (Hedgpeth 1957; Spalding *et al.* 2007); algunos autores consideran a la Eco-región Floridiana como una zona de transición entre dos grandes provincias de afinidad cálido/tropical y cálido-templada/subtropical (Ekman 1953; Valentine 1973; Briggs 1974; Briggs 1995; Boschi 2000; Briggs & Bowen 2012). A diferencia de Boschi (2000) (Distribución de Decapoda) que considera que por lo menos la mitad sur de la Florida es parte de la Provincia del Caribe (afinidad tropical), nuestros resultados sugieren que para la fauna de camarones carídeos de esta región. La totalidad de la Eco-región Floridiana es de afinidad subtropical/cálido-templada. La robustez de las ordenaciones

nMDS para representar de manera gráfica y en pocas dimensiones la similitud/disimilitud de las zonas faunísticas, es una herramienta importante que nos facilita trazar bordes de manera más acertada entre unidades biogeográficas (provincias) (Kreft & Jetz 2010; Clarke & Gorley 2015).

Las tres provincias generadas con las ordenaciones nMDS (coeficientes: Sørensen y Jaccard) se pusieron a prueba con el Análisis de Similitud (ANOSIM: de una vía) para conocer si existían diferencias significativas entre ellas. Nuestros resultados mostraron que para ambas ordenaciones nMDS existieron diferencias significativas (Sørensen: $R = 0.822$, $p = 0.0002$; Jaccard: $R = 0.822$, $p = 0.0002$). Por otro lado las pruebas pareadas entre provincias (Pairwise Tests) mostraron la siguiente configuración: (1) Grupo Distante-Subtropical: no hubo diferencias significativas entre estas provincias ($R = 1$; $p = 0.1$); (2) Grupo Distante-Tropical: presentaron diferencias significativas en su configuración faunística ($R = 1$; $p = 0.036$); (3) Grupo Subtropical-Tropical: presentaron diferencias significativas en su configuración faunística ($R = 0.716$; $p = 0.012$). Para todos los casos anteriores cuando el estadístico R cuando fue mayor ($R = 1$) representó que los grupos fueron más disimilares entre ellos, mientras que cuando R fue menor ($R < 1$) (p. ej. el grupo *Subtropical-Tropical*) representó que fueron más similares (Tabla 3).

Tabla 3. Análisis de Similitudes entre grupos (ANOSIM: One-Way-A; Pairwise Tests). Los valores de p representan los valores de significancia estadística entre Provincias.

Pruebas Pareadas

Grupos	Estadístico R	Nivel de Significancia	Permutaciones Posibles	Permutaciones Actuales	Número Observado
Distante, Subtropical	1	$p = 0.1$	10	10	1
Distante, Tropical	1	$p = 0.036$	28	28	1
Subtropical, Tropical	0.716	$p = 0.012$	84	84	1

Las pruebas del ANOSIM apoyan los resultados obtenidos mediante los análisis nMDS, donde se observaron tres grupos (provincias). La Provincia Distante continuó siendo el grupo más alejado en términos de su composición faunística sin importar el coeficiente de asociación. Las pruebas pareadas mostraron que no hubo diferencias significativas entre el Grupo Distante-Subtropical, esto podría ser explicado por dos factores: (1) el bajo número

de S de la Provincia Distante, lo cual tendería a reducir su disimilitud faunística con la Provincia Subtropical al compartir un mayor número de especies; (2) a la cercanía geográfica con respecto a la Provincia Subtropical, pues tanto las Eco-regiones de Bahamas como Bermuda se encortan a una distancia geográfica relativamente corta de las Eco-regiones que integran la Provincia Subtropical donde la Corriente del Golfo (Gyory *et al.* 2017a) podría jugar un papel importante en la dispersión larvaria de muchas especies de camarones carídeos. Con respecto a la Provincia Tropical, la Provincia Distante presento diferencias en la composición faunística que podrían deberse principalmente al alto número de endemismos de la primera (58.47 %), influyendo de manera significativa en los coeficientes de asociación seleccionados. El Análisis de Porcentajes de Similitud (SIMPER: coeficiente de asociación: S17 Bray-Curtis-Similitud), mostró que las especies que contribuyeron con el 70 % de la similitud para la formación de las provincias (grupos) fueron las siguientes: (1) Provincia Distante: similitud promedio = 37.84% (Tabla 4); (2) Provincia Subtropical: similitud promedio = 59.53% (Tabla 5); Provincia Tropical: similitud promedio = 60.24% (Tabla 6). De igual manera en las pruebas pareadas, el SIMPER también mostró las especies que contribuyeron con el 70 % para la separación (disimilitud) de los grupos: (1) Grupo Distante-Subtropical: disimilitud promedio = 73.44 % (Tabla 7); (2) Grupo Distante-Tropical: disimilitud promedio = 68.48 % (Tabla 8); (3) Grupo Subtropical-Tropical: disimilitud promedio = 53.17 % (Tabla 9).

Tabla 4. (1) Provincia Distante: Especies que contribuyeron con el 70 % de la similitud para la formación del Grupo.

Especies	Similitud Promedio	Contribución %	Acumulado %
<i>Alpheus formosus</i>	2.7	7.14	7.14
<i>Alpheus vanderbilti</i>	2.7	7.14	14.29
<i>Ancylomenes pedersoni</i>	2.7	7.14	21.43
<i>Barbouria cubensis</i>	2.7	7.14	28.57
<i>Cinetorhynchus rigens</i>	2.7	7.14	35.71
<i>Hippolyte zostericola</i>	2.7	7.14	42.86
<i>Holthuisaeus bermudensis</i>	2.7	7.14	50

<i>Janicea antiguensis</i>	2.7	7.14	57.14
<i>Lysmata grabhami</i>	2.7	7.14	64.29
<i>Palaemon northropi</i>	2.7	7.14	71.43

Tabla 5. (2) Provincia Subtropical: Especies que contribuyeron con el 70 % de la similitud para la formación del Grupo.

Especies	Similitud Promedio	Contribución %	Acumulado %
<i>Anchistioides antiguensis</i>	1.11	1.87	1.87
<i>Alpheopsis labis</i>	1.11	1.87	3.74
<i>Alpheus formosus</i>	1.11	1.87	5.6
<i>Alpheus heterochaelis</i>	1.11	1.87	7.47
<i>Alpheus normanni</i>	1.11	1.87	9.34
<i>Alpheus packardii</i>	1.11	1.87	11.21
<i>Cuapetes americanus</i>	1.11	1.87	13.08
<i>Exhippolysmata oplophoroides</i>	1.11	1.87	14.94
<i>Gnathophyllum modestum</i>	1.11	1.87	16.81
<i>Hippolyte zostericola</i>	1.11	1.87	18.68
<i>Latreutes fucorum</i>	1.11	1.87	20.55
<i>Latreutes parvulus</i>	1.11	1.87	22.42
<i>Leander tenuicornis</i>	1.11	1.87	24.29
<i>Leptochela bermudensis</i>	1.11	1.87	26.15
<i>Leptochela papulata</i>	1.11	1.87	28.02
<i>Lysmata rathbunae</i>	1.11	1.87	29.89
<i>Lysmata wurdemanni</i>	1.11	1.87	31.76
<i>Macrobrachium acanthurus</i>	1.11	1.87	33.63
<i>Neopontonides beaufortensis</i>	1.11	1.87	35.49
<i>Ogyrides alphaerostris</i>	1.11	1.87	37.36
<i>Palaemon vulgaris</i>	1.11	1.87	39.23
<i>Periclimenaeus wilsoni</i>	1.11	1.87	41.1
<i>Periclimenes iridescens</i>	1.11	1.87	42.97
<i>Periclimenes perryae</i>	1.11	1.87	44.83
<i>Pontonia domestica</i>	1.11	1.87	46.7
<i>Processa guyanae</i>	1.11	1.87	48.57
<i>Processa hemphilli</i>	1.11	1.87	50.44
<i>Processa vicina</i>	1.11	1.87	52.31
<i>Synalpheus apioceros</i>	1.11	1.87	54.18

<i>Synalpheus brooksi</i>	1.11	1.87	56.04
<i>Synalpheus fritzmuelleri</i>	1.11	1.87	57.91
<i>Synalpheus longicarpus</i>	1.11	1.87	59.78
<i>Synalpheus minus</i>	1.11	1.87	61.65
<i>Synalpheus pectiniger</i>	1.11	1.87	63.52
<i>Thor manningi</i>	1.11	1.87	65.38
<i>Trachycaris restricta</i>	1.11	1.87	67.25
<i>Typton carneus</i>	1.11	1.87	69.12
<i>Urocaris longicaudata</i>	1.11	1.87	70.99

Tabla 6. (3) Provincia Tropical: Especies que contribuyeron con el 70 % de la similitud para la formación del Grupo.

Especies	Similitud Promedio	Contribución %	Acumulado %
<i>Alpheus armillatus</i>	0.9	1.5	1.5
<i>Alpheus cristulifrons</i>	0.9	1.5	2.99
<i>Alpheus floridanus</i>	0.9	1.5	4.49
<i>Alpheus formosus</i>	0.9	1.5	5.98
<i>Alpheus viridari</i>	0.9	1.5	7.48
<i>Alpheus websteri</i>	0.9	1.5	8.98
<i>Ancylomenes pedersoni</i>	0.9	1.5	10.47
<i>Brachycarpus biunguiculatus</i>	0.9	1.5	11.97
<i>Cuapetes americanus</i>	0.9	1.5	13.46
<i>Gnathophylloides mineri</i>	0.9	1.5	14.96
<i>Gnathophyllum americanum</i>	0.9	1.5	16.45
<i>Hippolyte zostericola</i>	0.9	1.5	17.95
<i>Latreutes fucorum</i>	0.9	1.5	19.45
<i>Leander tenuicornis</i>	0.9	1.5	20.94
<i>Leptochela serratorbita</i>	0.9	1.5	22.44
<i>Periclimenes yucatanicus</i>	0.9	1.5	23.93
<i>Synalpheus antillensis</i>	0.9	1.5	25.43
<i>Synalpheus brooksi</i>	0.9	1.5	26.93
<i>Synalpheus dominicensis</i>	0.9	1.5	28.42
<i>Synalpheus fritzmuelleri</i>	0.9	1.5	29.92
<i>Synalpheus hemphilli</i>	0.9	1.5	31.41
<i>Synalpheus pandionis</i>	0.9	1.5	32.91
<i>Synalpheus scaphoceris</i>	0.9	1.5	34.41

<i>Synalpheus townsendi</i>	0.9	1.5	35.9
<i>Thor manningi</i>	0.9	1.5	37.4
<i>Tozeuma carolinense</i>	0.9	1.5	38.89
<i>Urocaris longicaudata</i>	0.9	1.5	40.39
<i>Synalpheus goodei</i>	0.63	1.05	41.44
<i>Alpheus vanderbilti</i>	0.61	1.02	42.45
<i>Salmoneus ortmanni</i>	0.61	1.01	43.46
<i>Synalpheus brevicarpus</i>	0.61	1.01	44.47
<i>Trachycaris restricta</i>	0.61	1.01	45.48
<i>Alpheus armatus</i>	0.59	0.97	46.45
<i>Alpheus nuttingi</i>	0.59	0.97	47.42
<i>Hippolyte nicholsoni</i>	0.59	0.97	48.39
<i>Hippolyte obliquimanus</i>	0.59	0.97	49.37
<i>Lysmata intermedia</i>	0.59	0.97	50.34
<i>Macrobrachium acanthurus</i>	0.59	0.97	51.31
<i>Palaemon northropi</i>	0.59	0.97	52.28
<i>Periclimenes rathbunae</i>	0.59	0.97	53.26
<i>Tuleariocaris neglecta</i>	0.59	0.97	54.23
<i>Alpheopsis trigonus</i>	0.58	0.96	55.18
<i>Alpheus amblyonyx</i>	0.58	0.96	56.14
<i>Alpheus bahamensis</i>	0.58	0.96	57.1
<i>Alpheus normanni</i>	0.58	0.96	58.06
<i>Alpheus peasei</i>	0.58	0.96	59.01
<i>Lysmata rathbunae</i>	0.58	0.96	59.97
<i>Parabetaeus hummelincki</i>	0.58	0.96	60.93
<i>Periclimenaeus caraibicus</i>	0.58	0.96	61.88
<i>Processa fimbriata</i>	0.58	0.96	62.84
<i>Synalpheus longicarpus</i>	0.58	0.96	63.8
<i>Synalpheus mcclendoni</i>	0.58	0.96	64.75
<i>Synalpheus minus</i>	0.58	0.96	65.71
<i>Synalpheus pectiniger</i>	0.58	0.96	66.67
<i>Synalpheus bocas</i>	0.39	0.64	67.31
<i>Synalpheus bousfieldi</i>	0.38	0.62	67.94
<i>Synalpheus carpenteri</i>	0.38	0.62	68.56
<i>Synalpheus paranephtunus</i>	0.38	0.62	69.18
<i>Synalpheus ul</i>	0.38	0.62	69.81
<i>Periclimenaeus perlatus</i>	0.37	0.62	70.43

Tabla 7. (1) Grupo Distante-Subtropical: Especies que contribuyeron con el 70 % de la disimilitud para la separación del Grupo.

Especies	Disimilitud Promedio	Contribución %	Acumulada %
<i>Anchistioides antiguensis</i>	0.82	1.12	1.12
<i>Alpheus heterochaelis</i>	0.82	1.12	2.24
<i>Alpheus normanni</i>	0.82	1.12	3.36
<i>Barbouria cubensis</i>	0.82	1.12	4.48
<i>Exhippolysmata oplophoroides</i>	0.82	1.12	5.61
<i>Gnathophyllum modestum</i>	0.82	1.12	6.73
<i>Janicea antiguensis</i>	0.82	1.12	7.85
<i>Latreutes parvulus</i>	0.82	1.12	8.97
<i>Leander tenuicornis</i>	0.82	1.12	10.09
<i>Leptochela papulata</i>	0.82	1.12	11.21
<i>Lysmata rathbunae</i>	0.82	1.12	12.33
<i>Lysmata wurdemanni</i>	0.82	1.12	13.45
<i>Macrobrachium acanthurus</i>	0.82	1.12	14.57
<i>Neopontonides beaufortensis</i>	0.82	1.12	15.69
<i>Ogyrides alphaerostris</i>	0.82	1.12	16.82
<i>Palaemon vulgaris</i>	0.82	1.12	17.94
<i>Periclimenaeus wilsoni</i>	0.82	1.12	19.06
<i>Periclimenes antipathophilus</i>	0.82	1.12	20.18
<i>Periclimenes iridescens</i>	0.82	1.12	21.3
<i>Periclimenes perryae</i>	0.82	1.12	22.42
<i>Pontonia domestica</i>	0.82	1.12	23.54
<i>Processa guyanae</i>	0.82	1.12	24.66
<i>Processa hemphilli</i>	0.82	1.12	25.78
<i>Processa vicina</i>	0.82	1.12	26.9
<i>Salmoneus ortmanni</i>	0.82	1.12	28.03
<i>Synalpheus minus</i>	0.82	1.12	29.15
<i>Thor manningi</i>	0.82	1.12	30.27
<i>Trachycaris restricta</i>	0.82	1.12	31.39
<i>Typton carneus</i>	0.82	1.12	32.51
<i>Urocaris longicaudata</i>	0.82	1.12	33.63
<i>Alpheus intrinsecus</i>	0.62	0.85	34.48
<i>Ogyrides hayi</i>	0.62	0.85	35.33
<i>Palaemon northropi</i>	0.62	0.85	36.18
<i>Leptochela serratorbita</i>	0.57	0.77	36.96
<i>Lysmata intermedia</i>	0.57	0.77	37.73

<i>Periclimenaeus ascidiarum</i>	0.57	0.77	38.51
<i>Periclimenaeus atlanticus</i>	0.57	0.77	39.28
<i>Periclimenaeus schmitti</i>	0.57	0.77	40.06
<i>Synalpheus townsendi</i>	0.57	0.77	40.83
<i>Thor floridanus</i>	0.57	0.77	41.6
<i>Tozeuma serratum</i>	0.57	0.77	42.38
<i>Alpheus angulosus</i>	0.45	0.62	43
<i>Alpheus cristulifrons</i>	0.45	0.62	43.61
<i>Alpheus estuariensis</i>	0.45	0.62	44.23
<i>Alpheus floridanus</i>	0.45	0.62	44.85
<i>Alpheus paracrinitus</i>	0.45	0.62	45.46
<i>Alpheus viridari</i>	0.45	0.62	46.08
<i>Alpheus websteri</i>	0.45	0.62	46.7
<i>Ambidexter symmetricus</i>	0.45	0.62	47.31
<i>Hippolyte obliquimanus</i>	0.45	0.62	47.93
<i>Lysmata boggei</i>	0.45	0.62	48.55
<i>Macrobrachium carcinus</i>	0.45	0.62	49.16
<i>Palaemon floridanus</i>	0.45	0.62	49.78
<i>Palaemon mundusnovus</i>	0.45	0.62	50.4
<i>Palaemon pugio</i>	0.45	0.62	51.01
<i>Periclimenaeus bredini</i>	0.45	0.62	51.63
<i>Periclimenaeus chacei</i>	0.45	0.62	52.25
<i>Periclimenaeus maxillulidens</i>	0.45	0.62	52.86
<i>Periclimenes magnus</i>	0.45	0.62	53.48
<i>Pontonia manningi</i>	0.45	0.62	54.1
<i>Processa fimbriata</i>	0.45	0.62	54.71
<i>Synalpheus bousfieldi</i>	0.45	0.62	55.33
<i>Synalpheus heardi</i>	0.45	0.62	55.95
<i>Synalpheus herricki</i>	0.45	0.62	56.56
<i>Synalpheus tanneri</i>	0.45	0.62	57.18
<i>Thor dobkini</i>	0.45	0.62	57.8
<i>Tozeuma cornutum</i>	0.45	0.62	58.41
<i>Tuleariocaris neglecta</i>	0.45	0.62	59.03
<i>Alpheopsis labis</i>	0.41	0.56	59.59
<i>Alpheopsis trigonus</i>	0.41	0.56	60.15
<i>Alpheus amblyonyx</i>	0.41	0.56	60.71
<i>Alpheus armillatus</i>	0.41	0.56	61.27
<i>Alpheus lancirostris</i>	0.41	0.56	61.83
<i>Alpheus packardii</i>	0.41	0.56	62.39
<i>Alpheus peasei</i>	0.41	0.56	62.95
<i>Automate rectifrons</i>	0.41	0.56	63.51

<i>Brachycarpus biunguiculatus</i>	0.41	0.56	64.07
<i>Cuapetes americanus</i>	0.41	0.56	64.63
<i>Discias atlanticus</i>	0.41	0.56	65.2
<i>Discias serratirostris</i>	0.41	0.56	65.76
<i>Gnathophylloides mineri</i>	0.41	0.56	66.32
<i>Gnathophyllum americanum</i>	0.41	0.56	66.88
<i>Gnathophyllum circellum</i>	0.41	0.56	67.44
<i>Hippolyte coerulescens</i>	0.41	0.56	68
<i>Hippolyte nicholsoni</i>	0.41	0.56	68.56
<i>Latreutes fucorum</i>	0.41	0.56	69.12
<i>Leptochela bermudensis</i>	0.41	0.56	69.68
<i>Leptochela carinata</i>	0.41	0.56	70.24

Tabla 8. (2) Grupo Distante-Tropical: Especies que contribuyeron con el 70 % de la disimilitud para la separación del Grupo.

Especies	Disimilitud Promedio	Contribución %	Acumulada %
<i>Alpheus cristulifrons</i>	0.68	0.99	0.99
<i>Alpheus floridanus</i>	0.68	0.99	1.99
<i>Alpheus viridari</i>	0.68	0.99	2.98
<i>Alpheus websteri</i>	0.68	0.99	3.97
<i>Leander tenuicornis</i>	0.68	0.99	4.96
<i>Leptochela serratorbita</i>	0.68	0.99	5.96
<i>Synalpheus antillensis</i>	0.68	0.99	6.95
<i>Synalpheus townsendi</i>	0.68	0.99	7.94
<i>Thor manningi</i>	0.68	0.99	8.93
<i>Urocaris longicaudata</i>	0.68	0.99	9.93
<i>Periclimenes antipathophilus</i>	0.59	0.86	10.78
<i>Synalpheus brevicarpus</i>	0.57	0.83	11.62
<i>Trachycaris restricta</i>	0.57	0.83	12.45
<i>Alpheus armatus</i>	0.56	0.81	13.26
<i>Alpheus nuttingi</i>	0.56	0.81	14.08
<i>Barbouria cubensis</i>	0.56	0.81	14.89
<i>Hippolyte obliquimanus</i>	0.56	0.81	15.7
<i>Lysmata intermedia</i>	0.56	0.81	16.51
<i>Macrobrachium acanthurus</i>	0.56	0.81	17.33
<i>Periclimenes rathbunae</i>	0.56	0.81	18.14
<i>Tuleariocaris neglecta</i>	0.56	0.81	18.95
<i>Alpheus bahamensis</i>	0.55	0.8	19.75
<i>Alpheus normanni</i>	0.55	0.8	20.55

<i>Lysmata rathbunae</i>	0.55	0.8	21.35
<i>Parabetaeus hummelincki</i>	0.55	0.8	22.16
<i>Periclimenaeus caraibicus</i>	0.55	0.8	22.96
<i>Processa fimbriata</i>	0.55	0.8	23.76
<i>Synalpheus mcclendoni</i>	0.55	0.8	24.56
<i>Synalpheus minus</i>	0.55	0.8	25.36
<i>Janicea antiguensis</i>	0.48	0.7	26.06
<i>Synalpheus bocas</i>	0.48	0.7	26.75
<i>Holthuisaeus bermudensis</i>	0.47	0.68	27.44
<i>Synalpheus bousfieldi</i>	0.47	0.68	28.12
<i>Synalpheus ul</i>	0.47	0.68	28.8
<i>Alpheus carlae</i>	0.46	0.68	29.48
<i>Alpheus simus</i>	0.46	0.68	30.15
<i>Synalpheus idios</i>	0.46	0.68	30.83
<i>Alpheus angulosus</i>	0.46	0.67	31.49
<i>Lysmata moorei</i>	0.45	0.66	32.16
<i>Synalpheus yano</i>	0.45	0.66	32.82
<i>Thor dobkini</i>	0.45	0.66	33.48
<i>Thor floridanus</i>	0.45	0.66	34.14
<i>Macrobrachium carcinus</i>	0.45	0.66	34.8
<i>Latreutes parvulus</i>	0.45	0.65	35.45
<i>Alpheus paracrinitus</i>	0.44	0.65	36.1
<i>Alpheus heterochaelis</i>	0.44	0.64	36.74
<i>Automate evermanni</i>	0.44	0.64	37.39
<i>Alpheus amarillo</i>	0.44	0.64	38.03
<i>Alpheus paraformosus</i>	0.44	0.64	38.66
<i>Synalpheus chacei</i>	0.44	0.64	39.3
<i>Alpheus malleator</i>	0.43	0.63	39.93
<i>Synalpheus anasimus</i>	0.43	0.63	40.56
<i>Alpheus bouvieri</i>	0.43	0.62	41.18
<i>Alpheus schmitti</i>	0.43	0.62	41.8
<i>Pontonia mexicana</i>	0.43	0.62	42.42
<i>Synalpheus cf. africanus</i>	0.37	0.55	42.97
<i>Lysmata anchisteus</i>	0.36	0.53	43.5
<i>Synalpheus filidigitus</i>	0.36	0.52	44.02
<i>Synalpheus kensleyi</i>	0.36	0.52	44.54
<i>Synalpheus regalis</i>	0.36	0.52	45.07
<i>Synalpheus hoetjesi</i>	0.36	0.52	45.59
<i>Processa bermudensis</i>	0.35	0.52	46.11
<i>Alpheus thomasi</i>	0.35	0.51	46.62
<i>Ambidexter symmetricus</i>	0.35	0.51	47.13

<i>Lysmata grabhami</i>	0.35	0.51	47.63
<i>Cinetorhynchus rigens</i>	0.35	0.51	48.14
<i>Leptalpheus forceps</i>	0.34	0.5	48.64
<i>Synalpheus herricki</i>	0.34	0.5	49.14
<i>Alpheopsis labis</i>	0.34	0.5	49.64
<i>Alpheopsis trigonus</i>	0.34	0.5	50.14
<i>Alpheus amblyonyx</i>	0.34	0.5	50.63
<i>Alpheus armillatus</i>	0.34	0.5	51.13
<i>Alpheus lancirostris</i>	0.34	0.5	51.63
<i>Alpheus packardii</i>	0.34	0.5	52.12
<i>Alpheus peasei</i>	0.34	0.5	52.62
<i>Automate rectifrons</i>	0.34	0.5	53.12
<i>Brachycarpus biunguiculatus</i>	0.34	0.5	53.61
<i>Cuapetes americanus</i>	0.34	0.5	54.11
<i>Discias atlanticus</i>	0.34	0.5	54.6
<i>Discias serratirostris</i>	0.34	0.5	55.1
<i>Gnathophylloides mineri</i>	0.34	0.5	55.6
<i>Gnathophyllum americanum</i>	0.34	0.5	56.09
<i>Gnathophyllum circellum</i>	0.34	0.5	56.59
<i>Hippolyte coerulescens</i>	0.34	0.5	57.09
<i>Hippolyte nicholsoni</i>	0.34	0.5	57.58
<i>Latreutes fucorum</i>	0.34	0.5	58.08
<i>Leptochela bermudensis</i>	0.34	0.5	58.58
<i>Leptochela carinata</i>	0.34	0.5	59.07
<i>Neopontonides chacei</i>	0.34	0.5	59.57
<i>Nikoides schmitti</i>	0.34	0.5	60.06
<i>Periclimenaeus perlatus</i>	0.34	0.5	60.56
<i>Periclimenes mclellandi</i>	0.34	0.5	61.06
<i>Periclimenes patae</i>	0.34	0.5	61.55
<i>Periclimenes yucatanicus</i>	0.34	0.5	62.05
<i>Pseudocoutierea antillensis</i>	0.34	0.5	62.55
<i>Salmoneus cavicolus</i>	0.34	0.5	63.04
<i>Synalpheus agelas</i>	0.34	0.5	63.54
<i>Synalpheus androsi</i>	0.34	0.5	64.03
<i>Synalpheus apioceros</i>	0.34	0.5	64.53
<i>Synalpheus brooksi</i>	0.34	0.5	65.03
<i>Synalpheus carpenteri</i>	0.34	0.5	65.52
<i>Synalpheus dominicensis</i>	0.34	0.5	66.02
<i>Synalpheus elizabethae</i>	0.34	0.5	66.52
<i>Synalpheus fritzmuelleri</i>	0.34	0.5	67.01
<i>Synalpheus goodei</i>	0.34	0.5	67.51

<i>Synalpheus hemphilli</i>	0.34	0.5	68.01
<i>Synalpheus longicarpus</i>	0.34	0.5	68.5
<i>Synalpheus obtusifrons</i>	0.34	0.5	69
<i>Synalpheus pandionis</i>	0.34	0.5	69.49
<i>Synalpheus paranepentunus</i>	0.34	0.5	69.99
<i>Synalpheus pectiniger</i>	0.34	0.5	70.49

Tabla 9. (3) Grupo Subtropical-Tropical: Especies que contribuyeron con el 70 % de la disimilitud para la separación del Grupo.

Especies	Disimilitud Promedio	Contribución %	Acumulada %
<i>Gnathophylloides mineri</i>	0.5	0.95	0.95
<i>Leptochela papulata</i>	0.5	0.95	1.9
<i>Periclimenes perryae</i>	0.5	0.95	2.85
<i>Processa guyanae</i>	0.5	0.95	3.8
<i>Processa vicina</i>	0.5	0.95	4.75
<i>Synalpheus antillensis</i>	0.5	0.95	5.7
<i>Synalpheus dominicensis</i>	0.5	0.95	6.65
<i>Gnathophyllum modestum</i>	0.43	0.81	7.46
<i>Leptochela bermudensis</i>	0.43	0.81	8.27
<i>Periclimenaeus wilsoni</i>	0.43	0.81	9.09
<i>Salmonaeus ortmanni</i>	0.42	0.8	9.88
<i>Alpheus nuttingi</i>	0.41	0.78	10.66
<i>Periclimenes rathbunae</i>	0.41	0.78	11.44
<i>Alpheopsis trigonus</i>	0.41	0.77	12.22
<i>Alpheus bahamensis</i>	0.41	0.77	12.99
<i>Parabetaeus hummelincki</i>	0.41	0.77	13.76
<i>Pontonia domestica</i>	0.41	0.77	14.53
<i>Gnathophyllum americanum</i>	0.37	0.69	15.22
<i>Periclimenes yucatanicus</i>	0.37	0.69	15.91
<i>Synalpheus hemphilli</i>	0.37	0.69	16.6
<i>Lysmata wurdemanni</i>	0.35	0.66	17.27
<i>Synalpheus bocas</i>	0.35	0.66	17.93
<i>Exhippolysmata oplophoroides</i>	0.34	0.65	18.58
<i>Periclimenes iridescens</i>	0.34	0.65	19.22
<i>Synalpheus carpenteri</i>	0.34	0.65	19.87
<i>Synalpheus ul</i>	0.34	0.65	20.52
<i>Ogyrides alphaerostris</i>	0.34	0.64	21.16
<i>Processa hemphilli</i>	0.34	0.64	21.81

<i>Synalpheus idios</i>	0.34	0.64	22.45
<i>Brachycarpus biunguiculatus</i>	0.34	0.64	23.09
<i>Tozeuma serratum</i>	0.34	0.64	23.74
<i>Lysmata moorei</i>	0.34	0.63	24.37
<i>Synalpheus yano</i>	0.34	0.63	25
<i>Typton carneus</i>	0.34	0.63	25.63
<i>Alpheus lancirostris</i>	0.33	0.63	26.26
<i>Ogyrides hayi</i>	0.33	0.62	26.88
<i>Synalpheus brevicarpus</i>	0.33	0.62	27.51
<i>Automate evermanni</i>	0.33	0.62	28.12
<i>Alpheus amarillo</i>	0.33	0.62	28.74
<i>Alpheus paraformosus</i>	0.33	0.62	29.36
<i>Synalpheus chacei</i>	0.33	0.62	29.97
<i>Alpheus armatus</i>	0.33	0.61	30.58
<i>Palaemon northropi</i>	0.33	0.61	31.2
<i>Alpheus malleator</i>	0.32	0.61	31.8
<i>Automate rectifrons</i>	0.32	0.61	32.41
<i>Synalpheus anasimus</i>	0.32	0.61	33.02
<i>Periclimenaeus caraibicus</i>	0.32	0.61	33.63
<i>Synalpheus mcclendoni</i>	0.32	0.61	34.24
<i>Alpheus schmitti</i>	0.32	0.6	34.84
<i>Pontonia mexicana</i>	0.32	0.6	35.44
<i>Synalpheus obtusifrons</i>	0.32	0.6	36.05
<i>Lysmata boggessi</i>	0.3	0.57	36.61
<i>Periclimenes magnus</i>	0.3	0.57	37.18
<i>Synalpheus tanneri</i>	0.3	0.57	37.74
<i>Periclimenaeus perlatus</i>	0.3	0.56	38.3
<i>Synalpheus paranephtunus</i>	0.3	0.56	38.85
<i>Alpheus carlae</i>	0.29	0.55	39.4
<i>Alpheus simus</i>	0.29	0.55	39.96
<i>Periclimenaeus schmitti</i>	0.29	0.54	40.5
<i>Periclimenaeus atlanticus</i>	0.29	0.54	41.04
<i>Hippolyte coerulea</i>	0.29	0.54	41.57
<i>Palaemon floridanus</i>	0.29	0.54	42.11
<i>Palaemon pugio</i>	0.29	0.54	42.65
<i>Periclimenaeus chacei</i>	0.29	0.54	43.18
<i>Pontonia manningi</i>	0.28	0.54	43.72
<i>Alpheus estuariensis</i>	0.28	0.53	44.25
<i>Leptochela carinata</i>	0.28	0.53	44.79
<i>Synalpheus heardi</i>	0.28	0.53	45.32
<i>Alpheus bouvieri</i>	0.28	0.53	45.85

<i>Thor amboinensis</i>	0.28	0.52	46.37
<i>Neopontonides beaufortensis</i>	0.27	0.51	46.88
<i>Palaemon vulgaris</i>	0.27	0.51	47.39
<i>Synalpheus cf. africanus</i>	0.27	0.51	47.91
<i>Palaemon mundusnovus</i>	0.27	0.51	48.41
<i>Periclimenaeus bredini</i>	0.27	0.51	48.92
<i>Discias atlanticus</i>	0.27	0.51	49.43
<i>Holthuisaeus bermudensis</i>	0.27	0.51	49.93
<i>Periclimenaeus maxillulidens</i>	0.27	0.51	50.44
<i>Lysmata anchisteus</i>	0.27	0.5	50.94
<i>Anchistioides antiguensis</i>	0.26	0.5	51.43
<i>Alpheus packardii</i>	0.26	0.5	51.93
<i>Synalpheus filidigitus</i>	0.26	0.5	52.42
<i>Synalpheus kensleyi</i>	0.26	0.5	52.92
<i>Synalpheus regalis</i>	0.26	0.5	53.41
<i>Synalpheus hoetjesi</i>	0.26	0.49	53.91
<i>Alpheopsis labis</i>	0.26	0.49	54.4
<i>Alpheus thomasi</i>	0.26	0.48	54.88
<i>Leptalpheus forceps</i>	0.25	0.48	55.36
<i>Alpheus intrinsecus</i>	0.25	0.48	55.84
<i>Typton tortugae</i>	0.25	0.48	56.31
<i>Tozeuma cornutum</i>	0.25	0.48	56.79
<i>Periclimenaeus ascidiarum</i>	0.25	0.48	57.27
<i>Processa bermudensis</i>	0.25	0.48	57.74
<i>Synalpheus agelas</i>	0.25	0.48	58.22
<i>Cinetorhynchus rigens</i>	0.25	0.48	58.69
<i>Lysmata grabhami</i>	0.25	0.47	59.17
<i>Ambidexter symmetricus</i>	0.25	0.47	59.64
<i>Synalpheus herricki</i>	0.25	0.47	60.12
<i>Ascidonia miserabilis</i>	0.25	0.47	60.59
<i>Synalpheus disparodigitus</i>	0.25	0.47	61.06
<i>Metalpheus rostratipes</i>	0.25	0.47	61.53
<i>Alpheus punctatus</i>	0.25	0.47	62
<i>Synalpheus sanctithomae</i>	0.25	0.47	62.47
<i>Alpheus verrilli</i>	0.25	0.47	62.94
<i>Synalpheus elizabethae</i>	0.25	0.47	63.41
<i>Lysmata pedersenii</i>	0.25	0.46	63.87
<i>Synalpheus rathbunae</i>	0.24	0.46	64.33
<i>Neopontonides chacei</i>	0.24	0.45	64.79
<i>Lysmata ankeri</i>	0.24	0.45	65.24
<i>Alpheus paracrinitus</i>	0.24	0.44	65.68

<i>Thor dobkini</i>	0.24	0.44	66.13
<i>Macrobrachium carcinus</i>	0.24	0.44	66.57
<i>Pontonia margarita</i>	0.24	0.44	67.02
<i>Typton distinctus</i>	0.24	0.44	67.46
<i>Alpheus angulosus</i>	0.24	0.44	67.9
<i>Synalpheus bousfieldi</i>	0.24	0.44	68.35
<i>Automate dolichognatha</i>	0.23	0.44	68.79
<i>Palaemon octaviae</i>	0.23	0.44	69.23
<i>Salmoneus carvachoi</i>	0.23	0.44	69.66
<i>Thor floridanus</i>	0.22	0.42	70.08

En todos los casos tanto el ANOSIM como el SIMPER mostraron que la Provincia Distante fue el grupo más diferenciado en términos de su composición faunística con respecto a las Provincias Subtropical y Tropical. Es evidente que debido al bajo número de especies registrado para esta provincia (S = 34) en comparación con las otras dos, las distancias faunísticas (disimilitud) aumentaran de manera considerable en nuestros análisis. Debido a este desbalance de la riqueza de especies, considero que la Provincia Distante no es una entidad geográfica representativa de los patrones de distribución biogeográficos de los camarones carídeos para esta región. Así mismo considero que es probable que al aumentar el esfuerzo de muestreo en las dos Eco-regiones que componen dicha provincia, es probable que esta se anide dentro cualquiera de las otras dos provincias. Finalmente el arreglo espacial de la Región del Gran Caribe para la distribución de camarones carídeos en el intervalo batimétrico de 0-50 m (Fig. 47) coincide con el esquema biogeográfico de Petuch (2013: moluscos), donde se reconoce una unidad de afinidad Cálido/ Tropical y otra de afinidad Cálido-templada/Subtropical (considerando a la Península de Florida). A diferencia de los esquemas de biogeográficos de Ekman (1953), Briggs (1974), Briggs (1995), que consideran la existencia de dos entidades de afinidad Cálido/Tropical (incluyendo la punta sur de la Florida) y una Cálido-Templada/Subtropical. Así mismo nuestros resultados apoyan que la fauna del norte del Golfo de México, forma parte de una sola unidad Cálido-templada/Subtropical a diferencia de los esquemas de Boschi (2000) y Spalding *et al.* (2007), que consideran a la unidad del norte del Golfo de México como una diferenciada de la unidad Caroliniana, desde la perspectiva de la biogeografía marina histórica.

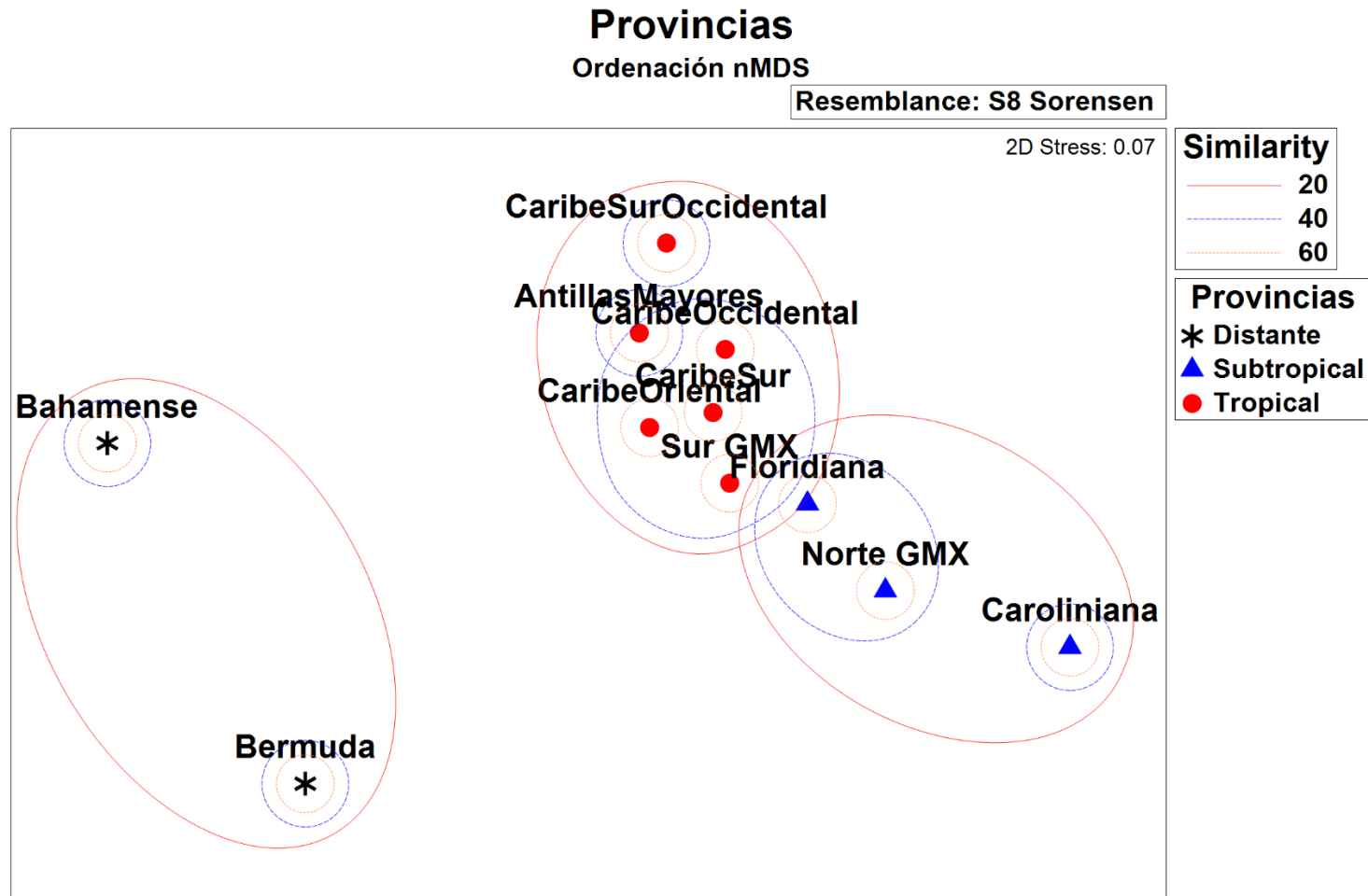


Fig. 45. Gráfico de ordenación nMDS (S8 Sorensen; Parámetros: Formula de estrés Kruskal = 1; Estrés mínimo = 0.01) para la Región del Gran Caribe. Se observan tres áreas faunísticas correspondientes a las provincias Distante, Tropical y Subtropical propuestas en este trabajo. (Regionalización utilizada: MEOW *sensu* Spalding *et al.* (2007)).

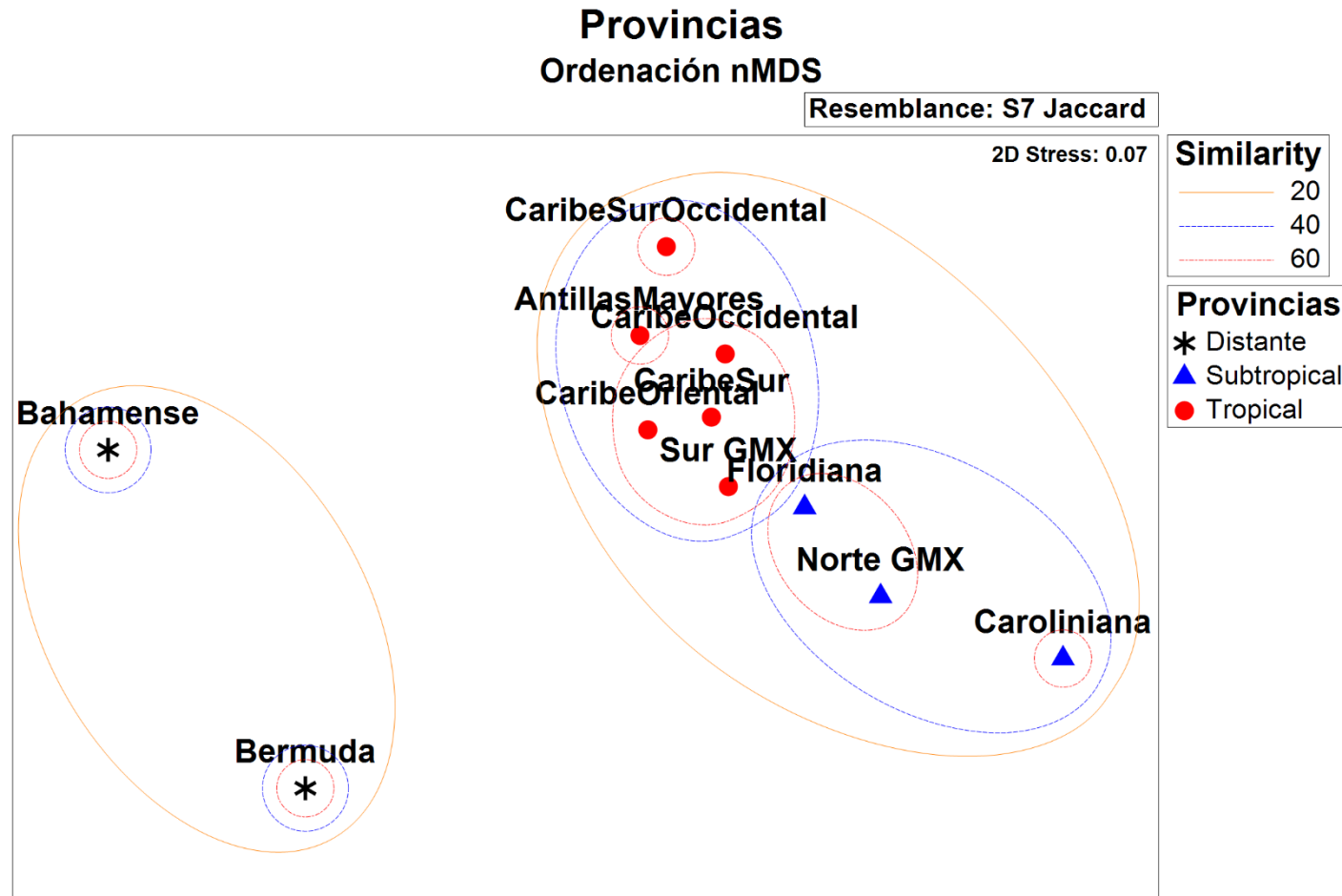


Fig. 46. Gráfico de ordenación nMDS (S7 Jaccard; Parámetros: Formula de estrés Kruskal = 1; Estrés mínimo = 0.01) para la Región del Gran Caribe. Se observan tres áreas faunísticas correspondientes a las provincias Distante, Tropical y Subtropical propuestas en este trabajo. (Regionalización utilizada: MEOW *sensu* Spalding *et al.* (2007)).

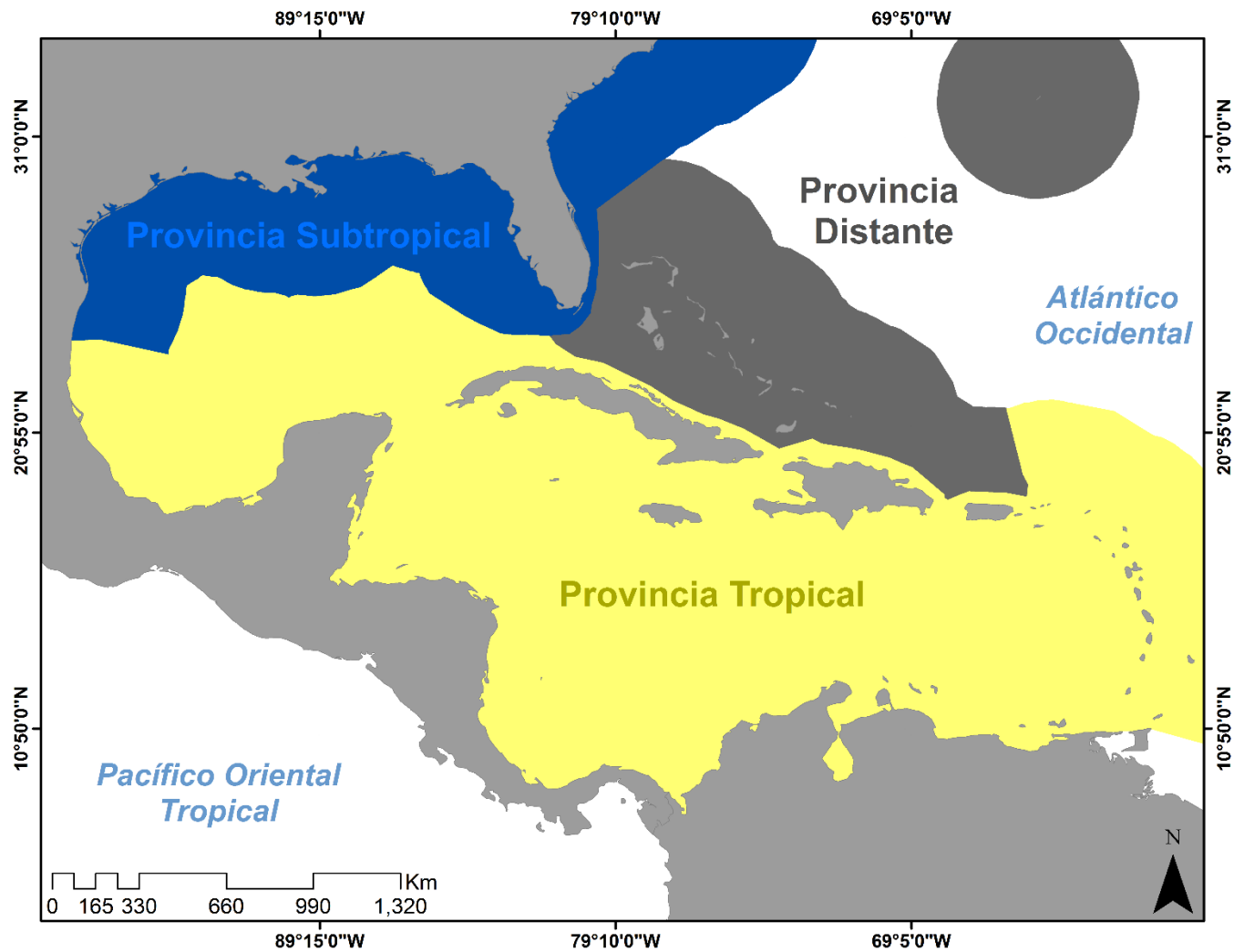


Fig. 47. Provincias propuestas en este trabajo para la distribución de Camarones del Infraorden Caridea Dana, 1852 (0-50 m) en la Región del Gran Caribe *sensu* Robertson & Cramer (2014). Las provincias únicamente incluyen a las especies distribuidas en las zonas Infralitoral (0-50 m). El mapa no representa la batimetría exacta, únicamente es con fines gráficos.

5.5. Regionalización Basada en un Método Biogeográfico Cladístico: Áreas de Endemismo

El Análisis de Parsimonia de Endemismos (PAE) produjo dos árboles igualmente parsimoniosos, con una longitud de 547 pasos, un índice de consistencia (IC) = 0.43 y un índice de retención (IR) = 0.44. Se generó un árbol de consenso estricto, el cual tuvo una longitud de 622 pasos, un IC = 0.38 y un IR = 0.30. En este cladograma se reconocieron 11 grupos o áreas de endemismo con base en la presencia de especies exclusivas (sinapomorfías) (Fig. 48).

- **Grupo 1** (Eco-Regiones: Bermuda, Carolineana, Floridiana, norte GMX, Antillas Mayores, Caribe sur-occidental, Caribe sur, sur GMX, Caribe oriental y Caribe occidental): *Alpheopsis harperi*, *Alpheus armatus*, *Alpheus nuttingi*, *Alpheus paraformosus*, *Coutieralpheus setirostris*, *Janicea antiguensis*, *Synalpheus filidigitus*, *Synalpheus fritzmulleri* y *Synalpheus sanctithomae*.
- **Grupo 2** (Eco-Regiones: Carolineana, Floridiana, norte GMX, Antillas Mayores, Caribe sur, sur GMX, Caribe Sur-occidental, Caribe oriental y Caribe occidental): *Alpheus amblyonyx*, *Alpheus carlae*, *Alpheus estuariensis*, *Alpheus formosus*, *Alpheus immaculatus*, *Alpheus mathewsae*, *Alpheus packardii*, *Alpheus verrilli*, *Alpheus viridari*, *Alpheus zimmermani*, *Hippolyte nicholsoni*, *Latreutes inermis*, *Leander paulensis*, *Leptochela carinata*, *Leptochela papulata*, *Lysmata grabhami*, *Lysmata rafa*, *Lysmata wurdemanni*, *Macrobrachium acanthurus*, *Periclimenes pauper*, *Processa bermudensis*, *Processa fimbriata*, *Processa riveroi*, *Synalpheus bocas*, *Synalpheus mcclendoni*, *Synalpheus tenuispina*, *Thor amboinensis*, *Thor dobkini*, *Thor floridanus*, *Tozeuma serratum*, *Triacanthoneus toro*, y *Typton vulcanus*.
- **Grupo 3** (Eco-región: Floridiana): *Alpheus simus*, *Cinetorhynchus rigens*, *Periclimenes meyeri*, *Periclimenes sandyi* y *Urocaris longicaudata*.
- **Grupo 4** (Eco-región: Norte GMX): *Anchistioides antiguensis*, *Alpheus barbadensis* y *Macrobrachium faustinum*.

- **Grupo 5** (Eco-Regiones: Antillas Mayores, Caribe sur, sur GMX, Caribe Sur-occidental, Caribe occidental): *Alpheus armillatus*, *Alpheus nuno*, *Automate dolichognatha*, *Lysmata jundalini*, *Palaemon vulgaris*, *Periclimenes perryae*, *Synalpheus androsi*, *Synalpheus barahonensis* y *Synalpheus ul.*
- **Grupo 6** (Eco-región: Antillas Mayores): *Gnathophyllum modestum*, *Pontonia mexicana*, *Salmoneus depressus*, *Synalpheus apioceros* y *Synalpheus obtusifrons*.
- **Grupo 7** (Eco-región: Caribe sur): *Alpheus punctatus*, *Leptochela serratorbita*, *Lysmata rathbunae*, *Metalpheus rostratipes*, *Periclimenes bowmani*, *Periclimenes mclellandi* y *Periclimenes patae*.
- **Grupo 8** (Eco-región: Sur GMX): *Alpheus bouvieri*, *Periclimenes harringtoni*, *Processa vicina*, *Processa vossi*, *Salmoneus degravei* y *Trachycaris rugosa*.
- **Grupo 9** (Caribe sur-occidental): *Leptalpheus forceps*, *Rapipontonia platalea* y *Triacanthoneus alacranes*.
- **Grupo 10** (Eco-región: Caribe oriental): *Alpheus bahamensis*, *Alpheus websteri*, *Palaemon octaviae*, *Periclimenes antipathophilus*, *Processa wheeleri*, *Pseudocoutierea antillensis* y *Synalpheus brevicarpus*.
- **Grupo 11** (Eco-región: Caribe occidental): *Alpheus normanni* y *Salmoneus ortmanni*.

El PAE mostró que el clado mejor representado fue el Grupo 2, que a su vez estuvo conformados por los Grupos del 3 al 11 (árbol de consenso, Fig. 48B) y constituido por la presencia de 33 especies (sinapomorfias). Para efecto de este trabajo decidimos nombrar a este grupo como *Subtropical-Tropical*, derivado de los grupos conformados anteriormente con los coeficientes de asociación basados en la similitud de especies. De los dos árboles igualmente generados en el PAE (Fig. 48A), podemos destacar que recaen en una topología muy similar a los dendrogramas generados con los coeficientes de similitud de especies. Sin embargo a diferencia de estos, en los cladogramas generados con el PAE podemos observar que la Eco-región Bahamense aparece en una rama externa definida por la especie *Periclimenes magnus* y no constituye un área de endemismo propiamente debido a que solo presenta una sinapormofía. Por otro lado la Eco-región de Bermuda aparece anidada dentro

del Grupo 1 y al igual que la Bahamense no constituye un área de endemismo. A pesar de que estas dos Eco-regiones aparecen en diferente ramas, ninguna de las dos pertenece a la gran área de endemismo conformada por el grupo Subtropical-Tropical (Grupo 2). Estos resultados coinciden con los anteriormente presentados con los coeficientes de similitud faunística de Sørensen y Jaccard, que colocan a este grupo como una entidad geográfica poco robusta que probablemente se deba al conjunto de datos utilizados.

En contra parte el Grupo Subtropical-Tropical (Grupo 2) parece estar bastante resultado en los arboles generados inicialmente (Fig. 48A: topología similar al de las provincias generadas con Sørensen y Jaccard); sin embargo en el árbol de consenso estricto esto es bastante diferente pues se observan dos politomías: (1) Subtropical (Grupos 3 y 4) y (2) Tropical (Grupos 6 al 9). Estas politomías o grupos no resueltos, en una hipótesis cladística pudieran representar que un linaje ancestral pudo haberse dividido en varios

Para el caso de las Eco-regiones que conformaron en grupo que denominé como Subtropical, estas forman parte de una politomía o un grupo no resuelto; lo cual en una hipótesis cladística podría sugerir que un linaje ancestral pudo haberse dividido en varios (cladogénesis) o el conjunto de datos puede no ser suficiente para resolver las relaciones (Coddington & Scharff 1996). Un resultado sobresaliente es que se pudo identificar que existen varias áreas de endemismo dentro de la Región del Gran Caribe, tan solo dentro del Grupo Subtropical-Tropical podemos observar la presencia de nueve áreas. Específicamente dentro del Grupo Subtropical (Grupos 3 y 4), la Eco-región que presentó la mayor cantidad de endemismo fue la Floridiana, Seguida del Norte GMX y la Caroliniana. Por otro lado dentro del Grupo Tropical hubo una gran cantidad de endemismos por Eco-región, la Eco-región que presentó la mayor cantidad de endemismos fue el Caribe oriental, seguida del Caribe sur y el sur GMX. A diferencia de los coeficientes de similitud el PAE es una buena aproximación que nos permite identificar y clasificar áreas particulares en términos de su fauna regional exclusiva o endemismo, esto es de gran utilidad en biología de la conservación puesto que nos facilita discernir entre que zonas poseen las biotas más únicas (Posadas & Miranda-Esquivel 1999; Vilchis & Dreckmann 2018).

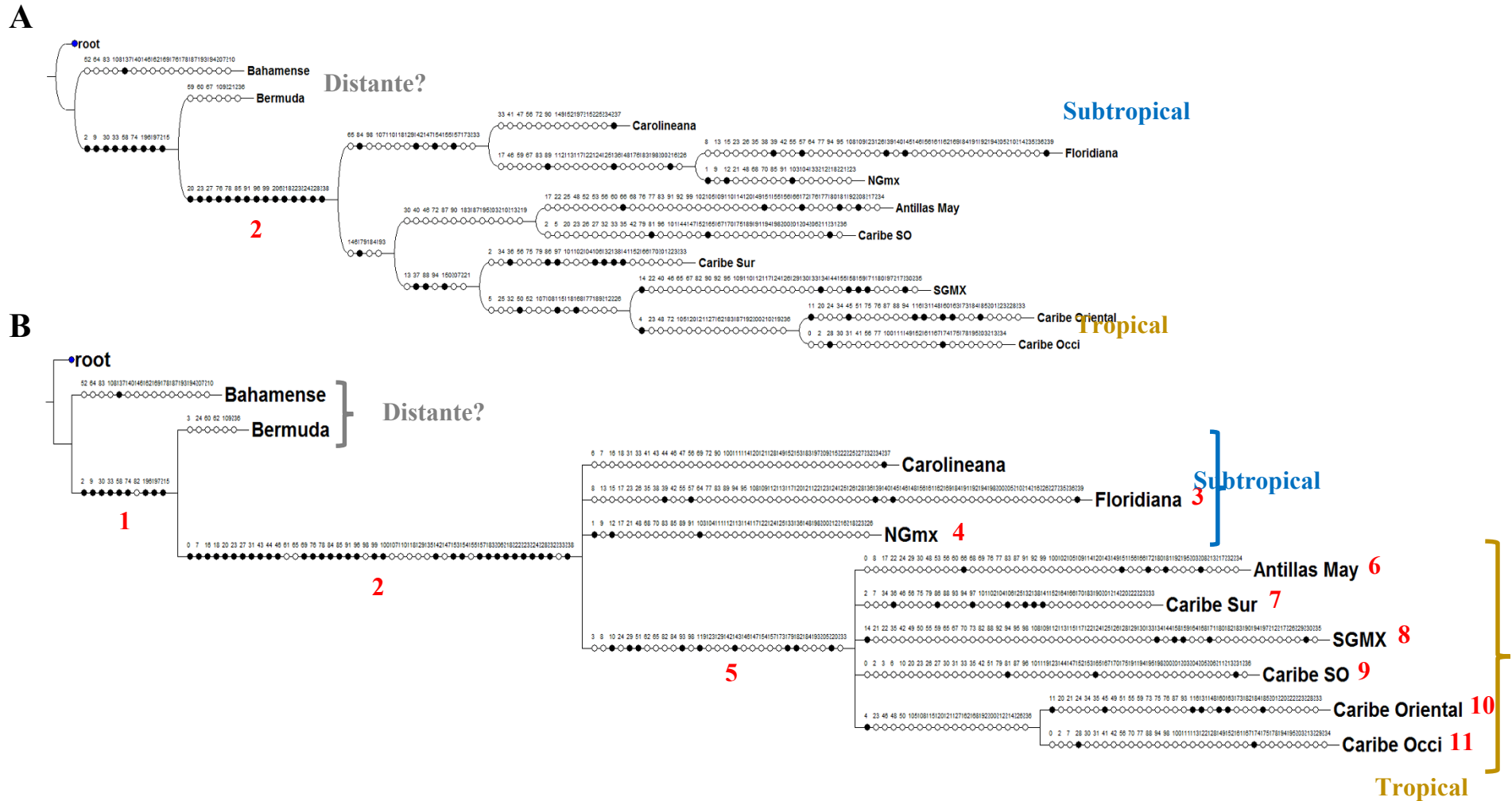


Fig. 48. Cladogramas generados por el Análisis de Parsimonia de Endemismos (PAE): (A) uno de los dos árboles más parsimoniosos generados, se observa una topología similar a las provincias generadas con los coeficientes de similitud; (B) árbol de consenso estricto mostrando las principales áreas de endemismo. Los puntos negros representan las Sinapomorfías que definen los grupos. Los números rojos representan los grupos o áreas de endemismo.

5.6. *Patrones de Distribución de los camarones carídeos de la costa este Mexicana*

5.6.1. *Describiendo la Biodiversidad*

El análisis de los patrones de distribución de la fauna de camarones carídeos de la costa este de México (intervalo batimétrico 0-50 m) incluyó un total de 11 familias, 42 géneros y 152 especies. Las familias que contribuyeron con más del 70 % de la S total fueron Alpheidae (48.7 %) y Palaemonidae (26.3 %) (Tabla 10). Así mismo se logró compilar un total de 3, 237 registros de distribución, las familias que aportaron más del 70 % de los registros de distribución fueron las mismas (Alpheidae = 68.1 %; Palaemonidae = 16.8 %) (Tabla 11).

Tabla 10. Contribución a la riqueza de especies de cada familia para la costa este mexicana

<i>Familia</i>	Géneros	Riqueza (S)	Porcentaje (%S)
Pasiphaeidae Dana, 1852	1	3	2.0
Rhynchocinetidae Ortmann, 1890	1	2	1.3
Anchistoididae Borradaile, 1915	1	1	0.7
Palaemonidae Rafinesque, 1815	18	40	26.3
Alpheidae Rafinesque, 1815	9	74	48.7
Barbouriidae Christoffersen, 1987	1	1	0.7
Hippolytidae Spence Bate, 1888	4	7	4.6
Lysmatidae Dana, 1852	2	10	6.6
Thoridae Kingsley, 1879	1	4	2.6
Ogyrididae Holthuis, 1955	1	1	0.7
Processidae Ortmann, 1896	3	9	5.9

Tabla 11. Contribución al número de registros de distribución de cada familia para la costa este mexicana

Familia	Número de Registros	Porcentaje (%S)
Pasiphaeidae Dana, 1852	16	0.5
Rhynchocinetidae Ortmann, 1890	10	0.3
Anchistoididae Borradaile, 1915	5	0.2
Palaemonidae Rafinesque, 1815	536	16.8
Alpheidae Rafinesque, 1815	2178	68.1
Barbouriidae Christoffersen, 1987	2	0.1
Hippolytidae Spence Bate, 1888	231	7.2
Lysmatidae Dana, 1852	88	2.8
Thoridae Kingsley, 1879	118	3.7

Ogyrididae Holthuis, 1955	2	0.1
Processidae Ortmann, 1896	51	1.6

Con respecto a las fuentes de información utilizadas en este trabajo para analizar los patrones de distribución de carídeos, se dispuso de tres principales fuentes: (1) Literatura Publicada = 53.8 %; (2) Revisión de Colecciones Zoológicas = 39.5 % y (3) Bases de Datos de Internet = 6.8 % (Tabla 12).

Tabla 12. Número de registros de distribución aportado por cada tipo de fuente de información

Fuente del Registro	Número de Registros
Literatura	1740
Colecciones Zoológicas	1278
Bases de datos de internet	219

De las colecciones zoológicas nacionales y regionales revisadas, las que presentaron la mayor S en su acervo fueron: (1) La Colección de Crustáceos de Yucatán (YUC-CC-255-11) = 83; (2) El acervo del Laboratorio de Estructura del Bentos del Colegio de la Frontera Sur unidad Chetumal (LEB-ECOSUR) = 42 y la Colección Nacional de Crustáceos (CNCR-IBUNAM) = 38 (Tabla 13).

Tabla 13. Contribución a la riqueza y número de especies aportado por cada Colección Zoológica

Colección Zoológica	Acervo de especies (S)	Número de Registros	%Registros
CNCR	38	154	12.1
FCB-UANL	14	58	4.5
LCP-ICMyL	13	82	6.4
LEB-ECOSUR	42	174	13.6
YUC-CC-255-11	83	810	63.4

Con respecto a los estados que integran la costa este mexicana, los valores de la S fueron diferentes a lo largo de esta, de oeste a este fueron los siguientes: Tamaulipas = 28, Veracruz = 79, Tabasco = 38, Campeche = 54, Yucatán = 103 y Quintana Roo = 95 (Fig. 49). Con respecto al número de registros de distribución aportados por cada entidad este fue

diferente: Tamaulipas = 72, Veracruz = 1058, Tabasco = 58, Campeche 352, Yucatán = 949 y Quintana Roo = 748 (Fig. 50).

La Costa Este Mexicana posee una gran diversidad de hábitats a lo largo de toda su extensión, por lo cual y para fines de documentar el aporte de cada hábitat a la base de datos de distribución, estos se categorizaron en: (1) Lagunas-Estuarios (LE, S = 34); (2) Arrecifales (AR, S = 140) y (3) Marino-Plataforma Continental (MPC, S = 81). El número de registros aportados por cada hábitat igualmente varió a lo largo de la costa: LE = 195, AR = 2, 670 y MPC = 372 (Figura 51).

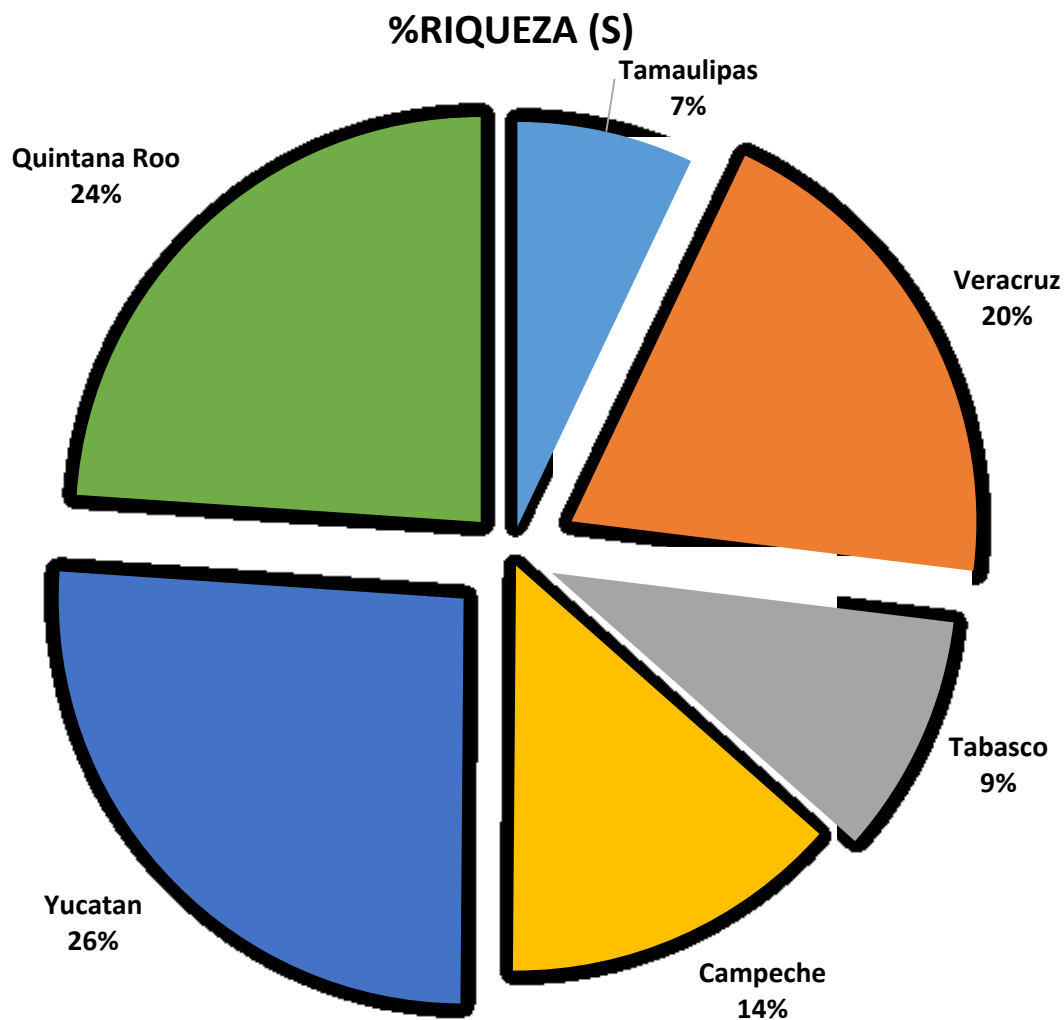


Figura 49. Porcentaje de la riqueza de especies de camarones carídeos aportado por entidad federativa de la costa este mexicana.

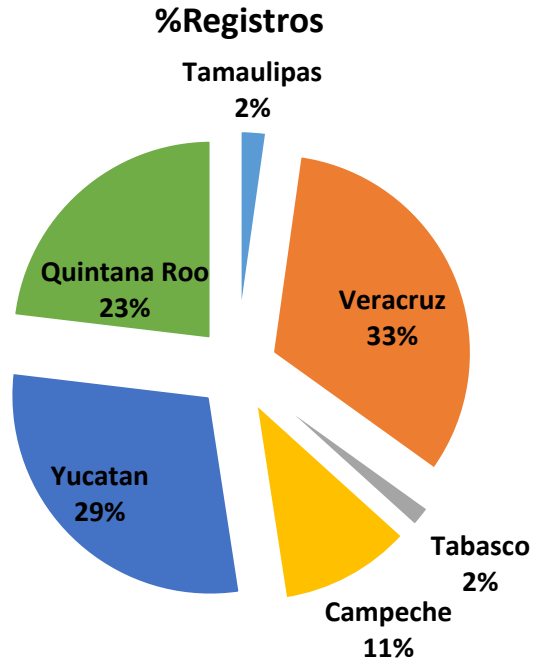


Figura 50. Porcentaje de los registros de distribución de especies de camarones carídeos aportado por entidad federativa de la costa este mexicana.

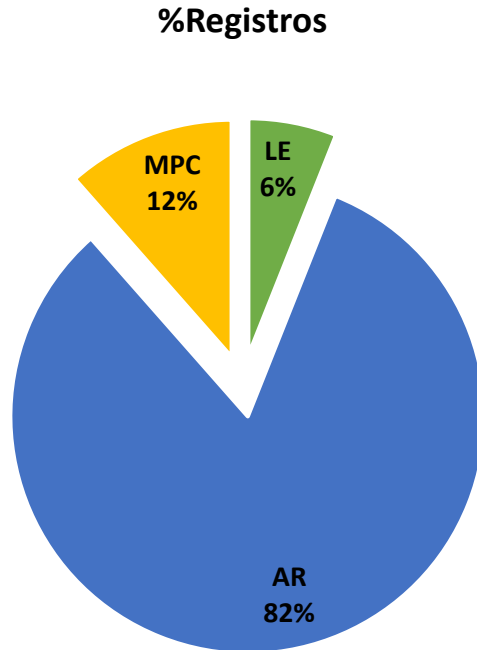


Figura 51. Porcentaje de los registros de camarones carídeos aportado por hábitat de la costa este mexicana.

Los sistemas arrecifales contribuyeron con la mayor proporción tanto en la riqueza de especies como en número de registros. La información compilada para estos hábitats provino principalmente de la búsqueda en la literatura publicada así como de los muestreos realizados en campo. Los sistemas arrecifales que aportaron la mayor cantidad de registros de especies fueron: El Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV = 794), El Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM = 651), el Parque Nacional Arrecife Alacranes (AA = 609), los Bajos Arrecifales de Sisal (BS = 220), Los Arrecifes del Banco de Campeche (ABC = 208) y los Arrecifes del Norte de Veracruz (ANV = 114) (Fig. 52).

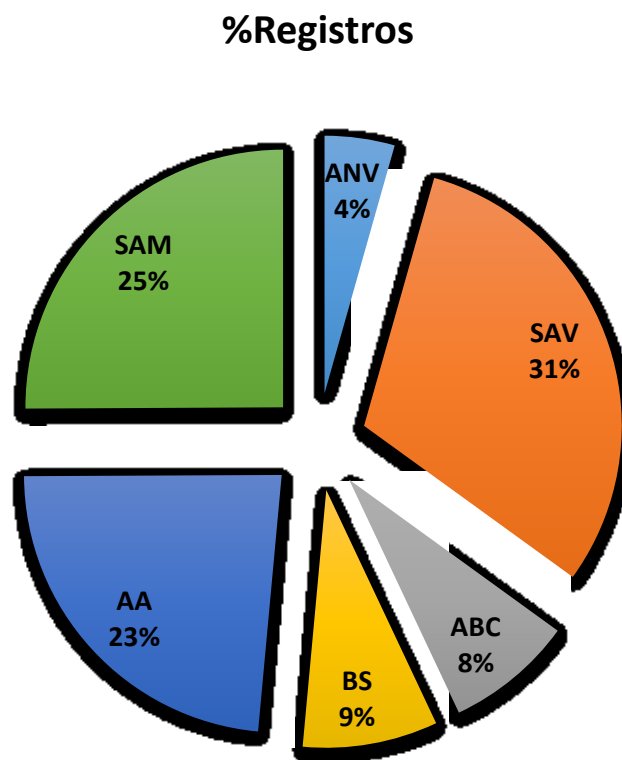


Fig. 52. Porcentaje de los registros de camarones carídeos aportado por cada sistema arrecifal a lo largo de la costa este mexicana.

5.6.2. *Patrones de Distribución Regional*

Los dendrogramas formados con los coeficientes de Sørensen y Jaccard utilizando la regionalización de Robertson & Cramer (2014) como OGU (Zonas 10-14) recayeron en la misma topología. En ambos dendrogramas podemos observar la formación de tres Zonas Faunísticas: (1) BCAM-CARMEX (Banco de Campeche: Yucatán y Campeche; Caribe

Mexicano: Quintana Roo); (2) SUR-GMX (Suroeste del Golfo de México: Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV) y Norte de Veracruz; Sureste del Golfo de México: Sur de Veracruz y Tabasco) y (3) NOE-GMX (Noroeste del Golfo de México: Tamiahua-Tamaulipas) (Fig. 53). En ambos dendrogramas podemos observar que las Zonas faunísticas BCAM-CARMEX y SUR-GMX aparecen anidadas dentro de un gran grupo (Sørensen = 53 % similitud; Jaccard = 36 % similitud). Por otro lado también podemos observar que el grupo NOE-GMX fue el mayor diferenciado en términos de su composición faunística (Sørensen = 26 %; Jaccard = 15 %). Es necesario mencionar que estas diferencias podría ser producto de la baja S de especies observada en esta zona (Tamiahua-Tamaulipas, S = 30), en comparación con las otras y la susceptibilidad de los coeficientes de asociación utilizados a esta. (Fig. 54 y 55).

5.6.2.1. *El Gran Grupo BACAM-CARMEX-SUR-GMX*

Este gran grupo estuvo conformado por las zonas faunísticas del BCAM-CARMEX, que a su vez forma parte de la zona sublitoral y circalitoral de los estados que integran la Península de Yucatán (exceptuando la región sur de Campeche) y el SUR-GMX, integrado por la región sur de Campeche, Tabasco hasta el norte de Veracruz (excepto Tamiahua). Desde una perspectiva ambiental esta zona posee características ambientales bastante diferentes de este a oeste; es decir las características ambientales de las zonas BCAM-CARMEX y SUR-GMX son bastante diferentes. El BCAM y CARMEX son zonas de origen crascito sin gran influencia de masas de agua continentales como ríos (excepto cenotes) que aporten gran cantidad de nutrientes y sedimentos de origen terrígeno (Wilkinson *et al.* 2009). A diferencia de las zonas que integran el SUR-GMX, donde hay gran cantidad de ríos y estuarios que aportan materia orgánica de origen terrígeno. Sin embargo desde la perspectiva de la composición faunística encontramos una gran similitud, esto es debido a que tanto en la zona BACAM-CARMEX como en SUR-GMX existen varios sistemas arrecifales, que como vimos anteriormente aportaron la mayor cantidad de registros de distribución a este trabajo; influyendo de manera significativa para homogenizar la fauna del Sur del Golfo de México. Así mismo al ser zonas bastante cercanas geográficamente, es sobresaliente la importancia que tienen las corrientes marinas para la dispersión de larvas entre estas dos zonas. Desde la perspectiva de la biogeografía marina histórica, esta zona faunística pertenece a una región de afinidad cálido/tropical (Ekman 1953; Hedgpeth 1957; Spalding *et*

al. 2007), más específicamente a la Provincia del Caribe (Briggs 1974; 1995; Boschi 2000; Briggs & Bowen 2012; 2013). Nuestros resultados también apoyan la pertenencia de la fauna de esta zona a una entidad geográfica de afinidad cálido/tropical.

5.6.2.2. *La Zona Faunística del BCAM-CARMEX*

Dentro del contexto de la biogeografía marina establecida actualmente, esta región se encuentra dentro de la Provincia del Caribe/Tropical (Ekman 1953; Hedgpeth 1957; Briggs 1974; Briggs 1995; Boschi 2000; Spalding *et al.* 2007; Briggs & Bowen 2012; Briggs & Bowen 2013), otros la consideran una zona de transición entre la Provincia del Caribe (incluyendo solo la parte del estado de Quintana Roo dentro de esta) y una Provincia Subtropical/Cálido Templada (incluyendo solo los estados de Yucatán y Campeche dentro de esta) (Valentine 1973; Petuch 2013; Robertson & Cramer 2014). Mis resultados para la distribución de la fauna de camarones carídeos ubican a esta zona faunística dentro de una entidad biogeográfica de afinidad Tropical, si bien algunos esquemas biogeográficos consideran esta zona en particular como una zona de intercambio de fauna de afinidad Tropical con fauna de afinidad Subtropical; la mayoría han estado basados en el registro fósil (Valentine 1973) y distribución de taxones mejor conocidos como moluscos (Petuch 2013) y peces (Robertson & Cramer 2014). Es necesario mencionar que a diferencia de otras zonas consideradas en este trabajo (tanto para México como para el Caribe), esta zona en particular es una de las mejor documentadas tanto en riqueza de especies ($S = 114$) como en número de registros de distribución provenientes tanto de la literatura (Chace 1972; Markham *et al.* 1990; Hernández-Aguilera *et al.* 1996; McClure 2005; Wicksten 2005b; Wicksten 2005c; Martínez-Mayen & Roman-Contreras 2006; Rhyne & Lin 2006; Felder *et al.* 2009; Anker 2010b; Roman-Contreras & Martínez-Mayen 2010; Anker 2012; Santana-moreno *et al.* 2013; Duarte *et al.* 2014; Santana-Moreno *et al.* 2016) como de colecciones científicas. Esto la convierte en una zona especialmente bien representada, permitiéndola comparar de manera más robusta con la fauna de camarones otras regiones tanto del AOT. Otro aspecto sobresaliente de esta zona es la gran influencia que tiene de las corrientes provenientes del Mar Caribe, que cuando se internan en el Golfo de México a través del Canal de Yucatán podrían ser el medio de transporte de mucha de la fauna proveniente del resto del Caribe (Richardson 2005), dado que muchas especies de carídeos presentan estadios larvales

relativamente largos (Bauer 2004). De manera contraria el fuerte vórtice producido por la Corriente de Lazo (Gyory *et al.* 2017b), podría jugar el papel de barrera geográfica con otras zonas más internas dentro del Golfo de México, puesto que el giro producido por esta se desvía en dirección noreste rumbo a la Florida. La zona faunística BCAM-CARMEX posee la mayor cantidad de cobertura coralina (Fig. 55) al albergar al Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM), el segundo sistema arrecifal más grande del mundo y al Arrecife Alacranes (AA) que es a su vez el sistema Arrecifal más grande dentro del Golfo de México. Así mismo también alberga otros sistemas arrecifales de menor tamaño pero gran importancia como, los Bajos de Sisal (S = 42) y los Arrecifes del Banco de Campeche (Cayo Arcas y Cayo Arenas, S = 37). El SAM alberga la mayor diversidad de especies de camarones carídeos de todos los sistemas arrecifales de México (S = 90), así mismo el AA, presenta la mayor diversidad dentro de sistemas arrecifales mexicanos dentro del Golfo de México (S = 82), su cercanía con el Mar Caribe lo convierten en un repositorio del larvas para otras zonas más internas del Golfo de México.

El análisis SIMPER mostró que el grupo faunístico BCAM-CARMEX tuvo una similitud promedio de 67.28 %; las especies que contribuyeron con el 70 % de la similitud para ensamblar esta zona faunística fueron 50 (Tabla 14). Por otro lado la zona faunística BCAM-CARMEX mostró la mayor disimilitud faunística con la zona NOE-GMX, con una disimilitud promedio de 71.25 % (Tabla 15) y 44.95 % con respecto a la zona SUR-GMX (Tabla 16).

Tabla 14. Listado de especies que contribuyeron con la conformación de la Zona Faunística BCAM-CARMEX.

Especie	Similitud Promedio	% Contribución	% Acumulado
<i>Alpheopsis trigonus</i>	0.92	1.37	1.37
<i>Alpheus amarillo</i>	0.92	1.37	2.74
<i>Alpheus amblyonyx</i>	0.92	1.37	4.11
<i>Alpheus armillatus</i>	0.92	1.37	5.48
<i>Alpheus bahamensis</i>	0.92	1.37	6.85
<i>Alpheus bouvieri</i>	0.92	1.37	8.22
<i>Alpheus cristulifrons</i>	0.92	1.37	9.59
<i>Alpheus floridanus</i>	0.92	1.37	10.96
<i>Alpheus formosus</i>	0.92	1.37	12.33
<i>Alpheus heterochaelis</i>	0.92	1.37	13.7

<i>Alpheus lancirostris</i>	0.92	1.37	15.07
<i>Alpheus normanni</i>	0.92	1.37	16.44
<i>Alpheus nuttingi</i>	0.92	1.37	17.81
<i>Alpheus peasei</i>	0.92	1.37	19.18
<i>Alpheus schmitti</i>	0.92	1.37	20.55
<i>Alpheus viridari</i>	0.92	1.37	21.92
<i>Alpheus websteri</i>	0.92	1.37	23.29
<i>Ancylomenes pedersoni</i>	0.92	1.37	24.66
<i>Automate dolichognatha</i>	0.92	1.37	26.03
<i>Automate rectifrons</i>	0.92	1.37	27.4
<i>Brachycarpus biunguiculatus</i>	0.92	1.37	28.77
<i>Cuapetes americanus</i>	0.92	1.37	30.14
<i>Gnathophylloides mineri</i>	0.92	1.37	31.51
<i>Gnathophyllum americanum</i>	0.92	1.37	32.88
<i>Hippolyte nicholsoni</i>	0.92	1.37	34.25
<i>Hippolyte obliquimanus</i>	0.92	1.37	35.62
<i>Hippolyte pleuracantha</i>	0.92	1.37	36.99
<i>Hippolyte zostericola</i>	0.92	1.37	38.36
<i>Latreutes fucorum</i>	0.92	1.37	39.73
<i>Latreutes parvulus</i>	0.92	1.37	41.1
<i>Leander tenuicornis</i>	0.92	1.37	42.47
<i>Leptocheila serratorbita</i>	0.92	1.37	43.84
<i>Lysmata ankeri</i>	0.92	1.37	45.21
<i>Lysmata pedersenii</i>	0.92	1.37	46.58
<i>Lysmata rathbunae</i>	0.92	1.37	47.95
<i>Lysmata wurdemanni</i>	0.92	1.37	49.32
<i>Macrobrachium acanthurus</i>	0.92	1.37	50.68
<i>Neopontonides beaufortensis</i>	0.92	1.37	52.05
<i>Ogyrides alphaerostris</i>	0.92	1.37	53.42
<i>Palaemon mundusnovus</i>	0.92	1.37	54.79
<i>Palaemon northropi</i>	0.92	1.37	56.16
<i>Palaemon vulgaris</i>	0.92	1.37	57.53
<i>Parabetaeus hummelincki</i>	0.92	1.37	58.9
<i>Periclimenaeus bredini</i>	0.92	1.37	60.27
<i>Periclimenaeus caraibicus</i>	0.92	1.37	61.64
<i>Periclimenaeus schmitti</i>	0.92	1.37	63.01
<i>Periclimenes antipathophilus</i>	0.92	1.37	64.38
<i>Periclimenes rathbunae</i>	0.92	1.37	65.75
<i>Periclimenes yucatanicus</i>	0.92	1.37	67.12
<i>Pontonia mexicana</i>	0.92	1.37	68.49
<i>Processa bermudensis</i>	0.92	1.37	69.86

<i>Processa fimbriata</i>	0.92	1.37	71.23
---------------------------	------	------	-------

Tabla 15. Lista de especies que contribuyeron con el 70 % de la disimilitud entre las zonas faunísticas BCAM-CARMEX y NOE-GMX.

Especies	Disimilitud Promedio	% Contribución	% Acumulado
<i>Alpheopsis trigonus</i>	0.72	1.02	1.02
<i>Alpheus amarillo</i>	0.72	1.02	2.03
<i>Alpheus armillatus</i>	0.72	1.02	3.05
<i>Alpheus bahamensis</i>	0.72	1.02	4.06
<i>Alpheus bouvieri</i>	0.72	1.02	5.08
<i>Alpheus cristulifrons</i>	0.72	1.02	6.09
<i>Alpheus floridanus</i>	0.72	1.02	7.11
<i>Alpheus lancirostris</i>	0.72	1.02	8.12
<i>Alpheus normanni</i>	0.72	1.02	9.14
<i>Alpheus nuttingi</i>	0.72	1.02	10.15
<i>Alpheus peasei</i>	0.72	1.02	11.17
<i>Alpheus schmitti</i>	0.72	1.02	12.18
<i>Alpheus vanderbilti</i>	0.72	1.02	13.2
<i>Alpheus websteri</i>	0.72	1.02	14.21
<i>Ambidexter symmetricus</i>	0.72	1.02	15.23
<i>Ancylomenes pedersoni</i>	0.72	1.02	16.24
<i>Automate dolichognatha</i>	0.72	1.02	17.26
<i>Automate rectifrons</i>	0.72	1.02	18.27
<i>Brachycarpus biunguiculatus</i>	0.72	1.02	19.29
<i>Gnathophylloides mineri</i>	0.72	1.02	20.3
<i>Hippolyte nicholsoni</i>	0.72	1.02	21.32
<i>Hippolyte obliquimanus</i>	0.72	1.02	22.33
<i>Hippolyte pleuracantha</i>	0.72	1.02	23.35
<i>Hippolyte zostericola</i>	0.72	1.02	24.36
<i>Leptochela bermudensis</i>	0.72	1.02	25.38
<i>Leptochela serratorbita</i>	0.72	1.02	26.39
<i>Lysmata ankeri</i>	0.72	1.02	27.41
<i>Lysmata pedersenii</i>	0.72	1.02	28.42
<i>Lysmata rathbunae</i>	0.72	1.02	29.44
<i>Lysmata wurdemanni</i>	0.72	1.02	30.45
<i>Macrobrachium carcinus</i>	0.72	1.02	31.47
<i>Neopontonides beaufortensis</i>	0.72	1.02	32.48
<i>Ogyrides alphaerostris</i>	0.72	1.02	33.5
<i>Palaemon northropi</i>	0.72	1.02	34.51
<i>Palaemon pugio</i>	0.72	1.02	35.53

<i>Palaemon vulgaris</i>	0.72	1.02	36.54
<i>Parabetaeus hummelincki</i>	0.72	1.02	37.56
<i>Periclimenaeus caraibicus</i>	0.72	1.02	38.57
<i>Periclimenaeus chacei</i>	0.72	1.02	39.59
<i>Periclimenaeus schmitti</i>	0.72	1.02	40.6
<i>Periclimenes antipathophilus</i>	0.72	1.02	41.62
<i>Periclimenes rathbunae</i>	0.72	1.02	42.63
<i>Periclimenes yucatanicus</i>	0.72	1.02	43.65
<i>Pontonia mexicana</i>	0.72	1.02	44.66
<i>Processa fimbriata</i>	0.72	1.02	45.68
<i>Processa vossi</i>	0.72	1.02	46.69
<i>Salmoneus carvachoi</i>	0.72	1.02	47.71
<i>Salmoneus ortmanni</i>	0.72	1.02	48.72
<i>Synalpheus brooksi</i>	0.72	1.02	49.74
<i>Synalpheus hemphilli</i>	0.72	1.02	50.75
<i>Synalpheus longicarpus</i>	0.72	1.02	51.77
<i>Synalpheus mcclendoni</i>	0.72	1.02	52.78
<i>Synalpheus obtusifrons</i>	0.72	1.02	53.8
<i>Synalpheus pectiniger</i>	0.72	1.02	54.81
<i>Synalpheus rathbunae</i>	0.72	1.02	55.83
<i>Synalpheus townsendi</i>	0.72	1.02	56.84
<i>Thor amboinensis</i>	0.72	1.02	57.86
<i>Thor floridanus</i>	0.72	1.02	58.87
<i>Thor manningi</i>	0.72	1.02	59.89
<i>Trachycaris restricta</i>	0.72	1.02	60.9
<i>Trachycaris rugosa</i>	0.72	1.02	61.92
<i>Tuleariocaris neglecta</i>	0.72	1.02	62.93
<i>Urocaris longicaudata</i>	0.72	1.02	63.95
<i>Alpheopsis trispinosus</i>	0.38	0.53	64.47
<i>Alpheus angulosus</i>	0.38	0.53	65
<i>Alpheus armatus</i>	0.38	0.53	65.53
<i>Alpheus malleator</i>	0.38	0.53	66.06
<i>Alpheus nuno</i>	0.38	0.53	66.58
<i>Alpheus packardii</i>	0.38	0.53	67.11
<i>Alpheus paracrinitus</i>	0.38	0.53	67.64
<i>Alpheus simus</i>	0.38	0.53	68.17
<i>Ascidonia miserabilis</i>	0.38	0.53	68.7
<i>Automate evermanni</i>	0.38	0.53	69.22
<i>Discias atlanticus</i>	0.38	0.53	69.75
<i>Leander paulensis</i>	0.38	0.53	70.28

Tabla 16. Lista de especies que contribuyeron con el 70 % de la disimilitud entre las zonas faunísticas BCAM-CARMEY y SUR-GMX

Especies	Disimilitud Promedio	% Contribución	% Acumulado
<i>Alpheus amarillo</i>	0.55	1.23	1.23
<i>Alpheus intrinsecus</i>	0.55	1.23	2.45
<i>Alpheus thomasi</i>	0.55	1.23	3.68
<i>Alpheus vanderbilti</i>	0.55	1.23	4.91
<i>Ancylomenes pedersoni</i>	0.55	1.23	6.14
<i>Automate rectifrons</i>	0.55	1.23	7.36
<i>Cinetorhynchus rigens</i>	0.55	1.23	8.59
<i>Gnathophylloides mineri</i>	0.55	1.23	9.82
<i>Hippolyte nicholsoni</i>	0.55	1.23	11.04
<i>Hippolyte pleuracantha</i>	0.55	1.23	12.27
<i>Leptalpheus forceps</i>	0.55	1.23	13.5
<i>Leptochela serratorbita</i>	0.55	1.23	14.73
<i>Lysmata ankeri</i>	0.55	1.23	15.95
<i>Lysmata pedersenii</i>	0.55	1.23	17.18
<i>Lysmata rathbunae</i>	0.55	1.23	18.41
<i>Neopontonides beaufortensis</i>	0.55	1.23	19.63
<i>Nikoides schmitti</i>	0.55	1.23	20.86
<i>Ogyrides alphaerostris</i>	0.55	1.23	22.09
<i>Palaemon mundusnovus</i>	0.55	1.23	23.31
<i>Palaemon vulgaris</i>	0.55	1.23	24.54
<i>Parabetaeus hummelincki</i>	0.55	1.23	25.77
<i>Periclimenaeus caraibicus</i>	0.55	1.23	27
<i>Periclimenaeus chacei</i>	0.55	1.23	28.22
<i>Periclimenaeus schmitti</i>	0.55	1.23	29.45
<i>Periclimenes antipathophilus</i>	0.55	1.23	30.68
<i>Processa vossi</i>	0.55	1.23	31.9
<i>Synalpheus curacaoensis</i>	0.55	1.23	33.13
<i>Synalpheus hemphilli</i>	0.55	1.23	34.36
<i>Synalpheus pectiniger</i>	0.55	1.23	35.59
<i>Trachycaris restricta</i>	0.55	1.23	36.81
<i>Trachycaris rugosa</i>	0.55	1.23	38.04
<i>Alpheopsis trispinosus</i>	0.28	0.63	38.67
<i>Alpheus nuno</i>	0.28	0.63	39.3
<i>Alpheus packardii</i>	0.28	0.63	39.94
<i>Alpheus paracrinitus</i>	0.28	0.63	40.57
<i>Alpheus simus</i>	0.28	0.63	41.2
<i>Ascidonia miserabilis</i>	0.28	0.63	41.83

<i>Holthuisaeus bermudensis</i>	0.28	0.63	42.47
<i>Leander paulensis</i>	0.28	0.63	43.1
<i>Lysmata grabhami</i>	0.28	0.63	43.73
<i>Metalpheus rostratipes</i>	0.28	0.63	44.36
<i>Periclimenaeus ascidiarum</i>	0.28	0.63	44.99
<i>Periclimenaeus atlanticus</i>	0.28	0.63	45.63
<i>Periclimenaeus perlatus</i>	0.28	0.63	46.26
<i>Pontonia margarita</i>	0.28	0.63	46.89
<i>Salmoneus setosus</i>	0.28	0.63	47.52
<i>Salmoneus wehrtmanni</i>	0.28	0.63	48.15
<i>Synalpheus androsi</i>	0.28	0.63	48.79
<i>Synalpheus apioceros</i>	0.28	0.63	49.42
<i>Synalpheus bousfieldi</i>	0.28	0.63	50.05
<i>Synalpheus brevicarpus</i>	0.28	0.63	50.68
<i>Synalpheus disparodigitus</i>	0.28	0.63	51.32
<i>Synalpheus filidigitus</i>	0.28	0.63	51.95
<i>Synalpheus pandionis</i>	0.28	0.63	52.58
<i>Synalpheus paranepetunus</i>	0.28	0.63	53.21
<i>Synalpheus scaphoceris</i>	0.28	0.63	53.84
<i>Typton distinctus</i>	0.28	0.63	54.48
<i>Typton tortugae</i>	0.28	0.63	55.11
<i>Alpheopsis trigonus</i>	0.28	0.62	55.73
<i>Alpheus lancirostris</i>	0.28	0.62	56.35
<i>Alpheus schmitti</i>	0.28	0.62	56.97
<i>Cuapetes americanus</i>	0.28	0.62	57.59
<i>Hippolyte zostericola</i>	0.28	0.62	58.21
<i>Leptochela bermudensis</i>	0.28	0.62	58.83
<i>Palaemon northropi</i>	0.28	0.62	59.45
<i>Periclimenaeus wilsoni</i>	0.28	0.62	60.07
<i>Periclimenes yucatanicus</i>	0.28	0.62	60.69
<i>Synalpheus brooksi</i>	0.28	0.62	61.31
<i>Synalpheus obtusifrons</i>	0.28	0.62	61.93
<i>Thor amboinensis</i>	0.28	0.62	62.55
<i>Urocaris longicaudata</i>	0.28	0.62	63.17
<i>Alpheopsis labis</i>	0.28	0.61	63.79
<i>Alpheus armatus</i>	0.28	0.61	64.4
<i>Gnathophyllum modestum</i>	0.28	0.61	65.01
<i>Palaemon octaviae</i>	0.28	0.61	65.63
<i>Periclimenaeus pearsei</i>	0.28	0.61	66.24
<i>Periclimenes iridescens</i>	0.28	0.61	66.86
<i>Processa wheeleri</i>	0.28	0.61	67.47

<i>Synalpheus agelas</i>	0.28	0.61	68.08
<i>Tozeuma cornutum</i>	0.28	0.61	68.7
<i>Alpheus angulosus</i>	0.28	0.61	69.31
<i>Alpheus punctatus</i>	0.28	0.61	69.92
<i>Alpheus verrilli</i>	0.28	0.61	70.54

5.6.2.3. La Zona Faunística del SUR-GMX

Esta zona se caracteriza por tener gran influencia terrígena, es decir gran cantidad de materia orgánica proveniente de la parte continental a través de las grandes descargas de ríos como son el delta del complejo Grijalva-Usumacinta, la segunda descarga proveniente del continente más grande en el Golfo de México después del Mississippi (Yáñez-Arancibia *et al.* 2009). Como mencioné anteriormente este afluente es una de las pocas “barreras” que podrían desempeñar un papel importante para limitar la distribución de especies provenientes de la Zona del BCAM-CARMEX. La zona faunística SUR-GMX es bastante heterogénea a lo largo de su extensión, pues si bien tiene gran influencia de materia orgánica continental, también posee sistemas arrecifales de gran importancia para la Costa Este Mexicana. Estos sistemas son: (1) El Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV), que históricamente hasta antes de este trabajo constituía el sistema arrecifal mejor representado en términos de su composición faunística dentro de las costas mexicanas del Golfo de México (S = 58; Hernández-Aguilera *et al.* (1996); Alvarez *et al.* (1999); Felder *et al.* (2009); Vassallo *et al.* (2014); Hermoso-Salazar & Arvizu-Coyotzi (2015)); y (2) los Arrecifes del Norte de Veracruz (ANV, S = 31: Tuxpan, Lobos y Tanhuijo) (Ray 1974; Hernández-Aguilera *et al.* 1996; Alvarez *et al.* 1999); ambos sistemas arrecifales contribuyen de manera importante para incrementar la diversidad de especies en esta zona (S = 75). Es necesario señalar que esta zona posee gran similitud faunística con la del BCAM-CARMEX (similitud promedio = 55.05%), sin embargo presenta características faunísticas propias. Esto puede ser explicado por su misma geomorfología, la cual puede favorecer la presencia de especies propias de otros hábitats como lagunas costeras y estuarios abundantes en esta zona. El análisis SIMPER nos muestra que esta zona se formó con una similitud promedio del 67.12 %. Las especies que contribuyeron con más del 70 % para este ensamblaje fueron 35 (Tabla 17).

Tabla 17. Listado de especies que contribuyeron con el 70 % para la formación de la Zona Faunística SUR-GMX.

Especies	Similitud Promedio	% Contribución	% Acumulado
<i>Alpheus amblyonyx</i>	1.37	2.04	2.04
<i>Alpheus armillatus</i>	1.37	2.04	4.08
<i>Alpheus bahamensis</i>	1.37	2.04	6.12
<i>Alpheus bouvieri</i>	1.37	2.04	8.16
<i>Alpheus cristulifrons</i>	1.37	2.04	10.2
<i>Alpheus formosus</i>	1.37	2.04	12.24
<i>Alpheus heterochaelis</i>	1.37	2.04	14.29
<i>Alpheus intrinsecus</i>	1.37	2.04	16.33
<i>Alpheus malleator</i>	1.37	2.04	18.37
<i>Alpheus normanni</i>	1.37	2.04	20.41
<i>Alpheus nuttingi</i>	1.37	2.04	22.45
<i>Alpheus packardii</i>	1.37	2.04	24.49
<i>Alpheus paracrinitus</i>	1.37	2.04	26.53
<i>Alpheus thomasi</i>	1.37	2.04	28.57
<i>Alpheus vanderbilti</i>	1.37	2.04	30.61
<i>Alpheus viridari</i>	1.37	2.04	32.65
<i>Automate evermanni</i>	1.37	2.04	34.69
<i>Cinetorhynchus rigens</i>	1.37	2.04	36.73
<i>Cuapetes americanus</i>	1.37	2.04	38.78
<i>Gnathophyllum americanum</i>	1.37	2.04	40.82
<i>Hippolyte obliquimanus</i>	1.37	2.04	42.86
<i>Holthuisaeus bermudensis</i>	1.37	2.04	44.9
<i>Latreutes fucorum</i>	1.37	2.04	46.94
<i>Latreutes parvulus</i>	1.37	2.04	48.98
<i>Leander tenuicornis</i>	1.37	2.04	51.02
<i>Leptalpheus forceps</i>	1.37	2.04	53.06
<i>Lysmata intermedia</i>	1.37	2.04	55.1
<i>Lysmata wurdemanni</i>	1.37	2.04	57.14
<i>Macrobrachium acanthurus</i>	1.37	2.04	59.18
<i>Nikoides schmitti</i>	1.37	2.04	61.22
<i>Periclimenaeus bredini</i>	1.37	2.04	63.27
<i>Periclimenaeus chacei</i>	1.37	2.04	65.31
<i>Periclimenaeus perlatus</i>	1.37	2.04	67.35
<i>Periclimenes rathbunae</i>	1.37	2.04	69.39
<i>Processa bermudensis</i>	1.37	2.04	71.43

Desde la perspectiva de la biogeografía marina histórica, esta región conforma el límite de una entidad biogeográfica de afinidad Tropical (Ekman 1953; Briggs 1974; 1995; Boschi 2000; Briggs & Bowen 2012); otros autores la consideran parte de una unidad Cálido/Templada junto con el resto del Golfo de México (Valentine 1973; Petuch 2013; Robertson & Cramer 2014). En este trabajo mis resultados mostraron una clara afinidad hacia una unidad biogeográfica Tropical, debido principalmente a la gran similitud y homogeneidad faunística con respecto a zonas faunísticas vecinas tanto del Golfo de México como con el Mar Caribe. La gran diversidad de especies de esta zona obedece a su gran heterogeneidad y disponibilidad de hábitats a lo largo de toda su extensión.

5.6.2.4. *La Zona Faunística del NOE-GMX*

A diferencia de otras zonas faunísticas, la Zona NOE-GMX es la única dentro de este trabajo que no presenta ecosistemas arrecifales, debido principalmente a su ubicación geográfica que presenta variaciones climáticas estacionales, principalmente en la SST (<20°C durante el invierno) (Boschi 2000). Esta zona faunística abarcó una porción relativamente pequeña del norte del estado de Veracruz y prácticamente la totalidad del estado de Tamaulipas. Debido a la situación de conflictos actuales en esa zona, no fue posible muestrearla, sin embargo para fines de completar las bases de datos de distribución, se revisó todo el material histórico de camarones carídeos de esa zona depositado en colecciones zoológicas; así mismo se integró a la base de datos toda la literatura disponible publicada para esa zona. La Zona Faunística NOE-GMX es una zona que históricamente ha sido considerada parte de una unidad biogeográfica de afinidad Subtropical/Cálido-Templada (Ekman 1953; Briggs 1974; 1995; Boschi 2000; Briggs & Bowen 2012), otros la consideran una zona de transición (Hedgpeth 1957) y solo un esquema biogeográfico la considera como parte de una unidad Tropical (Spalding et al. 2007). En este trabajo esta zona fue la que presentó la mayor disimilitud con respecto a las otras dos zonas faunísticas, mostrando un 50.52 % con la zona SUR-GMX y un 71.25 % con respecto a la zona BCAM-CARMEX. Estos valores altos en la disimilitud faunística podrían obedecer a que la mayoría de especies consideradas para esta zona habitan en su mayoría en lagunas costeras y estuarios, a diferencia de las otras dos zonas donde la fauna dominante se encontró en arrecifes coralinos. Mis resultados muestran que el ensamblaje faunístico encontrado en esta zona no fue lo

suficiente similar para agruparlo dentro de la *Provincia Tropical*, sin embargo es necesario tener en cuenta que al ser la zona menor muestreada los valores bajos en la riqueza específica están influyendo en los coeficientes de asociación por lo que consideramos necesario en la medida de lo posible incrementar el esfuerzo de muestreo de esta zona para tener análisis más robustos.

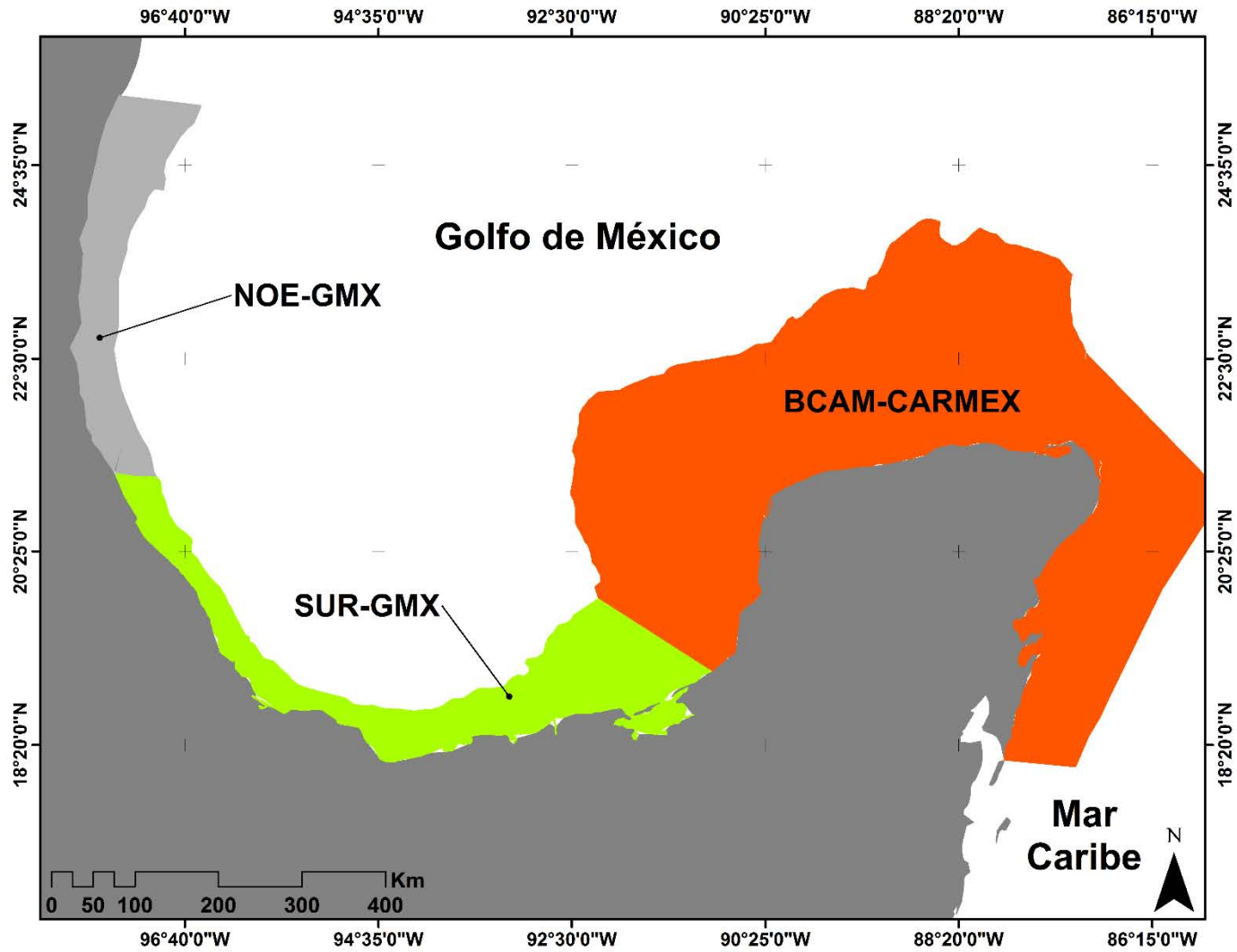


Fig. 53. Zonas Faunísticas propuestas en este traje para la distribución de camarones carídeos de la costa este mexicana.

Regionalización de la Costa Este Mexicana

Resemblance: S8 Sorensen

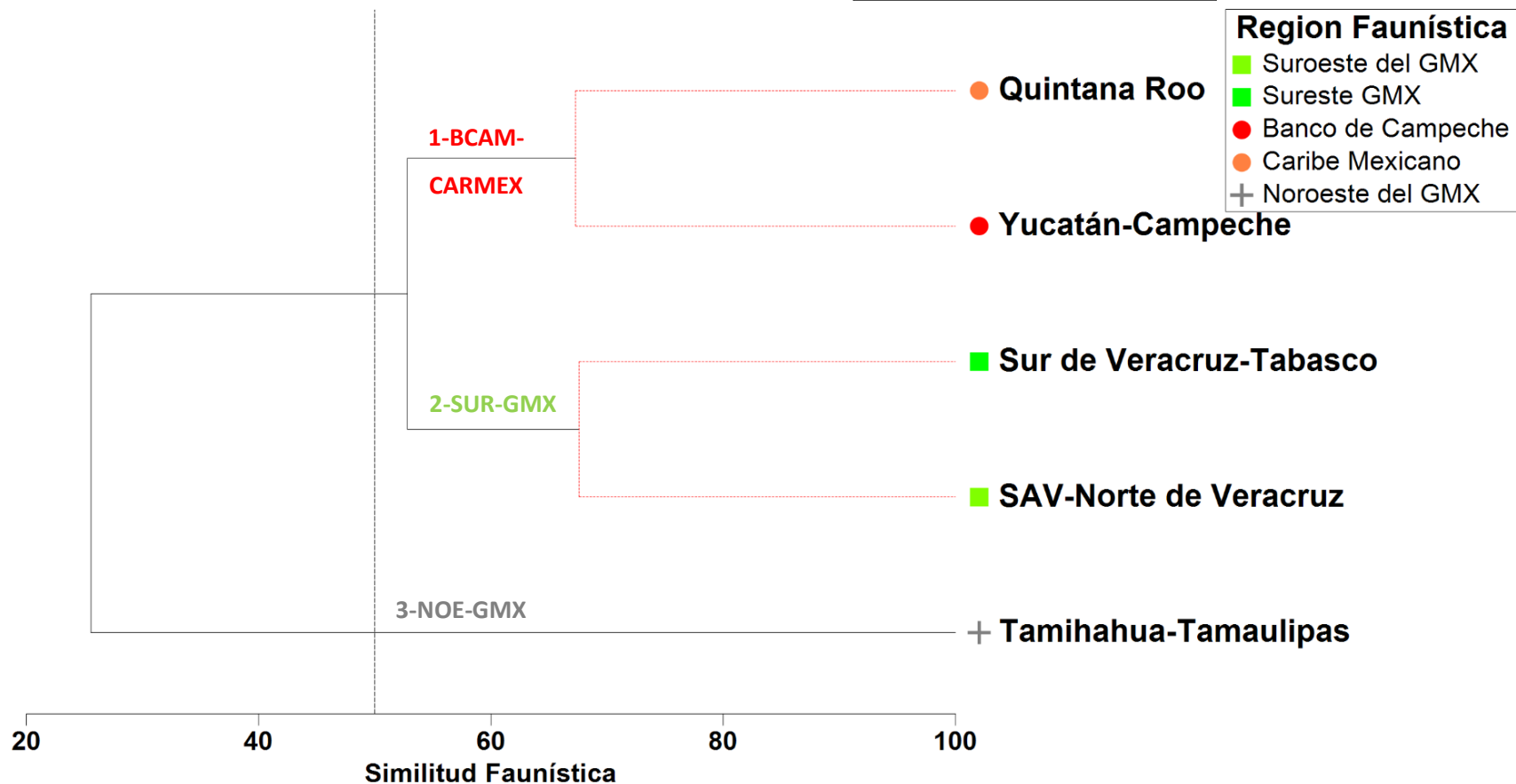


Fig. 54. Regiones Faunísticas encontradas en este trabajo utilizando el coeficiente de asociación de Sorensen para la distribución de camarones carideos de las aguas de la costa este de México (0-50 m).

Regionalización de la Coste Este de México

Resemblance: S7 Jaccard

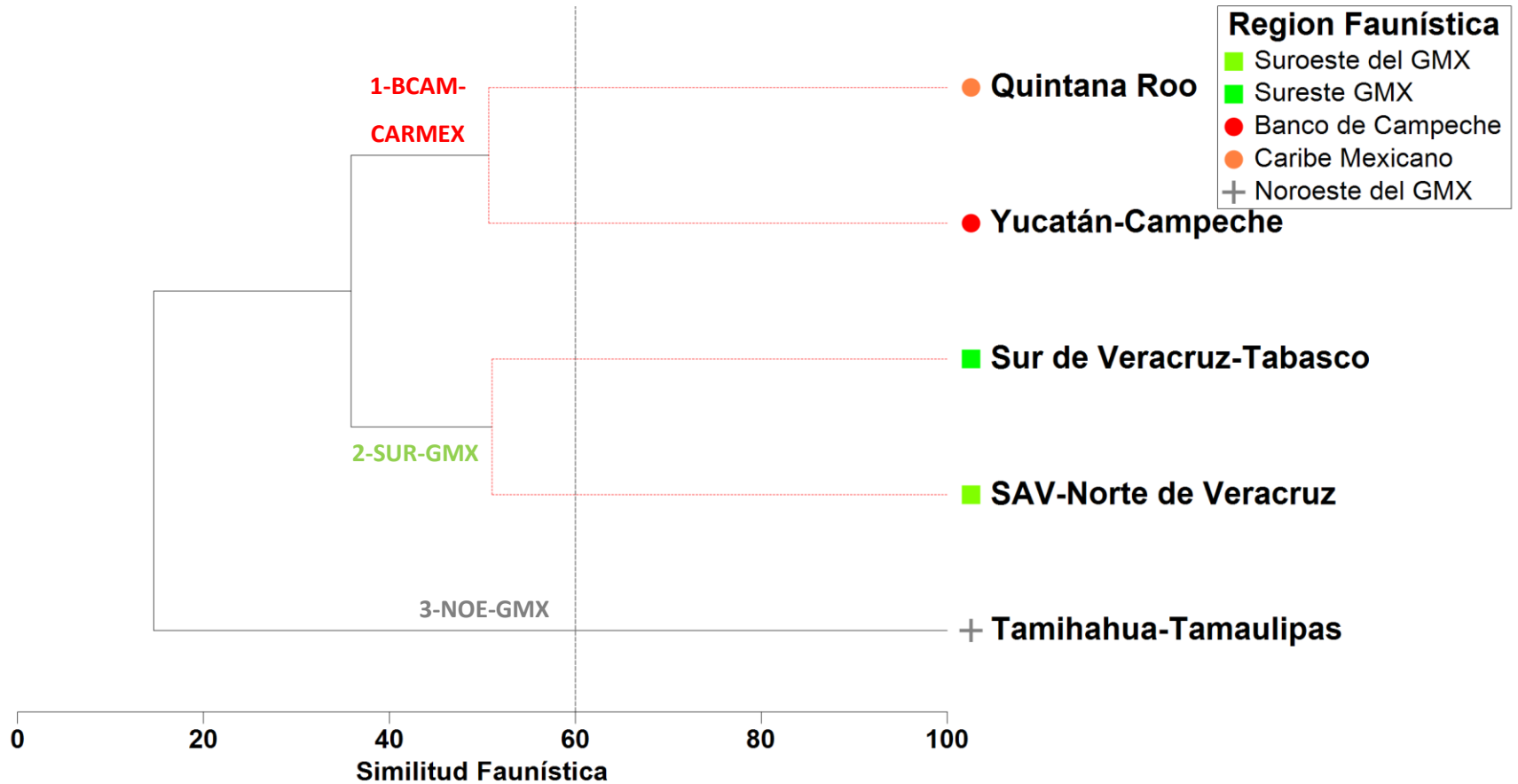


Fig. 55. Regiones Faunísticas encontradas en este trabajo utilizando el coeficiente de asociación de Jaccard para la distribución de camarones carídeos de las aguas de la costa este de México (0-50 m).

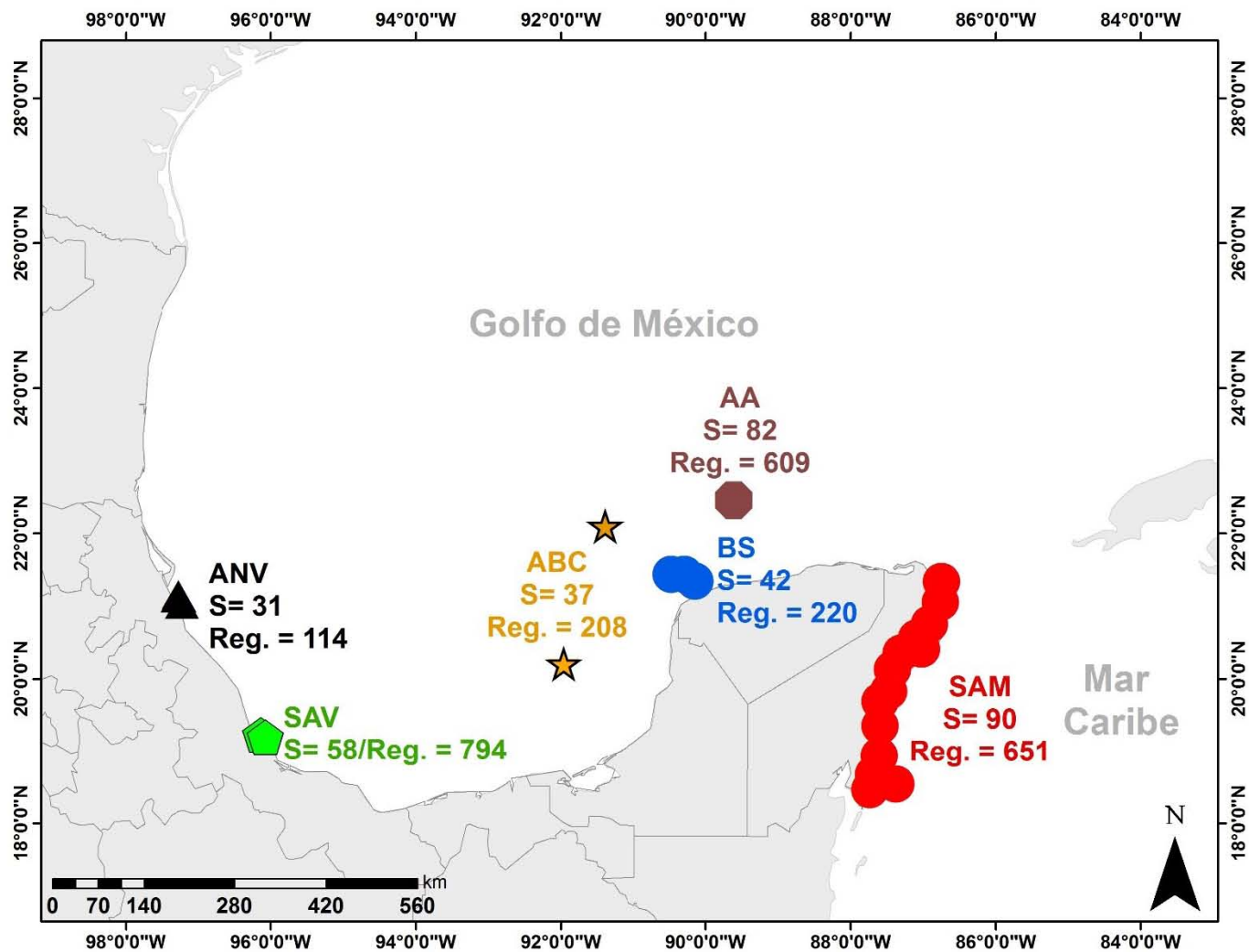


Fig. 55. Riqueza específica de camarones carídeos en los diferentes sistemas arrecifales de la costa este de México. AA (Arrecife Alacranes), ABC (Arrecifes del Banco de Campeche: Cayo Arenas y Cayo Arcas), ANV (Arrecifes del Norte de Veracruz), BS (Bajos de Sisal: Arrecife Sisal, Madagascar y Serpiente), SAM (Sistema Arrecifal Mesoamericano) y SAV (Sistema Arrecifal Veracruzano).

6. DISCUSIÓN

6.1. *Calidad de la base de datos*

Uno de los mayores problemas detectados durante la realización de este trabajo fue tanto la falta de información (bases de datos y publicaciones científicas con una amplia cobertura geográfica representativas de un buen esfuerzo de muestreo) como la calidad de esta (determinaciones taxonómicas correctas y validaciones geográficas precisas). Al igual y como sucede para otros grupos de invertebrados marinos bentónicos (p. ej.: equinodermos, ver: Samyn & Tallon (2005)), para el Infraorden Caridea fue sumamente complicado controlar estos dos parámetros (calidad y cantidad). Esto se debió principalmente a la gran extensión de esta región biogeográfica que abarcó más de 30 países y tres grandes cuencas del Océano Atlántico Occidental Tropical.

La gran discontinuidad en el esfuerzo de muestreo inherente a cada país que comprende esta región fue sumamente evidente. Más del 80 % de la información de incidencias de camarones carídeos provino de países desarrollados como Estados Unidos de América, en donde históricamente ha habido una gran tradición científica para el estudio de su biodiversidad marina y la de zonas geográficas adyacentes (Dana 1852b; Chace 1939b; Holthuis 1951; 1952; Abele 1970; Chace 1972; Williams 1984; Abele & Kim 1986; Felder *et al.* 2009; De Grave & Franssen 2011). A diferencia de países pobremente desarrollados o en vías de desarrollo, donde algunas veces fue sumamente complicado o imposible encontrar información de distribuciones geográficas para este grupo de camarones.

Actualmente esta situación está cambiando gracias en gran medida a los avances en la filogenia molecular que nos han permitido comprender mejor las relaciones evolutivas de este grupo (Bracken *et al.* 2009; Li *et al.* 2011; De Grave *et al.* 2014; 2015; Aznar-Cormano *et al.* 2015), a la publicación de grandes obras de literatura especializada que han tratado de compilar toda la información disponible para este infraorden (De Grave & Franssen 2011) y al desarrollo de grandes repositorios de información geográfica de acceso abierto en la internet (p. ej.: GBIF (2018), OBIS (2018) y WoRMS (2018)) que han facilitado en gran medida la obtención de datos de manera más rápida y en cualquier lugar del mundo donde exista una conexión a internet. Así mismo estos grandes repositorios de datos han permitido el desarrollo de nuevas herramientas tanto en los campos de la biogeografía y la

macroecología, tal es el caso de los modelos de nicho ecológico y áreas de distribución. Sin embargo es necesario señalar que estas herramientas digitales tienen sus limitaciones y es necesario utilizarlas con cautela (Beck *et al.* 2014).

Entre los principales factores que pudimos identificar durante la realización de este trabajo que dificultaron de manera significativa la construcción de la base de datos de distribución estuvieron:

(1) La falta de taxónomos o especialistas y su imposibilidad para validar cientos de registros de distribución (miles para algunos taxa) contenidos en estos repositorios.

(2) El gran desafío que implica seleccionar dichos registros o incidencias especialmente en grupos taxonómicos complejos (especies crípticas y con distribuciones simpátricas) donde gran parte de los datos de distribuciones geográficas pueden estar basados en una mala determinación taxonómica.

(3) El estatus taxonómico de muchos grupos de camarones carídeos aún permanece pobremente resuelto (Bracken *et al.* 2009).

(4) La falta de apoyo gubernamental principalmente en países en vías de desarrollo o poco desarrollados para la generación de inventarios faunísticos regionales, p. ej.: para el caso específico de México no fue sino hasta la década de los 90's que gracias a la creación de la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO), que la nación comenzó a destinar recursos públicos al estudio de la diversidad biológica. A pesar de esto la mayoría se han enfocado al medio terrestre y los fondos asignados muchas veces resultan insuficientes.

(5) La falta de apoyo institucional dentro de muchas universidades públicas cuyas políticas internas limitan el acceso a los acervos científicos o la falta de fondos para la creación de bases de datos de acceso público; para el caso específico de México son pocas las instituciones públicas que poseen grandes acervos científicos y en menor medida disponibles para consulta (p. ej: la UNAM es la única institución que cuenta con un sistema de información de los ejemplares disponibles en sus diferentes colecciones, el sistema UNIBIO: Unidad de Informática para la Biodiversidad, <http://unibio.unam.mx/>).

Caridea Dana, 1852 es un grupo taxonómico dentro de los decápodos sumamente complejo para la realización de estudios biogeográficos de tipo cuantitativo, debido a su gran diversidad y capacidad de adaptación dentro de las comunidades bentónicas marinas. Algunos autores como De Grave & Anker (2017) señalan que realizar un estudio biogeográfico con este grupo aún está lejos de poderse llevar a cabo. La principal razón que ellos puntualizan es la falta de listados faunísticos detallados para muchas localidades dentro del Atlántico Occidental, así mismo argumentan que la resolución taxonómica es la principal limitante para que esto suceda.

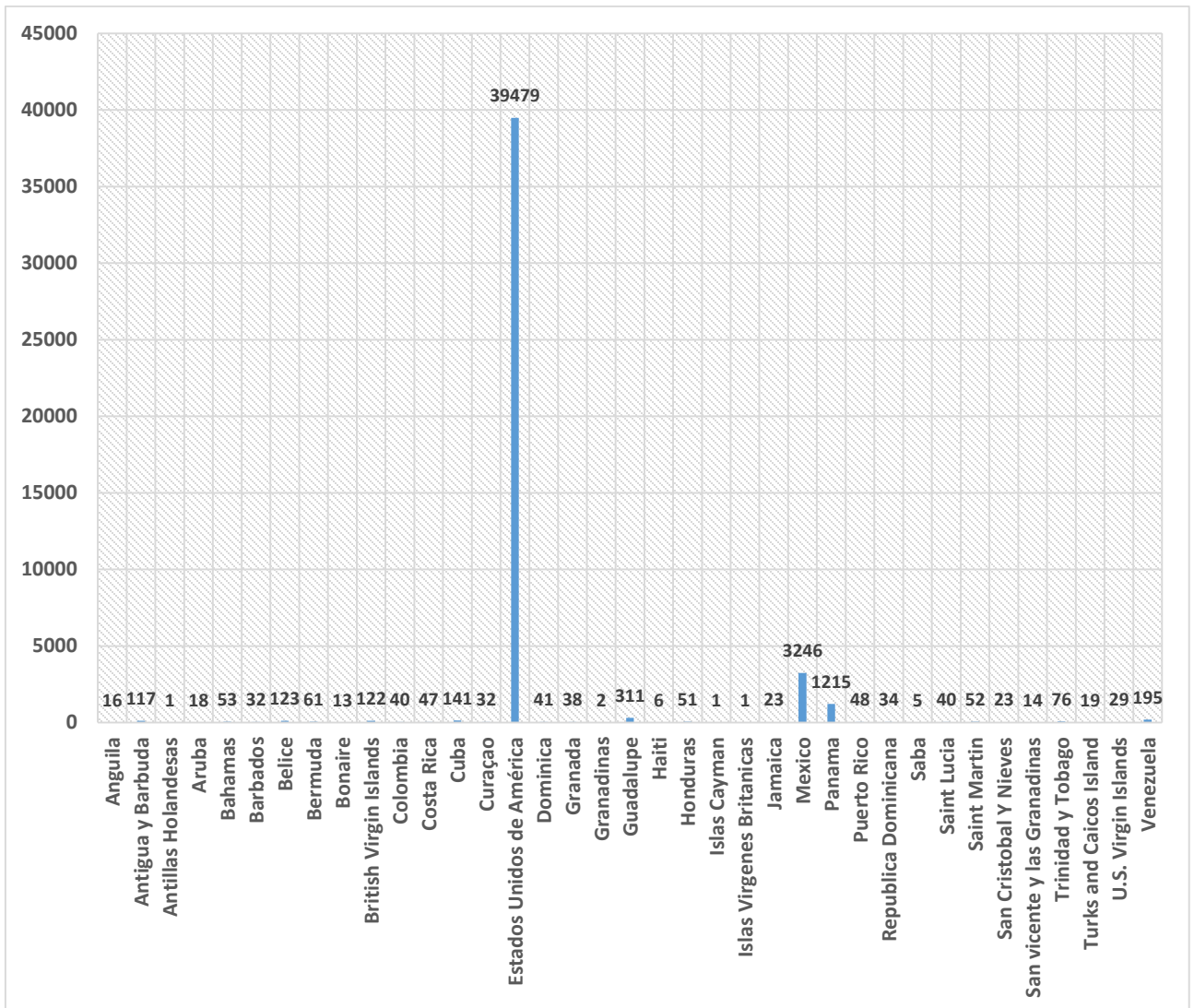


Figura 56. Número de registros de distribución geográfica aportados por cada país que integró el área de estudio de este trabajo.

6.2. Sobre la relación de las áreas geográficas

Como mencioné anteriormente, son numerosos los autores que han intentado establecer las relaciones biogeográficas para las diferentes biotas tanto dentro del Océano Atlántico occidental como a nivel global utilizando diferentes enfoques y herramientas metodológicas (Ekman 1953; Hedgpeth 1957; Briggs 1974; 1995; Spalding *et al.* 2007; Briggs & Bowen 2012; 2013). Es totalmente comprensible que la mayoría de trabajos biogeográficos a grande escala se hayan llevado a cabo con taxones conspicuos como es el caso de los peces especialmente arrecifales, donde se tienen abundantes datos de distribución geográfica (Joyeux *et al.* 2001; Floeter *et al.* 2008; Robertson & Cramer 2009; 2014; Briggs & Bowen 2012; Kulbicki *et al.* 2013; Cowman & Bellwood 2013). Por otro lado existen algunos trabajos que han revisado la biogeografía de algunos grupos de invertebrados marinos a su vez que han propuesto hipótesis biogeográficas de estos mismos (Samyn & Tallon 2005; Petuch 2013), sin embargo la mayor parte de los datos de distribución que utilizaron estos autores estuvieron basados en su propio acervo científico. Es decir que no fue posible realizar estas hipótesis biogeográficas sin que antes dedicaran gran parte de sus carreras científicas al conocimiento de dichos taxones.

De manera general puedo mencionar que durante la realización de este trabajo me percaté que son sumamente escasos los trabajos que han tratado de inferir de manera analítica las relaciones biogeográficas a grande escala de las diferentes biotas de camarones carídeos. Podemos destacar el trabajo de De Grave (2001), quien estableció una hipótesis de las relaciones de áreas de endemismo (análisis cladístico) para la fauna de camarones carídeos de la subfamilia Pontoniinae (actualmente sinonimia menor de Palaemonidae) de la región del Indo-Pacífico, en la cual argumenta la existencia de un patrón de ordenación altamente jerárquico en la relación de estas áreas.

Al igual que De Grave (2001) mis resultados mostraron una estructura jerarquizada similar, develando la existencia de dos grandes provincias o aéreas de endemismo cada una con su propia estructura y componente faunístico único (Provincias: *Tropical* y *Subtropical*). Un aspecto de este trabajo que me gustaría resaltar es que a diferencia de De Grave (2001) u otros autores como Boschi (2000) (grado parcial de endemismo) en este trabajo se tanto de integrar las relaciones que encontré en las áreas de endemismo del Gran Caribe con los

cambios en la composición de especies a lo largo de esta región. Las topologías encontradas tanto con el análisis cladístico (PAE) como con el análisis faunístico (similitud en la composición de especies) fue muy similar. Esto podría proveer evidencia de la existencia de dicho patrón biogeográfico en esta región del Océano Atlántico Occidental.

Las dos grandes provincias que se proponen en este trabajo para la región del Gran Caribe (Tropical y Subtropical) podrían ser explicadas por la combinación de eventos de vicarianza y dispersión, patrón muy similar encontrado por De Grave (2001) para el Indo-Pacífico. Entre los principales eventos vicariantes que han ocurrido a lo largo del tiempo en esta región se pueden destacar los últimos periodos glaciares y el cierre del istmo de Panamá. Estos dos eventos claramente han sido cruciales para moldear la fauna actual de camarones carídeos del Gran Caribe.

El cierre del istmo de Panamá es uno de los eventos de vicarianza más sobresalientes y determinantes para moldear la fauna actual de invertebrados marinos bentónicos de esta región, aislando a las poblaciones de camarones carídeos del Atlántico Occidental con las poblaciones provenientes del Pacífico Oriental Tropical. Un claro ejemplo de esto son las radiaciones adaptativas que han algunos camarones carídeos de la familia Alpheidae (complejo: *Alpheus armillatus*) de ambas costas de Panamá han sufrido, dando origen a nuevas especies a través del tiempo luego del cierre del istmo (ver: Mathews & Anker (2009)).

Como mencioné anteriormente los eventos de glaciación son otro evento vicariante que pudiera tener gran influencia sobre la conformación de la fauna actual de camarones carídeos. Nuestros resultados mostraron que la Provincia Tropical fue la que presentó tanto la mayor cantidad de riqueza de especies como de endemismos a diferencia de las Provincias Subtropical y Distante. Esto está completamente correlacionado con la gran cobertura de Sistemas Arrecifales que presenta esta provincia que pudieron haber servido de refugio para especies basales que posteriormente se pudieron haber dispersado hacia el norte después de la desaparición de los grandes glaciares y el aumento en la temperatura del Océano. Nuestros resultados claramente apoyan la anterior afirmación dado que la Provincia Subtropical presenta un muy bajo nivel de endemismo y comparte gran cantidad de especies con la Provincia Tropical, pudiéndose originar a partir de esta.

6.3. *Limitaciones de este trabajo*

Las limitaciones de este trabajo están asociadas principalmente con el conjunto de datos de distribución geográfica utilizados en este estudio. Si bien trate de tener la mayor cantidad de parámetros calidad para robustecer tanto los análisis faunísticos (coeficientes: Sorensen y Jaccard) como el cladístico (PAE). Esto resultó bastante laborioso, tardado y derivó en gran medida en la pérdida de aproximadamente el 50 % de los registros de distribución disponibles en las bases de datos de acceso abierto principalmente de GBIF y OBIS.

Las obras literarias sobre todo muchas descripciones originales y revisiones taxonómicas importantes del siglo XX (p. ej.: Chace (1972) y Holthuis (1951; 1952)) no estaban apropiadamente georreferenciadas debido a la inexistencia de la tecnología GPS. Debido a esto fue necesario asignar un punto central (centroides) a la posición geográfica aproximada mencionada en la publicación.

La falta de esfuerzo de muestreo, traducida en cantidad de datos para muchas localidades del Mar Caribe, me obligó a considerar utilizar un segundo esquema biogeográfico como OGU de mayor cobertura geográfica el cual fue Spalding *et al.* (2007), pues originalmente había considerado utilizar solamente el esquema de Robertson & Cramer (2014), que representa mejor la heterogeneidad ambiental para esta región. Sin embargo me encontré con muchas zonas geográficas que carecían de información y otras que tenían muy pocos registros de distribución, lo que influenciaba de manera significativa a los coeficientes de similitud que seleccione previamente e iba ocasionar la aparición de topologías inciertas en el análisis cladístico. Otro aspecto importante a considerar y que disminuyó de manera significativa la cantidad de registros de distribución seleccionados para la base de datos fue la poca resolución taxonómica que se tiene para varias familias de camarones carídeos. Pues muchas veces los registros tenían que ser desechados por tratarse de complejos de especies o especies crípticas donde no podía tener la certeza de que realmente se tratara del taxón del que estaba interesado y no de la distribución de varios taxones a su vez.

La falta de datos como la cantidad de ellos para muchas localidades del Gran Caribe, dificulta mucho el análisis de sus patrones biogeográficos, si bien hay herramientas

metodológicas como el uso de OGU's de mayor cobertura geográfica y el uso de algunos coeficientes utilizados en macroecología basados en la β diversidad (Baselga 2010) que nos permiten hacer inferencias sobre la relación de las diferentes áreas de una zona geográfica de nuestro interés. Lo óptimo hubiera sido la homogeneidad en el esfuerzo de muestreo a lo largo de nuestra área de estudio. A pesar de todo lo mencionado anteriormente se logró compilar un conjunto de datos de distribución geográfica con más de 40, 000 registros de camarones carídeos, tratando de maximizar la calidad de la información. Esto podría ser la mayor contribución de este trabajo al conocimiento de los camarones carídeos y sus patrones de distribución en el Océano Atlántico Occidental Tropical.

7. CONCLUSIONES

A lo largo de la realización de este trabajo pudimos notar la importancia que tienen los inventarios faunísticos para el conocimiento de la biodiversidad local y regional. Si bien la situación económica que atraviesan algunos países muchas veces hace casi imposible destinar fondos para realizar esto. Es necesario en la medida de lo posible que las instituciones académicas y gubernamentales destinen recursos o sean capaces de conseguirlos de manera externa.

El acervo científico contenido en las colecciones zoológicas tanto nacionales como regionales es invaluable e irremplazable. Es responsabilidad de todas las instituciones científicas que posean dichos acervos científicos mantenerlas en buen estado y en la medida de su presupuesto poner de manera pública y accesible los datos de los especímenes. En México, al menos para la Costa Este (Golfo de México y Mar Caribe) son pocas las instituciones que ponen de manera pública los datos, tal es el caso de la Colección Nacional de Crustáceos (CNCR) y la Colección de Crustáceos de Yucatán (YUC-CC-11).

La formación y entrenamiento de nuevos taxónomos resulta crucial para cuantificar la diversidad local y regional de cualquier taxón o grupo de taxones. Si bien resultaría imposible que existieran taxónomos expertos en cada país, es importante establecer una red de colaboración entre instituciones científicas para compartir tanto datos como especímenes. En México existe una gran red de colaboración entre carcinólogos de diferentes instituciones;

sin embargo algunas veces la colaboración se vuelve tediosa y complicada por el recelo de algunos investigadores que no permiten el acceso a sus datos y tampoco los publican.

Los grandes repositorios de datos de acceso abierto (GBIF y OBIS) resultan de gran utilidad para acceder a datos de distribución de las especies y poder realizar análisis cuantitativos de sus patrones de distribución a diferentes escalas. Sin embargo es sumamente necesario utilizarlas con mucho cuidado pues mucha de la información no siempre es acertada y de buena calidad, lo que podría derivar en recaer en interpretaciones erróneas de una hipótesis de distribución.

Caridea es un grupo sumamente complicado para tratar de establecer sus patrones biogeográficos. Debido a su gran diversidad (que aún está lejos de conocerse en totalidad) y capacidad de adaptación a diferentes hábitats que los hacen radiar en numerosos “complejos de especies” muy difíciles de determinar taxonómicamente con métodos tradicionales basados en morfología. Esto resulta un gran reto especialmente para gente sin el adecuado entrenamiento. El presente trabajo es el primero en su tipo que ha tratado de establecer de manera cuantitativa utilizando diferentes metodologías los patrones biogeográficos de este grupo de decápodos en la región de más alta diversidad del Atlántico Occidental.

LITERATURA CITADA

- Abele, L.G. (1970) The marine decapod Crustacea of the northeastern Gulf of Mexico. Florida State Univ.
- Abele, L.G. (1991) Comparison of morphological and molecular phylogeny of the Decapoda. *Memoirs of the Queensland Museum* 31, 101–108.
- Abele, L.G. & Felgenhauer, B.E. (1982) Eucarida. In: S. Parker (Ed), *Eucarida*. McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, pp. 294–325.
- Abele, L.G. & Kim, W. (1986) 8 Technical Series *An Illustrated Guide to the Marine Decapod Crustacea of Florida*.
- Adem, J., Mendoza, V.M., Urrutia, E. V. & Gómez, M.A.M. (2009) On the simulation of the sea surface temperature in the Gulf of Mexico using a thermodynamic model. *Atmósfera* 4.
- Alcock, A. (1901) *A descriptive catalogue of the Indian deep-sea Crustacea Decapoda Macrura and Anomala, in the Indian Museum. Being a revised account of the deep-sea species collected by the Royal Indian Marine Survey Ship Investigator*. Calcutta: Trustees of the Indian Museum. iv.
- De Almeida, A.O., Coelho, P.A., Almeida dos Santos, J.T. & Ribeiro Ferraz, N. (2006) Crustáceos decápodos estuarinos de Ilhéus, Bahia, Brasil. *Biota Neotropica* 6, 1–24.
- De Almeida, A.O., Guerrazzi, M.C. & Coelho, P.A. (2007) Stomatopod and decapod crustaceans from Camamu Bay, state of Bahia, Brazil. *Zootaxa* 1553, 1–45.
- Alvarez, F., Iliffe, T.M. & Villalobos, J.L. (2005) New species of the genus *Typhlatya* (Decapoda: Atyidae) from Anchialine Caves in Mexico, The Bahamas, and Honduras. *Journal of Crustacean Biology* 25, 81–94.
- Alvarez, F., Villalobos, J.L., Hendrickx, M.E., Escobar-Briones, E., Rodríguez-Almaraz, G. & Campos, E. (2013) Biodiversidad de crustáceos decápodos (Crustacea: Decapoda) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 84, 208–219.
- Alvarez, F., Villalobos, J.L., Rojas, Y. & Robles, R. (1999) Listas y comentarios sobre los

- crutáceos decápodos de Veracruz, México. *Anales del Instituto de Biología. Serie Zoología* 70, 1–27.
- Alvarez, F., Villalobos, L. & Iliffe, T.M. (2004) A new species of *Agostocaris* (Caridea : Agostocarididae) from Acklins Island, Bahamas. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 117, 382–390.
- Amante, C. & Eakins, B.W. (2009) ETOPO1 1 Arc-Minute Global Relief Model: Procedures, Data Sources and Analysis.
- Andrade, C.A. & Barton, E.D. (2005) The Guajira upwelling system. *Continental Shelf Research* 25, 1003–1022.
- Anker, A. (2007)a) *Alpheus zimmermani* sp. nov., a new colourful snapping shrimp (Crustacea:Decapoda) from the Caribbean Sea. *Cah. Biol. Mar* 48, 241–247.
- Anker, A. (2007)b) New species and records of alpheid shrimps, genera *Salmoneus* Holthuis and *Parabetaeus* Coutiere, from the tropical western Atlantic (Decapoda, Caridea). *Zootaxa* 39, 21–39.
- Anker, A. (2007)c) *Pseudalpheopsis guana* gen. nov., sp. nov.(Crustacea: Decapoda), a new alpheid shrimp from the British Virgin Islands, Caribbean Sea. *Zoological Studies* 46, 428–440.
- Anker, A. (2010)a) A new genus and three new species of alpheid shrimps (Crustacea, Decapoda, Caridea) from the tropical American coasts. 2652, 47–63.
- Anker, A. (2010)b) A new genus and three new species of alpheid shrimps (Crustacea, Decapoda, Caridea) from the tropical American coasts. *Zootaxa* 63, 47–63.
- Anker, A. (2010)c) The shrimp genus *Salmoneus* Holthuis, 1955 (Crustacea, Decapoda, Alpheidae) in the tropical western Atlantic, with description of five new species. *Zootaxa* 205, 177–205.
- Anker, A. (2012) Revision of the western Atlantic members of the *Alpheus armillatus* H. Milne Edwards, 1837 species complex (Decapoda, Alpheidae), with description of seven new species. *Zootaxa* 109, 1–109.

- Anker, A., Ahyong, S.T., Noël, P.Y. & Palmer, A.R. (2006)a Morphological Phylogeny of Alpheid Shrimps: Parallel Preadaptation and the Origin of a Key Morphological Innovation, the Snapping Claw. *Evolution* 60, 2507.
- Anker, A. & Felder, D.L. (2005) Description of *Coutieralpheus setirostris*, new genus, new species, an infaunal alpheid shrimp (Crustacea: Decapoda) from Florida, U.S.A. *Crustacean Research* 34, 40–52.
- Anker, A., Hurt, C. & Knowlton, N. (2007)a Revision of the *Alpheus nuttingi* (Schmitt) species complex (Crustacea: Decapoda: Alpheidae), with description of a new species from the tropical eastern Pacific. *Zootaxa* 60, 41–60.
- Anker, A., Hurt, C. & Knowlton, N. (2007)b Three transisthmian snapping shrimps (Crustacea: Decapoda: Alpheidae: *Alpheus*) associated with innkeeper worms (Echiura: *Thalassematidae*) in Panama. *Zootaxa* 23, 1–23.
- Anker, A., Hurt, C. & Knowlton, N. (2008)a Revision of the *Alpheus cristulifrons* species complex (Crustacea: Decapoda: Alpheidae), with description of a new species from the tropical eastern Atlantic. *Journal of the Marine Biological Association of the UK* 88, 543–562.
- Anker, A., Hurt, C. & Knowlton, N. (2008)b Revision of the *Alpheus formosus* Gibbes, 1850 complex, with redescription of *A. formosus* and description of a new species from the tropical western Atlantic (Crustacea: Decapoda: Alpheidae). *Zootaxa* 1707, 1–22.
- Anker, A., Hurt, C. & Knowlton, N. (2008)c Revision of the *Alpheus websteri* Kingsley, 1880 species complex (Crustacea: Decapoda: Alpheidae), with revalidation of *A. arenensis* (Chace, 1937). 1694, 51–68.
- Anker, A., Jeng, M.S. & Chan, T.Y. (2001) Two unusual species of Alpheidae (Decapoda: Caridea) associated with upogebiid mudshrimps in the mudflats of Taiwan and Vietnam. *Journal of Crustacean Biology* 21, 1049–1061.
- Anker, A. & Marin, I.N. (2007) *Athanas anadactylus* sp. nov., a New Alpheid Shrimp (Crustacea: Decapoda) Associated with Crinoids in the Tropical Western Pacific. *Zoological Studies* 46, 162.

- Anker, A., Pachelle, P.P., De Grave, S. & Hultgren, K.M. (2012) Taxonomic and biological notes on some Atlantic species of the snapping shrimp genus *Synalpheus* Spence Bate, 1888 (Decapoda, Alpheidae). *Zootaxa* 3598, 1–96.
- Anker, A., Tavares, M. & Mendonça, J.B. (2016) Alpheid shrimps (Decapoda: Caridea) of the Trindade & Martin Vaz Archipelago, off Brazil, with new records, description of a new species of *Synalpheus* and remarks on zoogeographical patterns in the oceanic islands of the tropical southern Atlantic. *Zootaxa* 4138, 1–58.
- Anker, A., Vera Caripe, J.A. & Lira, C. (2006b) Description of a new species of commensal alpheid shrimp (Crustacea, Decapoda) from the southern Caribbean Sea. *zoosystema-Paris* 28, 683.
- Armstrong, J.. (1949) New Caridea from the Dominican Republic. *American Museum Novitates*, 1–27.
- Atkinson, L.P. & Menzel, D.W. (1985) Introduction: oceanography of the southeast United States continental shelf. In: *Oceanography of the Southeastern U.S. Continental Shelf.*, pp. 1–9.
- Aznar-Cormano, L., Brisset, J., Chan, T.Y., Corbari, L., Puillandre, N., Utge, J., Zbinden, M., Zuccon, D. & Samadi, S. (2015) An improved taxonomic sampling is a necessary but not sufficient condition for resolving inter-families relationships in Caridean decapods. *Genetica* 143, 195–205.
- Baeza, J.A., Bauer, R.T., Okuno, J. & Thiel, M. (2014) Molecular phylogeny of hinge-beak shrimps (Decapoda: Caridea: Rhynchocinetes and Cinetorhynchus) and allies: A formal test of familiar and generic monophyly using a multilocus phylogeny. *Zoological Journal of the Linnean Society* 172, 426–450.
- Balss, H. (1957) Decapoda. In: H. G. Bronns (Ed), *Klassen und Ordnungen des Tierreichs Fünfter Band 1, Abteilung 7, Buch 12*. Lieferung, Winter, Leipzig/Heidelberg, pp. 1505–1672.
- Bane, J.M. & Brooks, D.A. (1979) Gulf Stream meanders along the Continental Margin from the Florida Straits to Cape Hatteras. *Geophysical Research Letters* 6, 280–282.

- Barba, E. (2012) Faunistic analysis of the caridean shrimps inhabiting seagrasses along the NW coast of the Gulf of Mexico and Caribbean Sea. *Revista de Biología Tropical* 60, 1161–1175.
- Barro, A., Fonseca, E., Ortiz, M. & Lalana, R. (2013) Lista de los crustáceos marinos y estuarinos (Arthropoda, Crustacea) de Boca de Canasí, Mayabeque, Cuba. *Revista Cubana de Ciencias Biológicas, Norte America* 2, 38–42.
- Bartholomew, J.G., Clarke, W.E. & Grimshaw, P.H. (1911) *Atlas of zoogeography*.
- Baselga, A. (2010) Partitioning the turnover and nestedness components of beta diversity. *Global Ecology and Biogeography* 19, 134–143.
- Bauer, R.T. (2004) *Remarkable shrimps. Adaptations and natural history of the caridean shrimps*. Norman: University of Oklahoma Press.
- Beardsley, R.C. & Winant, C.D. (1979) On the Mean Circulation in the Mid-Atlantic Bight. *Journal of Physical Oceanography* 9, 612–619.
- Beck, J., Böller, M., Erhardt, A. & Schwanghart, W. (2014) Spatial bias in the GBIF database and its effect on modeling species' geographic distributions. *Ecological Informatics* 19, 10–15.
- Belanger, C.L., Jablonski, D., Roy, K., Berke, S.K., Krug, a. Z. & Valentine, J.W. (2012) Global environmental predictors of benthic marine biogeographic structure. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109, 14046–14051.
- Bellwood, D.R. & Wainwright, P.C. (2002) The history and biogeography of fishes on coral reefs. In: *Coral reef fishes: dynamics and diversity in a complex ecosystem*. , pp. 5–32.
- Bisconti, M., Landini, W., Bianucci, G., Cantalamessa, G., Carnevale, G., Ragaini, L. & Valleri, G. (2001) Biogeographic relationships of the Galapagos terrestrial biota: parsimony analyses of endemism based on reptiles, land birds and Scalesia land plants. *Journal of Biogeography* 28, 495–510.
- Blanton, J.O. (1981) Ocean currents along a nearshore frontal zone on the continental shelf of the southeastern United States. *Journal of Physical Oceanography* 11, 1627–1637.

- Borradaile, L.A. (1907) On the classification of the decapod crustaceans. *The Annals and Magazine of Natural History, series 7* 19, 457–486.
- Boschi, E.E. (2000) Species of decapod crustaceans and their distribution in the american marine zoogeographic provinces. *Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero* 13, 1–136.
- Bouvier, E.L. (1917) *Crustacés décapodes (Macroures marcheurs) provenant des campagnes des yachts Hironnelle et Princesse-Alice (1885-1915) (Vol. 50)*. Monaco.
- Bracken, H.D. (2008) Phylogeny of the Infraorder Caridea with an Emphasis on the Genus *Alpheus* in the of Mexico and Adjacent Waters (Decapoda: Caridea: Alpheidae). University of Louisiana at Lafayette
- Bracken, H.D., De Grave, S. & Felder, D.L. (2009) Phylogeny of the infraorder Caridea based on mitochondrial and nuclear genes (Crustacea: Decapoda). *Decapod Crustacean Phylogenetics*, 281–305.
- Bracken, H.D., De Grave, S., Toon, A., Felder, D.L. & Crandall, K.A. (2010) Phylogenetic position, systematic status, and divergence time of the Procarididea (Crustacea: Decapoda). *Zoologica Scripta* 39, 198–212.
- Briggs, J.C. (1974) *Marine zoogeography*.
- Briggs, J.C. (1995) *Global biogeography*. Elsevier.
- Briggs, J.C. (2003) Marine centres of origin as evolutionary engines. *Journal of Biogeography* 30, 1–18.
- Briggs, J.C. (2004) Older species: a rejuvenation on coral reefs? *Journal of Biogeography* 31, 525–530.
- Briggs, J.C. & Bowen, B.W. (2012) A realignment of marine biogeographic provinces with particular reference to fish distributions. *Journal of Biogeography* 39, 12–30.
- Briggs, J.C. & Bowen, B.W. (2013) Marine shelf habitat: Biogeography and evolution. *Journal of Biogeography* 40, 1023–1035.
- Brooks, T. (2010) Conservation planning and priorities. *Conservation Biology for All*.

- Burkenroad, M.D. (1963) The evolution of the Eucarida, (Crustacea, Eumalacostraca), in relation to the fossil record. *Tulane Studies in Geology* 2, 3–17.
- Burkenroad, M.D. (1981) The Higher Taxonomy and Evolution of Decapoda (Crustacea). *Transactions of the San Diego Society of Natural History* 19, 251–268.
- Burnham, K.P. & Overton W. S. (1979) Robust estimation of population size when capture probabilities vary among animals. *Ecology* 60, 927–936.
- Burnham, K.P. & Overton W.S. (1978) Estimation of the size of a closed population when capture probabilities vary among animals. *Biometrika* 65, 623–633.
- Calman, W.T. (1909) Decapoda. Crustacea. Part VII. Appendiculata. Third Fascicule Crustacea. In: R. Lankaster (Ed), *A treatise on zoology*. Adam & Charles Black, pp. 253–263.
- Carvacho, A. (1979) Les Crevettea Carides de la mangrove guadeloupenne. *Bulletin of Museum Natural of History Natural ,Paris* 1, 445–470.
- Castro, P. (1971) The Natantian Shrimps (Crustacea, Decapoda) Associated with Invertebrates in Hawaii. *Pacific Science* 25.
- Chace, F.A. (1971) A new shrimp of the genus *Gnathophyllum* (Decapoda, Caridea) from Puerto Rico. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 83, 493–504.
- Chace, F.A. (1972) The shrimps of the Smithsonian-Bredin Caribbean Expeditions with a summary of the West Indian shallow-water species (Crustacea: Decapoda: Natantia). *Smithsonian Contributions to Zoology* 98, 1–179.
- Chace, F.A.J. (1939a) Reports on the scientific results of the first Atlantis Expedition to the West Indies, etc. Preliminary descriptions of one new genus and seventeen new species of decapod and stomatopod Crustacea. *Memorias de la Sociedad Cubana de Historia Natura* 13, 31–54.
- Chace, F.A.J. (1939b) Reports on the scientific results of the first Atlantis expedition to the West Indies, under the joint auspices of the University of Havana and Harvard University. Preliminary descriptions of one new genus and seventeen new species of

- decapod and stomatop. *Memorias de la Sociedad Cubana de Historia Natural* 13, 31–51.
- Chace, F.A.J. (1942) Six new species of decapod and stomatopd crustacea from the Gulf of Mexico. *Proceedings of the New England Zoological Society* 19, 79–92.
- Chace, F.A.J. (1969) A new genus and five new species of shrimps (Decapoda, Palaemonidae, Pontoninae) from the western Atlantic. *New Western Atlantic Shrimps* 16, 251–272.
- Chace, F.A.J. (1992) On the Classification of the Caridea (Decapoda). *Crustaceana* 63, 70–80.
- Chak, S. & Duffy, J.E. (2017) *Crustacean Social Evolution*. ElsevierInc.
- Chao, A. (1984) Non-parametric estimation of the number of classes in a population. *Scandinavian Journal of Statistics* 11, 265–270.
- Chao, A. (1987) Estimating the Population Size for Capture-Recapture Data with Unequal Catchability. *Biometrics* 43, 783.
- Chapuis, L. & Bshary, R. (2010) Signalling by the cleaner shrimp *Periclimenes longicarpus*. *Animal Behaviour* 79, 645–647.
- Chollett, I., Mumby, P.J., Müller-Karger, F.E. & Hu, C. (2012) Physical environments of the Caribbean Sea. *Limnology and Oceanography* 57, 1233–1244.
- Christoffersen, M.L. (1979) Decapod Crustacea: Alpheoidea. *Campagnes de la Calypso au large des côtes Atlantiques de l'Amérique du Sud (1961–1962). I. Résultats Scientifiques de la Campagne de la Calypso, 11*, 297–377.
- Christoffersen, M.L. (1986) Phylogenetic relationships between Oplophoridae, Atyidae, Pasiphaeidae, Alvinocarididae fam. n., Bresiliidae, Psalidopodidae and Disciadidae (Crustacea Caridea Atyoidea). *Boletim de Zoologia* 10, 273–281.
- Christoffersen, M.L. (1987) Phylogenetic relationships of hippolytid genera, with an assignment of new families for the Crangonoidea and Alpheoidea (Crustacea, Decapoda, Caridea). *Cladistics* 3, 348–362.

- Christoffersen, M.L. (1988a) Genealogy and phylogenetic classification of the world Crangonidae (Crustacea, Caridea), with a new species and new records of the south western Atlantic. *Revista nordestina de Biologia* 6, 43–59.
- Christoffersen, M.L. (1988b) Phylogenetic systematics of the Eucarida (Crustacea, Malacostraca). *Revista Brasileira de Zoologia* 5, 325–351.
- Christoffersen, M.L. (1989) Phylogeny and Classification of the Pandaloidea (Crustacea, Caridea). *Cladistics* 5, 259–274.
- Christoffersen, M.L. (1990) A new superfamily classification on the Caridea (Crustacea: Pleocyemata) based on phylogenetic pattern. *Zeitschrift für zoologische Systematik und Evolutionsforschung* 28, 94–106.
- Clarke, K.R. (1993) Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Austral Ecology* 18, 117–143.
- Clarke, K.R. & Gorley, R.N. (2015) PRIMER v7: User Manual/Tutorial. PRIMER-E. , 296pp.
- Clarke, K.R. & Warwick, R.M. (2001) Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation, 2nd edition. *PRIMER-E, Plymouth UK*, 172 p.
- Coates, A.G. & Obando, J.A. (1996) The geologic evolution of the Central American Isthmus. In: J. Jackson, A. F. Budd, and A. G. Coates (Eds), *Evolution and environment in tropical America*. University of Chicago Press, Chicago, pp. 21–56.
- Coddington, J.A. & Scharff, N. (1996) Problems With “Soft” Polytomies. *Cladistics* 12, 139–145.
- Coutière, H. (1908) The Snapping Shrimps (Alpheidae) of the Dry Tortugas, Florida. *Proceedings of the United States National Museum* 37, 485–487.
- Coutière, H. (1909) The american species of snapping shrimps of the genus *Synalpheus*. *Proceedings of the United States National Museum* 36.
- Cowman, P.F. & Bellwood, D.R. (2013) The historical biogeography of coral reef fishes: Global patterns of origination and dispersal. *Journal of Biogeography* 40, 209–224.

- Cox, C.B., Ladle, R. & Moore, P.D. (2016) *Biogeography: an ecological and evolutionary approach*. John Wiley & Sons.
- Criales, M.M. (1984) Shrimps associated with coelenterates, echinoderms, and molluscs in the Santa Marta region, Colombia. *Journal of crustacean biology*, 307–317.
- Crovello, T.J. (1981) Quantitative biogeography: an overview. *Taxon*, 563–575.
- Dana, J.D. (1852a) Conspectus of the Crustacea of the Exploring Expedition under Capt. C. Wilkes, U.S.N. Paguridea, continued, Megalopidea and Macroura. *The American Journal of Science and Arts* series 2, 116–125.
- Dana, J.D. (1852b) *Crustacea. Part I. United States Exploring Expedition. During the years 1838, 1839, 1840, 1841, 1842. Under the command of Charles Wilkes, U.S.N.* C. Sherman, Philadelphi.
- Dana, J.D. (1853) On an isothermal oceanic chart, illustrating the geographical distribution of marine animals. *American Journal of Science*.
- Dardeau, M.R. (1981) *Caridea. Northern Gulf of Mexico Topographic Features Study, Final Report*.
- Dardeau, M.R. (1984) *Synalpheus shrimps* (Crustacea: Decapoda: Alpheidae). I. The Gambarelloides Group, with a Description of a New Species. *Memoirs of the Hourglass Cruises*, 1–125.
- Darwin, C. (1859) *On the origin of the species by natural selection*.
- Dercourt, J., Zonenshain, L.P., Ricou, L.E., Kazmin, V.G., Le Pichon, X., Knipper, A.L., Grandjacquet, C., Sbertshikov, I.M., Geysant, J., Lepvrier, C., Pechersky, D.H., Boulin, J., Sibuet, J.C., Savostin, L.A., Sorokhtin, O., Westphal, M., Bazhenov, M.L., Lauer, J.P. & Biju-Duval, B. (1986) Geological evolution of the tethys belt from the atlantic to the pamirs since the LIAS. *Tectonophysics* 123, 241–315.
- Dice, L.R. (1945) Measures of the amount of ecologic association between species. *Ecology* 26, 297–302.
- Duarte, J., Hermoso-Salazar, M., Anker, A. & Simões, N. (2014) New records of alpheid

- shrimps (Crustacea: Decapoda: Alpheidae) from the southern Gulf of Mexico. *Marine Biodiversity Records* 7, e110.
- Duffy, J.E. (1992)a) Host use patterns and demography in a guild of tropical sponge-dwelling shrimps. *Marine Ecology Progress Series* 90, 127–138.
- Duffy, J.E. (1992)b) Host use patterns and demography in a guild of tropical sponge-dwelling shrimps. *Marine Ecology Progress Series* 90, 127–138.
- Duffy, J.E. (1996) Species boundaries, specialization, and the radiation of sponge-dwelling alpheid shrimp. *Biological Journal of the Linnean Society* 58, 307–324.
- Duffy, J.E. & Macdonald, K.S. (1999) Colony Structure of the Social Snapping Shrimp *Synalpheus filidigitus* in Belize. *Journal of Crustacean Biology* 19, 283.
- Duffy, J.E., Morrison, C.L. & Os, N.R. (2000) Multiple Origins of Eusociality Among Sponge-Dwelling Shrimps (*Synalpheus*). *Evolution* 54, 503–516.
- Ebach, M.C. & Parenti, L.R. (2015) The dichotomy of the modern bioregionalization revival. *Journal of Biogeography* 42, 1801–1808.
- Ekman, S. (1953) *Zoogeography of the sea*. Sidgwick & Jackson, 953, London.
- Ellis, J.T. & Dean, B.J. (2012) Gulf of Mexico processes. *Journal of Coastal Research*, 6–13.
- Engle, V.D. & Summers, J.K. (1999) Latitudinal gradients in benthic community composition in Western Atlantic estuaries. *Journal of Biogeography* 26, 1007–1023.
- FAO (2015) Fisheries and Aquaculture topics. Glossary. Topics Fact Sheet. *FAO Fisheries and Aquaculture Department*.
- Felder, D.L. & Camp, D.K. (2009) 1 *Gulf of Mexico origin, waters, and biota: Biodiversity*. Texas A&M University Press.
- Felder, D.L.D., Álvarez, F., Goy, J.W. & Lemaitre, R. (2009) Decapoda (Crustacea) of the Gulf of Mexico, with comments on the Amphionidacea. *Gulf of Mexico origin, waters, and biota I* 1, 1019–1104.

- Ferreira, A.C. & Sankarankutty, C. (2002) Estuarine carcinofauna (Decapoda) of Rio Grande do Norte, Brazil. *Nauplius* 10, 121–129.
- Floeter, S.R., Rocha, L.A., Robertson, D.R., Joyeux, J.C., Smith-Vaniz, W.F., Wirtz, P., Edwards, A.J., Barreiros, J.P., Ferreira, C.E.L., Gasparini, J.L., Brito, A., Falc n, J.M., Bowen, B.W. & Bernardi, G. (2008) Atlantic reef fish biogeography and evolution. *Journal of Biogeography* 35, 22–47.
- Forbes, E. (1859) *The natural history of the European seas*. Edited and. J. van Voorst (Ed). London.
- Francisco-Ramos, V. & Arias-González, J.E. (2013) Additive Partitioning of Coral Reef Fish Diversity across Hierarchical Spatial Scales throughout the Caribbean. *PLoS ONE* 8.
- Fransen, C.H.J.M. (2002) Taxonomy, phylogeny, historical biogeography, and historical ecology of the genus *Pontonia* Latreille (Crustacea: Decapoda: Caridea: Palaemonidae). *Zoologische Verhandelingen* 336, 1–433.
- Fransen, C.H.J.M. (2006) On Pontoniinae (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) collected from ascidians. *Zoosystema* 28, 713–746.
- Frey, M.A. (2010) The relative importance of geography and ecology in species diversification: Evidence from a tropical marine intertidal snail (*Nerita*). *Journal of Biogeography* 37, 1515–1528.
- Gan, Z., Li, X., Kou, Q., Chan, T., Chu, K. & Huang, H. (2015) Systematic status of the caridean families Gnathophyllidae Dana and Hymenoceridae Ortmann (Crustacea: Decapoda): a further examination based on molecular and morphological data. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology* 33, 149–158.
- GBIF (2018) GBIF: The Global Biodiversity Information Facility (2016).
- Gibbons, M.J., Buecher, E., Thibault-Botha, D. & Helm, R.R. (2010) Patterns in marine hydrozoan richness and biogeography around southern Africa: Implications of life cycle strategy. *Journal of Biogeography* 37, 606–616.
- Gilbert, C.R. (1972) Characteristics of the western Atlantic reef-fish fauna. *Quarterly*

Journal of the Florida Academy of Sciences 35, 130–144.

- Glasby, C.J. & Alvarez, B. (1999) Distribution patterns and biogeographic analysis of Austral Polychaeta (Annelida). *Journal of Biogeography* 26, 507–533.
- De Grave, S. (2001) Biogeography of Indo-Pacific pontoniinae (Crustacea, Decapoda): A PAE analysis. *Journal of Biogeography* 28, 1239–1253.
- De Grave, S. & Anker, A. (2000) A new genus and new species of alpheid shrimp (Crustacea: Decapoda) from Papua New Guinea. *Raffles Bulletin of Zoology* 48, 249–256.
- De Grave, S. & Anker, A. (2017) An annotated checklist of marine caridean and stenopodidean shrimps (Malacostraca: Decapoda) of the Caribbean coast of Panama. *Nauplius* 25, 1–40.
- De Grave, S., Anker, A., Pindar, C., Sandell, J. & Johnson, M.L. (2017) Eleven new records of caridean shrimps from Cuban waters (Decapoda, Caridea). *Crustaceana* 90, 617–624.
- De Grave, S., Cai, Y. & Anker, A. (2008) Global diversity of shrimps (Crustacea: Decapoda: Caridea) in freshwater. In: *Freshwater Animal Diversity Assessment*. Springer, Netherlands, pp. 287–293.
- De Grave, S. & Fransen, C.H.J.M. (2011) Carideorum Catalogus: The Recent Species of the Dendrobranchiate, Stenopodidean, Procarididean and Caridean Shrimps (Crustacea: Decapoda). *Zoologische Mededelingen* 85, 195–588.
- De Grave, S., Fransen, C.H.J.M. & Page, T.J. (2015) Let's be pals again: major systematic changes in Palaemonidae (Crustacea: Decapoda). *PeerJ* 3, e1167.
- De Grave, S., Li, C.P., Tsang, L.M., Chu, K.H. & Chan, T.Y. (2014) Unweaving hippolytoid systematics (Crustacea, Decapoda, Hippolytidae): Resurrection of several families. *Zoologica Scripta* 43, 496–507.
- De Grave, S., Pentcheff, N.D., Ahyong, S.T., Chan, T.-Y., Crandall, K.A., Dworschak, P.C., Felder, D.L., Feldmann, R.M., Fransen, C.H.J.M., Goulding, L.Y.D., Lemaitre, R., Low, M.E.Y., Martin, J.W., Ng, P.K.L., Schweitzer, C.E., Tan, S.H., Tshudy, D. &

- Wetzer, R. (2009) A classification of living and fossil genera of decapod crustaceans. *Raffles Bulletin of Zoology*, 1–109.
- Guisan, A., Tingley, R., Baumgartner, J.B., Naujokaitis-Lewis, I., Sutcliffe, P.R., Tulloch, A.I.T., Regan, T.J., Brotons, L., McDonald-Madden, E., Mantyka-Pringle, C., Martin, T.G., Rhodes, J.R., Maggini, R., Setterfield, S.A., Elith, J., Schwartz, M.W., Wintle, B.A., Broennimann, O., Austin, M., Ferrier, S., Kearney, M.R., Possingham, H.P. & Buckley, Y.M. (2013) Predicting species distributions for conservation decisions. *Ecology Letters* 16, 1424–1435.
- Günther, A.C.L.G. (1880) *An introduction to the study of fishes*. A. and C. Black (Ed).
- Gyory, J., Mariano, A.J. & Ryan, E.H. (2017a) "The Gulf Stream." Ocean Surface Currents. Available from: <http://oceancurrents.rsmas.miami.edu/atlantic/gulf-stream.html>.
- Gyory, J., Mariano, A.J. & Ryan, E.H. (2017b) The Loop Current." Ocean Surface Currents. Available from: <http://oceancurrents.rsmas.miami.edu/caribbean/loop-current.html>.
- Hallam, A. (1994) *An outline of Phanerozoic biogeography*. Oxford University Press, Oxford, UK.
- Hayden, B.P., Ray, G.C. & Dolan, R. (1984) Classification of Coastal and Marine Environments. *Environmental Conservation* 11, 199–207.
- Heard, R.W. (1986) Pontonine shrimps (Decapoda: Caridea: Palaemonidae) of the Northwest Atlantic. I. The genus *Neopontonides* Holthuis, 1951, with the description of *N. chacei*, new species, and the erection of *Pseudopontonides*, new genus, to receive *N. principis* Criales, 19. *Journal of Crustacean Biology* 6, 471–484.
- Hedgpeth, J.W. (1957) Marine biogeography. In: *Treatise on Marine Ecology and Paleoecology*. Geological Society of America Memoirs, pp. 67: 359-382.
- Hermoso-Salazar, M. & Arvizu-Coyotzi, K. (2015) Crustáceos del Sistema Arrecifal Veracruzano. *Aportes al conocimiento del Sistema Arrecifal Veracruzano: hacia el corredor arrecifal del soroeste del Golfo de México*.
- Hernández-Aguilera, J.L., Toral-Almazán, R.E. & Ruiz-Nuño, J.A. (1996) *Especies*

catalogadas de crustaceos estomatopodos y decapodos para el Golfo de México, Rio Bravo, Tamps. A Progreso, Yuc. Conabio, Dirección de Oceanografía, Secretaría de Marina, México.

Hobbs, J.P.A., Jones, G.P., Munday, P.L., Connolly, S.R. & Srinivasan, M. (2012) Biogeography and the structure of coral reef fish communities on isolated islands. *Journal of Biogeography* 39, 130–139.

Holthuis, L.B. (1951) A general revision of the Palaemonidae (Crustacea Decapoda Natantia) of the Americas. I. The subfamilies Euryrhynchinae and Pontoniinae. *Allan Hancock Foundation Publications, Occ. Pap.* 11, 1–332.

Holthuis, L.B. (1952) A general revision of the Palaemonidae (Crustacea Decapoda Natantia) of the Americas. II. The subfamily Palaemoninae. *Allan Hancock Foundation Publications, Occasional Papers* 12, 1–396.

Holthuis, L.B. (1955) The recent genera of the caridean and stenopodidean shrimps (class Crustacea, order Decapoda, supersection Natantia) with keys for their determination. *Zoologische Verhandelingen, Leiden* 26, 1–157.

Holthuis, L.B. (1993) Leiden: Nationaal Natuurhistorisch Museum *The recent genera of the caridean and stenopodidean shrimps (Crustacea, Decapoda): with an appendix on the order Amphionidacea.*

Horká, I., De Grave, S., Fransen, C.H.J.M., Petrusek, A. & Ďuriš, Z. (2016) Multiple host switching events shape the evolution of symbiotic palaemonid shrimps (Crustacea: Decapoda). *Scientific reports* 6, 26486.

HRI (2017) (Harte Research Institute), Gulf of Mexico Studies, Gulf Info. Available from: <https://www.hartheresearchinstitute.org/gulf-info>.

Hultgren, K.M., MacDonald, K.S. & Duffy, J.E. (2010) Sponge-dwelling snapping shrimps of Curaçao, with descriptions of three new species. *Zootaxa* 262, 221–262.

Hurt, C., Anker, A. & Knowlton, N. (2009) A multilocus test of simultaneous divergence across the isthmus of panama using snapping shrimp in the genus *Alpheus*. *Evolution* 63, 514–530.

- IBS (2015) International Biogeography Society.
- Imbach, P., Molina, L., Locatelli, B., Roupsard, O., Ciais, P., Corrales, L. & Mahé, G. (2010) Climatology-based regional modelling of potential vegetation and average annual long-term runoff for Mesoamerica. *Hydrology and Earth System Sciences* 14, 1801–1817.
- Jaccard, P. (1900) "Contribution au problème de l'immigration post-glaciare de la flore alpine. *Bull Soc Vaudoise Sci Nat* 36, 87–130.
- Jaccard, P. (1901) Étude comparative de la distribution florale dans une portion des Alpes et des Jura. *Bull Soc Vaudoise Sci Nat* 37, 547–579.
- Jaccard, P. (1908) Nouvelles recherches sur la distribution floral. *Bull Soc Vaudoise Sci Nat* 44, 223–270.
- Jordan, D.S. (1901) The Fish Fauna of Japan, with Observations on the Geographical Distribution of Fishes. *American Association for the Advancement of Science* 14.
- Joyeux, J.C., Floeter, S.R., Ferreira, C.E.L. & Gasparini, J.L. (2001) Biogeography of tropical reef fishes: The south Atlantic puzzle. *Journal of Biogeography* 28, 831–841.
- Khan, R.N., Becker, J.H., Crowther, A.L. & Lawn, I.D. (2003) Sea anemone host selection by the symbiotic saddled cleaner shrimp *Periclimenes holthuisi*. *Marine and freshwater research* 54, 653–656.
- Knowlton, N. & Keller, B.D. (1983) A new, sibling species of snapping shrimp associated with the Caribbean sea anemone *Bartholomea annulata*. *Bulletin of marine science* 33, 353–362.
- Knowlton, N. & Keller, B.D. (1985) Two More Sibling Species of Alpheid Shrimps Associated with the Caribbean Sea Anemones *Bartholomea annulata* and *Heteractis lucida*. *Bulletin of Marine Science* 37, 893–904.
- Komai, T., Giere, O. & Segonzac, M. (2007) New record of alvinocaridid shrimps (Crustacea: Decapoda: Caridea) from hydrothermal vent fields on the southern Mid-Atlantic Ridge, including a new species of the genus *Opaepele*. *Species diversity: an international journal for taxonomy, systematics, speciation, biogeography, and life*

history research of animals 12, 237–253.

- Komai, T. & Segonzac, M. (2003) Review of the hydrothermal vent shrimp genus *Mirocaris*, redescription of *M. fortunata* and reassessment of the taxonomic status of the family Alvinocarididae (Crustacea: Decapoda: Caridea). *CBM-Cahiers de Biologie Marine* 44, 199–215.
- Kreft, H. & Jetz, W. (2010) A framework for delineating biogeographical regions based on species distributions. *Journal of Biogeography* 37, 2029–2053.
- Kulbicki, M., Parravicini, V., Bellwood, D.R., Arias-González, E., Chabanet, P., Floeter, S.R., Friedlander, A., McPherson, J., Myers, R.E., Vigliola, L. & Mouillot, D. (2013) Global biogeography of reef fishes: A hierarchical quantitative delineation of regions. *PLoS ONE* 8.
- Lagana, G., Giacobbe, S., Bellocco, E., Mannucci, C., Galtieri, A., Ficarra, S., Kotyk, A. & Leuzzi, U. (2007) Lactate and malate dehydrogenase in the fan-shell associated shrimp, *Pontonia pinnophylax* (Otto): Effects of temperature and urea. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 349, 27–34.
- Lee, T.N. & Atkinson, L.P. (1983) Low-frequency current and temperature variability from Gulf Stream frontal eddies and atmospheric forcing along the southeast US outer continental shelf. *Journal of Geophysical Research: Oceans* 88, 4541–4567.
- Lee, T.N., Kourafalou, V., Wang, J.D., Ho, W.J., Blanton, J.O., Atkinson, L. & Pietrafesa, L.J. (1985) Shelf Circulation From Cape Canaveral to Cape Fear During Winter. In: *Oceanography of the Southeastern U.S. Continental Shelf*, pp. 33–62.
- Legendre, P. & Legendre, L. (1998) *20 Numerical ecology*. second Eng. Developments in environmental modelling.
- Lemaitre, R. (1984) Decapod Crustaceans From Cay Sal Bank, Bahamas, With Notes on Their Zoogeographic Affinities. *Journal of Crustacean Biology* 4, 425–447.
- Lennon, J.J., Koleff, P., Greenwood, J.J.D. & Gaston, K.J. (2001) The geographical structure of British bird distributions: Diversity, spatial turnover and scale. *Journal of Animal Ecology* 70, 966–979.

- Li, C.P., De Grave, S., Chan, T.Y., Lei, H.C. & Chu, K.H. (2011) Molecular systematics of caridean shrimps based on five nuclear genes: Implications for superfamily classification. *Zoologischer Anzeiger* 250, 270–279.
- Limbaugh, C., Pederson, H. & Chace, F.A. (1961) Shrimps that clean fishes. *Bulletin of Marine Science* 11, 237–257.
- Lomolino, M. V., Pijanowski, B.C. & Gasc, A. (2015) The silence of biogeography. *Journal of Biogeography* 42, 1187–1196.
- Longhurst, A. (1995) Seasonal cycles of pelagic production and consumption. *Progress in oceanography* 36, 77–167.
- Longhurst, A.R. (1998) *Ecological geography of the sea*. Academic Press, San Diego.
- Longhurst, A.R. (2006) *Ecological Geography of the Sea*. 2nd Editio. Academic Press, San Diego.
- Luiz, O.J., Madin, J.S., Robertson, D.R., Rocha, L. a., Wirtz, P. & Floeter, S.R. (2012) Ecological traits influencing range expansion across large oceanic dispersal barriers: insights from tropical Atlantic reef fishes. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 279, 1033–1040.
- MacDonald, K.S., Hultgren, K. & Duffy, J.E. (2009) The sponge-dwelling snapping shrimps (Crustacea, Decapoda, Alpheidae, Synalpheus) of discovery bay, Jamaica, with descriptions of four new species. *Zootaxa* 57, 1–57.
- Marin, I. (2014) The first record of an association between a pontoniine shrimp (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae: Pontoniinae) and a thalassematid spoon worm (Echiura: Thalassematidae), with the description of a new shrimp species. *Zootaxa* 3847, 557–566.
- Marin, I. & Chan, T.Y. (2014) Deep water echinoid-associated pontoniine shrimp “*Periclimenes hertwigi* Balss, 1913” species group (Crustacea: Decapoda: Caridea: Palaemonidae): species review, description of a new genus and species from Philippines. *Zootaxa* 3835, 301–324.

- Markham, J.C., Donath-Hernandez, F.E., Villalobos, J.L. & Diaz-Barriga, A.C. (1990) Notes on the Shallow-water marine Crustacea of the Caribbean Coast of Quintana Roo, Mexico. *Anales del Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México* 61, 405–446.
- Martin, I.N., Anker, A., Britayev, T.A. & Palmer, A.R. (2005) Symbiosis between the alpheid shrimp, *Athanas ornithorhynchus* Banner and Banner, 1973 (Crustacea: Decapoda), and the brittle star, *Macrophiothrix longipeda* (Lamarck, 1816)(Echinodermata: Ophiuroidea). *Zoological Studies* 44, 234.
- Martin, J.W. & Davis, G.E. (2001) An updated classification of the Recent Crustacea. *Natural History Museum of Los Angeles County, Science Series* 39, 1–124.
- Martínez-Iglesias, J.C. (1986) Los crustáceos decápodos del Golfo de Batabanó. Caridea y Penaeidea. *Poeyana* 321, 1–40.
- Martínez-Iglesias, J.C. & Carvacho, A. (1991) Les Crevettes Carides de Cuba. I. *Prionalpheus gomezi* N. Sp. (Decapoda, Alpheidae), Premier *Prionalpheus* pour L’Ocean Atlantique. *Crustaceana* 60, 84–89.
- Martínez-Iglesias, J.C., Carvacho, A. & Rios, R. (1996) Catalogo de los Carideos Marinos (Crustacea, Decapoda, Caridea) de las Aguas Someras de Cuba. *Avicennia* 4/5, 27–40.
- Martínez-Iglesias, J.C. & García Raso, J.E. (1999) The crustacean decapod communities of three coral reefs from the southwestern Caribbean Sea of Cuba: Species composition, abundance and structure of the communities. *Bulletin of Marine Science* 65, 539–557.
- Martínez-Iglesias, J.C., Gómez, O., Carvacho, A. & Ríos, R. (1993) Nuevos registros de crustáceos decápodos (Crustacea: Decapoda) en la plataforma marina de Cuba. *Avicennia*, 9–13.
- Martínez-Iglesias, J.C., Rios, R. & Carvacho, A. (1997) Las especies del genero *Alpheus* (Decapoda: Alpheidae) de Cuba. *Revista de Biología Tropical* 44, 401–429.
- Martinez-Mayen, M. & Roman-Contreras, R. (2006) A new species of *Periclimenes* Costa , 1844 (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) from the Caribbean coast of Quintana Roo , Mexico , and a key for the “ *iridescens* ” complex. *Proceedings of the Biological*

Society of Washington 119, 32–42.

- Martínez Iglesias, J.C. (2007) Crustaceos decápodos - Filo ARTHROPODA, clase MALACOSTRACA, orden DECAPODA. Lista de especies registradas para Cuba (diciembre de 2006). In: R. Claro (Ed), *La Biodiversidad marina de Cuba*. (CD-ROM), Instituto de Oceanología, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, La Habana, Cuba.
- Mathews, L.M. (2006) Cryptic biodiversity and phylogeographical patterns in a snapping shrimp species complex. *Molecular Ecology* 15, 4049–4063.
- Mathews, L.M. & Anker, A. (2009) Molecular phylogeny reveals extensive ancient and ongoing radiations in a snapping shrimp species complex (Crustacea, Alpheidae, *Alpheus armillatus*). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 50, 268–281.
- McClure, M.R. (2005) Snapping shrimps. In: J. L. Hernández-Aguilera, J. A. Ruiz-Nuño, R. E. Toral-Almazán, and V. Arenas-Fuentes (Eds), *Camarones, Langostas y Cangrejos de la Costa Este de México, Volumen I. Econatura*. CONABIO, México, pp. 119–201.
- Mclaughlin, P.A., Camp, D.K., Angel, M. V, Bousfield, E.L., Brusca, R.C., Cadien, D., Cohen, A.C., Conlan, K., Eldredge, L.G., Felder, D.L., Goy, J.W., Haney, T., Hann, B., Heard, R.W., Hendrycks, E.A., Holsinger, J.R., Kensley, B., Laubitz, D.R., Hobbs, H.H., Lecroy, S.E., Lemaitre, R., Maddocks, R.F., Martin, J.W., Mikkelsen, P., Nelson, E., Newman, W.A., Overstreet, R.M., Poly, W.J., Price, W.W., Reid, J.W., Robertson, A., Rogers, D.C., Ross, A., Schotte, M., Schram, F.R., Shih, C., Watling, L. & Wilson, G.D.F. (2005) Crustaceans. In: *Common and Scientific Names of Aquatic Invertebrates from the United States and Canada*.
- Monte-Luna, P., Villalobos, H. & Arreguín-Sánchez, F. (2015) Variability of sea surface temperature in the southwestern Gulf of Mexico. *Continental Shelf Research* 102, 73–79.
- Moretzsohn, F., Chávez, J.A.S. & Tunnell, J.W. (2012) Flower Garden Banks. Available from:
<https://web.archive.org/web/20120125120635/http://www.gulfbase.org/reef/view.php?rid=fgb1>.

- Morrison, C.L., Ríos, R. & Duffy, J.E. (2004) Phylogenetic evidence for an ancient rapid radiation of Caribbean sponge-dwelling snapping shrimps (*Synalpheus*). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 30, 563–581.
- Morrone, J.J. (2014) Parsimony analysis of endemism (PAE) revisited. *Journal of Biogeography* 41, 842–854.
- Morrone, J.J. & Escalante, T. (2009) *Diccionario de biogeografía. Las prensas de Ciencias*. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Mexico City.
- Morrone, J.J., Organista, D.E., Zúñiga, C.A. & Bousquets, J.L. (1999) Preliminary classification of the Mexican biogeographic provinces: a parsimony analysis of endemism based on plant, insect, and bird taxa. *The Southwestern Naturalist* 44, 507–514.
- Müller-Karger, F.E., McClain, C.R., Fisher, T.R., Esaias, W.E. & Varela, R. (1989) Pigment distribution in the Caribbean sea: Observations from space. *Progress in Oceanography* 23, 23–64.
- Muller-Karger, F.E., Smith, J.P., Werner, S., Chen, R., Roffer, M., Liu, Y., Muhling, B., Lindo-Atichati, D., Lamkin, J., Cerdeira-Estrada, S. & Enfield, D.B. (2015) Natural variability of surface oceanographic conditions in the offshore Gulf of Mexico. *Progress in Oceanography* 134, 54–76.
- Murphy, S.J. & Hurlburt, H.E. (1999) The connectivity of eddy variability in the Caribbean Sea , the Gulf of Mexico , and the ... Page 1 of 1 AGU : Journal of Geophysical Research , Oceans The connectivity of eddy variability in the Caribbean Sea , the Gulf of Mexico , and the Atlantic Ocean. *Journal of Geophysical Research: Oceans* 104, 1431–1453.
- Nixon, K.C. (2002) WinClada ver. 1.00. 08.
- Nizinski, M.S. (2003) Annotated checklist of decapod crustaceans of Atlantic coastal and continental shelf waters of the United States. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 116, 96–157.
- NOAA (2002) The State of Coral Reef Ecosystems of the United States and Pacific Freely Associated States.

- NOAA (2017) Flower Garden Banks. Available from: <https://flowergarden.noaa.gov/>.
- OBIS (2015) Distribution records of Alpheidae Rafinesque, 1815 [Dataset] (Available: Ocean Biogeographic Information System. Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO).
- OBIS (2018) OBIS: Ocean Biogeographic Information System. Available from: <http://iobis.org/>.
- Okuno, J. (1996) *Cinetorhynchus manningi*, a new shrimp (Crustacea: Decapoda: Caridea: Rhynchocinetidae) from the western Atlantic. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 109, 725–730.
- Oliveira Soledade, G. & Almeida, A.O. (2013) Snapping shrimps of the genus *Alpheus fabricius*, 1798 from Brazil (Caridea: Alpheidae): updated checklist and key for identification. *Nauplius* 21, 89–122.
- Ortiz-Karpf, A., Hodgson, D.M., Jackson, C.A.L. & McCaffrey, W.D. (2017) Influence of Seabed Morphology and Substrate Composition On Mass-Transport Flow Processes and Pathways: Insights From the Magdalena Fan, Offshore Colombia. *Journal of Sedimentary Research* 87, 189–209.
- Ortiz, M., Lalana, R. & Claus, E. (2006) Crustáceos no Decápodos - Filo ARTHROPODA , Sub-filo CRUSTA C Lista de especies registradas en Cuba (octubre de 2006).
- Ortiz, M., Varela, C. & Lalana, R. (2014) Segunda adición a la lista de los crustáceos (Arthropoda: Crustacea) de aguas cubanas. *Revista de Investigaciones Marinas* 34, 121–131.
- Ortmann, A.. (1890) Die Unterordnung Natantia Boas: Die Decapoden-Krebse des Strassburger Museums, mit besonderer Berücksichtigung der von Herrn Dr. Döderlein bei Japan und bei den Liu-Kiu-Inseln gesammelten und z. Z. im Strassburger Museum aufbewahrten Formen. I. *Zoologische Jahrbücher. Abteilung für Systematik, Geographie und Biologie der Thiere* 5, 437–542.
- Ortmann, A.E. (1896) *Grundzüge der marinen Tiergeographie*. G. Fischer (Ed).

- Pachelle, P.P.G., Paiva, S. V., Oliveira Filho, R.R. & Anker, A. (2012) The ascidian-associated shrimp *Ascidonia miserabilis* (Caridea: Palaemonidae): first record for Brazil and additional records for the Caribbean Sea. *Marine Biodiversity Records* 5, e83.
- Palmer, M.W. (1991) Estimating species richness: The second-order jackknife reconsidered. *Ecology* 72, 1512–1513.
- Perez-Gelabert, D.E. (2008) Arthropods of Hispaniola (Dominican Republic and Haiti): a checklist and bibliography. *Zootaxa* 530.
- Petuch, E.J. (2013) *Biogeography and biodiversity of western Atlantic mollusks*. CRC Press.
- Pietrafesa, L.J., Janowitz, G.S. & Wittman, P.A. (1985) Physical Oceanographic Processes in the Carolina Capes. In: *Oceanography of the Southeastern U.S. Continental Shelf* , pp. 23–32.
- Porter, J.W. & Porter, K.G. (2002) *The Everglades, Florida Bay, and Coral Reefs of the Florida Keys, An Ecosystem Sourcebook*. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Porter, M.L., Pérez-Losada, M. & Crandall, K.A. (2005) Model-based multi-locus estimation of decapod phylogeny and divergence times. *Molecular phylogenetics and evolution* 37, 355–369.
- Posadas, P. & Miranda-Esquível, D.R. (1999) El PAE (Parsimony Analysis of Endemicity) como una herramienta en la evaluación de la biodiversidad The PAE (Parsimony Analysis of Endemicity) as a tool for biodiversity evaluation. *Revista Chilena de Historia Natural* 72, 539–546.
- Primo, C. & Vazquez, E. (2004) Zoogeography of the southern African ascidian fauna. *Journal of Biogeography* 31, 1987–2009.
- Randall, J.E. (1968) *Caribbean reef fishes*. TFH publications, Neptune City.
- Randall, J.E., Lobel, P.S. & Kennedy, C.W. (2005) Comparative ecology of the gobies *Nes longus* and *Ctenogobius saepepallens*, both symbiotic with the snapping shrimp *Alpheus floridanus*. *Environmental Biology of Fishes* 74, 119–127.
- Rankin, W.M. (1900) The Crustacea of the Bermuda Island. *Anales of New York Academy of*

Sciences 12, 521–548.

- Ray, J.P. (1974) A study of the coral reef crustaceans (Decapoda and Stomatopoda) of two Gulf of Mexico reef systems: West Flower Garden, Texas and Isla de Lobos, Veracruz, Mexico. Doctoral dissertation, Texas A&M University
- Regier, J.C., Shultz, J.W., Zwick, A., Hussey, A., Ball, B., Wetzler, R., Martin, J.W. & Cunningham, C.W. (2010) Arthropod relationships revealed by phylogenomic analysis of nuclear protein-coding sequences. *Nature* 463, 1079–1083.
- Restrepo, J.D., Zapata, P., Díaz, J.M., Garzón-Ferreira, J. & García, C.B. (2006) Fluvial fluxes into the Caribbean Sea and their impact on coastal ecosystems: The Magdalena River, Colombia. *Global and Planetary Change* 50, 33–49.
- Rhyne, A.L. & Lin, J. (2006) A western Atlantic peppermint shrimp complex: Redescription of *Lysmata wurdemanni*, description of four new species, and remarks on *Lysmata rathbunae* (Crustacea: Decapoda: Hippolytidae). *Bulletin of Marine Science* 79, 165–204.
- Richardson, A.J. & Cook, R.A. (2006) Habitat use by caridean shrimps in lowland rivers. *Marine and freshwater research* 57, 695–701.
- Richardson, P.L. (2005) Caribbean Current and eddies as observed by surface drifters. *Deep-Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* 52, 429–463.
- Rios, R. & Duffy, J.E. (2007) 1602 Zootaxa *A review of the sponge-dwelling snapping shrimp from Carrie Bow Cay, Belize, with description of Zuzalpheus, new genus, and six new species (Crustacea; Decapoda: Alpheidae)*. First. R. Rios and J. E. Duffy (Eds). Magnolia Press, Belize.
- Robertson, D.R. & Cramer, K.L. (2009) Shore fishes and biogeographic subdivisions of the Tropical Eastern Pacific. *Marine Ecology Progress Series* 380, 1–17.
- Robertson, D.R. & Cramer, K.L. (2014) Defining and dividing the Greater Caribbean: Insights from the biogeography of shorefishes. *PLoS ONE* 9.
- Robertson, R. & Van Tassell, J. (2015) Shorefishes of the Greater Caribbean: online

- information system. *Version 1.0 Smithsonian Tropical Research Institute, Balboa, Panamá.*
- Rocha, L.A. (2003) Patterns of distribution and precess of speciation in Brazilian reef fishes. *Journal of Biogeography* 30, 1161–1171.
- Rocha, L.A., Bass, A.L., Robertson, D.R. & Bowen, B.W. (2002) Adult habitat preferences, larval dispersal, and the comparative phylogeography of three Atlantic surgeonfishes (Teleostei: Acanthuridae). *Molecular Ecology* 11, 243–252.
- Roman-Contreras, R. & Martinez-Mayen, M. (2009) Shallow water hippolytid shrimps (Crustacea: Decapoda: Caridea) from the Mexican Caribbean coast. *Hidrobiologica* 19, 119–128.
- Roman-Contreras, R. & Martinez-Mayen, M. (2010) Notes on some alpheid shrimps (Decapoda: Caridea) of *Thalassia testudinum* meadows, from the Central-Southern Mexican Caribbean. *Hidrobiológica* 20, 222–229.
- Rosa, R., Lopes, A.R., Pimentel, M., Faleiro, F., Baptista, M., Trübenbach, K., Narciso, L., Dionísio, G., Pegado, M.R., Repolho, T., Calado, R. & Diniz, M. (2014) Ocean cleaning stations under a changing climate: biological responses of tropical and temperate fish-cleaner shrimp to global warming. *Global change biology* 20, 3068–3079.
- Rosen, B.R. (1984) Reef coral biogeography and climate through the late Cainozoic: just islands in the sun or a critical pattern of islands? *Geological journal. Special issue* 11, 201–262.
- Rosen, B.R. (1985) Long-term geographical controls on regional diversity. *The Open University Geological Society Journal* 6, 25–30.
- Rosen, B.R. (1988a) From fossils to earth history: applied historical biogeography. In: *Analytical biogeography*. Springer, Dordrecht, pp. 437–481.
- Rosen, B.R. (1988b) Progress, problems and patterns in the biogeography of reef corals and other tropical marine organisms. *Helgoländer Meeresuntersuchungen* 42, 269–301.
- Rosen, B.R. (1992) Empiricism and the biogeographical black box: concepts and methods in

- marine palaeobiogeography. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 92, 171–205.
- Rueda-Roa, D.T. & Muller-Karger, F.E. (2013) The southern Caribbean upwelling system: Sea surface temperature, wind forcing and chlorophyll concentration patterns. *Deep-Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers* 78, 102–114.
- Salthe, S.N. (1985) *Evolving Hierarchical Systems: Their Structure and Representation*. Columbia University Press, New York.
- Samyn, Y. & Tallon, I. (2005) Zoogeography of the shallow-water holothuroids of the western Indian Ocean. *Journal of Biogeography* 32, 1523–1538.
- Santana-moreno, L.D., Grave, S. De & Simões, N. (2013) New records of caridean shrimps (Decapoda : Caridea) from shallow water along the northern Yucatan peninsula coasts of México. *Nauplius* 21, 225–238.
- Santana-Moreno, L.D., Rojas-González, R.I. & Wakida-Kusunoki, A.T. (2016) First record of *Ambidexter symmetricus* (Decapoda: Caridea: Processidae) from the Yucatán Peninsula. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 87, 1138–1140.
- Shank, T.M., Black, M.B., Halanych, K.M., Lutz, R.A. & Vrijenhoek, R.C. (1999) Miocene radiation of deep-sea hydrothermal vent shrimp (Caridea: Bresiliidae): evidence from mitochondrial cytochrome oxidase subunit I. *Molecular phylogenetics and evolution* 13, 244–254.
- Sherman, K., Sissenwine, M., Christensen, V., Duda, A., Hempel, G., Ibe, C., Levin, S., Lluch-Belda, D., Matishov, G., McGlade, J., O Toole, M., Seitzinger, S., Serra, R., Skjoldal, H.R., Tang, Q., Thulin, J., Vandeweerdt, V. & Zwanenburg, K. (2005) A global movement toward an ecosystem approach to management of marine resources. *Marine Ecology-Progress Series* 300, 275–279.
- Silva, J.M.C.D. & Oren, D.C. (1996) Application of parsimony analysis of endemism in Amazonian biogeography: an example with primates. *Biological Journal of the Linnean Society* 59, 427–437.
- Simões Ferreira, R., Ramos Vieira, R.R. & D’Incao, F. (2010) The marine and estuarine

- shrimps of the Palaemoninae (Crustacea: Decapoda: Caridea) from Brazil. *Zootaxa* 2606, 1–24.
- Smith, C.L. (1997) *Tropical marine fishes of the Caribbean, the Gulf of Mexico, Florida, the Bahamas, and Bermuda*. A. Knopf, Inc., New York.
- Smith, E.P. & Van Belle, G. (1984) Nonparametric estimation of species richness. *Biometrics* 40, 119–129.
- Smith, M.L., Carpenter, K.E. & Waller, R.W. (2002) An introduction to the oceanography, geology, biogeography, and fisheries of the tropical and subtropical western central Atlantic. In: C. K.E. (Ed), *The living marine resources of the western central Atlantic*. FAO species identification guide for fishery purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication No. 5, Rome, pp. 1–23.
- Sørensen, T. (1948) A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. *Biol. Skr.* 5, 1–34.
- Souza Santos, P., Oliveira Soledade, G. & Almeida, A.O. (2012) Decapod crustaceans on dead coral from reef areas on the coast of Bahia, Brazil. *Nauplius* 20, 145–169.
- Spalding, M.D., Fox, H.E., Allen, G.R., Davidson, N., Ferdaña, Z. a., Finlayson, M., Halpern, B.S., Jorge, M. a., Lombana, A., Lourie, S. a., Martin, K.D., Mcmanus, E., Molnar, J., Recchia, C. a. & Robertson, J. (2007) Marine Ecoregions of the World: A Bioregionalization of Coastal and Shelf Areas. *BioScience* 57, 573.
- Spotte, S. (1998) “Cleaner” shrimps? *Helgoländer Meeresuntersuchungen* 52, 59–64.
- Spotte, S., Heard Jr, R.W. & Bubucis, P.M. (1994) Pontoniine Shrimps (Decapoda: Caridea: Palaemonidae) of the Northwest Atlantic. IV. *Periclimenes anthipathophilus* new species, a black coral associate from the turks and Caicos Islands and Eastern Honduras. *Bulletin of Marine Science* 55, 212–227.
- Stanley, S.M. (1986) Anatomy of a regional mass extinction: Plio-Pleistocene decimation of the western Atlantic bivalve fauna. *Palaios*, 17–36.

- Sterrer, W. (1986) *Marine flora and fauna of Bermuda*.
- Sturges, W. & Leben, R. (2000) Frequency of Ring Separations from the Loop Current in the Gulf of Mexico: A Revised Estimate. *Journal of Physical Oceanography* 30, 1814–1819.
- Thompson, A.R. (2004) Habitat and mutualism affect the distribution and abundance of a shrimp-associated goby. *Marine and freshwater research* 55, 105–113.
- Thompson, J.R. (1967) Comments on phylogeny of section Caridea (Decapoda: Natantia) and the phylogenetic importance of the Oplophoroidea. *Proceedings of Symposium on Crustacea, Part 1*, 314–326.
- Valentine, J.W. (1973) *Evolutionary Paleocology of the Marine Biosphere*. Prentice-Hall, New Jersey.
- Vassallo, A., Dávila, Y., Luviano, N., Deneb-Amozurrutia, S., Vital, X.G., Conejeros, C.A., Vázquez, L. & Álvarez, F. (2014) Inventario de invertebrados de la zona rocosa intermareal de Montepío, Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85, 349–362.
- Vermeij, G.J. (1978) *Biogeography and adaptation: patterns of marine life*. Harvard University Press.
- Vieira, R.R.R., Ferreira, R.S. & D’Incao, F. (2012) Pontoniinae (Crustacea: Decapoda: Caridea) from Brazil with taxonomic key. *Zootaxa* 3149, 1–38.
- Vilchis, M.I. & Dreckmann, K.M. (2018) Patrones de distribución de las grandes macroalgas en el golfo de México y el Caribe mexicano : una contribución a la biología de la conservación. 89, 183–192.
- Weber, A. & Blanton, J.O. (1980) Montly mean wind fields for the south Atlantic bight. *Journal of Physical Oceanography* 10, 1256–1263.
- Wehrtmann, I.S. & Cortés, J. (2009) Marine Biodiversity of Costa Rica, Central America *Marine Biodiversity of Costa Rica, Central America*. Available from: <http://www.springerlink.com/content/j586k1u737675946/>.

- Whittaker, R.J. (1988) *Island biogeography: ecology, evolution, and conservation*. Oxford University Press, Oxford.
- Whittaker, R.J., Araujo, M.B., Jepson, P., Ladle, R.J., Watson, J.E.M. & Willis, K.J. (2005) Conservation biogeography: assessment and prospect. *Diversity and Distributions* 11, 3–23.
- Whittaker, R.J., Triantis, K. a. & Ladle, R.J. (2008) A general dynamic theory of oceanic island biogeography. *Journal of Biogeography* 35, 977–994.
- Wicksten, M.K. (1995) Associations of fishes and their cleaners on coral reefs of Bonaire, Netherlands Antilles. *Copeia* 477–481.
- Wicksten, M.K. (2005)a) Decapod crustaceans of the Flower Gardens Banks National Marine Sanctuary. *Gulf of Mexico Science* 23, 30–37.
- Wicksten, M.K. (2005)b) Hippolytid shrimps. In: J. L. Hernández-Aguilera, J. A. Ruiz-Nuño, R. E. Toral-Almazán, and V. Arenas-Fuentes (Eds), *Camarones, Langostas y Cangrejos de la Costa Este de México*. Econatura-CONABIO, México, D.F., pp. 99–119.
- Wicksten, M.K. (2005)c) Palaemonid shrimps. In: J. L. Hernández-Aguilera, J. A. Ruiz-Nuño, R. E. Toral-Almazán, and V. Arenas-Fuentes (Eds), *Camarones, Langostas y Cangrejos de la Costa Este de México*. Econatura-CONABIO, México, D.F., pp. 67–97.
- Wicksten, M.K. & Hendrickx, M.E. (1992) Checklist of penaeoid and caridean shrimps (Decapoda: Penaeoidea, Caridea) from the eastern tropical Pacific. *Proc. of the San Diego soc. of natural history*.
- Wicksten, M.K. & Hendrickx, M.E. (2003) An updated checklist of benthic marine and brackish water shrimps (Decapoda: Penaeoidea, Stenopodidea, Caridea) from the Eastern Tropical Pacific. *Contributions to the study of east Pacific crustaceans* 2, 49–76.
- Wicksten, M.K. & Packard, J.M. (2005) A qualitative zoogeographic analysis of decapod crustaceans of the continental slopes and abyssal plain of the Gulf of Mexico. *Deep-Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers* 52, 1745–1765.

- Wilkinson, T., Wiken, E., Creel, J., Hourigan, T., Agardy, T., Herrmann, H., Janishevski, L., Madden, C., Morgan, L. & Padilla, M. (2009) 57 *BioScience Marine Ecoregions of North America*. Available from: <http://www.jstor.org/stable/4501882>.
- Williams, A.B. (1984) *Shrimps, lobsters, and crabs of the Atlantic coast of the eastern United States, Maine to Florida*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- WoRMS (2018) World Register of Marine Species: WoRMS. Available from: <http://www.marinespecies.org/>.
- Yáñez-Arancibia, A., Day, J.W. & Currie-Alder, B. (2009) Functioning of the Grijalva-Usumacinta River Delta, Mexico: Challenges for Coastal Management. *Ocean Yearbook* 23, 479–507.
- Zamborlini Saiter, F., Brown, J.L., Thomas, W.W., de Oliveira-Filho, A.T. & Carnaval, A.C. (2016) Environmental correlates of floristic regions and plant turnover in the Atlantic Forest hotspot. *Journal of Biogeography* 43, 2322–2331.

ANEXOS

Anexo 1. Ejemplo del formato de la Base de datos de distribución de los camarones carídeos de la región biogeográfica del Gran Caribe y aguas adyacentes

Latitud	Longitud	GeoVahlida	Familia	Especie	Autoridad	B. de Datos	Original	Bibliografía	No. Catalogo	Colector	Val. Tax	Localidad	
22.226389	-97.833333	Si	Palaemonidae	Macrobrachium acanthurus	(Wiegmann, 1836)	Literatura	Hernandez-Aguilera et. al., (1996)	Hernandez-Aguilera, J. L., Toral Almazán, R. E., & Ruiz Nuñez, J. A. (1996). Especies catalogadas de crustáceos estomatópodos y decápodos para el Golfo de México, Río Bravo, Tamps. a Progreso, Yuc. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de	SMIO M-00312	Roberto Páez, Andrés Reséndez y Silvia Toral	S/D	Desembocadura del Río Panuco	
22.226389	-97.833333	Si	Palaemonidae	Macrobrachium acanthurus	(Wiegmann, 1836)	Literatura	Hernandez-Aguilera et. al., (1996)	Hernández-Aguilera, J. L., Toral Almazán, R. E., & Ruiz Nuñez, J. A. (1996). Especies catalogadas de crustáceos estomatópodos y decápodos para el Golfo de México, Río Bravo, Tamps. a Progreso, Yuc. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de	SMIO M-00398	Roberto Páez, Andrés Reséndez y Silvia Toral	S/D	Desembocadura del Río Panuco	
22.226389	-97.833333	Si	Palaemonidae	Macrobrachium acanthurus	(Wiegmann, 1836)	Literatura	Hernandez-Aguilera et. al., (1996)	Hernández-Aguilera, J. L., Toral Almazán, R. E., & Ruiz Nuñez, J. A. (1996). Especies catalogadas de crustáceos estomatópodos y decápodos para el Golfo de México, Río Bravo, Tamps. a Progreso, Yuc. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de	SMIO M-00381	Andrés Reséndez y Silvia Toral	S/D	Desembocadura del Río Panuco	
24.415444	-97.827778	Si	Hippolytidae	Tozeuma carolinense	Kingsley, 1878	FCB-UANL	FCB-UANL	No	UANL -FCB-C20-7903	V. Ortega-Vidales	S/D	Boca Sirena	
22.27995872	-97.79373169	Si	Processidae	Ambidexter symmetricus	Manning & Chace, 1971	OBIS	Biodiversity of the Gulf of Mexico Database (BioGoMx)	Felder, D. L., F. ?lvarez, J. W. Goy, and R. Lemaitre. 2009. Decapoda (Crustacea) of the Gulf of Mexico, with Comments on the Amphionidacea, Pp. 1019-1104. Felder, D.L. and D.K. Camp (eds.), Gulf of Mexico-Origins, Waters, and Biota. Biodiversity. Texas A	S/D	S/D	S/D	Fuera de Tampico	
22.27995872	-97.79373169	Si	Processidae	Processa bermudensis	(Rankin, 1900)	OBIS	Biodiversity of the Gulf of Mexico Database (BioGoMx)	Felder, D. L., F. ?lvarez, J. W. Goy, and R. Lemaitre. 2009. Decapoda (Crustacea) of the Gulf of Mexico, with Comments on the Amphionidacea, Pp. 1019-1104. Felder, D.L. and D.K. Camp (eds.), Gulf of Mexico-Origins, Waters, and Biota. Biodiversity. Texas A	S/D	S/D	S/D	Fuera de Tampico	
23.763417	-97.753364	Si	Alpheidae	Alpheus viridari	(Armstrong, 1949)	FCB-UANL	FCB-UANL	No	UANL -FCB-C19-7902	C. Jordán	No	Soto la Marina	
23.763417	-97.753364	Si	Alpheidae	Alpheus viridari	(Armstrong, 1949)	FCB-UANL	FCB-UANL	No	UANL -FCB-C19-7902	C. Jordán	No	Soto la Marina	
24.491111	-97.742222	Si	Alpheidae	Alpheus angulosus	McClure, 2002	FCB-UANL	FCB-UANL	No	UANL -FCB-C19-1137	A. Contreras	G. Almaraz-Rodríguez		Punta de Piedra, San Fernando
24.491111	-97.742222	Si	Alpheidae	Alpheus angulosus	McClure, 2002	FCB-UANL	FCB-UANL	No	UANL -FCB-C19-1135	G. Almaraz-Rodríguez	G. Almaraz-Rodríguez		Punta de Piedra, San Fernando

24.4911 11	- 97.7422 22	Si	Alpheida e	Alpheus angulosus	McClure, 2002	FCB- UANL	FCB-UANL	No	UANL -FCB- C19- 1137	A. Contreras	G. Almaraz- Rodriguez	Punta de Piedra, San Fernando
24.4911 11	- 97.7422 22	Si	Alpheida e	Alpheus angulosus	McClure, 2002	FCB- UANL	FCB-UANL	No	UANL -FCB- C19- 1135	G. Almaraz- Rodriguez	G. Almaraz- Rodriguez	Punta de Piedra, San Fernando
24.4911 11	- 97.7422 22	Si	Alpheida e	Alpheus heterocha elis	Say, 1818	FCB- UANL	FCB-UANL	No	UANL -FCB- C19- 1139	A. Contreras	G. Almaraz- Rodriguez	Punta de Piedra, San Fernando
24.4911 11	- 97.7422 22	Si	Alpheida e	Alpheus heterocha elis	Say, 1818	FCB- UANL	FCB-UANL	No	UANL -FCB- C19- 4858	E. Hernández	No	Punta de Piedra, San Fernando
24.4911 11	- 97.7422 22	Si	Alpheida e	Alpheus heterocha elis	Say, 1818	FCB- UANL	FCB-UANL	No	UANL -FCB- C19- 4854	G. Almaraz- Rodriguez	G. Almaraz- Rodriguez	Boca de Catãjn, San Fernando
24.4911 11	- 97.7422 22	Si	Alpheida e	Alpheus heterocha elis	Say, 1818	FCB- UANL	FCB-UANL	No	UANL -FCB- C19- 4855	D. Elizondo	G. Almaraz- Rodriguez	Punta de Piedra, San Fernando
24.4911 11	- 97.7422 22	Si	Alpheida e	Alpheus heterocha elis	Say, 1818	FCB- UANL	FCB-UANL	No	UANL -FCB- C19- 1139	A. Contreras	G. Almaraz- Rodriguez	Punta de Piedra, San Fernando
24.4911 11	- 97.7422 22	Si	Alpheida e	Alpheus heterocha elis	Say, 1818	FCB- UANL	FCB-UANL	No	UANL -FCB- C19- 4858	E. Hernández	No	Punta de Piedra, San Fernando
24.4911 11	- 97.7422 22	Si	Alpheida e	Alpheus heterocha elis	Say, 1818	FCB- UANL	FCB-UANL	No	UANL -FCB- C19- 4854	G. Almaraz- Rodriguez	G. Almaraz- Rodriguez	Boca de Catãjn, San Fernando
24.4911 11	- 97.7422 22	Si	Alpheida e	Alpheus heterocha elis	Say, 1818	FCB- UANL	FCB-UANL	No	UANL -FCB- C19- 4855	D. Elizondo	G. Almaraz- Rodriguez	Punta de Piedra, San Fernando
24.4911 11	- 97.7422 22	Si	Hippolyti dae	Latreutes fucorum	(Fabricius , 1798)	FCB- UANL	FCB-UANL	No	UANL -FCB- C20- 1134	G. Almaraz- Rodriguez	S/D	Punta de Piedra, San Fernando
24.4911 11	- 97.7422 22	Si	Hippolyti dae	Latreutes parvulus	(Stimpson, 1866)	FCB- UANL	FCB-UANL	No	UANL -FCB- C20- 1133	G. Almaraz- Rodriguez	S/D	Punta de Piedra, San Fernando
23.7769 44	- 97.7386 11	Si	Alpheida e	Alpheus heterocha elis	Say, 1818	FCB- UANL	FCB-UANL	No	UANL -FCB- C19- 1198	G. Almaraz- Rodriguez	G. Almaraz- Rodriguez	La Pesca, Soto La Marina
23.7769 44	- 97.7386 11	Si	Alpheida e	Alpheus heterocha elis	Say, 1818	FCB- UANL	FCB-UANL	No	UANL -FCB- C19- 4857	M.E. Tovar	No	La Pesca, Soto La Marina

23.7769 44	- 97.7386 11	Si	Alpheida e	Alpheus heterocha elis	Say, 1818	FCB- UANL	FCB-UANL	No	UANL -FCB- C19- 4860	A. Bahena	No	La Pesca, Soto La Marina
23.7769 44	- 97.7386 11	Si	Alpheida e	Alpheus heterocha elis	Say, 1818	FCB- UANL	FCB-UANL	No	UANL -FCB- C19- 4861	R. Muñoz- Alarcon	No	La Pesca, Soto La Marina
23.7769 44	- 97.7386 11	Si	Alpheida e	Alpheus heterocha elis	Say, 1818	FCB- UANL	FCB-UANL	No	UANL -FCB- C19- 1198	G. Almaraz- Rodriguez	G. Almaraz- Rodriguez	La Pesca, Soto La Marina
23.7769 44	- 97.7386 11	Si	Alpheida e	Alpheus heterocha elis	Say, 1818	FCB- UANL	FCB-UANL	No	UANL -FCB- C19- 4857	M.E. Tovar	No	La Pesca, Soto La Marina
23.7769 44	- 97.7386 11	Si	Alpheida e	Alpheus heterocha elis	Say, 1818	FCB- UANL	FCB-UANL	No	UANL -FCB- C19- 4860	A. Bahena	No	La Pesca, Soto La Marina
23.7769 44	- 97.7386 11	Si	Alpheida e	Alpheus heterocha elis	Say, 1818	FCB- UANL	FCB-UANL	No	UANL -FCB- C19- 4861	R. Muñoz- Alarcon	No	La Pesca, Soto La Marina
23.7769 44	- 97.7386 11	Si	Palaemo nidae	Macrobra chium acanthuru s	(Wiegma nn, 1836)	FCB- UANL	FCB-UANL	S/D	UANL -FCB- C17- 217	J. Ortáz	G. Almaraz- Rodriguez	La Pesca, Soto La Marina
23.7769 44	- 97.7386 11	Si	Palaemo nidae	Macrobra chium acanthuru s	(Wiegma nn, 1836)	FCB- UANL	FCB-UANL	S/D	UANL -FCB- C17- 220	D.Ramirez	G. Almaraz- Rodriguez	La Pesca, Soto La Marina
23.7769 44	- 97.7386 11	Si	Palaemo nidae	Macrobra chium carcinus	(Linnaeus , 1758)	FCB- UANL	FCB-UANL	S/D	UANL -FCB- C17- 240	G. Almaraz- Rodriguez	G. Almaraz- Rodriguez	La Pesca, Soto La Marina
23.7769 44	- 97.7386 11	Si	Palaemo nidae	Palaemon mundusno vus	De Grave & Ashelby 2013	FCB- UANL	FCB-UANL	S/D	UANL -FCB- C17- 247	G. Almaraz- Rodriguez	G. Almaraz- Rodriguez	La Pesca, Soto La Marina
23.7769 44	- 97.7386 11	Si	Palaemo nidae	Palaemon pugio	(Holthuis, 1949)	FCB- UANL	FCB-UANL	S/D	UANL -FCB- C17- 248	G. Bermejo	G. Almaraz- Rodriguez	La Pesca, Soto La Marina
23.7769 44	- 97.7386 11	Si	Palaemo nidae	Palaemon pugio	(Holthuis, 1949)	FCB- UANL	FCB-UANL	S/D	UANL -FCB- C17- 241	R. Ramos	G. Almaraz- Rodriguez	La Pesca, Soto La Marina
24.6169 44	- 97.7225	Si	Alpheida e	Alpheus heterocha elis	Say, 1818	FCB- UANL	FCB-UANL	No	UANL -FCB- C19- 4856	E. Hernández y H. Cabrera	No	La Carbonera , San Fernando
24.6169 44	- 97.7225	Si	Alpheida e	Alpheus heterocha elis	Say, 1818	FCB- UANL	FCB-UANL	No	UANL -FCB- C19- 4856	E. Hernández y H. Cabrera	No	La Carbonera , San Fernando

24.6169 44	- 97.7225	Si	Alpheida e	Alpheus viridari	(Armstro ng, 1949)	FCB- UANL	FCB-UANL	No	UANL -FCB- C19- 1138	A. Contreras	G. Almaraz- Rodriguez	La Carbonera , San Fernando
24.6169 44	- 97.7225	Si	Alpheida e	Alpheus viridari	(Armstro ng, 1949)	FCB- UANL	FCB-UANL	No	UANL -FCB- C19- 1138	A. Contreras	G. Almaraz- Rodriguez	La Carbonera , San Fernando
24.6169 44	- 97.7225	Si	Palaemo nidae	Macrobra chium acanthuru s	(Wiegma nn, 1836)	FCB- UANL	FCB-UANL	S/D	UANL -FCB- C17- 235	A. Lejia	G. Almaraz- Rodriguez	La Carbonera , San Fernando
27.3694 44	- 97.7055 56	Si	Alpheida e	Alpheus estuariens is	Christoffe rsen, 1984	OBIS	tpwd_harc_texasupperlagunamadre_ bagseine_20150202	OBIS (2015) [Data e.g. Distribution records of Alpheidae Rafinesque, 1815 [Dataset] (Available: Ocean Biogeographic Information System. Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO. http://www.iobis.org . Accessed: 2015-09-09)	S/D	S/D	No	off Texas
27.3694 44	- 97.7055 56	Si	Alpheida e	Alpheus estuariens is	Christoffe rsen, 1984	OBIS	tpwd_harc_texasupperlagunamadre_ bagseine_20150202	OBIS (2015) [Data e.g. Distribution records of Alpheidae Rafinesque, 1815 [Dataset] (Available: Ocean Biogeographic Information System. Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO. http://www.iobis.org . Accessed: 2015-09-09)	S/D	S/D	No	off Texas
27.3255 56	- 97.6833 33	Si	Hippolyti dae	Tozeuma carolinens e	Kingsley, 1878	OBIS	tpwd_harc_texasupperlagunamadre_ bagseine_20150202	S/D	S/D	S/D	S/D	off Texas
27.3188 89	- 97.6813 89	Si	Hippolyti dae	Tozeuma carolinens e	Kingsley, 1878	OBIS	tpwd_harc_texasupperlagunamadre_ bagseine_20150202	S/D	S/D	S/D	S/D	off Texas
27.3125	- 97.6755 56	Si	Hippolyti dae	Tozeuma carolinens e	Kingsley, 1878	OBIS	tpwd_harc_texasupperlagunamadre_ bagseine_20150202	S/D	S/D	S/D	S/D	off Texas
27.3416 67	-97.675	Si	Alpheida e	Alpheus estuariens is	Christoffe rsen, 1984	OBIS	tpwd_harc_upperlagunamadre_trawl_ 20150202	OBIS (2015) [Data e.g. Distribution records of Alpheidae Rafinesque, 1815 [Dataset] (Available: Ocean Biogeographic Information System. Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO. http://www.iobis.org . Accessed: 2015-09-09)	S/D	S/D	No	coastal zone Texas
27.3416 67	-97.675	Si	Alpheida e	Alpheus estuariens is	Christoffe rsen, 1984	OBIS	tpwd_harc_upperlagunamadre_trawl_ 20150202	OBIS (2015) [Data e.g. Distribution records of Alpheidae Rafinesque, 1815 [Dataset] (Available: Ocean Biogeographic Information System. Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO. http://www.iobis.org . Accessed: 2015-09-09)	S/D	S/D	No	coastal zone Texas
27.3416 67	- 97.6666 67	Si	Alpheida e	Alpheus estuariens is	Christoffe rsen, 1984	OBIS	tpwd_harc_texasupperlagunamadre_ bagseine_20150202	OBIS (2015) [Data e.g. Distribution records of Alpheidae Rafinesque, 1815 [Dataset] (Available: Ocean Biogeographic Information System. Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO. http://www.iobis.org . Accessed: 2015-09-09)	S/D	S/D	No	South Texas
27.3416 67	- 97.6666 67	Si	Alpheida e	Alpheus estuariens is	Christoffe rsen, 1984	OBIS	tpwd_harc_texasupperlagunamadre_ bagseine_20150202	OBIS (2015) [Data e.g. Distribution records of Alpheidae Rafinesque, 1815 [Dataset] (Available: Ocean Biogeographic Information System. Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO. http://www.iobis.org . Accessed: 2015-09-09)	S/D	S/D	No	South Texas
27.3430 56	- 97.6666 67	Si	Alpheida e	Alpheus estuariens is	Christoffe rsen, 1984	OBIS	tpwd_harc_texasupperlagunamadre_ bagseine_20150202	OBIS (2015) [Data e.g. Distribution records of Alpheidae Rafinesque, 1815 [Dataset] (Available: Ocean Biogeographic Information System. Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO. http://www.iobis.org . Accessed: 2015-09-09)	S/D	S/D	No	Texas
27.3430 56	- 97.6666 67	Si	Alpheida e	Alpheus estuariens is	Christoffe rsen, 1984	OBIS	tpwd_harc_texasupperlagunamadre_ bagseine_20150202	OBIS (2015) [Data e.g. Distribution records of Alpheidae Rafinesque, 1815 [Dataset] (Available: Ocean Biogeographic Information System. Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO. http://www.iobis.org . Accessed: 2015-09-09)	S/D	S/D	No	Texas
27.2888 89	- 97.6611 11	Si	Alpheida e	Alpheus estuariens is	Christoffe rsen, 1984	OBIS	tpwd_harc_texasupperlagunamadre_ bagseine_20150202	OBIS (2015) [Data e.g. Distribution records of Alpheidae Rafinesque, 1815 [Dataset] (Available: Ocean Biogeographic Information System. Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO. http://www.iobis.org . Accessed: 2015-09-09)	S/D	S/D	No	off Texas

27.2475	- 97.6369 44	Si	Hippolyti dae	Tozeuma carolinens e	Kingsley, 1878	OBIS	tpwd_harc_texasupperlagunamadre_ bagseine_20150202	S/D	S/D	S/D	S/D	off Texas
22.3360 7483	- 97.6327 1332	Si	Alpheida e	Alpheus amblyony x	Chace, 1972	OBIS	Biodiversity of the Gulf of Mexico Database (BioGoMx)	Felder, D. L., F. ?lvarez, J. W. Goy, and R. Lemaitre. 2009. Decapoda (Crustacea) of the Gulf of Mexico, with Comments on the Amphionidacea, Pp. 1019-1104.Felder, D.L. and D.K. Camp (eds.), Gulf of Mexico-Origins, Waters, and Biota. Biodiversity. Texas A	S/D	S/D	No	Frente a las costas de Tampico
22.3360 7483	- 97.6327 1332	Si	Alpheida e	Alpheus amblyony x	Chace, 1972	OBIS	Biodiversity of the Gulf of Mexico Database (BioGoMx)	Felder, D. L., F. ?lvarez, J. W. Goy, and R. Lemaitre. 2009. Decapoda (Crustacea) of the Gulf of Mexico, with Comments on the Amphionidacea, Pp. 1019-1104.Felder, D.L. and D.K. Camp (eds.), Gulf of Mexico-Origins, Waters, and Biota. Biodiversity. Texas A	S/D	S/D	No	Frente a las costas de Tampico
22.3360 7483	- 97.6327 1332	Si	Alpheida e	Alpheus formosus	(Gibbes, 1850)	OBIS	Biodiversity of the Gulf of Mexico Database (BioGoMx)	Felder, D. L., F. ?lvarez, J. W. Goy, and R. Lemaitre. 2009. Decapoda (Crustacea) of the Gulf of Mexico, with Comments on the Amphionidacea, Pp. 1019-1104.Felder, D.L. and D.K. Camp (eds.), Gulf of Mexico-Origins, Waters, and Biota. Biodiversity. Texas A	S/D	S/D	No	Frente a Tampico
22.3360 7483	- 97.6327 1332	Si	Alpheida e	Alpheus formosus	(Gibbes, 1850)	OBIS	Biodiversity of the Gulf of Mexico Database (BioGoMx)	Felder, D. L., F. ?lvarez, J. W. Goy, and R. Lemaitre. 2009. Decapoda (Crustacea) of the Gulf of Mexico, with Comments on the Amphionidacea, Pp. 1019-1104.Felder, D.L. and D.K. Camp (eds.), Gulf of Mexico-Origins, Waters, and Biota. Biodiversity. Texas A	S/D	S/D	No	Frente a Tampico
22.3360 7483	- 97.6327 1332	Si	Alpheida e	Alpheus heterocha elis	Say, 1818	OBIS	Biodiversity of the Gulf of Mexico Database (BioGoMx)	Felder, D. L., F. ?lvarez, J. W. Goy, and R. Lemaitre. 2009. Decapoda (Crustacea) of the Gulf of Mexico, with Comments on the Amphionidacea, Pp. 1019-1104.Felder, D.L. and D.K. Camp (eds.), Gulf of Mexico-Origins, Waters, and Biota. Biodiversity. Texas A	S/D	S/D	No	Fuera de las costas de Tamaulipa s
22.3360 7483	- 97.6327 1332	Si	Alpheida e	Alpheus heterocha elis	Say, 1818	OBIS	Biodiversity of the Gulf of Mexico Database (BioGoMx)	Felder, D. L., F. ?lvarez, J. W. Goy, and R. Lemaitre. 2009. Decapoda (Crustacea) of the Gulf of Mexico, with Comments on the Amphionidacea, Pp. 1019-1104.Felder, D.L. and D.K. Camp (eds.), Gulf of Mexico-Origins, Waters, and Biota. Biodiversity. Texas A	S/D	S/D	No	Fuera de las costas de Tamaulipa s
22.3360 7483	- 97.6327 1332	Si	Alpheida e	Alpheus packardii	Kingsley, 1880	OBIS	Biodiversity of the Gulf of Mexico Database (BioGoMx)	Felder, D. L., F. ?lvarez, J. W. Goy, and R. Lemaitre. 2009. Decapoda (Crustacea) of the Gulf of Mexico, with Comments on the Amphionidacea, Pp. 1019-1104.Felder, D.L. and D.K. Camp (eds.), Gulf of Mexico-Origins, Waters, and Biota. Biodiversity. Texas A	S/D	S/D	No	Frente a Tampico
22.3360 7483	- 97.6327 1332	Si	Alpheida e	Alpheus packardii	Kingsley, 1880	OBIS	Biodiversity of the Gulf of Mexico Database (BioGoMx)	Felder, D. L., F. ?lvarez, J. W. Goy, and R. Lemaitre. 2009. Decapoda (Crustacea) of the Gulf of Mexico, with Comments on the Amphionidacea, Pp. 1019-1104.Felder, D.L. and D.K. Camp (eds.), Gulf of Mexico-Origins, Waters, and Biota. Biodiversity. Texas A	S/D	S/D	No	Frente a Tampico
22.3360 7483	- 97.6327 1332	Si	Alpheida e	Alpheus paracrin itus	Miers, 1881	OBIS	Biodiversity of the Gulf of Mexico Database (BioGoMx)	Felder, D. L., F. ?lvarez, J. W. Goy, and R. Lemaitre. 2009. Decapoda (Crustacea) of the Gulf of Mexico, with Comments on the Amphionidacea, Pp. 1019-1104.Felder, D.L. and D.K. Camp (eds.), Gulf of Mexico-Origins, Waters, and Biota. Biodiversity. Texas A	S/D	S/D	No	South Texas
22.3360 7483	- 97.6327 1332	Si	Alpheida e	Alpheus paracrin itus	Miers, 1881	OBIS	Biodiversity of the Gulf of Mexico Database (BioGoMx)	Felder, D. L., F. ?lvarez, J. W. Goy, and R. Lemaitre. 2009. Decapoda (Crustacea) of the Gulf of Mexico, with Comments on the Amphionidacea, Pp. 1019-1104.Felder, D.L. and D.K. Camp (eds.), Gulf of Mexico-Origins, Waters, and Biota. Biodiversity. Texas A	S/D	S/D	No	South Texas
22.3360 7483	- 97.6327 1332	Si	Alpheida e	Alpheus vanderbilt i	Boone, 1930	OBIS	Biodiversity of the Gulf of Mexico Database (BioGoMx)	Felder, D. L., F. ?lvarez, J. W. Goy, and R. Lemaitre. 2009. Decapoda (Crustacea) of the Gulf of Mexico, with Comments on the Amphionidacea, Pp. 1019-1104.Felder, D.L. and D.K. Camp (eds.), Gulf of Mexico-Origins, Waters, and Biota. Biodiversity. Texas A	S/D	S/D	No	Frente a Tampico
22.3360 7483	- 97.6327 1332	Si	Alpheida e	Alpheus vanderbilt i	Boone, 1930	OBIS	Biodiversity of the Gulf of Mexico Database (BioGoMx)	Felder, D. L., F. ?lvarez, J. W. Goy, and R. Lemaitre. 2009. Decapoda (Crustacea) of the Gulf of Mexico, with Comments on the Amphionidacea, Pp. 1019-1104.Felder, D.L. and D.K. Camp (eds.), Gulf of Mexico-Origins, Waters, and Biota. Biodiversity. Texas A	S/D	S/D	No	Frente a Tampico
22.3360 7483	- 97.6327 1332	Si	Alpheida e	Synalpheu s fritzmuell eri	CoutiÃ“re , 1909Ã	OBIS	Biodiversity of the Gulf of Mexico Database (BioGoMx)	Felder, D. L., F. ?lvarez, J. W. Goy, and R. Lemaitre. 2009. Decapoda (Crustacea) of the Gulf of Mexico, with Comments on the Amphionidacea, Pp. 1019-1104.Felder, D.L. and D.K. Camp (eds.), Gulf of Mexico-Origins, Waters, and Biota. Biodiversity. Texas A	Spp- 59- 247_ F2	N/A	Felder, D. L., F. ?lvarez, J. W. Goy,	WSW Gulf of Mexico

22.3360 7483	- 97.6327 1332	Si	Alpheidae	Synalpheus fritzmuelleri	Coutière, 1909	OBIS	Biodiversity of the Gulf of Mexico Database (BioGoMx)	Felder, D. L., F. ?lvarez, J. W. Goy, and R. Lemaitre. 2009. Decapoda (Crustacea) of the Gulf of Mexico, with Comments on the Amphionidacea, Pp. 1019-1104.Felder, D.L. and D.K. Camp (eds.), Gulf of Mexico-Origins, Waters, and Biota. Biodiversity. Texas A	Spp-59-247_F2	N/A		and R. Lemaitre Felder, D. L., F. ?lvarez, J. W. Goy, and R. Lemaitre	WSW Gulf of Mexico
22.3360 7483	- 97.6327 1332	Si	Alpheidae	Synalpheus minus	(Say, 1818)	OBIS	Biodiversity of the Gulf of Mexico Database (BioGoMx)	Felder, D. L., F. ?lvarez, J. W. Goy, and R. Lemaitre. 2009. Decapoda (Crustacea) of the Gulf of Mexico, with Comments on the Amphionidacea, Pp. 1019-1104.Felder, D.L. and D.K. Camp (eds.), Gulf of Mexico-Origins, Waters, and Biota. Biodiversity. Texas A	Spp-59-254_F2	S/D		Lemaitre Felder, D. L., F. ?lvarez, J. W. Goy, and R. Lemaitre	WSW Gulf of Mexico
22.3360 7483	- 97.6327 1332	Si	Alpheidae	Synalpheus minus	(Say, 1818)	OBIS	Biodiversity of the Gulf of Mexico Database (BioGoMx)	Felder, D. L., F. ?lvarez, J. W. Goy, and R. Lemaitre. 2009. Decapoda (Crustacea) of the Gulf of Mexico, with Comments on the Amphionidacea, Pp. 1019-1104.Felder, D.L. and D.K. Camp (eds.), Gulf of Mexico-Origins, Waters, and Biota. Biodiversity. Texas A	Spp-59-254_F2	S/D		Lemaitre Felder, D. L., F. ?lvarez, J. W. Goy, and R. Lemaitre	WSW Gulf of Mexico
22.3360 7483	- 97.6327 1332	Si	Alpheidae	Synalpheus pandionis	Coutière, 1909	OBIS	Biodiversity of the Gulf of Mexico Database (BioGoMx)	Felder, D. L., F. ?lvarez, J. W. Goy, and R. Lemaitre. 2009. Decapoda (Crustacea) of the Gulf of Mexico, with Comments on the Amphionidacea, Pp. 1019-1104.Felder, D.L. and D.K. Camp (eds.), Gulf of Mexico-Origins, Waters, and Biota. Biodiversity. Texas A	Spp-59-256_F2	N/A		Lemaitre Felder, D. L., F. ?lvarez, J. W. Goy, and R. Lemaitre	WSW Gulf of Mexico
22.3360 7483	- 97.6327 1332	Si	Alpheidae	Synalpheus pandionis	Coutière, 1909	OBIS	Biodiversity of the Gulf of Mexico Database (BioGoMx)	Felder, D. L., F. ?lvarez, J. W. Goy, and R. Lemaitre. 2009. Decapoda (Crustacea) of the Gulf of Mexico, with Comments on the Amphionidacea, Pp. 1019-1104.Felder, D.L. and D.K. Camp (eds.), Gulf of Mexico-Origins, Waters, and Biota. Biodiversity. Texas A	Spp-59-256_F2	N/A		Lemaitre Felder, D. L., F. ?lvarez, J. W. Goy, and R. Lemaitre	WSW Gulf of Mexico
22.3360 7483	- 97.6327 1332	Si	Alpheidae	Synalpheus scaphoceris	Coutière, 1910	OBIS	Biodiversity of the Gulf of Mexico Database (BioGoMx)	Felder, D. L., F. ?lvarez, J. W. Goy, and R. Lemaitre. 2009. Decapoda (Crustacea) of the Gulf of Mexico, with Comments on the Amphionidacea, Pp. 1019-1104.Felder, D.L. and D.K. Camp (eds.), Gulf of Mexico-Origins, Waters, and Biota. Biodiversity. Texas A	Spp-59-261_F2	N/A		Lemaitre Felder, D. L., F. ?lvarez, J. W. Goy, and R. Lemaitre	WSW Gulf of Mexico
22.3360 7483	- 97.6327 1332	Si	Alpheidae	Synalpheus scaphoceris	Coutière, 1910	OBIS	Biodiversity of the Gulf of Mexico Database (BioGoMx)	Felder, D. L., F. ?lvarez, J. W. Goy, and R. Lemaitre. 2009. Decapoda (Crustacea) of the Gulf of Mexico, with Comments on the Amphionidacea, Pp. 1019-1104.Felder, D.L. and D.K. Camp (eds.), Gulf of Mexico-Origins, Waters, and Biota. Biodiversity. Texas A	Spp-59-261_F2	N/A		Lemaitre Felder, D. L., F. ?lvarez, J. W. Goy, and R. Lemaitre	WSW Gulf of Mexico
22.3360 7483	- 97.6327 1332	Si	Discidiidae	Discias atlanticus	Gurney, 1939	OBIS	Biodiversity of the Gulf of Mexico Database (BioGoMx)	Felder, D. L., F. ?lvarez, J. W. Goy, and R. Lemaitre. 2009. Decapoda (Crustacea) of the Gulf of Mexico, with Comments on the Amphionidacea, Pp. 1019-1104.Felder, D.L. and D.K. Camp (eds.), Gulf of Mexico-Origins, Waters, and Biota. Biodiversity. Texas A	S/D	S/D	No	Frente a Altamira	
22.3360 7483	- 97.6327 1332	Si	Palaemonidae	Gnathophyllum americanum	Guérin-Meneville, 1855	OBIS	Biodiversity of the Gulf of Mexico Database (BioGoMx)	Felder, D. L., F. ?lvarez, J. W. Goy, and R. Lemaitre. 2009. Decapoda (Crustacea) of the Gulf of Mexico, with Comments on the Amphionidacea, Pp. 1019-1104.Felder, D.L. and D.K. Camp (eds.), Gulf of Mexico-Origins, Waters, and Biota. Biodiversity. Texas A	S/D	S/D	No	Frente a Altamira	
22.3360 7483	- 97.6327 1332	Si	Hippolytidae	Latreutes parvulus	(Stimpson, 1871)	OBIS	Biodiversity of the Gulf of Mexico Database (BioGoMx)	Felder, D. L., F. ?lvarez, J. W. Goy, and R. Lemaitre. 2009. Decapoda (Crustacea) of the Gulf of Mexico, with Comments on the Amphionidacea, Pp. 1019-1104.Felder, D.L. and D.K. Camp (eds.), Gulf of Mexico-Origins, Waters, and Biota. Biodiversity. Texas A	S/D	S/D	S/D	Fuera de Tampico	

22.3360 7483	- 97.6327 1332	Si	Lysmatid ae	Lysmata intermedi a	(Kingsley, 1878)	OBIS	Biodiversity of the Gulf of Mexico Database (BioGoMx)	Felder, D. L., F. ?lvarez, J. W. Goy, and R. Lemaitre. 2009. Decapoda (Crustacea) of the Gulf of Mexico, with Comments on the Amphionidacea, Pp. 1019-1104.Felder, D.L. and D.K. Camp (eds.), Gulf of Mexico-Origins, Waters, and Biota. Biodiversity. Texas A	S/D	S/D	S/D	Fuera de Tampico
22.3360 7483	- 97.6327 1332	Si	Hippolyti dae	Tozeuma carolinens e	Kingsley, 1878	OBIS	Biodiversity of the Gulf of Mexico Database (BioGoMx)	Felder, D. L., F. ?lvarez, J. W. Goy, and R. Lemaitre. 2009. Decapoda (Crustacea) of the Gulf of Mexico, with Comments on the Amphionidacea, Pp. 1019-1104.Felder, D.L. and D.K. Camp (eds.), Gulf of Mexico-Origins, Waters, and Biota. Biodiversity. Texas A	S/D	S/D	S/D	fuera de Tampico
22.3360 7483	- 97.6327 1332	Si	Palaemo nidae	Cuapetes americanu s	(Kingsley, 1878)	OBIS	Biodiversity of the Gulf of Mexico Database (BioGoMx)	Felder, D. L., F. ?lvarez, J. W. Goy, and R. Lemaitre. 2009. Decapoda (Crustacea) of the Gulf of Mexico, with Comments on the Amphionidacea, Pp. 1019-1104.Felder, D.L. and D.K. Camp (eds.), Gulf of Mexico-Origins, Waters, and Biota. Biodiversity. Texas A	S/D	S/D	No	Frente a Tampico
22.3360 7483	- 97.6327 1332	Si	Palaemo nidae	Periclimen aeus bredini	Chace, 1972	OBIS	Biodiversity of the Gulf of Mexico Database (BioGoMx)	Felder, D. L., F. ?lvarez, J. W. Goy, and R. Lemaitre. 2009. Decapoda (Crustacea) of the Gulf of Mexico, with Comments on the Amphionidacea, Pp. 1019-1104.Felder, D.L. and D.K. Camp (eds.), Gulf of Mexico-Origins, Waters, and Biota. Biodiversity. Texas A	S/D	S/D	No	Frente a Tampico
22.3360 7483	- 97.6327 1332	Si	Palaemo nidae	Periclimen aeus chacei	Abele, 1971	OBIS	Biodiversity of the Gulf of Mexico Database (BioGoMx)	Felder, D. L., F. ?lvarez, J. W. Goy, and R. Lemaitre. 2009. Decapoda (Crustacea) of the Gulf of Mexico, with Comments on the Amphionidacea, Pp. 1019-1104.Felder, D.L. and D.K. Camp (eds.), Gulf of Mexico-Origins, Waters, and Biota. Biodiversity. Texas A	S/D	S/D	No	Frente a Tampico
22.3360 7483	- 97.6327 1332	Si	Palaemo nidae	Periclimen aeus perlatus	(Boone, 1930)	OBIS	Biodiversity of the Gulf of Mexico Database (BioGoMx)	Felder, D. L., F. ?lvarez, J. W. Goy, and R. Lemaitre. 2009. Decapoda (Crustacea) of the Gulf of Mexico, with Comments on the Amphionidacea, Pp. 1019-1104.Felder, D.L. and D.K. Camp (eds.), Gulf of Mexico-Origins, Waters, and Biota. Biodiversity. Texas A	S/D	S/D	No	Frente a Tampico
22.3360 7483	- 97.6327 1332	Si	Processid ae	Ambidext er symmetric us	Manning & Chace, 1971	OBIS	Biodiversity of the Gulf of Mexico Database (BioGoMx)	Felder, D. L., F. ?lvarez, J. W. Goy, and R. Lemaitre. 2009. Decapoda (Crustacea) of the Gulf of Mexico, with Comments on the Amphionidacea, Pp. 1019-1104.Felder, D.L. and D.K. Camp (eds.), Gulf of Mexico-Origins, Waters, and Biota. Biodiversity. Texas A	S/D	S/D	S/D	Fuera de Tampico
22.3360 7483	- 97.6327 1332	Si	Processid ae	Processa bermuden sis	(Rankin, 1900)	OBIS	Biodiversity of the Gulf of Mexico Database (BioGoMx)	Felder, D. L., F. ?lvarez, J. W. Goy, and R. Lemaitre. 2009. Decapoda (Crustacea) of the Gulf of Mexico, with Comments on the Amphionidacea, Pp. 1019-1104.Felder, D.L. and D.K. Camp (eds.), Gulf of Mexico-Origins, Waters, and Biota. Biodiversity. Texas A	S/D	S/D	S/D	Fuera de Tampico
27.2425	- 97.6305 56	Si	Hippolyti dae	Tozeuma carolinens e	Kingsley, 1878	OBIS	tpwd_harc_texasupperlagunamadre_ bagseine_20150202	S/D	S/D	S/D	S/D	off Texas