

#### Universidad Nacional Autónoma de México P



## SISTEMÁTICA Y BIOGEOGRAFÍA DEL GÉNERO Synalpheus (DECAPODA: CARIDEA) DEL PACÍFICO ORIENTAL

#### **TESIS**

que para obtener el grado académico de

Doctor en Ciencias

(Biología Marina)

Presenta:

M. en C. Ana Margarita Hermoso Salazar

Director de tesis:

Dra. Vivianne Solís Weiss y Dr. Juan José Morrone Lupi

Comité tutor:

Dr. Oscar Flores Villela

Dr Michel E. Hendrickx Reners

Dr. Ramiro Román Contreras

Dr. Fernando Alvarez Noguera

Dr. Samuel Gómez Noguera





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.

#### **AGRADECIMIENTOS**

Les agradezco a los sinodales por sus comentarios y sugerencias que enriquecieron este trabajo: Dra. Vivianne Solís W., Dr. Juan José Morrone L. Dr. Michel Hendrickx R., Dr. Fernando Alvarez N., Dr. Ramiro Román C., Dr. Samuel Gómez N. y Dr. Oscar Flores V.

A la Dra. Vivianne Solís W. y al Dr. Juan José Morrone por la dirección de este proyecto de tesis, por brindarme sus conocimientos y sus enseñanzas durante el desarrollo de esta investigación.

De manera especial le agradezco a la Dra. Vivianne Solís W. por la confianza y oportunidades brindadas a lo largo de mi estancia en el laboratorio.

Al Dr. Michel Hendrickx y al Dr. José Luis Villalobos H. por compartir conmigo sus conocimientos del gran mundo de los crustáceos desde los inicios de mi formación como carcinóloga.

Al Dr. José Salgado B., Biol. Carlos Illescas y al M. en C. Mario Martínez M. por sus comentarios al trabajo y por la ayuda brindada con el material biológico y la literatura especializada.

Al programa de Becas del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca de doctorado y al Posgrado del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.

Al Dr. Rafael Lemaitre por las facilidades otorgadas para el uso del material biológico de la colección del Museo de Historia Natural Smithsonian.

A la M. en C. Sarita Frontana U. por su ayuda en el préstamo del material tipo de la Colección del Museo de Historia Natural de los Ángeles, California.

Al Dr. Pablo Hernández A. por su amistad y compañerismo en el laboratorio.

Al Dr. Alejandro Granados B. por su amistad y apoyo incondicional de siempre.

De manera muy particular a Chuchito Hermoso por su cariño y apoyo brindado, ya que sin el esta investigación hubiera sido muy difícil de realizar.

A la utopía de mi existencia.

## Capítulo Uno

## Información general

Resumen general	1
Abstract	3
Introducción general	5
Revisión histórica	8
Objetivo general	9
Antecedentes	10
Área de estudio	14
Presentación del trabajo de tesis	29
Literatura citada	31
Pacífico Oriental  Resumen	46
Introducción	
Objetivos particulares	
Método	
Resultados	
Género Synalpheus Bate, 1888	
Arreglo taxonómico de las especies género <i>Synalpheus</i> del Pacífico Oriental	
Clave taxonómica	
Synalpheus arostris Wicksten, 1989	61

Synalpheus bannerorum Abele, 1975	66
Synalpheus biunguiculatus (Stimpson, 1860)	72
Synalpheus brevispinis Coutière, 1909.	79
Synalpheus charon (Heller, 1861)	86
Synalpheus digueti Coutière, 1909	94
Synalpheus fritzmuelleri Coutière, 1909	100
Synalpheus lani Hermoso y Alvarez, 2005	106
Synalpheus lockingtoni Coutière, 1909	115
Synalpheus mexicanus Coutière, 1909	123
Synalpheus mulegensis Ríos, 1992	130
Synalpheus nobilii Coutière, 1909	134
Synalpheus occidentalis Coutière, 1909	144
Synalpheus paulsonoides Coutière, 1909	150
Synalpheus peruvianus Rathbun, 1910	151
Synalpheus sanjosei Coutière, 1909	158
Synalpheus sanlucasi Coutière, 1909	164
Synalpheus spinifrons (H.Milne-Edwards, 1837)	169
Synalpheus stylopleuron Hermoso Salazar y Hendrickx, 2005	174
Synalpheus superus Abele y Kim, 1989	184
Synalpheus wickstenae Hermoso Salazar y Hendrickx, 2005	191
Synalpheus sp1	198
Discusión	203
Conclusiones	209
Literatura citada	210

### Capítulo Tres

# Análisis filogenético del grupo de especies Paulsoni del género *Synalpheus* del Pacífico Oriental

Resumen	226	
Introducción	227	
Objetivos particulares	230	
Método	231	
Caracteres utilizados en el análisis filogenético	235	
Resultados	245	
Discusión	247	
Conclusiones	252	
Literatura citada	253	
Capítulo Cuatro  Consideraciones biogeográficas sobre las especies del género Synalpheus del		
Pacífico Oriental		
Resumen	260	
Introducción	262	
Objetivos particulares	265	
Método	266	
Resultados y discusión	267	
Conclusiones	295	
Literatura citada	297	

#### **RESUMEN GENERAL**

Las especies del género *Synalpheus* Bate, 1888 pertenecen a uno de los grupos de camarones carideos más diversos de la fauna críptica de las zonas tropicales y subtropicales de los ambientes intermareales del mundo; son muy abundantes principalmente en las comunidades coralinas o arrecifes de coral. Estos crustáceos ocupan temporal o permanentemente las madrigueras de los substratos suaves o duros. El principal interés de este estudio es analizar y actualizar el conocimiento de los aspectos sistemáticos y biogeográficos de las especies del género *Synalpheus* del Pacífico Oriental. Para esto se revisó material biológico de diferentes colecciones, tanto nacionales como internacionales con el fin de considerar el material tipo, así como el de diferentes regiones de la costa oeste de América.

La taxonomía y morfología de las especies del género *Synalpheus* son muy complejas. La problemática es debido a la morfología uniforme y a las variaciones morfométricas intraespecíficas del género. Con el análisis minucioso de la morfología externa de los especímenes se reconocieron 22 especies para el Pacífico Oriental, de las cuales cuatro son nuevas para la ciencia, tres de ellas descritas y publicadas como: *S. lani* Hermoso y Alvarez, 2005, *S. stylopleuron* Hermoso Salazar y Hendrickx, 2005 y *S. wickstenae* Hermoso Salazar y Hendrickx, 2005. También permitió discernir los problemas taxonómicos de los grupos morfológicos de especies de *S. apioceros* Coutière, 1909 y *S. townsendi* Coutière, 1909. Se concluye que el grupo politípico de *S. townsendi* propuesto por Coutière (1909) no es válido; por tal motivo *S. t. brevispinis* Coutière, 1909, *S. t. mexicanus* Coutière, 1909, *S. t. peruvianus* Rathbun, 1910 se elevan a la categoría de especie. Por otro lado, se sinonimiza a *S. recessus* Abele y Kim, 1989 con *S. peruvianus*.

En la literatura se manejan grupos de especies morfológicamente cercanos. Con el fin de valorar filogenéticamente el grupo de especies Paulsoni, el mejor representado en el Pacífico americano, se realizó un análisis cladístico. Para este se seleccionaron 53 caracteres morfológicos somáticos de 29 especies. En el Pacífico americano se registran 22 especies, en el análisis se incluyeron siete especies con la intención de considerar a todos

los grupos morfológicos de América. Los resultados indican que el grupo de especies Paulsoni es parafilético.

Otro objetivo de este estudio fue el análisis de la distribución geográfica de las especies de *Synalpheus* del Pacífico Oriental. Esto se efectuó por medio de mapas de distribución, lo cual permitió reconocer que las especies de *Synalpheus* son preferentemente tropicales y están bien representadas en el Pacífico Este Tropical (PET), excepto *S. spinifrons* (H. Milne-Edwards, 1837), especie distribuida sólo en la zona templada sur de la costa oeste de América. La distribución de varias especies es local, en algunos casos sólo se conoce el registro de la localidad tipo. Sin embargo, se detectó que los factores que controlan los límites de distribución son: la disponibilidad y las condiciones de los ambientes, las tres barreras térmicas de dispersión dadas por los patrones de corrientes del Pacífico Este y por las condiciones locales de circulación. Por último, se amplía el límite norte de distribución de *S. superus* Abele y Kim, 1989: de Panamá a Guerrero, México.

#### **ABSTRACT**

The *Synalpheus* Bate, 1888 genus holds species belonging to one of the most diverse groups of cryptic intertidal tropical and subtropical caridean shrimps in the world; They are particularly abundant in coraline and coral reef environments. These crustaceans can take over soft or hard substrate burrows either temporarily or permanently. The main aim of this study is to analyze and update the systematic and biogeographic knowledge on the eastern pacific species of *Synalpheus*. To achieve this biological material from several national (mexican) and international collections was reviewed in order to consider type specimens and specimens from America's west coast.

Taxonomy and morphology of *Synalpheus* species are very complex. The problem arises due to the uniform morphology and the intraspecific morphometric variations within the genus. By means of detailed external morphology analysis 22 species were recognized for the Eastern Pacific Ocean; Of these species four were new to science and were published as: *S. lani* Hermoso and Alvarez, 2005, *S. stylopleuron* Hermoso Salazar and Hendrickx, 2005 and *S. wickstenae* Hermoso Salazar and Hendrickx, 2005. This work also cleared taxonomic problems of the species *S. apioceros* Coutière, 1909 and *S. townsendi* Coutière, 1909. It is concluded that the polytypic group of *S. townsendi* brought up by Coutière (1909) is invalid; Therefore *S. t. brevispinis* Coutière, 1909, *S. t.* mexicanus Coutière, 1909, *S. t. peruvianus* Rathbun, 1910 are ascended to the species level. On the other hand *S. recessus* Abele and Kim, 1989 was synonymized with *S. peruvianus*.

Existing literature groups closely morphologically similar species. A cladistic analysis was done with the aim of phylogenetically evaluating the Paulsoni group of species which is best represented in the American Pacific Ocean. In order to do the analysis 58 morphological somatic characters were chosen from 22 species, the analysis included seven species with the aim of considering all the morphological groups of the American Continent. The result for this analysis shows that the Paulsoni group is paraphyletic.

This study also aims to analyze the geographic distribution the *Synalpheus* species of the eastern pacific. This was done through distribution maps which showed that species belonging to *Synalpheus* mainly tropical and are well represented in the Tropical Eastern Pacific (TEP), except for *S. spinifrons* (H. Milne-Edwards, 1837) which is found only on the southern temperate zone of the American continent's west shore. Many of the species are distributed locally, in some cases only the record for the type locality is known. Despite of this, the factors that control the distribution limits were detected, this are: Availability and condition of the environment, the three thermical dispersion barriers given by the ocean current patterns of the East Pacific and by local circulation patterns. Lastly, the recorded northern distribution of *S. superus* Abele y Kim, 1989: is extended from Panama to Guerrero, Mexico.

#### CAPÍTULO UNO

#### INFORMACIÓN GÉNERAL

#### INTRODUCCIÓN GENERAL

Entre los crustáceos decápodos, los camarones carideos son uno de los grupos más diversos y ampliamente distribuidos en el mundo. Habitan desde aguas boreales hasta tropicales de ambos hemisferios. En la actualidad se registran aproximadamente 1800 especies desde la zona intermareal hasta profundidades de 5000 m. Este grupo también cuenta con representantes en los sistemas dulceacuícolas y estuarinos, y sólo una especie de la familia Hippolytidae Dana, 1852 (*Merguia rhizophorae* Rathbun, 1900) se considera semiterrestre (Chace y Abbott 1980; Abele y Felgenhauer 1982; Wicksten 1983).

La familia Alpheidae Rafinesque, 1815 es una de las familias más diversas de los carideos, en la actualidad se registran aproximadamente 580 especies. En la familia Alpheidae, el género *Synalpheus* ocupa el segundo lugar después del género *Alpheus* Fabricius, 1798, en diversidad (Bruce 1976; Chace 1988) y abundancia (Reed *et al.* 1982; Snelgrove y Lewis 1989) de las regiones subtropicales y tropicales del mundo (Wicksten 1983; Chace 1988).

Los alfeidos son estrictamente bénticos, principalmente habitan la zona intermareal y sublitoral (Wicksten 1983; Anker y Jeng 2001). La estrategia de los alfeidos que les brinda la oportunidad de ocupar hábitats intermareales son sus hábitos nocturnos. Durante el día se esconden en grietas o se entierran en los substratos suaves (Bruce 1984; Glynn 1982; Duffy 1993). De alguna manera, esta condición los protege de la desecación cíclica, de la insolación y de los cambios drásticos de temperatura y de salinidad. Sin embargo, una de las desventajas es la competencia por el espacio (Nybakken 1988). Wicksten (1991) señala el comportamiento habitual de *S. digueti* Coutière, 1909 en las Islas Galápagos: durante el día, los organismos se encuentran en madrigueras de substratos suaves o en cabezas de coral muerto acarreadas a la zona intermareal inferior, o también se localizan

bajo los mantos de algas y en la noche emergen para alimentarse en el periodo de marea alta.

En las comunidades coralinas o arrecifes de coral existe una gran diversidad de especies crípticas de carideos que habitan temporal o permanentemente las madrigueras de substratos suaves o duros, como las ramas o fisuras profundas de las cabezas de coral. Los carideos que viven en las grietas de substratos duros presentan algunas características morfológicas que les permiten ocupar estos espacios: tallas pequeñas de formas comprimidas o deprimidas, con la lámina rostral reducida y con una disminución en cuanto al número y tamaño de espinas, dientes y lóbulos, tanto en el rostro como en el caparazón y abdomen (Dardeau 1984; Kim y Abele 1988).

Por otro lado, se reconoce el importante papel de los carideos en la dinámica trófica de los ecosistemas, ya que son transmisores de energía desde los productores primarios hasta los carnívoros (Ríos 1989). Banner y Banner (1973) señalan los hábitos alimenticios de los alfeidos: algunas especies son omnívoras y otras carnívoras. Se alimentan de pequeños invertebrados y de algas que se encuentran adheridas a las rocas, o de detritus (Banner y Banner 1973; Duffy 1998). Las especies simbiontes de corales ingieren el mucus producido por estos. Esta actividad simbiótica se observa en *S. charon* (Heller, 1861) con los corales del género *Pocillopora* (Marshall y Orr 1941). Las especies simbiontes de esponjas se alimentan del tejido de los canales de su hospedero (Ruetzler 1976; Erdman y Blake 1987; Ríos y Duffy 1999).

Los alfeidos se caracterizan por ser camarones agresivos y territoriales (Duffy *et al.* 2000, 2002). El primer par de pereiópodos es comúnmente desigual en talla; la quela de mayor tamaño la utilizan para comunicarse, agredir y/o competir con sus oponentes (Nolan y Salmon 1970; Duffy *et al.* 2002; Tóth y Duffy 2005). Otra característica que tiene la quela mayor es el fuerte sonido que produce cuando los dedos se cierran. Por tal motivo se les conoce como camarones chasqueadores (Schein 1977; Knowlton 1980; Knowlton y Keller 1982; Hughes 1996). El sonido se origina porque el dactilo encaja en una cavidad localizada en el dedo fijo y en consecuencia arroja agua a presión, la cual es capaz de distraer, aturdir o matar a sus competidores, depredadores o a sus presas (McClure 1996; Schultz *et al.* 1998; Versluis *et al.* 2000). Este comportamiento se ha observado en las

especies de *Synalpheus* simbiontes de esponjas, usan la quela mayor para competir por la esponja hospedera (Duffy 2003) y para evitar que las madrigueras sean invadidas por otros organismos (Duffy 1996a; Duffy *et al.* 2002).

La reproducción de las especies de *Synalpheus* es pobremente conocida. No hay indicios de dimorfismo sexual en juveniles ni de caracteres sexuales secundarios confiables para distinguir a los machos maduros de los juveniles (Dardeau 1984). La distinción morfológica de los machos es complicada, pues el apéndice masculino presente en los carideos está ausente en *Synalpheus* (Coutière 1909; Banner y Banner 1973; Felder 1982; Dardeau 1984). Los machos adultos de muchas especies de *Synalpheus* se caracterizan por presentar el margen posterior de la primera pleura abdominal proyectada; en las hembras este es redondeado. No obstante, los juveniles de ambos sexos tienen esta proyección, lo cual dificulta la determinación del sexo de las hembras juveniles. En contraste, las hembras adultas son fácilmente identificables porque los ovarios son visibles a través del caparazón y del abdomen desde un estadio temprano. También se pueden distinguir por los pleópodos modificados para sostener a los huevos. De esta forma, los individuos de tallas grandes no ovígeros pueden ser machos maduros o sexualmente indiferenciados (Duffy 2002).

Finalmente, con el análisis de la literatura existente de este género se visualiza la gran problemática de los aspectos sistemáticos, filogenéticos y biogeográficos del grupo aún no resueltos. En general, estos temas han sido poco tratados por los carcinólogos, básicamente porque *Synalpheus* es complejo por su uniformidad morfológica, por la gran variación morfométrica intraespecífica, y por la carencia de criterios para distinguir con certeza a las diferentes especies. Por tal motivo, se requiere del análisis del estado taxonómico de las especies, principalmente de las politípicas y de amplia distribución.

Considerando que el trabajo más completo para el Pacífico Oriental es el de Coutière (1909), y con el fin de aportar no sólo con un mayor conocimiento de la taxonomía alfa de este grupo de crustáceos, sino también de explorar el valor morfológico en la reconstrucción filogenética de los grupos taxonómicos, se plantea como objetivo general, esclarecer el conocimiento taxonómico y filogenético de las especies del género *Synalpheus* del Pacífico Oriental por medio de una revisión sistemática, además este se complementa con un análisis biogeográfico.

#### REVISIÓN HISTÓRICA

La problemática del conocimiento taxonómico del género *Synalpheus* se inicia con la definición del mismo. A pesar de los debates sobre este tema, aún no se dispone de una definición clara (Banner y Banner 1975; Chace 1988).

Bate (1888) fue el primero en proponer al género *Synalpheus*, pero no fue aceptado hasta después de una década con el trabajo de Coutière (1899), quien presenta una definición más completa, y con esto inicia la utilización formal del nombre para el grupo hoy conocido como *Synalpheus*, ya que Bate (1888) no separa las especies de los géneros *Alpheus* y *Synalpheus*.

Las especies del género *Synalpheus* inicialmente se incluían en el género *Alpheus*. Paulson (1875) es el primero en notar que entre las especies de los *Alpheus* existía un grupo de especies sin epipodito en los apéndices torácicos. En lugar de separar a las especies con esta característica, el autor propone al género *Alpheoides* Paulson, 1875 para incluir a todas las especies con presencia del epipodito en el tercer par de maxilípedos y en los primeros cuatro apéndices torácicos. En la actualidad estas especies corresponden a las especies del género *Alpheus*.

En el género *Synalpheus* existen grupos morfológicos aparentemente bien diferenciados, en algunos casos se ha sugerido manejarlos como géneros diferentes. Banner y Banner (1975) son los primeros en proponer esta posibilidad, mencionan que el grupo de especies de Australia afín a *S. comatularum* (Haswell, 1882), puede elevarse a un nivel genérico, quedando como el género *Synalpheus*. Esta idea también es apoyada por Chace (1988). No obstante, estos autores no efectúan el cambio porque consideran necesario una revisión más detallada de todas las especies del género *Synalpheus*. Además no mencionan en qué género quedaría el resto de las especies de *Synalpheus* no afines a *S. comatularum*.

Otra controversia de la historia taxonómica del género *Synalpheus* es la asignación de la especie tipo. Bate (1876) propone a *Homaralphaeus* (nomen nudum). Posteriormente en 1888 describe al género *Synalpheus* y también sugiere a *Homaralpheus*, que actualmente es sinónimo de *Synalpheus*. Holthuis (1955) selecciona a *Alpheus minus* Say, 1818 como la especie tipo de *Homaralpheus*. Bate (1888) selecciona a *A. falcatus* Bate, 1888, como la especie tipo de *Synalpheus*, la cual es previamente descrita como *A. comatularum* por

Haswell (1882). Considerando que el género *Synalpheus* se restringe al grupo de especies Comatularum (Banner y Banner 1975; Chace 1988), no se admite a *A. falcatus* como la especie tipo (Holthuis 1955). No obstante, tampoco se acepta totalmente a *A. minus* como la especie tipo de *Synalpheus*, al menos que la larva descrita por Bate (1876), para proponer a *Homaralphaeus*, y en consecuencia a *Homaralpheus*, realmente pertenezca a *A. minus*. El mismo autor no asegura que la larva pertenezca a *A. minus*, más bien pertenece a un espécimen cercano a *A. minus* con algunas modificaciones morfológicas. Con este antecedente, Coutière (1899) se muestra escéptico porque, según él, la larva corresponde a un *Alpheus* y no a un *Synalpheus*. A pesar de las dudas, Holthuis (1955) se convence de que *A. minus* es la especie tipo de *Homaralpheus*. Esta idea es adoptada por Chace (1988), quien incluso menciona que *Homaralpheus* representa a la mayoría de las especies descritas de *Synalpheus* donde también se encuentra *A. minus*.

Por otro lado, *Alpheinus* también es sinónimo de *Synalpheus*. Borradaile (1899) describe al género *Alpheinus* y selecciona a *Alpheinus tridens* Borradaile 1899 como especie tipo. Según Chace (1988), *A. tridens* pertenece al grupo taxonómico de *S. comatularum*, y concluye que *Alpheinus* es sinónimo del género *Synalpheus*.

#### **OBJETIVO GENERAL**

El principal interés de este estudio es analizar y actualizar el conocimiento de los aspectos sistemáticos y biogeográficos de las especies del género *Synalpheus* del Pacífico Oriental, con el fin de proporcionar herramientas que faciliten su estudio. La problemática se centra principalmente en su pertenencia a un grupo de carideos muy complejo, y con problemas aún no resueltos, tanto en los aspectos morfológicos como taxonómicos y biogeográficos.

#### ANTECEDENTES

El estudio de los camarones carideos de la familia Alpheidae, en particular del género *Synalpheus*, es problemático por la dificultad y confusión que implica la identificación de sus especies, principalmente las especies morfológicamente similares. Es necesario incrementar el conocimiento taxonómico y biogeográfico de uno de los componentes biológicos más importantes de los hábitats de las zonas intermareal y sublitoral del mundo; estos hábitats se caracterizan por albergar una elevada abundancia y riqueza específica de crustáceos.

La fauna de camarones carideos del Pacífico Oriental tropical es poco estudiada comparada con la del Indopacífico Occidental. En el Pacífico Oriental existen tres regiones con mayor atención científica: el Golfo de California, las Islas Galápagos y la costa de Perú-Chile. Para estas regiones existe una serie de publicaciones de carácter faunístico (especies nuevas, ampliaciones de distribución, notas ecológicas o morfológicas), que permiten establecer un marco teórico básico de referencia de buen nivel para el estudio carcinológico del Pacífico Oriental. Sin embargo, son escasos los trabajos que solucionan aspectos taxonómicos, principalmente de las especies morfológicamente similares, politípicas y anfiamericanas.

El trabajo taxonómico más importante sobre el género *Synalpheus* para la costa oeste de América es el de Coutière (1909). Este autor efectúa la revisión del género de ambas costas de América y describe 20 especies y 20 subespecies. La singularidad del trabajo reside en que en la actualidad se considera el más completo porque incluye claves taxonómicas, descripciones y esquemas de la mayoría de las especies de la región. No obstante, la información de las descripciones es poco detallada, lo cual lleva a confusiones taxonómicas.

Las investigaciones sobre la fauna de camarones carideos del Golfo de California se enfocan principalmente a los aspectos taxonómicos y de distribución. En algunos casos se registran observaciones sobre la biología y ecología de estos organismos. Uno de los trabajos pioneros de esta zona es el de Chace (1937), que menciona cinco especies de *Synalpheus* en su estudio de los camarones carideos del Golfo de California y de la costa oeste de Baja California Sur. Cinco décadas después, aparecen contribuciones importantes

como la de Carvacho y Ríos (1982), quienes presentan un listado de camarones carideos del Golfo de California, de los cuales nueve pertenecen al género *Synalpheus*, e incluyen claves de identificación, además de discutir algunos aspectos biogeográficos. Wicksten (1983), en su monografía registra 77 especies de carideos del Golfo de California proporcionando claves taxonómicas, sinonimias, material examinado, hábitat, localidad tipo, distribución y algunas notas de 12 especies de *Synalpheus*. Hendrickx *et al.* (1983) mencionan cuatro especies de este género en su publicación de camarones carideos del sur de Sinaloa. Hendrickx (1992) realiza un análisis de las afinidades zoogeográficas de crustáceos decápodos del Golfo de California e incluye diez especies del género. Ríos (1992) identifica 16 especies de *Alpheus* provenientes del estuario de Mulegé y de Bahía Concepción, Baja California Sur; entre ellas describe a *S. mulegensis* y proporciona información taxonómica sobre cinco especies del mismo género.

Existen otros trabajos con información básica de taxonomía y biogeografía de los decápodos con un enfoque general realizados en el Golfo de California, en donde se incluyen especies de interés para este estudio. Los libros de Steinbeck y Ricketts (1941) y Brusca (1980) son contribuciones importantes porque en ellas se recopila información de los invertebrados del Mar de Cortés. Rodríguez de la Cruz (1987) registra siete especies del género Synalpheus en su estudio de los decápodos del Golfo de California. Villalobos-Hiriart et al. (1989) amplían el límite norte de distribución de S. charon, S. digueti y S. t. mexicanus Coutière, 1909 y señalan a S. digueti y a S. nobilii Coutière, 1909 en el trabajo taxonómico de crustáceos estomatópodos y decápodos intermareales de las islas del Golfo de California. Hendrickx (1993a) presenta una lista de todas las especies de crustáceos decápodos conocidos para el sur del estado de Sinaloa, en el suroeste del Golfo de California. Es importante resaltar el trabajo que realiza este mismo autor en 1993, porque proporciona un listado de especies de decápodos basado en una revisión de la literatura de los crustáceos bénticos y pelágicos del Pacífico Oriental e integra datos originales de muestreos del Pacífico mexicano. Este autor menciona 12 especies del género Synalpheus; en 1994, y publica un catálogo de crustáceos decápodos y estomatópodos de la colección de la Estación de Mazatlán, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, donde se encuentran depositados ejemplares de este género. Alvarez et al. (1996) amplían el límite norte de distribución de S. bannerorum Abele, 1975. Rodríguez Almaráz et al. (2002) registran a *S. townsendi* en la Isla del Carmen, Baja California Sur, pero probablemente exista un error en la determinación o en la escritura del nombre de la especie, ya que *S. townsendi* sólo se conoce en el Atlántico.

Los estudios específicos de la fauna asociada a esponjas en el Pacífico americano son muy escasos. El primero y el único es el realizado por Vega Juárez y Carballo Cenizo (2003), quienes registran a *S. digueti* y *S. sanjosei* en el análisis de la abundancia y la composición de los crustáceos asociados a la esponja *Mycale parishi* (Bowerbank, 1875) de la Bahía de Mazatlán.

Es muy probable que se sigan descubriendo nuevas especies de este género, como *S. lani* de Nayarit (Hermoso y Alvarez 2005), *S. stylopleuron* y *S. wickstenae* de la costa de Sinaloa (Hermoso Salazar y Hendrickx 2005b). Por otro lado, con el análisis morfológico detallado de las especies y con la revisión del material tipo, cabe la posibilidad de que algunas especies caigan en sinonimia o se actualice su estatus taxonómico. Hermoso Salazar *et al.* (2005) elevan a especie a *S. t. brevispinis* Coutière, 1909, *S. t. mexicanus* y a *S. t. peruvianus* Rathbun, 1910, además de ofrecer una descripción detallada de las tres especies. En otros trabajos se sinonimizan especies como sucede con *S. recessus* Abele y Kim, 1989. Hermoso Salazar y Hendrickx (2005a) consideran que *S. recessus* es sinónimo de *S. peruvianus* y amplían su intervalo de distribución de Costa Rica a las costas de México, con la recolección de especímenes en Teacapán y Punta Altata, Sinaloa.

Conforme se incrementan los estudios de la fauna de crustáceos de regiones poco atendidas, es común que se amplíe el intervalo de distribución de las especies, como sucede con la recolección de un macho de *S. bannerorum* en Punta Arenas de la Venta, La Paz, Baja California Sur, México, cuyo ámbito geográfico se amplia de Punta de Mita, Nayarit a La Paz (Hermoso Salazar y Suárez González 2001). Los especímenes de *S. lockingtoni* Coutière, 1909 recolectados durante la expedición SURPACLIPP, permiten ampliar el límite sur de distribución de la especie de Zihuatanejo, Guerrero, México a isla Clipperton (Hermoso Salazar y Solís Weiss 2001); el límite sur de distribución de *S. occidentalis* Coutière, 1909 se extiende de Isla San José, Baja California Sur a Isla María Madre, Nayarit (Hermoso Salazar 2001); *S. paulsonoides* Coutière, 1909 es recolectada en aglomerados de conchas de bivalvos a 30 m de profundidad en Caleta de Campos, Michoacán y con esto se amplía su

intervalo de distribución de Isla San Francisco, Baja California Sur a Michoacán (Hermoso Salazar y Hernández Alcántara 2001).

Para la costa del suroeste de México existen algunas publicaciones. Álvarez del Castillo *et al.* (1992) consideran a *Synalpheus* sp y a *S. nobilii* en su análisis de abundancia relativa y de distribución horizontal y vertical de los crustáceos decápodos de Barra de Navidad, Jalisco; Hernández-Aguilera y Martínez-Guzmán (1992) presentan notas sobre la distribución de los estomatópodos y decápodos de aguas someras de Isla Clarión, e incluyen cinco especies del género *Synalpheus*.

Existen publicaciones relevantes que tratan a la carcinofauna de otras regiones de la costa oeste de América. Schmitt (1939) proporciona información sobre decápodos recolectados durante el crucero Presidencial en 1938. Chace (1962) menciona a S. biunguiculatus (Stimpson, 1860), S. charon y S. nobilii en el último trabajo de camarones de Clipperton publicado hasta la fecha. Abele (1975) determina 18 especies de macruros de Isla Malpelo, entre las cuales describe a S. bannerorum y redescribe a S. digueti y a S. nobilii. von Prahl et al. (1978) comentan la relación comensal de S. charon con las colonias del coral *Pocillopora damicornis* (Linnaeus, 1758). Wicksten contribuye con publicaciones de gran importancia sobre camarones carideos: en 1984 registra por primera vez a S. lockingtoni en Santa Cruz, California, E.U.A.; en 1989 describe a S. arostris con localidad tipo en la Bahía de Malaga, Colombia; en 1991 señala a S. biunguiculatus, S. nobilii y S. digueti como integrantes importantes de la fauna carcinológica de las Islas Galápagos; y en 1994 eleva a la categoría de especie a las subespecies S. a. sanjosei como S. sanjosei y a S. g. occidentalis como S. occidentalis. Abele y Kim (1989) registran a S. apioceros y describen a S. recessus y S. superus para el canal de Panamá. Sassaman et al. (1984) mencionan los isópodos parásitos de S. lockingtoni recolectados en California, E.U.A. Otra contribución importante es el listado de especies de camarones peneidos y carideos del Pacífico Oriental tropical recopilado por Wicksten y Hendrickx (1992), quienes incluyen 18 especies del género Synalpheus. Los mismos autores, en 2003, actualizan este listado registrando 19 especies del género Synalpheus, cambiando el estatus taxonómico de dos especies: S. sanjosei y S. occidentales, e incluyendo dos especies de Synalpheus descritas después de su primer listado: S. arostris y S. mulegensis.

Asimismo, los estudios de crustáceos carideos basados en métodos cladísticos son recientes y escasos. A nivel de superfamilia se puede mencionar el trabajo de Christoffersen (1990), quien hace modificaciones considerables en las superfamilias de los carideos como resultado de un análisis filogenético basado en 19 sinapomorfías de organismos adultos. Otras publicaciones que tratan el tema a nivel de familia son: 1) la de Christoffersen (1988) que realiza un estudio para inferir las relaciones filogenéticas de las especies de la familia Crangonidae; 2) el análisis efectuado por Shank (1999), para conocer las relaciones filogenéticas de las especies de ventilas hidrotermales de la familia Bresiliidae. A nivel del orden Decapoda se puede citar el trabajo de Kim y Abele (1990), quienes seleccionan nueve especies claves de los dos subórdenes de decápodos para conocer las relaciones filogenéticas, basándose en secuencias de nucleótidos de ARN ribosomal.

Con respecto a los trabajos que utilizan el método cladístico en el género *Synalpheus* sólo se cuenta con los de Duffy *et al.* (2000) y Morrison *et al.* (2004). Duffy *et al.* (2000) hacen un análisis cladístico para reconstruir la filogenia de 13 especies del género *Synalpheus* simbióticas de esponjas del Atlántico Este. Esto se efectuó con el fin de conocer los patrones de sociabilidad de estos organismos como hospederos de esponjas. Existen trabajos muy interesantes sobre aspectos sociales, estructura de la comunidad, especialización del hospedero, descripción de nuevas especies, estructura genética poblacional, patrones de uso del hospedero y demografía de algunas especies del género *Synalpheus* simbiontes de esponjas de varias regiones del Caribe (Duffy 1992, 1993, 1996, 1996b, 1996d, 1996e, 1998; Duffy y Macdonald 1999; Ríos y Duffy 1999).

#### ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio comprende principalmente la zona tropical y subtropical del Pacífico Oriental, donde se distribuyen las especies de *Synalpheus* registradas en la costa occidental de América (Figura 1).

#### ASPECTOS GENERALES

El océano Pacífico, también denominado "de las Damas", debido a los suaves vientos alisios, fue bautizado así por el navegante portugués Fernando de Magallanes en

1520. Este océano cubre aproximadamente un tercio de la superficie de la Tierra y contiene más de la mitad de las aguas libres de la hidrosfera. Está limitado al este por la masa continental integrada por América del Norte, América Central y América del Sur, al norte por el estrecho de Bering, al oeste por Asia y Australia y al sur por la Antártida. Al sureste se le limita de forma arbitraria, del océano Atlántico por el paso de Drake, a los 68° W. Al suroeste, la línea que lo separa del océano Índico aún no ha sido establecida de forma oficial. Además, existen los mares limítrofes que se prolongan por su irregular borde occidental.

El Pacífico contiene aproximadamente 25000 islas (más que todos los demás océanos del mundo combinados), casi todas ubicadas al sur de la <u>línea del Ecuador</u>. El Pacífico cuenta con un área de unos 180 millones de km², es decir, más que toda la superficie continental. Tiene una longitud máxima de 15500 km desde el estrecho de Bering hasta la Antártida, y una anchura máxima de aproximadamente 17700 km, desde Panamá hasta la Península Malaya. Su profundidad media es de 4282 m, aunque el punto más profundo está en la fosa de las Marianas, a la altura de Guam, con 11034 m de profundidad, que es también el punto más profundo del planeta. Todas estas características hacen del Pacífico uno de los océanos más complejos por la dinámica de sus procesos oceanográficos; además de ser el menos estudiado (Soule 1970).

La costa del Pacífico Oriental tiene una longitud de 13000 km, desde Alaska (60°N) al extremo de Magallanes (56°S). La plataforma continental es muy diversa, resulta ser más irregular en las regiones tropicales que en las zonas frías. En el sur presenta costas abruptas, salvo raras excepciones, por tener muy próxima la cordillera andina. El anticlinal andino penetra por muchos puntos en el mar en posición oblicua, por lo que a poca distancia de la costa se sobrepasan los 1000 m de profundidad. Del norte de Perú hasta el centro de Chile presenta una plataforma muy estrecha y fosas marinas profundas. Las costas del Pacífico del sur de México, Centroamérica y el norte de Sudamérica también presentan una plataforma continental muy estrecha (Rodríguez y Windevoxhel 1998).

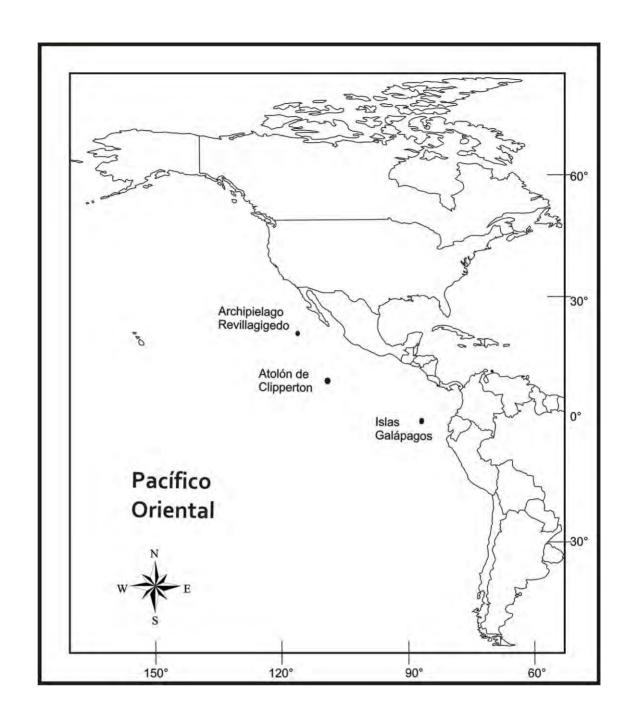


Figura 1. Área de estudio (Pacífico Este).

Del norte de Perú hasta el centro de Chile se registran aguas frías entre los 18-19°C. Los rasgos principales de esta región son las condiciones áridas en la costa, y es una zona frecuentemente alterada por la ocurrencia de los eventos de El Niño, que cada 2-7 años irrumpe en el sistema y causa una elevación en las temperaturas del agua y una caída significativa en la productividad del sistema. La región de Perú Central tiene costas con acantilados, playas arenosas y rocosas, dunas costeras, islas, y bocas de ríos. En esta región casi no se dan humedales, deltas de ríos o lagunas. En esta zona ocurre el afloramiento más intenso asociado con la productividad oceánica. Otra característica es que la salinidad es superior a 34.5 ppm (Rodríguez y Windevoxhel 1998).

En el Ecuador la distribución de las temperaturas superficiales del agua muestra dos hechos notables: el primero, es la lengua de agua fría a la largo del Ecuador hacia el oeste de las islas Galápagos, que se presenta más pronunciada de mayo a diciembre inclusive, indicando el afloramiento de aguas subsuperficiales a lo largo del Ecuador, como también la advección de agua más fría desde la Corriente del Perú; el segundo hecho, es una lengua de agua cálida, desarrollada frente a la costa del Perú principalmente de febrero a mayo y separada de la costa únicamente por el agua más fría del afloramiento. Obviamente, esta agua cálida no se deriva del agua de elevada temperatura existente al norte del Ecuador, parece estar más bien relacionada con la Contracorriente del Perú y por calentamiento local (Wyrtki 1966).

La región del Pacífico Este Tropical es considerada desde la Bahía Magdalena, Baja California a Paita, Perú, cubriendo 30° de latitud (Garth 1960; Vermeij 1978; Brusca 1980; Hendrickx y Salgado-Barragán 1989). Dentro del agua cálida del océano Pacífico Este Tropical, varios manchones con temperatura más baja indican el afloramiento en el Domo de Costa Rica (Wyrtki 1964). En general, el Pacífico Este Tropical está cubierto de agua tropical de superficie que tiene temperatura superior a 25°C y salinidad inferior a 34 ppm, debido a un exceso de lluvias en comparación con la evaporación. En la parte central del Pacífico Sur se presenta agua subtropical de superficie que tiene salinidades elevadas y temperaturas relativamente altas que varían con las estaciones de año. Esta agua se extiende

casi hasta la costa del Perú, de la cual sólo la separa una franja estrecha de agua de afloramiento de menor salinidad (Wyrtki 1966).

Gran parte de las costas de Centro y Sudamérica están ocupadas por comunidades de manglares. Tal es el caso de La Ensenada de Panamá, que abarca los países de Panamá, Colombia y la parte norte de Ecuador; ahí existen comunidades costeras únicas como manglares y arrecifes coralinos, bocas de ríos y estuarios muy productivos. En Machalilla, Ecuador, hay un área importante de afloramiento. El Golfo de Guayaquil es la zona costera más importante de esta región por ser un ambiente altamente productivo (Rodríguez y Windevoxhel 1998).

El Pacífico tropical mexicano se extiende entre Bahía Magdalena y la frontera con Guatemala. En esta región se ubica la parte central-sureste del Golfo de California, que se caracteriza por presentar estuarios y lagunas costeras y bosques de mangle, así como gran parte de la costa suroeste de México. La línea de costa, desde Cabo Corrientes, Jalisco hasta Oaxaca, es muy irregular (Parker 1965; Merino 1987; Lankford 1977).

En la costa del Pacífico mexicano se encuentran dos golfos, el Golfo de Tehuantepec y el Golfo de California. El primero se localiza al sur del Istmo de Tehuantepec, desde Puerto Ángel, Oaxaca, hasta la barra del río Suchiate, Chiapas, entre los paralelos de 15° 39′y 14° 33′ N y los meridianos 96° 31′ y 92° 16′ W. Tiene una superficie aproximada de 49 000 km². La planicie costera se encuentra en de la zona tropical, con clima cálido (Aw) y cálido húmedo, con lluvias en verano (Am). La temperatura media anual varía muy poco durante el año, con 32.3 °C como temperatura promedio máxima durante el mes de julio, y mínima de 22.4 °C en diciembre; la media anual es de 27 °C. La profundidad en el Golfo de Tehuantepec es inferior a 1800 m. La plataforma continental tiene una longitud aproximada de 400 km, siendo más amplia (55 km en promedio) hacia la porción oriental y muy estrecha hacia la parte occidental (20 km) (Wyrtki 1966; García 1981).

#### **GEOLOGÍA**

El Pacífico es la cuenca oceánica más antigua de todas las existentes. Sus rocas sedimentarias tienen una edad aproximadamente de 200 millones de años. Las principales

características de la cuenca oceánica están relacionadas con la tectónica de placas y el vulcanismo. Aunque el fondo oceánico en la zona central del Pacífico es muy regular, los denominados "guyots", unas elevaciones submarinas con la cima plana y forma de columna, constituyen irregularidades llamativas. La zona oriental del Pacífico se caracteriza por la presencia de la dorsal del Pacífico Oriental, una parte del sistema de dorsales oceánicas que rodea el planeta. Los depósitos sedimentarios del océano Pacífico se componen mayoritariamente de partículas de origen local (depósitos organógenos), como los esqueletos de pequeños animales marinos. Sólo se encuentran depósitos minerales de partículas procedentes de los continentes circundantes en las zonas costeras y en las estrechas plataformas continentales (http://www.lighthouse-

#### foundation.org/index.php?id=134&L=2).

Un rasgo morfológico sobresaliente del margen continental del Pacífico tropical mexicano es su interrupción por la Trinchera Mesoamericana. Esta se extiende de forma paralela a la costa del Pacífico Sur de México y de América Central, desde Cabo Corrientes en el estado de Jalisco hasta la Península Osa en Costa Rica (Shor 1974). Estructuralmente forma parte del límite entre la placa Norteamericana y la de Cocos (Altamira 1998), siendo esta última una placa oceánica (Boillot 1984).

La Trinchera Mesoamericana se desarrolló tectónicamente como resultado de la subducción de la placa de Cocos debajo de la placa Norteamericana durante el Cretácico tardío y Mioceno tardío (Dengo 1985). La placa de Cocos se mueve a lo largo del margen convergente con el continente mesoamericano en una dirección NE, con una velocidad promedio de 5 cm/año (Carranza-Edwards y Aguayo-Camargo 1992). Este proceso da como resultado la formación del complejo montañoso de la Sierra Madre del Sur (Lecuanda 1995). También como consecuencia de esta convergencia, se produce un gran número de focos sísmicos, siendo una de las áreas de costa con mayor sismicidad en el país (Carranza-Edwards *et al.* 1986). Tectónicamente es una costa de colisión continental (Inman y Nordstrom 1971). La gran actividad tectónica presente en la zona producida por la subducción entre estas dos placas, hace que la plataforma continental de la costa del Pacífico mexicano sea estrecha (Karig *et al.* 1978). También las fuerzas compresivas originadas por esta convergencia de placas provocan fallas en la zona, que presenta un

patrón de fallas perpendiculares a la línea de costa y otras casi paralelas (Carranza-Edwards *et al.* 1986).

El patrón de corrientes determina la disposición de la textura sedimentaria sobre la plataforma del Pacífico mexicano. Se observa una distribución gradual de los sedimentos a partir de la línea de costa hacia mar adentro, variando la textura de arena a lodo. Esta disposición está relacionada con la pendiente del piso oceánico y con la amplitud de la plataforma continental (Altamira 1998). En áreas poco profundas (hasta 20 m) el movimiento de los sedimentos se da en dos direcciones: a lo largo de la costa, y hacia fuera y hacia adentro de la costa. El efecto de las olas superficiales es poco activo, por lo cual los movimientos naturales de los sedimentos de la zona litoral deben ser considerados durante la etapa de planeación de obras de ingeniería, porque interfieren con el movimiento natural y afectan las playas adyacentes (Peraza-Vizcarra 1985). En la costa de Guerrero y Oaxaca, los sedimentos se presentan en franjas paralelas a la línea de costa. No obstante, el cañón de Ometepec interrumpe la distribución de los sedimentos superficiales sobre la plataforma continental debido a las fuertes corrientes que se generan, transportando sedimentos hacia el talud (Carranza-Edwards *et al.* 1986).

El Golfo de Tehuantepec es una región sísmica activa, causada por la interacción de las placas de Cocos, Norteamericana y Caribe (Carranza-Edwards *et al.* 1998). Los ríos que desembocan en el golfo aportan la mayor parte de los sedimentos a la plataforma continental; su distribución es resultado de la acción de las corrientes superficiales y profundas que actúan en el área. Las arenas son los sedimentos más abundantes en el Golfo de Tehuantepec. Los sedimentos limo-arenosos se presentan en una franja delgada cerca de la costa, entre el Mar Muerto y La Laguna Buenavista. En ocasiones, están asociados con sistemas lagunares y a los ríos Pijijiapan y Novillero que aportan principalmente arenas medias y limos (Carranza-Edwards 1980). Los limos y arcillas presentan una distribución restringida, los cuales se encuentran únicamente en la parte occidental del golfo en una lengüeta sinuosa (Carranza-Edwards 1987).

En el Golfo de California, la constante actividad tectónica a través del tiempo, la variabilidad climática y las irregularidades topográficas, provocan que los sedimentos se distribuyan irregularmente. La mayoría de las áreas que rodean al golfo son áridas,

incluyendo prácticamente todo su margen occidental, donde el aporte de sedimentos se da únicamente por flujos ocasionales de los abanicos aluviales y por la erosión de las costas. Ningún río drena en el golfo desde la región peninsular (van Andel 1964), por lo que los sedimentos de esta región consisten básicamente de esqueletos calcáreos (Osuna-López y Páez-Osuna 1992). Por el contrario, en el margen oriental, al norte de Guaymas a pesar de que también es una región árida y los ríos son estacionales, existe un intermitente aporte sedimentario. Hacia el sur de Guaymas, las descargas fluviales son más numerosas, y existen ríos, como el Fuerte, el Yaquí, el Mayo y el Culiacán, que aportan la mayor parte de los sedimentos depositados en el Golfo de California. En la actualidad, el flujo del Río Colorado prácticamente ha cesado debido a la construcción de numerosas presas en el Valle Imperial, restringiendo las descargas de agua dulce. Por tanto, los flujos de sedimentos virtualmente son nulos (Páez-Ozuna 1988).

Los sedimentos en el sur del golfo son básicamente finos. En las regiones donde el aporte sedimentario es mayor, las arenas son importantes y pueden extenderse a mayores profundidades. En ocasiones, los limos y las arcillas pueden estar muy cerca de la costa, como en el delta del río el Fuerte (Van Andel 1964). El margen continental aporta más sedimento que el peninsular. Las partículas sedimentarias provenientes originalmente de la Sierra Madre Occidental son derivadas de fuentes volcánicas, batolíticas y metamórficas formando una amplía planicie costera (Maluf 1983).

El Archipiélago Revillagigedo está integrado por cuatro islas: San Benedicto, Roca Partida, Socorro y Clarión. Todas son de origen volcánico y emergen de la gran meseta submarina situada en esa región del océano, con numerosos volcanes sumergidos (Vivo-Escoto y Alcoarta-Guerrero 1949; DIFO-AR 1981). La región del archipiélago es de gran importancia por sus recursos minerales, principalmente por la presencia de nódulos polimetálicos con metales de valor estratégico, y por su ubicación ya que amplía el territorio nacional, particularmente la zona económica exclusiva (Ortega *et al.* 1992; Carranza-Edwards y Rosales-Hoz 1994). La Isla Socorro está conformada por la parte superior de un volcán que se levanta casi 4000 m desde el fondo del océano y su cima se eleva hasta 1050 m sobre el nivel del mar. En cambio, la Isla Clarión está constituida casi en su totalidad por rocas volcánicas de la serie alcalina y toleítica (Hidalgo-Hernando 1987). Los principales sedimentos de la región están constituidos por arcillas pelágicas y

por detritos volcánicos (Carranza-Edwards y Aguayo-Camargo 1992). Los nódulos polimetálicos son muy importantes en la zona, presentan textura granular y lisa con formas regulares (Carranza Edwards *et al.* 1987).

#### CORRIENTES OCEÁNICAS

La circulación oceánica superficial es el resultado de varios procesos, especialmente de la fuerza del viento que actúa sobre la superficie del agua, el efecto de Coriolis y la influencia de la disposición de los continentes y de los litorales. El efecto de Coriolis es provocado por la rotación de la tierra, el cual tiende a acumular el agua en las costas situadas al oeste de los océanos. Además, en el hemisferio Norte los vientos se desvían hacia la derecha y hacia la izquierda en el hemisferio Sur. No obstante, en la categoría de corrientes marinas superficiales se incluyen las corrientes permanentes de los océanos, tales como la corriente de Humboldt, la del Golfo y las corrientes ecuatoriales, las cuales son una parte de la circulación general de los océanos (Brown *et al.* 1989; Tonczak 2000). Este mismo efecto del giro de la tierra provoca las zonas de afloramiento o surgencia que hay en la costa este del Pacífico y del Atlántico, donde el agua fría asciende del fondo hacia la superficie (Monreal *et al.* 1999).

En forma resumida, se puede decir que el sistema de corrientes del Pacífico Oriental es muy similar al que se presenta en los otros océanos. En ambos lados del Ecuador se localiza una corriente superficial ancha, la Corriente Norecuatorial y la Corriente Surecuatorial, las cuales se desvían al llegar al Pacífico americano; la Corriente Norecuatorial gira al norte y la Corriente Surecuatorial gira al sur. Estas están separadas por una contracorriente angosta denominada Contracorriente Ecuatorial (Figura 2). La Corriente Norecuatorial y la Contracorriente Norecuatorial transportan agua de la masa de Agua Tropical Superficial (Weihaupt 1979; Badan 1997); de tal forma que la Contracorriente Norecuatorial separa los sistemas de corrientes del Pacífico norte y del Pacífico sur. Esta se ubica alrededor de los 5° N, fluye del Pacífico Oeste al Este, en dirección opuesta a los vientos alisios dominantes, con una velocidad de 150 cm/s (Badan 1997). En el Pacífico Este fluye entre dos giros (centrados en 8° N; 89° W y 5° N; 88° W) y se divide en dos ramales (Roden 1962). La rama austral gira al sur para reunirse con la

Corriente Surecuatorial que fluye del este al oeste. La rama boreal gira alrededor del Domo de Costa Rica, de donde procede como Corriente Costera de Costa Rica a lo largo de la costa de Centroamérica y de México. Cuando llega a México toma el nombre de Corriente Mexicana, hasta alcanzar la Zona de Transición del Pacífico Norte en el extremo sur de la península de Baja California (Wyrtki 1967). Esta corriente es alimentada por dos corrientes con variación en un ciclo anual: la de California y la de Costa Rica. La mayor influencia de estas dos fuentes se presenta de marzo a julio. La contribución de la Corriente de Costa Rica es más significativa durante el resto del año coincidiendo con el período en que la Contracorriente se desarrolla con mayor fuerza (Badan 1997).

En el hemisferio norte, el giro subártico es un giro ciclónico y engloba a la Corriente de Alaska; más al sur circula la Corriente de California que es una corriente fría, extensa y de movimiento lento que circula al Suroeste. En el Pacífico Sur, la circulación es ciclónica, comprende la Corriente Surecuatorial y la Corriente de Humboldt, esta última circula en dirección paralela a Sudamérica y distribuye sus aguas a la Corriente Surecuatorial. En el extremo meridional está localizada la Corriente Circumpolar Antártida, la fuente más importante de la circulación oceánica de profundidad que da la vuelta a la Tierra y reúne las aguas de los océanos Pacífico, Atlántico e Índico. De aquí nace la extensa y fría Corriente de Perú, o de Humboldt (Sverdrup *et al.* 1942; Hickey 1998; Ted Strub *et al.* 1998).

La Corriente de Costa Rica se inicia en la cuenca de Panamá, extendiéndose desde los 5° hasta los 23° N, abarcando poco más de 4000 km de longitud (Wyrtki 1967), conecta a la Contracorriente Norecuatorial con la Corriente Norecuatorial (Douglas *et al.* 1993). En el norte, la Corriente Costera de Costa Rica confluye con la Corriente de California, aproximadamente frente a la boca del Golfo de California y, conjuntamente con ella, se separa de la costa para configurar el inicio de la Corriente Norecuatorial girando hacia el oeste en uno o varios ramales (Wyrtki 1967). Es fuente de la mayor parte de las ramas de agua que bañan las costas continentales mexicanas, la que contribuye a la composición del Golfo de California y que continúa hasta el Golfo de Alaska dentro de la Contracorriente o Subcorriente de California, por lo que se le detecta en las aguas de surgencia que emergen frente a Baja California y más al norte (Douglas *et al.* 1993).

La intensidad de la Corriente Costera de Costa Rica y la latitud en la cual choca con la Corriente de California varían estacionalmente. La variación está en función de la posición de los grandes sistemas atmosféricos, por lo cual se registra la mayor intensidad del sistema ecuatorial y de la Corriente Costera de Costa Rica en los meses de julio a diciembre, cuando existe una retracción correspondiente de la Corriente de California. En esta época, la confluencia se realiza frente a Cabo San Lázaro, en Baja California Sur. El sistema ecuatorial y la Corriente Costera de Costa Rica presentan su intensidad mínima cuando la Corriente de California alcanza su extensión máxima, en los meses de marzo a mayo. La confluencia se desplaza entonces más al sur de Cabo Corrientes, hasta una latitud que no ha sido aún definida con exactitud (Badan 1997).

El Domo de Costa Rica es un tipo de afloramiento de carácter oceánico conocido como domo térmico, en donde el agua del fondo emerge hasta la superficie como respuesta del océano y de los vientos, que enriquece las aguas oceánicas del Pacífico frente a las costas centroamericanas, y su centro se ubica en 9° N, 89° W. Este domo es permanente, variando sólo su intensidad, de manera que la fase madura se alcanza en septiembre de cada año. En esta zona del Pacífico tropical americano existe una interacción muy fuerte entre los afloramientos costeros y el domo de Costa Rica, dándose lugar a una hidrodinámica muy compleja. Sin embargo, se asegura un aporte continuo de nutrientes para la producción orgánica. El Pacífico Centro americano experimenta estacionalmente (en el caso de los afloramientos costeros) y permanentemente (con el domo térmico de Costa Rica) este tipo de fenómenos que tienen un impacto importante en las pesquerías pelágicas en el istmo (Brenes 2001).

Los estudios recientes del Golfo de California se centralizan en la circulación y en la formación de masas de agua en la parte norte y central del Golfo. Sin embargo, Lavín *et al.* (1997) aclaran que el sistema de circulación del golfo es poco entendible, y muchas deducciones están basadas en evidencias débiles. Estos autores también explican que la circulación de las corrientes está más relacionada con la influencia del océano Pacífico que con los vientos como principal generador de las corrientes.

La complejidad de la circulación actual del Golfo de California se deriva de las variaciones regionales y estacionales que se presentan en la zona. Existe un flujo entrante

en verano y uno saliente en invierno. La circulación es anticiclónica en invierno y ciclónica en verano. El sistema de vientos, la topografía y la forma de las costas son importantes en la generación de corrientes; esto es claro al observar la presencia de surgencias, ya que el sistema de vientos genera surgencias en el lado continental en invierno, y en las costas peninsulares en verano, aunque se conocen sólo las surgencias de invierno, porque los vientos en verano son muy débiles y no se detecta con claridad la surgencia. Por otro lado, la corriente que entra al golfo, a lo largo de Sinaloa, da un giro y sale por el oeste. Se observa que en épocas de tormenta, esta corriente se restablece rápidamente, y se caracteriza por alcanzar velocidades de 10 cm/s, extendiéndose hasta 1000 m de profundidad. En la capa superior de los 300 m, la corriente aumenta su velocidad alcanzando valores de 30 a 40 cm/s. Esta corriente trae aguas más frías y menos salinas del Pacífico para el golfo, y transporta aguas más calientes y saladas para el Pacífico. No se conoce el alcance que tiene esta corriente dentro del golfo, pero las imágenes de satélite muestran la existencia de una circulación ciclónica en la cuenca de Pescadero (Lavín *et al.* 1997).

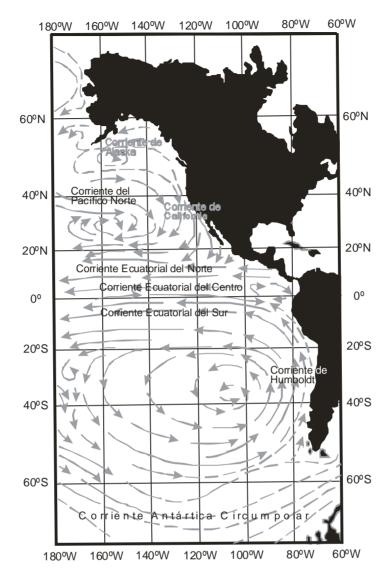


Figura 2. Principales corrientes oceanográficas del Pacífico Oriental.

#### **COMUNIDADES CORALINAS**

Los corales del Pacífico Oriental son recientes, empezaron a desarrollarse hace 4500 a 5600 años (a partir del Plioceno) sobre rocas volcánicas y sedimentos calcáreos (Glynn y Macintyre 1977; Reyes Bonilla 1992). Las comunidades coralinas se extienden desde el sur del Golfo de California, hasta el sur de Ecuador, y desde Colombia al este, hasta la Isla Clipperton al oeste. Los arrecifes más extensos se encuentran en Costa Rica, Panamá, Colombia y en las islas de Cocos y Clipperton donde tienen una estructura única. En el Pacífico Oriental existen dos tipos principales de arrecifes: los construidos por especies del

género Pocillopora (ramificados) y los construidos por Porites lobata Dana, 1846 (macizos), además de otras especies. Las especies del género Pocillopora crecen entrelazadas formando el arrecife, no hay cementos y la cantidad de algas calcáreas es mínima comparada con las del Caribe. Estas formaciones se presentan principalmente en Colombia, Panamá y en ciertas regiones de Costa Rica. Los corales masivos de P. lobata se registran en Galápagos, Clipperton, Isla de Cocos, y la costa de Costa Rica. Las colonias son generalmente muy grandes; sin embargo, a veces no están cementadas al sustrato (Guzmán y Cortés 1993; Reyes-Bonilla 1993; Ketchum et al. 1997). En la costa oeste de México se tienen dos áreas importantes de comunidades coralinas: la de Oaxaca-Guerrero, y las del Golfo de California-Nayarit (hasta 26° N dentro del golfo). La distribución discontinua a lo largo de la costa pacífica mexicana se debe principalmente a la presencia de playas arenosas, lagunas costeras, estuarios y zonas de surgencias, lugares no apropiados para el desarrollo de los corales porque inhiben la fijación y dispersión de las larvas. La zonación de los corales es semejante a la de todo el Pacífico Este. Las especies del género Pocillopora se encuentran en profundidades someras (menos de 5 m) y las del género Porites en áreas más profundas (Glynn y Wellington 1983; Carriquiry y Reyes Bonilla 1997).

Las islas alejadas del continente americano como Malpelo, Cocos, Clipperton y las del Archipiélago Revillagigedo están expuestas principalmente a perturbaciones naturales que impactan a los corales hermatípicos, mientras que la actividad humana es mínima. Entre las perturbaciones se incluyen las bioerosionadoras y la depredación, así como huracanes y erupciones volcánicas. La erupción más reciente en Isla Socorro se dio en 1993 (Reyes-Bonilla 1993; Medina 1994; López-Ochoa *et al.* 1998).

#### FENÓMENO DE EL NIÑO

En el Pacífico Oriental existen dos fenómenos atmosféricos con gran influencia en la hidrodinámica de la región y con efectos importantes en los aspectos ecológicos y antropogénicos, como son los huracanes y el fenómeno de El Niño. A finales del verano y principios del otoño se forman numerosos huracanes en la zona de vientos alisios. Los huracanes azotan principalmente las costas de México y Centroamérica. El fenómeno

cíclico denominado El Niño constituye la característica meteorológica y oceanográfica más llamativa del océano Pacífico.

La variabilidad ambiental en el océano Pacífico tropical presenta pautas estacionales, interanuales y sobre mayores escalas temporales (decadales y aquellas relativas al cambio climático) (Fiedler 2002). La variabilidad interanual es particularmente fuerte en la porción oriental del Pacífico ecuatorial debido al fenómeno natural océano-atmósfera denominado El Niño Oscilación Sur (ENSO), el cual se presenta con periodos de 2 a 7 años. El fenómeno ENSO es una fluctuación irregular que involucra al océano Pacífico y a la atmósfera global (Philander 1999), y consiste de una inestable interacción entre la temperatura superficial del mar (SST) y la presión atmosférica. Sus consecuencias se observan en variaciones en los patrones de vientos, lluvias, profundidad de la termoclina, pautas de circulación marina y por último, en la productividad biológica y en las pautas de alimentación y reproducción de los organismos marinos incluyendo aves y mamíferos (Fiedler 2002). El Niño se caracteriza por la desaparición de los vientos alisios, el hundimiento de la termoclina y un calentamiento de la SST en el Pacífico tropical ecuatorial, mientras que la fase opuesta llamada La Niña se caracteriza por fuertes vientos alisios, una termoclina muy superficial y bajos valores de SST.

En términos biológicos las repercusiones del evento El Niño se evidencian por el empobrecimiento de las aguas posterior al hundimiento de la termoclina, debido a la disminución de nutrientes y el desplome de la producción del fitoplancton. Los cambios en las formas pelágicas se dan desde la producción secundaria hasta propiciar cambios en las rutas migratorias de atunes y salmones (Mysak 1986; Lehodey *et al.* 1997) y la mortalidad de aves, así como fallos en los eventos reproductivos por reducciones en la disponibilidad de alimento y alteraciones en el patrón de lluvias (Schreiber y Schreiber 1984; Ainley *et al.* 1988). Los efectos sobre el ecosistema bentónico más difundidos son aquellos relacionados con el "blanqueamiento" de coral y la afectación de algunos bancos de macroalgas. El calentamiento de las aguas, la turbidez y sedimentación, y los niveles del mar afectan severamente a los arrecifes de coral (Glynn y de Weerdt 1991; Reyes-Bonilla 2001; Carriquiry *et al.* 2001). La afectación a los bancos de macroalgas se debe principalmente al daño causado por las tormentas (Dayton y Tegner 1984; Ebeling *et al.* 1985).

En el Pacífico mexicano no existen estudios que evalúen el efecto de El Niño y La Niña en los ambientes bentónicos costeros. La literatura científica disponible consiste en información fragmentada sobre efectos particulares, los cuales pueden propiciar el incremento o disminución en los niveles poblaciones de algunas especies debido a su propia tolerancia ambiental, ya sean macroalgas (Scrosanti 2001), o a una respuesta conductual que podría afectar su pesca (Godínez-Domínguez et al. 2000). Otros ejemplos en la región templada del Pacífico Oriental indican incrementos de los niveles de abundancia de cirrípedos (Connolly y Roughgarden 1999) y altas mortalidades del abulón negro (Raimondi et al. 2002). Existe un nivel de efecto directo en los organismos durante el evento de El Niño debido a los factores ambientales o por la afectación del hábitat. Sin embargo, en el caso de muchos invertebrados, el punto crítico de afectación está relacionado con el proceso de reclutamiento postlarval. Estudios del impacto de las condiciones oceanográficas sobre la variabilidad del reclutamiento sobre escalas interanuales revelan patrones de co-variabilidad que indican una influencia sobre el estadio larvario. La correlación entre el índice de surgencias y la SST podrían reflejar la existencia de mecanismos que involucraran el transporte a través de la plataforma, además de la producción de alimentos (Bostford 2001).

#### PRESENTACIÓN DEL TRABAJO DE TESIS

La información resultante de la sistemática y biogeografía del género *Synalpheus* del Pacífico Oriental está organizada en los siguientes tres capítulos (2-4). En el capítulo dos se proporciona una monografía de las especies del género registradas en el Pacífico Oriental. Para esto se efectuó una revisión morfológica exhaustiva de las especies registradas en la costa oeste de América, así como también se incluyen nuevas especies descritas en este estudio. Todo ello se obtuvo con el análisis del material biológico depositado en diferentes colecciones nacionales como internacionales.

Esta investigación no sólo contribuye con la actualización de la taxonomía alfa de los *Synalpheus*, sino también en el capítulo tres se propone una hipótesis de las relaciones filogenéticas de los grupos taxonómicos propuestos por Coutière (1909), basado en la

morfología externa de especímenes adultos. En el capítulo cuatro se analizan los patrones de distribución de las especies del género *Synalpheus* registradas en el Pacífico Oriental.

#### LITERATURA CITADA

- Abele, L.G. 1975. The Macruran Decapod Crustacea of Malpelo Island. *Smithsonian Contributions to Zoology*. 176:69-85.
- Abele, L.G. & B.E. Felgenhauer. 1982. Eucarida. *In*: Parker, S.P. (Ed.). *Synopsis and Classification of Living Organisms*. McGraw Hill Book Co. New York. Pp. 294-326.
- Abele, L.G. & W. Kim. 1989. The decapod crustaceans of the Panama Canal. *Smithsonian Contributions to Zoology*. 482:1-50.
- Ainley, D.G., H.R. Carter, D.H.W. Anderson & K.T. Briggs. 1988. Effects of the 1982-83 El Niño-Southern Oscillation on Pacific Ocean bird populations. *In:* Onelet, H. (Ed.). Proc. XIX Int. Ornithol Congreso National Museum of Natural Sciences, Ottawa. Pp.1747-1757.
- Altamira, A.A. 1998. Estudio de la plataforma continental del Pacífico Sur Mexicano. comprendida entre los 98°00 y 99° 00 de longitud oeste. *Tesis Profesional*, Fac. de Ingeniería, UNAM, México. 46 pp.
- Alvarez del Castillo, C.M., M.E. Hendrickx & S. Rodríguez. 1992. Crustáceos decápodos de la Laguna Barra de Navidad, Jalisco, México. *Proceedings of the San Diego Society of Natural History*. 27:1-9.
- Alvarez, F., M.E. Camacho & J.L. Villalobos. 1996. The first species of *Prionalpheus* from the eastern Pacific, and new records of caridean shrimp (Crustacea: Decapoda: Caridea) from the western coast of Mexico. *Proceedings of the Biological Society of Washington.* 109(4):715-724.
- Anker A. & M.S. Jeng. 2001. Symbioses among the Alpheidae (Decapoda, Caridea). *5to Congreso Internacional de Crustáceos*.
- Badan, A. 1997. La corriente de Costa Rica en el Pacífico Mexicano. *In*: Lavín, M.F. (Ed.). *Contribuciones a la Oceanografía Física en México*. Cap. 5. Monografía No. 3. Unión Geofísica Mexicana. México. Pp. 99-112.
- Banner, D.M. & A.H. Banner. 1973. The alpheid shrimp of Australia. Part I: The lower genera. *Records of the Australia Museum*. 28(15):1-291.

- Banner, D.M. & A.H. Banner. 1975. The alpheid shrimp of Australia. Part 2. The genus *Synalpheus. Records of the Australia Museum.* 29(12):267-389.
- Bate, C.S. 1876. On the development of the crustacean embryo, and the variations of form exhibited in the larvae of 38 genera of Podophthalmia. *Proceedings of the Royal Society of London*. 24:375-379.
- Bate, C.S. 1888. Report of the Crustacea Macrura collected by the H.M.S. Challenger during the years 1873-76. *Report on the Scientific Results of the Voyage of H.M.S. Challenger During the Years 1873-1876. Zoology*, 24: xc, 942 pp, 157 pls.
- Boillot, G. 1984. *Geología de los márgenes continentales*. Masson. Barcelona. España. 141 pp.
- Borradaile, L.A. 1899. On the Stomatopoda and Macrura brought by Dr Willey from the South Seas. *In:* Willey, A. (Ed.). *Zoological Results based on Material from New Britain, New Guinea, Loyalty Islands and Elsewhere, collected during the Years 1895, 1896, and 1897.* Cambridge: Cambridge University Press. Pp. 395-428.
  - Brenes, C. 2001. Afloramiento y pesca en Costa Rica. Ambienticus. 94:3-5.
- Bruce, A.J. 1976. Shrimps and prawns of coral reefs, with special reference to commensalism. *In:* Jones, O.A. & R. Endean (Eds.). *Biology and Geology of Coral Reefs*. Volume III. Biology 2. Academic Press, New York. Pp.37-94.
- Bruce, A.J. 1984. Marine caridean shrimps of the Seychelles. *In*: Stoddart, D.R. (Ed.). *Biogeography and ecology of the Seychelles Islands*. Dr. W. Junk Publishers, The Hague, Boston, Lancaster. Printed in the Netherlands. 162 pp.
- Brusca, R.C. 1980. *Common intertidal invertebrates of the Gulf of California*. 2da. Ed. The University of Arizona Press. 513 pp.

Carranza-Edwards, A. 1980. Ambientes sedimentarios recientes de la llanura costera sur del Itsmo de Tehuantepec. *Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México.* 7(2):13-66.

Carranza-Edwards, A. 1987. Informe Técnico de la Campaña Oceanográfica MIMAR III. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México. Informe Inédito. Pp.1-54.

Carranza-Edwards, A. & J.E. Aguayo-Camargo. 1992. Sedimentología marina. Carta de Geología Marina (Esc. 1:12000.000) del Atlas Nacional del Instituto de Goegrafía. Vol. II. Naturaleza.

Carranza-Edwards, A. & L. Rosales-Hoz. 1994. Importancia de los recursos naturales marinos de la región. Cap. 2. *In:* Ortega-Rubio, A. & A. Catellanos Vera (Eds.). *La Isla Socorro, reserva de la biosfera Archipiélago de Revillagigedo, México*. Centro de Investigaciones Biológica del Noroeste S.C. México. 359 pp.

Carranza-Edwards, A. A.Z. Márquez-García & E.A. Morales de la Garza. 1987. Estudio sedimentológico de la plataforma continental del Estado de Guerrero y su importancia dentro de los recursos minerales del mar. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México*. 13(3):241-262.

Carriquiry, J.D. & H. Reyes Bonilla. 1997. Community structure and geographic distribution of the coral reefs of Nayarit, Mexican Pacific. *Ciencias Marinas*. 23:227-248.

Carriquiry, A., L. Cupul-Magaña, F. Rodríguez-Zaragoza & P. Medina-Rosas. 2001. Coral bleaching and mortality in the Mexican Pacific during the 1997-98 El Niño, and predictions from a remote sensing approach. *Bulletin of Marine Science*. 69:1-13

Carvacho, A. & R. Ríos. 1982. Los camarones carídeos del Golfo de California. II. Catálogo, claves de identificación y discusión biogeográfica. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México.* 9(1):279-291.

Chace, F.A., Jr. 1937. The Templeton Crocker Expedition. VII. Caridean decapod Crustacea from the Gulf of California and the west coast of Lower California. *Zoologica*. 22(2):109-138.

Chace, F.A., Jr. 1962. The Non-Brachyuran Decapod Crustaceans of Clipperton Island. *Proceedings of the United States National Museum*. *113*(3466):605-635.

Chace, F.A., Jr. 1988. The caridean shrimps (Crustacea: Decapoda) of the *Albatross* Philippine expedition, 1907-1910, Part 5: Family Alpheidae. *Smithsonian Contributions to Zoology*. 466:1-99.

Chace, F.A., Jr. & D.P. Abbott. 1980. Caridea: The shrimps. Cap. 23:567-576. *In*: Morris, R.H., D.P. Abbott & E.C. Haderlie (Eds.). *Intertidal Invertebrates of California*. Standford University Press, California. 690 pp.

Christoffersen, M.L. 1988. Genealogy and phylogenetic classification of the world Crangonidae (Crustacea, Caridea) with a new species and new records for the southwestern Atlantic. *Revista Nordestina de Biología. Paraiba.* 6(1):43-59.

Christoffersen, M.L. 1990. A new superfamily classification of the Caridea (Crustacea: Pleocyemata) based on phylogenetic pattern. *Zeitschrift für Zoologische und Systematik und Evolutionsforschung.* 28(2):94-106.

Connolly S. R. & J. Roughgarden. 1998. A latitudinal gradient in northeast pacific intertidal community structure: evidence for an oceanographically based synthesis of marine community theory. *American Nature*. 151(4):311-326.

Coutière, H. 1899. Les Alpheidae. Morphologie externe et interne, formes larvaires, bionomie. *Annales de Sciences Naturelles*, *8 e série*, *Zoologie*. 9:1-560.

Coutière, H. 1909. The American species of snapping shrimps of the genus *Synalpheus. Proceedings of the United States National Museum.* 36(1659):1-93.

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* 7(2):1-125.

Dayton, P. & M. Tegner. 1984. Catastrophic storms, El Niño, and patch stability in a southern California kelp community. *Science*. 224:283-284.

DIFO-AR. 1981. Reporte de Crucero No. 03, Junio-Julio-1981, a bordo del B/O El Puma. Dinámica y fertilidad oceánica en el Archipielago Revillagigedo. *Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México*. 129 pp.

- Douglas, M.W., R.A. Maddox, K. Howard & S. Reyes. 1993. The mexican monsoon. *Journal of Climate*. 6:1665-1677.
- Duffy, J.E. 1992. Host use patterns and demography in a guild of tropical spongedwelling shrimps. *Marine Ecology Progress Series*, *Oldendorf*. 90(2):127-138.
- Duffy, J.E. 1993. Genetic population structure in two tropical sponge-dwelling shrimps that differ in dispersal potential. *Marine Biology. Berlin, Heidelberg.* 116(3):459-470.
  - Duffy, J.E. 1996a. Eusociality in a coral-reef shrimp. *Nature*. 381: 512-514.
- Duffy, J.E. 1996a. Queen of the sea: The first reported eusocial marine organism. *In*: Woodin, S.A., D.M. Allen, S.E. Stancyk, J. Williams-Howze, R.J. Feller, D.S. Wethey, N.D. Pentcheff, G.T. Chandler, A.W. Decho & B.C. Coull (Eds.). *Twenty-fourth annual benthic ecology meeting, held in columbia, south carolina*. Pp. 1-35.
- Duffy, J.E. 1996b. Resource-associated population subdivision in a symbiotic coral-reef shrimp. *Evolution*. *50*(1):360-373.
- Duffy, J.E. 1996. Species boundaries, specialization, and the radiation of spongedwelling alpheid shrimp. *Biological Journal of the Linnean Society*. 58(3):307-324.
- Duffy, J.E. 1996e. *Synalpheus regalis*, new species, a sponge-dwelling shrimp from the Belize Barrier Reef, with comments on host specificity in *Synalpheus*. *Journal of Crustacean Biology, Washington*. *16*(3):564-573.
- Duffy, J.E. 1998. On the frequency of eusociality in snapping shrimps (Decapoda: Alpheidae), with description of a second eusocial species. *Bulletin of Marine Science*. 63(2):387-400.
- Duffy, J.E. 2003. The ecology and evolution of eusociality in sponge-dwelling shrimp. *In:* Kikuchi, T., N. Azuma & S. Higashi (Eds.). Genes, behavior and evolution in social insects. Sapporo: Hokkaido University Press. Pp.217–252
- Duffy, J.E. & K.S. Macdonald. 1999. Colony structure of the social snapping shrimp *Synalpheus filidigitus* in Belize. *Journal of Crustacean Biology, Washington*. 19(2):283-292.

- Duffy, J.E., C.L. Morrison & K.S. Macdonald. 2002. Colony defense and behavioral differentiation in the eusocial shrimp *Synalpheus regalis*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 51:488-495.
- Duffy, J.E., Ch.L. Morrison & R. Ríos. 2000. Multiple origins or eusociality among sponge-dwelling shrimps (*Synalpheus*). *Evolution*. *54*(2):503-516.
- Ebeling, A. W., D.R. Laur & R.J. Rowley. 1985. Severe storm disturbances and reversal of community structure in a southern California kelp forest. *Marine Biology*. 84:287-294
- Erdman, R.B. & N.J. Blake. 1987. Population dynamics of the sponge-dwelling alpheid *Synalpheus longicarpus*, with observations on *S. brooksi* and *S. pectiniger*, in shallow-water assemblages of the eastern Gulf of Mexico. *Journal Crustacean Biology*. 7:328–337.
- Fabricius, J.C., 1798. *Supplementum Entomologiae Systematicae*. Hafniae, 572 pp. Hafnise [Copenhagen].
- Fiedler, P. 2002. Environmental change in the eastern tropical Pacific Ocean: review of the ENSO and decadal variability. *Marine Ecology Progress Series*. 244:265-283.
- Garth, J.S. 1960. Distribution and affinities of the brachyuran crustacea. *In:* Wyatt J.D. & E.C. Allison (Eds.). *The biogeography of Baja California and adjacent seas*. Part II. Marine Biotas. *Systematic Zoology*. *9*(3):105-123.
- Glynn, P.W. 1982. Algunos factores físicos y biológicos que determinan la estructura de las comunidades de coral en el Pacífico Oriental. Smithsonian Tropical Research Institute Balboa, Panama. Pp. 225-254.
- Glynn, P.W. & W.H. de Weerdt. 1991. Elimination of two reef-building hydrocorals following the 1982-83 El Niño warming event. *Science*. 253:69-71.
- Glynn, P.W. & G.M. Wellington. 1983. *Corals and coral reefs of the Galapagos Islands*. Univertiy of California Press, Berkeley.
- Godínez-Domínguez, E., J. Rojo-Vázquez, V. Galván-Piña & B. Aguilar-Palomino. 2000. Changes in the structure of a coastal fish assemblage exploited by a small scale

gillnet fishery furing an El Niño-La Niña event. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 51:773-787.

Guérin-Méneville, F.E., 1830 (1838). Crustacées, arachnides et insectes. *In:* M. Lesson (Ed.).

Guzmán, H.M. & J. Cortés. 1993. Arrecifes coralinos del Pacífico tropical: Revisión y perspectivas. *Revista de Biología Tropical*. *41*(3):535-557.

Haswell, W.A. 1882. Description of some new species of Australian Decapoda. Procedings of the Linnean Society of New South Wales. 6(4):750-763.

Hendrickx, M.E. 1992. Distribution and zoogeographic affinities of decapod crustaceans of the Gulf of California, Mexico. *Proceedings of the San Diego Society of Natural History*. 20:1-12.

Hendrickx, M.E. 1993a. Crustáceos decápodos bentónicos del sur de Sinaloa, México. Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. 64(1):1-16.

Hendrickx, M.E. 1993b. Crustáceos decápodos del Pacífico mexicano. *In:* Salazar-Vallejo, S.I. & N.E. González (Eds.). Biodiversidad marina y costera de México. Comisión Nacional de la Biodiversidad y CIQRO, México. Pp.271-318.

Hendrickx, M.E. 1994. Catálogo de crustáceos decápodos y estomatopodos. Colección de Referencia Estación Mazatlán, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. 134 pp.

Hendrickx, M.E. & J. Salgado-Barragán. 1989. Ecology and fishery importance of stomatopods in the Gulf of California. *In:* Ferrero E.A. (Ed.). *Biology of stomatopods*. Collana UZI: Selected Symposium and Monographs, Mucchi Editore, Modena, Italy. Pp. 241-249.

Hendrickx, M.E., M.K. Wicksten & A.M. van der Heiden. 1983. Studies of the coastal marine fauna of southern Sinaloa, Mexico: 4. Report on the caridean crustaceans. *Proceedings of the Biological Society of Washington.* 96(1):67-78.

Hermoso Salazar, A.M. 2001. Extensión de ámbito de *Synalpheus occidentalis* (Caridea: Alpheidae) al sur del Golfo de California, México. *Revista de Biología Tropical*. *49*(3-4):1279.

Hermoso Salazar, A.M. & P. Hernández Alcántara. 2001. Range extension of caridean shrimps (Crustacea: Decapoda) from Caleta de Campos, Mexican Pacific. *Revista de Biología Tropical*. 49(3-4):1279.

Hermoso-Salazar, A.M. & V. Solís-Weiss. 2001. Ampliación de ámbito de *Gnathophylloides mineri* (Decapoda: Palaemonidae) a Isla Socorro Archipiélago Revillagigedo, México. *Revista de Biología Tropical*. 49(3-4):1280.

Hermoso-Salazar, A.M. & I. Suárez González. 2001 Ampliación de Ámbito de *Synalpheus bannerorum* (Decapoda: Caridea) en el Golfo de California. *Revista de Biología Tropical*. 49(3-4):1278.

Hermoso, M. & F. Alvarez. 2005. *Synalpheus lani*, a new species from the Mexican Pacific (Crustacea: Caridea: Alpheidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington*. 118(3):522-527.

Hermoso Salazar, M. & M. Hendrickx. 2005a. New records for *Synalpheus peruvianus* Rathbun, 1910 (Decapoda: Caridea: Alpheidae) in the East Pacific. *Crustaceana*. 78(6):763-765.

Hermoso Salazar, M. & M.E. Hendrickx. 2005b. Two new species of *Synalpheus* Bate, 1888 (Decapoda, Caridea, Alpheidae) from the se Gulf of California, Mexico. *Crustaceana*. 78(9):1099-1116.

Hermoso Salazar, M., M. Wicksten & J.J. Morrone. 2005. Redescriptions and taxonomic notes on species of the *Synalpheus townsendi* Coutière, 1909 complex (Decapoda: Caridea: Alpheidae). *Zootaxa*. 1027:1-26.

Hernández-Aguilera, J.L. & L.A. Martínez-Guzmán. 1992. Notas acerca de la distribución de los estomatópodos y decápodos de aguas someras de Isla Clarión, Archipiélago Revillagigedo, Colima, México. *Proceedings of the San Diego Society of Natural History*. 19:1-6.

Heywood, V.H. & R.T. Watson. 1995. Global biodiversity assessment. Cambridge University Press. Cambridge.

Hickey, B.M. 1998. Coastal oceanography of Western North America from the tip of Baja California to Vancouver Island. *In:* Robinson, A.R. & K.H. Brink (Eds.). The Global Coastal Ocean. The See. Vol. II. Cap. 12. Pp.345-393.

Holthuis, L.B. 1955. The recent genera of the caridean and stenopodidean shrimps (Class Crustacea, Orden Decapoda, Supersection Natantia) with keys of their determination. *Zoologische Verhandelingen Uitgegeven door het Rijksmuseum van Natuurlijke Historie te Leiden*. 26:1-147.

Hughes, M. 1996. Size assessment via a visual signal in snapping shrimp. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 38:51-57.

Inman, D.L. & C.E. Nordstrom. 1971. On the tectonic and morphologic classification of coasts. *Journal of Geology*. 79(1):1-21.

Ketchum, J.T. & H. Reyes Bonilla. 1997. Biogeography of hermatypic corals of the Archipielago Revillagigedo, México. *Proceedings of the 8th International Coral Reef Symposium*. 1:471-476.

Kim, W. & Abele, L.G. 1988. The snapping shrimp genus *Alpheus* from the eastern Pacific (Decapoda: Caridea: Alpheidae). *Smithsonian Contributions to Zoology*. 454:1-119.

Kim, W. & L.G. Abele. 1990. Molecular phylogeny of selected decapod crustaceans based on 18s rRNA nucleotide sequences. *Journal of Crustacean Biology*. *10*(1):1-13.

Knowlton, R.E. 1980. Sexual selection and dimorphism in two demes of a symbiotic, pair-bonding snapping shrimp. *Evolution*. *34*:161-173.

Knowlton, R.E. & B.D. Keller. 1982. Symmetric fights as a measure of escalation potential in a symbiotic, territorial snapping shrimp. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 10:289-292.

Lankford, R.R. 1977. Coastal lagoons of Mexico: Their origin and classification. *In:* Wiley, M. (Ed.). Estuarine Processes, circulation, sediments and transfer of materials in the estuary. Academic Press Inc. Nueva York. Pp. 182-215.

- Lavín, M.F., E. Beier & A. Badan. 1997. Estructura hidrográfica y circulación del Golfo de California: Escalas estaciona le interanual. *In:* Lavín, M.F. (Ed.). Contribuciones a la Oceanografía Física en México. Cap. 7. Pp.141-171.
- Lecuanda, R.T. 1995. El límite exterior de la plataforma continental. Una revisión terminológica y conceptual. *Geografía y Desarrollo*. 13:56-62.
- Lehodey, P., M. Bertignac, J. Hampton, A. Lewis & J. Picaut. 1997. El Niño Southern Oscilation and tuna in the western Pacific. *Nature*. 389:715-718.
- López-Ochoa, E., H. Reyes-Bonilla & J. Ketchum-Mejia. 1998. Daños por sedimentación a las comunidades coralinas del sur de la Isla Socorro, Archipiélago de Revillagigedo, México. *Ciencias Marinas*. 24(2):233-240.
- Maluf, L.Y. 1983. Physical Oceanography. *In:* Case, T.J. & M.L. Cody (Eds.). *Island biogeography in the Sea of Cortéz*. University of California Press. California. 508 pp.
- Mcclure, M.R. 1996. Symmetry in large claws of snapping shrimp in nature (Decapoda: Alpheidae). *Crustaceana*. 69(7):920-921.
- Medina, F. 1994. La Isla Socorro, el volcán Evermann y la actividad volcánica de febrero de 1993. GEOS, *Boletín de la Unión de Geofisica de México*. 13:3-4.
  - Merino, M. 1987. The coastal zone of Mexico. Coastal Management. 15:27-42.
- Morrison, Ch.L., R. Ríos & J.E. Duffy. 2004. Phylogenetic evidence for an ancient rapid radiation of Caribbean sponge-dwelling snapping shrimps (*Synalpheus*). *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 30:563–581.
- Mysak, L.A. 1986. El Niño, interannual variability and fisheries in the northeast Pacific Ocean. *Canadian Journal Aquatic Science*. 43:464-497.
- Nybakken, J.W. 1988. *Marine Biology on ecological approach*. Harper Collins Publishers, 2da Edition, University of California, E.U. 514 pp.
- Ortega, A., A. Castellanos, G. Arnaud, Y. Maya, R. Rodríguez, J. León, J. Cancino, C. Jiménes, J. Llinas, S. Alvarez. P. Galina, A. Breceda. E. Troyo, F. Salinas, S. Díaz. R.

Servín, H. Romero, A. Rodríguez & R. Coria. 1992. Recursos Naturales de la isla Socorro, Revillagigedo, México. *Ciencia*. 45:175-184.

Osuna-López, J.Y. & F. Páez-Osuna. 1992. Golfo de California: aspectos oceanográficos y sedimentológicos. *Ciencias Marinas*. 12:46-52.

Páez-Osuna, F. 1988. Geoquímica de los metales pesados en los sedimentos del Mar de Cortés. *Tesis de Doctorado*, UACPyP-CCH, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México. 391 pp.

Parker, R.H. 1965. Zoogeography and ecology of some macro-invertebrates particularly mollusks, in the Gulf of California and the continental slope off Mexico. *Videnskabclige Meddelelser fra Dansk Naturhistorisk Forening*. 126:1-178.

Paulson, O. 1875. Podophtalmata I Edriophtalmata (Cumacea). Chast I in Izxledovaniya Rakoobraznykh drasnago moray s zametkami otnosite'no Rakoobraznykh drugikh morei. Kiev, 144 pp. [English translation: Por, F.D. 1961 Podophtalmata and Edriophtalmata (Cumacea). Part I in Studies on Crustacea of the Red Sea with notes regardin other seas. Jerusalem, Israel. 164 pp].

Peraza-Vizcarra, R.1985. Transporte litoral de arenas en playas de la costa sur del estado de Sinaloa. *Tesis Maestría*, UACPyP-CCH, ICMyL. Universidad Nacional Autónoma de México. 57 pp.

Philander, S.G. 1999. A review of tropical ocean-atmosphere interactions. *Tellus*. 51:71-90.

Rafinesque, C.S. 1815. Analyse de la nature pu tableau de l'Univers et des corps organises. 224 pp.

Raimondi, P.T. 1988. Settlement cues and determination of the vertical limit of an intertidal barnache. *Ecology*. 69:400-407.

Rathbun, M.J. 1900. The decapod and stomatopod Crustacea. Results of the Branner-Agassiz expedition to Brazil. *Proceedings of the Washington Academy of Sciences*. 2:133-156, lam. 8.

Reed, J.K., R.H. Gore, L.E. Scotto & K.A. Wilson. 1982. Community composition, areal and trophic relationships of decapods associated with shallow- and deep-water. *Oculina varicosa* coral reefs. *Bulletin of Marine Science*. 32:761-786.

Reeve, H.K. & P.W. Sherman. 1991. Intracolonial aggression and nepotism by the breeding female naked mole-rat. *In:* Sherman, P.W., J.W.M. Javis & R.D. Alexander (Eds.). *The Biology of the Naked Mole-Rat.* Princeton: Princeton University Press. Pp. 337-357.

Reyes-Bonilla, H. 1992. New record for hermatypic corals (Anthozoa:Scleractinia) in the Gulf of California, Mexico, with an historical and biogegraphical discussion. *Journal of Natural History*. 26:1163-1175.

Reyes-Bonilla, H. 1993. Biogeografía y ecología de los corales hermatípicos (Anthozoa: Scleractinia) del Pacífico de México. *In:* Salazar-Vallejo, S.I. & N.E. González (Eds.). *Biodiversidad Marina y Costera de México*. CONABIO/CIGRO, Chetumal. Pp. 207-222.

Reyes-Bonilla, H. 2001. Effects of the 1997-1998 El Niño-Southern Oscilation on coral communities of the Gulf of California, Mexico. *Bulletin of Marine Science*. 69:251-266.

Ríos, R. & J.E. Duffy. 1999. Description of *Synalpheus williamsi*, a new species of sponge-dwelling shrimp (Crustacea: Decapoda: Alpheidae), with remarks on its first larval stage. *Proceedings of the Biological Society of Washington*. 112(3):541-552.

Ríos, R. 1989. Un catálogo de camarones carídeos de Mulegé y Bahía Concepción, B.C.S. con anotaciones acerca de su biología, ecología, distribución geográfica y taxonomía". *Tesis Profesional*, Facultad de Cienciens Marinas. Universidad Autónoma de Baja California. 208 pp.

Ríos, R. 1992. Camarones carideos del Golfo de California. VI. Alpheidae del Estuario de Mulege y de Bahía Concepción, Baja California Sur, México (Crustacea: Caridea). *Proceedings of the San Diego Society of Natural History*. 14: 1-13.

Rodríguez de la Cruz, Ma. C. 1987. *Crustáceos decápodos del Golfo de California*. Secretaría de Pesca, México: 306 pp.

- Rodríguez, J.J. & N.J. Windevoxhel. 1998. Análisis regional de la situación de la zona marina costera centroamericana Washington, D.C. No. ENV-121. 107 pp.
- Sassaman, C., G.A. Schultz & R. Garthwaite. 1984. Host, synonymy, and parasitic incidence of *Bopyrella calmani* (Richardson) fom central California (Isopoda: Epicaridea: Bopyridae). *Proceedings of the Biological Society of Washington. Washington.* 97(3):645-654.
- Say, T. 1817-1818. An account of the crustacean of the United States. Journal of the Academy of Narutal Sciences of Philadelphia, 1:57-80 [includes plate 4], 97-01, 155-169 (1817); 235-253, 313-319, 374-401, 423-441, 445-458 (1818). [Facsimile reproduction, Lehre, Germany: Verlag von J. Cramer, 1969].
- Schein, H. 1977. The role of snapping in *Alpheus heterochaelis* Say, 1818, the bigclawed snapping shrimp. *Crustaceana*. 33:182-188.
- Schmitt, W.L. 1939. Decapod and other crustacea collected on the Presidential Cruise of 1938 (with introdution and station data). *Smithsonian Miscellaneous Colletions*. 98(6):1-29.
- Schreiber, R.W. & E.A. Schreiber. 1984. Central Pacific seabirds and the El Niño Southern Oscillation: 1982 a 1983 perspectives. *Science*. 225:713-716
- Schultz, S., K. Wuppermann & B.Schmitz. 1998. Behavioural interactions of snapping shrimp (*Alpheus heterochaelis*) with conspecifics and sympatric crabs (*Eurypanopeus depressus*). *Zoology Analysis of Complex Systems* Suppl. I. 101:85.
- Scrosanti, R. 2001. Population dynamics of *Caulerpa sertuloides* (Chlorophyta: Bryopsidales) from Baja California, Mexico, during El Niño and La Niña years. *Journal of Marine Association in the United Kingdom.* 81:721-726.
- Shank, T.M. 1999. Temporal and spatial development of communities at nascent deep-see hydrothermal vents and evolutionary relationships of hydrothermal- vent caridean shrimp (Bresiliidae). *Dissertation Abstracts International PartB: Sciencie and Engineering*. 59(8):1-3851.
- Shor, G.C. Jr. 1974. Continental Margin of Middle America. *In:* Creighton, A.B. & C.L. Drake (Eds.). *The Geology of Continental Margins*. Springer-Verlag. New York.

Snelgrove, P.V.R. & J.B. Lewis. 1989. Response of a coral-associated crustacean community to eutrophication. *Marine Biology*. 101:249-257.

Soule, G. 1970. *The Greatest Depths*. Philadelphia: MacRae Smith Co. Barkley, R.A. 1968. Oceanographic Atlas of the Pacific Ocean. Univ. of Hawaii Press, Honolulu. 20 pp.

Steinbeck, J. & E.F. Ricketts. 1941. Sea of Cortez. Viking Press, New York. 598 pp.

Ted Strub, P, J.M. Mesías, V. Montecino, J. Rutllant & S. Salinas. 1998. Coastal ocean circulation off Western South America coastal segment (6,E). *In*: Robinson, A.R. & K. H. Brink (Eds.). The Global Coastal Ocean. The See. Vol. II. Cap. 10. Pp.273-313.

Tóth, E. & J.E. Duffy. 2005. Coordinated group response to nest intruders in social shrimp. *Biology Letters*. In press. (doi:10.1098/rsbl.2004.0237).

van Andel, T.H. 1964. Recent marine sediments in th Gulf of California. *In:* Van Andel, T.J. & G.G. Shore (Eds.). *Marine geology of the Gulf of California*. American of Association Petrolium Geology Memmori. 3:216-310.

Vermeij, G.J. 1978. *Biogeography and adaptation*. Patterns of marine life. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, U.S.A. 332 pp.

Versluis, M., B. Schmitz, A. von der Heydt. & D. Lohse. 2000. How snapping shrimp snap: through cavitation bubbles. *Science*. 289:2114–2117.

Villalobos-Hiriart, J.L., J.C. Nates-Rodríguez, A. Cantú Díaz-Barrica, M.D. Valle-Martínez, P. Flores Hernández, E. Lira-Fernández & P. Schmidtsdorf-Valencia. 1989. I. *Crustáceos estomatópodos y decápodos intermareales de las Islas del Golfo de California, México. In*: Listados Faunísticos de México, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. 114 pp.

Vivo-Escoto, J.A. & R. Alcoarta-Guerrero. 1949. Las islas del noroeste de México. *In: Mares e islas mexicanas del Pacífico*. Escuela Superior de Guerra., México. 55-68 pp.

von Prahl, V.H., F. Guhl & M. Grögl. 1978. Crustáceos decápodos comensales del coral *Pocillopora damicornis* L. en la Isla de Gorgona, Colombia. *Anales del Instituto de Investigaciones Marinas*, *Punta Betín*. 10:81-93.

Wicksten, M.K. 1983. Shallow water caridean shrimps of the Gulf of California, Mexico. *Allan Hancock Foundation Monograph*. 13:1-59.

Wicksten, M.K. 1984. New records of snapping shrimps (Family Alpheidae) from California. *Proceedings of the Biological Society of Washington*. 97(1):186-190.

Wicksten, M.K. 1989. A key to the palaemonid shrimp of the Eastern Pacific region. *Bulletin of the Southern California Academy of Science*. 88(1):11-20.

Wicksten, M.K. 1991. Caridean and stenopodid shrimp of the Galapagos Islands. *In*: James, M.J. (Ed.). *Galapagos Marine Invertebrates*. New York. Pp. 147-156

Wicksten, M.K. 1994. Taxonomic remarks on two species of the genus *Synalpheus* from the tropical eastern Pacific (Decapoda, Alpheidae). *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle*, Paris, 4 Séries. *16*(section A,1):209-216.

Wicksten, M.K. & M.E. Hendrickx. 1992. Checklist of penaeoid and caridean shrimps (Decapoda: Penaeoidea, Caridea) from the Eastern Tropical Pacific. *Proceedings of the San Diego Society of Natural History*. 9:1-11.

Wicksten, M.K. & M.E. Hendrickx. 2003. An updated checklist of benthic marine and brackish water shrimps (Decapoda: Penaeoidea, Stenopodidea, Caridea) from the Eastern Tropical Pacific. *In*: Hendrickx, M.E. (Ed.). *Contribuciones al estudio de los Crustáceos del Pacífico este*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. México. Pp. 49-76.

Wyrtki, K. 1964. The thermal structure of the Eastern Pacific Ocean. Deutsche Hydrographische Zeitschrift. *Ergansungsheft*. *A*(6):1-84.

Wyrtki, K. 1966. Oceanography of the Eastern Equatorial Pacific Ocean. Oceanography. *Marine of Biology Annual Review*. 4:33-68.

Wyrtki, K. 1967. Circulation and water masses in the Eastern Equatorial Pacific Ocean. *International Journal of Oceanology and Limnology*. *1*(2):117-147.

#### CAPÍTULO DOS

# MONOGRAFÍA DEL GÉNERO SYNALPHEUS BATE, 1888 (DECAPODA: CARIDEA) DEL PACÍFICO ORIENTAL

#### **RESUMEN**

En este capítulo se maneja la taxonomía de las especies del género Synalpheus Bate, 1888 del Pacífico Oriental. El material biológico analizado fue obtenido de diferentes colecciones tanto nacionales como internacionales, con el fin de analizar tanto el material tipo como el de diferentes regiones de la costa oeste de América. Con la exploración minuciosa de la morfología externa de los especímenes resultó el reconocimiento de 22 especies para el Pacífico Oriental, de las cuales cuatro son nuevas para la ciencia, y permitió discernir los problemas taxonómicos de los grupos de subespecies de S. apioceros Coutière, 1909 y S. townsendi Coutière, 1909. Se elevan tres subespecies: S. brevispinis Coutière, 1910, S. peruvianus Rathbun, 1910 y S. mexicanus Coutière, 1909. Por otro lado, se sinonimiza a S. recessus Abele y Kim, 1989 con S. peruvianus. Se proporciona una clave taxonómica dicotómica, elaborada con caracteres taxonómicamente confiables, se consideran las variaciones morfológicas intraespecíficas, y se procuró no seleccionar los caracteres de los apéndices torácicos que fácilmente se pierden durante la conservación de los especímenes. Para las 22 especies analizadas se proporcionan: sinonimias, material examinado, redescripción, localidad tipo, hábitat, registros previos en México, distribución mundial, comentarios, observaciones e ilustraciones.

#### Introducción

La familia Alpheidae Rafinesque, 1815 tiene dos géneros con alta riqueza específica: el género *Alpheus* Fabricius, 1798 es el más diverso con 250 especies y el género *Synalpheus* Bate, 1888 con aproximadamente 130 especies actualmente descritas en el mundo (Chace 1988; Kim y Abele 1988; Morrison *et al.* 2004). Hasta el momento, se registran 22 especies en el Pacífico Oriental (Wicksten y Hendrickx 2003; Hermoso y Alvarez 2005; Hermoso Salazar *et al.* 2005; Hermoso Salazar y Hendrickx 2005b).

El género *Synalpheus* es un grupo taxonómicamente complejo, en principio porque es difícil reconocer e interpretar las características morfológicas usadas en las claves taxonómicas o por pertenecer a grupos de especies no bien diferenciadas. La mayoría de las especies de este género tienen tallas pequeñas y presentan caracteres ambiguos. Además, los apéndices torácicos con importancia taxonómica son frágiles y fácilmente se pierden al fijar y preservar el material biológico (Banner y Banner 1975; Kim y Abele 1988, Hendrickx 1992).

En las especies de los géneros *Alpheus* y *Synalpheus*, se observa un intervalo amplio de variación morfológica, dimorfismo sexual, polimorfismo, especies politípicas y especies "hermanas" (Banner y Banner 1973; Kim y Abele 1988; Mathews *et al.* 2002). Lo que conlleva a una tarea difícil para los taxónomos, más aún cuando se trata de estudiar al género *Synalpheus*. Si se compara la morfología externa de ambos géneros, existe una marcada uniformidad morfológica de las estructuras diagnósticas en las especies del género *Synalpheus* con respecto a las del género *Alpheus* (Banner y Banner 1975).

En ocasiones, la falta de contraste en las características diagnósticas del género *Synalpheus* provoca confusión taxonómica, lo cual también ocurre por asignarle peso taxonómico a caracteres poco confiables. Por ejemplo, Banner y Banner (1973) corroboran las confusiones por el valor taxonómico asignado a las modificaciones morfológicas producidas por el tipo de hábitat.

Las diagnosis de las especies están basadas en caracteres poco precisos, como son las proporciones morfométricas de los segmentos de los apéndices cefalotorácicos y el número y ubicación de las ornamentaciones. En consecuencia, esto ha generado la descripción de nuevos taxones, los cuales posteriormente aparecen en la literatura como sinónimos de otra especie previamente descrita (Coutière 1909; Banner y Banner 1975; Dardeau 1984).

El patrón de coloración es utilizado y recomendado para la identificación de los alfeidos (Knowlton y Mills 1992; Chan y Chu 1996). Sin embargo, algunos carcinólogos mencionan que los patrones de coloración deben de ser usados con cautela (Thacker *et al.* 1993; Ra'anan y Sagi 1985; McGaw *et al.* 1992). En algunos *Synalpheus* el patrón de coloración varia dependiendo del hospedero donde se aloja (Banner y Banner 1975). Así mismo, la variación en los patrones de coloración entre las poblaciones de algunas especies de alfeidos provoca confusión taxonómica (McClure y Greenbaum 1994; McClure 1995). En general, esta característica puede ser muy útil para diferenciar a las especies, pero está poco registrado, tanto en las colecciones científicas como en la literatura especializada.

Otro problema con la identificación de los *Synalpheus* es sin duda la presencia de especies politípicas. Debido a la aparente variación intraespecífica se han descrito especies y subespecies con distinciones escasamente significativas, sobre todo cuando el análisis morfológico se basa en pocos individuos, como sucede con las subespecies de Coutière (1909). En este grupo de camarones carideos, la variación intraespecífica es pobremente conocida. Banner y Banner (1975) sugieren la revisión de al menos diez especímenes para una determinación específica adecuada, aunque en ocasiones esto no resuelve totalmente los problemas de la variabilidad morfológica de una especie.

Estudios previos permiten corroborar la inexistencia de características cualitativas relevantes para diferenciar a las especies simpátridas morfológicamente similares y a las especies politípicas del género *Synalpheus* (Chace 1972; Banner y Banner 1975). Los caracteres diagnósticos utilizados, principalmente el número y ubicación de las ornamentaciones y las proporciones morfométricas de los apéndices cefalotorácicos, por la supuesta polimorfía del taxón, no son muy confiables. Banner y Banner (1973) detectan la falta de precisión en los caracteres y manifiestan que el peso taxonómico otorgado a los mismos complica la identificación de una especie nueva o la ubicación de los organismos en un taxón ya establecido. En el caso de las especies politípicas propuestas por Coutière (1909), los caracteres se sobreponen, como sucede con el grupo de subespecies de *S. apioceros* (Hermoso Salazar 1999). Lo mismo sucede con las especies del Indopacífico Oeste. Banner y Banner (1975) señalan que el manejo de las especies politípicas del género es confuso y los caracteres morfológicos diagnósticos no son convincentes.

La carencia de descripciones completas, la validez de las subespecies registradas y la interpretación compleja de las características morfológicas empleadas en las claves taxonómicas, como la de Coutière (1909), conllevan a situaciones problemáticas en el proceso de la determinación de los organismos del género *Synalpheus*. Por tal motivo, resulta muy importante llevar a cabo la revisión exhaustiva de las especies del género del Pacífico Oriental.

#### **OBJETIVOS PARTICULARES**

- Realizar la revisión taxonómica de las especies del género *Synalpheus* del Pacífico Oriental.
- Proporcionar una clave taxonómica elaborada con caracteres de consistencia taxonómica para evitar confusiones en la determinación, principalmente en las especies morfológicamente similares.
  - Proporcionar redescripciones detalladas e ilustraciones de las especies.
  - Descripción de especies nuevas.
  - Analizar el estado taxonómico de las especies politípicas.
- Actualizar el estado taxonómico y morfológico de las especies anfiamericanas y transpacíficas del género *Synalpheus* del Pacífico Oriental.

#### MÉTODO

#### REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Debido a la gran dispersión de la información científica nacional e internacional de las especies del género *Synalpheus*, para compilarla se hizo una búsqueda intensiva usando todos los medios, incluyendo la revisión de catálogos, búsquedas en bases de datos electrónicas y consultas con especialistas del género.

#### MATERIAL BIOLÓGICO

Con el propósito de analizar las especies del género *Synalpheus* del Pacífico Oriental, se revisó el material biológico de colecciones, tanto nacionales como

internacionales. Así mismo se analizaron especímenes de recolecciones efectuadas por el personal del Laboratorio de Ecología y Biodiversidad de Invertebrados Marinos, ICMyl, UNAM en el Atolón de Clipperton (noviembre de 1997 y en marzo del 2005) e Isla Socorro, Archipiélago Revillagigedo (noviembre de 1997).

Las áreas de México de interés para este estudio fueron: el Golfo de California, la costa oeste de la Península de Baja California y la costa suroeste de México. También se incluyó material biológico de la costa oriental de México, con el fin de analizar las especies politípicas como: *S. apioceros* Coutière, 1909, *S. townsendi* Coutière, 1909 y *S. goodei* Coutière, 1909; las especies anfiamericanas *S. herricki* Coutière, 1909 y *S. fritzmuelleri* Coutière, 1909; y las especies del grupo de especies Brevicarpus: *S. minus* (Say, 1818) y *S. brevicarpus* (Herrick, 1891) del Atlántico Oeste, así como *S. digueti* Coutière, 1909 y *Synalpheus* sp1 del Pacífico Oriental.

Las colecciones de las instituciones académicas nacionales e internacionales utilizadas fueron: Museo de Historia Natural Smithsonian, Washington D.C., U.S.A. (USNM), Museo de Historia Natural de Los Ángeles, California, U.S.A. (LACM), la colección de la Universidad de Texas A&M, Estación College, Texas, U.S.A. (TAMU), Museo de Historia Natural de París, Francia (MNHN), Colección Nacional de Crustáceos del Instituto de Biología, UNAM, México (CNC), Colección del Laboratorio de Ecología y Biodiversidad de Invertebrados Marinos del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, México (CPICML), Colección de Invertebrados de la Unidad Académica de Mazatlán del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM (EMU), la colección de la Universidad Autónoma de Baja California Sur, México (CCUABCS) y la colección de la Dirección de Oceanografía de la Dirección General de Oceanografía Naval de la Secretaría de Marina (SMIOM). También se considera material biológico procedente de Isla Socorro del Instituto Politécnico Nacional.

Las colecciones de las instituciones nacionales resguardan ejemplares procedentes de ambas costas de México. Pacífico: Golfo de California, Jalisco, Colima, Michoacán, Oaxaca; del Golfo de México y Caribe mexicano: Veracruz, Campeche, Yucatán y Quintana Roo. En dicho material se resguarda material biológico insular del Pacífico mexicano (islas del Golfo de California, del Archipiélago Revillagigedo, María Madre e

Isabel) y del Golfo de México y Caribe mexicano (Isla Sacrificios, Arrecife de Enmedio, Cayos Arcas, Arrecife Alacrán e Isla Cozumel), además del Atolón de Clipperton.

Todos los especímenes revisados, en principio se determinaron específicamente con la ayuda de la literatura especializada: Coutière (1909), Chace (1972, 1988), Banner y Banner (1975) y Wicksten (1983).

Tomando en cuenta la diversidad de criterios existentes en la sistemática de los decápodos, de los crustáceos en general, en este estudio se considera el arreglo de los taxones superiores propuesto por Martin y Davis (2001). Este criterio se apega a la división de los decápodos en dos subórdenes: Dendrobranchiata y Pleocyemata, tal y como lo señalan Bowman y Abele (1982).

#### Presentación de resultados

Con el propósito de actualizar y uniformar el conocimiento taxonómico del género *Synalpheus* se elabora una monografía con datos originales y con la recopilación de la información existente en la literatura. Esto constituye una tarea importante en este estudio porque el trabajo actual más completo del género es el de Coutière (1909). La mayoría de las descripciones de las especies ofrecidas por dicho autor son incompletas, dándole peso taxonómico a los caracteres merísticos.

JEn este estudio se proporcionan redescripciones basadas en las observaciones del material biológico analizado durante el transcurso del estudio, considerando las descripciones y las variaciones morfológicas mencionadas en la literatura para detallar los intervalos de variación intraespecífica. Se proporcionan esquemas para cada especie y un glosario de las estructuras morfológicas más usadas para facilitar la determinación de los individuos (Apéndice 1).

Para cada especie se presenta la siguiente información:

#### NOMBRE CIENTÍFICO, AUTOR Y AÑO.

**Sinonimias**: Se dio particular énfasis a las referencias bibliográficas de la descripción original y a las del Pacífico americano como: las revisiones taxonómicas, las ampliaciones de los límites de distribución y los listados faunísticos.

**Material examinado**: Se menciona primero el país de donde proviene el material biológico, la localidad, el número de individuos por sexo, tipo de material, número de catálogo y fecha de recolección.

Redescripción o descripción: Previamente se elaboró un formato general, con el fin de actualizar y uniformar las redescripciones y descripciones. Las redescripciones están basadas principalmente en el material tipo. Por lo regular, en los especímenes existe una variación en las proporciones y en el alcance de los apéndices cefálicos de un lado a otro del cuerpo; por tal motivo, las mediciones de dichos apéndices se tomaron siempre de lado izquierdo. Las descripciones corresponden a las nuevas especies recientemente descritas en este estudio.

La redescripción de *S. mulegensis*, así llamada en este estudio, está en la descripción proporcionada por Ríos (1992) porque no se revisó material biológico. En el caso de *S. paulsonoides* no se ofrece ninguna redescripción porque no fue posible revisar algún espécimen y la descripción de Coutière (1909) está muy escueta.

**Localidad tipo**: Se menciona la localidad tipo de acuerdo con la literatura consultada o con la revisión de la etiqueta del frasco del material tipo.

**Hábitat:** Se registra conforme a los datos de campo del material analizado en este estudio, complementados con las características ambientales registradas en la literatura consultada.

**Registros previos en México:** Se mencionan todas las localidades señaladas en la literatura para ambas costas de México.

**Distribución mundial**: Se indica de acuerdo con la literatura consultada. Se proporciona el intervalo geográfico de distribución y se nombra de norte a sur.

Comentarios: Se presentan aclaraciones de acuerdo con lo mencionado en la literatura con respecto a los aspectos taxonómicos, morfológicos y de distribución geográfica.

**Observaciones**: Se mencionan particularidades taxonómicas, morfológicas o de distribución geográfica detectadas en este estudio.

**Ilustraciones**: Las ilustraciones originales se efectuaron a partir del material observado, excepto en el caso de *S. mulegensis* y *S. paulsonoides*, por no haber analizado ejemplares de estas especies; y de *Synalpheus* sp1, por considerarse nueva especie que posteriormente será descrita.

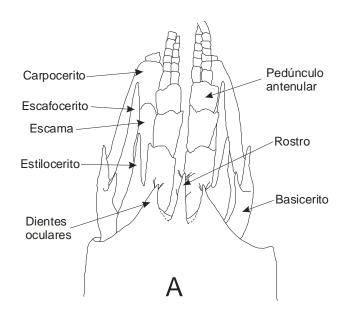
#### ANÁLISIS MORFOLÓGICO

Para caracterizar al género *Synalpheus* se efectuó una revisión morfológica detallada de las especies del Pacífico Oriental. En el análisis morfológico se procuró incluir el material tipo de las especies. Esto no fue posible en todos los casos como en: *S. brevispinis, S. charon, S. digueti, S. occidentalis, S. paulsonoides y S. spinifrons*, por motivos de extravío o por la falta de la disponibilidad del material biológico.

Se analiza y se valora el peso taxonómico de los caracteres, con el fin de seleccionar aquellos con mayor consistencia taxonómica para estructurar las redescripciones y la clave taxonómica. La nomenclatura morfológica básica manejada en este estudio se muestra en la Figura 1.

En la literatura existen dos claves taxonómicas que incluyen gran parte de las especies del Pacífico Oriental: la de Coutière (1909) y la de Wicksten (1983). Esta última es una adaptación de la primera. Ambas están elaboradas con caracteres de un intervalo amplio de variación, lo cual provoca confusión taxonómica en la determinación de los individuos. Por tal motivo, en este estudio se proporciona una clave taxonómica usando caracteres que evitan confusiones taxonómicas.

Uno de los problemas taxonómicos de las especies del género *Synalpheus* del Pacífico Oriental es causado por el polimorfismo y la superposición de los intervalos de variación intraespecífica de los caracteres merísticos. Por tal motivo, para el análisis morfológico se tomaron en cuenta todos los caracteres, tanto discretos como continuos, para no discriminar previamente alguno de ellos con importancia taxonómica. En la selección de los caracteres se realizó una comparación directa de los especímenes de una misma población y entre poblaciones a través de un gradiente latitudinal. En el caso de una característica merística se consideró el intervalo de variación.



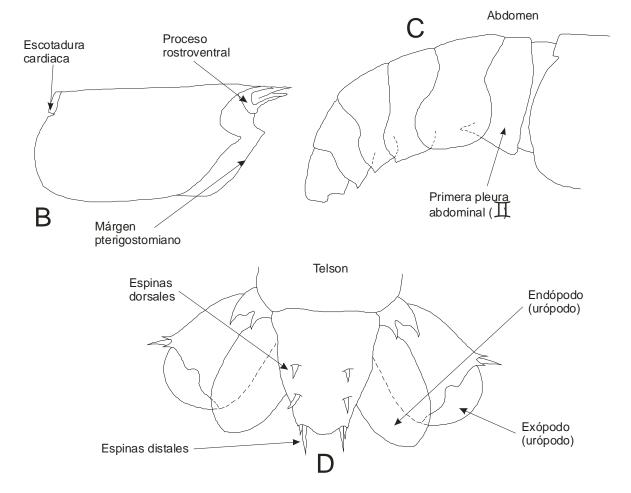


Figura 1. Morfología general de un *Synalpheus*. A. Porción anterior del caparazón en vista dorsal; B. Caparazón vista lateral, proceso rostroventral; C. Abdomen en vista lateral, macho; D. Telson en vista dorsal.

#### RESULTADOS

Con la revisión de 2843 organismos se identificaron 22 especies del género *Synalpheus* del Pacífico Oriental.

#### GÉNERO SYNALPHEUS BATE, 1888

Homaralphaeus Bate, 1876:378 (nomen nudum).

Homaralpheus Bate, 1888:539 (especie tipo seleccionada por Holthuis, 1955:93 Alpheus minus Say, 1818:245).

Synalpheus Bate, 1888:572 [especie tipo por monotipia: Synalpheus falcatus Bate, 1888:574 (igual a Alpheus Comatularum Haswell, 1882:762). Coutière, 1909:3. Holthuis, 1993:215].

*Alpheinus* Borradaile, 1899:415 (especie tipo, por monotipia: *Alpheinus tridens* Borradaile 1899:415).

Zuzalpheus Ríos y Duffuy, 2007:7.

Diagnosis: Caparazón sin carena en la línea media dorsal. Rostro presente, excepto en *S. arostris*; cuando está presente es espiniforme. Capuchas oculares con diente ocular. Ojos ocultos anteroventralmente por el margen anterior del caparazón. Margen pterigostomiano proyectado. Escama del escafocerito algunas veces presente, otras veces reducida o ausente; basicerito claramente prolongado a manera de espina y en ocasiones dorsalmente armado. Mandíbula con palpo y proceso molar. Tercer par de maxilípedos normal, no operculado. Pereiópodos sin epipoditos. Primer par de pereiópodos asimétricos. Dedo móvil del quelípedo mayor con un diente molar y la mayoría de las veces con una espina o tubérculo en el margen dorsodistal de la palma. Longitud de los dedos de la quela del segundo par de pereiópodos cerca de la longitud de la palma. Carpo del segundo par de pereiópodos subdividido en cuatro o cinco segmentos. Dactilo del tercer par de pereiópodos

bífido. Ángulo posterolateral de la sexta somita abdominal sin placa móvil. Segundo par de pleópodos sin apéndice masculino en machos. Margen posterior del telson sin forma triangular (basada en Chace 1988).

Especie Tipo: Alpheus minus (especie tipo seleccionada por Holthuis, 1955:93).

**Distribución mundial:** Generalmente tropical y subtropical, aunque también se registra en aguas templadas; hasta al menos 250 m de profundidad (Chace 1988).

## ARREGLO TAXONÓMICO DE LAS ESPECIES DEL GÉNERO SYNALPHEUS DEL PACÍFICO ORIENTAL

SUBPHYLUM CRUSTACEA Brünnich, 1772

CLASE MALACOSTRACA Latreille, 1802

SUBCLASE EUMALACOSTRACA Grobben, 1892

SUPERORDEN EUCARIDA Calman, 1904

ORDEN DECAPODA Latreille, 1802

SUBORDEN PLEOCYEMATA Burkenroad, 1963

INFRAORDEN CARIDEA Dana, 1852

SUPERFAMILIA ALPHEOIDEA Rafinesque, 1815

FAMILIA ALPHEIDAE Rafinesque, 1815

GÉNERO Synalpheus Bate, 1888

- S. arostris Wicksten, 1989
- S. bannerorum Abele, 1975
- S. biunguiculatus (Stimpson, 1860)
- S. brevispinis Coutière, 1909
- S. charon (Heller, 1861)

S. digueti Coutière, 1909
S. fritzmuelleri Coutière, 1909
S. lani Hermoso y Alvarez, 2005
S. lockingtoni Coutière, 1909
S. mexicanus Coutière, 1909
S. mulegensis Ríos, 1992
S. nobilii Coutière, 1909
S. occidentalis Coutière, 1909
S. paulsonoides Coutière, 1909
S. peruvianus Rathbun, 1910
S. sanjosei Coutière, 1909
S. sanlucasi Coutière, 1909
S. spinifrons (H. Milne-Edwards, 1837)
S. stylopleuron Hermoso Salazar y Hendrickx, 2005
S. superus Abele y Kim. 1989
S. wickstenae Hermoso Salazar y Hendrickx, 2005
Synalpheus sp1

### CLAVE DEL GÉNERO SYNALPHEUS DEL PACÍFICO ORIENTAL

1 Escama del escafocerito ausente; margen dorsal del dedo móvil del quelípedo menor del	
primer par de pereiópodos con un cepillo de cerdas; margen lateral externo del exópodo del	
urópodo con más de dos espinas	2
1' Escama del escafocerito presente; margen dorsal del dedo móvil del quelípedo menor del	
primer par de pereiópodos sin un cepillo de cerdas; margen lateral externo del exópodo del	
urópodo con una espina	3

2 Punta del estilocerito no alcanza la mitad de la parte visible del primer segmento antenular;
proceso rostroventral ausente; margen lateral externo del exópodo del urópodo con dos espinas
S. mulegensis
2' Punta del estilocerito sobrepasa la mitad de la parte visible del primer segmento antenular;
proceso rostroventral presente; margen lateral externo del exópodo del urópodo con más de
cuatro espinas
3 Extremo distal del margen dorsal de la palma del quelípedo mayor del primer par de pereiópodos desarmado
3' Extremo distal del margen dorsal de la palma del quelípedo mayor del primer par de
pereiópodos con una espina
4 Espina dorsal del basicerito ausente5
4' Espina dorsal del basicerito presente
5 Ancho basal del diente ventral del dactilo del tercer par de pereiópodos más de tres veces el ancho basal del diente dorsal, punta obtusa
5' Ancho basal del diente ventral del dactilo del tercer par de pereiópodos no más de tres
veces el ancho del diente dorsal6
6 Longitud del pedúnculo antenular menos de tres veces su anchura; rostro casi alcanza el extremo distal del primer segmento antenular; espina lateral, el basicerito no sobrepasa al rostro; longitud de la escama del escafocerito menor a dos veces su ancho

6' Longitud del pedúnculo antenular más de 3.5 veces su anchura; rostro sobrepasa la mitad
de la longitud del primer segmento antenular; en vista lateral, la espina lateral del basicerito
sobrepasa al rostro; proceso rostroventral lobulado
7 Anchura basal del diente ventral del tercer par de pereiópodos subigual a la anchura basal
del diente dorsal, margen ventral sin prominencia
7' Anchura basal del diente ventral del tercer par de pereiópodos superior a la anchura basal
del diente dorsal; margen ventral con una prominencia
8 Espina lateral del escafocerito sobrepasa al carpocerito; longitud del mero del tercer par de
pereiópodos cinco veces su anchura
8' Espina lateral de escafocerito no sobrepasa al carpocerito9
9 Extremo distal del mero del quelípedo mayor del primer par de pereiópodos con una espina
plana
9' Extremo distal del mero del quelípedo mayor desarmado
10 Longitud del mero del tercer par de pereiópodos más de 3.5 veces su anchura
10' Longitud del mero del tercer par de pereiópodos menor de 3.5 veces su anchura
11 Longitud del mero del tercer par de pereiópodos aproximadamente 2.5 veces su anchura  S. sanlucasi
11' Longitud del mero del tercer par de pereiópodos aproximadamente tres veces su anchura
S. nobilii

12 Margen ventral del mero del tercer par de pereiópodos con espinas; espacio entre el rostro
y dientes oculares estrecho
12' Margen ventral del mero del tercer par de pereiópodos desarmado
13 Diantes oculares largos y agudos: proceso rostroventral presente
13 Dientes oculares largos y agudos; proceso rostroventral presente
13' Dientes oculares cortos, subtriangulares, punta redondeada; proceso rostroventral ausente
o representado por un domo
14 Rostro ausente
14' Rostro presente
15 Espina dorsal del basicerito ausente; longitud del pedúnculo antenular superior a cinco veces su anchura
16 Margen dorsal del mero del quelípedo mayor del primer par de pereiópodos ligeramente convexo; anchura aproximadamente 0.7 veces la mitad de su longitud, extremo distal desarmado; espina dorsal del basicerito pequeña
16' Margen dorsal del mero del quelípedo mayor del primer par de pereiópodos convexo; anchura aproximadamente 0.9 veces la mitad de su longitud, extremo distal con una espina; espina dorsal del basicerito pequeña o larga
17 Espina dorsal del basicerito muy pequeña, como una ligera proyección; carpocerito subigual al pedúnculo antenular; espina del escafocerito claramente sobrepasa al carpocerito
17' Espina dorsal del basicerito larga; carpocerito sobrepasa al pedúnculo antenular

18 Extremo distal de la palma del quelípedo menor del primer par de pereiópodos con una espina; proceso rostroventral no bilobulado
18' Extremo distal de la palma del quelípedo menor del primer par de pereiópodos desarmado; proceso rostroventral bilobulado
19 Rostro recto en vista lateral; espina lateral del escafocerito subigual al carpocerito
19' Rostro dirigido hacia arriba en vista lateral; espina lateral del escafocerito más corta que el carpocerito
20 Espacio entre el rostro y dientes oculares casi recto, longitud superior a la longitud de los dientes oculares; espina lateral del basicerito no alcanza el extremo distal del primer segmento antenular
20' Espacio entre el rostro y dientes oculares cóncavo, longitud inferior a la longitud de los dientes oculares; espina lateral del basicerito alcanza el extremo distal del primer segmento antenular; extremo posterior de la pleura del primera somita abdominal en machos considerablemente proyectada
21 Margen dorsodistal de la palma del quelípedo mayor con un lóbulo entre la espina y el lóbulo lateral
21' Margen dorsodistal de la palma del quelípedo mayor sin un lóbulo entre la espina y el

Synalpheus arostris Wicksten, 1989

Synalpheus arostris Wicksten, 1989:78, Fig. 1.

**Material examinado**: Colombia.- Morro de Los Agujeros, Bahía de Málaga, 1 hembra (Holotipo, 8111 AHF; 28-noviembre-1981).

Redescripción: Sin rostro; margen anterior del caparazón ligeramente cóncavo, se inclina anteriormente hacia abajo donde surge un lóbulo pequeño cerca de cada diente ocular. Capuchas oculares ligeramente abultadas; dientes oculares proximalmente anchos, rectos en vista dorsal, punta ligeramente hacia arriba en vista lateral, alcanzan 0.41 veces la longitud de la parte visible del primer segmento antenular. Margen pterigostomiano con una prolongación larga y subaguda; margen antenal ligeramente cóncavo. Proceso rostroventral escasamente bilobulado.

Pedúnculo antenular delgado, longitud 4.38 veces su anchura; longitud del primer segmento 1.03 veces la longitud de la suma de la longitud del segundo y tercer segmento, 1.93 veces la longitud del segundo segmento, longitud del segundo segmento 1.15 veces la longitud del tercer segmento. Estilocerito delgado, alcanza 0.33 veces la longitud del segundo segmento del pedúnculo antenular.

Escama del escafocerito angosta, longitud cuatro veces su anchura, casi alcanza el extremo distal del pedúnculo antenular; espina lateral delgada, punta ligeramente hacia afuera, margen lateral externo cóncavo, sobrepasa a la escama por 0.69 veces la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular, sobrepasa al pedúnculo antenular por 0.3 veces la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular, más corta que el carpocerito por 0.69 veces la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular. Espina dorsal del basicerito regular, alcanza la mitad de la longitud de los dientes oculares, longitud 0.31 veces la longitud de la espina lateral; espina lateral distalmente aguda, alcanza 0.58 veces la longitud de la parte visible del primer segmento antenular, longitud 3.2 veces la longitud de la espina dorsal. Carpocerito grueso, longitud 3.5 veces su anchura, sobrepasa al pedúnculo antenular por 1.15 veces la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular.

Longitud del último segmento del tercer par de maxilípedos 2.77 veces la longitud del penúltimo segmento, extremo distal con cuatro espinas móviles.

Longitud de la quela mayor del primer par de pereiópodos 2.31 veces su anchura; longitud de la palma 1.56 veces su anchura, 2.1 veces la longitud de los dedos, extremo

distal del margen dorsal de la palma con una espina ancha en la base, distalmente aguda, hacia abajo, dedos más angostos que la palma, margen dorsal ligeramente curvo, ocupan 0.32 veces la longitud de la quela; carpo corto, longitud 0.68 veces su anchura, extremo distal del margen dorsal subtriangularmente prolongado y con una espina pequeña, margen ventral subtriangular; longitud del mero 2.1 veces su anchura, 0.5 veces la longitud de la palma, margen dorsal convexo, margen ventral cóncavo, extremo distal del margen dorsal con una espina hacia abajo; longitud del isquio 0.55 veces su anchura.

Longitud de la palma de la quela menor del primer par de pereiópodos 1.44 veces su anchura, 1.73 veces la longitud de los dedos; longitud del carpo igual a su anchura, 0.42 veces la longitud de la palma, extremo distal del margen dorsal subtriangularmente prolongado con una espina pequeña; longitud del mero 2.83 veces su anchura, margen dorsal ligeramente cóncavo, margen ventral ligeramente convexo, extremo distal del margen dorsal con una espina pequeña, mitad posterior del margen dorsal con dos dientes pequeños; longitud del isquio igual a su anchura, 0.2 veces la longitud del mero.

Extremo posterior del margen ventral de la pleura de la primera somita abdominal en hembras redondeado, de la segunda a la quinta pleuras redondeadas; primer par de pleópodos birrámeo en hembras, segundo par de pleópodos con apéndice interno.

Telson ancho, longitud 1.17 veces su anchura anterior, 2.52 veces su anchura posterior, superficie dorsal del telson con una depresión media longitudinal ligera, márgenes laterales sinuosos, margen ligeramente convexo; espinas dorsales largas, alejadas del margen lateral, par anterior de espinas insertado a 0.39 veces la longitud del telson, par posterior de espinas insertado a 0.66 veces la longitud del telson. Ángulos distales del telson escasamente prolongados. Espinas del margen posterior delgadas, longitud del par interno 1.8 veces la longitud del par externo.

Localidad tipo: Morro de Los Agujeros, Bahía de Málaga, Colombia.

**Hábitat:** Entre rocas de la zona intermareal (Wicksten 1989).

Registros previos en México: Ninguno.

**Distribución mundial:** Morro de Los Agujeros, Bahía de Málaga, Colombia (Wicksten 1989).

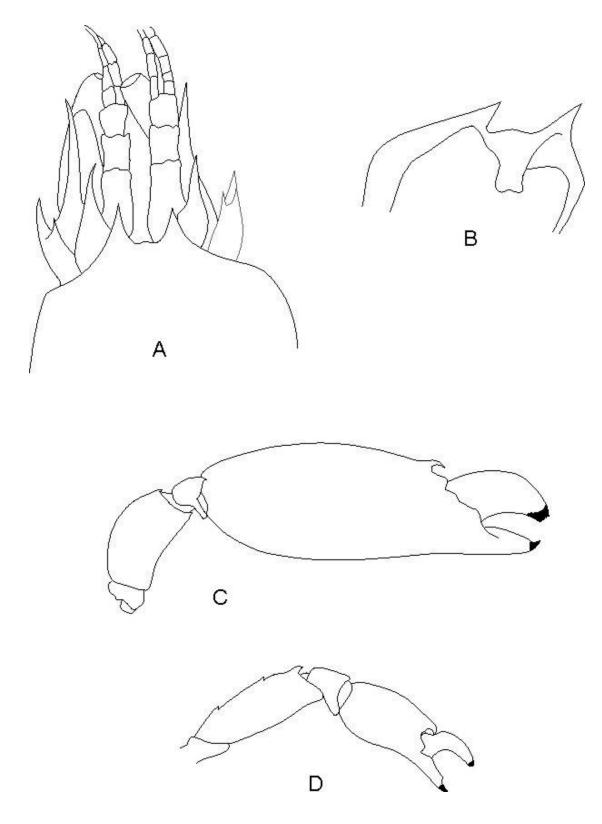


Figura 2. *Synalpheus arostris* Wicksten, 1989, holotipo hembra (8111 AHF). A. Porción anterior del caparazón en vista dorsal; B. Proceso rostroventral; C. Quelípedo mayor; D. Quelípedo menor.

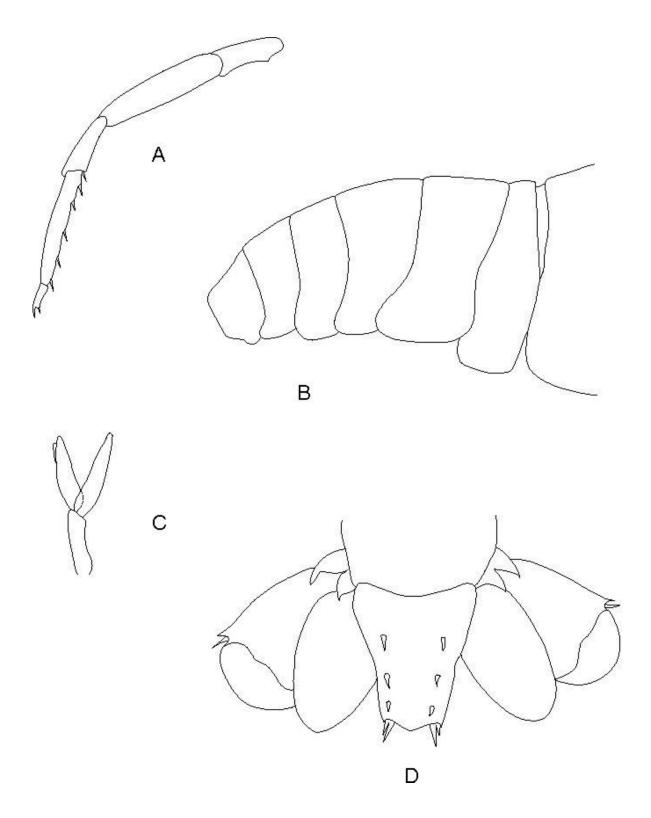


Figura 3. *Synalpheus arostris* Wicksten, 1989, holotipo hembra (8111 AHF). A. Tercer pereiópodo; B. Abdomen en vista lateral; C. Segundo pleópodo en hembras; D. Telson en vista dorsal.

Observaciones: No se describen el segundo y el tercer par de pereiópodos porque el holotipo de esta especie está maltratado y carece de ellos. Wicksten (1989) menciona que el radio de los segmentos del carpo del segundo par de pereiópodos corresponde a 10:3:3:3:4; el dactilo del tercer par de pereiópodos tiene una longitud de 0.3 veces la longitud del propodio, los dientes distales son delgados y casi tienen el mismo tamaño y forma, el mero del tercer par de pereiópodos es cuatro veces más largo que ancho; el carpo y el mero carecen de espinas; el propodio es siete veces más largo que ancho, con 7-8 espinas en el margen ventral y un par de espinas distales.

Con el análisis del holotipo se detectaron algunas discrepancias con la descripción original. Estas se concentran principalmente en las proporciones merísticas de los apéndices y en la longitud de algún apéndice con respecto a otro, como en la proporción longitud-anchura de la parte visible del primer segmento del pedúnculo antenular, la longitud-anchura de la quela mayor del primer par de pereiópodos y del mero de la quela menor. Sin embargo, estas variaciones no son considerables. Esto es común por el efecto inherente a la toma de las mediciones por observadores diferentes.

El alcance de la espina lateral del escafocerito es una característica taxonómica de importancia. Según Wicksten (1989), esta espina excede al carpocerito. En este estudio se detecta que no alcanza el extremo distal del carpocerito, es más corta por 0.69 veces de la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular. Otra característica importante con discrepancia es la longitud de la espina lateral del basicerito. En este estudio la espina es más corta que el estilocerito, lo cual coincide con la Figura 1 del holotipo; sin embargo, en la descripción original, Wicksten (1989) menciona que alcanza la punta del estilocerito.

## Synalpheus bannerorum Abele, 1975

#### Figura 4

Synalpheus bannerorum Abele, 1975:79, Fig. 32. Lemaitre y Alvarez-León, 1992:43. Alvarez et al., 1996:716, Fig. 3. Hermoso Salazar y Suárez González, 2002:1278.

Material examinado: Colombia.- Isla Malpelo, 1 hembra ovígera (Holotipo, 181663 USNM; 2-marzo-1972), 7 machos, 5 hembras y 5 hembras ovígeras (Paratipos, 181664 USNM; 2-marzo-1972). México.- Baja California Sur: Bahía de La Paz, 1 macho (CCUABCS; agosto-1997). Nayarit: Estero de San Cristóbal, 1 macho, 1 hembra (EM-12754 CNCR; 23-mayo-1993); Playa Careyeros, Punta de Mita, 1 macho, 1 hembra ovígera (EM-12746 CNCR; 21-mayo-1993); Punta Los Chivos, Bahía Chacala, 4 machos, 3 hembras ovígeras (EM-11910 CNCR; 21-marzo-1992), 1 macho, 2 hembras ovígeras (EM-11911 CNCR; 29-marzo-1992), 1 hembra (EM-12746 CNCR; 29-mayo-1993).

Redescripción: Rostro elongado y recto, un par de setas laterales en la punta, recto en vista lateral; longitud 2.5 veces su anchura a nivel del margen del caparazón, alcanza 0.62 veces la longitud de la parte visible del primer segmento antenular, no sobrepasa el nivel de los dientes oculares en vista lateral, inicia sobre la superficie del caparazón; margen anterior del caparazón entre el rostro y los dientes oculares corto y casi recto, depresión somera sobre la superficie del caparazón entre el rostro y las capuchas oculares. Capuchas oculares abultadas, más anchas que largas, márgenes laterales, externo e interno, muy redondeados; dientes oculares agudos y pequeños, escasamente hacia adentro en vista dorsal, punta escasamente hacia abajo en vista lateral, misma longitud que la del rostro, pueden o no presentar setas en la punta. Margen pterigostomiano prolongado en un lóbulo subtriangular, punta redondeada; margen antenal casi recto. Proceso rostroventral ligeramente bilobulado.

Pedúnculo antenular delgado, longitud 3.75 veces su anchura; longitud del primer segmento 0.95 veces la suma de la longitud del segundo y tercer segmento, 1.69 veces la longitud del segundo segmento, longitud del segundo segmento 1.3 veces la longitud del tercer segmento. Estilocerito agudo, con varias setas cerca de la punta, alcanza 0.41 veces la longitud del segundo segmento del pedúnculo antenular.

Escama del escafocerito angosta, longitud seis veces su anchura, casi alcanza el extremo distal del tercer segmento del pedúnculo antenular; espina lateral angosta y recta, margen lateral externo ligeramente convexo, sobrepasa a la escama por 1.2 veces la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular, sobrepasa al pedúnculo antenular por 0.63 veces la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular, alcanza el extremo

distal del carpocerito. Espina dorsal del basicerito larga, sobrepasa al rostro y dientes oculares, longitud 0.55 veces la longitud de la espina lateral, casi alcanza el extremo distal de la parte visible del primer segmento antenular; espina lateral larga, sobrepasa al estilocerito, casi alcanza el extremo distal del segundo segmento del pedúnculo antenular o alcanza 0.6 veces de la longitud del segundo segmento, longitud 1.8 veces la longitud de la espina dorsal. Carpocerito delgado, longitud 4.36 veces su anchura, sobrepasa al pedúnculo antenular por 0.63 veces la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular.

Longitud del último segmento del tercer par de maxilípedos 3.3 veces la longitud del penúltimo segmento, extremo distal con seis espinas obscuras y móviles.

Quela mayor del primer par de pereiópodos bulbosa, longitud de la quela 3.33 veces su anchura; longitud de la palma 1.26 veces su anchura, 1.64 veces la longitud de los dedos, extremo distal del margen dorsal de la palma con una espina sobre un tubérculo, punta hacia abajo; longitud de los dedos 0.6 veces la longitud de la palma; carpo corto, longitud 0.41 veces su anchura, extremo distal del margen dorsal redondeado, margen ventral bilobulado anguloso; longitud del mero poco más de 1.73 veces su anchura, 0.36 veces la longitud de la palma, margen dorsal convexo, margen ventral sinuoso, extremo distal del margen dorsal con una espina aguda; longitud del isquio aproximadamente una tercera parte de su anchura.

Longitud de la palma de la quela menor del primer par de pereiópodos 1.33 veces su anchura, ligeramente superior a la longitud de los dedos, escasas setas largas esparcidas; longitud de los dedos 0.47 veces la longitud de la quela; longitud del carpo 1.06 veces su anchura, 0.57 veces la longitud de la palma, extremo distal del margen dorsal redondeado; longitud del mero 2.41 veces su anchura, margen dorsal casi recto, margen ventral convexo, extremo distal del margen dorsal con una espina; longitud del isquio subigual a su anchura, 0.24 veces la longitud del mero.

Longitud de la palma del segundo par de pereiópodos 1.5 veces su anchura, quela delgada; igual a la longitud de los dedos, varios mechones de setas largas en el margen dorsal del dedo fijo y un mechón en el margen ventral del dedo móvil; carpo con cinco segmentos, longitud total 7.3 veces su anchura, longitud 2.28 veces la longitud de la quela, longitud del primer segmento 5.25 veces la longitud del segundo segmento, 1.13 veces la

suma de la longitud de los cuatro segmentos restantes, longitud del segundo, tercer y cuarto segmento subigual, longitud del quinto segmento 1.07 veces la suma de la longitud del tercer y cuarto segmento; longitud del mero seis veces su anchura, 0.82 veces la longitud del carpo; longitud del isquio 0.72 veces la longitud del mero.

Dactilo del tercer par de pereiópodos ancho, margen dorsal muy arqueado, longitud 1.8 veces su anchura máxima; dientes distales inclinados hacia abajo, anchura de la base de los dientes subigual; longitud del propodio 5.33 veces su anchura, 3.55 veces la longitud del dactilo, margen ventral con ocho espinas móviles y un par de espinas distales; longitud del carpo 2.2 veces su anchura, 0.68 veces la longitud del propodio, extremo distal del margen ventral con un par de espinas móviles; longitud del mero 3.35 veces su anchura, mitad distal del margen ventral con 4-6 espinas móviles; longitud del isquio 1.64 veces su anchura.

Extremo posterior del margen ventral de la pleura de la primera somita abdominal con dimorfismo sexual, en machos con prolongación curva, margen ventral de la segunda a la quinta pleuras redondeadas; primer par de pleópodos birrámeo, segundo par de pleópodos con apéndice interno en ambos sexos.

Telson ancho, longitud 1.05 veces su anchura anterior, 2.66 veces su anchura posterior, superficie dorsal con una depresión media longitudinal muy marcada, márgenes laterales sinuosos, margen posterior casi recto, espinas dorsales largas, distantes del margen lateral, par anterior de espinas insertado a 0.5 veces la longitud del telson, par posterior de espinas insertado a 0.75 veces la longitud del telson. Ángulos distales del telson muy pronunciados. Espinas del margen posterior algo largas y gruesas.

Localidad tipo: Suroeste de Isla Malpelo, Colombia.

**Hábitat:** En coral de la zona intermareal hasta 10 m de profundidad (Abele 1975; Alvarez *et al.* 1996).

**Registros previos en México**: Baja California Sur: Bahía de La Paz (Hermoso Salazar y Suárez González 2001). Nayarit: Estero San Cristóbal, Punta de Mita y Bahía Chacala (Alvarez *et al.* 1996).

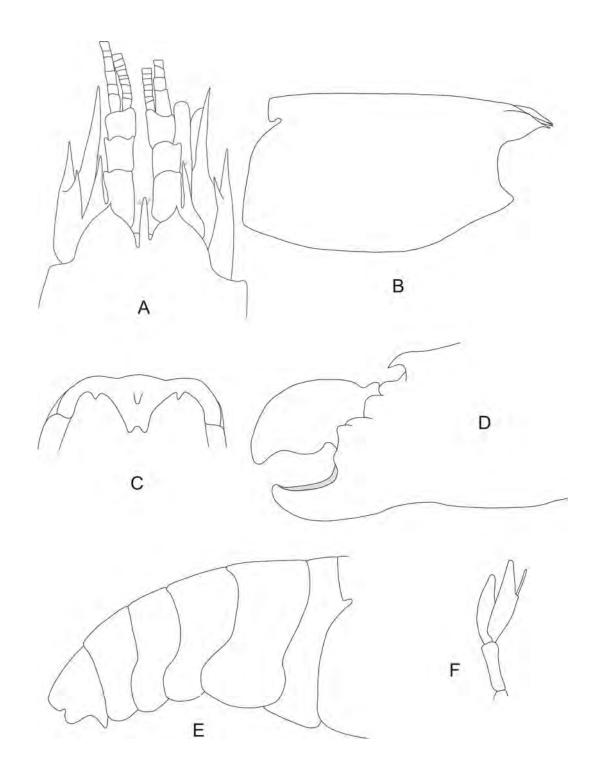


Figura 4. *Synalpheus bannerorum* Abele, 1975, hembra ovígera holotipo (181663 USNM). A. Porción anterior del caparazón en vista dorsal; B. Caparazón en vista lateral; C. Proceso rostroventral; D. Porción anterior de la quela mayor; E. Abdomen en vista lateral; F. Segundo pleópodo en hembras.

**Distribución mundial**: Bahía de La Paz, Baja California Sur y Nayarit, México; Isla Malpelo, Colombia (Abele 1975; Alvarez *et al.* 1996; Hermoso Salazar y Suárez González 2001).

Comentarios: Es muy fácil distinguir a esta especie del resto de las especies registradas en el Pacífico Oriental. Es la única especie con espinas móviles en el mero del tercer y cuarto par de pereiópodos. Algunas especies del Atlántico Oeste e Indopacífico Oeste tienen este caracter, pero se diferencian de *S. bannerorum* por otras características: *S. dominicensis* Armstrong, 1949, de Republica Dominicana, se distingue de *S. bannerorum* por la forma de la porción anterior del caparazón, del telson, de la quela mayor y por la forma del dactilo del tercer par de pereiópodos y del resto de los apéndices torácicos. En el Indopacífico Oeste existen varias especies con espinas móviles en el mero del tercer par de pereiópodos, pero son diferentes de *S. bannerorum* principalmente por la forma de la quela mayor (Abele 1975).

**Observaciones**: *S. bannerorum* es una especie con intervalo amplio de variación en las longitudes o proporciones merísticas de algunas de las estructuras de los apéndices cefálicos, en el último segmento del tercer par de maxilípedos y en los segmentos de los apéndices torácicos. Sin embargo, en algunos ejemplares recolectados en La Paz, Baja California y en Nayarit la espina lateral del escafocerito sobrepasa al carpocerito como lo menciona Abele (1975).

Con la revisión del holotipo y los paratipos de esta especie se detectaron algunas variaciones morfológicas con respecto a la descripción original. La variación importante de mencionar es el alcance de la espina lateral del escafocerito. De acuerdo con Abele (1975), la espina sobrepasa al carpocerito, lo cual no coincide con lo observado: la espina lateral del escafocerito del holotipo sobrepasa al pedúnculo antenular y sólo alcanza el extremo distal del carpocerito.

Alvarez *et al.* (1996) señalan otras variaciones morfológicas de los especímenes recolectados en Nayarit, una de ellas es la longitud del rostro. Abele (1975) no especifica su alcance, sólo comenta que no llega al extremo distal de la parte visible del primer segmento antenular. Sin embargo, para Alvarez *et al.* (1996), el rostro alcanza el extremo distal del primer segmento. No obstante, en este estudio se observa que el rostro del holotipo sobrepasa

ligeramente la mitad de la longitud de la parte visible del primer segmento antenular.

Otra discrepancia es la longitud del primer segmento en comparación con la longitud del segundo segmento carpal del segundo par de pereiópodos. Para Alvarez *et al.* (1996) es 5.5 veces más largo el primero que el segundo, y para Abele (1975) es seis veces mayor. Aunque no es mucha la diferencia lo que mencionan estos dos autores, esta característica presenta un intervalo amplio de variación. El holotipo y los paratipos mantienen una proporción de 4.5-5.5 veces más largo el primer segmento carpal que el segundo. Posiblemente esta característica está relacionada con la talla de los especímenes e indudablemente también a la precisión del observador.

#### Synalpheus biunguiculatus (Stimpson, 1860)

Figuras 5 y 6

Alpheus biunguiculatus Stimpson, 1860:31, Fig. 10.

Synalpheus biunguiculatus.- Coutière, 1898a:232, Figs 1-4. Banner, 1953:32, Fig.10 a-j. Chace, 1962:612. Abele, 1975:75. Hendrickx *et al.*, 1983:72. Wicksten, 1983:37. Ríos, 1992:8, Fig.4. Vargas y Cortés, 1999:902.

Material examinado: Hawai, 1 hembra ovígera (Neotipo, 93453 USNM; 20-octubre-1948). México.- Baja California Sur: Bahía de La Paz, 14 machos, 10 hembras y 9 hembras ovígeras (CCUABCS; agosto-noviembre-1997). Sinaloa: Topolobampo, 1 macho y 1 hembra ovígera (EMU); Cerro del Vigía, 1 macho y 1 hembra (EMU-609; 4-diciembre-1979); Punta Chile, 1 macho (EMU; 23-octubre-1987); Isla Pájaros, 1 macho y 2 hembras ovígeras (EMU-5186; 15-marzo-1984). Nayarit: Punta Los Chivos, Bahía Chacala, 2 hembras (EM-12748 CNCR; 21-mayo-1993); Playa Careyeros, Punta de Mita, 1 macho, 1 hembra y 3 hembras ovígeras (EM-12630 CNCR; 19-agosto-1992); Isla Isabel: Playa Las Monas, 2 machos y 1 hembra ovígera (EM-15395 CNCR; 13-agosto-1992), Cerro de la Cruz, 28 machos, 5 hembras y 13 hembras ovígeras (EM-12848 CNCR; 9-noviembre-1993), Playa Los Pescadores, 1 macho (EM-11808 CNCR; 16-febrero-1992), 2 machos, 2 hembras ovígeras (EM-15356 CNCR; 10.agosto-1992); Isla María Madre: Sur

del Hospital, 1 hembra (SMIOM; 24-enero-1985), Borbollón, 1 macho, 2 hembras y 1 hembra ovígera (2817 SMIOM; 2-julio-1991), Punta Halcones, 2 machos y 2 hembras ovígeras (2774 SMIOM; 1-julio-1991), 2 hembras ovígeras (2799 SMIOM; 1-julio-1991), 3 machos, 2 hembras y 1 hembra ovígera (2805 SMIOM; 1-julio-1991). Colima: Bahía Santiago, Manzanillo, 1 macho, 1 hembra y 1 hembra ovígera (1949 SMIOM; 15-julio-1989), 1 hembra ovígera (2068 SMIOM; 16-diciembre-1989); Isla Socorro: Playa Blanca, 1 hembra ovígera (Politécnico Nacional), Palma Sola, 1 hembra ovígera (Politécnico Nacional), Bahía Lucio Gallardo, 1 hembra y 2 hembras ovígeras (2139 SMIOM; 19noviembre-1989), 1 macho y 3 hembras ovígeras (2140 SMIOM; 19-noviembre-1989), 1 hembra y 1 hembra ovígera (2181 SMIOM; 20-noviembre-1989), 1 macho, 1 hembra y 2 hembras ovígeras (2216 SMIOM; 21-noviembre-1989); Isla Clarión, 1 hembra ovígera (547 SMIOM; 24-junio-1982), 2 hembras ovígeras (674 SMIOM; 28-junio-1982) 1 hembra y 2 hembras ovígeras (730 SMIOM; 1-julio-1982). Oaxaca: Bahía La Entrega, 1 macho (2391 SMIOM; 5-julio-1990), 3 machos y 2 hembras ovígeras (2857 SMIOM; 25noviembre-1991). Atolón de Clipperton: 4 hembras y 2 hembras ovígeras (25-noviembre-1997).

Redescripción: Rostro subtriangular, setas escasas cerca de la punta, casi recto en vista lateral, longitud 1.8 veces su anchura a nivel del margen del caparazón, casi alcanza el extremo distal del primer segmento antenular, sobrepasa el nivel de los dientes oculares en vista lateral, inicia sobre la superficie del caparazón; margen anterior del caparazón, entre el rostro y dientes oculares ligeramente cóncavo y amplio, depresión escasamente marcada sobre la superficie del caparazón entre el rostro y capuchas oculares. Capuchas oculares no abultadas; dientes oculares subtriangulares y agudos, casi rectos en vista dorsal, punta ligeramente hacia abajo en vista lateral, más cortos que el rostro, sin setas, alcanzan 0.7 veces la longitud de la parte visible del primer segmento antenular. Margen pterigostomiano agudamente prolongado; margen antenal casi recto. Proceso rostroventral corto y no bilobulado.

Pedúnculo antenular corto y grueso, longitud total 2.7 veces su anchura; longitud del primer segmento 0.92 veces la suma de la longitud del segundo y tercer segmento, dos veces la longitud del segundo segmento, longitud del segundo segmento subigual a la

longitud del tercer segmento. Estilocerito proximalmente ancho y distalmente agudo, alcanza el extremo distal del segundo segmento del pedúnculo antenular.

Escama del escafocerito ancha, longitud 1.7 veces su anchura, casi alcanza el extremo distal del pedúnculo antenular; espina lateral gruesa, casi recta, margen lateral externo ligeramente cóncavo, sobrepasa a la escama por 0.57 veces la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular, sobrepasa al pedúnculo antenular por 0.58 veces la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular, ligeramente más corta o alcanza el extremo distal del carpocerito. Espina dorsal del basicerito ausente, ángulo dorso mesial del basicerito redondeado; espina lateral corta, alcanza 0.58 veces la longitud de la parte visible del primer segmento antenular, alcanza la punta de los dientes oculares. Carpocerito grueso, longitud 3.12 veces su anchura, sobrepasa al pedúnculo antenular 0.56 veces la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular.

Longitud del último segmento del tercer par de maxilípedos 4.25 veces la longitud del penúltimo segmento, extremo distal con cinco espinas obscuras y móviles.

Quela mayor del primer par de pereiópodos alargada y comprimida, longitud de la quela 2.71 veces su anchura; longitud de la palma 2.02 veces su anchura, 2.95 veces la longitud de los dedos, extremo distal del margen dorsal de la palma redondeado, dedos cortos, ocupan 0.25 veces la longitud de la quela; carpo corto, longitud 0.64 veces su anchura, extremo distal del margen dorsal con una pequeña espina hacia la cara externa, margen ventral ligeramente bilobulado, lóbulo de la cara externa anguloso; longitud del mero 2.66 veces su anchura, 0.5 veces la longitud de la palma, margen dorsal ligeramente convexo, margen ventral sinuoso, extremo distal del margen dorsal con una espina, punta hacia abajo; longitud del isquio aproximadamente igual a su anchura.

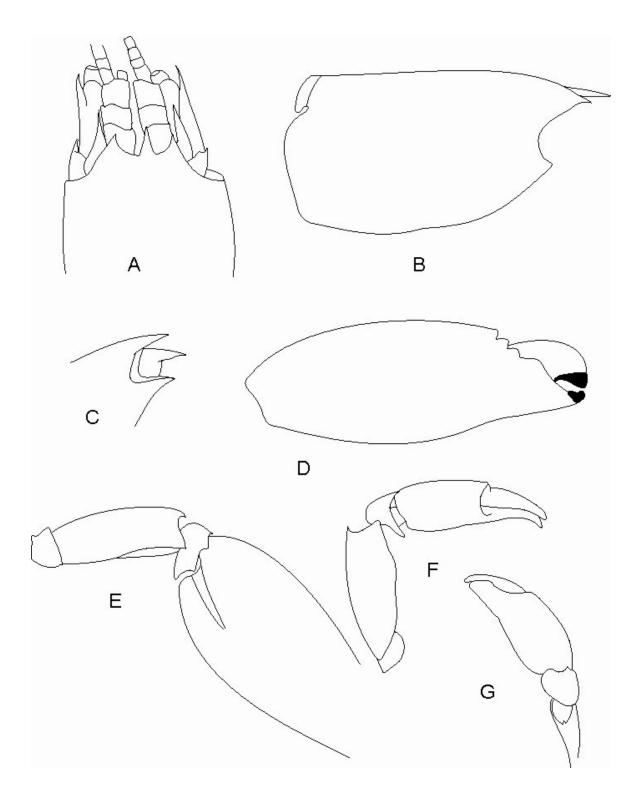


Figura 5. *Synalpheus biunguiculatus* (Stimpson, 1860), hembra ovígera neotipo (93453 USNM). A. Porción anterior del caparazón en vista dorsal; B. Caparazón en vista lateral; C. Proceso rostroventral; D. Quela mayor; E. Porción posterior del quelípedo mayor; F, Cara externa del quelípedo menor; G. Quelípedo menor en vista dorsal.

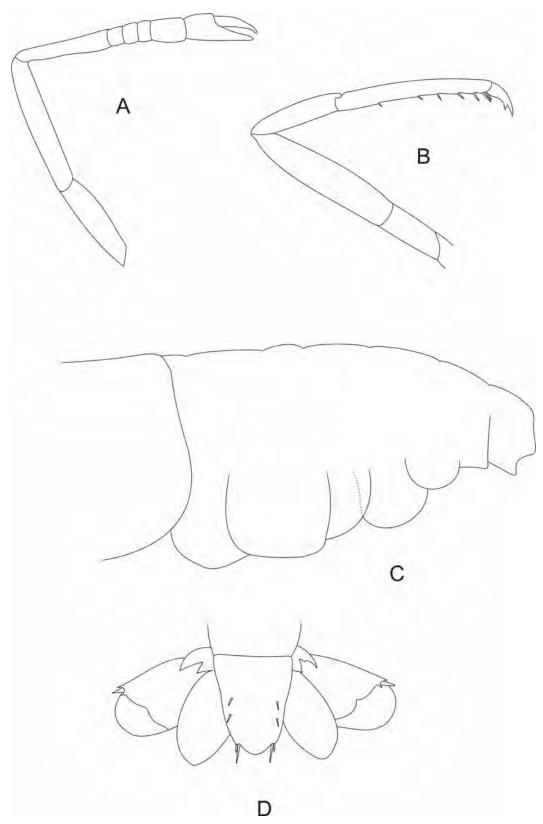


Figura 6. *Synalpheus biunguiculatus* (Stimpson, 1860), hembra ovígera neotipo (93453 USNM). A. Segundo pereiópodo; B. Tercer pereiópodo; C. Abdomen en vista lateral; D. Telson en vista dorsal.

Longitud de la palma de la quela menor del primer par de pereiópodos 1.77 veces su anchura, 1.39 veces la longitud de los dedos, setas esparcidas en la quela y en los márgenes cortantes de los dedos, a cada lado de los dedos con un mechón de setas cerca de la punta; longitud del carpo 0.68 veces su anchura, 0.44 veces la longitud de la palma, extremo distal del margen dorsal con una espina hacia la cara externa; longitud del mero 2.57 veces su anchura, margen dorsal ligeramente convexo, margen ventral ligeramente convexo, extremo distal del margen dorsal con una espina, punta hacia abajo; longitud del isquio 1.2 veces su anchura, 0.33 veces la longitud del mero.

Longitud de la palma del segundo par de pereiópodos 1.07 veces su anchura, 0.7 veces la longitud de los dedos, muchas setas en el dedo fijo, algunas en el dedo móvil; carpo con cinco segmentos, longitud total aproximadamente diez veces su anchura, 2.61 veces la longitud de la quela, longitud del primer segmento seis veces la longitud del segundo segmento, 1.2 veces la suma de la longitud de los cuatro segmentos restantes, longitud del segundo segmento igual que el tercero, longitud del tercer y cuarto segmento subigual, longitud del quinto segmento 1.2 veces la suma de la longitud del tercer y cuarto segmento; longitud del mero seis veces su anchura, 0.76 veces la longitud del carpo; longitud del isquio 0.5 veces la longitud del mero.

Dactilo del tercer par de pereiópodos largo y delgado, longitud 3.5 veces su anchura máxima, diente inferior ligeramente diverge del eje central del dactilo, anchura de la base de los dientes subigual; longitud del propodio nueve veces su anchura, 4.15 veces la longitud del dactilo, margen ventral con cinco espinas móviles y un par de espinas distales; longitud del carpo 4.14 veces su anchura, 0.53 la longitud del propodio; longitud del mero 4.81 veces su anchura; longitud del isquio 2.3 veces su anchura.

Extremo posterior del margen ventral de la pleura de la primera somita abdominal con dimorfismo sexual, en machos con una prolongación curva subaguda, margen ventral de la segunda a la cuarta pleura redondeada, quinta pleura algo angulosa; primer par de pleópodos birrámeo en ambos sexos, segundo par de pleópodos sin apéndice interno en ambos sexos.

Telson algo delgado, longitud 1.31 veces su anchura anterior, 2.53 veces su anchura posterior, superficie dorsal sin depresión media longitudinal, márgenes laterales sinuoso,

margen posterior marcadamente convexo; espinas dorsales delgadas y cortas, alejadas del margen lateral, par anterior de espinas insertado a 0.47 veces la longitud del telson, par posterior de espinas insertado 0.63 veces la longitud del telson; Ángulos distales del telson escasamente prolongados. Espinas del margen posterior delgadas, longitud del par interno 2.33 veces la longitud del par externo.

Localidad tipo: Islas Hawai.

**Hábitat:** Bajo esponjas fijadas sobre ostras *Striostrea* sp y de *Balanus* sp (Hendrickx *et al.* 1983); entre rocas, cascajo o coral; de la zona intermareal a 10 m (Wicksten 1983).

Registros previos en México: Baja California Sur: Bahía Concepción (Ríos 1989, 1992), Isla Espíritu Santo (Wicksten 1983; Ríos 1989). Sonora: Bahía Cholla (Ríos 1989), Bahía Santa Catalina, Guaymas, Isla San Pedro Nolasco (Wicksten 1983). Sinaloa: Punta Piaxtla (Hendrickx *et al.* 1983; Hendrickx 1994), Estero de Teacapán (Hendrickx *et al.* 1983; Hendrickx 1994), Cerro del Vigía (Hendrickx *et al.* 1983), Punta Chile (Hendrickx *et al.* 1983; Wicksten 1983), Bahía de Mazatlán (Wicksten 1983; Hendrickx 1994), al sur de Sinaloa (Hendrickx 1993a). Nayarit: Punta Los Chivos, Bahía Chacala, Playa Careceros, Punta de Mita (Camacho 1996; Hermoso Salazar 1999), Isla Isabel (Camacho 1996), Isla María Madre (Hermoso Salazar 1999), Isla María Cleofas (Wicksten 1983). Colima: Bahía Santiago, Manzanillo, Isla Socorro (Hermoso Salazar 1999), Isla Clarión (Hermoso Salazar 1999). Oaxaca: Bahía La Entrega (Hermoso Salazar 1999).

**Distribución mundial:** Pacífico Este: de Bahía Cholla, Sonora, Golfo de California, México a las Islas Galápagos, Ecuador; Islas Revillagigedo, Clipperton y Malpelo. Pacífico Central: Islas Hawai (Abele 1975; Wicksten 1983; Wicksten y Hendrickx 2003).

**Comentarios**: El holotipo de esta especie se extravió, por tal motivo Banner (1953) designa a una hembra ovígera procedente de Hawai como neotipo y redescribe a la especie.

Los pleópodos de los machos de esta especie carecen de apéndice interno. El sexo se distingue con la forma del extremo distal del ángulo posterior de la pleura de la primera somita abdominal. Otras especies del Pacífico Oriental sin apéndice interno en los pleópodos son *S. brevispinis*, *S. charon y S. fritzmuelleri;* así como también en: *S. hululensis* Coutière, 1908, *S. africanus* Crosnier y Forest, 1965, *S. paraneomeris* Coutière,

1905, S. biturberculatus de Man, 1910, S. tumidomanus (Paulson, 1875), S. neomeris (de Man, 1897) y S. scaphoceris Coutière, 1910 (Holthuis 1951; Chace 1966; Crosnier y Forest 1966; Miya 1972; Dardeau 1984).

Observaciones: Según Chace (1962), los especímenes de Clipperton y el neotipo tienen los dos pares de espinas dorsales del telson insertados a la mitad posterior de la longitud del telson. Sin embargo, en este estudio, las espinas del neotipo se detectan a 0.47 veces la longitud del telson. Esta característica provoca leves discrepancias. Banner (1953) también hace referencia del lugar de inserción del primer par de espinas y menciona que se encuentran a 0.3 veces la longitud del telson. La discrepancia de la inserción de las espinas del neotipo entre Banner (1953) y lo observado en este estudio, está en función a distintos factores: desde como se coloca el ejemplar en el momento de tomar las mediciones, hasta la variación inherente en la apreciación de los diferentes observadores. Lo mismo sucede con la longitud-anchura y alcance del rostro, el alcance de la espina lateral del escafocerito comparado con el carpocerito, la longitud-anchura de la palma del quelípedo mayor, la longitud de los dedos comparada con la longitud de la palma, la longitud-anchura del mero, la proporción de los segmentos de carpo del segundo par de pereiópodos, la longitud-anchura del mero, carpo, propodio y dactilo del tercer par de pereiópodos.

No obstante, la mayoría de estas diferencias no son de gran importancia, excepto el alcance de la espina lateral del escafocerito: según Banner (1953) sobrepasa al carpocerito y en este estudio se observa que sólo llega al extremo distal, aunque del lado izquierdo es ligeramente más corta que el carpocerito. Otra característica con importancia taxonómica es la proporción longitud-anchura de propodio del tercer par de pereiópodos, en este estudio es nueve veces más largo que ancho, y de acuerdo con Banner (1953) es siete veces más largo que ancho.

Synalpheus brevispinis Coutière, 1909

Figuras 7 y 8

Synalpheus townsendi brevispinis Coutière, 1909:34, Fig. 16; Ray, 1974: 177.

Synalpheus brevispinis.- Hermoso Salazar et al., 2005:21, Figs. 9-10.

**Material examinado:** Baja California Sur: Calerita, 2 machos y 4 hembras ovígeras.

Redescripción: Rostro subtriangular, recto en vista lateral, longitud 2.37 veces su anchura a nivel del margen del caparazón, alcanza 0.82 veces la longitud de la parte visible del primer segmento antenular, sobrepasa el nivel de los dientes oculares en vista lateral, inicia sobre la superficie del caparazón; margen anterior del caparazón, entre el rostro y dientes oculares ligeramente cóncavo, depresión ligeramente marcada sobre la superficie del caparazón entre el rostro y capuchas oculares. Capuchas oculares ligeramente abultadas; dientes oculares subtriangulares, porción distal aguda, punta ligeramente hacia adentro en vista dorsal, rectos en vista lateral, márgenes laterales ligeramente convexo, más cortos que el rostro, sin setas, alcanzan 0.43 veces la longitud de la parte visible del primer segmento antenular. Margen pterigostomiano agudamente prolongado; margen antenal sinuoso. Proceso rostroventral curvo y delgado lateralmente y marcadamente bilobulado.

Pedúnculo antenular algo grueso, longitud total 3.85 veces su anchura; longitud del primer segmento 1.05 veces la suma de la longitud del segundo y tercer segmento, 1.11 veces la longitud del segundo segmento, longitud del segundo segmento subigual a la longitud del tercer segmento. Estilocerito proximalmente ancho y distalmente agudo, alcanza 0.67 veces la longitud del segundo segmento del pedúnculo antenular.

Escama del escafocerito desarrollada, longitud 2.46 veces su anchura, casi alcanza el extremo distal del pedúnculo antenular; espina lateral casi recta, margen lateral externo ligeramente cóncavo, sobrepasa a la escama por 0.35 veces la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular, comúnmente alcanza al extremo distal del tercer segmento del pedúnculo antenular, más corta que el carpocerito por casi un tercio de la longitud del tercer segmento antenular. Espina dorsal del basicerito ausente; espina lateral delgada, casi alcanza el extremo distal de la parte visible del primer segmento antenular, sobrepasa al rostro y dientes oculares. Carpocerito grueso, longitud 3.64 veces su anchura, sobrepasa al pedúnculo antenular por aproximadamente la mitad de la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular.

Longitud del último segmento del tercer par de maxilípedos cuatro veces la longitud del penúltimo segmento, extremo distal con cinco espinas obscuras y móviles.

Quela mayor del primer par de pereiópodos ligeramente bulbosa, longitud de la quela 2.8 veces su anchura; longitud de la palma 1.95 veces su anchura, 2.29 veces la longitud de los dedos, extremo distal del margen dorsal de la palma con un lóbulo, dedos cortos, ocupan 0.3 veces la longitud de la quela; carpo corto, dorsalmente no prolongado, longitud 0.45 veces su anchura, extremo distal del margen dorsal con espina hacia la cara externa, margen ventral ligeramente bilobulado; longitud del mero 2.11 veces su anchura, 0.4 veces la longitud de la palma, margen dorsal ligeramente convexo, margen ventral escasamente cóncavo, extremo distal del margen dorsal con una espina, punta hacia abajo; longitud del isquio 0.64 veces su anchura.

Longitud de la palma de la quela menor del primer par de pereiópodos 1.7 veces su anchura, 1.2 veces la longitud de los dedos, setas esparcidas en la quela y dedos; carpo dorsalmente no prolongado, longitud 0.96 veces su anchura, 0.44 veces la longitud de la palma, extremo distal del margen dorsal con una espina hacia la cara externa; longitud del mero 2.26 veces su anchura, margen dorsal y ventral ligeramente convexo, extremo distal del margen dorsal con una espina, punta hacia abajo; longitud del isquio 1.2 veces su anchura, 0.32 veces la longitud del mero.

Longitud de la palma del segundo par de pereiópodos 1.5 veces su anchura, 0.75 veces la longitud de los dedos, dos mechones de setas en el dedo fijo, algunas en el dedo móvil; carpo con cinco segmentos, longitud total 9.6 veces su anchura, 2.28 veces la longitud de la quela, longitud del primer segmento 6.62 veces la longitud del segundo segmento, 1.23 veces la suma de la longitud de los cuatro segmentos restantes, longitud del segundo segmento igual que el tercero, longitud del tercer y cuarto segmento subigual, longitud del quinto segmento 1.33 veces la suma de la longitud del tercer y cuarto segmento; longitud del mero 5.5 veces su anchura, 0.8 veces la longitud del carpo; longitud del isquio 0.81 veces la longitud del mero.

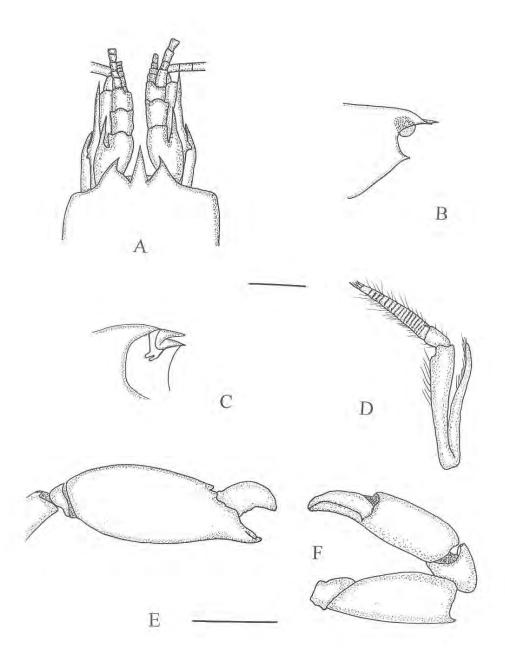


Figura 7. *Synalpheus brevispinis* Coutière, 1909, hembra. A. Porción anterior del caparazón en vista dorsal; B. Porción anterior del caparazón en vista lateral; C. Proceso rostroventral; D. Tercer maxilípedo. E. Quelípedo mayor. F. Quelípedo menor (Tomado de Hermoso Salazar *et al.* 2005).

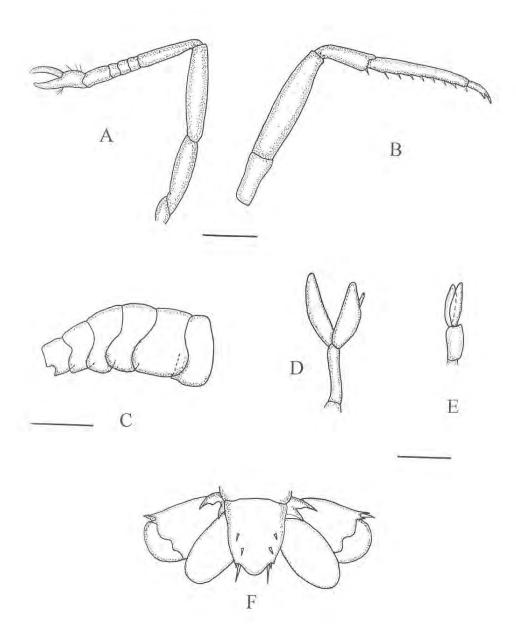


Figura 8. *Synalpheus brevispinis* Coutière, 1909, hembra. A. Segundo pereiópodo; B. Tercer pereiópodo; C. Abdomen en vista lateral; D. Segundo pleópodo en hembras; E. Segundo pleópodo en machos; F. Telson en vista dorsal (Tomado de Hermoso Salazar *et al.* 2005).

Dactilo del tercer par de pereiópodos largo y delgado, longitud 4.4 veces su anchura máxima, diente inferior diverge ligeramente del eje central del dactilo, anchura de la base de los dientes subigual; longitud del propodio 8.42 veces su anchura, 3.63 veces la longitud del dactilo, margen ventral con seis espinas móviles y un par de espinas distales; longitud del carpo 3.54 veces su anchura, 0.48 la longitud del propodio; longitud del mero 4.7 veces su anchura; longitud del isquio 2.21 veces su anchura.

Extremo posterior del margen ventral de la pleura de la primera somita abdominal con dimorfismo sexual poco marcado, en machos escasamente prolongado, margen ventral de la segunda a la cuarta pleura subcuadrada, quinta pleura algo angulosa; primer par de pleópodos birrámeo en ambos sexos, segundo par de pleópodos con apéndice interno sólo en hembras.

Telson ancho, longitud 1.33 veces su anchura anterior, 2.14 veces su anchura posterior, superficie dorsal sin depresión media longitudinal, márgenes laterales convexos a la mitad de su longitud, margen posterior marcadamente convexo; espinas dorsales cortas, alejadas del margen lateral, par anterior de espinas insertado a 0.51 veces la longitud del telson, par posterior de espinas insertado 0.68 veces la longitud del telson; Ángulos distales del telson escasamente prolongados. Espinas del margen posterior delgadas, longitud del par interno 3.5 veces la longitud del par externo.

Localidad tipo: Baja California.

**Hábitat:** Entre rocas y cabeza de coral, en la zona intermareal y submareal (Hermoso Salazar *et al.* 2005).

Registros previos en México: Sonora: Puerto Peñasco. Baja California Sur: Los Islote, Calerita y Punta Chileno, Cabo San Lucas (Hermoso Salazar *et al.* 2005). Baja California (Coutière 1909).

**Distribución mundial:** De Puerto Peñasco, Sonora a Cabo San Lucas, Golfo de California, México; Isla Wolf, Galápagos, Ecuador (Hermoso Salazar *et al.* 2005).

**Comentarios:** El material tipo de *S. t. brevispinis* no se localizó en el Museo Nacional de Historia Natural de París, probablemente se encuentre extraviado. Esta especie no había sido registrada en la literatura después de la descripción de Coutière (1909), sino

hasta la redescripción y notas taxonómicas del grupo de subespecies de *S. townsendi* realizado por Hermoso Salazar *et al.* (2005), donde la subespecie es elevada a especie.

Observaciones: Como en muchas especies del género *Synalpheus*, el intervalo de variación morfológica en *S. brevispinis* también es detectable. La longitud del rostro comúnmente sobrepasa la mitad de la longitud del primer segmento antenular. La longitud de los dientes oculares comúnmente no sobrepasa la mitad de la longitud del primer segmento antenular. La escama antenal está desarrollada, su intervalo de variación de la relación de su longitud y anchura es de 2.4 a 2.8 y usualmente alcanza el tercio distal del tercer segmento antenular. La espina lateral del basicerito puede llegar al extremo distal del primer segmento antenular o es ligeramente más corta. El margen dorsal del carpo del quelípedo mayor y menor generalmente presenta una espina pequeña hacia la cara externa, pero a veces carece de ella.

Synalpheus brevispinis es morfológicamente similar a S. scaphoceris Coutière (1910) del Atlántico americano. Ambas especies carecen de una espina en el extremo distal del margen dorsal de la palma del quelípedo mayor, el basicerito carece de espina dorsal; el dactilo del tercer par de pereiópodos es largo y delgado, con los dientes distales subparalelos; la primera pleura abdominal del macho está ligeramente prolongada; el segundo par de pleópodos de los machos carece del apéndice interno; los ángulos distales del telson están redondeados y escasamente prolongados. Sin embargo, son especies bien diferenciadas. El pedúnculo antenular de S. brevispinis es más largo (longitud de 3.6 a 3.94 veces su anchura), en S. scaphoceris es más corto y ancho, presenta una longitud aproximadamente de tres veces su anchura. En S. brevispinis el margen mesial de las capuchas oculares está ligeramente convexo, los dientes oculares son distalmente agudos y la punta se dirige hacia adentro en vista dorsal, el rostro es más corto, el ángulo pterigostomial está más prolongado y más agudo, el proceso rostroventral es delgado lateralmente y curvo, el telson es más corto, el ancho proximal es menos de dos veces el ancho distal. En S. scaphoceris, el margen mesial de las capuchas oculares está ligeramente cóncavo, los dientes oculares son rectos en vista dorsal, el proceso rostroventral es más ancho y recto, el telson es ligeramente más largo que en S. brevispinis, la anchura proximal es escasamente superior a dos veces de la anchura distal.

Esta especie se puede confundir con *S. biunguiculatus* porque ambas especies carecen de la espina dorsal del basicerito, en el extremo distal del margen dorsal de la palma del quelípedo mayor presentan un lóbulo en lugar de una espina y la escama del escafocerito esta bien desarrollada. Sin embargo, son especies morfológicamente diferentes: la escama del escafocerito de *S. biunguiculatus* es mucho más ancha y corta comparada con la de *S. brevispinis* y el dactilo del tercer par de pereiópodos más delgado y largo.

El dimorfismo sexual en la pleura de la primera somita abdominal está poco marcado. La diferencia más confiable para separar los sexos es la ausencia del apéndice interno en los machos del segundo par de pleópodos.

## Synalpheus charon (Heller, 1861)

Figuras 9 y 10

Alpheus charon Heller, 1861:272, Lám. 3, Figs. 21, 23.

Synalpheus charon.- de Man, 1911:245, lám. 99, Fig. 4.

Synalpheus charon obscurus Banner, 1956:329, Fig. 5; 1958:161.

Synalpheus charon charon Banner, 1956:331. Banner, 1957:194, Fig. 3.

Synalpheus charon.- Banner, 1953:37, Fig. 11a-k. Banner y Banner, 1964:87; 1983:90. Banner y Banner, 1975:369, Fig. 25; 1981:66. Chace, 1937:122; 1962:613; 1988:77. Abele, 1975:78; 1976:270. Abele y Patton 1976:37. von Prahl *et al.*, 1978:81. Carvacho y Ríos, 1982:283. Wicksten, 1983:35. Villalobos-Hiriart *et al.*, 1989:14; 1992:6. Hendrickx, 1992:10; 1993a:306. Hernández-Aguilera y Martínez-Guzmán, 1992:4. Lemaitre y Alvarez-León, 1992:43. Vargas y Cortés, 1999:903.

**Material examinado**: Baja California Sur: Bahía de La Paz, 12 machos, 7 hembras y 10 hembras ovígeras (CCUABCS; agosto-noviembre-1997); Isla Cerralvo, 1 macho (20610 CNCR; 4-agosto-1986), 1 macho y 1 hembra ovígera (EM-6849 CNCR; 27-enero-1987), 2 machos y 1 hembra (EM-7985 CNCR; 6-mayo-1987), 3 machos, 1 hembra y 1

hembra ovígera (EM-8221 CNCR; 6 - mayo - 1987). Nayarit: Punta de Mita, 1 hembra y 1 hembra ovígera (2955 SMIOM; 4-julio-1992) 1 macho (3140 SMIOM; 6-julio-1992); Isla Isabel: Playa Pescadores, 1 hembra (EM-12878 CNCR; 11-noviembre-1993), Playa Las Monas, 1 macho (EM-11823a CNCR; 19-febrero-1992), 1 macho, 1 hembra y 2 hembras ovígeras (EM-12111a CNCR; 13.agosto-1992), 2 machos, 1 hembra y 2 hembras ovígeras (EM-12839 CNCR; 8-noviembre-1993); Isla María Madre: Sur del Hospital, 1 hembra y 1 hembra ovígera (949 SMIOM; 24-enero-1985), Borbollón, 3 hembras y 1 hembra ovígera (2814 SMIOM; 2-julio-1991), Punta Halcones, 1 hembra y 1 hembra ovígera (2772 SMIOM; 1-julio-1991). Colima: Bahía Santiago, Manzanillo, 2 machos (1951 SMIOM; 15julio-1989), 1 hembra ovígera (2069 SMIOM; 16-noviembre-1989); Isla Socorro: Playa Blanca, 3 hembras y 3 hembras ovígeras (3584 SMIOM; 22-mayo-1994), Palma Sola, 1 hembra y 1 hembra ovígera (Politécnico Nacional), Bahía Lucio Gallardo, 1 macho, 1 hembra ovígera (2116 SMIOM; 18-noviembre-1989), 4 machos, 1 hembra y 10 hembras ovígeras (2141 SMIOM; 19-noviembre-1989), 4 machos, 2 hembras y 1 hembra ovígera (2182 SMIOM; 20-noviembre-1989), 1 macho y 2 hembras ovígeras (2217 SMIOM; 21noviembre-1989), Bahía Vargas Lozano, 2 hembras y 1 hembra ovígera (SMIOM), Isla Clarión, 3 hembras y 3 hembras ovígeras (3660 SMIOM; 25-mayo-1994), 2 hembras y 1 hembra ovígera (3664 SMIOM; 25-mayo-1994). Oaxaca: Bahía La Entrega, 3 machos y 2 hembras ovígeras (2392 SMIOM; 5-julio-1990), Bahía Santa Cruz, 2 hembras y 1 hembra ovígera (2461 SMIOM; 6-julio-1990). México, 4 hembras ovígeras (62433 USNM; 1927), 1 macho y 1 hembra ovígera (62434 USNM; 1927). Atolón de Clipperton: 2 machos, 3 hembras y 3 hembras ovígeras (25-noviembre-1997).

Redescripción: Rostro subtriangular, setas escasas cerca de la punta, recto en vista lateral, longitud 1.5 veces su anchura a nivel del margen del caparazón, sobrepasa la mitad de la longitud de la parte visible del primer segmento antenular, sobrepasa el nivel de los dientes oculares en vista lateral, inicia sobre la superficie del caparazón; margen anterior del caparazón, entre el rostro y los dientes oculares estrechamente cóncavo, depresión poco marcada y corta sobre la superficie del caparazón, entre el rostro y capuchas oculares. Capuchas oculares anchas; dientes oculares proximalmente anchos, agudos, rectos en vista dorsal y en vista lateral, más cortos que el rostro, sin setas, casi alcanza la mitad de la longitud de la parte visible del primer segmento antenular. Margen pterigostomiano

subtriangularmente prolongado; margen antenal casi recto. Proceso rostroventral corto y no bilobulado.

Pedúnculo antenular algo grueso, longitud total aproximadamente tres veces su anchura; longitud del primer segmento aproximadamente la mitad de la suma de la longitud de segundo y tercer segmento, subigual a la longitud del segundo segmento, longitud del segundo segmento 0.88 veces la longitud del tercer segmento. Estilocerito proximalmente ancho, agudo, setas escasas cerca de la punta, alcanza 0.68 y 0.59 veces la longitud del segundo segmento del pedúnculo antenular.

Escama del escafocerito ancha, longitud 2.62 veces su anchura, no alcanza la mitad de la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular; espina lateral distalmente aguda, recta, margen lateral ligeramente cóncavo en la porción proximal, sobrepasa a la escama por 0.48 veces la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular, puede o no sobrepasa ligeramente al pedúnculo antenular, más corta que el carpocerito por 0.4 veces la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular. Espina dorsal del basicerito ausente; espina lateral delgada, aproximadamente alcanza la mitad de la longitud del segundo segmento del pedúnculo antenular. Carpocerito grueso, longitud 3.09 veces su anchura, sobrepasa al pedúnculo antenular por 0.48-0.72 veces la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular.

Longitud del último segmento del tercer par de maxilípedos aproximadamente tres veces la longitud del penúltimo segmento, extremo distal con siete espinas obscuras y móviles.

Quela mayor del primer par de pereiópodos poco bulbosa, longitud de la quela aproximadamente tres veces su anchura; longitud de la palma más o menos dos veces su anchura, y dos veces la longitud de los dedos, extremo distal del margen dorsal de la palma desarmado, dedos cortos, ocupan 0.34 veces la longitud de la quela; carpo corto, longitud aproximadamente la mitad de su anchura, extremo distal de los márgenes dorsal y ventral desarmados; longitud del mero 1.8 veces su anchura, 0.44 veces la longitud de la palma, margen dorsal notablemente convexo, margen ventral notablemente sinuoso a la mitad de su longitud, extremo distal del margen dorsal con una espina hacia abajo, surge de la superficie, no del margen distal; longitud del isquio 0.58 veces su anchura.

Longitud de la palma del quelípedo menor del primer par de pereiópodos 1.85 veces su anchura, 1.73 veces la longitud de los dedos, setas escasas en los márgenes cortantes de los dedos; longitud del carpo 1.07 veces su anchura, 0.57 veces la longitud de la palma, extremo distal del margen dorsal desarmado; longitud del mero 2.06 veces su anchura, margen dorsal ligeramente convexo, margen ventral convexo, extremo distal del margen dorsal con una espina recta; longitud del isquio igual a su anchura, 0.32 veces la longitud del mero.

Longitud de la palma del segundo par de pereiópodos 1.14 veces su anchura, aproximadamente igual a la longitud de los dedos, setas abundantes en los márgenes de los dedos; carpo con cinco segmentos, longitud total 7.14 veces su anchura, 2.9 veces la longitud de la quela, longitud del primer segmento cuatro veces la longitud del segundo segmento, 0.88 veces la suma de la longitud de los cuatro segmentos restantes, longitud del segundo segmento igual a la longitud del tercero, longitud del tercer y cuarto segmento subigual, longitud del quinto segmento 1.11 veces la suma de la longitud del tercer y cuarto segmento; longitud del mero 4.2 veces su anchura, 0.82 veces la longitud del carpo; longitud del isquio 0.7 veces la longitud del mero.

Dactilo del tercer par de pereiópodos ancho, longitud 1.8 veces su anchura máxima, diente dorsal hacia abajo, anchura de la base de los dientes distales desigual, anchura del diente dorsal menos de la mitad de la anchura del diente ventral, con punta obtusa, margen ventral con una escotadura en forma de cuchara; longitud del propodio 3.7 veces su anchura, 2.4 veces la longitud del dactilo, margen ventral con 4 o 5 espinas móviles y un par de espinas distales; longitud del carpo aproximadamente dos veces su anchura, 0.62 veces la longitud del propodio, extremo distal del margen ventral con una espina móvil; longitud del mero aproximadamente tres veces su anchura; longitud del isquio casi igual a su anchura.

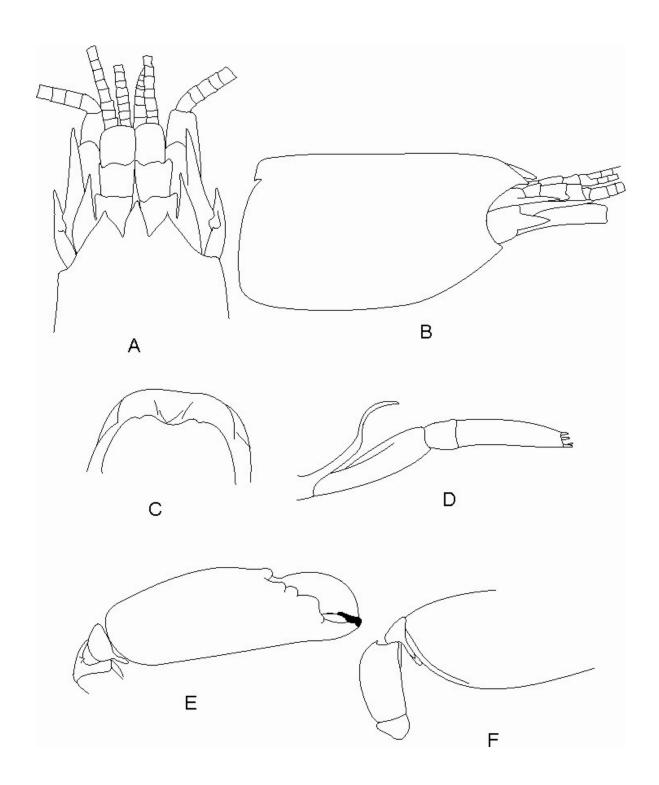


Figura 9. *Synalpheus charon* (Heller, 1861), macho. A. Porción anterior del caparazón en vista dorsal; B. Caparazón en vista lateral; C. Proceso rostroventral; D. Tercer maxilípedo. E. Quela mayor. F. Porción posterior del quelípedo mayor.

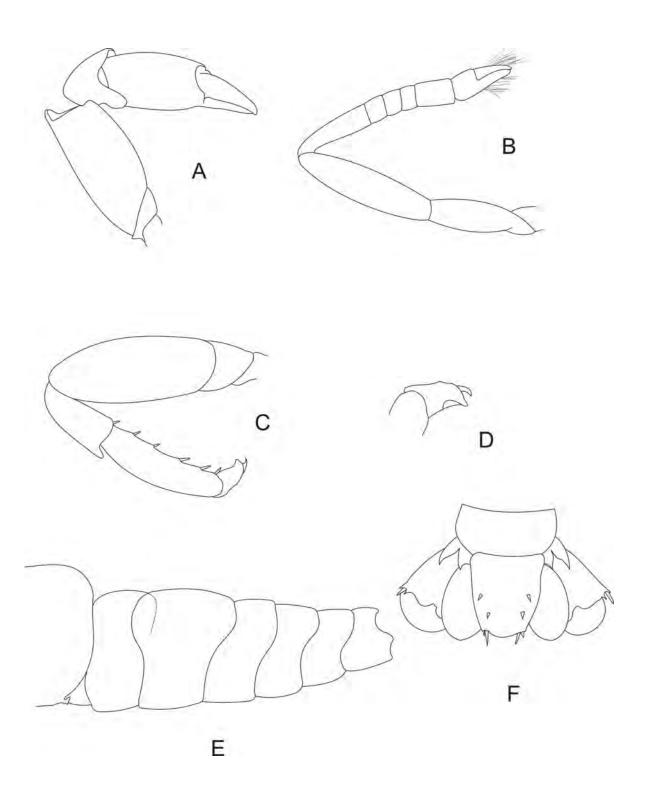


Figura 10. *Synalpheus charon* (Heller, 1861), macho. A. Quelípedo menor; B. Segundo pereiópodo; C. Tercer pereiópodo; D. Dactilo del tercer pereiópodo; E. Abdomen en vista lateral; F. Telson en vista dorsal.

Extremo posterior del margen ventral de la pleura de la primera somita abdominal redondeada en ambos sexos, margen ventral de la segunda a la quinta pleura subcuadrada o redondeada, primer par de pleópodos birrámeo en ambos sexos, segundo par de pleópodos con apéndice interno en hembras, sin apéndice interno en machos.

Telson ancho, longitud 1.15 veces su anchura anterior, 2.53 veces su anchura posterior, superficie dorsal del telson con una depresión media longitudinal somera, márgenes laterales ligeramente convexos, margen posterior ligeramente convexo; espinas dorsales delgadas, alejadas del margen lateral, par anterior de espinas insertado 0.56 veces la longitud del telson, par posterior de espinas insertado a 0.75 veces la longitud del telson. Ángulos distales del telson redondeados. Espinas del margen posterior regulares, longitud del par interno 0.4 veces la longitud del par externo.

**Localidad tipo**: Mar Rojo.

**Hábitat:** Entre *Pocillopora* sp en la zona intermareal (Wicksten 1983); hasta 33 m, en coral vivo (Chace 1988).

Registros previos en México: Baja California Sur: Banco Arena (Chace 1937), Roca Shepard's, Cabo San Lucas (Wicksten 1983), Isla Cerralvo (Villalobos-Hiriart *et al.* 1989; Villalobos-Hiriart 2000). Nayarit: Punta de Mita (Hermoso Salazar 1999), Isla Isabel (Wicksten 1983; Camacho 1996), Isla María Madre (Hernández-Aguilera y Martínez-Guzmán 1992; Hermoso Salazar 1999), Isla María Cleofas (Wicksten 1983). Colima: Bahía Santiago, Manzanillo (Hermoso Salazar 1999), Isla Socorro (Wicksten 1983; Hermoso Salazar 1999), Isla Clarión (Wicksten 1983). Oaxaca: Bahía Santa Cruz (Hermoso Salazar 1999).

**Distribución mundial:** Pacífico Este: de Isla Cerralvo, Golfo de California, México a Islas Galápagos, Ecuador; Islas Revillagigedo, Clipperton y Malpelo. Pacífico Central e Indopacífico Oeste: del Mar Rojo a Islas Hawai (Abele 1975; Wicksten 1983; Villalobos-Hiriart *et al.* 1989; Wicksten y Hernández 2000).

**Comentarios**: Esta especie es simbionte de las colonias del coral *Pocillopora damicornis* (Linnaeus, 1758), ocupa los substratos inferiores de las ramificaciones, y se les encuentra por parejas de hembra y macho (Abele 1975; von Prahl *et al.* 1978).

Ninguna de las especies registradas en el Pacífico americano se puede confundir con *S. charon*. Según Banner (1953), en su estudio de camarones de Hawai, la similitud con *S. paraneomeris* Coutière, 1905, es por la forma del cuerpo y por las proporciones de los apéndices, especialmente al considerar la amplia variación morfológica de *S. paraneomeris*. Sin embargo, la forma del dactilo del tercer y cuarto par de pereiópodos es una característica muy clara para distinguir a las dos especies. Otra especie cercana morfológicamente de *S. charon* es *S. prolificus* (Bate, 1888), pero se pueden separar por las proporciones de las longitudes de los segmentos del carpo del segundo par de pereiópodos, con la longitud de los segmentos del pedúnculo antenular, el alcance del estilocerito y por la forma del dactilo del tercer par de pereiópodos.

Observaciones: Banner (1953) detecta pocas variaciones morfológicas por el número escaso de especímenes revisados. Sólo en un espécimen, la longitud del mero del tercer par de pereiópodos es 2.5 veces su anchura, en lugar de 3 veces como el resto de los especimenes; y el ancho de la porción basal del diente superior es ligeramente mayor. Sin embargo, estas variaciones observadas por Banner (1953) son detectables con mayor frecuencia cuando el número de especimenes analizados es mayor a 20. También existen otro tipo de variaciones, como son el alcance y las proporciones de longitud-anchura de los apéndices cefálicos y torácicos.

El ancho de los dientes distales del dactilo del tercer par de pereiópodos, así como la concavidad del diente inferior son características diagnósticas de *S. charon* (Banner 1953, 1956). Sin embargo, se necesita tener cuidado con los especímenes de tallas pequeñas porque en ellos no se aprecia claramente la concavidad del margen ventral del diente inferior del dactilo, ni la constricción del diente superior; además la proporción de la anchura de los dientes distales no es tan contrastante como en especímenes adultos de tallas grandes.

Por otra parte, la determinación del sexo en los machos se efectúa por la ausencia del apéndice interno de los últimos cuatro pares de pleópodos, porque el margen postero-lateral de la primera pleura está redondeado, igual que en las hembras.

# Synalpheus digueti Coutière, 1909

# Figuras 11 y 12

Synalpheus digueti Coutière, 1909:48, Fig. 28. Chace, 1937:123. von Prahl et al., 1978:88. Carvacho y Ríos, 1982: 283. Hendrickx et al., 1983:72. Wicksten, 1983:38, 1991:151. Villalobos-Hiriart et al., 1989:14. Hendrickx, 1992:9; 1993a:6; 1993b:306; 1994:23. Hernández-Aguilera y Martínez-Guzmán, 1992:4. Ríos, 1992:8, Fig.5. Villalobos-Hiriart et al., 1992:6. Vargas y Cortés, 1999:903.

Material examinado: Sonora: Isla Tiburón, 1 macho (EM-21544 CNCR; 18noviembre-1985). Baja California Sur: Bahía de La Paz, 1 macho y 2 hembras (CCUABCS; agosto-noviembre-1997), Isla San José, 1 macho y 1 hembra (EM-6758) CNCR; 4-noviembre-1986), Isla Espíritu Santo, 1 macho (EM-6804 CNCR; 3-noviembre-1986), Isla Cerralvo, 4 machos y 4 hembras ovígeras (EM-6285 CNCR; 4-agosto-1986), 1 macho (EM-6953 CNCR; 27-enero-1987), 1 macho (EM-6202 CNCR; 6-mayo-1987). Sinaloa: Topolobampo, 4 machos (EMU; 13-abril-1984); Puerto Viejo, 1 macho (EMU, Est. I), 1 macho y 1 hembra ovígera (EMU, Est. II), 2 machos y 1 hembra (EMU, Est. I-20A); Punta Chile, 1 macho (EMU; 23-octubre-1987); Entrada del Puerto, 1 macho (EMU-SE6; enero-noviembre-1983), 1 macho (EMU-SL1; enero-noviembre-1983); Bahía de Mazatlán, 2 machos, 1 hembra (EMU-1077; 23-cot.-1980); Isla Lobos, 1 macho (EMU); Isla Pájaros, 2 machos y 1 hembra (EMU-3576; 27-sept.-1983), 1 macho (EMU-882a; 29abril-1980), 2 machos y 1 hembra (EMU; 2-abril-1983); Tres Islas, 1 macho y 1 hembra (EMU; 25-junio-1980). Nayarit: Punta Los Chivos, Bahía de Chacala, 4 machos (EM-12188 CNCR; 17-agosto-1992); Punta de Mita, 1 hembra ovígera (2658 SMIOM; 14marzo-1991), 1 macho (2664 SMIOM; 14-marzo-1991), 1 hembra (EMU; 27-diciembre-1982), 2 machos y 2 hembras (EMU; 29-diciembre-1982); Isla Isabel: Cerro de la Cruz, 9 machos, 2 hembras y 4 hembras ovígeras (EM-12853 CNCR; 9-noviembre-1993), Playa Los Pescadores, 1 hembra ovígera (EM-12700 CNCR; 8-febrero-1993), 2 machos y 3 hembras ovígeras (EM-12714 CNCR; 9-febrero-1993), 7 machos, 1 hembra y 2 hembras ovígeras (EM-12769 CNCR; 12-julio-1993); Isla Maria Madre, Borbollón 2 machos (2800 SMIOM; 1-julio-1991), 2 machos (2815 SMIOM; 2-julio-1991). Colima: Bahía Santiago, Manzanillo, 2 machos (1950 SMIOM; 15-julio-1989), 2 machos y 2 hembras (1955 SMIOM; 15-julio-1989), 1 macho (2006 SMIOM; 16-julio-1989), 2 machos y 1 hembra (2070 SMIOM; 16-julio-1989), 1 macho (2399 SMIOM; 5-julio-1989); Isla Clarión, 1 macho y 1 hembra ovígera (672 SMIOM; 28-junio-1982). Oaxaca: Bahía La Entrega, 1 hembra ovígera (2349 SMIOM; 4-julio-1990), 12 machos y 4 hembras ovígeras (2393 SMIOM; 5-julio-1990); Bahía Santa Cruz, 2 machos (2462 SMIOM; 6-julio-1990), 1 macho (2463 SMIOM; 6-julio-1990).

Redescripción: Rostro muy corto y recto, punta redondeada, setas cerca de la punta, recto en vista lateral, longitud aproximadamente 0.5 veces su anchura a nivel del margen del caparazón, a lo mucho alcanza 0.25 veces la longitud de la parte visible del primer segmento antenular, no sobrepasa el nivel de los dientes oculares en vista lateral, inicia sobre del caparazón; margen anterior del caparazón, entre el rostro y los dientes oculares estrecho y cóncavo, depresión ligeramente marcada sobre la superficie del caparazón, entre el rostro y capuchas oculares. Capuchas oculares ligeramente abultadas; dientes oculares anchos y cortos, punta redondeada, rectos en vista dorsal, ligeramente hacia abajo en vista lateral, subyúgales al rostro, con algunas setas cerca de la punta, alcanzan 0.25 y 0.2 veces la longitud de la parte visible del primer segmento antenular. Margen pterigostomiano producido en un lóbulo subtriangular, distalmente redondeado; margen antenal sinuoso. Proceso rostroventral ligeramente marcado.

Pedúnculo antenular delgado, longitud total 4-4.39 veces su anchura; longitud del primer segmento aproximadamente 0.7 veces la suma de la longitud del segundo y tercer segmento, aproximadamente 1.4 veces la longitud del segundo segmento, longitud del segundo segmento subigual a la longitud del tercer segmento. Estilocerito grueso, punta redondeada, setas escasas cerca de la punta, alcanza casi alcanza o sobrepasa la longitud del segundo segmento del pedúnculo antenular.

Escama del escafocerito angosta, longitud 4.83 veces su anchura, ligeramente sobrepasa la mitad de la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular; espina lateral gruesa y corta, sobrepasa a la escama por 0.24 veces la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular, casi alcanza el extremo distal del tercer segmento del pedúnculo antenular, más corta que el carpocerito por casi la mita de la longitud del tercer segmento

del pedúnculo antenular. Espina dorsal del basicerito pequeña y ancha, longitud 0.05 veces la longitud de la espina lateral; espina lateral larga y gruesa, alcanza 0.07-0.25 veces la longitud del segundo segmento del pedúnculo antenular, longitud más de 14 veces la longitud de la espina dorsal. Carpocerito largo y delgado, longitud 3.77 veces su anchura, sobrepasa al pedúnculo antenular por aproximadamente la mitad de la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular.

Longitud del último segmento del tercer par de maxilípedos aproximadamente cuatro veces la longitud del penúltimo segmento, extremo distal con cinco espinas obscuras y móviles.

Quela mayor del primer par de pereiópodos bulbosa y ancha, longitud de la quela aproximadamente 2.5 veces su anchura; longitud de la palma casi dos veces su anchura, más o menos tres veces la longitud de los dedos, extremo distal del margen dorsal de la palma con una espina delgada, aunada a un lóbulo, punta ligeramente hacia abajo, dedos cortos, margen dorsal del dedo móvil muy redondeado, ocupan 0.26 veces la longitud de la quela; carpo corto, longitud poco más de la mitad de su anchura, extremo distal del margen dorsal subtriangularmente prolongado, extremo distal del margen ventral ligeramente bilobulado; longitud del mero dos veces su anchura, 0.4 veces la longitud de la palma, margen dorsal casi recto, margen ventral sinuoso a la mitad de su longitud, extremo distal del margen dorsal con una proyección plana redondeada; longitud del isquio 0.51 veces su anchura.

Longitud de la palma de la quela menor del primer par de pereiópodos casi dos veces su anchura, casi igual a la longitud de los dedos, escasas setas largas esparcidas; longitud de los dedos casi la mitad de la longitud de la quela; longitud del carpo subigual veces su anchura, ligeramente más de la mitad de la longitud de la palma, extremo distal del margen dorsal redondeado, ligeramente prolongado; longitud del mero ligeramente más de dos veces su anchura, margen dorsal casi recto, margen ventral convexo, extremo distal del margen dorsal ligeramente prolongado con una espina pequeña; longitud del isquio 1.05 veces su anchura, 0.3 veces la longitud del mero.

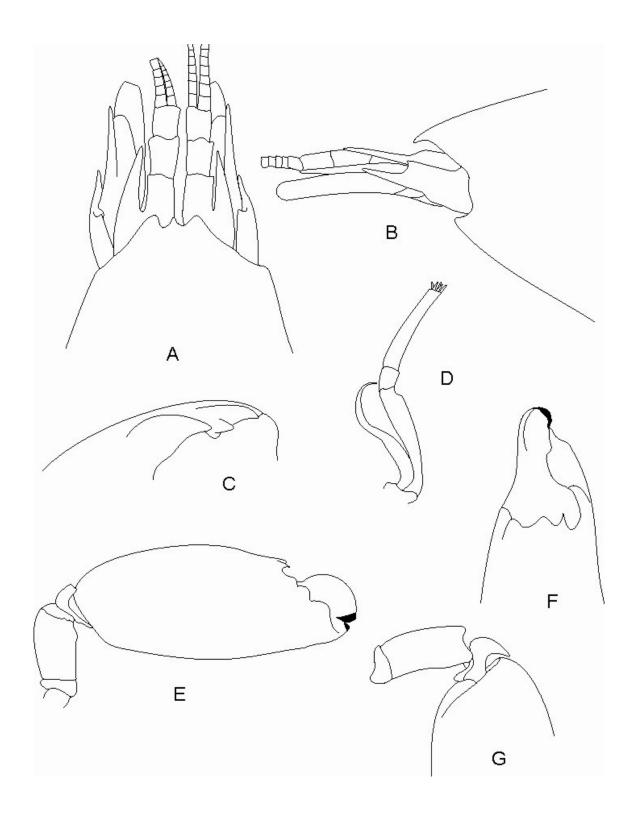


Figura 11. *Synalpheus digueti* Coutière, 1909, hembra ovígera (EM-21544 CNCR). A. Porción anterior del caparazón en vista dorsal; B. Porción anterior del caparazón en vista lateral; C. Proceso rostroventral; D. Tercer maxilípedo. E. Quelípedo mayor. F. Porción anterior de la quela mayor en vista dorsal; G. Porción posterior del quelípedo mayor.

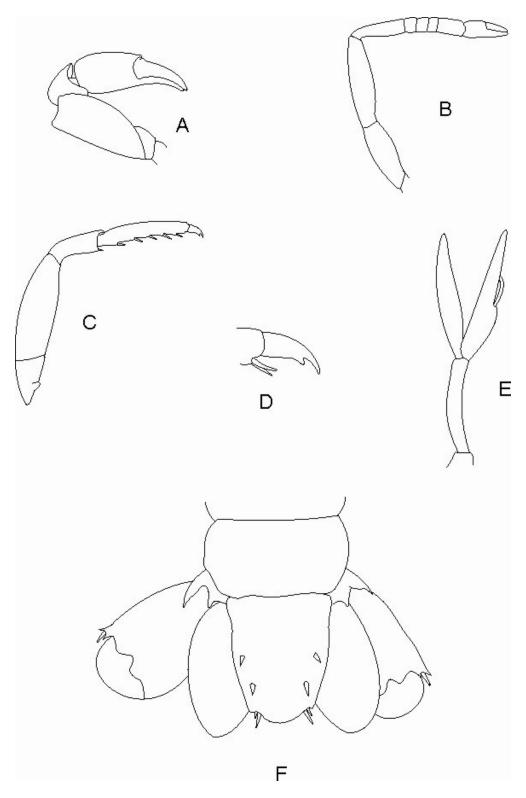


Figura 12. *Synalpheus digueti* Coutière, 1909, hembra ovígera (EM-21544 CNCR). A. Quelípedo menor; B. Segundo pereiópodo; Tercer pereiópodo; D. Dactilo del tercer pereiópodo; E. Segundo pleópodo en hembras; F. Telson en vista dorsal.

Longitud de la palma del segundo par de pereiópodos 1.4 veces su anchura, escasamente más corta de la longitud de los dedos, mechones de setas en los dedos; carpo con cinco segmentos, longitud total aproximadamente 8.5 veces su anchura, más de 2.5 veces la longitud de la quela, longitud del primer segmento 4.5 veces la longitud del segundo segmento, subigual a la suma de la longitud de los cuatro segmentos restantes, longitud del segundo, tercer y cuarto segmento subigual, longitud del quinto segmento 1.3 veces la suma de la longitud del tercer y cuarto segmento; longitud del mero 4.4 veces su anchura, 0.8 veces la longitud del carpo; longitud del isquio 0.7 veces la longitud del mero.

Longitud del dactilo del tercer par de pereiópodos tres veces su anchura máxima, diente inferior pequeño, longitud del diente superior 7.33 veces la longitud del diente inferior, anchura de la base de los dientes subigual; longitud del propodio aproximadamente cinco veces su anchura, 3.75 veces la longitud del dactilo, margen ventral con cinco o cuatro espinas móviles y un par de espinas distales; longitud del carpo 2.6 veces su anchura, 0.6 veces la longitud del propodio, extremo distal del margen ventral con una espina móvil; longitud del mero tres veces su anchura; longitud del isquio 1.5 veces su anchura.

Extremo posterior del margen ventral de la pleura de la primera somita abdominal con dimorfismo sexual, en machos con una prolongación curva, margen ventral de la segunda a la quinta pleura redondeado; primer par de pleópodos birrámeo en ambos sexos, segundo par de pleópodos con apéndice interno en ambos sexos.

Telson ancho, longitud 1.21 veces su anchura anterior, 1.7 veces su anchura posterior, superficie dorsal del telson con una depresión media longitudinal ancha, márgenes laterales sinuosos, margen posterior convexo; espinas dorsales delgadas, poco alejadas del margen lateral, par anterior de espinas insertado a 0.46 veces la longitud del telson, par posterior de espinas insertado a 0.69 veces la longitud del telson. Ángulos distales del telson redondeados y ligeramente prolongados. Espinas del margen posterior delgadas, longitud del par interno 2.25 veces la longitud del par externo.

Localidad tipo: Isla San José, Baja California Sur, Golfo de California, México.

**Hábitat:** Entre rocas, coral y asociada como simbionte de esponjas; de la zona intermareal a 10 m (Hendrickx *et al.* 1983).

Registros previos en México: Baja California Sur: Bahía Concepción (Carvacho y Ríos 1982; Ríos 1989, 1992), Banco Arena (Chace 1937), Arrecife Pulmo (Carvacho y Ríos 1982), Isla San José (Coutière 1909; Villalobos-Hiriart *et al.* 1989; Villalobos-Hiriart 2000), Isla Espíritu Santo e Isla Cerralvo (Villalobos-Hiriart *et al.* 1989; Villalobos-Hiriart 2000). Sonora: Guaymas (Wicksten 1983; Ríos 1989, 1992), Isla Tiburón (Villalobos-Hiriart *et al.* 1989; Villalobos-Hiriart 2000). Sinaloa: Punta Chile (Hendrickx *et al.* 1983), Bahía de Mazatlán (van der Heiden y Hendrickx 1979; Hendrickx *et al.* 1983), Isla Pájaros (Hendrickx *et al.* 1983; Hendrickx 1994), al sur de Sinaloa (Hendrickx 1993a). Nayarit: Punta Los Chivos, Bahía Chacala, Punta de Mita e Isla Isabel (Camacho 1996). Colima: Isla Clarión (Hernández-Aguilera y Martínez-Guzmán 1992).

**Distribución mundial:** De Isla Tiburón, Golfo de California, México a las Islas Galápagos, Ecuador; Islas Clarión y Malpelo (Wicksten 1983; Villalobos-Hiriart *et al.* 1989; Hernández-Aguilera y Martínez-Guzmán 1992).

Comentarios: Probablemente los especímenes de dos especies diferentes se han determinado como *S. digueti*. Un ejemplo de esto son los organismos mencionados por von Prahl *et al.* (1978) de Isla Gorgona, Colombia, ya que señalan que los pereiópodos son azules, con una mancha roja en los dactilos de los quelípedos. Lo cual pone en duda su identidad taxonómica.

Steinbeck y Ricketts (1941) registran a un macho y a una hembra de Arrecife Pulmo como *S. digueti*, no obstante, estos organismos perteneces a *Synalpheus* sp1, la cual está morfológicamente cercana a *S. minus*.

### Synalpheus fritzmuelleri Coutière, 1909

Figuras 13 y 14

*Synalpheus fritzmuelleri* Coutière, 1909:35, Fig. 18. Schmitt, 1935:148. Williams, 1965:69, Fig. 56, 1984:102, Fig. 70. Chace, 1972:92. Coelho y Ramos, 1972:150. Christoffersen, 1979:341. Rodríguez, 1980:153. Wicksten, 1983:36. Abele y Kim, 1986:20, 203 y 227, Figs. a-c. Vargas y Cortés, 1999:882.

**Material examinado**: Estados Unidos: Marco, Florida, 1 macho, 2 hembras y 1 hembra ovígera (Lectotipos, 041744 USNM).

Redescripción: Rostro subtriangular, delgado, recto en vista dorsal, un par de setas cerca de la punta, longitud 2.3 veces su anchura a nivel del margen del caparazón, alcanza 0.84 veces la parte visible de la parte visible del primer segmento antenular, sobrepasa ligeramente el nivel de los dientes oculares en vista lateral, inicia sobre la superficie del caparazón; margen anterior del caparazón, entre el rostro y los dientes oculares casi recto entre el rostro y dientes oculares, depresión bien marcada sobre la superficie del caparazón entre el rostro y capuchas oculares. Capuchas oculares escasamente abultadas; márgenes laterales, externo e interno, muy redondeados, dientes oculares agudos, escasamente hacia adentro en vista dorsal, rectos en vista lateral, más cortos que el rostro, sin setas, alcanzan 0.36 veces la longitud de la parte visible del primer segmento antenular. Margen pterigostomiano agudamente prolongado; margen antenal sinuoso. Proceso rostroventral bilobulado.

Pedúnculo antenular delgado, longitud 4.15 veces su anchura, longitud del primer segmento 0.86 veces la suma de la longitud del segundo y tercer segmento, 1.38 veces la longitud del segundo segmento, longitud del segundo segmento 1.63 veces la longitud del tercer segmento. Estilocerito delgado, sin setas, alcanza 0.44 veces la longitud del segundo segmento del pedúnculo antenular.

Escama del escafocerito angosta, longitud cinco veces su anchura, alcanza el extremo distal del pedúnculo antenular; espina lateral larga y delgada, punta hacia afuera, margen lateral externo ligeramente convexo, sobrepasa a la escama por 1.18 veces la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular, sobrepasa al pedúnculo antenular por 1.18 veces la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular, sobrepasa al carpocerito por 0.45 veces la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular. Espina dorsal del basicerito regular, ligeramente sobrepasa al rostro, alcanza 0.68 veces la longitud de la espina lateral; espina lateral larga y algo gruesa, puede o no sobrepasar al estilocerito, alcanza 0.55 veces la longitud del segundo segmento del pedúnculo antenular, longitud 3.33 veces la longitud de la espina dorsal. Carpocerito largo y algo grueso, longitud de 3.33

veces su anchura, sobrepasa al pedúnculo antenular por 0.72 veces la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular.

Longitud del último segmento del tercer par de maxilípedos 3.4 veces la longitud del penúltimo segmento, extremo distal con seis espinas obscuras y móviles.

Quela mayor del primer par de pereiópodos alargada, longitud de la quela 2.58 veces su anchura; longitud de la palma 1.8 veces su anchura, 2.31 veces la longitud de los dedos, extremo distal del margen dorsal de la palma con un tubérculo, dedos cortos, ocupan el 0.3 veces la longitud de la quela; carpo corto, longitud 0.6 veces su anchura, extremo distal del margen dorsal redondeado, margen ventral ligeramente ondulado; longitud del mero 1.87 veces su anchura, 0.41 veces la longitud de la palma, margen dorsal ligeramente convexo, margen ventral sinuoso, extremo distal del margen dorsal con una espina, dirigida hacia abajo; longitud del isquio 0.66 veces su anchura.

Longitud de la palma de la quela menor del primer par de pereiópodos 1.73 veces su anchura, 1.36 veces la longitud de los dedos, setas largas esparcidas y algunos mechones en los dedos; longitud del carpo 0.81 veces su anchura, 0.51 veces la longitud de la palma, extremo distal del margen dorsal redondeado; longitud del mero 2.14 veces su anchura, margen dorsal y ventral convexo, extremo distal del margen dorsal con una espina, dirigida hacia abajo; longitud del isquio igual a su anchura, 0.31 veces la longitud del mero.

Longitud de la palma del segundo par de pereiópodos 1.41 veces su anchura, 0.8 veces la longitud de los dedos, mechones de setas sobre los márgenes de los dedos; carpo con cinco segmentos, longitud total 6.66 veces su anchura, 2.1 veces la longitud de la quela, longitud del primer segmento 5.21 veces la longitud del segundo segmento, 1.1 veces la longitud de los cuatro segmentos restantes, longitud del segundo segmento ligeramente superior a la del tercero, longitud del tercer y cuarto segmento subigual, longitud del quinto segmento 1.3 veces la suma de la longitud del tercer y cuarto segmento; longitud del mero 4.42 veces su anchura, 0.77 veces la longitud del carpo; longitud del isquio 0.61 veces la longitud del mero.

Longitud del dactilo del tercer par de pereiópodos 2.66 veces su anchura máxima, margen ventral con muesca por detrás del diente inferior, dirección de los dientes un poco hacia abajo, anchura de la base de los dientes distales ligeramente desigual, longitud del

diente ventral dos veces la anchura del diente dorsal; longitud del propodio siete veces su anchura, 4.37 veces la longitud del dactilo, margen ventral con siete espinas móviles y un par de espinas distales; longitud del carpo 2.71 veces su anchura, 0.54 veces la longitud del propodio, extremo distal del margen ventral con un par espinas móviles; longitud del mero 3.71 veces su anchura; longitud del isquio 1.61 veces su anchura.

Extremo posterior del margen ventral de la pleura de la primera somita abdominal con dimorfismo sexual, en machos con una prolongación curva subaguda, margen ventral de la segunda pleura redondeada, tercera y cuarto subcuadrada, quinta algo angulosa; primer par de pleópodos birrámeo en ambos sexos, segundo par de pleópodos con apéndice interno sólo en hembras.

Telson ancho, longitud 1.2 veces su anchura anterior, 2.2 veces su anchura posterior, superficie dorsal del telson sin depresión media longitudinal, márgenes laterales sinuosos, margen posterior poco convexo y muy redondeado; espinas dorsales pequeñas, notablemente alejadas del margen lateral, par anterior de espinas insertado a 0.47 veces la longitud del telson, par posterior de espinas insertado 0.69 veces la longitud del telson. Ángulos distales del telson redondeados. Espinas del margen posterior delgadas, longitud del par interno 1.5 veces la longitud del par externo.

**Localidad tipo**: Marco, Florida, E.U.A.

**Hábitat:** En una variedad de hábitats, entre esponjas, coral, rocas, epibionte de tortuga carey; de la zona intermareal a 75 m de profundidad (Christoffersen 1979; Wicksten 1983; Frick 2003).

Registros previos en México: Golfo de California.- Baja California (Coutière 1909). Golfo de México.- Veracruz: Isla Lobos (Ray 1974), Isla Verde (Morales-García 1986), Isla Sacrificios (Morales-García 1987; Hermoso Salazar y Martínez Guzmán 1991), Arrecife Hornos (Hermoso Salazar y Martínez Guzmán 1991), Arrecife de Enmedio (White 1982; Hermoso Salazar y Martínez Guzmán 1991). Campeche: Cayos Arcas (Hernández-Aguilera *et al.* 1996). Yucatán: Isla Blanca e Isla Pérez, Arrecife Alacrán (Martínez-Guzmán *et al.* 1989). Mar Caribe: Quintana Roo: Cozumel, Bahías Ascensión y Espíritu Santo (Chace 1972).

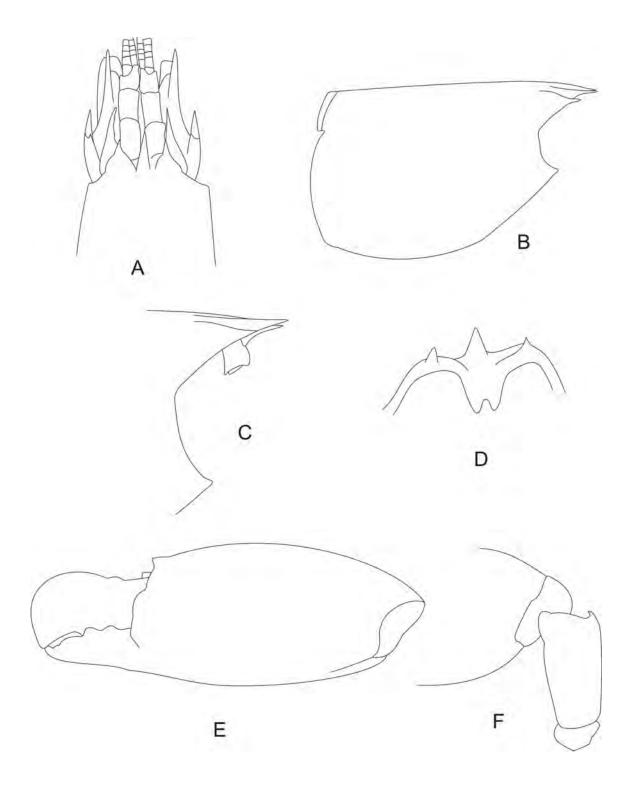


Figura 13. Synalpheus fritzmuelleri Coutière, 1909, macho lectotipo (041744 USNM). A. Porción anterior del caparazón en vista dorsal; B. Caparazón en vista lateral; C. Proceso rostroventral en vista lateral; D. Proceso rostroventral en vista frontal; E. Quela mayor; F. Porción posterior del quelípedo mayor.

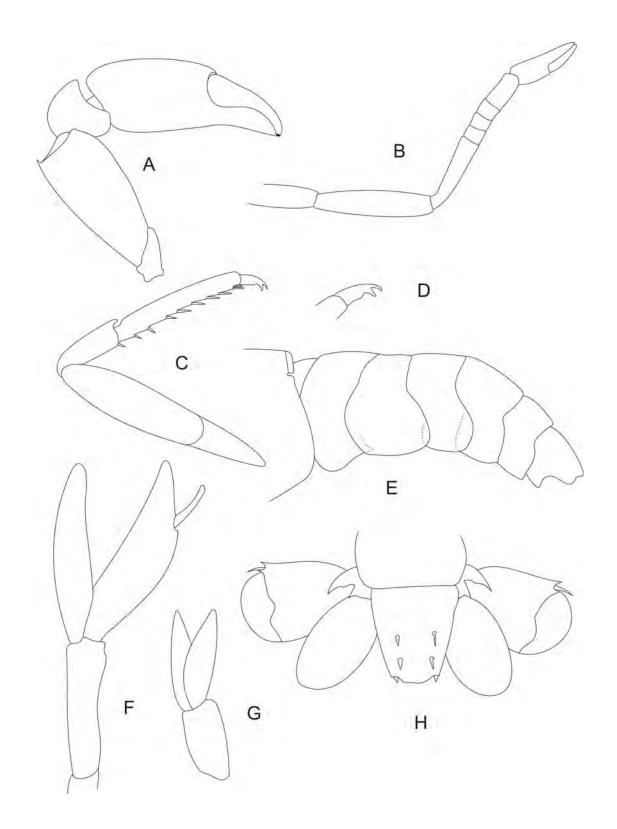


Figura 14. *Synalpheus fritzmuelleri* Coutière, 1909, macho lectotipo (041744 USNM). A. Quelípedo menor; B. Segundo pereiópodo; C. Tercer pereiópodo; D. Dactilo del tercer pereiópodo; E. Abdomen en vista lateral; F. Segundo pleópodo en hembras; G. Segundo pleópodo en machos; H. Telson en vista dorsal.

**Distribución mundial:** Pacífico Este: Baja California. Atlántico Oeste: del Norte de Carolina, E.U.A. a Brasil; Ascensión, Roca de San Paulo e Isla Santa Helena (Wicksten y Hendrickx 2003).

Comentarios: En este estudio se reviso el material biológico de la colección de Crustáceos de la Secretaria de Marina, y no se encontraron los registros de *S. fritzmuelleri* mencionados por Hernández-Aguilera *et al.* (1986) procedentes de Isla María Madre. La información de las etiquetas de los frascos de esta localidad es confusa e incompleta. El mismo material biológico de Isla María Madre es mencionado por Hernández-Aguilera y Martínez-Guzmán (1992) que proporcionan algunas notas de la distribución de los estomatópodos y decápodos, pero omiten a *S. fritzmuelleri*. Por tanto, el registro de *S. fritzmuelleri* en Isla María Madre no existe, se trata de una confusión taxonómica.

Siempre es importante confirmar el estado taxonómico de las especies. No obstante, en ocasiones es difícil llevarlo a cabo por el extravió o por la inaccesibilidad del material biológico depositado en diferentes colecciones científicas nacionales o internacionales. Coutière (1909) registra un sólo espécimen de *S. fritzmuelleri* en Baja California y, con este registro, la considera como una especie con distribución anfiamericana. En este estudio el espécimen de Coutière (1909) no se revisó porque probablemente se encuentra extraviado. Este es un ejemplo de la importancia de rectificar la determinación taxonómica, ya que es el único registro en la literatura para el Pacífico Oriental. Wicksten (1983), en su monografía de carideos del Golfo de California no incluye material examinado de esta especie, sólo hace referencia a Coutière (1909).

A pesar de lo anterior, en este estudio se admite a *S. fritzmuelleri* como especie anfiamericana porque no se pone en duda la determinación de Coutière (1909).

Synalpheus lani Hermoso y Alvarez, 2005

Figuras 15 y 16

Synalpheus lani Hermoso y Alvarez, 2005:522.

**Material examinado**: Nayarit: Punta de Mita, 1 hembra ovígera (Holotipo), 1 macho (Alotipo) (Holotipo y Alotipo, EM-12817 CNCR); 2 machos, 1 hembra (Paratipos EM-12817 CNCR), 3 machos (EM-12829 CNCR); Estero San Cristóbal, 3 machos, 1 hembra ovígera (EM-12756 CNCR); Playa Pescadores, Isla Isabel, 1 hembra, 1 hembra ovígera (EM-12872 CNCR); Isla Peña, 2 machos (EM-17639 CNCR).

Descripción: Rostro subtriangularmente delgado, setas escasas cerca de la punta, casi recto en vista lateral, longitud 2.4 veces su anchura a nivel del margen del caparazón, alcanza 0.7 veces la longitud de la parte visible del primer segmento antenular, ligeramente sobrepasa el nivel de los dientes oculares en vista lateral, inicia sobre del caparazón; margen anterior del caparazón, entre el rostro y dientes oculares casi recto, depresión marcada sobre la superficie del caparazón, entre el rostro y capuchas oculares. Capuchas oculares ligeramente abultadas; dientes oculares subtriangulares, agudos, hacia adentro en vista dorsal, punta casi recta en vista lateral, más cortos que el rostro, escasas setas cerca de la punta, alcanzan 0.47 veces la longitud de la parte visible del primer segmento antenular. Margen pterigostomiano prolongado en un lóbulo corto, subtriangular, ancho proximalmente y redondeado distalmente; margen antenal ligeramente cóncavo. Proceso rostroventral redondeado.

Pedúnculo antenular corto, longitud total tres veces su anchura; longitud del primer segmento 0.89 veces la suma de la longitud del segundo y tercer segmento, 1.88 veces la longitud del segundo segmento, longitud del segundo segmento 0.9 veces la longitud del tercer segmento. Estilocerito corto, alcanza 0.33 y 0.44 veces la longitud del segundo segmento del pedúnculo antenular.

Escama del escafocerito desarrollada, longitud 3.16 veces su anchura, alcanza 0.7 veces la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular; espina lateral recta, margen lateral externo ligeramente cóncavo, sobrepasa a la escama por 0.7 veces la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular, sobrepasa al pedúnculo antenular por 0.4 veces la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular, más corta que el carpocerito por 0.3 veces la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular. Espina dorsal del basicerito corta, más corta que el rostro y dientes oculares, longitud 0.15 y 0.21 veces la longitud de la espina lateral; espina lateral ancha proximalmente, alcanza o casi alcanza al extremo distal

de la parte visible del primer segmento antenular, longitud 6.5 veces la longitud de la espina dorsal. Carpocerito grueso, longitud 3.23 veces su anchura, sobrepasa al pedúnculo antenular por 0.5 veces la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular.

Longitud del último segmento del tercer par de maxilípedos 3.6 veces la longitud del penúltimo segmento, extremo distal con seis espinas obscuras y móviles.

Quela mayor del primer par de pereiópodos alargada, longitud de la quela 3.19 veces su anchura; longitud de la palma 2.07 veces su anchura, 1.84 veces la longitud de los dedos, extremo distal del margen dorsal de la palma con una espina, punta ligeramente hacia abajo, dedos alargados, puntas cruzadas, dedo móvil más corto que el dedo fijo, ocupan el 0.35 de la longitud de la quela; carpo corto, longitud 0.62 veces su anchura, extremo distal del margen dorsal redondeado con un espina pequeña, extremo distal del margen ventral bilobulado, lóbulo de la cara externa más largo que el de la cara interna; longitud del mero 2.22 veces su anchura, 0.51 veces la longitud de la palma, margen dorsal ligeramente convexo, margen ventral sinuoso a la mitad de su longitud, extremo distal del margen dorsal desarmado, extremo distal del margen ventral de ambas caras con una proyección redondeada; longitud del isquio 0.38 veces su anchura.

Longitud de la palma de la quela menor del primer par de pereiópodos 1.85 veces su anchura, 1.48 veces la longitud de los dedos; longitud del carpo aproximadamente igual a su anchura, 0.4 veces longitud de la palma, extremo distal del margen dorsal con una espina pequeña; longitud del mero 2.5 veces su anchura, margen dorsal ligeramente convexo, margen ventral sinuoso, extremo distal del margen dorsal desarmado; longitud del isquio 1.45 veces su anchura, 0.32 veces la longitud del mero.

Longitud de la palma del segundo par de pereiópodos 1.38 veces su anchura, 0.89 veces la longitud de los dedos, setas principalmente en los dedos; carpo con cinco segmentos, longitud total ocho veces su anchura, 2.11 veces la longitud de la quela, longitud del primer segmento 4.66 veces la longitud del segundo segmento y aproximadamente igual a la longitud de suma de la longitud de los cuatro segmentos restantes, longitud del segundo, tercer y cuarto segmento subiguales, longitud del quinto segmento 1.44 veces la suma de la longitud del tercer y cuarto segmento; longitud del mero

5.1 veces su anchura, 0.91 veces la longitud del carpo; longitud del isquio 0.76 veces la

longitud del mero.

Longitud del dactilo del tercer par de pereiópodos 3.5 veces su anchura máxima,

dientes ligeramente curvos, anchura de la base de los dientes subigual; longitud del

propodio 6.37 veces su anchura, 3.64 veces la longitud del dactilo, margen ventral con

cinco espinas móviles y un par de espinas distales; longitud del carpo 2.77 veces su

anchura, 0.49 veces la longitud del propodio, extremo distal del margen ventral con una

espina móvil; longitud del mero 3.73 veces su anchura; longitud del isquio 1.58 veces su

anchura.

Extremo posterior del margen ventral de la pleura de la primera somita abdominal

con dimorfismo sexual, en machos con una pequeña prolongación curva, margen ventral de

la segunda a la cuarta pleura redondeada, margen ventral de la quinta pleura casi recto;

primer par de pleópodos birrámeo en ambos sexos, segundo par de pleópodos con apéndice

interno en machos, en hembras con apéndice interno.

Telson ancho, longitud 1.22 veces su anchura anterior, 2.53 veces su anchura

posterior, superficie dorsal del telson con una depresión media longitudinal levemente

marcada, márgenes laterales sinuosos, margen posterior convexo; espinas dorsales

notablemente alejadas del margen lateral, principalmente el par posterior, par anterior de

espinas insertado a 0.39 veces la longitud del telson, par posterior de espinas insertado a

0.65 veces la longitud del telson. Ángulos distales del telson pronunciados. Espinas del

margen posterior largas, longitud del par interno 2.6 veces la longitud del par externo.

Localidad tipo: Punta de Mita, Nayarit; México.

**Hábitat:** En rocas de coral muerto (Hermoso y Alvarez 2005).

Registros previos en México: Nayarit (Hermoso y Alvarez 2005).

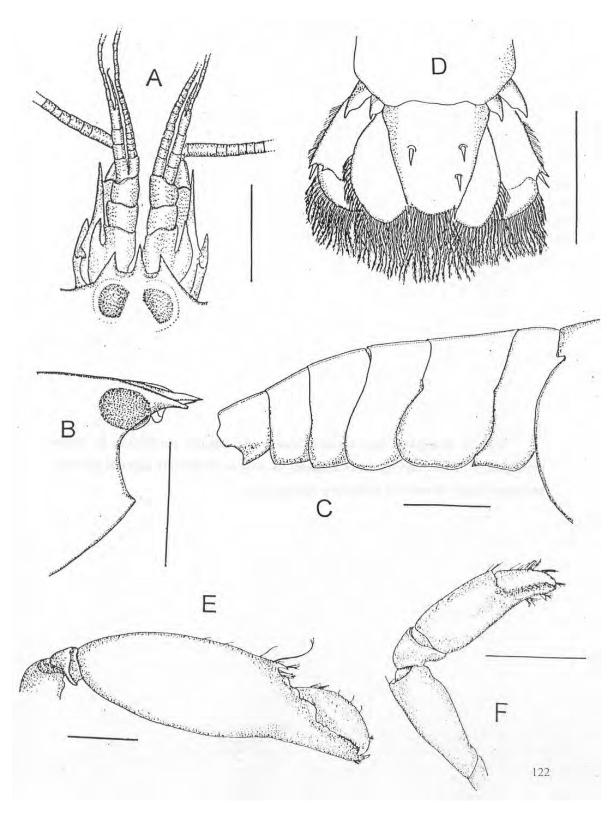


Figura 15. *Synalpheus lani* Hermoso y Alvarez, 2005, hembra holotipo (EM-12817 CNCR). A. Porción anterior del caparazón en vista dorsal; B. Porción frontal del caparazón en vista lateral; C. Abdomen en vista lateral; D. Telson en vista dorsal; E. Quelípedo mayor; F. Quelípedo menor (Tomado de Hermoso y Alvarez 2005).

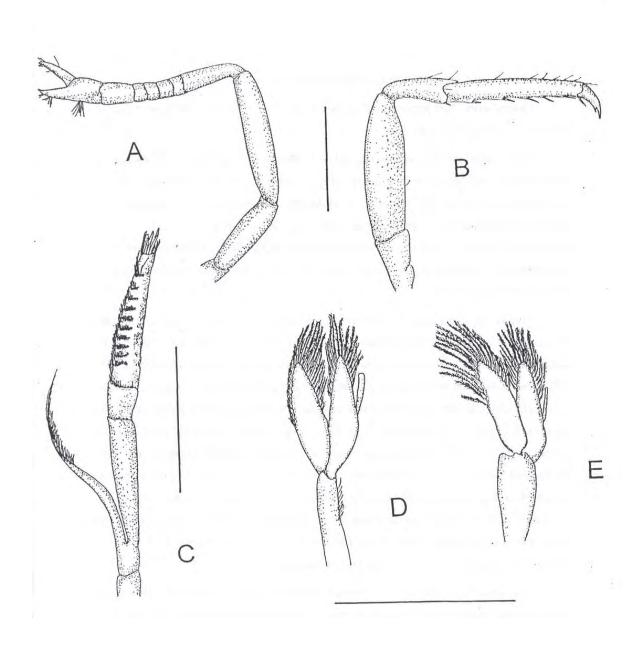


Figura 16. *Synalpheus lani* Hermoso y Alvarez, 2005, hembra holotipo (EM-12817 CNCR). A. Segundo pereiópodo; B. Tercer pereiópodo; C. Tercer maxilípedo; D. Segundo pleópodo en hembras; E. Segundo pleópodo en macho alotipo (Tomado de Hermoso y Alvarez 2005).

**Distribución mundial:** Nayarit, México (Hermoso y Alvarez 2005).

**Comentarios**: Esta especie es descrita por Hermoso y Alvarez (2005) con material procedente de Nayarit, México.

**Observaciones**: El dimorfismo sexual de *S. lani* es el mismo que la mayoría de la especies del género *Synalpheus*, se observa en la pleura de la primera somita abdominal y en la inserción del apéndice interno en el endópodo del segundo par de pleópodos. El extremo posterodistal de la pleura de los machos presenta una pequeña curvatura, en las hembras está completamente redondeado. El apéndice interno de los machos se inserta un poco antes de la mitad de la longitud del endópodo, y en las hembras después de la mitad de la longitud del endópodo.

Con la revisión de los 17 especímenes se detectan variaciones intraespecíficas, principalmente en los apéndices cefálicos. El rostro alcanza de 0.55-0.88 veces la longitud de la parte visible del primer segmento antenular y los dientes oculares alcanzan de 0.4-0.52 veces la longitud del mismo segmento antenular; la relación de la longitud total de pedúnculo antenular con su anchura varia de 2.82-3.38; la longitud del primer segmento antenular está entre 1.53-1.93 veces de la longitud del segundo segmento; el estilocerito alcanza de 0.29-0.75 veces la longitud del segundo segmento antenular; la espina lateral del escafocerito sobrepasa al escafocerito por 0.5-0.7 veces la longitud del tercer segmento antenular; la espina lateral del basicerito alcanza 0.75-0.79 veces, o alcanza el extremo distal de la parte visible de la parte visible del primer segmento antenular, la longitud de la espina lateral del basicerito puede ser de 5.5-6.5 veces la longitud de la espina dorsal; y la longitud del carpocerito va de 2.66-3.85 veces su anchura.

Los apéndices cefálicos y torácicos de esta especie presentan variaciones morfométricas, incluso se observan en un mismo espécimen si se comparan los apéndices de cada lado, aunque esto es muy común en las especies del género *Synalpheus*. Por tal motivo, en algunos casos se mencionan en la descripción dos mediciones morfométricas de los apéndices cefálicos. Sin embargo, *S. lani* muestra caracteres consistentes que permiten distinguirla de las especies morfológicamente cercanas. Esto se verifica con el análisis del material tipo de *S. sanjosei* Coutière, 1909 (Holotipo: macho, No de Cat. 12098 MNHN París), *S. mexicanus* Coutière, 1909 (Holotipo: macho, No de Cat. 038392 USNM) y *S.* 

superus Abele y Kim, 1989 (Holotipo: macho, No de Cat. 237649 USNM, Paratipos: 21 machos, 16 hembras, No de Cat. 237643 USNM). *S. lani* tiene el pedúnculo antenular más corto y más ancho, en *S. sanjosei* es ancho pero más largo, y en *S. superus* y *S. mexicanus* es elongado. Por ello, el rostro, los dientes oculares y las estructuras de la antena de las cuatro especies, tienen diferente alcance de acuerdo con la longitud de la anténula (Tabla 1).

Coutière (1909) distingue a los grupos politípicos de *S. apioceros* y *S. townsendi*, por el desarrollo de la espina dorsal del basicerito. En *S. lani* la espina dorsal es muy corta, igual que en *S. mexicanus*, aunque en esta especie la espina lateral es más larga que en *S. lani*. Otra caracterísitca importante es la forma del proceso rostroventral: en *S. sanjosei* está ligeramente bilobulado; en *S. superus* notablemente bilobulado; en *S. lani* y *S. mexicanus* está redondeado. Los dedos de la quela mayor de *S. lani* son largos, delgados y ligeramente curvos, con las puntas notablemente cruzadas, en contraste con las otras tres especies, donde los dedos son cortos y con el margen dorsal curvo; el carpo, igual que en *S. superus*, está armado, aunque en *S. lani* el margen dorsodistal no está prolongado subtriangularmente. Una característica diagnóstica de *S. lani* es la ausencia de una espina en el extremo distal del margen dorsal del mero de la quela mayor; las otras tres especies presentan la espina. Lo mismo se observa con el mero del quelípedo menor. El holotipo macho de *S. sanjosei* carecía de quela menor, sin embargo, Wicksten (1994) menciona que el mero está desarmado.

Las proporciones morfométricas del dactilo, propodio y mero del tercer par de pereiópodos diferencian a las cuatro especies; no obstante, este tipo de caracteres son pocos confiables, porque las especies del género *Synalpheus* presentan importantes variaciones intraespecíficas, lo cual se detecta al revisar varios especímenes, como se observó en el holotipo y paratipos de *S. superus*.

El margen ventral de las pleuras de la tercera y cuarta somitas abdominales es diferente entre las especies: en *S. lani* están redondeados, en *S. superus* el margen de la tercera pleura es redondeado y el del la cuarta es anguloso, en *S. sanjosei* ambos son obtusos y en *S. mexicanus* ambos son angulosos.

Tabla 1. Comparación morfológica entre las especies de S. lani, S. superus, S. sanjosei y S. mexicanus.

CARACTERÍSTICA MORFOLÓGICA	Synalpheus lani	Holotipo y paratipos de S. superus	Holotipo de S. sanjosei	Holotipo de S. mexicanus
Longitud del rostro/ primer segmento antenular	0.7	0.34-0.75	0.93 y 0.81	0.59
Longitud de los dientes oculares / longitud del rostro	0.66	0.64-0.83	0.74	0.69
Longitud de los dientes oculares / primer segmento antenular	0.47	0.28 – 0.91	0.68 y 0.6	0.4
Forma del proceso rostro- ventral	No bilobulado	Notablemente bilobulado	Ligeramente bilobulado	Corto y redondeado
Longitud del primer segmento antenular / longitud del segundo segmento	1.88	1.7-2.14	1.11 y 1.26	1.83
Longitud del primer segmento antenular / longitud del tercer segmento	1.7	2.22-3.4	1.38 y 1.57	2.44
Longitud total del pedúnculo antenular/ ancho	Tres	4.1-4.85	3.8 y 4.0	3.9
Alcance del estilocerito al segundo segmento antenular	0.7	0.41-1.0	0.23 y 0.52	0.77
Cuanto más corta la espina lateral del escafocerito que el carpocerito con relación a la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular	0.3	0.57	Subiguales	0.66
Espina dorsal del basicerito	Corta	Larga	Larga	Corta
Alcance de la espina lateral del basicerito con relación a la longitud del primer segmento antenular	Casi alcanza el extremo distal	0.60-0.75	Ligeramente lo sobrepasa	0.9
Longitud de la espina lateral del basicerito/ longitud de la espina dorsal	6.5	1.5-2.14	3.37	Ocho
Longitud del carpocerito/ancho	3.23	2.73-2.9	3.54	4.57

QUELÍPEDO MAYOR				
Longitud/ancho quela	3.19	2.62 - 3.05	2.56	2.82
Longitud de la palma/ longitud de los dedos	1.84	1.53-2.03	2.23	2.54
Extremo distal del margen dorsal de la palma	Espina sin tubérculo	Espina con tubérculo	Espina con tubérculo	Espina sin tubérculo
Extremo distal del margen dorsal del carpo	Espina pequeña	Espina pequeña	Redondeado	Redondeado
Extremo distal del margen dorsal del mero	Desarmado	Espina pequeña	Espina pequeña	Espina
QUELÍPEDO MENOR				
Extremo distal del margen dorsal del carpo	Espina pequeña	Espina pequeña	Desarmado (Coutière 1909, Wicksten 1994)	Espina pequeña
Extremo distal del margen dorsal del mero	Desarmado	Espina pequeña	Espina pequeña (Wicksten 1994)	Espina recta
TERCER PAR DE PEREIÓPODOS				
Longitud/ancho del dactilo	3.5	Cuatro	2.2	Tres
Longitud del propodio/longitud del dactilo	3.64	3.63-4.25	4.22	4.85
Longitud/ancho propodio	6.37	7.28	5.81	7.84
Longitud/ancho del mero	3.73	4.0-4.53	3.88	4.5
PLEURAS SOMITAS ABDOMINALES				
Margen ventral de la tercera y cuarta pleuras en machos	Redondeadas	Tercera redondeada y cuarta angulosa	Obtusas	Angulosas

Synalpheus lockingtoni Coutière, 1909

Alpheus leviusculus.- Lockington, 1878:478 (no Alpheus edwardsi var. leviusculus Dana, 1852).

Synalpheus lockingtoni Coutière, 1909:21, Fig. 1. Schmitt, 1921:77-78, Fig. 54. Morris *et al.*, 1980:569. Wicksten, 1983:39 (excepto al menos AHF 1040-40, ver Ríos, 1992); 1984:187. Ríos, 1992:9. Hermoso Salazar y Solís Weiss, 2001:1278.

Material examinado: Baja California: Isla San Nicolás, 1 macho (Holotipo, 41738 USNM). Baja California Sur: Bahía de La Paz, 3 machos y 2 hembras (CCUABCS; octubre-noviembre-1997). Nayarit: Punta de Mita, 1 macho (2572 SMIOM; 13-marzo-1991). Oaxaca: Bahía La Entrega, 1 macho (2394 SMIOM; 5-julio-1990). Atolón de Clipperton: 1 macho (25-noviembre-1997).

Redescripción: Rostro elongado, recto, a cada lado con un par de setas cerca de la punta, recto en vista lateral, longitud 2.42 veces su anchura a nivel del margen del caparazón, alcanza el extremo distal de la parte visible del primer segmento antenular, sobrepasa el nivel de los dientes oculares en vista lateral, inicia sobre el caparazón; margen anterior del caparazón entre el rostro y los dientes oculares cóncavo, depresión marcada sobre la superficie del caparazón, entre el rostro y las capuchas oculares. Capuchas oculares algo abultadas; dientes oculares subtriangularmente agudos, rectos en vista dorsal, rectos o ligeramente hacia arriba en vista lateral, más cortos que el rostro, sin setas, alcanza 0.7 veces la longitud de la parte visible del primer segmento antenular. Margen pterigostomiano subtriangularmente prolongado, distalmente agudo; margen antenal sinuoso. Proceso rostroventral levemente bilobulado.

Pedúnculo antenular algo grueso, longitud 3.15 veces su anchura, longitud del primer segmento 0.7 veces la suma de la longitud del segundo y tercer segmento, 1.3 veces la longitud del segundo segmento, longitud del segundo segmento 1.18 veces la longitud del tercer segmento. Estilocerito algo grueso y agudo, setas escasas, alcanza 0.69 veces la longitud del segundo segmento del pedúnculo antenular.

Escama del escafocerito angosta, longitud 4.33 veces su anchura, alcanza 0.54 veces la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular; espina lateral delgada y recta, margen lateral externo proximalmente cóncavo, sobrepasa a la escama por la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular, sobrepasa al pedúnculo antenular por 0.36 veces

la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular, casi alcanza el extremo distal del carpocerito. Espina dorsal del basicerito corta y delgada, no sobrepasa al rostro y dientes oculares, longitud 0.2 veces la longitud de la espina lateral; espina lateral delgada y aguda, alcanza la punta del rostro, y al extremo distal de la parte visible del primer segmento antenular, longitud cinco veces la longitud de la espina dorsal. Carpocerito delgado, longitud cuatro veces su anchura, sobrepasa al pedúnculo antenular 0.36-0.5 veces la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular.

Longitud del último segmento del tercer par de maxilípedos 4.45 veces la longitud del penúltimo segmento, extremo distal con seis espinas obscuras y móviles.

Quela mayor del primer par de pereiópodos elongada y algo bulbosa, longitud de la quela 2.41 veces su anchura; longitud de la palma 1.64 veces su anchura, 2.15 veces la longitud de los dedos; extremo distal del margen dorsal de la palma redondeado y desarmado, cara interna con un tubérculo en el extremo distal de la palma; carpo corto, longitud 0.53 veces su anchura, extremo distal del margen dorsal redondeado, margen ventral angostamente redondeado; longitud del mero 2.25 veces su anchura, 0.48 veces la longitud de la palma, margen dorsal ligeramente convexo, margen ventral sinuoso, extremo distal del margen dorsal con una espina hacia abajo; longitud del isquio 0.44 veces su anchura.

Longitud de la palma de la quela menor del primer par de pereiópodos 1.45 veces su anchura, 1.23 veces la longitud de los dedos, setas escasas y esparcidas; longitud del carpo 0.9 veces su anchura, 0.56 veces la longitud de la palma, extremo distal del margen dorsal redondeado; longitud del mero 2.3 veces su anchura, margen dorsal ligeramente convexo, margen ventral convexo, extremo distal del margen dorsal con una espina hacia abajo; longitud del isquio 1.28 veces su anchura, 0.39 veces la longitud del mero.

Longitud de la palma del segundo par de pereiópodos1.66 veces su anchura, 0.88 veces la longitud de los dedos, un mechón setas en el margen ventral del dedo fijo y varios en el dedo móvil; carpo con cinco segmentos, longitud total 7.5 veces su anchura, 1.87 veces la longitud de la quela, longitud del primer segmento 4.66 veces la longitud del segundo segmento, 0.87 veces la longitud de los cuatro segmentos restantes, longitud del segundo segmento igual a la longitud del tercero, longitud del tercer y cuarto segmento

subiguales, longitud del quinto segmento 1.36 veces la suma de la longitud del tercer y cuarto segmento; longitud del mero casi 4.45 veces su anchura, 0.81 veces la longitud del carpo; longitud del isquio 0.79 veces la longitud del mero.

Dactilo del tercer par de pereiópodos delgado, longitud tres veces su anchura máxima, dirección de los dientes distales ligeramente hacia abajo, anchura de la base de los dientes distales subigual; longitud del propodio 6.11 veces su anchura, 3.66 veces la longitud del dactilo, margen ventral con seis a ocho espinas móviles, y un par de espinas distales; longitud del carpo 2.8 veces su anchura, 0.5 veces la longitud del propodio, extremo distal del margen ventral con una espina móvil; longitud del mero 3.87 veces su anchura; longitud del isquio 1.78 veces su anchura.

Extremo posterior del margen ventral de la pleura de la primera somita abdominal con dimorfismo sexual, en machos con una prolongación curva subaguda, margen ventral de la segunda y tercera pleura algo anguloso, cuarta y quinta pleura subcuadrada. Primer par de pleópodos birrámeo en ambos sexos, segundo par de pleópodos con apéndice interno delgado en macho, poco más grueso y largo en hembras.

Telson ancho, longitud 1.08 veces su anchura anterior, 1.73 veces su anchura posterior, superficie dorsal del telson sin depresión media longitudinal, márgenes laterales ligeramente convexos, margen posterior convexo; espinas dorsales algo delgadas, muy alejadas del margen lateral, par anterior de espinas insertado a la mitad de la longitud del telson, par posterior de espinas insertado 1.42 veces la longitud del telson. Ángulos distales del telson redondeados. Espinas del margen posterior delgadas, longitud del par interno tres veces la longitud del par exterior.

Localidad tipo: Golfo de California, México.

**Hábitat:** Entre rocas, tubos de poliquetos, rocas de coral, esponjas y otros en invertebrados sésiles; de la zona intermareal a la sublitoral (Wicksten 1983; Hermoso Salazar 1999).

Registros previos en México: Golfo de California: Baja California: al norte del Golfo de California (Brusca 1980), San Felipe (Wicksten 1983). Baja California Sur: Puerto Mulegé (Lockingtoni 1878), Puerto Escondido (Lockingtoni 1878; Coutière 1909; Rodríguez de la Cruz 1987), otras localidades del Golfo de California (Coutière 1909).

Costa occidental de Baja California Sur: Laguna Scammon´s, Bahía Magdalena. Sonora: Bahía Cholla (Wicksten 1983), Isla San Nicolás (Coutière 1909). Sinaloa: al sur de Sinaloa (Hendrickx 1993a). Nayarit: Punta de Mita (Hermoso Salazar 1999). Guerrero: Zihuatanejo (Wicksten 1983). Oaxaca: Bahía La Entrega (Hermoso Salazar 1999).

**Distribución mundial:** De Santa Cruz, California, E.U.A; Bahía Cholla, Golfo de California a Bahía La Entrega, Huatulco, Oaxaca, México; Isla Clipperton (Wicksten 1983; Hermoso Salazar 1999; Hermoso Salazar y Solís Weiss 2001).

Comentarios: La localidad tipo de *S. lockingtoni* es imprecisa. Lockington (1878) menciona que sus especímenes provienen de Puerto Escondido, de la Bahía de Mulegé y de "otros puntos de la costa occidental del Golfo de California". Es una de las especies de *Synalpheus* más abundantes en la parte norte del Golfo de California (Brusca 1980) y de la costa de California, E.U.A. Según Ríos (1992), es una especie ocasional en el sur del Golfo de California. También se registra en Zihuatanejo (Wicksten 1983), Bahía la Entrega, Oaxaca (Hermoso Salazar 1999) y en Clipperton (Hermoso Salazar y Solís Weiss 2001).

La distribución de *S. lockingtoni* en Sudamérica señalada en la literatura es errónea, de acuerdo con Wicksten (1984), el registro de esta especie mencionado por Rathbun (1910) y Standing (1981) en Bahía Santa Elena, Ecuador es erróneo, ya que consideran el registro de Nobili (1897), el cual es producto de una identificación probablemente equivocada. Así mismo, Ramos (1995) señala a *S. lockingtoni* para Ensenada de Utría, Chocó y en Isla Gorgona, Colombia. De igual manera, su determinación es confusa porque según Ramos (1975), los organismos presentan una espina en el margen distal de la palma del quelípedo mayor, y *S. lockingtoni* carece de esta espina; además, las Figs. 5A y B de Ramos (1975) no coinciden con las características del escafocerito y el estilocerito de *S. lockingtoni*. Sin duda, es una especie con problemas taxonómicos, pero no se descarta su presencia a latitudes inferiores a las del Golfo de California.

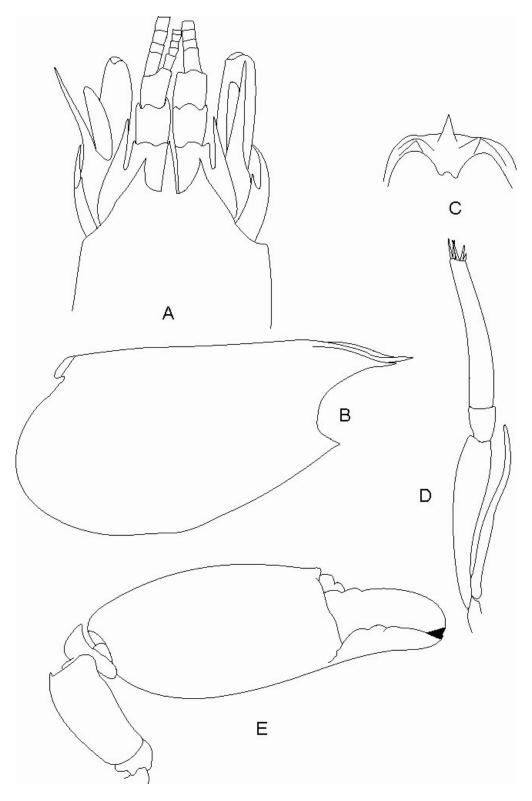


Figura 17. *Synalpheus lockingtoni* Coutière, 1909, macho holotipo (41738 USNM). A. Porción anterior del caparazón en vista dorsal; B. Caparazón en vista lateral; C. Proceso rostroventral; D. Tercer maxilípedo; E. Quelípedo mayor.

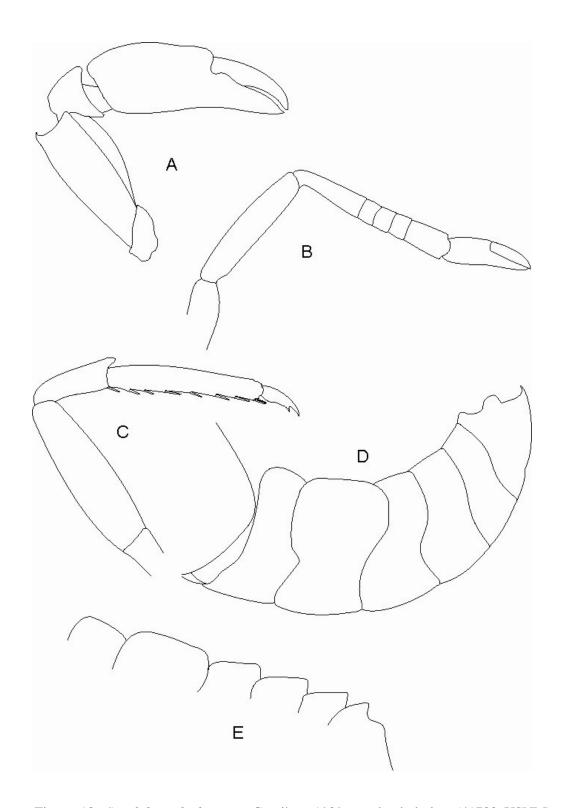


Figura 18. *Synalpheus lockingtoni* Coutière, 1909, macho holotipo (41738 USNM). A. Quelípedo menor; B. Segundo pereiópodo; C. Tercer pereiópodo; D. Abdomen en vista lateral hembras; E. Abdomen en vista lateral en machos.

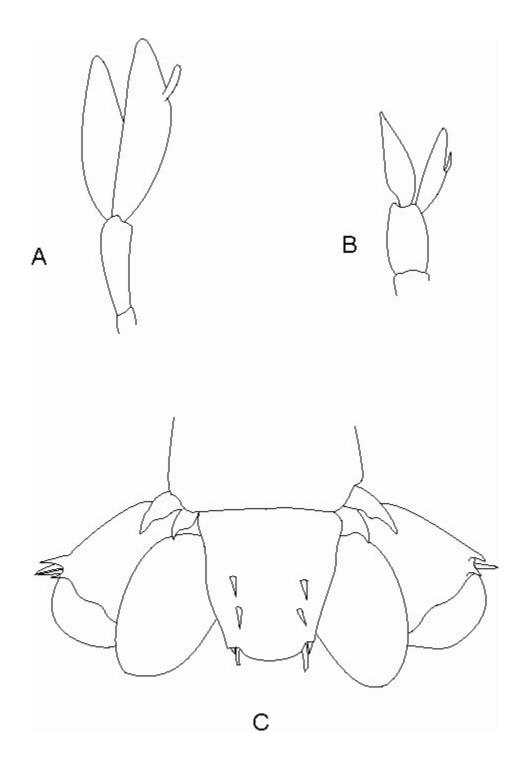


Figura 19. *Synalpheus lockingtoni* Coutière, 1909, macho holotipo (41738 USNM). A. Segundo pleópodo en hembras; B. Segundo pleópodo en machos; C. Telson en vista dorsal.

#### Synalpheus mexicanus Coutière, 1909

## Figura 20 y 21

Synalpheus townsendi mexicanus Coutière, 1909:34, Fig. 17. Chace, 1937: 123. Carvacho y Ríos, 1982:284. Wicksten, 1983:38. Villalobos-Hiriart *et al.* 1989:15. Ríos, 1992:12. Villalobos-Hiriart, 2000:82, Fig. 41. Wicksten y Hendrickx, 2003:66.

Synalpheus mexicanus.- Hermoso Salazar et al., 2005:13-16, Figs. 5-6.

**Material examinado:** México.- Golfo de California, 4 machos y 3 hembras (Holotipo, 038393 USNM; 30-abril-1888). Baja California Sur: Bahía de La Paz, 7 machos, 5 hembras y 6 hembras ovígeras (CCUABCS; agosto-noviembre-1997). Colombia.- Ensenada de Utria, 1 macho y 1 hembra (244261 USNM; 5-agosto-1984).

Redecripción: Rostro delgado, setas pequeñas y escasas cerca de la punta, recto en vista lateral, longitud 3.25 veces su anchura a nivel del margen del caparazón, alcanza 0.59 veces la longitud de la parte visible del primer segmento antenular, no sobrepasa el nivel de los dientes oculares en vista lateral; margen anterior del caparazón, entre el rostro y dientes oculares casi recto, depresión marcada sobre la superficie del caparazón, entre el rostro y las capuchas oculares. Capuchas oculares ligeramente abultadas; dientes oculares delgados, subtriangulares, agudos, casi rectos, punta ligeramente hacia adentro en vista dorsal, rectos en vista lateral, más cortos que el rostro, una o dos setas cerca de la punta, alcanzan 0.4 veces la longitud de la parte visible del primer segmento antenular. Margen pterigostomiano con una prolongación subtriangularmente ancha y aguda distalmente, margen antenal sinuoso. Proceso rostrovental corto, margen ventral redondeado.

Pedúnculo antenular corto, longitud 3.9 veces su anchura, longitud del primer segmento 1.04 veces la suma de la longitud del segundo y tercer segmento, 1.83 veces la longitud del segundo segmento, del segundo segmento 1.33 veces la longitud del tercer segmento. Estilocerito delgado, alcanza 0.41 veces la longitud del segundo segmento.

Escama del escafocerito desarrollada, longitud 3.57 veces su anchura, alcanza 0.77 veces la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular; espina lateral recta, margen lateral externo cóncavo, sobrepasa a la escama por 1.11 veces la longitud del tercer

segmento del pedúnculo antenular, sobrepasa al pedúnculo antenular y al carpocerito por más de la mitad de la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular Espina dorsal del basicerito muy corta, longitud 0.12 veces la longitud de la espina lateral; espina lateral larga, alcanza 0.9 veces la longitud de la parte visible del primer segmento antenular, longitud ocho veces la longitud de la espina dorsal. Carpocerito corto y delgado, longitud 4.57 veces su anchura, alcanza el extremo distal del pedúnculo antenular.

Longitud del último segmento del tercer par de maxilípedos 3.55 veces la longitud del penúltimo segmento, extremo distal con cinco espinas gruesas, obscuras y móviles.

Quela mayor del primer par de pereiópodos larga y delgada, longitud de la quela 2.82 veces su anchura; porción ventral de la palma plana, longitud de la palma 2.02 veces su anchura, 2.54 veces la longitud de los dedos, extremo distal del margen dorsal de la palma con una espina, punta ligeramente hacia abajo; dedos cortos, ocupan el 0.28 veces la longitud de la quela; carpo corto, longitud 0.54 veces su anchura, extremo distal del margen dorsal redondeado, extremo distal del margen ventral bilobulado; mero ancho, longitud 2.1 veces su anchura, 0.53 veces la longitud de la palma, margen dorsal y ventral ligeramente convexo, extremo distal del margen dorsal con una espina fuerte, punta hacia abajo; longitud del isquio 0.58 veces su anchura.

Longitud de la palma de la quela menor del primer par de pereiópodos 1.8 veces su anchura, 1.68 veces la longitud de los dedos, setas esparcidas en los dedos; longitud del carpo 0.93 veces su anchura, 0.52 veces la longitud de la palma, extremo distal del margen dorsal con una espina pequeña; longitud del mero 2.5 veces su anchura, margen dorsal y margen ventral ligeramente convexo, extremo distal del margen dorsal con una espina; isquio 0.3 veces la longitud del mero.

Longitud de la palma del segundo par de pereiópodos 1.6 veces su anchura, 0.72 veces la longitud de los dedos, dedo fijo con escasa mechones de setas, dedo móvil con escasa setas; carpo con cinco segmentos, longitud total 8.6 veces su anchura, 2.26 veces la longitud de la quela, longitud del primer segmento 5.75 veces la longitud del segundo segmento, 1.15 veces la suma de la longitud de los cuatro segmentos restantes, longitud del segundo, tercer y cuarto segmento subiguales, longitud del quinto segmento 1.28 veces la

suma de la longitud de tercer y cuarto segmento; longitud del mero 6.6 veces su anchura, 0.76 veces la longitud del carpo; longitud del isquio 0.78 veces la longitud del mero.

Dactilo del tercer par de pereiópodos delgado, longitud 3.5 veces su anchura máxima, diente inferior diverge ligeramente del eje central del dactilo, anchura de la base de los dientes subigual; longitud del propodio 7.55 veces su anchura, 4.85 veces la longitud del dactilo, margen ventral con 9-10 espinas y un par distal; longitud del carpo 2.66 veces su anchura, 0.47 veces la longitud del propodio, extremo distal del margen ventral con un par de espinas móviles; longitud del mero 4.5 veces su anchura; longitud del isquio 2.5 veces su anchura.

Extremo posterior del margen ventral de la pleura de la primera somita abdominal con dimorfismo sexual, en machos con una prolongación curva subaguda, segunda pleura en ambos sexos redondeada, de la tercera a la sexta pleura en machos subagudas, en hembras redondeadas; primer par de pleópodos birrámeo en ambos sexos, del segundo al quinto par de pleópodos con apéndice interno en ambos sexos.

Telson ancho, longitud 1.26 veces su anchura anterior, 2.37 veces su anchura posterior, superficie dorsal del telson sin depresión media longitudinal, márgenes laterales sinuosos; margen posterior convexo; espinas dorsales largas, poco removidas del margen lateral, principalmente el par anterior, insertado a 0.26 veces la longitud del telson, par posterior de espinas insertado a 0.5 veces la longitud del telson. Ángulos distales del telson agudos y ligeramente pronunciados. Espinas del margen posterior delgadas, longitud del par interno 1.5 veces la longitud del par externo.

Localidad tipo: Sur del Golfo California, México.

**Hábitat:** Entre coral muerto y arena; de la zona intermareal a 35 m (Wicksten 1983).

Registros previos en México: Baja California: Isla Ángel de la Guarda e Isla Las Animas (Villalobos-Hiriart *et al.* 1989; Flores-Hernández 1991; Villalobos-Hiriart 2000), Canal de San Lorenzo (Wicksten 1983; Hermoso Salazar *et al.* 2005). Baja California Sur: Bahía Concepción (Steinbeck y Ricketts 1941; Carvacho y Ríos 1982), Puerto Escondido (Wicksten 1983), Bahía de La Paz (Hermoso Salazar *et al.* 2005), Banco Arena (Chace 1937), Cabo San Lucas (Rodríguez de la Cruz 1987), Roca Shepard's, Cabo San Lucas

(Wicksten 1983; Hermoso Salazar *et al.* 2005), Punta Chileno (Wicksten 1983), Isla San Marcos (Villalobos-Hiriart *et al.* 1989; Flores-Hernández 1991; Villalobos-Hiriart 2000), Isla Carmen (Rodríguez Almaráz *et al.* 2002), Isla San José (Villalobos-Hiriart *et al.* 1989; Flores-Hernández 1991; Villalobos-Hiriart 2000), Isla Espíritu Santo (Villalobos-Hiriart *et al.* 1989; Flores-Hernández 1991; Villalobos-Hiriart 2000; Hermoso Salazar *et al.*, 2005) e Isla Cerralvo (Villalobos-Hiriart *et al.* 1989; Flores-Hernández 1991; Villalobos-Hiriart 2000). Al sur del Golfo de California (Coutière 1909). A través del Golfo de California (Hendrickx 1992, 1993b). Costa oeste de Baja California Sur: Rocas Alijos (Wicksten 1996).

**Distribución mundial:** Isla Ángel de la Guarda a Cabo San Lucas, Golfo de California; Rocas Alijos, costa oeste de Baja California Sur (Wicksten 1996; Wicksten y Hendrickx 2003); Estero de Utrías, Colombia (Hermoso Salazar *et al.* 2005).

Comentarios: Según Coutière (1909), en el grupo de especies Paulsoni existen dos grupos de subespecies anfiamericanas, *S. townsendi* y *S. apioceros*. Coutière (1909) estructura al grupo taxonómico de *S. townsendi* con cuatro especies morfológicamente cercanas, la especie nominal *S. townsendi* y tres subespecie: *S. t. brevispinis*, *S. t. mexicanus* y *S. t. productus*. Las dos primeras subespecies están registradas en el Golfo de California. Posteriormente, Rathbun (1910) describe a *S. t. peruvianus* del grupo politípico de *S. townsendi* y la distingue por el pedúnculo antenular elongado.

Con el análisis morfológico del grupo de subespecies de *S. townsendi*, Hermoso Salazar *et al.* (2005) elevan a especie a *S. t. mexicanus* y amplían su límite de distribución. *S. mexicanus* se consideraba una especie endémica del Golfo de California (Coutière 1909; Chace 1937; Steinbeck y Ricketts 1941; Carvacho y Ríos 1982; Wicksten 1983; Rodríguez de la Cruz 1987; Villalobos-Hiriart *et al.* 1989; Hendrickx 1992, 1993; Rodríguez Almaráz *et al.* 2002). No obstante, se registra en latitudes más sureñas. Esto se concluye con la revisión de material biológico de Ensenada de Utría, Colombia, depositado en el Museo del Smithsonian. Por tanto, se amplía su límite de distribución sur, de Cabo San Lucas, Golfo de California a Ensenada de Utría, Colombia (Hermoso Salazar *et al.* 2005).

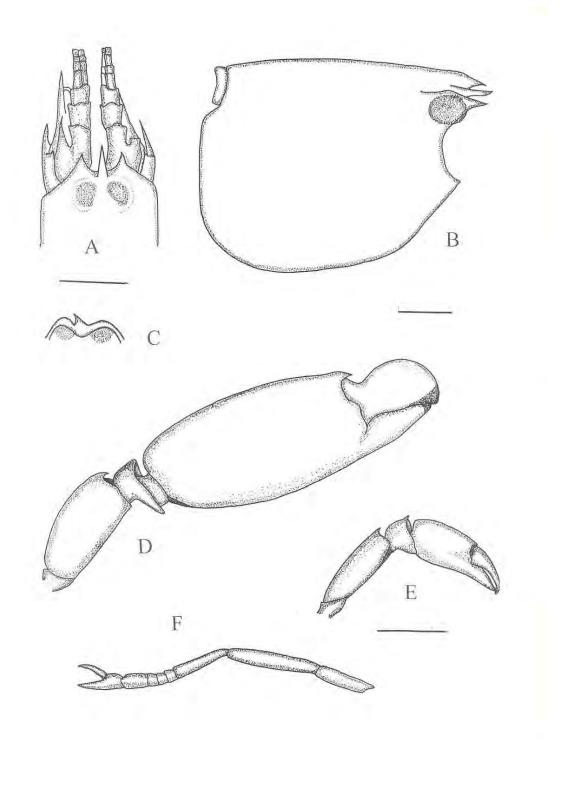


Figura 20. *Synalpheus mexicanus* Coutière, 1909, macho holotipo (038393 USNM). A. Porción anterior del caparazón en vista dorsal; B. Caparazón en vista lateral; C. Proceso rostroventral; D. Quelípedo mayor; E. Quelípedo menor; F. Segundo pereiópodo (Tomado de Hermoso Salazar *et al.* 2005).

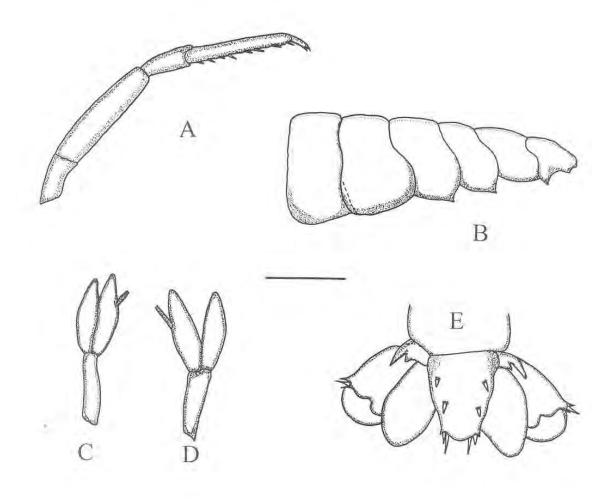


Figura 21. *Synalpheus mexicanus* Coutière, 1909, macho holotipo (038393 USNM). A. Tercer pereiópodo; B. Abdomen en vista lateral; C. Segundo pleópodo en hembras; D. Segundo pleópodo en machos; E. Telson en vista dorsal (Tomado de Hermoso Salazar *et al.* 2005).

Para Coutière (1909), la principal diferencia entre las subespecies es la presencia o ausencia de una proyección en el ángulo dorsal del basicerito, la presencia o ausencia de la espina en el extremo distal del margen dorsal de la palma del quelípedo mayor, la forma de los ángulos posteriores del telson y la longitud del rostro. *S. mexicanus* tiene una pequeña proyección o espina dorsal en el basicerito. Sin embargo, ejemplares de las Islas del Golfo de California registrados por Villalobos-Hiriart (2000), presentan variaciones en esta espina, puede estar presente o ausente, todos los demás caracteres coinciden con las características diagnósticas de *S. mexicanus*. Desde el punto de vista de Coutière (1909), los especímenes sin esa espina, pertenecen a *S. brevispinis*. Por otro lado, en la clave taxonómica de Wicksten (1983) se menciona para *S. mexicanus* la ausencia de la espina dorsal del basicerito. En el holotipo está presente la espina dorsal del basicerito, pero puede tener diferente talla. Esto se detecta cuando se revisan varios especímenes. En algunos especímenes, el ángulo dorsal del basicerito puede estar recto como lo menciona Villalobos-Hiriart (2000).

Observaciones: El material tipo esta conformado por siete especímenes maltratados; para la redescripción se eligió el ejemplar más completo. El grupo de especies Paulsoni es taxonómicamente complejo. Coutière (1909) define a las especies principalmente con proporciones morfométricas, las cuales son caracteres poco confiables por la variación morfológica intraespecífica. En la literatura no se mencionan dichas variaciones. Sin embargo, en los siete especímenes del material tipo y los de Bahía La Paz, se observan diferencias en la longitud y ancho del rostro. En algunos especímenes el rostro es más elongado que en otros, y puede llegar a la mitad o casi alcanzar el extremo distal de la longitud de la parte visible del primer segmento antenular. El margen anterior del caparazón, entre los dientes oculares y el rostro, se aprecia de diferente forma, puede estar ligeramente cóncavo o estar casi recto. La longitud del estilocerito, de la escama antenal, de la espina lateral de la escama antenal y de la espina lateral del basicerito también presentan variaciones, así como la proporción de la longitud y anchura de la escama del escafocerito y de el carpocerito. El carpocerito casi alcanza el extremo distal del pedúnculo antenular o lo sobrepasa ligeramente. La espina dorsal del basicerito es muy corta, en algunos especímenes está más marcada que en otros; la proporción de su longitud con relación a la longitud de la espina lateral puede ser de 0.06 a 0.2 veces. De igual forma, los segmentos

de los apéndices torácicos presentan notables variaciones. El tercer par de pereiópodos tienen una apariencia delgada, pero las proporciones de longitud—ancho de sus segmentos varía intraespecíficamente; por ejemplo, el del dactilo está entre 3.5 a ligeramente superior a 4 veces, el del propodio va de 7.1 a 8.3, el del carpo de 2.2 a 2.75 y el del mero de 4.2 a 4.7.

Otra variación detectada en los especímenes es con respecto a la depresión longitudinal del telson; en algunos está escasamente marcada y en otros no se diferencia.

### Synalpheus mulegensis Ríos, 1992

Figura 22

Synalpheus mulegensis Ríos, 1992:9, Fig. 6.

?Synalpheus goodei occidentalis Coutière, 1909:60, Fig. 34a. Rodríguez de la Cruz, 1987:42.

?Synalpheus herricki.- Chace 1937:123 (no Synalpheus herricki Coutière, 1909).

Synalpheus goodei occidentalis.- Wicksten, 1983:37 (al menos AHF 683-37).

Material examinado: Ninguno.

Redescripción: Rostro muy corto, recto, ligeramente hacia abajo en vista lateral, mas angosto que los dientes oculares, no sobrepasa el nivel de los dientes oculares en vista lateral, inicia sobre del caparazón; margen anterior del caparazón, entre el rostro y los dientes oculares ampliamente cóncavo, depresión marcada sobre la superficie del caparazón, entre el rostro y capuchas oculares. Capuchas oculares ligeramente abultadas; dientes oculares cortos y anchos, escasamente hacia abajo en vista lateral, con la misma longitud que el rostro, Margen pterigostomiano subtriangularmente prolongado, proximalmente ancho, distalmente redondeado; margen antenal ondulado. Proceso rostroventral ausente.

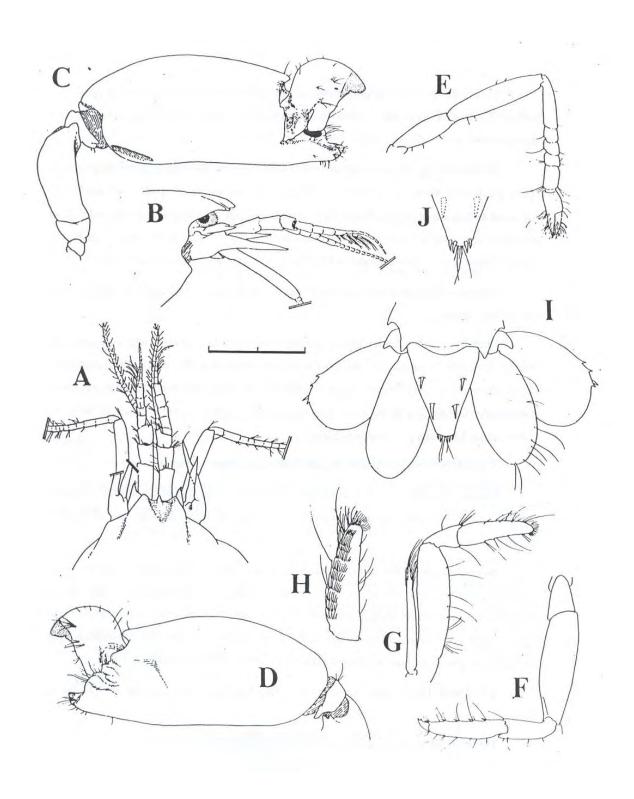


Figura 22. *Synalpheus mulegensis* Ríos, 1992, hembra ovígera holotipo. A. Porción anterior del caparazón en vista dorsal; B. Caparazón en vista lateral; C. Quelípedo mayor; D. Quela mayor; E. Segundo pereiópodo; F. Tercer pereiópodo; G. Tercer maxilípedo; H. Último segmento del tercer maxilípedo; I Telson en vista dorsal; J. Porción posterior del telson en vista dorsal (Tomado de Ríos 1992).

Pedúnculo antenular largo y delgado, los dos primeros segmentos más largo que anchos. Estilocerito triangular, corto, no sobrepasa la mitad de la longitud del primer segmento del pedúnculo antenular.

Escafocerito sin escama; espina lateral delgada y recta, margen lateral externo casi recto, alcanza la mitad de la longitud del segundo segmento del pedúnculo antenular. Espina dorsal ausente; espina lateral muy larga y delgada, alcanza la mitad de la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular, longitud 3.37 veces la longitud de la espina dorsal. Carpocerito largo y delgado, sobrepasa ligeramente al pedúnculo antenular.

Extremo distal del último segmento del tercer par de maxilípedos sin espinas, solo un mechón de setas.

Quela mayor del primer par de pereiópodos alargada y ovoide, extremo distal del margen dorsal de la palma con una lóbulo; dedos cortos, dedo fijo más corto que el dedo móvil, dedo móvil dorsalmente arqueado; carpo corto, extremo distal del margen dorsal redondeado, margen dorsal del mero cóncavo, margen ventral convexo, extremo distal del margen dorsal con una prolongación triangular.

Segundo par de pereiópodos delgado; carpo con cinco segmentos.

Dactilo del tercer par de pereiópodos corto, más corto que el ancho del propodio; margen ventral del propodio con cuatro o cinco espinas móviles y un par de espinas distales.

Telson anteriormente ancho y posteriormente angosto, márgenes laterales sinuosos, margen posterior casi recto; espinas dorsales fuertes. Ángulos distales del telson redondeados. Espinas del margen posterior cortas, longitud del par interno ligeramente más largo que el par externo. Margen lateral del exópodo del urópodo con dos espinas fijas cerca de la espina móvil, no se aprecia sutura transversal (Adaptada de Ríos 1992).

Localidad tipo: Bahía Concepción, Baja California Sur, Golfo de California, México.

**Hábitat:** Entre algas coralinas a 22 m de profundidad (Ríos 1989).

Registros previos en México: Baja California Sur: Bahía Concepción (Wicksten 1983; Ríos, 1989, 1992), Isla Carmen (Rodríguez de la Cruz 1987), Isla San José (Coutière 1909; Wicksten 1994), Banco Arena (Chace 1937).

**Distribución mundial:** Baja California Sur, Golfo de California, México (Ríos 1992).

**Comentarios**: El holotipo de *S. mulegensis* no fue analizado porque se encuentra extraviado.

Synalpheus mulegensis es morfológicamente cercana a S. occidentalis (antes S. goodei occidentalis). De acuerdo con Dardeau (1984) y Ríos (1992), parte del material biológico utilizado por Coutière (1909) para describir a S. occidentalis, pertenece a otra especie. Incluso, el mismo Coutière (1909) duda de que una hembra de su serie corresponda a S. occidentalis. Posteriormente, Ríos (1992) describe a S. mulegensis y sinonimiza el ejemplar de la Figura 34a de S. occidentalis propuesta por Coutière (1909) con S. mulegensis.

Chace (1937) registra dos especímenes de *S. herricki* para el Golfo de California, siendo una especie del Atlántico americano. Según Dardeau (1984), probablemente este registro es el resultado de una confusión taxonómica y comenta la probabilidad de tratarse de una nueva especie, por la carencia de espinas en el extremo distal de último segmento del tercer par de maxilípedos. De acuerdo a lo anterior, Ríos (1992) al describir a *S. mulegensis* sinonimiza el registro de *S. herricki* de Chace (1937), y Wicksten (1994) lo confirma.

La ausencia de las espinas distales en el último segmento del tercer par de maxilípedos es una característica muy rara. Pocas especies lo presentan como: *S. theano* de Man, 1910 y *S. barahonensis* Armstrong, 1949. La primera se distingue de *S. mulegensis* porque posee proceso rostroventral y se distribuye en Indonesia y Australia (Banner y Banner 1975); y la segunda tiene cuatro segmentos en el carpo de los segundos pereiópodos de República Dominicana (Dardeau 1984).

### Synalpheus nobilii Coutière, 1909

# Figuras 23 y 24

Synalpheus nobilii Coutière, 1909:40, Fig. 22. Schmitt, 1924a:162, Fig. 39. Chace, 1962:613. Abele, 1975:75, Fig. 30; 1976:270. van der Heiden y Hendrickx, 1979:57. Hendrickx *et al.*, 1983:72. Wicksten, 1983:36; 1991:151. Villalobos-Hiriart *et al.*, 1989:14. Flores Hernández, 1991:144. Lemaitre y Álvarez-León, 1992:43. Álvarez del Castillo *et al.*, 1992:5. Hendrickx, 1992:9; 1993a:306; 1993b:6; 1994:23. Hernández-Aguilera y Martínez-Guzmán, 1992:4. Camacho, 1996:112.

Synalpheus nobili.- Schmitt, 1939:12, 24.

Synalpheus sanlucasi. - Steinbeck y Ricketts, 1941:447.

**Material examinado:** Ecuador.- Santa Helena, 1 macho (Holotipo, 79076 USNM). México.- Baja California Sur: Bahía de La Paz, 54 machos, 36 hembras y 44 hembras ovígeras (CCUBSC; agosto-noviembre-1997); Bahía Chileno, 1 hembra ovígera (EMU; 20julio-1996); 4 hembras y 4 hembras ovígeras (81346 USNM; 19-marzo-1940); Isla San José, 1 hembra ovígera (EM-7248a CNCR; 13-enero-1987); Punta Lobos, Isla Espíritu Santo, 1 hembra (81345 USNM; 20-marzo-1940); Isla Cerralvo, 3 machos, 1 hembra y 1 hembra ovígera (EM- 6631b; 4-agosto-1986), 1 macho (EMU-6953; 27-enero-1987), 1 hembra (EMU-8227; 6-mayo-1987). Sinaloa: Entrada del Puerto, 1 macho (EMU-SE4; enero-noviembre-1983); Bahía de Mazatlán, 1 macho (EMU-1077a; 25-octubre-1980); Punta Chile, 1 hembra ovígera (EMU; 23-octubre-1987); Isla Lobos, 1 hembra (EMU-ZE1; enero-noviembre-1983), 1 macho y 1 hembra (EMU-ZE4; enero-noviembre-1983); Isla Pájaros, 1 macho (EMU-5186a; 15-marzo-1984). Nayarit: Estero San Cristóbal, 15 machos, 4 hembras y 3 hembras ovígeras (EM-12753 CNCR; 23-mayo-1993); Punta Los Chivos, Bahía de Chacala, 13 machos, 5 hembras 4 hembras ovígeras y 1 juvenil (EM-11910b CNCR; 29-marzo-1992), 1 macho y 1 hembra (EM-12206c CNCR; 17-agosto-1992), 19 machos 4 hembras y 7 hembras ovígeras (EM-12745 CNCR; 21-mayo-1993), 4 machos, 2 hembras ovígeras (EM-12833 CNCR; 3-noviembre-1993); Playa Careyeros, Punta de Mita, 2 machos y 4 hembras ovígeras (EM-11895a CNCR; 29-marzo-1992), 3 machos y 2 hembras ovígeras (EM-12631 CNCR; 19-agosto-1992), 33 machos, 6 hembras y 15 hembras ovígeras (EM-12635 CNCR; 19-agosto-1992), 2 machos y 1 hembra ovígera (EM-12646 CNCR; 31-enero-1993), 35 machos, 6 hembras y 3 hembras ovígeras (EM-12660 CNCR; 1-febrero-1993), 35 machos, 6 hembras y 3 hembras ovígeras (EM-12675 CNCR; 2-febrero-1993), 51 machos, 25 hembras y 13 hembras ovígeras (EM-12728 CNCR; 19mayo-1993), 12 machos 3 hembras, 8 hembras ovígeras y 8 juveniles (EM-12806 CNCR; 1-noviembre-1993), 43 machos, 3 hembras y 10 hembras ovígeras (EM-12822 CNCR; 2noviembre-1993), Punta de Mita, 1 macho y 1 hembra ovígera (2569 SMIOM; 13-marzo-1991), 2 machos y 1 hembra ovígera (2573 SMIOM; 13-marzo-1991), 1 hembra (2574 SMIOM; 13-marzo-1991), 1 macho y 1 hembra (2580 SMIOM; 13-marzo-1991), 3 machos, 2 hembras y 3 hembras ovígeras (2956 SMIOM; 4-julio-1992), 1 macho (2957 SMIOM; 4-julio-1992), 1 hembra ovígera (3008 SMIOM; 5-julio-1992), 1 hembra ovígera (3141 SMIOM; 6-julio-1992), 1 macho (3142 SMIOM; 6-julio-1992), 1 macho (3143 SMIOM; 6-julio-1992), 2 machos y 2 hembras ovígeras (3144 SMIOM; 6-julio-1992), 4 machos y 1 hembra ovígera (3145 SMIOM; 6-julio-1992), 1 macho (2557 SMIOM; 13marzo-1991), 1 hembra y 2 hembras ovígeras (2657 SMIOM; 14-marzo-1991), 1 macho, 2 hembras y 2 hembras ovígeras (2660 SMIOM; 14-marzo-1991), 1 hembra ovígera (3021 SMIOM; 5-julio-1992), 2 machos y 1 hembra ovígera (3024 SMIOM; 5-julio-1992), 1 macho (3025 SMIOM; 5-julio-1992), 2 hembras ovígeras (3026 SMIOM; 5-julio-1992), 1 macho (3027 SMIOM; 5-julio-1992), 2 machos (3028 SMIOM; 5-julio-1992), 2 machos (3029 SMIOM; 5-julio-1992), 4 machos y 2 hembras ovígeras (3030 SMIOM; 5-julio-1992); Isla Isabel: Playa Las Monas, 2 machos y 1 hembra ovígera (EM-11824a CNCR; 19-febrero-1992), 1 macho (EM-121ld CNCR; 13-agosto-1992), 13 machos, 1 hembra y 3 hembras ovígeras (EM-12779 CNCR; 13-julio-1993), 7 machos, 3 hembras y 3 hembras ovígeras (EM-12840 CNCR; 8-noviembre-1993), Cerro de la Cruz, 20 machos y 6 hembras ovígeras (EM-12849 CNCR; 9-noviembre-1993), Playa Los Pescadores, 1 hembra ovígera (EM-11606 CNCR; 21-noviembre-1991), 3 machos y 4 hembras ovígeras (EM-12021c CNCR; 10-agosto-1992), 2 machos (EM-12084c CNCR; 11-agosto-1992), 1 hembra ovígera (EM-12721 CNCR; 10-febrero-1993), 11 machos, 5 hembras 3 hembras ovígeras (EM-12768 CNCR; 12-julio-1993), 27 machos, 5 hembras y 3 hembras ovígeras (EM-12794 CNCR; 15-julio-1993), 17 machos, 3 hembras y 13 hembras ovígeras (EM-12864 CNCR; 11-noviembre-1993); Isla María Madre: Punta Morro, 1 macho y 2 hembras

ovígeras (865 SMIOM; 20-febrero-1985), 1 macho y 1 hembra ovígera (2803 SMIOM; 1julio-1991), Sur del Hospital, 2 machos, 1 hembra y 1 hembra ovígera (950 SMIOM; 24enero-1985), Punta Halcones, 4 machos, 1 hembra y 1 hembra ovígera (2773 SMIOM; 1julio-1991); Isla Tres Marías: 1 macho y 1 hembra ovígera (62432 USNM). Jalisco: Bahía Tenacatita, 1 macho y 3 hembras (EMU; 4-noviembre-1996); Los Arcos, 1 hembra (EMU; 12-abril-1996), 2 machos, 1 hembra y 1 hembra ovígera (EMU; 22-enero-2001). Colima: Bahía Santiago, Manzanillo: 6 machos, 1 hembra y 6 hembras ovígeras (1954 SMIOM; 15julio-1989), 1 macho, 2 hembras y 3 hembras ovígeras (2007 SMIOM; 15-julio-1989), 1 macho (2008 SMIOM; 15-julio-1989), 2 machos y 2 hembras ovígeras (2009 SMIOM; 16julio-1989), 3 machos (2064 SMIOM; 16-noviembre-1989), 5 machos, 2 hembras y 5 hembras ovígeras (2071; 16-julio-1989); Isla Socorro: Playa Blanca, 1 hembra ovígera, Palma Sola, 4 machos y 1 hembra ovígera, Bahía Lucio Gallardo, 1 hembra ovígera (2117 SMIOM; 18-nov.'1989), 13 machos, 1 hembra y 5 hembras ovígeras (2144 SMIOM; 19noviembre-1989), 4 machos, 3 hembras y 3 hembras ovígeras (2145 SMIOM; 19noviembre-1989), 24 machos, 5 hembras y 14 hembras ovígeras, 6 machos, 2 hembras y 5 hembras ovígeras (2184 SMIOM; 20-noviembre-1989), 1 macho (2219 SMIOM; 21noviembre-1989), Bahía Vargas Lozano, 1 hembra ovígera, Bahía La Peruana, 14 machos, 1 hembra y 12 hembras ovígeras (2220 SMIOM; 21-noviembre-1989); Isla Clarión, 1 macho y 2 hembras ovígeras (No de Cat 673 SMIOM; 28-junio-1982). Oaxaca: Bahía San Agustín, 1 macho (EMU; 11-abril-1998); Playa Arrecife, 1 macho (EMU; abril-1998); Bahía La Entrega, 2 machos (2395 SMIOM; 5-julio-1990), 4 machos, 1 hembra y 3 hembras ovígeras (2858 SMIOM; 25-noviembre-1991); Bahía Santa Cruz, 3 machos (2464 SMIOM; 6-julio-1990). Atolón de Clipperton: 1 macho y 1 hembra ovígera (24-noviembre-1997).

Redescripción: Rostro delgado, setas escasas cerca de la punta, recto en vista lateral, longitud tres veces su anchura a nivel del margen del caparazón, alcanza 0.7 veces de la longitud de la parte visible del primer segmento antenular, ligeramente sobrepasa el nivel de los dientes oculares en vista lateral, inicia sobre la superficie del caparazón; margen anterior del caparazón, entre el rostro y los dientes oculares ligeramente convexo, depresión muy marcada, no muy prolongada posteriormente sobre la superficie del caparazón entre el rostro y capuchas oculares. Capuchas oculares ligeramente abultadas;

dientes oculares proximalmente anchos y distalmente agudos, ligeramente hacia adentro en vista dorsal, rectos en vista lateral, más cortos que el rostro, carece de setas, alcanzan 0.52 veces la longitud de la parte visible del primer segmento antenular. Margen pterigostomiano poco prolongado y subagudo; margen antenal sinuoso. Proceso rostroventral notablemente bilobulado.

Pedúnculo antenular delgado, longitud total 3.72 veces su anchura, longitud del primer segmento 0.7 veces la suma de la longitud del segundo y tercer segmento, 1.3 veces la longitud del segundo segmento, longitud del segundo segmento 1.18 veces la longitud del tercer segmento. Estilocerito delgado, algunas setas en el margen externo, alcanza 0.46 veces la longitud del segundo segmento del pedúnculo antenular.

Escama del escafocerito angosta, longitud 5.8 veces su anchura, alcanza el extremo distal del pedúnculo antenular; espina lateral gruesa, margen lateral externo ligeramente convexo, sobrepasa a la escama por la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular, sobrepasa al pedúnculo antenular por 0.36 veces la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular, casi alcanza o ligeramente sobrepasa el extremo distal del carpocerito. Espina dorsal del basicerito larga y gruesa, longitud 0.38 veces la longitud de la espina lateral, alcanza 0.88 veces la longitud de la parte visible del primer segmento antenular; espina lateral gruesa, alcanza 0.38 veces la longitud del segundo segmento del pedúnculo antenular; margen del basicerito, entre la espina dorsal y la espina lateral amplio y casi recto, longitud 2.6 veces la longitud de la espina dorsal. Carpocerito grueso, longitud 3.27 veces su anchura, sobrepasa al pedúnculo antenular por 0.45 veces la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular.

Longitud del último segmento del tercer par de maxilípedos 4.4 veces la, longitud del penúltimo segmento, extremo distal con seis espinas obscuras y móviles.

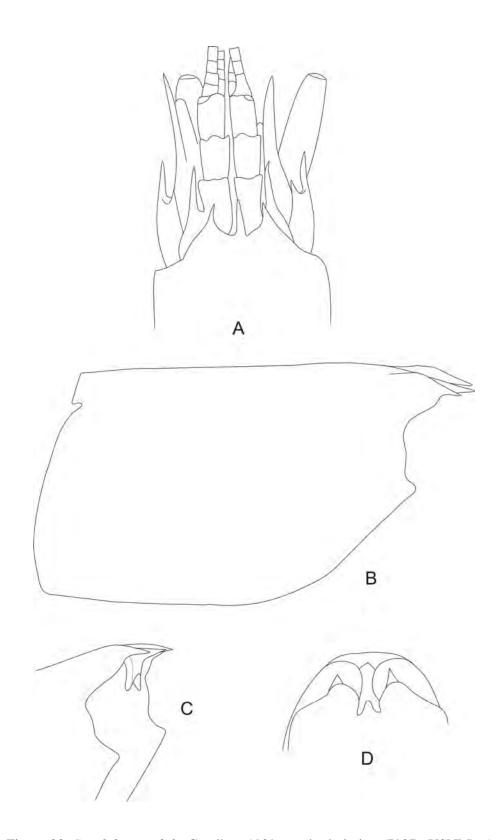


Figura 23. *Synalpheus nobilii* Coutière, 1909, macho holotipo (79076 USNM). A. Porción anterior del caparazón en vista dorsal; B. Caparazón en vista lateral; C. Proceso rostroventral en vista lateral; D. Proceso rostroventral en vista frontal.

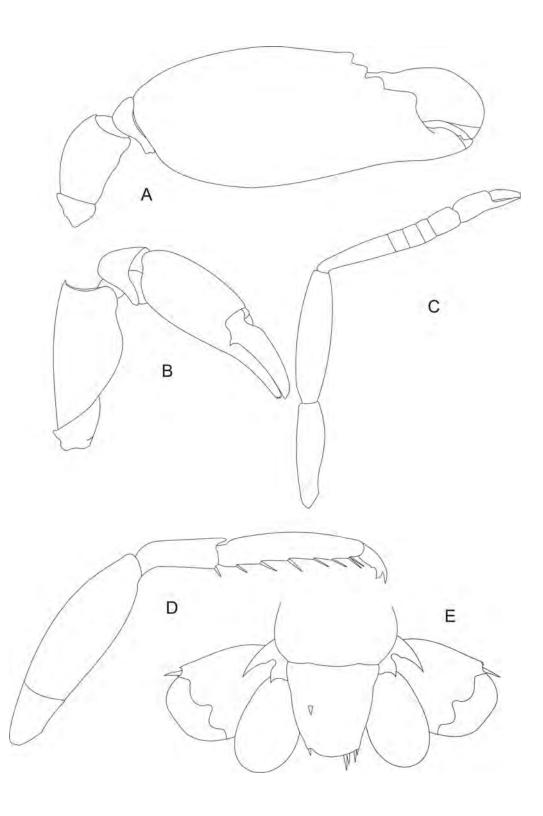


Figura 24. *Synalpheus nobilii* Coutière, 1909, macho holotipo (79076 USNM). A. Quelípedo mayor; B. Quelípedo menor; C. Segundo pereiópodo; D. Tercer pereiópodo; E. Telson en vista dorsal.

Quela mayor del primer par de pereiópodos alargada y algo bulbosa, longitud de la quela 2.51 veces su anchura; longitud de la palma 1.6 veces su anchura, 1.76 veces la longitud de los dedos, extremo distal del margen dorsal de la palma sin espina, extremo distal lateral del margen dorsal interno ligeramente prolongado en un lóbulo, dedos poco arqueados, ocupan 0.36 veces la longitud de la quela; carpo corto, longitud 0.46 veces su anchura, extremo distal de los márgenes dorsal redondeado, ventral levemente ondulado; longitud del mero 1.69 veces su anchura, 0.41 veces la longitud de la palma, margen dorsal convexo, margen ventral sinuoso, extremo distal del margen dorsal con una espina, dirigida hacia abajo; longitud del isquio 0.5 veces su anchura.

Longitud de la palma del quelípedo menor del primer par de pereiópodos 1.76 veces su anchura, 1.64 veces la longitud de los dedos, setas escasas; longitud del carpo 0.93 veces su anchura, 0.43 veces la longitud de la palma, extremo distal del margen dorsal redondeado; longitud del mero 1.92 veces su anchura, margen dorsal ligeramente convexo, margen ventral muy convexo, extremo distal del margen dorsal con una espina dirigida hacia abajo; longitud del isquio igual a su anchura, 0.3 veces la longitud del mero.

Longitud de la palma del segundo par de quelípedos 2.37 veces su anchura, igual a la longitud de los dedos; carpo con cinco segmentos, longitud total 5.75 veces su anchura, 1.81 veces la longitud de la quela, longitud del primer segmento 4.57 veces la longitud del segundo segmento, 0.86 veces la suma de la longitud de los cuatro segmentos restantes, longitud del segundo segmento igual a la longitud del tercero, longitud del tercer y cuarto segmento subiguales, longitud del quinto segmento 1.3 veces la suma de la longitud del tercer y cuarto segmento; longitud del mero 4.27 veces su anchura, 0.9 veces la longitud del carpo; longitud del isquio 0.76 veces la longitud del mero.

Longitud del dactilo del tercer par de pereiópodos 3.4 veces su anchura, margen ventral con muesca marcada por detrás del diente distal inferior, diente inferior diverge un poco del eje central del dactilo, anchura de la base de los dientes distales ligeramente desigual; longitud del propodio cinco veces su anchura, 2.94 veces la longitud del dactilo, margen ventral con 5-6 espinas móviles y un par de espinas distales; longitud del carpo 2.54 veces su anchura, 0.56 veces la longitud del propodio, extremo distal del margen

ventral con una espina móvil; longitud del mero 2.95 veces su anchura, margen ventral con setas largas; longitud del isquio 1.71 veces su anchura.

Extremo posterior del margen ventral de la pleura de la primera somita abdominal con dimorfismo sexual, en machos con una prolongación curva subaguda, margen ventral de la segunda redondeada, tercera subcuadrada, cuarta y quinta pleura algo angulosa; primer par de pleópodos birrámeo en ambos sexos, segundo par de pleópodos con apéndice interno en ambos sexos.

Telson ancho, longitud 1.11 veces su anchura anterior, dos veces su anchura posterior, superficie dorsal del telson sin depresión media longitudinal, márgenes laterales sinuosos, margen posterior convexo; espinas dorsales cortas, alejadas del margen lateral, par anterior de espinas insertado 0.48 veces la longitud del telson, Ángulos distales del telson redondeados. Espinas del margen posterior delgadas, longitud del par interno 2.33 veces la longitud del par externo.

Localidad tipo: Isla Santa Elena, Ecuador.

**Hábitat:** Entre rocas de coral; de la zona intermareal a 8 m (Wicksten 1983); entre algas (Hendrickx *et al.* 1983).

Registros previos en México: Baja California Sur: Isla Espíritu Santo (Wicksten 1983), Isla Cerralvo (Villalobos-Hiriart et al. 1989); Costa oeste de Baja California Sur: Rocas Alijos (Wicksten 1996). Sonora: Bahía Santa Catalina, Guaymas (Wicksten 1983). Sinaloa: Punta Delfín (Hendrickx 1994), Punta Chile (van der Heiden y Hendrickx 1979; Hendrickx et al. 1983; Wicksten 1983), Cerro del Vigía (van der Heiden y Hendrickx 1979; Hendrickx et al. 1983; Wicksten 1983; Hendrickx 1994). Bahía de Mazatlán (van der Heiden y Hendrickx 1979; Hendrickx et al. 1983; Wicksten 1983), al sur de Sinaloa (Hendrickx 1993a). Nayarit: Estero San Cristóbal, Punta Los Chivos, Bahía Chacala, Punta de Mita, Isla Isabel (Camacho 1996), Isla María Madre (Hernández-Aguilera y Martínez-Guzmán 1992; Hermoso-Salazar 1999). Jalisco: Barra de Navidad (Álvarez del Castillo et al. 1992). Colima: Bahía Santiago, Manzanillo (Hermoso Salazar 1999), Isla Socorro (Wicksten 1983; Hermoso Salazar 1999), Isla Clarión (Wicksten 1983; Hernández-Aguilera y Martínez-Guzmán 1992; Hermoso Salazar 1999). Guerrero: Roca San Lorenzo, Bahía Santa Lucia, Acapulco. Oaxaca: Tangola-Tangola (Wicksten 1983).

**Distribución mundial:** Pacífico Este: de Bahía Santa Catalina, Sonora, Golfo de California, México a Santa Helena, Ecuador; Islas Revillagigedo, Clipperton, Malpelo y Galápagos (Wicksten 1983). Indopacífico Oeste: Indonesia (Banner y Banner 1985).

**Comentarios**: En el USNM se encuentra depositado material biológico donado por la Secretaria de Agricultura y Fomento perteneciente al Pacífico mexicano, del cual una hembra ovígera está determinada como *S. fritzmuelleri* por W. Schmitt (en 1924), pero la determinación es errónea, la hembra pertenece a *S. nobilii*.

**Observaciones**: Coutière (1909) no duda en describir a *S. nobilii* con sólo un espécimen macho. La descripción del autor de la especies es muy breve, sólo menciona algunas diferencias morfológicas con *S. fritzmuelleri*, considerándola como la especie morfológicamente más cercana. No obstante, al analizar el holotipo de *S. nobilii* y el lectotipo de *S. fritzmuelleri* se detectan diferencias en las proporciones morfométricas mencionadas por Coutière (1909) (Tabla 2). Por tal motivo, es de suma importancia tener precaución en el momento de seleccionar los caracteres diagnósticos de las especies.

Tabla 2. Comparación de los caracteres morfológicos de S. fritzmuelleri y S. nobilii.

CARACTERÍSTICA MORFOLÓGICA	Holotipo de S. nobilii (observaciones de Coutière (1909))	Holotipo de S. fritzmuelleri (observaciones de Coutière (1909))	Holotipo de S. nobilii (observaciones de este estudio)	Lectotipo de S. fritzmuelleri (observaciones de este estudio)
QUELA MENOR	-			
Longitud del carpo con relación a la longitud de la palma	1.12	0.9	0.84	1.1
SEGUNDO PAR DE PEREIÓPODOS				
Longitud del carpo con relación a su anchura	seis veces más ancho	siete veces más ancho	5.75 veces más ancho	6.66 veces más ancho
Longitud del primer segmento carpal con relación a la suma de la longitud de los cuatro segmentos restantes	más corto	más largo	0.86	1.1

TERCER PAR DE PEREIÓPODOS	Carpo 1: propodio 1.8: mero 2;	Carpo 1: propodio 2: mero 2.33	Carpo 1: propodio 1.78: mero 2.1	Carpo 1: propodio 1.84: mero 2.05
Longitud del mero con relación a su anchura	2.8	4.0	2.95	3.71

Abele (1975) proporciona una descripción más detallada, basada en especímenes de Isla Malpelo, Colombia. Sin embargo, se detectan algunas discrepancias morfológicas con los especímenes recolectados en las islas María Madre, Socorro y Clarión con los de Isla Malpelo. Esto se da principalmente en el alcance de algunas estructuras cefálicas y en las proporciones morfométricas de los apéndices torácicos, como son: la longitud de la espina lateral del basicerito, esta alcanza o ligeramente sobrepasa la mitad de la longitud del segundo segmento del pedúnculo antenular; sin embargo, en la Figura 30 proporcionada por Abele (1975), se aprecia más corta; la espina lateral del escafocerito casi alcanza o ligeramente sobrepasa el extremo distal del carpocerito y no la sobrepasa como se menciona en la descripción. También se observan variaciones en la proporción de la longitud de los segmentos carpales del segundo par de pereiópodos y en el número de espinas en el propodio del tercer al quinto par de pereiópodos. En los especímenes se observan cinco o seis espinas en el margen ventral y un par distal, y algunas veces este último par de espinas no se distingue, sólo se observa una espina móvil.

Por otro lado, se aumenta el intervalo de variación morfológica al considerar la descripción de Abele (1975). En ciertos caracteres, la comparación morfológica es imprecisa porque Abele (1975) proporciona condiciones muy relativas. Esto sucede en el caso de la apariencia del rostro y del estilocerito, en la longitud del rostro, en las proporciones morfométricas como son: la longitud entre la espina dorsal y espina lateral del basicerito y longitudes de los segmentos carpales del segundo par de pereiópodos. En algunos caracteres las diferencias son menores: longitud y anchura de la quela mayor y menor del primer par de pereiópodos, longitud del dedo móvil de la quela menor con relación a la longitud de la quela; número de espinas en el carpo y propodio del tercer par de pereiópodos; longitud del mero del tercer par de pereiópodos con relación a la longitud del mero del tercer par de pereiópodos con relación a la longitud del carpo y propodio. En otros casos las diferencias son muy contrastantes, como

ocurre en la longitud del primer y segundo segmento del pedúnculo antenular, en la proporción de la longitud y anchura de la quela mayor y de la quela menor.

El telson del holotipo de *S. nobilii* presenta sólo una espina en la superficie dorsal y en el margen distal dos espinas internas del lado derecho.

## Synalpheus occidentalis Coutière, 1909

Figuras 25 y 26

Synalpheus goodei occidentalis Coutière, 1909:60, Fig. 34 (en parte). Wicksten, 1983:37. Dardeau. 1984:45.

Synalpheus occidentalis. - Wicksten, 1994:213, Fig. 2. Hermoso Salazar, 2001:1279.

Material examinado: Nayarit: Estero San Cristóbal, 1 macho (EM-12755 CNCR; 23-mayo-1993); Punta Los Chivos, Bahía Chacala, 3 machos y 1 hembra ovígera (EM-12206 CNCR; 17-agosto-1992); Playa Careyeros, Punta de Mita, 2 machos y 1 hembra ovígera (EM-12641 CNCR; 19-agosto-1992), 4 machos y 1 hembra ovígera (EM-12645 CNCR; 31-enero-1993), 13 machos, 2 hembras y 3 hembras ovígeras (EM-12659 CNCR; 1-febrero-1993), 8 machos, 2 hembras y 1 hembra ovígera (EM-12732 CNCR; 19-mayo-1993), 6 machos, 2 hembras y 3 hembras ovígeras (EM-12808 CNCR; 1-noviembre-1993), 19 machos, 3 hembras y 9 hembras ovígeras (EM-12824 CNCR; 2.noviembre-1993); Isla Isabel: Playa Las Monas, 2 machos, 1 hembra y 3 hembras ovígeras (EM-12780 CNCR; 13-julio-1993), 1 macho (EM-12844 CNCR; 8-noviembre-1993); Cerro de la Cruz, 6 machos, 1 hembra y 2 hembras ovígeras (EM-11784b CNCR; 18-febrero-1992); Playa Los Pescadores, 10 machos y 6 hembras ovígeras (EM-12021b CNCR; 11-agosto-1992), 6 machos y 1 hembra (EM-12021j CNCR; 10-agosto-1992), 1 macho (EM-12024c CNCR; 10-agosto-1992), 1 macho (EM-12024c CNCR; 10-agosto-92), 2 machos y 2 hembras ovígeras (EM-12039 CNCR; 11-agosto-1992), 14 machos, 5 hembras y 7 hembras ovígeras (EM-12049<sup>a</sup> CNCR; 11-agosto-1992), 7 machos y 3 hembras ovígeras (EM-12804b CNCR; 8-febrero-1993), 7 machos y 4 hembras ovígeras (EM-12694 CNCR; 8-febrero-1993), 6 machos, 1 hembra y 1 hembra ovígera (EM-12702 CNCR; 9-febrero-1993), 6 machos y 4

hembras (EM-12720 CNCR; 10-febrero-1992), 12 machos, 1 hembra y 10 hembras ovígeras (EM-12766 CNCR; 12-julio-1993), 28 machos, 5 hembras y 23 hembras ovígeras (EM-12791 CNCR; 15-julio-1993), 34 machos, 2 hembras y 18 hembras ovígeras (EM-12865 CNCR; 11-noviembre-1993); Isla María Madre, 3 machos (864 SMIOM; 20-febrero-1985), 1 macho (1952 SMIOM; 15-julio-1989). Jalisco: Los Arcos, 1 macho y 1 hembra ovígera (EMU CNCR; 22-enero-2001).

Redescripción: Rostro delgado, punta redondeada, setas escasas cerca de la punta, hacia arriba en vista lateral, longitud aproximadamente dos veces su anchura a nivel del margen del caparazón, alcanza 0.5 y 0.45 veces la longitud de la parte visible del primer segmento antenular, la punta del rostro sobrepasa el nivel de los dientes oculares en vista lateral, inicia en la superficie del caparazón; margen anterior del caparazón, entre el rostro y los dientes oculares cóncavo, depresión somera sobre la superficie del caparazón entre el rostro y capuchas oculares. Capuchas oculares poco abultadas; dientes oculares algo delgado, puntas redondeadas, rectos en vista dorsal o ligeramente hacia adentro, puntas ligeramente hacia arriba en vista lateral, longitud subigual a la del rostro, setas escasas cerca de la punta, alcanzan 0.42 y 0.4 veces la longitud de la parte visible del primer segmento antenular. Margen pterigostomiano con una prolongación subtriangular; margen antenal sinuoso. Proceso rostroventral presente como una pequeña ondulación.

Pedúnculo antenular delgado, longitud total 4.8-5 veces su anchura; longitud del primer segmento 0.8 veces la suma de la longitud de segundo y tercer segmento, 1.45 veces la longitud del segundo segmento, longitud del segundo segmento 1.28 veces la longitud del tercer segmento. Estilocerito delgado, setas escasas, alcanza 0.9 veces la longitud la parte visible del primer segmento antenular.

Escama del escafocerito ausente; espina lateral delgada y recta, alcanza 0.64 y 0.85 veces la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular, no sobrepasa al carpocerito por 1.42 veces la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular. Espina dorsal del basicerito ausente; espina lateral delgada y larga, sobrepasa al estilocerito por 0.71 veces la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular, alcanza 0.27 veces la longitud del segundo segmento del pedúnculo antenular. Carpocerito delgado, longitud cinco veces su

anchura, sobrepasa al pedúnculo antenular por 1.07 veces la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular.

Longitud del último segmento del tercer par de maxilípedos 2.5 veces la longitud del penúltimo segmento, extremo distal con siete u ocho espinas obscuras y móviles.

Quela mayor del primer par de pereiópodos elongada, longitud de la quela 2.65 veces su anchura; longitud de la palma dos veces su anchura, 2.69 veces la longitud de los dedos, extremo distal del margen dorsal de la palma con una espina sobre un tubérculo, punta hacia abajo, dedos cortos, ocupan 0.37 veces la longitud de la quela; carpo corto, longitud aproximadamente la mitad de su anchura, extremo distal del margen dorsal redondeado, margen ventral agudo; longitud del mero 2.5 veces su anchura, 0.34 veces la longitud de la palma, margen dorsal ligeramente convexo, margen ventral sinuoso a la mitad de su longitud, extremo distal del margen dorsal con una prolongación subaguda; isquio corto.

Longitud de la palma de la quela menor del primer par de pereiópodos aproximadamente dos veces su anchura, 2.2 veces la longitud de los dedos; dedos bidentados, con un cepillo de setas sobre el dactilo; longitud del carpo 2.2 veces su anchura, 0.95 veces la longitud de la palma, extremo distal del margen dorsal redondeado; longitud del mero 3.33 veces su anchura, margen dorsal y ventral ligeramente convexos, extremo distal del margen dorsal redondeado; longitud del isquio 1.62 veces su anchura, 0.37 veces la longitud del mero.

Longitud de la palma del segundo par de pereiópodos 1.5 veces su anchura, 0.8 veces la longitud de los dedos, setas abundantes en los dedos; carpo con cinco segmentos, longitud total 6.37 veces su anchura, aproximadamente dos veces la longitud de la quela, longitud del primer segmento 4.33 veces la longitud del segundo segmento, 1.1 veces la suma de la longitud de los cuatro segmentos restantes, segundo segmento ligeramente más largo que el tercero, longitud del tercer y cuarto segmento iguales, longitud del quinto segmento 0.9 veces de la suma de la longitud del tercer y cuarto segmento; longitud del mero 5.2 veces su anchura, igual a la longitud del carpo; longitud del isquio 0.64 veces la longitud del mero.

Dactilo del tercer par de pereiópodos grueso, longitud dos veces su anchura máxima, dientes cortos y muy separados, anchura de la base de los dientes distales subigual; longitud del propodio 4.88 veces su anchura, cinco veces la longitud del dactilo, margen ventral con siete u ocho espinas móviles y un par de espinas distales; longitud del carpo 2.69 veces su anchura, 0.61 veces la longitud del propodio, extremo distal del margen ventral con una espina móvil; longitud del mero 3.38 veces su anchura; longitud del isquio aproximadamente igual a su anchura.

Extremo posterior del margen ventral de la pleura de la primera somita abdominal con dimorfismo sexual, en machos con una prolongación curva aguda, margen ventral de la segunda a la quinta pleura redondeado; primer par de pleópodos birrámeo en ambos sexos, segundo par de pleópodos con apéndice interno en ambos sexos.

Telson anteriormente ancho y posteriormente angosto, longitud 1.07 veces su anchura anterior, 3.7 veces su anchura posterior, márgenes laterales notablemente sinuosos, margen posterior casi recto; espinas dorsales largas, alejadas del margen lateral, par anterior de espinas insertado 0.27 veces la longitud del telson, par posterior de espinas insertado 0.51 veces la longitud del telson. Espinas del margen posterior cortas, longitud del par interno 1.6 veces la longitud del par externo. Margen lateral del exópodo del urópodo con 4-8 espinas fijas cerca de la espina móvil.

Localidad tipo: Isla San José, Baja California Sur, Golfo de California, México.

**Hábitat:** En arena, conchas, lodos, coral y fondos coralinos; en la zona sublitoral de 20-40 m (Wicksten 1983).

Registros previos en México: Baja California: Isla Ángel de la Guarda. Baja California Sur: Bahía Agua Verde (Wicksten 1983), Isla San José (Coutière 1909; Wicksten 1994). Nayarit: Estero San Cristóbal, Punta Los Chivos, Bahía Chacala, Punta de Mita, Isla Isabel (Camacho 1996) e Isla María Madre (Hermoso Salazar 2001).

**Distribución mundial:** De Isla Ángel de la Guarda a Nayarit, Golfo de California (Wicksten 1983); Isla María Madre (Hermoso Salazar 2001); Jalisco, México.

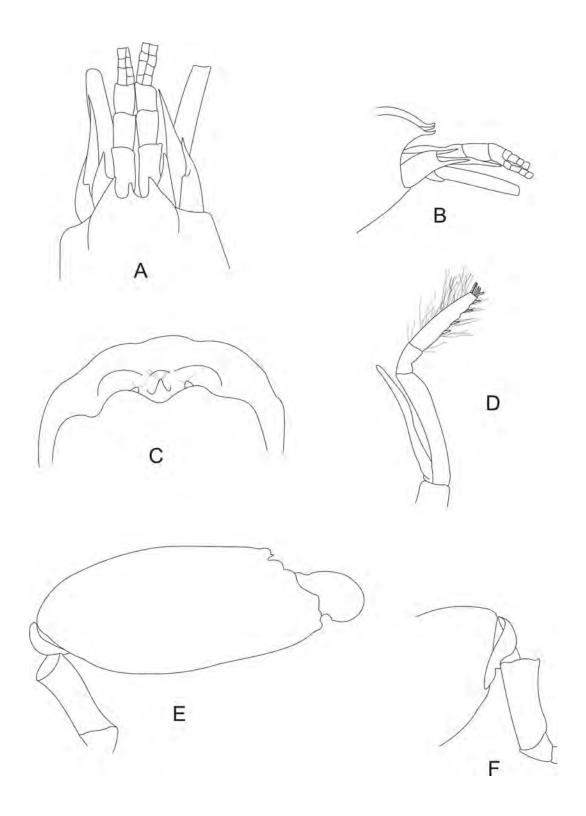


Figura 25. *Synalpheus occidentalis* Coutière, 1909, hembra (EM-12732 CNCR). A. Porción anterior del caparazón en vista dorsal; B. Porción anterior del caparazón en vista lateral; C. Proceso rostroventral; D. Tercer maxilípedo; E. Quelípedo mayor; F. Porción posterior del quelípedo mayor.

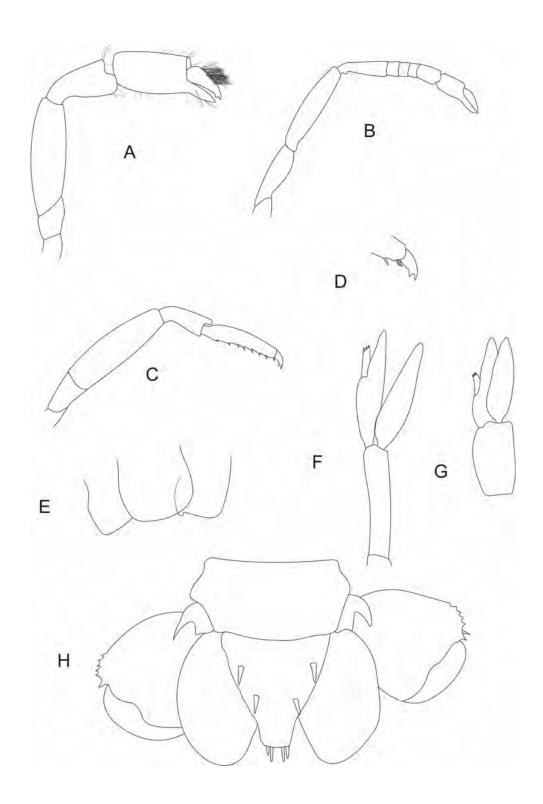


Figura 26. *Synalpheus occidentalis* Coutière, 1909, hembra (EM-12732 CNCR). A. Quelípedo menor; B. Segundo pereiópodo; C. Tercer pereiópodo; D. Dactilo del tercer pereiópodo; E. Primera pleura abdominal de machos; F. Segundo pleópodo en hembras; G. Segundo pleópodo en machos; H. Telson en vista dorsal.

**Comentarios**: Verrill (1922) considera la posibilidad de que la subespecie de *S. g. occidentalis* no forma parte de la especie politípica de *S. goodei*. Posteriormente, Wicksten (1994) eleva a especie a *S. g. occidentalis*.

Desde que Coutière (1909) describe a la subespecie con el análisis de siete especímenes, pone en duda la identidad taxonómica de una hembra (Figura 34a). Dardeau (1984) también comenta la posibilidad de que uno de los sintipos de la subespecie de Coutière (1909) pudiera pertenecer a otra especie diferente, ya que el estilocerito excede considerablemente al primer segmento antenular, siendo una característica descrita sólo para *S. macclendoni* Coutière, 1910 y *S. paraneptunus* Coutière, 1909. Finalmente Ríos (1992) sinonimiza con cierta precaución al ejemplar de la Figura 34a de Coutière (1909) con *S. mulegensis*.

### Synalpheus paulsonoides Coutière, 1909

Synalpheus paulsonoides Coutière, 1909:24 Fig. 5. Carvacho y Ríos, 1991. Wicksten, 1983:38. Hermoso Salazar y Hernández-Alcántara, 2001:1280.

Material examinado: Ninguno.

Localidad tipo: Isla San José, Baja California, Golfo de California, México.

**Hábitat:** Entre coral, esponjas, conchas y fondo arenoso; de la zona sublitoral a 92 m (Wicksten 1983).

Registros previos en México: Baja California Sur: Puerto Escondido, Isla San Ignacio (Wicksten 1983), Isla San José (Coutière 1909), Isla San Francisco (Wicksten 1983). Michoacán: Caleta de Campos (Hermoso Salazar y Hernández Alcántara 2001).

**Distribución mundial:** Baja California Sur, Golfo de California y Michoacán, México (Wicksten 1983; Hermoso Salazar y Hernández-Alcántara 2001).

**Comentarios**: El material biológico registrado por Hermoso Salazar y Hernández Alcántara (2001) y el holotipo de la especie están extraviados. Por tal motivo, no se contó con especímenes para la elaboración de la redescripción.

## Synalpheus peruvianus Rathbun, 1910

# Figuras 27 y 28

Synalpheus townsendi peruvianus Rathbun, 1910:563, Fig. 4, Lám. 53. Méndez, 1981:92. Lemaitre y Álvarez-León, 1992:43.

Synalpheus recessus Abele y Kim, 1989:15, Fig. 7 y 8. Vargas et al., 1996:99. Vargas y Cortés, 1999:903.

Synalpheus peruvianus.- Hermoso Salazar et al., 2005:17, Figs. 7-8. Hermoso Salazar y Hendrickx, 2005:764.

**Material examinado:** Perú.- Matapalo, 1 hembra ovígera (Holotipo, 40503 USNM; 23-junio-1908). Panamá.- Miraflores Locks, Canal de Panamá, 1 macho (como Holotipo de *S. recessus*, 237640 USNM; Est. 1720), 27 machos y 10 hembras (como Paratipos de *S. recessus*, 237645 USNM; Est. 1720), 1 macho, 1 hembra ovígera, 1 juvenil (como *S. recessus*, 237661 USNM; Est. 17-2, 17-enero-1972), 9 machos, 4 hembras ovígeras, 8 juveniles (como *S. recessus*, 237667 USNM). México.- Sinaloa: Teacapán, 3 hembras y 3 hembras ovígeras (EMU-6383; 26-febrero-1981), 4 machos, 1 hembra y 1 hembra ovígera (6385; 1-marzo-1980); Punta Altata, 2 machos y 3 hembras ovígeras (EMU-6386; 22-marzo-1991).

Redescripción: Rostro muy corto, delgado y recto, setas escasas y largas cerca de la punta, recto en vista lateral, longitud 2.5 veces su anchura a nivel del margen del caparazón, alcanza 0.32 veces la longitud de la parte visible del primer segmento antenular, sobrepasa el nivel de los dientes oculares en vista lateral, inicia sobre la superficie del caparazón; margen anterior del caparazón, entre el rostro y dientes oculares, casi recto y amplio, depresión muy marcada sobre la superficie del caparazón, entre el rostro y capuchas oculares. Capuchas oculares ligeramente abultadas; diente oculares cortos y agudos, ligeramente hacia afuera en vista dorsal, punta escasamente hacia arriba en vista lateral, longitud igual a la del rostro, setas escasas cerca de la punta. Margen

pterigostomiano subtriangularmente prolongado, corto y agudo; margen antenal cóncavo. Proceso rostroventral corto y levemente bilobulado.

Pedúnculo antenular largo y delgado, longitud 5.76 veces su anchura, longitud del primer segmento 0.88 veces la suma de la longitud de segundo y tercer segmento, 1.53 veces la longitud del segundo segmento, longitud del segundo segmento 1.36 veces la longitud del tercer segmento. Estilocerito elongado, alcanza 0.5 y 0.6 veces la longitud del segundo segmento del pedúnculo antenular.

Escama del escafocerito desarrollada, longitud 3.33 y 3.23 veces su anchura, alcanza 0.22 y 0.18 veces la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular; espina lateral delgada, ligeramente hacia afuera, margen lateral ligeramente cóncavo, sobrepasa a la escama por 0.77 y 0.72 veces la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular, alcanza o sobrepasa al pedúnculo antenular por 0.09 veces la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular, más corta que el carpocerito por 0.4 veces la longitud del tercer segmento. Basicerito sin espina dorsal; espina lateral proximalmente ancha, alcanza 0.69 veces la longitud de la parte visible del primer segmento antenular. Carpocerito un poco ancho, longitud 3.84 veces su anchura, sobrepasa al pedúnculo antenular por 0.54 veces la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular.

Longitud del último segmento del tercer par de maxilípedos 3.95 y 4.3 veces la longitud del penúltimo segmento, extremo distal con seis espinas obscuras y móviles.

Longitud de la quela mayor del primer par de pereiópodos 2.62 veces su anchura; longitud de la palma 1.62 veces su anchura y de la longitud de los dedos, extremo distal del margen dorsal de la palma con una espina aguda, proximalmente ancha, punta hacia abajo, longitud de los dedos 0.38 veces la longitud de la quela; carpo corto, longitud 0.36 veces su anchura, extremo distal del margen dorsal con una prolongación subtriangular terminando en una espina pequeña y aguda, extremo distal del margen ventral bilobulado, un lóbulo más marcado que el otro; longitud del mero dos veces su anchura, 0.43 veces la longitud de la palma, margen dorsal ligeramente convexo, margen ventral ligeramente sinuoso a la mitad de su longitud, extremo distal del margen dorsal con una espina; longitud del isquio 0.54 veces su anchura.

Longitud de la palma de la quela menor del primer par de pereiópodos 1.9 veces su anchura, 1.4 veces la longitud de los dedos, setas largas esparcidas; longitud del carpo 1.22 veces su anchura, 0.52 veces la longitud de la palma, extremo distal del margen dorsal con una espina pequeña; longitud del mero 3.1 veces su anchura, margen dorsal ligeramente convexo, margen ventral casi recto, extremo distal del margen dorsal con una espina pequeña; longitud del isquio 1.46 veces su anchura, 0.24 veces la longitud del mero.

Longitud de la palma del segundo par de pereiópodos 1.5 veces su anchura, 0.88 veces la longitud de los dedos, varios mechones de setas en el margen ventral del dedo fijo y palma y uno o dos mechones en el dedo móvil y setas esparcidas; carpo con cinco segmentos, longitud total ocho veces su anchura, 2.5 veces la longitud de la quela, longitud del primer segmento 5.25 veces la longitud del segundo segmento, 1.1 veces la longitud de los cuatro segmentos restantes, longitud del segundo, tercer y cuarto segmento subigual, longitud del quinto segmento 1.14 veces la longitud del tercer y cuarto segmento; longitud del mero 5.66 veces su anchura, 0.85 veces la longitud del carpo; longitud del isquio 0.76 veces la longitud del mero.

Dactilo del tercer par de pereiópodos largo y delgado, longitud 3.2 veces su anchura máxima, diente inferior diverge ligeramente del eje central del dactilo, anchura de la base de los dientes subigual; longitud del propodio 7.5 veces su anchura, 4.68 veces la longitud del dactilo, margen ventral con nueve pares de espinas móviles y un par de espinas distales; longitud del carpo 3.36 veces su anchura, 0.49 veces la longitud del propodio, extremo distal del margen ventral con un par de espinas móviles; longitud del mero 4.38 su anchura; longitud del isquio 2.33 veces su anchura.

Extremo posterior del margen ventral de la pleura de la primera somita abdominal redondeada, margen ventral de la segunda a la quinta pleura redondeada; primer par de pleópodos birrámeo, segundo par de pleópodos con apéndice interno.

Telson ancho, longitud 1.29 veces su anchura anterior, 2.52 veces su anchura posterior, superficie dorsal del telson con una depresión media longitudinal levemente marcada, márgenes laterales sinuosos, margen posterior convexo; espinas dorsales largas, alejadas del margen lateral, par anterior de espinas insertado a 0.37 veces la longitud del

telson, par posterior de espinas insertado a 0.66 veces la longitud del telson. Ángulos distales del telson redondeados.

Localidad tipo: Matapalo, Perú.

**Hábitat:** Entre ostras y esponjas; de la zona intermareal a 20 m de profundidad (Rathbun, 1910; Vargas y Cortés 1999; Hermoso Salazar y Hendrickx 2005).

**Registros previos en México:** Estero Teacapán y Altata, Sinaloa, México (Hermoso Salazar y Hendrickx 2005).

**Distribución mundial:** Estero Teacapán y Altata, Sinaloa, México; de Costa Rica, a Malpalo, Perú (Lemaitre y Alvarez León 1992; Hermoso Salazar y Hendrickx 2005).

**Comentarios:** Rathbun (1910) describe a *S. t. peruvianus* con sólo 13 características y la asigna al grupo de subespecies de *S. townsendi* por la carencia de la espina dorsal del basicerito. Hermoso Salazar *et al.* (2005) con la revisión del holotipo la redescriben; además la excluyen de este grupo taxonómico y la elevan a especie porque está claramente diferenciada de *S. townsendi*.

Abele y Kim (1989), en su estudio de los decápodos del canal de Panamá, describen a *S. recessus* y hacen referencia a las similitudes y diferencias con *S. townsendi;* además mencionan que ambas especies carecen de la espina dorsal del basicerito, la presencia de una espina en el margen dorsal de la palma de la quela mayor, y la similitud de la forma del dactilo del tercer par de pereiópodos. Una de las diferencias más importantes entre estas dos especies es que el rostro de *S. recessus* surge de la superficie dorsal de la parte anterior del caparazón. No obstante, Abele y Kim (1989) no comparan a *S. recessus* con *S. peruvianus*, quien presenta la misma característica del rostro y es la especie morfológicamente más cercana.

Synalpheus recessus presenta un amplio intervalo de variación morfológica intraespecífica, lo cual se detectó con la revisión del holotipo y de 61 especímenes. Incluso, se encuentran diferencias entre las proporciones morfométricas de un lado a otro de un solo espécimen. Por tanto, con el análisis del material tipo de ambas especies y del material de Sinaloa, se concluye que *S. recessus* es sinónimo de *S. peruvianus*.

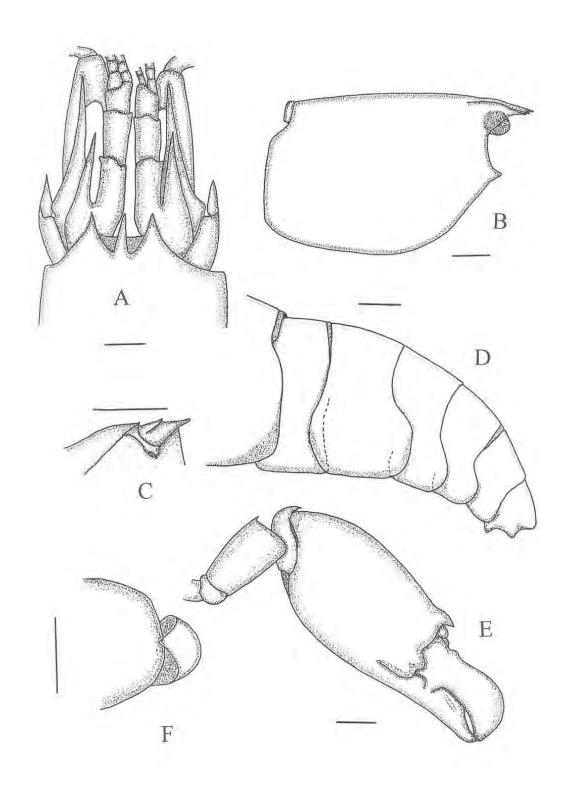


Figura 27. *Synalpheus peruvianus* Rathbun, 1910, hembra ovígera holotipo (40503 USNM). A. Porción anterior del caparazón en vista dorsal; B. Caparazón en vista lateral; C. Proceso rostroventral; D. Abdomen en vista lateral; E. Quelípedo mayor; F. Carpo del quelípedo mayor (Tomado de Hermoso Salazar *et al.* 2005).

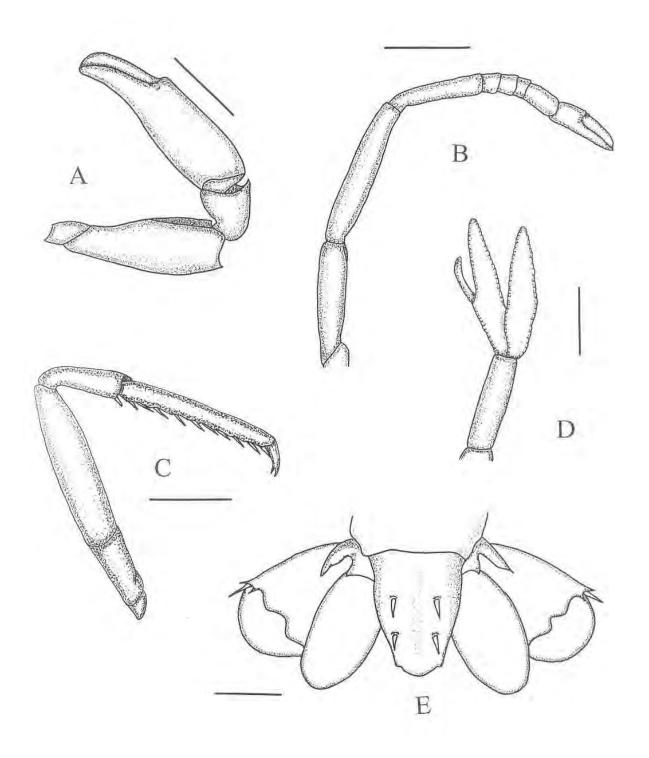


Figura 28. *Synalpheus peruvianus* Rathbun, 1910, hembra ovígera holotipo (40503 USNM). A. Quelípedo menor; B. Segundo pereiópodo; C. Tercer pereiópodo; D. Segundo pleópodo en hembras; E. Telson en vista dorsal (Tomado de Hermoso Salazar *et al.* 2005).

Por otro lado, se amplia el límite norte de distribución, de Costa Rica a Sinaloa, México (Hermoso Salazar y Hendrickx 2005).

**Observaciones**: Abele y Kim (1989) consideran como característica diagnóstica la longitud del rostro, según ellos nunca excede a los dientes oculares. Sin embargo, las características del rostro son variadas, en algunos paratipos de *S. recessus* el rostro alcanza el extremo distal de los dientes oculares, igual que en *S. peruvianus*. Incluso, en un paratipo los dientes oculares son de diferente tamaño. En los especímenes de Sinaloa lo más común es que el rostro presente la misma longitud que los dientes oculares.

De esta manera, *S. peruvianus* es una especie con un amplio intervalo de variación intraespecífico, principalmente en los apéndices cefálicos; ejemplo de esto es la longitud del rostro con relación a la longitud de los dientes oculares y su alcance a la parte visible del primer segmento antenular (de 0.13 a 0.34); sin embargo, el rostro no sobrepasa el primer tercio proximal del segmento antenular y puede ser más corto o alcanzar el extremo distal de los dientes oculares, pero no los sobrepasa. El pedúnculo antenular es elongado, su longitud es de 4.5 a 6 veces su anchura, comúnmente es superior a cinco veces su anchura. La longitud del estilocerito, el alcance de la escama al tercer segmento antenular, la longitud que sobrepasa la espina lateral del escafocerito a la escama y al pedúnculo antenular, así como la longitud que sobrepasa el carpocerito al pedúnculo antenular presentan mucha variación. Lo más contrastante es el alcance de la espina lateral del escafocerito con relación al pedúnculo antenular; puede llegar a 0.32 veces de la longitud del tercer segmento antenular o sobrepasar ligeramente el extremo distal del pedúnculo antenular.

Los pereiópodos son largos y delgados, aunque también presentan intervalos de variación considerables. La longitud del carpo del segundo par de pereiópodos va de 8 a 10.5 veces su anchura y el mero de 5.15 a 6.6 veces. La longitud del propodio del tercer par de pereiópodos se encuentra entre 7.2 a 8.8 veces su anchura, comúnmente es de 7.5 a 8 y la del mero de 4.4 a 5 veces.

No obstante, es una especie con caracteres distinguibles para ser diferenciada de las especies cercanas morfológicamente. El margen anterior del caparazón, entre el rostro y dientes oculares siempre es muy amplio, el margen ventral del proceso rostroventral está

levemente bilobulado, el margen externo de las capuchas oculares es muy convexo; la espina lateral del escafocerito siempre es más corta que el carpocerito, y este último siempre sobrepasa al pedúnculo antenular; el basicerito carece de espina dorsal, la espina lateral del basicerito a lo mucho alcanza 0.7 veces la longitud de la parte visible del primer segmento antenular: la espina del extremo distal de la palma del quelípedo mayor no se encuentra sobre un tubérculo, el carpo del quelípedo mayor y menor están triangularmente proyectados y presentan una espina, el mero de ambos quelípedos está armado en el extremo distal del margen dorsal; los machos presentan un apéndice interno del segundo al quinto par de pleópodos y el margen ventral de la tercera a la quinta pleuras está notablemente angulosas; las espinas del margen dorsal del telson están considerablemente alejadas del margen externo.

# Synalpheus sanjosei Coutière, 1909

Figuras 29 y 30

Synalpheus apioceros sanjosei Coutière, 1909:29, Fig. 10. Hendrickx et al., 1983:72. Wicksten, 1983:39. Ríos, 1992:8, Fig. 3.

Synalpheus opiocerus sanjosei. - Steinbeck y Ricketts, 1941:447.

Synalpheus lockingtoni.- Wicksten, 1983:39 (al menos AHF 1040-40) (no S. lockingtoni Coutière, 1909).

Synalpheus sanjosei.- Wicksten, 1994:210, Fig.1. Vega Juárez y Carballo Cenizo, 2003:156.

Material examinado: Baja California Sur: Isla San José, 1 macho (Holotipo, 12098 MNHN; 1900). Sinaloa: Topolobanpo, 2 machos y 4 hembras ovígeras (EMU; 11-abril-1984), 2 machos y 2 hembras ovígeras (EMU; 13-abril.1984); Teacapán, 1 hembra ovígera (EMU; 7-marzo-1980). Nayarit: Punta de Mita, 1 macho (2560 SMIOM; 13-marzo-1991), 1 hembra (2567 SMIOM; 13-marzo-1991). Colima: Bahía Santiago, Manzanillo, 1 macho y 1 hembra ovígera (1948 SMIOM; 15-julio-1989), 1 hembra ovígera (1959 SMIOM; 15-julio-1989), 1 macho y 1 hembra ovígera (2005 SMIOM; 16-julio-1989), 1 macho (2072

SMIOM; 16-noviembre-1989), 1 hembra ovígera (2074 SMIOM; 16-noviembre-1989). Guerrero: Acapulco, 1 hembra (99814 MNHN; 18-junio-1955). Oaxaca: Bahía La Entrega, 1 macho (2348; 4-julio-1990), 4 machos y 1 hembra ovígera (2390 SMIOM; 5-julio-1990), 1 macho (2397 SMIOM; 5-julio-1990); Bahía Santa Cruz, 1 macho (2460; 6-julio-1990).

Redescripción: Rostro delgado, setas cerca de la punta, recto en vista lateral, longitud tres veces su anchura a nivel del margen del caparazón, alcanza 0.93 y 0.81 veces la longitud de la parte visible del primer segmento antenular, sobrepasa el nivel de los dientes oculares en vista lateral, inicia sobre del caparazón; margen anterior del caparazón, entre el rostro y los dientes oculares cóncavo, depresión marcada sobre la superficie del caparazón, entre el rostro y capuchas oculares. Capuchas oculares ligeramente abultadas; dientes oculares subtriangulares, posteriormente anchos, agudos, escasamente hacia adentro en vista dorsal, punta casi recta en vista lateral, más cortos que el rostro, carece de setas, alcanzan 0.68 y 0.60 veces la longitud de la parte visible del primer segmento antenular. Margen pterigostomiano notablemente producido en un lóbulo largo y delgado distalmente; margen antenal ligeramente cóncavo. Proceso rostroventral levemente bilobulado.

Pedúnculo antenular corto, longitud total 3.8 y cuatro veces su anchura; longitud del primer segmento 0.61 y 0.70 veces la suma de la longitud del segundo y tercer segmento, 1.11 y 1.26 veces la longitud del segundo segmento, longitud del segundo segmento 1.23 veces la longitud del tercer segmento. Estilocerito fuerte, agudo, setas escasas cerca de la punta, alcanza 0.57 veces la longitud del segundo segmento del pedúnculo antenular.

Escama del escafocerito desarrollada, longitud 3.5 y 3.91 veces su anchura, alcanza 0.23 y 0.52 veces la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular; espina lateral gruesa, y recta, margen lateral externo cóncavo, sobrepasa a la escama por aproximadamente la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular, sobrepasa al pedúnculo antenular por 0.28 y 0.47 veces la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular, alcanza el extremo distal del carpocerito. Espina dorsal del basicerito ligeramente más corta que el rostro y dientes oculares, longitud 0.29 veces la longitud de la espina lateral; espina lateral larga y delgada, alcanza 0.11 y 0.23 veces la longitud del segundo segmento del pedúnculo antenular, longitud 3.37 veces la longitud de la espina

dorsal. Carpocerito grueso, longitud 3.5 veces su anchura, sobrepasa al pedúnculo antenular por 0.3 veces la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular.

Longitud del último segmento del tercer par de maxilípedos 3.07 veces la longitud del penúltimo segmento, extremo distal con seis espinas obscuras y móviles.

Quela mayor del primer par de pereiópodos alargada, longitud de la quela 2.56 veces su anchura; longitud de la palma 1.77 veces su anchura, 2.23 veces la longitud de los dedos, extremo distal del margen dorsal de la palma con una espina sobre un tubérculo, punta ligeramente hacia abajo, dedos cortos, dedo fijo más corto que el dedo móvil, ocupan el 0.3 veces la longitud de la quela; carpo corto, longitud 0.56 veces su anchura, extremo distal del margen dorsal redondeado, extremo distal del margen ventral bilobulado; longitud del mero 2.13 veces su anchura, 0.55 veces la longitud de la palma, margen dorsal cóncavo, margen ventral sinuoso a la mitad de su longitud, extremo distal del margen dorsal con una espina, extremo distal del margen ventral de ambas caras con una proyección delgada; longitud del isquio 0.68 veces su anchura.

Longitud de la palma del segundo par de pereiópodos 1.5 veces su anchura, ligeramente más corta de la longitud de los dedos, setas principalmente en los dedos; carpo con cinco segmentos, longitud total 8.75 veces su anchura, 2.05 veces la longitud de la quela, longitud del primer segmento 4.54 veces la longitud del segundo segmento, 0.9 veces la suma de la longitud de los cuatro segmentos restantes, longitud del segundo, tercer y cuarto segmento subigual, longitud del quinto segmento 1.44 veces la suma de la longitud del tercer y cuarto segmento; longitud del mero 5.23 veces su anchura, 0.84 veces la longitud del carpo; longitud del isquio 0.79 veces la longitud del mero.

Longitud del dactilo del tercer par de pereiópodos 2.2 veces su anchura máxima, dientes ligeramente curvos, anchura de la base de los dientes subigual; longitud del propodio 5.81 veces su anchura, 4.22 veces la longitud del dactilo, margen ventral con siete espinas móviles y un par de espinas distales; longitud del carpo 2.52 veces su anchura, 0.51 veces la longitud del propodio, extremo distal del margen ventral con una espina móvil; longitud del mero 3.88 veces su anchura; longitud del isquio 1.76 veces su anchura.

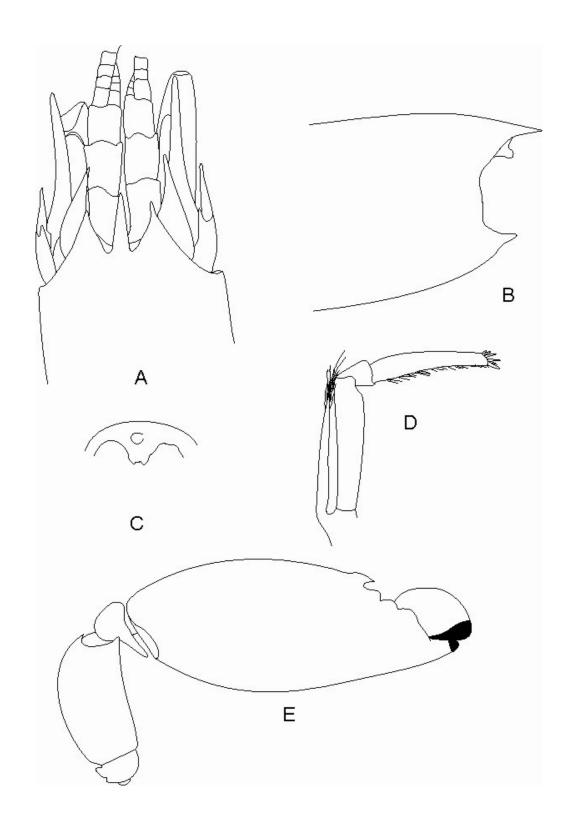


Figura 29. *Synalpheus sanjosei* Coutière, 1909, macho holotipo (12098 MNHN). A. Porción anterior del caparazón en vista dorsal; B. Porción anterior del caparazón en vista lateral; C. Proceso rostroventral; D. Tercer maxilípedo; E. Quelípedo mayor.

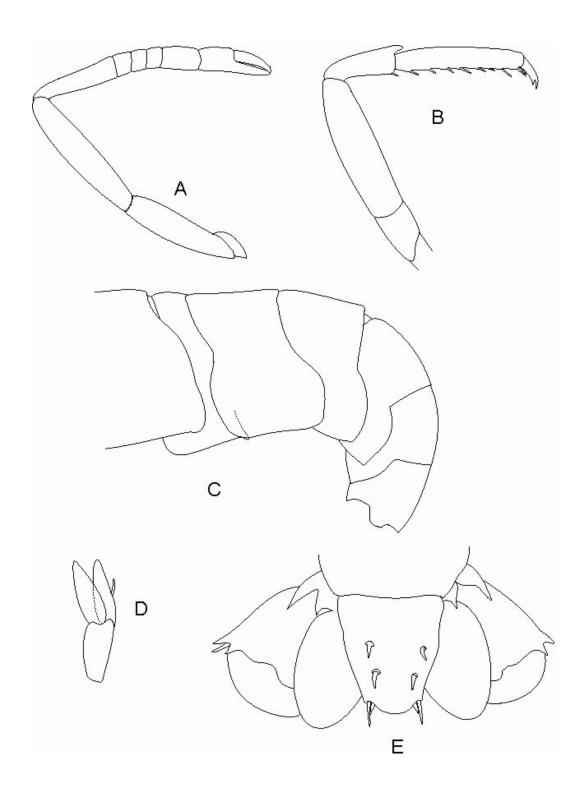


Figura 30. *Synalpheus sanjosei* Coutière, 1909, macho holotipo (12098 MNHN). A. Segundo pereiópodo; B. Tercer pereiópodo; C. Abdomen en vista lateral; D. Segundo pleópodo en machos; E. Telson en vista dorsal.

Extremo posterior del margen ventral de la pleura de la primera somita abdominal con dimorfismo sexual, en machos con una prolongación curva subaguda, margen ventral de la segunda a la quinta pleura casi recto; primer par de pleópodos birrámeo en ambos sexos, segundo par de pleópodos con apéndice interno en ambos sexos.

Telson ancho, longitud 1.16 veces su anchura anterior, 2.1 veces su anchura posterior, superficie dorsal del telson con una depresión media longitudinal levemente marcada, márgenes laterales sinuosos, margen posterior convexo; espinas dorsales delgadas, notablemente alejadas del margen lateral, principalmente el par posterior, par anterior de espinas insertado a 0.42 veces la longitud del telson, par posterior de espinas insertado a 0.65 veces la longitud del telson. Ángulos distales del telson ligeramente prolongados. Espinas del margen posterior largas, longitud del par interno dos veces la longitud del par externo.

Localidad tipo: Isla San José, Baja California Sur, Golfo de California, México.

**Hábitat:** En fondos duros; de la zona intermareal a la sublitoral somera (Wicksten 1983); en tubos de poliquetos (Hendrickx *et al.* 1983); en diferentes ambientes rocosos: mantos de algas, esponjas, corales y sobre un bivalvo *Spondylus* sp (Ríos 1992) y rocas de coral muerto (Hermoso Salazar 1999).

Registros previos en México: Baja California Sur: Bahía Concepción (Steinbeck y Ricketts 1941; Ríos 1989, 1992), Bahía de La Paz (Rodríguez de la Cruz 1987), El Mogote, Arrecife Pulmo (Steinbeck y Ricketts 1941), Isla San José (Coutière 1909). Costa occidental de Baja California Sur: Laguna Scammon's y Bahía Magdalena. Sonora: Bahía Cholla (Wicksten 1994), Guaymas (Ríos 1992), Isla Blanca e Isla San Nicolás (Wicksten 1983, 1994). Sinaloa: Punta Piaxtla (Hendrickx *et al.* 1983; Hendrickx 1994), Punta Chile (Hendrickx *et al.* 1983), Cerro del Vigía (Hendrickx *et al.* 1983), Bahía de Mazatlán (Hendrickx 1994; Vega Juárez y Carballo Cenizo 2003), Isla Pájaros (Hendrickx *et al.* 1983; Hendrickx 1994), al sur de Sinaloa (Hendrickx 1993a). Nayarit: Punta de Mita. Colima: Bahía Santiago, Manzanillo (Hermoso Salazar 1999). Guerrero: Roca San Lorenzo, Bahía de Santa Lucía, Acapulco (Wicksten 1983, 1994). Oaxaca: Bahía La Entrega y Bahía Santa Cruz (Hermoso Salazar 1999).

**Distribución mundial:** De Bahía Cholla, Sonora, Golfo de California y Laguna Scammon's, costa oeste de Baja California Sur a Oaxaca, México; Golfo de Nicoya, Costa Rica y Estero de Varas, Colombia (Wicksten 1994; Hermoso Salazar 1999).

Comentarios: De acuerdo con Banner y Banner (1975), el manejo de los grupos de especies en el género *Synalpheus* es poco práctico y provoca mucha confusión. El caso más claro es el grupo de subespecies de *S. apioceros* descritas por Coutière (1909), este está conformado por *S. apioceros*, *S. a. sanjosei* Coutière, 1909, *S. a. mayaguensis* Coutière, 1909, *S. a. leiopes* Coutière, 1909 y *S. a desterroensis* Coutière, 1909. La subespecie asignada al Pacífico Oriental es *S. a. sanjosei*, la cual Wicksten (1994) la eleva a especie. Debido a la variación intraespecífica, Ríos (1992) menciona que el material de Bahía Concepción se puede asignar al menos a cuatro subespecies de la especie politípica *S. apioceros*, pero los maneja como *S. sanjosei* porque es la especie señalada para el Pacífico Oriental.

Por otro lado, Chace (1972) enfatiza la invalidez de las subespecies del género *Synalpheus* y registra sólo a *S. apioceros* para la costa este de América.

Observaciones: El holotipo carece de quela menor. Es muy común observar variaciones morfométricas de un lado a otro del cuerpo. En este caso el pedúnculo antenular y antenal de la región derecha del espécimen están más elongados que el del lado izquierdo. Otra variación presente en el holotipo es el dedo fijo de la quela menor; en este caso, es más corto que el dedo móvil, pero se trata de una variación del espécimen, en general la longitud de los dedos son subiguales.

### Synalpheus sanlucasi Coutière, 1909

Figuras 31 y 32

Synalpheus sanlucasi Coutière, 1909:41, Fig. 23. Chace, 1937:123. Abele y Patton, 1976:37. Wicksten, 1983:36.

**Material examinado:** Baja California Sur: Cabo San Lucas, 1 macho (Holotipo, 6355 USNM).

Redescripción: Rostro algo delgado, setas escasas cerca de la punta, dirigido hacia la derecha en vista dorsal, recto en vista lateral, longitud 2.4 veces su anchura a nivel del margen del caparazón, alcanza 0.85 veces la longitud de la parte visible del primer segmento antenular, ligeramente sobrepasa el nivel del diente ocular en vista lateral, inicia sobre la superficie del caparazón; margen anterior del caparazón, entre el rostro y el diente ocular derecho ligeramente cóncavo, depresión ligera sobre la superficie del caparazón entre el rostro y capuchas oculares. Capuchas oculares ligeramente abultadas; diente ocular subtriangular, agudo, punta hacia adentro en vista dorsal, casi recto en vista lateral, más corto que el rostro, sin setas, 0.57 veces la longitud de la parte visible del primer segmento antenular. Margen pterigostomiano con una ligera prolongación subtriangular aguda; margen antenal sinuoso. Proceso rostroventral notablemente bilobulado.

Pedúnculo antenular corto y algo grueso, longitud total tres veces su anchura, longitud del primer segmento 0.63 veces la suma de la longitud del segundo y tercer segmento, 1.27 veces la longitud del primer segmento, longitud del segundo segmento igual a la longitud del tercer segmento. Estilocerito ancho y corto, alcanza 0.36 y 0.27 veces la longitud del segundo segmento del pedúnculo antenular.

Escama del escafocerito angosta, longitud 5.25 veces su anchura, alcanza 0.45 veces la longitud de la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular; espina lateral gruesa, casi recta, margen lateral externo ligeramente cóncavo, sobrepasa a la escama por 0.63 veces la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular, alcanza o escasamente sobrepasa al pedúnculo antenular, más corta que el carpocerito por 0.18 veces la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular. Espina dorsal del basicerito larga y gruesa, más corta que el rostro y ligeramente sobrepasa al diente ocular, longitud 0.33 veces la longitud de la espina lateral; espina lateral gruesa, alcanza 0.25 veces la longitud del segundo segmento del pedúnculo antenular, longitud tres veces la longitud de la espina dorsal. Carpocerito grueso, longitud tres veces su anchura, sobrepasa al pedúnculo antenular 0.36 veces la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular.

Longitud del último segmento del tercer par de maxilípedos 3.58 veces la longitud del penúltimo segmento.

Quela mayor del primer par de pereiópodos bulbosa, longitud de la quela 2.52 veces su anchura; longitud de la palma 1.62 veces su anchura, 1.8 veces la longitud de los dedos, extremo distal del margen dorsal de la palma redondeado; carpo corto, longitud 0.45 veces su anchura, extremo distal del margen dorsal redondeado, extremo distal del margen ventral ligeramente ondulado; longitud del mero 1.75 veces su anchura, 0.42 veces la longitud de la palma, margen dorsal convexo, margen ventral sinuoso, extremo distal del margen dorsal con una espina pequeña, sin setas; longitud del isquio ligeramente superior a su anchura.

Extremo posterior del margen ventral de la pleura de la primera somita abdominal con dimorfismo sexual, en machos con una prolongación curva subaguda, margen ventral de la segunda a la quinta pleura casi recto; primer par de pleópodos birrámeo, segundo par de pleópodos con apéndice interno.

Telson ancho, longitud 1.26 veces su anchura anterior, 2.23 veces su anchura posterior; superficie dorsal del telson sin depresión media longitudinal; márgenes laterales sinuosos, margen posterior convexo; espinas dorsales delgadas, alejadas del margen lateral, par anterior de espinas insertado 0.39 veces de la longitud del telson, par posterior de espinas insertado 0.63 veces de la longitud del telson; espinas del margen posterior delgadas.

**Localidad tipo:** Cabo San Lucas, Baja California Sur, Golfo de California, México.

**Hábitat:** Entre coral y rocas; a 7 m (Wicksten 1983).

Registros previos en México: Baja California Sur: Banco Arena (Chace 1937), Cabo San Lucas (Coutière 1909). Jalisco: Bahía Tenacatita (Wicksten 1983).

**Distribución mundial:** Baja California Sur y Jalisco; México; Isla Perlas, Panamá (Abele y Patton 1976; Wicksten 1983).

**Comentarios**: Los ejemplares de *S. sanlucasi* registrados en la literatura no se revisaron, por la falta de disposición de préstamo de las diferentes colecciones. Por tal motivo no se revisó el material biológico registrado por Chace (1937, 1941), Abele y Patton (1976) y Wicksten (1983). Sólo se verificaron los registros de Steinbeck y Ricketts (1941), y la especie estaba mal identificada, los especímenes no pertenecen a *S. sanlucasi*, sino a *S. nobilii*.

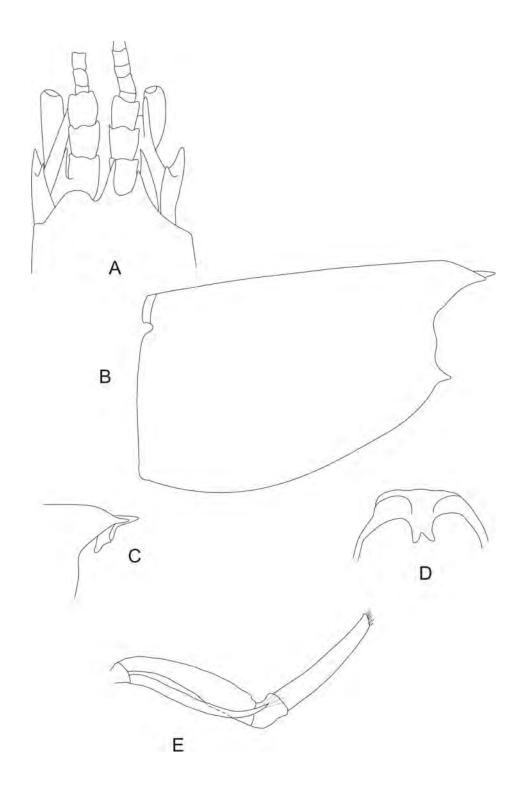


Figura 31. *Synalpheus sanlucasi* Coutière, 1909, macho holotipo (6355 USNM). A. Porción anterior del caparazón en vista dorsal; B. Caparazón en vista lateral; C. Proceso rostroventral en vista lateral; D. Proceso rostro ventral en vista frontal; E. Tercer maxilípedo.

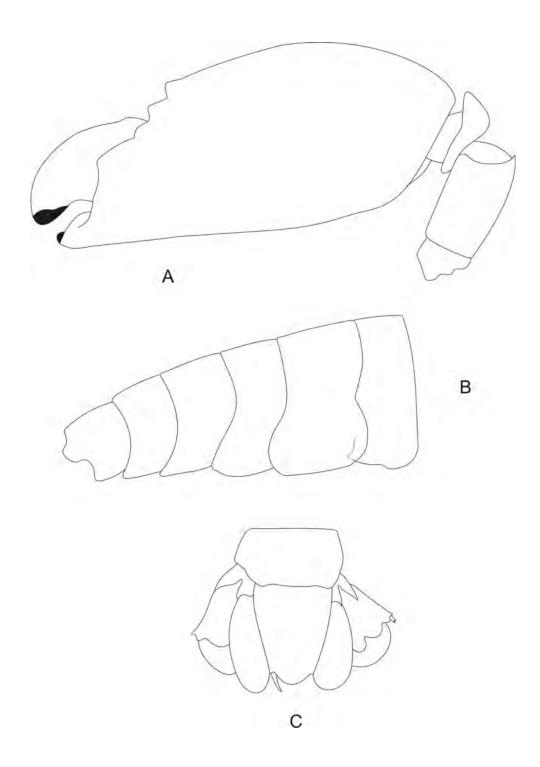


Figura 32. *Synalpheus sanlucasi* Coutière, 1909, macho holotipo (6355 USNM). A. Quelípedo mayor; B. Abdomen en vista lateral; D. Telson en vista dorsal.

**Observaciones**: Coutière (1909) describe a *S. sanlucasi* basándose en un sólo organismo con defectos morfológicos y con la ausencia de la quela menor. En la actualidad el holotipo está muy maltratado, no presenta el resto de los apéndices, sólo tiene la quela mayor del primer par de pereiópodos. El ejemplar presenta malformaciones del lado izquierdo, carece del diente ocular y tiene variaciones muy marcadas en las proporciones morfométricas entre las del lado derecho e izquierdo. Por otra parte, la descripción original no está bien detallada, sólo existe una comparación morfológica, donde se resaltan las características distintivas entre *S. sanlucasi* y *S. fritzmuelleri*. Coutière (1909) considera a *S. fritzmuelleri*, distribuida en el Atlántico, como la especie morfológicamente más cercana a *S. sanlucasi*, y no la compara detalladamente con la especie análoga del Pacífico, en este caso es *S. nobilii*.

La principal diferencia entre *S. sanlucasi* y *S. fritzmuelleri* es la apariencia de los apéndices. En *S. sanlucasi* son más cortos y robustos que en *S. fritzmuelleri* (Coutière 1909). Esto no se verificó porque el holotipo carece de estos apéndices. Sin embargo, se detectaron discrepancias morfológicas en otros caracteres mencionados en la descripción original, principalmente en las proporciones morfométricas de los apéndices cefálicos.

Según Coutière (1909) es muy fácil diferenciar a *S. nobilii* de *S. sanlucasi* por la apariencia de los apéndices, principalmente de las anténulas, de la quela mayor del primer par de pereiópodos, del segundo y tercer par de pereiópodos y del dactilo del tercer par de pereiópodos, así como también por las espinas del basicerito y el margen anterior del caparazón. Para Coutière (1909), la característica distintiva de estas dos especies es la proporción de la longitud-anchura del mero del tercer par de pereiópodos, en *S. sanlucasi* es 2.53 y en *S. nobilii* 2.8, variación poco contrastante.

Synalpheus spinifrons (H. Milne Edwards, 1837)

Figuras 33 y 34

*Alpheus spinifrons* H. Milne Edward, 1837:355. White, 1847:75. Nicolet, 1849:214. Lám. 2, Fig. 2. Kingsley, 1883:116. de Man, 1888:498. Porter, 1898:33. Doflein. 1900:127.

Alpheus Spinifrons.- Guérin-Méneville, 1857:xlviii.

Synalpheus spinifrons.- Coutière, 1898b:190. Coutière 1899:11. 13, 17, 39, 42, 419. 481. Lenz, 1902:733. Porter, 1903:152. Coutière, 1909:1, 10. Holthuis, 1952:36. Fig. 8.

Synalpheus latastei Coutière, 1909: 26, Fig. 7. Rathbun, 1910:562, Fig. 3.

**Material examinado:** Perú.- Lobos de Afuera, Perú, 3 machos, 1 hembra y 11 hembras ovígeras (181116 USNM; 14-febrero-1938).

Redescripción: Rostro delgado, punta redondeada, setas escasas cerca de la punta, recto en vista dorsal y lateral, longitud casi dos veces su anchura a nivel del margen del caparazón, alcanza 0.7 veces la longitud de la parte visible del primer segmento antenular, la punta del rostro sobrepasa el nivel de los dientes oculares en vista lateral, inicia en la superficie del caparazón; margen anterior del caparazón, entre el rostro y los dientes oculares cóncavo, depresión somera sobre la superficie del caparazón entre el rostro y capuchas oculares. Capuchas oculares poco abultadas; dientes oculares agudos, rectos en vista dorsal, puntas ligeramente hacia arriba en vista lateral, más cortos que el rostro, setas escasas cerca de la punta, ligeramente sobrepasa la mitad de la longitud de la parte visible del primer segmento antenular. Margen pterigostomiano con una prolongación aguda; margen antenal sinuoso. Proyección rostroventral larga y notablemente bilobulada.

Pedúnculo antenular corto, longitud total 4.1 veces su anchura; longitud del primer segmento 0.75 veces la suma de la longitud de segundo y tercer segmento, 1.31 veces la longitud del segundo segmento, longitud del segundo segmento 1.33 veces la longitud del tercer segmento. Estilocerito delgado, alcanza 0.5 y 0.56 veces la longitud del segundo segmento.

Escama del escafocerito desarrollada, longitud aproximadamente 3.5 veces su anchura, alcanza 0.5 veces la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular; espina lateral delgada y recta, alcanza o sobrepasa por 0.21 veces la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular, no sobrepasa al carpocerito por 0.6 veces la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular. Espina dorsal del basicerito corta, no sobrepasa al rostro ni dientes oculares, longitud 0.28 veces la longitud de la espina lateral; espina lateral larga y delgada, alcanza o ligeramente sobrepasa al extremo distal de la parte visible del primer segmento, longitud 3.5 veces la longitud de la espina dorsal. Carpocerito grueso, longitud

3.23 veces su anchura, sobrepasa al pedúnculo antenular por 0.58 veces la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular.

Longitud del último segmento del tercer par de maxilípedos 3.66 veces la longitud del penúltimo segmento, extremo distal con siete espinas obscuras y móviles.

Quela mayor del primer par de pereiópodos bulbosa, longitud de la quela 2.5 veces su anchura; palma ancha, longitud 1.8 veces su anchura, 1.7 veces la longitud de los dedos, extremo distal del margen dorsal de la palma con un lóbulo, dedos cortos, ocupan 0.36 veces la longitud de la quela; carpo corto, longitud 0.42 veces su anchura, extremo distal del margen dorsal redondeado, margen ventral ligeramente ondulado; longitud del mero 2.5 veces su anchura, 0.45 veces la longitud de la palma, margen dorsal casi recto, margen ventral sinuoso a la mitad de su longitud, extremo distal del margen dorsal redondeado; isquio corto, longitud 0.61 veces su anchura.

Longitud de la palma de la quela menor del primer par de pereiópodos 3.12 veces su anchura, 2.08 veces la longitud de los dedos; dedos bidentados; longitud del carpo 0.94 veces su anchura, 0.57 veces la longitud de la palma, extremo distal del margen dorsal redondeado; longitud del mero 2.48 veces su anchura, margen dorsal y ventral ligeramente convexos, extremo distal del margen dorsal redondeado; longitud del isquio 1.3 veces su anchura, 0.31 veces la longitud del mero.

Longitud de la palma del segundo par de pereiópodos 2.94 veces su anchura, 0.86 veces la longitud de los dedos; carpo con cinco segmentos, longitud total 7.75 veces su anchura, 2.21 veces la longitud de la quela, longitud del primer segmento 5.16 veces la longitud del segundo segmento, aproximadamente igual a la suma de la longitud de los cuatro segmentos restantes, segundo segmento subigual al tercero, longitud del tercer y cuarto segmento subiguales, longitud del quinto segmento 1.27 veces de la suma de la longitud del tercer y cuarto segmento; longitud del mero 4.6 veces su anchura, 0.82 veces la longitud del carpo; longitud del isquio 0.6 veces la longitud del mero.

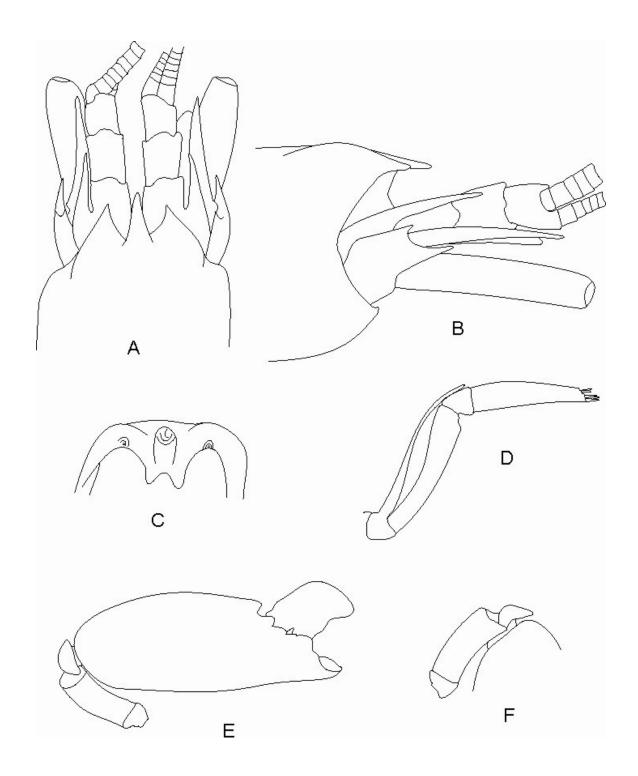


Figura 33. Synalpheus spinifrons (H. Milne Edwards, 1837), hembra ovígera (181116 USNM). A. Porción anterior del caparazón en vista dorsal; B. Porción anterior del caparazón en vista lateral; C. Proceso rostroventral; D. Tercer maxilípedo; E. Quelípedo mayor; F. Porción posterior del quelípedo mayor.

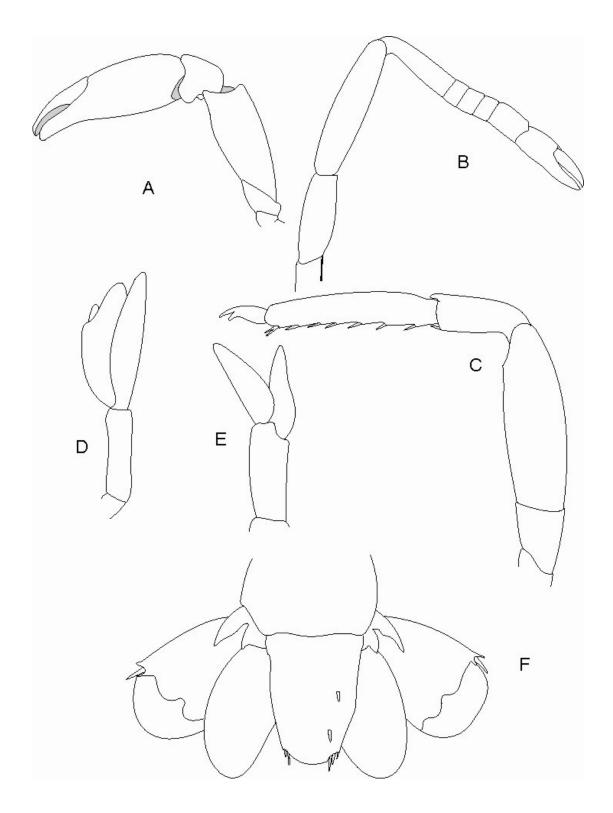


Figura 34. *Synalpheus spinifrons* (H. Milne Edwards, 1837), hembra ovígera (181116 USNM). A. Quelípedo menor; B. Segundo pereiópodo; C. Tercer pereiópodo; D. Segundo pleópodo en hembras; E. Segundo pleópodo en machos; F. Telson en vista dorsal.

Dactilo del tercer par de pereiópodos delgado, longitud 3.1 veces su anchura

máxima, anchura de la base de los dientes distales subigual; longitud del propodio 5.66

veces su anchura, 3.54 veces la longitud del dactilo, margen ventral con seis espinas

móviles y un par de espinas distales; longitud del carpo 2.57 veces su anchura, 0.52 veces

la longitud del propodio, extremo distal del margen ventral con una espina móvil; longitud

del mero 3.2 veces su anchura; longitud del isquio 1.33 veces su anchura.

Extremo posterior del margen ventral de la pleura de la primera somita abdominal

con dimorfismo sexual poco contrastante, extremo distal posterior de la primera pleura en

machos con una ondulación, margen ventral de la segunda a la quinta pleura redondeado;

primer par de pleópodos birrámeo en ambos sexos, segundo par de pleópodos con apéndice

interno en hembras, ausente en machos.

Telson ancho, longitud 1.53 veces su anchura anterior, 2.25 veces su anchura

posterior, márgenes laterales sinuosos, margen posterior convexo; espinas dorsales delgada,

alejadas del margen lateral, par anterior de espinas insertado 0.44 veces la longitud del

telson, par posterior de espinas insertado 0.7 veces la longitud del telson. Espinas del

margen posterior cortas, longitud del par interno 2.16 veces la longitud del par externo.

**Localidad tipo:** Chile.

**Hábitat:** Entre algas (Holthuis 1952).

Registros previos en México: Ninguno.

**Distribución mundial:** Chile y Perú (Holthuis 1952).

Cometarios: Igual que todas las especies de Synalpheus, S. spinifrons presenta un

intervalo de variación morfometríca, principalmente en los apéndices cefalotorácicos.

Synalpheus stylopleuron Hermoso Salazar y Hendrickx, 2005

Figuras 35 y 36

Synalpheus stylopleuron Hermoso Salazar y Hendrickx, 2005:1109, Figs. 3 y 4.

Material examinado: Sinaloa: Isla Lobos, 1 macho (Holotipo, EMU-6467; eneronoviembre-1983), 1 hembra ovígera (Paratipo, EMU-6468; enero-noviembre-1983), 1 macho (Paratipo, EM-22686 CNCR; enero-noviembre-1983), 1 macho (Paratipo, LACMNH; enero-noviembre-1983), 1 macho (Paratipo, EMU-6469; enero-noviembre-1983), Isla Lobos, 2 machos y 1 hembra ovígera (EMU-6465-A; enero-noviembre-1983), 1 macho (EMU-6465-B; enero-noviembre-1983), 4 machos (EMU-6465-C; eneronoviembre-1983), 5 machos, 1 hembra y 1 hembra forma intermedia (EMU-6473; eneronoviembre-1983), 3 machos y 2 hembras ovígeras (EMU-6713; enero-noviembre-1983), 1 macho (EMU-6714; enero-noviembre-1983), 9 machos, 1 hembra ovígera y 3 hembras forma intermedia (EMU-6715; enero-noviembre-1983), 1 macho, 2 hembras forma intermedia (EMU-6716; enero-noviembre-1983), 3 machos (EMU-6466; enero-noviembre-1983); Entrada del Puerto, Bahía de Mazatlán, 1 macho (Paratipo, CNC-22687; eneronoviembre-1983); 1 hembra ovígera (Paratipo, EMU-6470; enero-noviembre-1983), 5 machos, 1 hembra y 2 hembras ovígeras forma intermedia (EMU-6461; enero-noviembre-1983), 2 machos, 1 hembra y 2 hembras forma intermedia (EMU-6462; enero-noviembre-1983), 1 hembra ovígera (EMU-6471; enero-noviembre-1983), 2 machos (EMU-6463), 3 machos y 1 hembra forma intermedia (EMU-6464; enero-noviembre-1983), 4 machos 1 hembra ovígera y 3 hembras forma intermedia (EMU-6472; enero-noviembre-1983).

Descripción: Rostro delgado, punta redondeada, márgenes laterales casi paralelos, un par de setas a cada lado cerca de la punta, algunas esparcidas en el resto del margen lateral, en vista dorsal recto, en vista lateral ligeramente hacia arriba, longitud aproximadamente tres veces su anchura del nivel del margen del caparazón, sobrepasa la mitad de la longitud de la parte visible del primer segmento antenular, en vista lateral ligeramente sobrepasa el nivel de los dientes oculares, inicia sobre del caparazón; margen anterior del caparazón, entre el rostro y dientes oculares cóncavo, depresión marcada sobre la superficie del caparazón, entre el rostro y capuchas oculares. Capuchas oculares ligeramente abultadas; dientes oculares proximalmente anchos y distalmente agudos, casi rectos vista dorsal y en vista lateral, setas cerca de la punta, más cortos que el rostro, alcanzan aproximadamente la mitad de la longitud de la parte visible del primer segmento antenular. Margen pterigostomiano subtriangularmente prolongado, corto, distalmente

redondeado. Proceso rostroventral lateralmente ancho, margen ventral bilobulado e inclinado hacia atrás.

Pedúnculo antenular delgado, longitud total 4.6 veces su anchura, longitud del segundo segmento 1.2 veces su anchura, longitud del primer segmento subigual a la suma de la longitud del segundo y tercer segmento, 1.9 veces la longitud del segundo segmento, longitud del segundo segmento subigual a la longitud del tercer segmento. Estilocerito delgado y recto, puede o no alcanzar el primer tercio proximal de la longitud del segundo segmento del pedúnculo antenular.

Escama del escafocerito desarrollada, longitud 4.2 veces su anchura, alcanza 0.4 veces la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular; espina lateral delgada, casi recta, sobrepasa a la escama por aproximadamente 0.5 veces la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular, alcanza el extremo distal del tercer segmento del pedúnculo antenular, más corta que el carpocerito por 0.8 veces la longitud del tercer segmento antenular. Espina dorsal del basicerito larga, subigual al rostro, ligeramente más larga que los dientes oculares, longitud aproximadamente 0.5 veces la longitud de la espina lateral; espina lateral algo gruesa, margen lateral externo ligeramente cóncavo, sobrepasa al rostro y dientes oculares, casi alcanza el extremo distal de la parte visible del primer segmento antenular, longitud aproximadamente dos veces la longitud de la espina dorsal. Carpocerito algo grueso, longitud aproximadamente 3.5 veces su anchura, sobrepasa al pedúnculo antenular por 0.8 veces la longitud del tercer segmento antenular.

Longitud del último segmento del tercer par de maxilípedos aproximadamente tres veces la longitud del penúltimo segmento, extremo distal con cinco espinas móviles.

Quela mayor del primer par de pereiópodos bulbosa, longitud de la quela 2.7 veces su anchura; longitud de la palma 1.8 veces su anchura, alrededor de 2.5 veces la longitud de los dedos, extremo distal del margen dorsal de la palma con una espina sobre un tubérculo, punta recta; dedos alargados, margen dorsal del dedo móvil ligeramente curvo, puntas ligeramente agudas y cruzadas, dedos ocupan el 0.3 veces de la longitud de la quela; carpo corto, longitud aproximadamente 0.7 veces su anchura, extremo distal del margen dorsal algo proyectado y con un espina, extremo distal externo del margen ventral elongado; longitud del mero aproximadamente dos veces su anchura, 0.45 veces la longitud de la

palma, margen dorsal algo convexo, margen ventral sinuoso a la mitad de su longitud, extremo distal del margen dorsal con una espina delgada, punta ligeramente hacia abajo, extremo distal del margen ventral de ambas caras redondeado y ligeramente proyectado.

Longitud de la palma de la quela menor del primer par de pereiópodos aproximadamente 1.8 veces su anchura y 1.7 veces la longitud de los dedos; longitud del carpo subigual a su anchura, 0.45 veces longitud de la palma, extremo distal del margen dorsal ligeramente proyectado, con una espina; longitud del mero 2.5 veces su anchura, margen dorsal ligeramente convexo, margen ventral sinuoso, extremo distal del margen dorsal con una espina; longitud del isquio igual a su anchura, 0.3 veces la longitud del mero.

Longitud de la palma del segundo par de pereiópodos 1.33 veces su anchura, subigual a la longitud de los dedos; carpo con cinco segmentos, longitud total nueve veces su anchura, 2.4 veces la longitud de la quela, longitud del primer segmento 5.2 veces la longitud del segundo segmento, aproximadamente igual a la longitud de suma de la longitud de los cuatro segmentos restantes, longitud del segundo, tercer y cuarto segmento subiguales, longitud del quinto segmento 1.3 veces la suma de la longitud del tercer y cuarto segmento; longitud del mero aproximadamente 5.3 veces su anchura, 0.85 veces la longitud del carpo; longitud del isquio 0.85 veces la longitud del mero.

Dactilo del tercer par de pereiópodos delgado, longitud 3.7 veces su anchura máxima, dientes ligeramente curvos, anchura de la base de los dientes subigual, longitud del diente ventral 0.5 veces la longitud del diente dorsal; longitud del propodio 6.1 veces su anchura, 3.7 veces la longitud del dactilo, margen ventral con siete espinas móviles y un par de espinas distales; longitud del carpo 2.6 veces su anchura, 0.5 veces la longitud del propodio, extremo distal del margen ventral con un par de espinas móviles; longitud del mero 3.7 veces su anchura; longitud del isquio 1.6 veces su anchura.

Extremo posterior del margen ventral de la pleura de la primera somita abdominal con dimorfismo sexual, en machos considerablemente prolongado, aproximadamente 0.8 veces de la longitud del terguito de la primera somita abdominal, margen ventral de la segunda a la cuarta pleura redondeada en hembras, en macho agudas; primer par de pleópodos birrámeo en ambos sexos, segundo par de pleópodos con apéndice interno en

ambos sexos. Apéndice interno del segundo par de pleópodos en hembras insertado a 0.67 veces de la longitud del endópodo, en machos a 0.37 veces de la longitud del endópodo.

Telson ancho, longitud 1.2 veces su anchura anterior, 2.2 veces su anchura posterior, superficie dorsal del telson con una depresión media longitudinal levemente marcada, márgenes laterales sinuosos, margen posterior ligeramente convexo; espinas dorsales largas, notablemente alejadas del margen lateral, par anterior de espinas insertado a 0.35 veces la longitud del telson, par posterior de espinas insertado a 0.62 veces la longitud del telson. Ángulos distales del telson redondeados, levemente prolongados. Espinas del margen posterior largas, longitud del par interno aproximadamente 1.6 veces la longitud del par externo.

Localidad tipo: Isla Lobos, Bahía de Mazatlán, Sinaloa, México.

**Hábitat:** En esponjas *Mycale parishii* (Bowerbank, 1875) y *Haliclona\_caerulea* (Hechtel, 1965); entre 3 y 4 metros de profundidad (Hermoso Salazar y Hendrickx 2005).

**Registros previos en México:** Isla Lobos y Bahía Mazatlán, Sinaloa, México (Hermoso Salazar y Hendrickx 2005).

**Distribución mundial:** Bahía de Mazatlán, Sinaloa, México (Hermoso Salazar y Hendrickx 2005).

**Observaciones:** Esta especie se caracteriza porque los machos presentan el extremo posteroventral de la primera pleura abdominal muy prolongado, su longitud es hasta de 0.8 veces la longitud del primer esternito abdominal. En las hembras el margen ventral de las pleuras 2-4 de los somitas abdominales está redondeado y en los machos está agudo. El apéndice interno en las hembras está insertado a 0.67 veces de la longitud del endópodo y en los machos a 0.37 veces.

Siete organismos tienen el extremo posteroventral de la primera pleura fuertemente prolongado y el apéndice interno ubicado aproximadamente a la mitad de la longitud del endópodo, también presentan entre los pleópodos, algunos huevos pequeños de color blanco. Se trata de un desarrollo sexual intermedio. Son hembras ovígeras con forma intermedia. Los huevos son pequeños, los cuales probablemente son infértiles porque no se

observa el desarrollo larval. De acuerdo con Duffy (2002), esto se da en algunas especies del género *Synalpheus*.

Con la revisión detallada de los especímenes, se observa que las variaciones morfológicas de esta especie se concentran principalmente en el alcance del rostro y en la proporción de su longitud con respecto a su anchura. Otra variación es la longitud de la espina dorsal del basicerito, esta puede o no alcanzar la punta del rostro, pero comúnmente sobrepasa a los dientes oculares.

Synalpheus stylopleuron está estrechamente relacionada con tres especies del Pacífico americano *S. sanjosei, S. superus* y *S. wickstenae.* Si bien son especies morfológicamente cercanas, entre ellas existen caracteres diagnósticos importantes que las distinguen (Tabla 3).

Coutière (1909) utiliza la longitud de la espina dorsal del basicerito y la proporción de la longitud-anchura del carpocerito para separar a los dos grupos de especies politípicas, *S. townsendi y S. apioceros*. De acuerdo con Coutière (1909), *S. a. sanjosei* tiene la espina dorsal del basicerito larga, igual en *S. stylopleuron*. La longitud del carpocerito en el grupo de subespecies *S. apioceros* es tres veces su anchura. En cambio, en *S. stylopleuron* es superior a esta proporción.

La amplitud del espacio del margen distal del caparazón, entre el rostro y los dientes oculares es una característica clara y fácil de distinguir entre *S. superus* y *S. stylopleuron*: en *S. superus* es muy amplia y en *S. stylopleuron* es angosta.

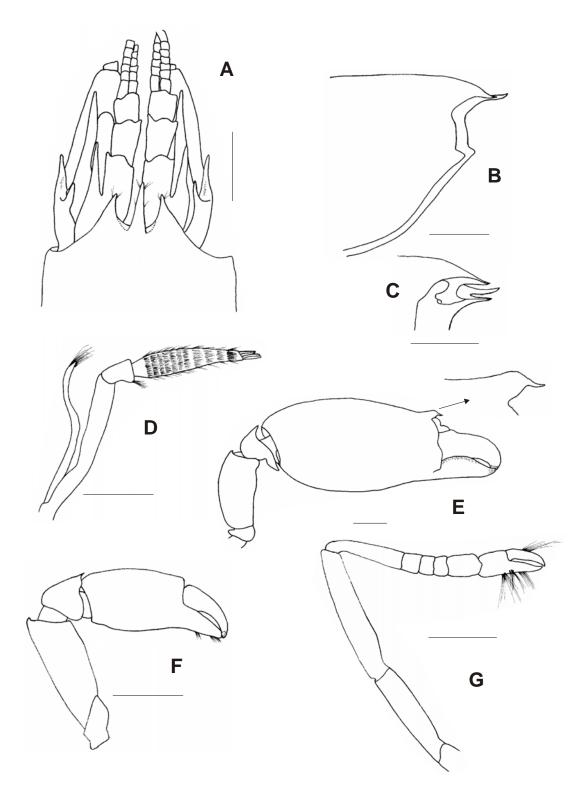


Figura 35. *Synalpheus stylopleuron* Hermoso Salazar y Hendrickx, 2005, macho holotipo (EMU-6467). A. Porción anterior del caparazón en vista dorsal; B. Porción anterior del caparazón en vista lateral; C. Proceso rostroventral; D. Tercer maxilípedo; E. Quelípedo mayor; F. Quelípedo menor; G. Segundo pereiópodo (Tomado de Hermoso Salazar y Hendrickx 2005).

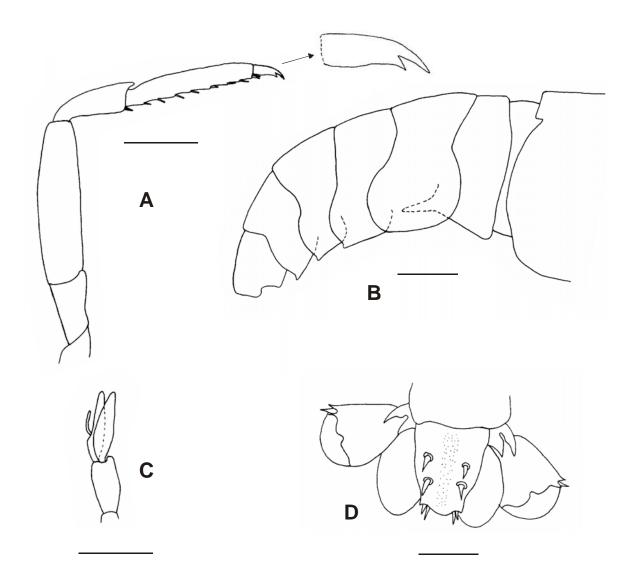


Figura 36. *Synalpheus stylopleuron* Hermoso Salazar y Hendrickx, 2005, macho holotipo (EMU-6467). A. Tercer pereiópodo; B. Abdomen en vista lateral; C. Segundo pleópodo en machos; D. Telson en vista dorsal (Tomado de Hermoso Salazar y Hendrickx 2005).

Tabla 3. Comparación morfológica de S. wickstenae, S. stylopleuron, S. superus y S. sanjosei.

CARACTERÍSTICA	S. wickstenae	S. stylopleuron	S. superus	S. sanjosei
MORFOLÓGICA ROSRO Alcance al primer segmento antenular	0.62-0.85	0.57 - 0.69	0.34-0.75 (comúnmente inferior a 0.5)	0.93 y 0.81
Longitud con relación a la longitud de los dientes oculares	Más largos	Más largos	Subigual	Más largos
Longitud del margen anterior del caparazón, entre el rostro y dientes oculares	Amplio	Amplio	Muy amplio	Amplio
PROCESO ROSTROVENTRAL Forma	Lateralmente ancho, margen ventral casi recto	Lateralmente ancho, margen ventral bilobulado	Lateralmente ancho; margen ventral notablemente bilobulado	Lateralmente ancho; margen ventral ligeramente bilobulado
ÁNGULO PTERIGOSTOMIAL Forma	Subtriangulamente proyectado, punta angosta y algo dirigida hacia arriba	Subtriangularmente proyectado, distalmente redondeado, corto	Subtriangularmente proyectado, basalmente ancho, distalmente redondeada, corto	Notablemente proyectado, en un lóbulo largo, distalmente delgado
PEDÚNCULO ANTENULAR Longitud del primer segmento con relación a la longitud del segundo segmento	1.8-2.18	1.8-1.94	Comúnmente 1.7 veces, pocos ligeramente superior a dos veces	1.11-1.5 en adultos grandes
Longitud total con relación a su anchura	3.45- 4.14	4.6	4.1-4.85	3.8 - 4.0
ESPINA LATERAL DEL ESCAFOCERITO Cuanto sobrepasa a la escama con relación a la longitud del tercer segmento antenular	1.0-1.75 (comúnmente 1.3)	0.55- 0.62	0.4-0.71	0.6-1.04 (comúnmente inferior a uno)
Cuanto sobrepasa al pedúnculo antenular con relación a la longitud del tercer segmento antenular	0.43-1.25 (comúnmente ligeramente superior a uno)	Alcanza el extremo distal	0.11- 0.55	0.28 -1.0
Cuanto más corta que el carpocerito con relación a la longitud del tercer segmento antenular	Más corta o lo sobrepasa	0.88	0.57	Subigual

BASICERITO Longitud de la espina dorsal	Larga, más corta que el rostro y dientes oculares	Larga, subigual al rostro, ligeramente más larga que los dientes oculares	Larga, ligeramente más larga que el rostro y dientes oculares	Larga, más corta que el rostro, y dientes oculares
Longitud de la espina lateral con relación a la longitud del primer segmento antenular	0.77- 0.93	0.77-0.94	0.65-0.75	Alcanza el extremo distal del primer segmento o ligeramente lo sobrepasa
CARPOCERITO Cuanto sobrepasa al pedúnculo antenular con relación a la longitud del tercer segmento antenular	0.46-1.3	0.88	0.5-1.33	0.47
QUELÍPEDO MAYOR Extremo distal del margen dorsal de la palma	Con espina y sin tubérculo	Con espina recta sobre un tubérculo bien marcado	Con espina delgada sobre un tubérculo	Con espina comúnmente sin tubérculo
Extremo dorso distal del carpo	Ligeramente proyectado con espina	Ligeramente proyectado con espina	Ligeramente proyectado con espina	Redondeado, comúnmente sin espina (espina en especímenes de tallas medianas)
Forma del margen dorsal del mero	Casi recto	Muy convexo	Convexo	Muy convexo
QUELÍPEDO MENOR Palma	Con espina	Sin espina	Sin espina	Sin espina
Extremo distal del margen dorsal del carpo	No proyectado, con espina plana en el margen dorso mesial	Ligeramente proyectado con espina	Ligeramente proyectado con espina	Redondeado, comúnmente sin espina (espina en especímenes de tallas medianas),
TERCER PAR DE PEREIÓPODOS Longitud del dactilo con relación a su anchura	4.0- 4.8	3.7	4.0	3.12- 3.8 (Holotipo 2.2, con puntas gastadas)
Longitud del propodio con relación a su anchura	7.0- 8.1	6.08-6.27	7.28	5.5- 5.85
PLEURAS Extremo posterior del margen ventral de la primera pleura en machos	Notablemente prolongado	Prolongación muy larga (longitud 0.8 veces del primer esternito abdominal)	Prolongado	Ligeramente prolongado
Margen ventral de la tercera pleuras en machos	Subcuadrado	Anguloso	Anguloso	Redondeado

### Synalpheus superus Abele y Kim, 1989

Figuras 37-39

Synalpheus superus Abele y Kim, 1989:18, Figs. 9 y 10.

**Material examinado**: Panamá.- Miraflores Locks, Canal de Panamá, 1 macho (Holotipo, 237649 USNM), 21 machos y 16 hembras (Paratipos, 237643 USNM), 21 machos, 9 hembras y 3 juveniles (237705 USNM; 17-enero-1972), 1 hembra ovígera (237708 USNM; 17-enero-1972). México.- Acapulco, Guerrero, 5 machos, 1 hembra y 2 hembras ovígeras (99814a USNM; 8-junio-1955).

Redescripción: Rostro corto y delgado, dos o tres pares de setas cerca de la punta, ligeramente hacia arriba en vista lateral, longitud tres veces su anchura a nivel del margen del caparazón, alcanza 0.34 veces la parte visible de la parte visible del primer segmento antenular, ligeramente sobrepasa el nivel de los dientes oculares en vista lateral, inicia sobre la superficie del caparazón; margen anterior del caparazón, entre el rostro y los dientes oculares, amplio y casi recto, depresión amplia y marcada sobre la superficie del caparazón entre el rostro y las capuchas oculares. Capuchas oculares ligeramente abultadas; dientes oculares cortos y agudos, rectos en vista dorsal y lateral, más cortos que el rostro, dos o tres setas en la punta, alcanza 0.28 y 0.25 veces la longitud de la parte visible del primer segmento antenular. Margen pterigostomiano con una prolongación corta subtriangularmente ancha y distalmente redondeada; margen antenal casi recto. Proceso rostroventral notablemente bilobulado.

Pedúnculo antenular delgado, longitud 4.8 veces su anchura; longitud del primer segmento 1.06 veces la suma de la longitud del segundo y tercer segmento, 1.84 veces la longitud del segundo segmento, longitud del segundo segmento 1.35 veces la longitud del tercer segmento. Estilocerito delgado, agudo, con setas, alcanza 0.26 veces la longitud del segundo segmento del pedúnculo antenular.

Escama del escafocerito desarrollada, longitud cuatro veces su anchura, alcanza 0.71 veces la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular; espina lateral algo gruesa, margen lateral externo ligeramente cóncavo a la mitad de su longitud, sobrepasa a

la escama por 0.71 veces la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular, sobrepasa al pedúnculo antenular por 0.21 veces la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular, no sobrepasa al carpocerito. Espina dorsal del basicerito delgada, sobrepasa al rostro y dientes oculares, longitud 0.53 veces la longitud de la espina lateral; espina lateral corta y gruesa proximalmente, alcanza 0.65 veces la longitud de la parte visible del primer segmento antenular, longitud 1.85 veces la longitud de la espina dorsal. Carpocerito grueso, longitud tres veces su anchura, sobrepasa a la espina lateral del escafocerito por 0.57 veces la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular, sobrepasa al pedúnculo antenular por 0.78 veces la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular.

Longitud del último segmento del tercer par de maxilípedos 3.75 veces la longitud del penúltimo segmento, extremo distal con cuatro o cinco espinas largas y móviles.

Quela mayor del primer par de pereiópodos alargada, longitud de la quela 2.62 veces su anchura; longitud de la palma 1.68 veces su anchura, 1.8 veces la longitud de los dedos, extremo distal del margen dorsal de la palma con una espina aguda sobre un tubérculo, punta hacia abajo, longitud de los dedos 0.35 veces la longitud de la quela, extremo distal del margen cortante del dedo fijo con una muesca marcada; carpo corto y ancho, longitud 0.52 veces su anchura, extremo distal del margen dorsal con una prolongación subtriangular terminando en una espina pequeña, extremo distal del margen ventral ligeramente bilobulado; longitud del mero 2.23 veces su anchura, 0.47 veces la longitud de la palma, margen dorsal convexo, margen ventral sinuoso, extremo distal del margen dorsal con una espina pequeña, longitud del isquio 0.64 veces su anchura.

Longitud de la palma de la quela menor del primer par de pereiópodos 1.65 veces su anchura, 1.6 veces la longitud de los dedos; longitud del carpo 0.95 veces su anchura, 0.43 veces la longitud de la palma, extremo distal del margen dorsal ligeramente prolongado y con una espina pequeña; longitud del mero 3.19 veces su anchura, márgenes dorsal y ventral ligeramente convexo, extremo distal del margen dorsal con una espina pequeña; longitud del isquio 1.23 veces su anchura, 0.31 veces la longitud del mero.

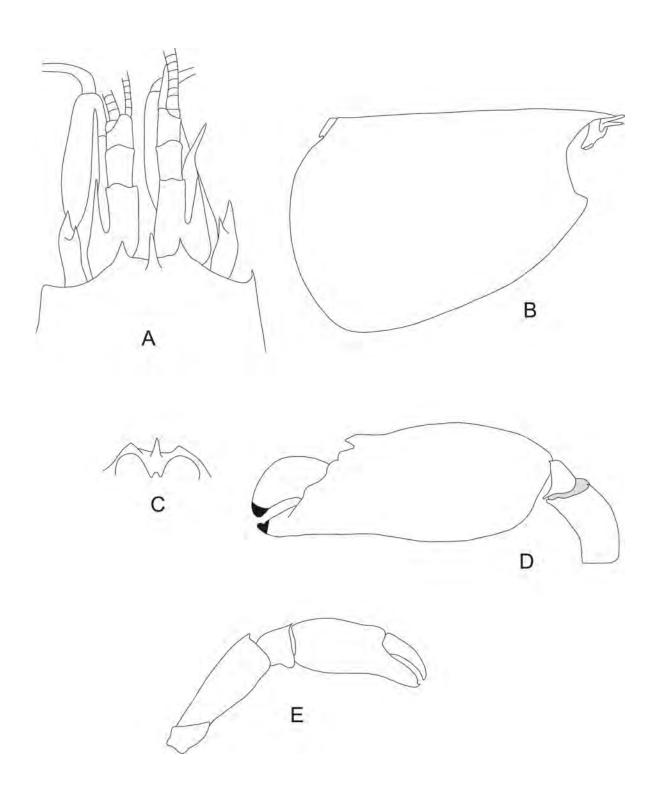


Figura 37. *Synalpheus superus* Abele y Kim, 1989, macho holotipo (237649 USNM). A. Porción anterior del caparazón en vista dorsal; B. Caparazón en vista lateral; C. Proceso rostroventral; D. Quelípedo mayor; E. Quelípedo menor.

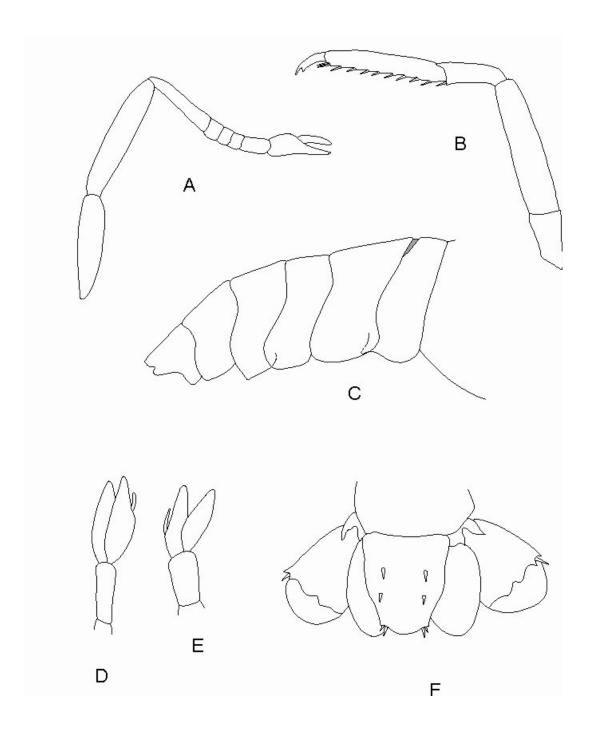


Figura 38. *Synalpheus superus* Abele y Kim, 1989, macho holotipo (237649 USNM). A. Segundo pereiópodo; B. Tercer pereiópodo; C. Abdomen en vista lateral; D. Segundo pleópodo en hembra paratipo; E. Segundo pleópodo en machos. F. Telson en vista dorsal.

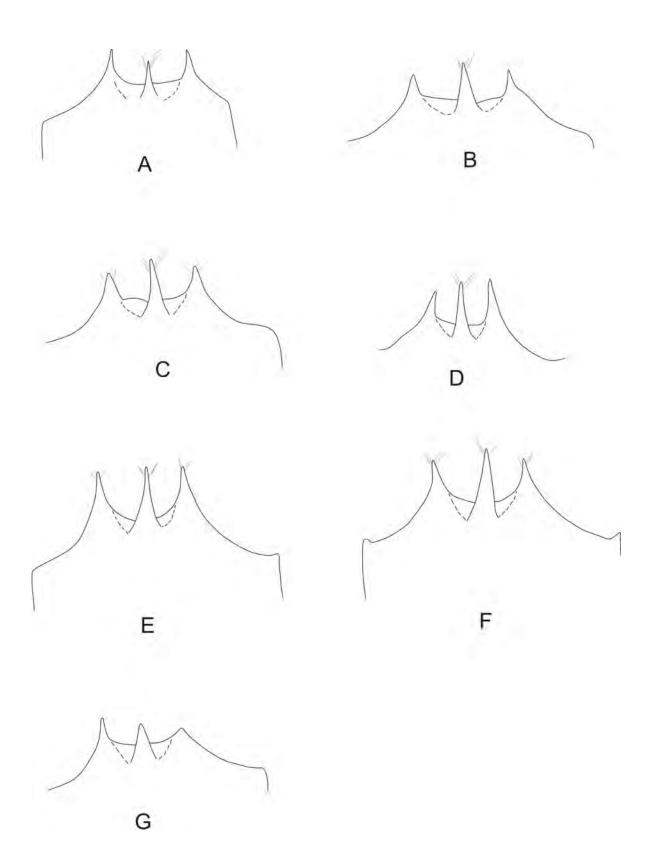


Figura 39. *Synalpheus superus* Abele y Kim, 1989, macho holotipo (237649 USNM). Diferentes proporciones de longitud entre el rostro y los dientes oculares de los paratipos.

Longitud de la palma del segundo par de pereiópodos 1.25 veces su anchura, 0.66

veces la longitud de los dedos, en la base del dedo fijo con un mechón de setas, uno cerca

de la punta de ambos dedos y setas esparcidas en dedos y palma; carpo con cinco

segmentos, longitud total 8.5 veces su anchura, 2.04 veces la longitud de la quela, longitud

del primer segmento 5.4 veces la longitud del segundo segmento, 1.12 veces la suma de la

longitud de los cuatro segmentos restantes, longitud del segundo, tercer y cuarto segmento

subigual, longitud del quinto segmento 1.11 veces la suma de la longitud del tercer y cuarto

segmento; longitud del mero cinco veces su anchura, 0.98 veces la longitud del carpo;

longitud del isquio 0.88 veces la longitud del mero.

Dactilo del tercer par de pereiópodos delgado y largo, longitud cuatro veces su

anchura máxima, anchura de la base de los dientes distales subigual; longitud del propodio

7.28 veces su anchura, 4.25 veces la longitud del dactilo, margen ventral con ocho espinas

móviles y un par de espinas distales; longitud del carpo 2.88 veces su anchura, 0.5 la

longitud del propodio, extremo distal del margen ventral con un par de espinas móviles;

longitud del mero 4.14 veces su anchura; longitud del isquio de 1.83 veces su anchura.

Extremo posterior del margen ventral de la pleura de la primera somita abdominal

con dimorfismo sexual, en machos con una prolongación curva aguda, margen ventral de la

segunda y tercera pleura redondeadas, margen posterior de la cuarta y quinta pleura

ligeramente angulosa; primer par de pleópodos birrámeo en ambos sexos, segundo par de

pleópodos con apéndice interno en ambos sexos.

Telson ancho, longitud 1.19 veces su anchura anterior, 2.11 veces su anchura

posterior; superficie dorsal del telson con una depresión somera media longitudinal,

márgenes laterales sinuosos, margen posterior convexo; espinas dorsales regulares,

notablemente alejadas del margen lateral, principalmente el par anterior de espinas e

insertado a 0.43 veces la longitud del telson, par posterior de espinas insertado a 0.69 veces

la longitud del telson. Ángulos distales del telson casi redondeados. Espinas del margen

posterior cortas, longitud del par interno 1.75 veces la longitud del par externo.

Localidad tipo: Miraflores Locks, Canal de Panamá, Panamá.

**Hábitat:** En dragados (Abele y Kim 1989).

Registros previos en México: Ninguno.

**Distribución mundial:** Miraflores Locks, Canal de Panamá (Abele y Kim 1989) y Acapulco, Guerrero, México.

Comentarios: Abele y Kim (1989) pertenecen al grupo reducido de autores que retoman las subespecies del grupo de subespecies de *S. apioceros* propuesto por Coutière (1909). Abele y Kim (1989) relacionan morfológicamente a *S. superus* con el grupo de subespecies de *S. apioceros* debido a la presencia de dos espinas: la dorsal del basicerito y la del extremo distal del margen dorsal de la palma del quelípedo mayor. Para ellos, *S. superus* está más relacionada morfológicamente con *S. a. desterroensis*, porque ambas especies tienen el margen anterior del caparazón, entre el rostro y los dientes oculares, sinuoso y amplio. También hacen notar el parecido de la forma de la espina del extremo distal del margen dorsal de la palma del quelípedo mayor en *S. apioceros*, *S. sanjosei* y *S. a. leiopes*. Así mismo, mencionan que *S. superus* y *S. a. leiopes* son muy similares por tener una hendidura muy profunda entre la escama y la espina lateral del escafocerito, siendo esta característica no muy importante para la distinción de las especies del género *Synalpheus*.

**Observaciones**: *S. superus* es una especie con un intervalo amplio de variación morfológica intraespecífica; no se observa una influencia del sexo o de tallas. Se dan principalmente en las proporciones morfométricas de los apéndices torácicos, y están más marcadas en el segundo y tercer par de pereiópodos.

Es importante resaltar la discrepancia detectada en el alcance de la escama del escafocerito. En la descripción, Abele y Kim (1989) señalan que alcanza el extremo distal del carpocerito, pero esto no lo representan en la Figura 9, donde se aprecia más corta que el pedúnculo antenular y el carpocerito. En este estudio se detecta en el holotipo que la escama sólo sobrepasa la mitad del tercer segmento del pedúnculo antenular o alcanza el extremo distal de este segmento, y el carpocerito sobrepasa al pedúnculo antenular, por tanto no alcanza el extremo distal del carpocerito como lo señala el descriptor de la especie.

En este estudio se amplia el límite norte de distribución de la especie, de Panamá a Guerrero, México.

### Synalpheus wickstenae Hermoso Salazar y Hendrickx, 2005

## Figuras 40 y 41

Synalpheus wickstenae Hermoso Salazar y Hendrickx, 2005:1100, Figs. 1-2.

Material examinado: Sinaloa.- Altata, 1 macho (Holotipo, EMU-6474; 22-marzo-1991), 1 macho (Paratipo, EMU-6475; 22-marzo-1991), 1 hembra ovígera (EM-22685 CNCR; 22-marzo-1991), 8 machos, 2 hembras y 8 hembras ovígeras (EMU-6478; 22-marzo-1991); Isla Lobos, 2 machos (Paratipos, EMU-6476; enero-noviembre-1983), 1 macho (Paratipo, LACMNH; enero-noviembre-1983); Bahía de Mazatlán, 1 macho (Paratipo, EMU-6477; enero-noviembre-1983).

Descripción: Rostro delgado, recto, dos o tres setas a cada lado del margen cerca de la punta, longitud aproximadamente tres veces su anchura del nivel del margen del caparazón, sobrepasa la mitad de la longitud de la parte visible del primer segmento antenular, en vista lateral ligeramente sobrepasa el nivel de los dientes oculares, inicia sobre del caparazón; margen anterior del caparazón, entre el rostro y dientes oculares cóncavo, depresión marcada sobre la superficie del caparazón, entre el rostro y capuchas oculares. Capuchas oculares ligeramente abultadas; dientes oculares proximalmente anchos y distalmente agudos, ligeramente hacia adentro en vista dorsal, rectos en vista lateral, setas cerca de la punta, más cortos que el rostro, alcanzan aproximadamente la mitad de la longitud de la parte visible del primer segmento antenular. Margen pterigostomiano subtriangularmente prolongado, proximalmente ancho, distalmente angosto y ligeramente hacia arriba. Proceso rostroventral lateralmente ancho, margen ventral casi recto, no bilobulado.

Longitud total del pedúnculo antenular aproximadamente cuatro veces su anchura, longitud del segundo segmento igual o ligeramente inferior a su anchura, longitud del primer segmento igual o escasamente superior a la suma de la longitud del segundo y tercer segmento, aproximadamente dos veces la longitud del segundo segmento, longitud del segundo segmento subigual a la longitud del tercer segmento. Estilocerito delgado y recto, puede o no alcanzar el primer tercio proximal de la longitud del segundo segmento del pedúnculo antenular.

Escama del escafocerito desarrollada, longitud superior a 3.5 veces su anchura, sobrepasa la mitad de la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular; espina lateral delgada, casi recta, sobrepasa a la escama por más de la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular, comúnmente sobrepasa al pedúnculo antenular por más de la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular, puede o no sobrepasar al carpocerito. Espina dorsal del basicerito larga, más corta que el rostro y dientes oculares, longitud aproximadamente 0.33 veces la longitud de la espina lateral; espina lateral delgada, alcanza 0.8 veces la longitud de la parte visible del primer segmento antenular, longitud alrededor de tres veces la longitud de la espina dorsal. Carpocerito grueso, longitud aproximadamente 3.5 veces su anchura, considerablemente sobrepasa al pedúnculo antenular.

Longitud del último segmento del tercer par de maxilípedos 3.6 veces la longitud del penúltimo segmento, extremo distal con cinco espinas móviles.

Quela mayor del primer par de pereiópodos algo comprimida, longitud de la quela aproximadamente 2.5 veces su anchura; longitud de la palma 1.8 veces su anchura, alrededor de 2.5 veces la longitud de los dedos, extremo distal del margen dorsal de la palma con una espina, ancha proximalmente y aguda distalmente, punta ligeramente hacia abajo, margen dorsal del dedo móvil ligeramente curvo, puntas redondeadas, dedos ocupan el 0.3 veces de la longitud de la quela; carpo corto, longitud aproximadamente 0.5 veces su anchura, extremo distal del margen dorsal algo proyectado y con un espina, extremo distal del margen ventral bilobulado, lóbulo de la cara externa elongado; longitud del mero 2.1 veces su anchura, 0.45 veces la longitud de la palma, margen dorsal casi recto, margen ventral sinuoso a la mitad de su longitud, extremo distal del margen dorsal con una espina delgada, punta ligeramente hacia abajo, extremo distal del margen ventral de ambas caras termina en ángulo recto.

Longitud de la palma de la quela menor del primer par de pereiópodos aproximadamente 1.9 veces su anchura y 1.5 veces la longitud de los dedos, extremo distal del margen dorso mesial de la palma con una espina delgada, casi recta; longitud del carpo aproximadamente igual a su anchura, 0.4 veces longitud de la palma, extremo distal del margen dorsal redondeado, no proyectado, con una espina plana hacia la cara externa; longitud del mero alrededor de 2.5 veces su anchura, margen dorsal ligeramente convexo,

margen ventral sinuoso, extremo distal del margen dorsal con una espina; longitud del isquio ligeramente inferior a su anchura, 0.26 veces la longitud del mero.

Longitud de la palma del segundo par de pereiópodos aproximadamente 1.5 veces su anchura, ligeramente menos de la longitud de los dedos; carpo con cinco segmentos, longitud total aproximadamente 8.5 veces su anchura, 2.1 veces la longitud de la quela, longitud del primer segmento superior a cinco veces la longitud del segundo segmento, aproximadamente igual a la longitud de suma de la longitud de los cuatro segmentos restantes, longitud del segundo, tercer y cuarto segmento subiguales, longitud del quinto segmento 1.3 veces la suma de la longitud del tercer y cuarto segmento; longitud del mero aproximadamente 5.5 veces su anchura, 0.9 veces la longitud del carpo; longitud del isquio 0.7 veces la longitud del mero.

Dactilo del tercer par de pereiópodos delgado, longitud superior a cuatro veces su anchura máxima, dientes ligeramente curvos, anchura de la base de los dientes subigual; longitud del propodio aproximadamente siete veces su anchura, 3.6 veces la longitud del dactilo, margen ventral con seis espinas móviles y un par de espinas distales; longitud del carpo 2.69 veces su anchura, 0.44 veces la longitud del propodio, extremo distal del margen ventral con una espina móvil; longitud del mero 4.1 veces su anchura; longitud del isquio dos veces su anchura.

Extremo posterior del margen ventral de la pleura de la primera somita abdominal con dimorfismo sexual, en machos notablemente prolongado, margen ventral de la segunda a la cuarta pleura redondeada en hembras, en machos de la tercera a la quinta pleura recta; primer par de pleópodos birrámeo en ambos sexos, segundo par de pleópodos con apéndice interno en ambos sexos. Apéndice interno del segundo par de pleópodos en hembras grueso, insertado a 0.6 veces de la longitud del endópodo, en machos a 0.4 veces de la longitud del endópodo.

Telson ancho, longitud 1.1 veces su anchura anterior, 2.4 veces su anchura posterior, superficie dorsal del telson con una depresión media longitudinal levemente marcada, márgenes laterales sinuosos, margen posterior ligeramente convexo; espinas dorsales largas, notablemente alejadas del margen lateral, par anterior de espinas insertado a 0.4 veces la longitud del telson, par posterior de espinas insertado a 0.66 veces la longitud

del telson. Ángulos distales del telson redondeados, escasamente prolongados. Espinas del margen posterior largas, longitud del par interno aproximadamente 2.5 veces la longitud del par externo. Margen distal del endópodo del urópodo ligeramente anguloso.

Localidad tipo: Altata, Sinaloa, México.

**Hábitat:** En esponjas a 10 m de profundidad (Hermoso Salazar y Hendrickx 2005).

**Registros previos en México:** Sinaloa: Altata, Bahía de Mazatlán e Isla Lobos (Hermoso Salazar y Hendrickx 2005).

**Distribución mundial:** Sinaloa, México (Hermoso Salazar y Hendrickx 2005).

Comentarios: Synalpheus wickstenae y S. stylopleuron, ambas especies descritas por Hermoso Salazar y Hendrickx (2005), están morfológicamente muy cercanas al grupo de especies Paulsoni definido por Coutière (1909). Las características morfológicas diagnósticas de las especies de este grupo están centradas en las proporciones morfométricas de algunos apéndices cefálicos o de algunos segmentos de los apéndices torácicos, así como por la presencia o ausencia de algunas ornamentaciones de los apéndices cefálicos y/o torácicos. Cuando las especies se describen con pocos especímenes o con especímenes incompletos, no se detecta la variación morfológica intraespecífica. Esto conlleva a errores taxonómicos recurrentes en el momento de la determinación de los especímenes, al no ajustarse a las descripciones de las especies ya establecidas, como sucede con varias subespecies descritas por Coutière (1909). Este no es el caso aquí ya que se analizaron suficientes especímenes para obtener conclusiones confiables.

**Observaciones:** *Synalpheus wickstenae* presenta un intervalo de variación morfológico notorio. Por ello la importancia de la observación de varios especímenes para evitar confusiones taxonómicas. En los ejemplares de *S. wickstenae* se observan diferencias en la longitud de la escama del escafocerito, de 3.3 a 4.1 veces su anchura; también varía el alcance al tercer segmento antenular, de 0.62 a 0.85 veces la longitud de dicho segmento antenular.

En las especies de *Synalpheus*, regularmente la longitud de la espina lateral de escafocerito presenta variaciones. En el caso de *S. wickstenae*, esta espina sobrepasa a la escama y al pedúnculo antenular con un intervalo de variación que no provoca confusiones.

No obstante, se observa lo contrario en su alcance con relación a la longitud del carpocerito, debido a que puede o no sobrepasarlo. Muchas veces esta característica se menciona en las diagnosis de las especies de *Synalpheus*. La longitud del carpocerito también presenta mucha variación, sobrepasa al pedúnculo antenular por 0.46-1.3 veces la longitud del tercer segmento antenular. La longitud de la espina lateral del basicerito presenta diferente proporción con relación a la longitud de la espina dorsal del basicerito, puede ser de 2.57-4.0 veces, pero comúnmente es tres veces la longitud de la espina dorsal.

De los apéndices torácicos, la proporción de la longitud total del carpo del segundo par de pereiópodos con relación a su anchura posee una variación evidente, así como también en la proporción longitud-anchura de los segmentos que lo componen. Lo mismo se observa en el propodio del tercer par de pereiópodos.

Las especies de *Synalpheus* descritas para el Pacífico americano carecen de una espina en el extremo distal del margen dorsal de la palma del quelípedo menor. No obstante, en *S. wickstenae* está presente esta espina, lo que es considerada como una característica diagnóstica importante.

Synalpheus wickstenae se distingue de S. stylopleuron y S. superus, especies morfológicamente cercanas, por varias características (Tabla 3): el proceso rostroventral en S. wickstenae es casi recto, mientras que en S. stylopleuron, S. superus y S. sanjosei está bilobulado. El ángulo pterigostomial en S. wickstenae está proyectado, con la punta ligeramente hacia arriba, en S. sanjosei está fuertemente proyectado, y en S. stylopleuron y S. superus, la proyección es corta y distalmente redondeada. El pedúnculo antenular en S. wickstenae y en S. sanjosei es corto y ancho.

La espina lateral del escafocerito de las cuatro especies notoriamente sobrepasa a la escama. Sin embargo, en *S. wickstenae* comúnmente la sobrepasa por más de la longitud del tercer segmento antenular. Esta misma espina, en *S. stylopleuron* alcanza el extremo distal del pedúnculo antenular, en las otras especies lo sobrepasan. Por otro lado, en *S. wickstenae* esta espina puede o no sobrepasar al carpocerito, en *S. sanjosei* alcanza el extremo distal y en *S. stylopleuron* y en *S. superus* es más corta que el carpocerito.

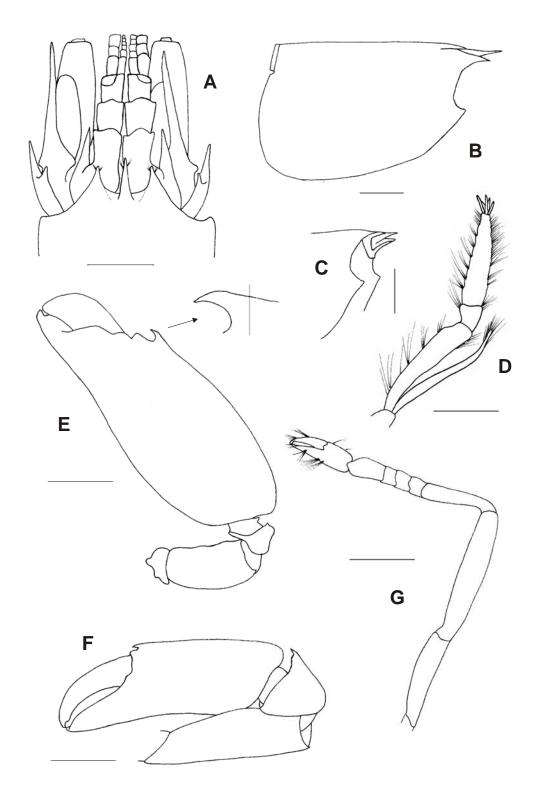


Figura 40. *Synalpheus wickstenae* Hermoso Salazar y Hendrickx, 2005, macho holotipo (EMU-6474). A. Porción anterior del caparazón en vista dorsal; B. Caparazón en vista lateral; C. Proceso rostroventral; D. Tercer maxilípedo; E. Quelípedo mayor; F. Quelípedo menor; G. Segundo pereiópodo (Tomado de Hermoso Salazar y Hendrickx 2005).

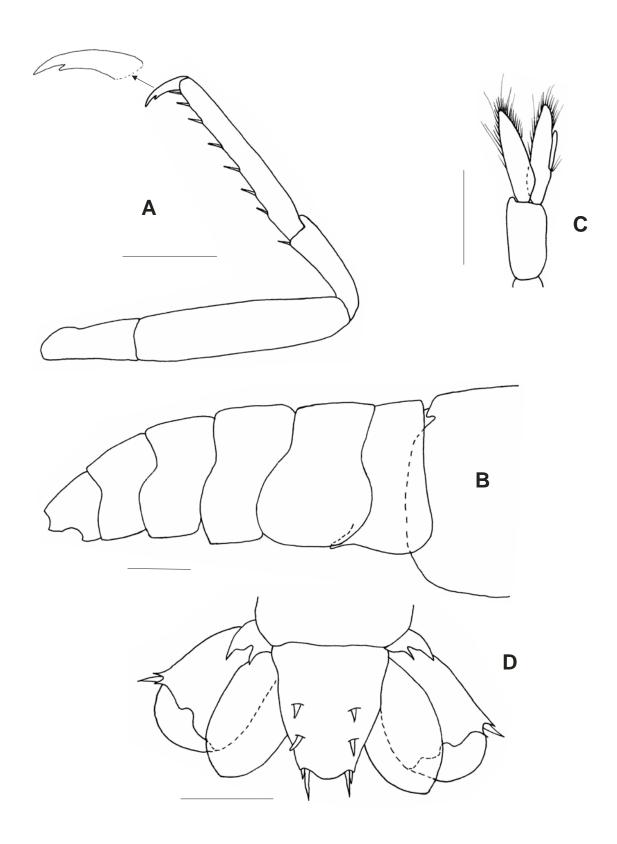


Figura 41. *Synalpheus wickstenae* Hermoso Salazar y Hendrickx, 2005, macho holotipo (EMU-6474). A. Tercer pereiópodo; B. Abdomen en vista lateral; C. Segundo pleópodo en machos; D. Telson en vista dorsal (Tomado de Hermoso Salazar y Hendrickx 2005).

Se ha visto que la presencia o ausencia de un tubérculo en la base de la espina del extremo distal de la palma del quelípedo mayor es importante para distinguir a las especies. En este caso, *S. stylopleuron* y *S. superus* presentan el tubérculo, y en *S. wickstenae* está ausente. En las cuatro especies también se observa variación en la forma del margen dorsal del mero: en *S. wickstenae* está casi recto, y en *S. stylopleuron* está muy convexo, igual que en *S. sanjosei*.

El propodio del tercer par de pereiópodos de *S. wickstenae* y *S. superus* es más delgado que en *S. stylopleuron*, mientras que en *S. sanjosei* es corto y ancho. El margen ventral de la tercera pleura en machos de *S. stylopleuron* y *S. superus* está anguloso, y en *S. stylopleuron* y *S. sanjosei* está subcuadrado y redondeado, respectivamente.

### Synalpheus sp1

Synalpheus digueti.- Steinbeck y Ricketts, 1941: 447.

Material examinado: México: Baja California Sur: Bahía de La Paz, 48 machos, 20 hembras y 25 hembras ovígeras (CCUABCS; agosto-noviembre-1997), Arrecife Pulmo, 1 macho y 1 hembra ovígera (81347 USNM; 19-marzo-1940). Nayarit: Punta Los Chivos, Bahía Chacala, 1 macho y 1 hembra ovígera (EM-12749, 12-mayo-1993), Playa Careceros, Punta de Mita, 13 machos, 2 hembras y 13 hembras ovígeras (EM-12632; 19-agosto-1992), 2 machos y 1 hembra ovígera (EM-12656; 31-enero-1993), 2 machos y 2 hembras ovígeras (EM-12670; 1-febrero-1993), 1 macho (EM-12677 CNCR; 2-febrero-1993), 1 macho y 1 hembra ovígera (EM-12743 CNCR; 19-mayo-1993), 12 machos y 7 hembras (EM-12807 CNCR; 1-noviembre-1993), 11 macho y 8 hembras ovígeras (EM-12826 CNCR; 2-noviembre-1993); Isla Isabel, 3 machos y 3 hembras ovígeras (EM-11824 CNCR; 19-febrero-1992), 6 machos, 2 hembras y 2 hembras ovígeras (EM-12110 CNCR; 13-agosto-1992), 9 machos, 2 hembras y 3 hembras ovígeras (EM-12778 CNCR; 13-julio-1993), 73 machos, 21 hembras y 3 hembras ovígeras (EM-12847 CNCR; 9-noviembre-1993), 1 macho (EM-11988 CNCR; 10-agosto-1992), 1 macho (EM-11999 CNCR; 10-agosto-1992), 20 machos, 4 hembras y 8 hembras ovígeras (EM-12021 CNCR; 10-agosto-1992), 23

machos, 4 hembras y 8 hembras ovígeras (EM-12048 CNCR; 11-agosto-1992), 17 machos, 1 hembra y 7 hembras ovígeras (EM-12701 CNCR; 9-febrero-1993), 33 machos, 3 hembras y 19 hembras ovígeras (EM-12716 CNCR; 10-febrero-1993), 33 machos, 2 hembras y 16 hembras ovígeras (EM-12763 CNCR; 12-julio-1993), 56 machos, 6 hembras y 11 hembras ovígeras (EM-12795 CNCR; 15-julio-1993), 20 machos, 3 hembras y 2 hembras ovígeras (EM-12838 CNCR; 8-noviembre-1993); Isla Maria Madre, Punta Halcones, 1 macho (2801 SMIOM; 1-julio-1991), 1 macho (2802 SMIOM; 1-julio-1991). Colima: Isla Socorro: Bahía Lucio Gallardo, 1 macho (2143 SMIOM; 19-noviembre-1989), 1 macho, 1 hembra y 2 hembras ovígeras (2183 SMIOM; 20-noviembre-1989), 11 machos y 6 hembras ovígeras (2218 SMIOM; 21-noviembre-1989), Bahía La Peruana, 2 machos (2221 SMIOM; 21noviembre-1989). Nayarit: Punta de Mita, 5 machos y 1 hembra ovígera (2564 SMIOM; 13-marzo-1991), 1 hembra ovígera (2565 SMIOM; 13-marzo-1991), 1 macho, 1 hembra y 2 hembras ovígeras (2570 SMIOM; 13-marzo-1991), 1 hembra (2575 SMIOM; 13-marzo-1991), 1 macho (No de Cat 2576 SMIOM; 13-marzo-1991), 6 machos, 1 hembra y 6 hembras ovígeras (2581 SMIOM; 14-marzo-1991), 2 machos y 1 hembra ovígera (3146 SMIOM; 6-julio-1992), 1 hembra ovígera (3147 SMIOM; 6-julio-1992), 2 hembras ovígeras (2587 SMIOM; 13-marzo-1991); 1 macho (2656 SMIOM; 14-marzo-1991), 1 macho y 1 hembra ovígera (2662 SMIOM; 14-marzo-1991), 1 hembra ovígera (3023 SMIOM; 5-julio-1992), 2 machos (3031 SMIOM; 5-julio-1992). Colima: Bahía Santiago, Manzanillo, 1 hembra ovígera (2010 SMIOM; 16-julio-1989), 5 machos, 1 hembra y 4 hembras ovígeras (1956 SMIOM; 15-julio-1989), 1 macho y 1 hembra ovígera (2077 SMIOM; 16-noviembre-1989). Oaxaca: Bahía La Entrega, 1 hembra ovígera (2396 SMIOM; 5-julio-1990), 6 machos, 3 hembras y 3 hembras ovígeras (2398 SMIOM; 5-julio-1990), 1 macho (2859 SMIOM; 25-noviembre-1991), 1 hembra ovígera (2861 SMIOM; 25-noviembre-1991). Colombia: Ensenada de Utria, 1 macho y 1 hembra ovígera (244257 USNM; 4-mayo-1984).

**Redescripción:** Rostro corto y recto, punta redondeada y angosta, setas cerca de la punta, hacia arriba en vista lateral, longitud 0.6 veces su anchura a nivel del margen del caparazón, alcanza 0.28 veces la longitud de la parte visible del primer segmento antenular, no sobrepasa el nivel de los dientes oculares en vista lateral, inicia sobre del caparazón; margen anterior del caparazón, entre el rostro y los dientes oculares estrecho y cóncavo,

depresión ligeramente marcada sobre la superficie del caparazón, entre el rostro y capuchas oculares. Capuchas oculares ligeramente abultadas; dientes oculares anchos y cortos, punta redondeada, rectos en vista dorsal, rectos en vista lateral, generalmente más cortos que el rostro, con algunas setas cerca de la punta, alcanzan 0.2 veces la longitud de la parte visible del primer segmento antenular. Margen pterigostomiano producido en un lóbulo subtriangular, distalmente redondeado; margen antenal sinuoso. Proceso rostroventral ligeramente marcado.

Pedúnculo antenular delgado, longitud total 3.9 veces su anchura; longitud del primer segmento 0.83 veces la suma de la longitud del segundo y tercer segmento, 1.6 veces la longitud del segundo segmento, longitud del segundo segmento igual a la longitud del tercer segmento. Estilocerito delgado, agudo, setas escasas cerca de la punta, alcanza 0.6 veces la longitud del primer segmento del pedúnculo antenular.

Escama del escafocerito angosta, longitud 4.75 veces su anchura, alcanza 0.46 veces la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular; espina lateral delgada y corta, sobrepasa a la escama por 0.46 veces la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular, alcanza o casi alcanza el extremo distal del pedúnculo antenular, más corta que el carpocerito por 0.4 veces la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular. Espina dorsal del basicerito pequeña y ancha, longitud 0.08 veces la longitud de la espina lateral; espina lateral larga y delgada, alcanza el extremo distal de la parte visible del primer segmento del pedúnculo antenular, longitud más de 11 veces la longitud de la espina dorsal. Carpocerito largo y delgado, longitud 4.78 veces su anchura, sobrepasa al pedúnculo antenular por 0.33 veces la longitud del tercer segmento del pedúnculo antenular.

Longitud del último segmento del tercer par de maxilípedos 4.1 veces la longitud del penúltimo segmento, extremo distal con cinco espinas obscuras y móviles.

Quela mayor del primer par de pereiópodos alargada, longitud de la quela 2.65 veces su anchura; longitud de la palma 1.95 veces su anchura, 2.65 veces la longitud de los dedos, extremo distal del margen dorsal de la palma con una espina recta y delgada, dedos cortos, margen dorsal del dedo móvil ligeramente redondeado, ocupan 0.27 veces la longitud de la quela; carpo corto, longitud 0.66 veces su anchura, extremo distal del margen dorsal redondeado y ligeramente prolongado, extremo distal del margen ventral ligeramente

bilobulado, un lóbulo más marcado que el otro; longitud del mero 2.5 veces su anchura, 0.51 veces la longitud de la palma, margen dorsal ligeramente convexo, margen ventral sinuoso a la mitad de su longitud, extremo distal del margen dorsal con una espina pequeña; longitud del isquio 0.46 veces su anchura.

Longitud de la palma de la quela menor del primer par de pereiópodos 1.4 veces su anchura, 1.75 veces la longitud de los dedos, escasas setas largas esparcidas; longitud de los dedos 0.36 veces la longitud de la quela; longitud del carpo 1.18 veces su anchura, 0.54 veces la longitud de la palma, extremo distal del margen dorsal redondeado; longitud del mero 2.26 veces su anchura, margen dorsal ligeramente convexo, margen ventral convexo, extremo distal del margen dorsal con una espina pequeña; longitud del isquio 0.71 veces su anchura, 0.29 veces la longitud del mero.

Longitud de la palma del segundo par de pereiópodos 1.66 veces su anchura, 1.17 veces la longitud de los dedos, mechones de setas en los dedos; carpo con cinco segmentos, longitud total 9.5 veces su anchura, 2.56 veces la longitud de la quela, longitud del primer segmento 5.66 veces la longitud del segundo segmento, 1.15 veces la suma de la longitud de los cuatro segmentos restantes, longitud del segundo, tercer y cuarto segmento subigual, longitud del quinto segmento 1.33 veces la suma de la longitud del tercer y cuarto segmento; longitud del mero 5.26 veces su anchura, 0.83 veces la longitud del carpo; longitud del isquio 0.79 veces la longitud del mero.

Longitud del dactilo del tercer par de pereiópodos dos veces su anchura máxima, diente, longitud del diente superior dos veces la longitud del diente inferior, anchura de la base de los dientes subigual; longitud del propodio 5.69 veces su anchura, 4.62 veces la longitud del dactilo, margen ventral con cinco o cuatro espinas móviles y un par de espinas distales; longitud del carpo 2.64 veces su anchura, 0.6 veces la longitud del propodio, extremo distal del margen ventral con una espina móvil; longitud del mero 3.57 veces su anchura; longitud del isquio 1.68 veces su anchura.

Extremo posterior del margen ventral de la pleura de la primera somita abdominal con dimorfismo sexual, en machos con una prolongación curva, margen ventral de la segunda redondeada, en machos de la tercera a la quinta pleura casi recto, en hembras

redondeado; primer par de pleópodos birrámeo en ambos sexos, segundo par de pleópodos con apéndice interno en ambos sexos.

Telson ancho, longitud 1.06 veces su anchura anterior, dos veces su anchura posterior, superficie dorsal del telson con una depresión media longitudinal ligeramente marcada, márgenes laterales sinuosos, margen posterior convexo; espinas dorsales largas, poco alejadas del margen lateral, par anterior de espinas insertado a 0.5 veces la longitud del telson, par posterior de espinas insertado a 0.71 veces la longitud del telson. Ángulos distales del telson redondeados y ligeramente prolongados. Espinas del margen posterior delgadas, longitud del par interno 2.5 veces la longitud del par externo.

**Hábitat:** En rocas de coral y coral vivo, zona intermareal.

**Distribución mundial:** De la Paz, Baja California Sur a Oaxaca, México; Islas Socorro y Malpelo; Isla Pearl, Panamá y Ensenada de Utría, Colombia.

Comentarios: Tomando en cuenta a los grupos de especies propuestos por Coutière (1909), *Synalpheus* sp1 pertenece al grupo de especies Brevicarpus. Este grupo es muy controversial por la variación intraespecífica y por las confusiones taxonómicas (Coutière 1909; Chace 1972; Chistoffersen 1979). Coutière (1909) ubica tres taxones en el grupo de especies Brevicarpus: *S. digueti* del Pacífico Este, y *S. minus* y *S. brevicarpus* del Atlántico Oeste.

En el Pacífico americano existen dos morfotipos morfológicamente muy cercanos con distribución simpátrida: *S. digueti* y *Synalpheus* sp1. Hasta el momento, en la literatura no se destacan variaciones morfológicas de los especímenes de *S. digueti* (Chace 1937; Abele 1975; Brusca 1980; Carvacho y Ríos 1982; Hendrickx *et al.* 1983; Wicksten 1983; Rodríguez de la Cruz 1987; Villalobos-Hiriart *et al.* 1989; Ríos 1992), tal vez porque analizan individuos de un sólo morfotipo y no de ambos. Sin embargo, en este estudio se analizan especímenes de ambos morfotipos; los cuales difieren principalmente en la coloración (azul-verdoso y rosa brillante) de las quelas del primer par de quelípedos y en la presencia o ausencia de un lóbulo aunado a la espina dorsodistal de la palma de la quela mayor.

Synalpheus digueti es semejante a S. brevicarpus; tienen el mismo patrón de coloración azul-verdoso y presentan un lóbulo, aunado a la espina dorsodistal de la palma

de la quela mayor. Por otro lado, *Synalpheus* sp1 es similar a *S. minus*, en cuanto a la coloración rosa brillante y a la ausencia del lóbulo, aunado a la espina dorsodistal de la palma de la quela mayor.

### **DISCUSIÓN**

En la literatura se resalta con insistencia la complejidad taxonómica del género *Synalpheus*, por el supuesto intervalo de variación intraespecífico, el dimorfismo sexual, el polimorfismo, por la presencia de especies politípicas y de las especies morfológicamente cercanas (Banner y Banner 1973; Chace 1972; Dardeau 1984; Ríos 1992; Morrison *et al.* 2004). La compleja taxonomía del género también se incrementa debido a la carencia de estudios monográficos completos y detallados. Los trabajos de Chace (1972), Dardeau (1984) y Ríos (2003) son excelentes contribuciones para el Atlántico americano, en contraste para el Pacífico Oriental sólo se cuenta con la de Coutière (1909) y la de Wicksten (1983). No obstante, las descripciones proporcionadas por Coutière (1909) están expuestas a continuas renovaciones por el escaso detalle. Debido a lo anterior, es innegable la importancia de un estudio sistemático y biogeográfico del género *Synalpheus* del Pacífico Oriental.

#### ESTADO DEL CONOCIMIENTO

La taxonomía del género *Synalpheus* se encuentra en un proceso de actualización; ejemplo de ello son las aportaciones de Duffy *et al.* (2000), Ríos (2003) y Morrison *et al.* (2004) para el grupo de especies Gambarelloides del Atlántico americano, donde atienden aspectos conductuales, filogenéticos y se incluye una monografía completa. Con respecto al Pacífico americano, este estudio corresponde al trabajo más completo, además de la actualización taxonómica realizada por Hermoso Salazar *et al.* (2005) del grupo politípico de *S. townsendi* definido por Coutière (1909). Es importante resaltar la trascendencia de este tipo de tareas para el conocimiento de la diversidad biológica. También es importante tener a disposición, no sólo de inventarios con determinaciones taxonómicas confiables de especies que habitan un espacio determinado, sino de sus intervalos de distribución geográfica, para evitar la asignación de distribuciones endémicas cuando no lo son (Toledo 1994).

El análisis exhaustivo de la morfología externa de las especies del género *Synalpheus* del Pacífico Oriental permitió reconocer y revalorar 22 especies, incluyendo cuatro nuevas especies para la ciencia, y se reitera la complejidad taxonómica del taxón (Wicksten y Hendrickx 2003; Hermoso y Alvarez 2005; Hermoso Salazar *et al.* 2005; Hermoso Salazar y Hendrickx 2005).

#### **SINONIMIAS**

En el género *Synalpheus*, es muy común el descubrimiento de sinonimias. Muchas veces numerosos errores son cometidos por el desconocimiento de la historia taxonómica de las especies. Los errores taxonómicos probablemente se inician con el proceso de la determinación de los especímenes, incluyendo la carencia de descripciones completas y el proceso se complica por el número de subespecies registradas, por la variación intraespecífica y por la compleja interpretación de las características empleadas en las claves taxonómicas, como las de Coutière (1909) y Wicksten (1983). Uno de los graves problemas en la determinación de los ejemplares es la presencia de caracteres que se sobrelapan, y de morfotipos intermedios no bien establecidos, donde los rasgos diagnósticos no son concluyentes y se prestan a confusiones taxonómicas, como sucede con los grupos taxonómicos de subespecies de *S. apioceros* y *S. townsendi* definidos por Coutière (1909).

MORFOLOGÍA SIMILAR: Es apropiado mencionar la sinonimia de *S. recessus* con *S. peruvianus*. Este es un caso claro cuando no se efectúa la comparación morfológica entre las especies cercanas. Cuando Abele y Kim (1989) describen a *S. recessus* la confrontan con *S. townsendi*, especie morfológicamente distante del Atlántico americano, y no con *S. peruvianus* que corresponde a la especie morfológicamente más cercana del Pacífico Este. También es trascendental la revisión del material tipo para llegar a conclusiones convincentes, como lo mencionan Hermoso Salazar y Hendrickx (2005), quienes después de un análisis morfológico detallado de los holotipos, sinonimizan a *S. recessus*, una especie con un amplio intervalo de variación intraespecífica, con *S. peruvianus*. Por tanto, como consecuencia también amplían su límite de distribución de Panamá a Sinaloa, México.

PROCESO DE LA DETERMINACIÓN: La determinación errónea de los especímenes se detectó con el análisis del material biológico de las diferentes colecciones y en algunos registros mencionados en la literatura. Ejemplo de ello es *S. t. mexicanus* (actualmente *S. mexicanus*), especie confundida con *S. biunguiculatus* por Hernández Aguilar y Martínez Guzmán (1992). De acuerdo con esto, el registro de *S. mexicanus* en Isla Clarión es erróneo. Otro caso es el de *S. fritzmuelleri*, especie mencionada en Isla María Madre por Hernández Aguilera *et al.* (1986). Esta especie no existe en el material biológico procedente de Isla María Madre depositado en la colección correspondiente y además la información de las etiquetas de los frascos es muy incompleta. Por tanto, el único registro de *S. fritzmuelleri* para el Pacífico Oriental (Golfo de California) es el de Coutière (1909), aunque Morrison *et al.* (2004), sin dar detalles de la localidad, también la mencionan para el Pacífico Este, en su matriz de datos para el análisis filogenético del grupo de especies Gambarelloides del Atlántico americano. Otro ejemplo de determinaciones incorrectas es el material de *S.* cf *herricki* en Banco Arena, Baja California de Chace (1937). Ríos (1992) correctamente la sinonimiza con *S. mulengensis*.

CARACTERES MERÍSTICOS: Es elemental visualizar las diferencias morfológicas sutiles. Los caracteres merísticos son poco confiables, aún más cuando no se revisa un número suficiente de especímenes, debido a la variación intraespecífica y al solapamiento de los intervalos de variación interespecífica, los cuales continuamente provocan la generación de sinonimias. Steinbeck y Ricketts (1941) confunden a *S. sanlucasi* con *S. nobilii*, seguramente porque las diferencias morfológicas entre las dos especies son poco contrastantes. Para Coutière (1909), la proporción de la longitud-anchura del mero del tercer par de pereiópodos es muy importante para distinguir a estas especies, en *S. sanlucasi* es de 2.53 y en *S. nobilii* es de 2.8. Coutière (1909) no menciona el intervalo de variación porque se basa en un sólo organismo para describir a cada especie.

#### VARIACIÓN INTRAESPECÍFICA

Desde Coutière (1908, 1909) se manifiesta la variación intraespecífica del género *Synalpheus* (Banner y Banner 1975; Chace 1972; Christoffersen 1979; Dardeau 1984; Duffy 1996c; Hermoso Salazar 1999; Ríos 2003). Con el análisis morfológico realizado en este estudio, y con lo manifestado en la literatura, se concluye que una particularidad

normal del taxón es la variación morfológica intraespecífica, principalmente en los caracteres morfométricos. Incluso en un mismo individuo se observa diferente morfología comparando los apéndices de cada lado. Aunque es un esfuerzo muy laborioso, sin duda, el conocimiento del intervalo de variación es importante y necesario para no incurrir en errores taxonómicos, desde la ubicación de los especímenes en un taxón ya establecido, como en la descripción de especies nuevas. En la clave taxonómica propuesta en este trabajo no se pudo evitar el uso de caracteres morfométricos que pueden ser confusos, porque el género *Synalpheus* es morfológicamente uniforme (Banner y Banner 1975). No existen ornamentaciones notorias y caracteres contrastantes como en otros taxones de la familia Alpheidae.

Otro tipo de variación morfológica muy común en los *Synalpheus* es la presencia de malformaciones o aberraciones, quizás por cuestiones genéticas (Dardeau 1984). Cabe resaltar que Coutière (1909) describe a *S. sanlucasi* basándose en un organismo con malformaciones en los dientes oculares y en los apéndices cefálicos, lo mismo se observa en algunos paratipos de *S. superus*.

#### **POLIMORFISMO**

El polimorfismo de las especies de los *Synalpheus* (Dardeau 1984), también lo provoca el tipo de hábitat ocupado por estos pequeños camarones. Las especies simbiontes presentan numerosas variaciones morfológicas, a muchas de las cuales se les ha otorgado un valor taxonómico sin ser exclusivas de esta forma de vida, ya que las especies crípticas de coral y de vida libre también revelan variaciones paralelas en ambos hábitats (Banner y Banner 1973). Del mismo modo, algunos caracteres manifiestan formas intraespecíficas diferentes de acuerdo con la edad del espécimen y por el dimorfismo sexual (Ríos 2003), tema poco abordado por los carcinólogos. Un ejemplo con mayor relevancia, porque se trata de una característica diagnostica, es la forma del dactilo del tercer par de pereiópodos de *S. charon*. En los camarones más jóvenes no se aprecia claramente la concavidad del margen ventral del diente inferior del dactilo del tercer par de pereiópodos, ni la constricción del diente superior. Hasta el momento, todas las especies registradas en el Pacífico Oriental presentan cinco segmentos en el carpo del segundo par de pereiópodos, aunque los especímenes

jóvenes de *S. nobilii* pueden tener cuatro segmentos. Para Dardeau (1984), el número atípico de segmentos carpales, también observados por Banner (1956) y Chace (1972), es una aberración probablemente genética. En general, las ornamentaciones de los especímenes jóvenes de todas las especies del género, como espinas y tubérculos, están más afilados y no muestran mucho desgaste.

#### ESPECIES POLITÍPICAS

Los criterios usados en la definición de las especies politípicas de Coutière (1909) son muy debatibles (Chace 1972; Banner y Banner 1975; Ríos 1992; Hermoso Salazar 1999). Los dos grupos de subespecies de *S. townsendi* y de *S. apioceros*, del grupo de especies Paulsoni propuesto por Coutière (1909), no son aceptados de acuerdo con el análisis morfológicos de Ríos (1992), Wicksten (1994) y Hermoso Salazar *et al.* (2005). El grupo politípico de *S. townsendi* inicialmente estaba constituido por: *S. t. brevispinis* de Baja California, *S. t. mexicanus* del Golfo de California y *S. t. productus* del Golfo de México. Posteriormente, Rathbun (1910) describe a *S. t. peruvianus* de Perú, y Coutière (1910) a *S. t. scaphoceris* del Golfo de México. Con el análisis morfológico, principalmente de los holotipos de las subespecies del Pacífico Oriental, Hermoso Salazar *et al.* (2005) concluyen que taxonómicamente las subespecies *S. t. brevispinis*, *S. t. mexicanus* y *S. t. peruvianus* se deben considerar jerárquicamente a nivel de especie.

En el Pacífico Oriental solo existe *S. sanjosei* del grupo de subespecies de *S. apioceros* de Coutière (1909). Wicksten (1994) propone los primeros cambios taxonómicos de este grupo politípico, a raíz del análisis morfológico de los ejemplares de ambas costas de América. La autora eleva a las subespecies *S. apioceros sanjosei* y *S. goodei occidentalis* a nivel de especie. Aunque en este estudio no se trata el resto de las subespecies porque se registran en el Atlántico americano, se considera necesario el análisis de las subespecies de *S. a. mayaguensis* y *S. a. leiopes*, porque los especímenes del presente estudio comparten caracteres diagnósticos con ambas subespecies, opinión compartida por Ríos (1992).

#### ESPECIES ANFIAMERICANAS Y DE AMPLIA DISTRIBUCIÓN

Por otra parte, no se pudo conocer el estado taxonómico y morfológico de *S. fritzmuelleri*, especie con distribución anfiamericana, por el extravío del único ejemplar mencionado para el Golfo de California. Las especies de amplia distribución como *S. biunguiculatus, S. charon* y *S. nobilii* muestran variaciones intraespecíficas comunes del género, aunque es importante destacar la variación morfológica observada de acuerdo con la edad de los especímenes.

# **CONCLUSIONES**

- A pesar de que los *Synalpheus* es el segundo género de la familia Alpheidae más abundante de la criptofauna de las zonas intermareal y submareal somera de los mares tropicales y subropicales, existen pocos estudios. En el Pacífico Oriental se registran 22 especies, de las cuales cuatro son nuevas para la ciencia, tres fueron recientemente descritas: *S. lani* Hermoso y Alvarez 2005, *S. stylopleuron* Hermoso y Hendrickx 2005, *S. wickstenae* Hermoso Salazar y Hendrickx 2005, y *Synalpheus* sp1. Esto hace suponer que la riqueza específica del género seguirá incrementándose no sólo en el área de estudio, sino también en otros océanos.
- De acuerdo con la información proporcionada en la literatura y con el análisis taxonómico y morfológico de las especies del género *Synalpheus* del Pacífico Oriental se reitera la complejidad taxonómica del taxón, causado principalmente por la variación morfológica intraespecífica.
- La morfología de los *Synalpheus* es muy uniforme, ya que se carecen de estructuras o proporciones merísticas contrastantes. La variación morfológica intraespecífica es una particularidad normal del taxón, especialmente en los caracteres morfométricos.
- El grupo politípico de *S. townsendi* propuesto por Coutière (1909) no es válido. Las subespecies están morfológicamente bien diferenciadas, por lo que *S. t. brevispinis*, *S. t. mexicanus*, *S. t. peruvianus* se elevan a la categoría de especie.

### LITERATURA CITADA

- Abele, L.G. 1975. The Macruran Decapod Crustacea of Malpelo Island. *Smithsonian Contributions to Zoology*. 176:69-85.
- Abele, L.G. 1976. Comparative species composition and relative abundance of decapod crustaceans in marine habitats of Panama. *Marine Biology*. 38:263-278.
- Abele, L.G. & W.K. Patton. 1976. The size of coral heads and the community biology of associated decapod crustaceans. *Journal of Biogeography*. 3:35-47.
- Abele, L.G. & W. Kim. 1986. An illustrated guide to the Marine Decapod Crustacean of Florida. Florida State University. Department Environmental regulation. *Technical Series*. 8(1):1-325.
- Abele, L.G. & W. Kim. 1989. The decapod crustaceans of the Panama Canal. *Smithsonian Contributions to Zoology*. 482:1-50.
- Alvarez del Castillo, C.M., M.E. Hendrickx & S. Rodríguez. 1992. Crustáceos decápodos de la Laguna Barra de Navidad, Jalisco, México. *Proceedings of the San Diego Society of Natural History*. 27:1-9.
- Alvarez, F., M.E. Camacho & J.L. Villalobos. 1996. The first species of *Prionalpheus* from the eastern Pacific, and new records of caridean shrimp (Crustacea: Decapoda: Caridea) from the western coast of Mexico. *Proceedings of the Biological Society of Washington*. 109(4):715-724.
- Amstrong, J.C. 1949. New caridea from the Domican Republic. American Museum Novitates. 1137:1-14.
- Armstrong, J.C. 1949. New Caridea from the Dominican Republic. *American Museum Novitates*. 1410:1-27.
- Banner, A.H. 1953. The Crangonidae or snapping shrimp of Hawaii. *Pacific Science*. 7(1):2-147.

Banner, A.H. 1956. Contributions to the knowledge of the alpheid shrimp of the Pacific Ocean. Part I. Collections from Mariana Archipielago. *Pacific Science*. 10(3):318-373.

Banner, A.H. 1957. Contributions to the knowledge of the alpheid shrimp of the Pacific Ocean. Part II. Collections from Arno Atoll, Marshall Islands. *Pacific Science*. 2(XI):190-205.

Banner, A.H. 1958. Contributions to the knowledge of the alpheid shrimp of the Pacific Ocean. Part III. On a small collection from Onotoa, Gilbert Island. *Pacific Science*. *12*(2):157-169.

Banner, A.H. & D.M. Banner. 1964. Contributions to the knowledge of the alpheid shrimp of the Pacific Ocean. Part IX. Collections from the Phoenix and Line Islands. *Pacific Science*. *18*(1):83-100.

Banner, D.M. & A.H. Banner. 1973. The alpheid shrimp of Australia. Part I: The lower genera. *Records of the Australia Museum*. 28(15):1-291.

Banner, D.M. & A.H. Banner. 1975. The alpheid shrimp of Australia. Part 2. The genus *Synalpheus. Records of the Australia Museum.* 29(12):267-389.

Banner, D.M. & A.H. Banner. 1981. Annotated checklist of the alpheid shrimp of the Red Sea and Gulf of Aden. *Zoologische Verhandelingen Uitgegeven door het Rijksmuseum van Natuurlijke Historie te Leiden*. 190:3-99.

Banner, D.M. & A.H. Banner. 1985. The alpheid shrimp of Indonesia, based upon J.G. de Man's "The decapoda of the Siboga Expedition, Part II. Family Alpheidae" (1911). *Marine Research in Indonesia*. 25:1-79.

Bate, C.S. 1876. On the development of the crustacean embryo and the variations of form exhibited in the larvae of 38 genera of Podophthalmia. *Proceedings of the Royal Society of London*. 24:375-379.

Bate, C.S. 1888. Report of the Crustacea Macrura collected by the H.M.S. Challenger during the years 1873-76. *Report on the Scientific Results of the Voyage of H.M.S. Challenger During the Years 1873-1876. Zoology*, 24: xc, 942 pp, 157 pls.

Borradaile, L.A. 1899. On the Stomatopoda and Macrura brought by Dr Willey from the South Seas. *In:* Willey, A. (Ed.). *Zoological Results based on Material from New Britain, New Guinea, Loyalty Islands and Elsewhere, collected during the Years 1895, 1896, and 1897.* Cambridge: Cambridge University Press. Pp. 395-428.

Bowman, T.E. & L.G. Abele. 1982. Classification of the recent Crustacea:1-27. *In*: L.G. Abele (Ed.). *Systematics, the fossil record and biogeography*. The Biology of Crustacea 1. Academic Press, New York. 319 pp.

Brusca, R.C. 1980. *Common intertidal invertebrates of the Gulf of California*. 2da. Ed. The University of Arizona Press. 513 pp.

Burkenroad, M.D. 1963. The evolution of the Eucarida in relation to the fossil record. *Tulane Studies Geology*. 2:3-16.

Brünnich, M.Th. 1772. Zoologiae fundamenta praelectionibus academicis accomodata. Grunde i Dyrelaeren. Hafniae et Lipsiae [= Copenhagen and Leipzig]: Apud Fridericus Christianus Pelt, 254 pp. [not seen; as cited in Martin and Davis 2001].

Calman, W. T. 1904. On the Classification of the Crustacea Malacostraca. The Annals and Magazine of Natural History, including Zoology, Botany, and Geology. series 7, 13(74, art. 18):144-158.

Camacho, M.E. 1996. Aspectos taxonómicos y distribución geográfica de cinco familias de camarones Caridea (Crustacea: Decapoda), en Nayarti, México. *Tesis Profesional* México, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 160 pp.

Carvacho, A. & R. Ríos. 1982. Los camarones carídeos del Golfo de California. II. Catálogo, claves de identificación y discusión biogeográfica. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México.* 9(1):279-291.

Chace, F.A. Jr. 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., Jr. 1937. The Templeton Crocker Expedition. VII. Caridean decapod Crustacea from the Gulf of California and the west coast of Lower California. *Zoologica*. 22(2):109-138.
- Chace, F.A., Jr. 1962. The Non-Brachyuran Decapod Crustaceans of Clipperton Island. *Proceedings of the United States National Museum*. *113*(3466):605-635.
- Chace, F.A., Jr. 1988. The caridean shrimps (Crustacea: Decapoda) of the *Albatross* Philippine expedition, 1907-1910, Part 5: Family Alpheidae. *Smithsonian Contributions to Zoology*. 466:1-99.
- Chan, T.Y. & K.H. Chu.1996. On the different forms of *Panulirus longipes femoristriga* (von Martens, 1872) (Crustacea: Decapoda: Palinuridae), with description of a new species. *Journal of Natural History*. 30:367–387.
- Christoffersen, M.L. 1979. Campagne de la Calypso au large des côtes Atlantiques de L'Améque du Sud (1961-1962). I. 36. Decapod Crustacea:Alpheoida. Rèsult. Scient. Camp. Calypso, Fascicule 11. *Annales de l'Institut Oceanographique*, Series 55. (suppl.):297-377.
- Coelho, P.A. & M.A. Ramos. 1972. A constiucao e a distribuicao da fauna de decápodos do litoral leste da America do sul entre as latitudes de 5°N e 39°S. *Trabalhos do Instituto Oceanográficos, Universidade Federal, Pernambuco, Recife.* 13:133-236.
- Coutière, H. 1898a. Note sur *Synalpheus biunguiculatus* Stimpson?. De Man (Crust.). *Ibid. Bulletin de la Socieété Entomologique de France*. 11:232-233, Figs. 1.8.
- Coutière, H. 1898b. Sur quelques variétés de *Synalpheus laevimanus* Heller (Crust.). *Bulletin de la Société Entomologique de France*. 1898:188-191.
- Coutière, H. 1899. Les Alpheidae. Morphologie externe et interne, formes larvaires, bionomie. *Annales de Sciences Naturelles*, 8 e série, Zoologie. 9:1-560.
- Coutiére, H. 1905. Les Alpheidae. *In*: J. Stanley Gardiner (Ed.). *The fauna and geography of the Maldive and Laccadive Archipelagoes*. 2(4):852-921.
- Coutiére, H. 1908. Sur les Synalphées americaines. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie de Sciences*. 146:710-712.

- Coutière, H. 1909. The American species of snapping shrimps of the genus *Synalpheus. Proceedings of the United States National Museum.* 36(1659):1-93.
- Coutière, H. 1910. The American species of snapping shrimps of the genus *Synalpheus. Proceedings of the United States National Museum.* 37(1716):485-487.
- Crosnier, A. & J. Forest. 1966. Crustacés décapodes: Alpheidae. Rés. Sci. Camp. Calypso XXVII.- Campagne dans le Golfe de Guinée et aux îles Principe, São Tomé et Annobon (1956) et campagne aux Îles du Cap-Vert (1956) 19. *Annales de l'Institut Océanographique*, *Paris*. 44:199-314.
- Dana, J.D. 1852. Conspectus Crustacerom, etc., of the Crustacea of the exploring expedition under Capt. C. Wilkes, U.S.N. Macroura. *Proceedings of the Academy National of Science Philadelphia*. 6:6-28.
- 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* 7(2):1-125.
- de Man, J.G. 1888. Bericht über die von Herrn Dr. J. Brock im indischen Archipel gesammelten Decapoden und Stomatopoden. *Archiv für Naturgeschichte*. 53:215-600.
- de Man, J.G. 1897. Bericht über die von Herm Schiffscapitän storm zu Atjeh, an den westlichen Küsten von Malakka, Borneo und Celebes sowie in der Java-See gesammelten decapoden und stomatopoden. Fünfter Theil. *Zoologische Jahrbücher, Abteilung für Systematik, Geographie und Biologie der Thiere*. 9:725-790.
- de Man, J.G. 1910. Diagnoses of New Species of Macrurous Decapod Crustacea from the "Siboga-Expedition". *Tijdschrift der Nederlandsche Dierkundige Vereeniging*, Series 2. 11:287-319.
- de Man, J.G. 1911. The Decapoda of the Siboga Expedition. Part II. Family Alpheidae. Siboga Expedition (Livr. 60 Mon. 39a1). 22:133-465.
- Doflein, F. 1900. Weitere mitteilungen über dekapode crustacean der k. bayerischen staatssammlungen. S.B. Bayer. *Akad. Wiss.* 30:125-145.

Duffy, E.M. 2002. The ecology and evolution of eusociality in sponge-dwelling shrimp. *In:* T. Kikuchi (Ed.). Genes, behavior, and evolution in social insects. University of Hokkaido Press, Sapporo. Pp.217-254.

Duffy, J.E., Ch.L. Morrison & R. Ríos. 2000. Multiple origins or eusociality among sponge-dwelling shrimps (*Synalpheus*). *Evolution*. *54*(2):503-516.

Fabricius, J.C., 1798. *Supplementum Entomologiae Systematicae*. Hafniae, 572 pp. Hafnise [Copenhagen].

Flores-Hernández, P. 1991. Taxonomía y distribución geográfica de tres familias de camarones carídeos (Crustacea: Decapoda) intermareales de las Islas del Golfo de California, México. *Tesis Profesional* México, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 225 pp.

Frick, M.G., P.A. Mason, K.L. Williams, K. Andrews & H. Gerstung. 2003. Epibiontes de Tortugas Carey en un área caribeña de anidación: una asociación potencialmente única con el camarón pistola (Crustacea: Alpheidae). *Noticiero de Tortugas Marinas*. 99:10-13

Guérin-Méneville, F.E. 1857. Crustacés. *In*: R. de la Sagra (Ed.). Histoire phsique, politique et neturelle de l'île de cuba. *Crustacés*. Pp. i-xxxvii.

Grobben, C. 1892. Zur Kenntnis des Stammbaumes und des Systems der Crustaceen". Sitzber. K. Akad. Wiss., Vienna, Math. Nat. Cl. 101: 237-274.

Haswell, W.A. 1882. Description of some new species of Australian Decapoda. *Proceedings of the Linnean Society of New South Wales*. 6(4):750-763.

Heller, C. 1861. Synopsis der im rothen Meere vorkommenden Crustaceen. *Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien.* 11:3-32.

Hendrickx, M.E. 1992. Distribution and zoogeographic affinities of decapod crustaceans of the Gulf of California, Mexico. *Proceedings of the San Diego Society of Natural History*. 20:1-12.

Hendrickx, M.E. 1993a. Crustáceos decápodos bentónicos del sur de Sinaloa, México. Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. 64(1):1-16.

Hendrickx, M.E. 1993b. Crustáceos decápodos del Pacífico mexicano. In: S.I. Salazar-Vallejo & N.E. González (Eds.). Biodiversidad marina y costera de México. Comisión Nacional de la Biodiversidad y CIQRO, México. Pp.271-318.

Hendrickx, M.E. 1994. Catálogo de crustáceos decápodos y estomatopodos. Colección de Referencia Estación Mazatlán, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. 134 pp.

Hendrickx, M.E., M.K. Wicksten & A.M. van der Heiden. 1983. Studies of the coastal marine fauna of southern Sinaloa, Mexico: 4. Report on the caridean crustaceans. *Proceedings of the Biological Society of Washington.* 96(1):67-78.

Hermoso-Salazar, A.M. 1999. Camarones carideos (Curstacea: Decapoda) intermareales del Pacífico tropical mexicano: de Isla María Madre a las Bahías de Huatulco, Oaxaca. *Tesis de Maestria*, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 185 pp.

Hermoso Salazar, A.M. 2001. Extensión de ámbito de *Synalpheus occidentalis* (Caridea: Alpheidae) al sur del Golfo de California, México. *Revista de Biología Tropical*. 49(3-4):1279.

Hermoso Salazar, A.M. & L.A. Martínez Guzmán. 1991. Estudio taxonómico de ocho familias de camarones (Crustacea: Decapoda) en cinco arrecifes del Golfo de México. *Tesis Profesional*, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 86 pp.

Hermoso Salazar, A.M. & I. Suárez González. 2001 Ampliación de ámbito de *Synalpheus bannerorum* (Decapoda: Caridea) en el Golfo de California. *Revista de Biología Tropical*. 49(3-4):1278.

Hermoso Salazar, A.M. & P. Hernández Alcántara. 2001. Range extension of caridean shrimps (Crustacea: Decapoda) from Caleta de Campos, Mexican Pacific. *Revista de Biología Tropical*. 49(3-4):1279.

Hermoso-Salazar, A.M. & V. Solís-Weiss. 2001. Ampliación de ámbito de *Gnathophylloides mineri* (Decapoda: Palaemonidae) a Isla Socorro Archipiélago Revillagigedo, México. *Revista de Biología Tropical*. 49(3-4):1280.

Hermoso Salazar, M. & M. Hendrickx. 2005a. New records for *Synalpheus peruvianus* Rathbun, 1910 (Decapoda: Caridea: Alpheidae) in the East Pacific. *Crustaceana*. 78(6):763-765.

Hermoso Salazar, M. & M.E. Hendrickx. 2005b. Two new species of *Synalpheus* Bate, 1888 (Decapoda, Caridea, Alpheidae) from the se Gulf of California, Mexico. *Crustaceana*. 78(9):1099-1116.

Hermoso, M. & F. Alvarez. 2005. *Synalpheus lani*, a new species from the Mexican Pacific (Crustacea: Caridea: Alpheidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington*. 118(3):522-527.

Hermoso Salazar, M., M. Wicksten & J.J. Morrone. 2005. Redescriptions and taxonomic notes on species of the *Synalpheus townsendi* Coutière, 1909 complex (Decapoda: Caridea: Alpheidae). *Zootaxa*. 1027:1-26.

Hernández-Aguilera, J.L. & L.A. Martínez-Guzmán. 1992. Notas acerca de la distribución de los estomatópodos y decápodos de aguas someras de Isla Clarión, Archipiélago Revillagigedo, Colima, México. *Proceedings of the San Diego Society of Natural History*. 19:1-6.

Hernández-Aguilera, J.L., I. López-Salgado & P. Sosa Hernández. 1986. Fauna carcinológica insular de México. I. Crustáceos estomatópodos y decápodos de Isla Clarión. Secretaría de Marina, Dirección General de Oceanografía Naval, Biología Marina/B. 3:183-250.

Hernández-Aguilera, J.L., R.E. Toral Almazán & J.A. Ruiz Nuño. 1996. Especies catalogadas de crustáceos estomatópodos y decápodos para el Golfo de México, Río

*Bravo, Tamps. a Progreso, Yuc.* Comision Nacional Para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. 132 pp.

Herrick, F.H. 1891. *Alpheus*: A study in the development of crustacea. *Memoirs of the National Academy of Sciencies, Washington*. 5:370-463.

Holthuis, L.B. 1951. The caridean Crustacea of tropical west Africa. *Atlantide Report*. 2:7-187.

Holthuis, L.B. 1952. The Crustacea Decapoda Macrura of Chile. *Lunds Universitets Arsskrift*, Series 2. 47(10):1-109.

Holthuis, L.B. 1955. The recent genera of the caridean and stenopodidean shrimps (Class Crustacea, Orden Decapoda, Supersection Natantia) with keys of their determination. *Zoologische Verhandelingen Uitgegeven door het Rijksmuseum van Natuurlijke Historie te Leiden*. 26:1-147.

Holthuis, L.B. 1993. The recent genera of the caridean and stenopodidean shrimp (Crustacea Decapoda): with an appendix on the order Amphionidacea. C.H.J.M. Fransen & C. van Achterberg (Eds.). National Natuurhistorisch Museum. Leiden, Netherlands. 328 pp.

Kim, W. & Abele, L.G. 1988. The snapping shrimp genus *Alpheus* from the eastern Pacific (Decapoda: Caridea: Alpheidae). *Smithsonian Contributions to Zoology*. 454:1-119.

Kingsley, J.S. 1883. Carcinogical Notes; number V. *Bulletin Essex Institution*. 14:105-132.

Knowlton, N. & D.E.K. Mills. 1992. The systematic importance of color and color pattern: evidences for complexes of sibling species of snapping shrimp (Caridea: Alpheus) from the Caribbean and Pacific coasts of Panama. *Proceedings of the San Diego Society of Natural History*. 18:1–5.

Latreille, P.A. 1802. Histoire naturelle des fourmis, et recueil de mémoires et d'observations sur les abeilles, les araignées, les faucheurs et autres insectes. Paris. Pp. I-XVI, 1-445.

Lemaitre R. & R. Álvarez León. 1992. Crustáceos decápodos del Pacífico Colombiano: lista de especies y consideraciones zoogeográficas. *Anales del Instituto de Investigaciones Marinas de Punta Belín*. 21:33-76.

Lenz, H. 1902. Die Crustaceen der sammlung plate. (Decapoda und Stomatopoda). Fauna Chilensis. Vol. 2. Zool. Jb. Supplement. 5:731-772.

Linnaeus, C. 1758. Systema Naturae per Regna Tria Naturae, Secundum Classes, Ordines, Genera, Species, cum Characteribus, Differentiis, Synonymis Locis. Edition 10. 1:824+iii.

Lockington, W.N. 1878. Remarks on some new alphei, with a synopsis of the North American species. *The Annals and Magazine of Natural History*, Series 5. 1:465-480.

Martin, J.W. & G.E. Davis. 2001. An updated classification of the recent crustacea. *Sciencie, Series*. 39:1-123.

Martínez-Guzmán, L.A., A.M. Hermoso-Salazar, J.L. Hernández-Aguilera & R. Romero-Chavez. 1989. Fauna carcinológica insular de México. III. Crustáceos estomatópodos y decápodos del Arrecife Alacrán, Yucatán Secretaría de Marina, México. *Biología Marina de Investigaciones Oceanográficas/B.* 5(1):87-147.

Mathews, L.M. 2002. Territorial cooperation and social monogamy: factors affecting intersexual behaviours in pair-living snapping shrimp. *Animal Behaviour*. 63:767–777.

McClure, M.R. 1995. *Alpheus angulatus*, a new species of snapping shrimp from the Gulf of Mexico and northwestern Atlantic, with a redescription of *A. heterochaelis* Say, 1818 (Decapoda: Caridea: Alpheidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington*. *108*(1):84-97.

McClure, M.R. & I.F. Greenbaum. 1994. Biochemical variation in *Alpheus* (Decapoda, Caridea, Alpheidae) from the coast of Texas: Evidence for cryptic species. *Southwestern Naturalist*. 39:63–66.

McGaw, I.J., M.J. Kaiser, E. Naylor & R.N. Hughes. 1992. Intraspecific morphological variation related to the molt-cycle in color forms of the shore crab *Carcinus maenas*. *Journal of Zoology*. 228:351–359.

Méndez, M. 1981. Claves de identificación y distribución de los langostinos y camarones (Crustacea: Decapoda) del mar y ríos de la costa del Perú. *Boletin del Instituo del Mar del Perú* 5: 1-170.

Milne-Edwards, H. 1837. *Histoire naturelle des Crustacés, comprenani l'anatomie, la physiologie et la classification de ces animaux, 2*:1-532; atlas:1-32, Paris:Roret.

Miya, Y. 1972. The Alpheidae (Crustacea, Decapoda) of Japan and its adjacent waters: II. *Publications from the Amakusa Marine Biological Laboratory, Kyushu University*. *3*(2):103-195, pls. 15-31.

Morales-Garcia, A. 1986. Estudio de los Crustáceos Estomatópodos y Decápodos de Isla Verde, Veracruz, México. Secretaría de Marina, México. Dirección General de Oceanografía. 78 pp.

Morales-Garcia, A. 1987. Estudio de los Crustáceos Estomatópodos y Decápodos de Isla Sacrificios, Veracruz, México. *Secretaría de Marina, México. Est. Ver./87.* 79 pp.

Morris, R.H., D.P. Abbott & E.C. Haderlie. 1980. *Intertidal Invertebrates of California*. Stanford University Press, Stanford, CA. 690 pp.

Morrison, Ch.L., R. Ríos & J.E. Duffy. 2004. Phylogenetic evidence for an ancient rapid radiation of Caribbean sponge-dwelling snapping shrimps (*Synalpheus*). *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 30:563–581.

Nicolet, H. 1849. Crustaceos. *In*: Gay, C. (Ed.). *Historia física y política de Chile según documentos adquiridos en esta republica durante doce años de residencia en ella y publicada bajo los auspicios del supremo gobiernos*. Zoológica. 3:115-318.

Nobili, G. 1897. Bericht über die von Hern Dr. J. Brock im indischen Archipel gesammelten Decapoden und Stomatopoden. *Archiv für Naturgeschichte*. *53*(1):215-600.

Paulson, O. 1875. Podophtalmata I Edriophtalmata (Cumacea). Chast I in Izxledovaniya Rakoobraznykh drasnago moray s zametkami otnosite'no Rakoobraznykh drugikh morei. Kiev, 144 pp. [English translation: Por, F.D. 1961 Podophtalmata and Edriophtalmata (Cumacea). Part I in Studies on Crustacea of the Red Sea with notes regardin other seas. Jerusalem, Israel. 164 pp].

Porter, C.E. 1898. Contribución a la fauna de la Provincia de Valparaiso. Excursión a Quintero en el mes de febrero de 1898. *Revista Chilena de Historia Natural*. 2:31-33.

Porter, C.E. 1903. Breve nota acerca de los crustaceos colectados en Coquimbo por el Dr. F.R. Delfín i descripción de una nueva especie. Carcilojía Chilena. *Revista Chilena de Historia Natural*. 7:147-153.

Prahl von, V.H., F. Guhl & M. Grögl. 1978. Crustáceos decápodos comensales del coral *Pocillopora damicornis* L. en la Isla de Gorgona, Colombia. *Anales del Instituto de Investigaciones Marinas, Punta Betín.* 10:81-93.

Ra'anan, Z. & A Sagi. 1985. Alternative mating strategies in male morphotypes of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Biological Bulletin*. 169:592–601.

Rafinesque, C.S. 1815. Analyse de la nature pu tableau de l'Univers et des corps organises. 224 pp.

Ramos, E.G. 1995. Nuevos registros de camarones alfeidos (Crustacea, Decapada, Alpheidae) para el Pacífico de Colombia. *In:* Cantera, J.R. & J.D. Restrepo (Eds.). Delta del río San Juan, Bahías de Malaga y Buenaventura, Pacífico Colombiano. Colciencias, Universidad EAFIT, Universidad del Valle. Pp.127-153.

Rathbun, M. 1910. The stalk-eyed Crustacea of Peru and the adjacent coast. *Proceedings of the United States National Museum.* 38(1766):531-620.

Ray, J.P. 1974. A study of the coral reef crustaceans (Decapoda and Stomatopoda) of two Gulf of Mexico reeef systems: West Flower Garden, Texas and Isla de Lobos, Veracruz, Mexico. Ph.D. dissertation, Texas A&M University, College Station. 323 pp.

Ríos, R. 1989. Un catálogo de camarones carídeos de Mulegé y Bahía Concepción, B.C.S. con anotaciones acerca de su biología, ecología, distribución geográfica y taxonomía". *Tesis Profesional*, Facultad de Cienciens Marinas. Universidad Autónoma de Baja California. 208 pp.

Ríos, R. 1992. Camarones carideos del Golfo de California. VI. Alpheidae del Estuario de Mulege y de Bahía Concepción, Baja California Sur, México (Crustacea: Caridea). *Proceedings of the San Diego Society of Natural History*. 14: 1-13.

Ríos, R. 2003. *Synalpheus* shrimp from Carrie Bow Cay, Belize. Systematic, Phylogenetics and Biological observations (Crustacea: Decapoda: Alpheidae). *Philosophy Dissertation*, Faculty of the School of Marine Science. The College of William and Mary in Virginia, E.U. 251 pp.

Rodríguez Almaraz, G. A., Gallardo Tejeda, W. & Campos, E. 2002. Crustáceos decápodos intermareales de la isla Carmen, Baja California Sur, México, con notas sobre su distribución ecológica. *In:* M.E. Hendrickx (Ed.). *Contributions to the study of East Pacific crustaceans.* Vol. 1. Unidad Académica Mazatlán, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, México. Pp. 255-264.

Rodríguez de la Cruz, Ma. C. 1987. *Crustáceos decápodos del Golfo de California*. Secretaría de Pesca, México: 306 pp.

Rodriguez, G. 1980. *Los Crustaceos Decapodos de Venezuela*. Instituto Venezuelano de Investigaciones Científicas, Caracas. 494 pp.

Say, T. 1817-1818. An account of the crustacean of the United States. Journal of the Academy of Narutal Sciences of Philadelphia, 1:57-80 [includes plate 4], 97-01, 155-169 (1817); 235-253, 313-319, 374-401, 423-441, 445-458 (1818). [Facsimile reproduction, Lehre, Germany: Verlag von J. Cramer, 1969].

Schmitt, W.L. 1921. The marine decapod crustacea of California. *University of California Publications in Zoology*. 23:1-470.

Schmitt, W.L. 1924a. The Macrura and Anomura collected by the Williams Galapagos Expedition. 1923. *Zoologica*. *5*(15):161-171.

Schmitt, W.L. 1935. Crustacea Macrura and Anomura of Porto Rico and the Virgin Islands. *Scientific Survey of Porto Rico and the Virgin Islands*. *15*(2): 125-227.

Schmitt, W.L. 1939. Decapod and other crustacea collected on the Presidential Cruise of 1938 (with introdution and station data). *Smithsonian Miscellaneous Colletions*. 98(6):1-29.

Standing, J.D. 1981. Occurrences of shrimps (Natantia: Penaeidea and Caridea) in central California and Oregon. *Proceedings of the Biological Society of Washington*. 94(4):1104-1109.

Steinbeck, J. & E.F. Ricketts. 1941. Sea of Cortez. Viking Press, New York. 598 pp.

Stimpson, W. 1857-1860. Prodromus descriptionis animalium evertebratorum, quae in expeditions ad Oceanum Pacificum Septentrionalem, a Republica Federata massa, Cadwaladar Ringgold et Johanne Rodgers ducibus, observavit et descripsit. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*. 12:(8:Crustacea Macrura):22-47 [91-116].

Thacker RW, B.A. Hazlett, L.A. Esman, C.P. Stafford & T. Keller. 1993. Color morphs of the crayfish *Orconectes virilis*. *American Midland Naturalist*. 129:182–199.

Toledo, V. 1994. La diversidad biológica de México. Nuevos retos para la investigación en los noventas. *Ciencias*. 34:43-59.

van der Heiden, A.M. & M. E. Hendrickx. 1979. *Inventario de la fauna marina y costera del sur de Sinaloa, México*. Estación de Mazatlán, Universidad Nacional Autónoma de México. 71 pp.

Vargas, R. & J. Cortés. 1999. Biodiversidad marina de Costa Rica: Crustacea: Decapoda (Penaeoidea, Sergestoidea, Caridea, Astacidea, Thalassinidea, Palinura) del Pacífico. *Revista de Biología Tropical*. 47(4):877-885.

Vargas, R., S. Jesse & M. Castro. 1996. Checklist of crustaceans (Decapoda and Stomatopoda), collected during the Victor Hensen Costa Rica expedition (1993/1994). *Revista de Biología Tropical.* 44 (suplemento 3):97-102.

Vega Juárez, C. & J.L. Carballo Cenizo. 2003. Diversidad y abundancia de los crustáceos asociados a la esponja Mycale parishi (Bowerbank, 1875) en la bahía de Mazatlán (México, Pacífico Oriental). *In:* Hendrickx, M.E. (Ed.). *Contributions to the study of East Pacific Crustaceans [Contribuciones al Estudio de los Crustáceos del Pacífico Este]*. Vol. 2. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, Mexico. Pp.153-164.

Verrill, A.E. 1922. Macrura. Pat II, *In:* Decapod Crustacea of Bermuda. *Transactions of the Connecticut Academy History of Nondescript or Imperfectly Known Animals.* 1(4):1-179. Villalobos-Hiriart, J. 2000. Estudio monográfico de los crustáceos decápodos no baquiuros de la zona intermareal de las islas del Golfo de California, México. *Tesis de Maestría*, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 312 pp.

Villalobos-Hiriart, J.L., A. Cantú Díaz-Barriga, Ma. D. Valle Martínez, P. Flores Hernández, E. Lira Fernández & J.C. Nates Rodríguez. 1992. Distribución espacial y consideraciones zoogeográficas de los crustáceos decápodos intermareales de las islas del Golfo de California, México. *Proceedings of the San Diego Society of Natural History*. 11:1-13.

Villalobos-Hiriart, J.L., J.C. Nates-Rodríguez, A. Cantú Díaz-Barrica, M.D. Valle-Martínez, P. Flores Hernández, E. Lira-Fernández & P. Schmidtsdorf-Valencia. 1989. I. *Crustáceos estomatópodos y decápodos intermareales de las Islas del Golfo de California, México. In*: Listados Faunísticos de México, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. 114 pp.

White, A. 1847. List of the specimens of Crustacea in the collection of the British Museum. Pp.i-viii, 1-143.

White, R.B. 1982. A study of the natantid decapod crustaceans collected fron Enmedio Reef, Veracruz, Mexico. *M. S. Thesis*, Texas A & I University, Texas. 114 pp.

Wicksten, M.K. 1983. A monograph on the shallow water caridean shrimps of the Gulf of California, Mexico. *Allan Hancock Monographs in Marine Biology*. 13:1-59.

Wicksten, M.K. 1984. New records of snapping shrimps (Family Alpheidae) from California. *Proceedings of the Biological Society of Washington*. 97(1):186-190.

Wicksten, M.K., 1989. *Synalpheus arostris* and *Philocheras lapillus*, two new species of caridean shrimp (Crustacea) from the tropical eastern Pacific. *Proceedings of the Biological Society of Washington*. 102:78-83.

Wicksten, M.K. 1994. Taxonomic remarks on two species of the genus *Synalpheus* from the tropical eastern Pacific (Decapoda, Alpheidae). Bulletin du Muséum Nationald'Histoire Naturelle, Paris, 4° Séries. 16(sección A,1):209-216.

Wicksten, M.K. 1996. A new species of hippolytid shrimp from Roca Alijos. *In:* Schmieder, R.W. (Ed.). *Rocas Alijos*. Scientific Results from the Cordell Expeditions. Pp. 285-293.

Wicksten, M.K. & L. Hernández. 2000. Range extensions, taxonomic notes and zoogeography of symbiotic caridean shrimp of the tropical Eastern Pacific (Crustacea: Decapoda: Caridea). *Bulletin Southern California Academy Science*. 99(2):91-100.

Wicksten, M.K. & M.E. Hendrickx. 2003. An updated checklist of benthic marine and brackish water shrimps (Decapoda: Penaeoidea, Stenopodidea, Caridea) from the Eastern Tropical Pacific. *In*: Hendrickx, M.E. (Ed.). *Contribuciones al estudio de los Crustáceos del Pacífico este*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. México. Pp. 49-76.

Williams, A.B. 1965. Marine decapod crustaceans of the Carolinas. *Fisheries Bulletin*. 65(1):1-298.

Williams, A.B. 1984. *Shrimps, lobsters, and crabs of the Atlantic coast.* Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. 550 pp.

# CAPÍTULO TRES

# Análisis filogenético del grupo de especies paulsoni del género Synalpheus del Pacífico Oriental

#### **RESUMEN**

Este análisis filogenético es el primero que se realiza para los grupos de especies del género *Synalpheus* del Pacífico americano. El análisis cladístico se llevó a cabo con 29 especies, de las cuales 22 se registran en el Pacífico americano, y 53 caracteres morfológicos somáticos. Se intentó considerar especies de todos los grupos de especies de América. El grupo de especies Paulsoni es el mejor representado en el Pacífico americano. Los resultados del análisis indican que el grupo de especies Paulsoni es parafilético, pues se incluyen además las especies de los grupos Neomeris, Brevicarpus y Biunguiculatus. Por tanto, con el fin de lograr una clasificación filogenética en el género *Synalpheus* del Pacífico americano, se reconocen sólo dos grupos de especies: Paulsoni y Gambarelloides.

#### Introducción

El género *Synalpheus* Bate, 1888 pertenece a la superfamilia Alpheiodea Rafinesque, 1815 y a la familia Alpheidae Rafinesque, 1815. La superfamilia ha tenido varias modificaciones en su arreglo taxonómico. En general, la clasificación taxonómica de los camarones carideos refleja un conocimiento evolutivo incompleto. Esto sucede porque las especulaciones filogenéticas están basadas principalmente en el análisis de la anatomía comparada o en la morfología funcional de las formas vivas, y raramente se incluyen datos del registro fósil o estudios sustentados en un marco filogenético. El registro fósil de los decápodos data del Pérmico Superior al Triásico Inferior y de los carideos del Jurásico Reciente (Chace y Abbott 1980). Sin embargo, este no proporciona información confiable acerca del origen, evolución y de la ancestría del grupo, ya que está pobremente preservado (Chace y Abbott 1980; Schram 1982). Lo cual conlleva a la gran diversidad de criterios en el arreglo taxonómico cuando se intenta reflejar las relaciones filogenéticas de los carideos en la clasificación.

El arreglo taxonómico de los crustáceos aceptado durante casi 20 años por los carcinólogos es el planteado por Bowman y Abele (1982). La última propuesta es la de Martin y Davis (2001), en la cual los autores señalan la difícil tarea de desenmarañar las propuestas filogénticas (Christoffersen 1990) y no filogenéticas (Chace 1992; Holthuis 1955, 1993) de estos camarones.

Holthuis (1993), en su recuento de todos los géneros de camarones del mundo (carideos y estenopódidos), registra 31 géneros para la familia Alpheidae. Este número se ha incrementado con el descubrimiento de otros seis géneros (Kim 1998; Hayashi 1998; Wicksten 1999; Anker e Iliffe 2000; de Grave y Anker 2000; Dworschak *et al.* 2000). De todos los géneros descritos para la familia, en el Pacífico americano se registran menos de la tercera parte (Méndez 1981; Bruce 1993; Alvarez *et al.* 1995; Wicksten y Hendrickx 2003). De éstos, el género *Synalpheus* es uno de los más diversos y ampliamente distribuido, ya que hasta la fecha existen aproximadamente 130 especies descritas en el mundo (Dardeau 1984; Chace 1988; Morrison *et al.* 2004).

En principio, las especies del género *Synalpheus* se incluían en el género *Alpheus* Fabricius, 1798. Más adelante, Bate (1888) describe al género *Synalpheus*. No obstante, el autor, en la misma obra, no separa las especies de los dos géneros. El manejo formal de los sinalfeidos se efectúa con la revisión histórica de la sistemática de la familia Alpheidae realizada por Coutière (1899).

Coutière (1898, 1899, 1900, 1907, 1908, 1909, 1910) lleva a cabo la difícil tarea de aclarar la taxonomía del género *Synalpheus*. Uno de sus trabajos más importantes para las especies del Pacífico Oriental es "The American species of snapping shrimps of the genus *Synalpheus*", donde propone algunos "grupos taxonómicos", proporciona una clave taxonómica, aún utilizada en nuestros días, describe nuevas especies y subespecies, y plantea algunas sinonimias.

Los grupos taxonómicos planteados por Coutière (1909) están definidos con características morfológicas comunes, sin otorgarles un estado taxonómico: Comatularum, Neomeris, Paulsoni, Brevicarpus, Laevimanus y Biunguiculatus. Posteriormente, estos grupos fueron modificados en su definición, debido a la falta de consistencia de los caracteres usados y al descubrimiento de especies nuevas. Banner (1953) inicia los primeros cambios, elimina el grupo de especies Biunguiculatus, a causa de las confusiones morfológicas, taxonómicas y de distribución geográfica de *S. biunguiculatus* (Stimpson, 1860) y establece el grupo de especies Coutierei. Posteriormente, Holthuis y Gottlieb (1958) invalidan al grupo de especies Laevimanus, al sinonimizar a *S. laevimanus* (Heller, 1862) con *S. gambarelloides* (Nardo, 1847), y erigen el grupo de especies Gambarelloides.

Banner y Banner (1975), en su trabajo de las especies del género *Synalpheus* de Australia, analizan los seis grupos resultantes a esas fechas: Comatularum, Neomeris, Paulsoni, Brevicarpus, Gambarelloides y Coutiere. Estos autores concluyen que sólo los grupos Comatularum, Brevicarpus y Gambarelloides son taxonómicamente válidos. El grupo de especies Comaturlarum, asociado con crinoideos, sólo se registra en el Indopacífico.

Chace (1972) y Dardeau (1984) también ponen en duda la naturalidad de los grupos taxonómicos. Según Dardeau (1984), únicamente el grupo de especies Gambarelloides está bien definido y es morfológicamente homogéneo en el género *Synalpheus*.

En el Atlántico Oeste tropical, el género *Synalpheus* está representado principalmente por el grupo de especies Gambarelloides (Coutière 1909; Dardeau 1984; Morrison *et al.* 2004). Existen aproximadamente 31 especies, muchas de las cuales tienen asociación obligatoria con esponjas. Duffy *et al.* (2000) revelan la posible monofilia del grupo de especies Gambarelloides en un análisis filogenético de 13 especies del Atlántico americano; posteriormente Morrison *et al.* (2004) confirman esta hipótesis.

En el Pacífico americano se registran 22 especies del género *Synalpheus* (Wicksten y Hendrickx, 2003; Hermoso y Alvarez 2005; Hermoso Salazar y Hendrickx 2005). Considerando la definición del grupo de especies Paulsoni, éste sería el de mayor número de especies en la región. Según Coutière (1909), las especies que integran este grupo presentan los dientes oculares más largos que anchos, el proceso rostroventral está bilobulado, el dactilo del tercer par de pereiópodos es largo y delgado, los dientes distales presentan la misma anchura basal, el diente dorsal es más largo que el ventral y el diente ventral está ligeramente curvo. De acuerdo con Coutière (1909), las especies incluidas en este grupo de América son: *S. lockingtoni* Coutière, 1909, *S. paulsonoides* Coutière, 1909, y las de los grupos taxonómicos de *S. apioceros* Coutière, 1909 y de *S. townsendi* Coutière, 1909. Sin embargo, Banner y Banner (1975) consideraron inválido a este grupo, porque las especies de Australia no se ajustan totalmente a la definición dada por Coutière (1909).

Es importante analizar detalladamente al género *Synalpheus* para tratar de reconstruir su historia filogenética. No obstante, es una tarea dificil de efectuar porque posee más de 100 especies descritas en el mundo, se han realizado gran cantidad de sinonimias, existe un número considerable de especies no descritas, es común la carencia de caracteres morfológicos contrastantes para diferenciar a las especies, y por la existencia de una supuesta variación intra e interespecífica (Chace 1972; Banner y Banner 1975; Christoffersen 1979; Dardeau 1984; Morrison *et al.* 2004).

Por toda la complejidad taxonómica del género *Synalpheus* se requiere del análisis del estado taxonómico de las especies, principalmente de las politípicas. Considerando que el trabajo más completo para el Pacífico Oriental es de principios del siglo pasado, es importante esclarecer el conocimiento de la fauna del género *Synalpheus* del Pacífico Oriental por medio de una revisión sistemática. Para esto se tiene que recurrir a otros

métodos clasificatorios que brinden información con un sustento teórico formal. Esto no sucede con la taxonomía tradicional basada en la experiencia del investigador y sin procedimientos analíticos precisos. En cambio, la cladística es un método que busca las relaciones genealógicas basándose en sinapomorfías bajo un criterio de parsimonia. La ventaja de la cladística sobre otros métodos es que las hipótesis propuestas son susceptibles de ser reanalizadas o confrontadas. Por tanto, se decide aplicar el método cladístico para cumplir con algunos de los objetivos de este estudio. Ya que la cladística permite situar los taxones en una posición filogenética determinada, confirmando o corrigiendo la posición taxonómica previa y aumentando el grado de conocimiento del taxón estudiado basándose en las relaciones de parentesco que se establecen. Esta escuela propone que la historia evolutiva de un grupo puede ser determinada mediante los caracteres que definen a un grupo monofilético. Los caracteres derivados compartidos o sinapomorfías proporcionan evidencias de un origen común; y con esto se pueden establecerse grupos monofiléticos. Una sinapomorfia representa un cambio evolutivo y su origen puede ser explicado mediante una hipótesis de genealogía. En contraste, los caracteres ancestrales (plesiomorfías) y los ancestrales compartidos (simplesiomorfías) no son útiles para determinar grupos monofiléticos ya que no son caracteres directamente heredados de un ancestro común inmediato. La filogenia de un grupo se plasma en un árbol filogenético: una estructura jerárquica de ramificaciones que permite representar hipótesis relacionales a partir de los cambios detectados en caracteres heredados (Wiley 1981; Wiley et al. 1991).

#### **OBJETIVOS PARTICULARES**

- Efectuar un análisis cladístico para conocer las relaciones genealógicas del grupo de especies Paulsoni del género *Synalpheus* del Pacífico Oriental.
- Confirmar o rechazar la hipótesis sobre la monofilia del grupo de especies de Paulsoni.
  - Proponer una clasificación basada en la hipótesis filogenética resultante.

# **MÉTODO**

Para el análisis filogenéticos se consideran las agrupaciones morfológicas propuestas por Coutière (1909), y los análisis de estos grupos realizados por Banner y Banner (1975), Dardeau (1984) y Morrison et al. (2004). Se eligieron las 22 especies registradas en el Pacífico americano: S. arostris Wicksten, 1989, S. bannerorum Abele, 1975, S. biunguiculatus (Stimpson, 1860), S. brevispinis Coutière, 1909, S. charon (Heller, 1861), S. digueti Coutière, 1909, S. fritzmuelleri Coutière, 1909, S. lani Hermoso y Alvarez, 2005, S. lockingtoni Coutière, 1909, S. mexicanus Coutière, 1909, S. mulegensis Ríos, 1992, S. nobilii Coutière, 1909, S. occidentalis Coutière, 1909, S. paulsonoides Coutière, 1909, S. peruvianus Rathbun, 1910, S. sanjosei Coutière, 1909, S. sanlucasi Coutière, 1909, S. spinifrons (H. Milne-Edwards, 1837), S. stylopleuron Hermoso Salazar y Hendrickx, 2005, S. superus Abele y Kim. 1989, S. wickstenae Hermoso Salazar y Hendrickx, 2005, Synalpheus sp1. También se seleccionaron cinco especies del Atlántico Oeste incluidas en el grupo de especies Paulsoni y dos especies seleccionadas como grupo externo, con el fin de polarizar los estados de caracteres en plesiomórficos (primitivos) o apomórficos (derivados). El primer grupo externo corresponde a Alpheus paracrinitus Miers, 1881, con una distribución geográfica amplia (Kim y Abele 1988). Esta especie pertenece al género hermano de Synalpheus, aunque no existe alguna hipótesis filogenética donde se confirme su relación genealógica (Banner y Banner 1975; Morrison et al. 2004). Se eligió como segundo grupo externo a Potamalpheops stygicola (Hobbs, 1973), porque es una especie troglobita y se considera como una de las especies de la familia Alpheidae más antigua (Hobbs 1973). Entre las 22 especies de Pacífico americano, hay una especie aún no descrita, pero en este estudio se confirma como especie nueva para la ciencia.

El estudio filogenético se efectuó conforme a la morfología externa de especímenes adultos. El material biológico analizado provino de varias localidades; además en la mayoría de los casos se incluyó la serie tipo, principalmente al holotipo; en el caso de no contar con el holotipo se utilizaron topotipos. De esta manera, el análisis del mayor número de ejemplares permitió conocer la variación inter e intraespecífica de cada especie. En dos casos particulares, las características morfológicas para este análisis se obtuvieron de la descripción original proporcionada en la literatura, como en *S. mulegensis* y *S. paulsonoides* (Tabla 1).

Se revisaron 30 o más especímenes de algunas especies (S. bannerorum, S. biunguiculatus, S. charon, S. digueti, S. mexicanus, S. nobilii, S. occidentalis, S. peruvianus, S. sanjosei, S. superus, S. stylopleuron, S. scaphoceris, S. apioceros, S. wickstenae y Synalpheus sp1). En seis especies se observaron al menos 10 especímenes (S. brevispinis, S. fritzmuelleri, S. lani, S. lockingtoni, S. paulsonoides y S. spinifrons) y en cuatro especies sólo se observó al holotipo (S. arostris, S. sanlucasi, S. t. productus y S. a. mayaguensis). Los especímenes de cada especie fueron teñidos con azul de metileno y observados bajo microscopio estereoscópico y óptico y medidos usando un ocular con reglilla.

El material analizado se encuentra depositado en las siguientes instituciones: National Museum of Natural History, Smithsonian Institution, Washington D.C., U.S.A. (USNM); Museum of Natural History of Los Angeles, California, U.S.A. (AHF), Texas A&M University, College Station, Texas, U.S.A. (TAMU), Muséum National d Histoire Naturelle, Paris, Francia (MNHN), Colección Nacional de Crustáceos del Instituto de Biología, UNAM, México (CNC), Lab. de Ecología y Biodiversidad de Invertebrados Marinos ICMyL, UNAM (CPICML), Colección de Invertebrados de Mazatlán, ICMyL, UNAM (EMU) y de la Universidad Autónoma de Baja California Sur, México (CCUABCS) (Tabla 1).

La matriz de caracteres se construyó con 29 especies y 53 caracteres morfológicos somáticos (Tabla 2), de los cuales los caracteres multiestados fueron tratados como aditivos (7-11, 13, 14, 16, 17, 19, 20, 22-24, 28, 29, 31, 35, 38, 41, 42, 44, 45, 48, 51-53), el resto corresponden a caracteres binarios y fueron codificados con 0 (plesiomórfico) y con 1 (apomórfico). Los caracteres con información no disponibles se les asignó el código "?". De todos los caracteres, 14 pertenecen a los apéndices cefalotorácicos, 10 al caparazón, 22 a los pereiópodos, dos al abdomen, uno a los pleópodos, uno a los urópodos y tres al telson.

Tabla 1. Especies analizadas en este estudio y la procedencia del material examinado. Se hace referencia del grupo de especies definido por Coutière (1909).

Taxon	Grupo según Coutière (1909)	Material examinado o fuente
A. paracrinitus		Otro material (CNC)
P. stygico}la		Otro material (CNC)
S. arostris	-	Holotipo (AHF)
S. bannerorum	Neomeris (¿?)	Holotipo, paratipos y otro material (USNM, CNC, CPICML)
S. biunguiculatus	Biunguiculatus (= Coutièrei)	Neotipo y otro material (USNM, CNC, EMU, CPICML, CCUABCS)
S. brevispinis	Paulsoni	Otro material (TAMU, CNC, CPICML)
S. charon	Neomeris	Otro material (CNC, EMU, CPICML, CCUABCS)
S. digueti	Brevicarpus	Otro material (USNM, CNC, EMU, CPICML, CCUABCS)
S. fritzmuelleri	Neomeris	Lectotipos y otro material (USNM, CNC)
S. lani	Paulsoni	Holotipo, paratipos y otro material (CNC)
S. lockingtoni	Paulsoni	Holotipo y otro material (USNM, CPICML)
S. mexicanus	Paulsoni	Holotipo y otro material (USNM, CNC, CPICML)
S. mulegensis	Gambarelloides (= Laevimanus)	Ríos (1992)
S. nobilii	Neomeris	Holotipo y otro material (USNM, CNC, EMU, CPICML, CCUABCS)
S. occidentalis	Gambarelloides (= Laevimanus)	Otro material (CPICML)
S. paulsonoides	Paulsoni	Coutière (1909)
S. peruvianus	Paulsoni	Holotipo y otro material (USNM, EMU)
S. sanjosei	Paulsoni	Holotipo y otro material (MNHN, CNC, EMU, CPICML, CCUABCS)
S. sanlucasi	Neomeris	Holotipo (USNM)
S. spinifrons	Paulsoni	Otro material (USNM)
S. superus	Paulsoni	Holotipo y paratipos (USNM)
S. stylopleuron	Paulsoni	Holotipo, paratipos y otro material (EMU)
S. wickstenae	Paulsoni	Holotipo, paratipos y otro material (EMU)
Synalpheus sp1	Brevicarpus	Otro material (USNM, CNC, CPICML, CCUABCS)
S. townsendi ATL	Paulsoni	Holotipo y otro material (USNM, CNC)
S. t. productus ATL	Paulsoni	Holotipo (USNM)
S. scaphoceris ATL	Paulsoni	Holotipo y otro material (USNM, CNC)
S. apioceros ATL	Paulsoni	Holotipo y otro material (USNM, CNC)
S. a. mayaguensis ATL	Paulsoni	Holotipo (USNM)

Tabla 2. Matriz de los estados de carácter de Synalpheus del Pacifico americano, cinco especies del Atlántico americano y dos grupos externos, Potamalpheops stygicola y Alpheus paracrinitus.

A paracrinitus 0 P. stygicola 0 S. arostris 1	,	3	2	6 7	8	9	10	1	2 13	4	12	9	11	<del>,</del>	19 20	2	77	23	24	25 2	26 2	27 28	8 29	30	÷	32	33	45	35	30	90	33	₹	7	4	3	4	4	46	3	ŝ	2	,	76	33
	-	0	0	0	0	0	-	-	~	-	0	-	7	0	7	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	O.
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ψ.	<del>-</del>	0	2	0	0	2	-	7	-	-	0	7	7	0	~	က	0	0	-	-	-	7	Ψ.	-	0	0	-	-	-	0	0	Ψ.	7	-	-	-	0	۰.	7	0	0	-	7	
S. bannerorum 1	-	0	-	0	-	<u>←</u>	-	_	7	~	-	-	-		-	_	ო	7	7	-	0	0	7	~	~	0	0	-	-	-	-	0	~	7	-	7	7	-	-	7	0	0	7	2	
S. biunguiculatus	-	0	0	0	-	7	2	-	~	ო	~	0	<b>~</b>	7	0	0	0	0	0	-	-	0	0	~	0	0	0	<del>-</del>	-	-	0	0	~	7	~	~	-	0	-	7	0	0	-	_	
S. brevispinis	-	-	0	0	-	2	2	-	7	-	~	0	7	0	0	0	0	-	0	<b>—</b>	-	0	0	~	0	0	0	<del>-</del>	-	-	0	0	<b>←</b>	7	-	~	-	0	-	~	0	0	0	_	
S. charon 1	-	0	0	0	-	2	2	-	~	7	-	0	7	0	0	0	0	7	0	-	-	0	0	-	7	0	0	-	-	-	2	0	<del>-</del>	-	7	7	7	7	-	0	0	0	<del>-</del>	÷	
S. digueti	-	0	0	0	7	М	-	0	0	-	-	~	7	-	0	-	-	~	0	-	-	-	-	-	0	0	0	<del>-</del>	-	0	_	0	-	7	-	-	7	2	0	7	0	0	-	,	
S. fritzmuelleri	<del>-</del>	0	÷	0	-	7	2	-	7	<u>-</u>	-	~	0	7	0	~	7	7	<del>-</del>	<del>-</del>	-	0	0	~	0	0	0	<del>-</del>	_	-	_	~	~	-	7	7	7	_	-	7	0	0	<del>-</del>	2	
S. lani	<del>-</del>	0	0	0	2	4	2	-	-	7	-	0	7	7	0	-	~	0	0	-	0	-	7	0	0	0	0	<del>-</del>	-	0	0	0	<b>←</b>	7	-	-	-	_	0	7	0	0	-	7	
S. lockingtoni 1	-	0	0	0	-	2	2	-	7	2	-	0	-	2	0	-	7	-	0	-	-	0	0	-	-	0	0	<del>-</del>	-	_	_	0	~	7	-	-	7	_	0	7	0	0	0		
S. mexicanus	1	0	٥.	0	-	2	2	-	7	-	-	0	0		-	-	-	-	0	-	-	-	7	-	2	0	0	-	-	_	_	0	-	7	-	-	-	0	0	7	-	0	-	÷	
S. mulegensis	-	0	0	0	-	m	2	0	0	0	0	ო	7	-	2	0	0	7	7	0	-	1	0	0	-	0	<del>-</del>	٥.	Ç.,	۰.	2	0	<b>←</b>	-	-	-	0	-	0	7	0	-	0	2	
S. nobilii	1	0	0	0	-		-	-	7	-	-	-	-	7	0	-	ო	7	-	-	0	0	0	-	0	0	0	-	-	-	_	-	-	-	7	7	7	2	0	7	0	0	-	Ť	
S. occidentalis	-	0	ò	<del>-</del>	-	m	о С	-	~	~	0	ო	7	<del>-</del>	2	0	0	7	0	<del>-</del>	-	1	7	~	0	0	~	0	0	0	2	0	~	-	-	~	7	-	0	7	~	~	7	2	
S. paulsonoides	-	0	0	0	-	2	2	-	Ç	-	-	~	0	7	0	C.	7	7	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	_	_	0	<b>←</b>	7	-	-	7	0	0	7	0	0	٥.		
S. peruvianus	-	-	0	-	-	4	2	-	7	0	-	0	7	0	2	0	0	0	0	-	0	-	7	-	-	0	0	-	-	-	-	0	-	7	-	-	-	0	0	7	-	0	-	2	
S. sanjosei	-	0	0	0	-	7	2	-	7	-	-	0	-	7	0	-	ო	~	0	-	-	۰.	2	-	7	0	0	-	-	-	_	0	-	7	-	-	7	-	0	-	0	0	-	2	
S. sanlucasi	1	0	0	0	-		-	-	7	2	-	-	7	0	0	-	ო	7	<del>-</del>	-	0	0	0	-	0	0	0	<del>-</del>	-	-	-	~	~	-	7	7	7	2	0	7	0	0	-	<u>,</u>	
S. spinifrons	-	0	0	0	-	7	2	-	7	2	-	0	7	0	0	<u>-</u>	7	~	0	-	0	0	0	0	0	0	0	<del>-</del>	-	0	-	0	~	7	-	7	7	-	-	~	0	0	0	2	
S. superus	-	0	ò	<del>-</del>	-	4	2	-	7	-	-	0	7	7	0	-	ო	0	0	-	0	0	2	-	-	0	0	<del>-</del>	-	_	0	0	~	7	-	-	-	0	0	7	0	0	_		
S. stylopleuron	-	0	ò	7	-	24	ი ი	-	7	~	~	-	7	0	0	~	ო	-	0	·	-	0	7	~	7	0	0	<del>-</del>	-	-	0	0	~	7	-	~	7	-	0	7	~	0	-	,	
S. wickstenae	~	0	ò	7	-	7	2	-	~	-	~	0	<del>-</del>	7	0	~	ო	0	0	<del>-</del>	-	0	7	~	-	~	0	<del>-</del>	7	-	0	0	~	7	-	-	-	0	0	7	~	0	<del>-</del>	,	
Synalpheus spl	-	0	ò	<del>-</del>	7	М	-	0	0	-	-	~	7	0	1	-	~	~	0	-	0	-	7	-	-	0	0	<del>-</del>	-	-	-	0	~	7	-	-	7	_	0	7	0	0	-		
S. townsendi ATL 1	-	0	0	0	-	7	о С	-	~	~	-	0	~	0	_	0	0	0	0	-	-	-	7	~	7	0	0	-	7	-	0	0	~	7	-	-	-	0	0	7	~	0	-	,	
S. t. productus ATL 1	-	0	0	0	-	2	Θ	-	~	7	~	0	0	7	7	0	0	~	0	<b>—</b>	-	-	7	~	ç	0	0	<del>-</del>	-	-	0	0	~	7	~	~	-	0	0	7	~	0	-	۰.	
S. scaphoceris ATL 1	-	-	0	0	-	2	2	-	7	2	~	0	-	7	0	0	0	-	0	·	-	0	0	~	~	0	0	<del>-</del>	7	-	0	0	<del>-</del>	7	-	~	-	0	-	~	0	0	-	2	
S. apioceros ATL 1	1	0	0	0	-	7	2	-	7	-	-	0	-	7	0	~	ო	0	0	<u>-</u>	-	0	7	~	0	0	0	<del>-</del>	-	-	_	0	~	7	-	~	7	_	0	7	τ-	0	-	Ì	
S. a. mayaguensis ATL 1	1 1 0	-	0	0	-	2	2	-	7	24	-	0	7	7	0	-	ო	0	0	-	-	٥	.7	-	-	0	0	-	-	0	-	0	-	7	-	-	7	-	0	7	ç	0	-	Ì	

No se efectuó ninguna determinación de polaridad de caracteres a *priori*. La polaridad se resolvió mediante el "enraizamiento" con el grupo externo. El análisis cladístico se efectuó con el Programa Nona (Winona), versión 2.0 para Windows (Goloboff, 1993), se corrió como un proceso derivado desde Winclada versión 0.999.50 mexu (BETA) (Nixon 2002) Con el mismo programa se efectuó la búsqueda de árboles bajo el principio de parsimonia, y se obtuvieron los árboles de consenso estricto, y se calculó el índice de consistencia y el índice de retención.

#### CARACTERES UTILIZADOS EN EL ANÁLISIS FILOGENÉTICO

Con la revisión minuciosa de la morfología externa de las especies del Pacífico Oriental y con el análisis de la literatura se seleccionaron los caracteres para el estudio filogenético. Los caracteres se ordenan conforme a la región del cuerpo, excepto los dos primeros.

#### 1- Epipoditos en los pereiópodos:

## 0) presentes, 1) ausentes

El epipodito es una rama accesoria con función respiratoria, que puede estar presente en la coxa de los maxilípedos y de los pereiópodos. Esta rama está ausente en sólo cinco géneros de la familia Alpheidae, incluyendo al género *Synalpheus*.

### 2.- Exposición de los ojos:

#### 0) expuestos, 1) cubiertos por el caparazón

Los ojos de los alfeidos tienen parcial o totalmente cubiertos por el caparazón e incapaces de tener movimiento lateral libre. En el caso de los sinalfeidos están totalmente cubiertos en vista dorsal y en vista anterior.

#### 3.- Rostro:

#### 0) presente, 1) ausente

El rostro es una proyección corta comúnmente presente, excepto en *S. arostris*; nunca sobrepasa al pedúnculo antenular.

#### 4.- Dientes oculares:

## 0) ausente, 1) presente

Los dientes oculares son una prolongación del caparazón, ubicados a cada lado del rostro. Siempre están presentes con diferente nivel de desarrollo.

#### 5.- Proceso ocular:

## 0) presente, 1) ausente

El proceso ocular es una prolongación de la región anterior interna del ojo, con diferente dimensión. Comúnmente está presente.

#### 6.- Dirección del rostro lateralmente:

0) no hacia arriba, 1) hacia arriba, 2) ausente

Generalmente el rostro es recto en vista lateral, aunque algunas especies está dirigido ligeramente hacia arriba o hacia abajo.

7.- Longitud del rostro con respecto a la longitud de los dientes oculares:

# 0) ausente, 1) subiguales, 2) más largo

Entre las especies del género *Synalpheus* el rostro es comúnmente más largo que los dientes oculares o subiguales; rara vez el rostro se observa notablemente más corto, cuando esto se presenta, mucha veces se trata de una variación intraespecífica.

- 8.- Ancho del rostro con respecto al ancho de los dientes oculares:
- 0) ausente alguno de los dos, 1) menos ancho, 2) subiguales

Comúnmente, el rostro es más angosto que los dientes oculares.

- 9.- Forma del espacio entre el rostro y los dientes oculares:
- 0) ausente alguno de los dos, 1) reducido, 2) cóncavo (90°), 3) cóncavo (180°), 4) amplio y recto

El margen del caparazón, entre el rostro y los dientes oculares comúnmente es cóncavo, puede dibujarse un medio círculo o un cuarto de círculo. En ocasiones es amplio y recto o reducido y recto.

10.- Ancho de los dientes oculares con respecto a su longitud:

0) ausentes, 1) más anchos que largos, 2) subiguales, 3) menos anchos que largos

En el género *Synalpheus*, comúnmente la longitud de los dientes oculares es subigual a su anchura basal; en pocas ocasiones son elongados o más anchos que largos.

- 11.- Forma del margen externo de las capuchas oculares:
- 0) no notablemente convexo, 1) notablemente convexo

El margen externo de las capuchas oculares generalmente está ligeramente convexo y poco abultado; rara vez está muy convexo y notoriamente abultado.

- 12.- Proceso rostroventral:
- 0) ausente o representado por un domo, 1) presente

El proceso rostroventral es una prolongación del caparazón, localizado en la parte ventral del rostro. Cuando está presente tiene diferente nivel de desarrollo. Comúnmente está ausente en el grupo de especies Brevicarpus, *S. comatularum* y *S. gambarelloides*.

- 13.- Forma del proceso rostroventral
- 0) ausente o representado por un domo, 1) no bilobulado, 2) bilobulado

El margen distal del proceso rostroventral tiene diferente forma, puede estar bilobulado o no bilobulado.

- 14.- Longitud del pedúnculo antenular con respecto a su ancho:
- 0) mayor a 5 veces, 1) aproximadamente cuatro veces, 2) entre 3-3.5, 3) menor a 3.0

El pedúnculo antenular es muy usado para distinguir a las especies. La proporción de su longitud *vs* anchura comúnmente en las especies del Pacífico Oriental está en el intervalo de tres a cuatro veces; rara vez es elongado o muy corto y ancho.

- 15.- Alcance del estilocerito con respecto al primer segmento antenular:
- 0) no sobrepasa, 1) sobrepasa

El estilocerito es una estructura comúnmente espiciforme. El margen lateral externo puede ser recto o ligeramente cóncavo; puede o no sobrepasar el extremo distal del primer segmento antenular.

- 16.- Escama del escafocerito:
- 0) desarrollada variable, 1) angosta, 3) ausente

La escama del escafocerito está presente o ausente. Cuando está presente tiene diferente nivel de desarrollo. En las especies del Pacífico Oriental comúnmente es angosta.

- 17.- Alcance de la espina lateral del escafocerito con respecto a la longitud del carpocerito:
- 0) notablemente lo sobrepasa, 1) subigual, 2) no lo sobrepasa

La espina lateral del escafocerito regularmente es más corta que el carpocerito, poco frecuente es subigual y rara vez es más larga.

- 18.- Alcance de la espina lateral del escafocerito con respecto a la longitud del pedúnculo antenular:
- 0) subigual 1) más corta, 2) notablemente lo sobrepasa

La espina lateral del escafocerito comúnmente sobrepasa o es subigual al pedúnculo antenular; rara vez es más corta.

- 19.- Longitud del carpocerito con respecto a su ancho:
- 0) menor a 4 veces, 1) mayor a 4 veces, 2) mayor a 5 veces

La proporción de la longitud *vs* anchura del carpocerito es más o menos cuatro veces; rara vez está elongado.

- 20.- Alcance del carpocerito con respecto al pedúnculo antenular:
- 0) más corto, 1) subigual, 2) notablemente lo sobrepasa

El carpocerito comúnmente sobrepasa al pedúnculo antenular y rara vez es igual o escasamente es más largo.

- 21.- Espina dorsal del basicerito:
- 0) ausente, 1) presente

El basicerito se caracteriza por presentar un par de espinas, una en la porción dorsal y otra lateral. La espina dorsal tiene diferente nivel de desarrollo, puede ser ausente hasta presentar una espina relativamente larga.

- 22.- Longitud de la espina dorsal del basicerito:
- 0) ausente, 1) prolongación pequeña, 2) corta, 3) larga

La espina dorsal del basicerito cuando está presente tiene diferente longitud, puede ser notoriamente larga o estar representada por una prolongación muy pequeña.

- 23.- Longitud de la espina lateral del basicerito con respecto al primer segmento antenular:
- 0) notablemente más corta, 1) subigual, 2) sobrepasa

La espina lateral del basicerito siempre es notoria, su alcance varía dependiendo de la longitud del basicerito; puede o no sobrepasar el extremo distal del primer segmento antenular.

- 24.- Alcance de la espina lateral del basicerito con respecto al estilocerito:
- 0) notablemente más corta, 1) subigual, 2) sobrepasa
- 25.- Espinas en el extremo distal del último segmento del tercer par de maxilípedos:
- 0) ausentes, 1) presentes

Las espinas distales del último segmento del tercer par de maxilípedos comúnmente están presentes (6-8 espinas). La ausencia de éstas es un carácter raro presente sólo en cuatro especies del género *Synalpheus*, incluyendo a *S. mulengensis* del Pacífico Oriental.

- 26.- Longitud de los dedos de la quela mayor con respecto a la longitud de la palma:
- 0) mayor a 0.5, 1) menor a 0.5

El quelípedo mayor del primer par de pereiópodos tiene pocas ornamentaciones y morfológicamente es muy homogéneo. Es común que la longitud de los dedos sea menor a la mitad de la longitud de la palma.

- 27.- Tamaño del dedo fijo del quelípedo mayor con respecto a la longitud del dactilo:
- 0) subigual, 1) reducido

La longitud del dedo móvil del quelípedo mayor de casi todas las especies del Pacífico Oriental es subigual a la longitud del dedo fijo, excepto en *S. mulegensis* y *S. occidentalis*, especies con forma característica del grupo de especies Gambarelloides.

- 28.- Tipo de proyección en el extremo distal del margen dorsal de la palma del quelípedo mayor:
- 0) ausente, 1) espina aguda sin tubérculo basal, 2) espina aguda con tubérculo basal, 3) tubérculo redondeado

El extremo distal del margen dorsal de la palma del quelípedo mayor presenta dos tipos de ornamentaciones, espinas o lóbulos. En ocasiones la espina surge sobre un tubérculo, en otras veces sólo se observa el tubérculo.

- 29.- Lóbulo dorso distal de la palma del quelípedo mayor aunado a la espina:
- 0) ambos ausentes, 1) ambos presentes, 2) lóbulo ausente, espina presente

El lóbulo del margen dorso distal de la palma del quelípedo mayor, si está presente, siempre se encuentra al lado interno de la espina distal.

30.- Espina o proyección en el extremo distal del margen dorsal del mero del quelípedo mayor:

# 0) ausente, 1) presente

El extremo distal del margen dorsal del mero del quelípedo mayor puede o no presentar una proyección de diferente forma (espina distintiva, proyección plana o ángulo agudo). Cuando carece de la proyección, el mero termina en un ángulo recto o en un ángulo obtuso. En las especies del Pacífico Oriental es común que se presente esta proyección.

- 31.- Margen dorsal del mero del quelípedo mayor:
- 0) ligeramente convexo, 1) convexo, 2) notablemente convexo

El margen dorsal del mero del quelípedo mayor está ligeramente convexo o convexo. En las especies del Pacífico Oriental es poco frecuente que el margen esté fuertemente convexo, dándole al apéndice una apariencia robusta.

- 32.- Espina en el margen dorsodistal de la palma del quelípedo menor:
- 0) ausente, 1) presente

El quelípedo menor es un apéndice morfológicamente muy uniforme con pocas ornamentaciones. Es muy rara la presencia de espinas en alguno de sus segmentos, como sucede con la presencia de una espina en el extremo distal del margen dorsal de la palma.

33.- Cepillo de setas en el margen dorsal del dedo móvil del quelípedo menor:

## 0) ausente 1) presente

La presencia de un cepillo de setas sobre el margen dorsal del dedo móvil del quelípedo menor es una característica del grupo de especies Gambarelloides, aunque no exclusiva.

34.- Longitud de carpo del quelípedo menor con respecto a su anchura:

0) notablemente más largo que ancho, 1) subigual

Es común que la longitud del carpo del quelípedo menor es subigual a su anchura. En las especies del Pacífico Oriental rara vez la longitud es más de dos veces su anchura.

- 35.- Longitud del carpo del quelípedo menor con respecto a la mitad de la longitud de la palma:
- 0) claramente más largo, 1) subigual, 2) claramente más corto
- 36.- Espina o proyección en el extremo distal del margen dorsal del mero del quelípedo menor:

# 0) ausente 1) presente

El extremo distal del margen dorsal del mero del quelípedo mayor puede o no presentar una proyección de diferente forma (espina distintiva, proyección plana o ángulo agudo). Cuando carece de la proyección, el mero termina en un ángulo recto o en un ángulo obtuso. En las especies del Pacífico Oriental es común que se presente esta proyección.

37.- Espinas en el margen dorsal del mero del quelípedo menor:

# 0) ausente 1) presente

En las especies del género *Synalpheus* la presencia de espina en el margen dorsal del mero del quelípedo menor es muy rara.

38.- Ancho basal del dactilo del tercer par de pereiópodos con respecto a su longitud:

0) notablemente menor a un tercio, 1) aproximadamente un tercio, 2) notablemente mayor a un tercio

Las características morfológicas del dactilo del tercer par de pereiópodos es muy usado para distinguir a las especie. Se toma en cuenta la proporción de su longitud *vs* su anchura basal, longitud del los dientes distales, el eje de los dientes distales, el ancho basal de los dientes distales, la presencia de una escotadura en el margen ventral o la presencia de una cavidad en la base del diente ventral. En las especies del Pacífico Oriental comúnmente el dactilo es largo y algo angosto, en pocas especies es corto y ancho.

39.- Escotadura del dactilo del tercer par de pereiópodos:

# 0) ausente 1) presente

La presencia de una escotadura obtusa o espinosa en el margen ventral del dactilo del tercer par de pereiópodos es poco frecuente. Cuando está presente tiene diferente nivel de desarrollo, aunque muchas veces varía dependiendo si se observan especímenes juveniles o adultos.

- 40.- Dactilo del tercer par de pereiópodos:
- 0) no bífido, 1) bífido
- 41.- Longitud de los dientes distales del tercer par de pereiópodos:
- 0) no bífido, 1) subiguales, 2) notablemente desiguales

La longitud de los dientes distales del tercer par de pereiópodos comúnmente es subigual. Cuando son notablemente desiguales, el diente ventral es muy corto.

- 42.- Ancho basal de los dientes distales del tercer par de pereiópodos:
- 0) no bífido, 1) subiguales, 2) notablemente desiguales

El ancho de la base de los dientes distales del tercer par de pereiópodos frecuentemente es subyúgale. Cuando son notablemente desiguales, el diente ventral es muy ancho.

- 43.- Diente más ancho del dactilo del tercer par de pereiópodos:
- 0) no bífido, 1) diente dorsal, 2) diente ventral

44.- Dirección del diente ventral del dactilo del tercer par de pereiópodos con respecto al diente dorsal:

## 0) no bífido, 1) subparalelo, 2) ligeramente curvo

Los dientes distales del tercer par de pereiópodos comúnmente están separados porque el diente ventral está ligeramente curvo hacia abajo; menos frecuente son subparalelos.

- 45.- Longitud del mero del tercer par de pereiópodos con respecto a su ancho:
- 0) mayor a cuatro veces, 1) entre 3-4 veces, 2) menor a tres veces

La proporción de la longitud *vs* anchura del mero del tercer par de pereiópodos proporciona el diferente nivel de robustez. Cuando es mayor de cuatro el apéndice se observa muy robusto y cuando es menor de cuatro tiene una apariencia esbelta o muy esbelta.

46.- Espinas en el margen ventral del mero del tercer par de pereiópodos:

# 0) ausentes 1) presentes

El mero del tercer par de pereiópodos comúnmente carece de ornamentaciones, intraespecíficamente es muy homogéneo, excepto en algunas especies al presentar espinas móviles en el margen ventral.

47.- Apéndice interno en el segundo par de pleópodos en machos:

#### 0) presente, 1) ausente

El apéndice interno del segundo al quinto par de pleópodos comúnmente está presente en los machos. Por lo regular se inserta en la mitad proximal del margen externo del endópodo.

- 48.- Extremo posterior distal del margen ventral de la primera pleura en machos:
- 0) redondeado, 1) escasamente proyectado, 2) proyectado, 3) notablemente proyectado

La pleura de la primera somita abdominal presenta dimorfismo sexual. El extremo distal posterior del margen ventral de los machos puede estar proyectado a diferente nivel.

Comúnmente esta proyección es notoria, aunque en pocas especies el margen es redondeado.

- 49.- Tercera pleura en machos:
- 0) no producida, 1) producida

El margen ventral de la pleura de la tercera somita abdominal en los machos puede estar producido; lo común es que esté redondeado o casi recto.

- 50.- Número de espinas en el margen externo del urópodo:
- 0) una espina, 1) más de dos espinas

El extremo distal del margen externo del exópodo del urópodo frecuentemente presenta una espina fija aunada a una espina móvil. Algunas especies pueden tener más de dos espinas fijas sobre el margen externo.

- 51.- Ancho anterior del telson con respecto al ancho posterior:
- 0) más de dos veces del ancho posterior, 1) aproximadamente el doble del ancho posterior,
- 2) notablemente menor al doble del ancho posterior

El telson es una estructura morfológica con variación intraespecífica. Estas variaciones se dan en la proporción de su longitud *vs* anchura, en la proporción de su anchura anterior *vs* anchura posterior, en lugar de inserción de las espinas dorsales, la longitud de las espinas dorsales y distales, la presencia de una canal dorsal, el nivel de proyección del margen distal, así como la forma de los márgenes laterales. En las especies del Pacífico Oriental, comúnmente el ancho anterior es aproximadamente el doble del ancho posterior.

- 52.- Espinas dorsales del telson removidas del margen lateral:
- 0) escasamente removidas del margen lateral, 1) removidas, 2) muy removidas del margen lateral
- 53.- Margen distal del telson:
- 0) notoriamente convexo, 1) convexo, 2) escasamente convexo

#### RESULTADOS

Del análisis filogenético donde se incluyen a las 22 especies registradas en el Pacífico americano, considerando 53 caracteres morfológicos, se obtuvieron siete árboles igualmente parsimoniosos. El cladograma obtenido en el consenso estricto presentó 265 pasos, con un índice de consistencia (IC) de 0.33, y un índice de retención (IR) de 0.59.

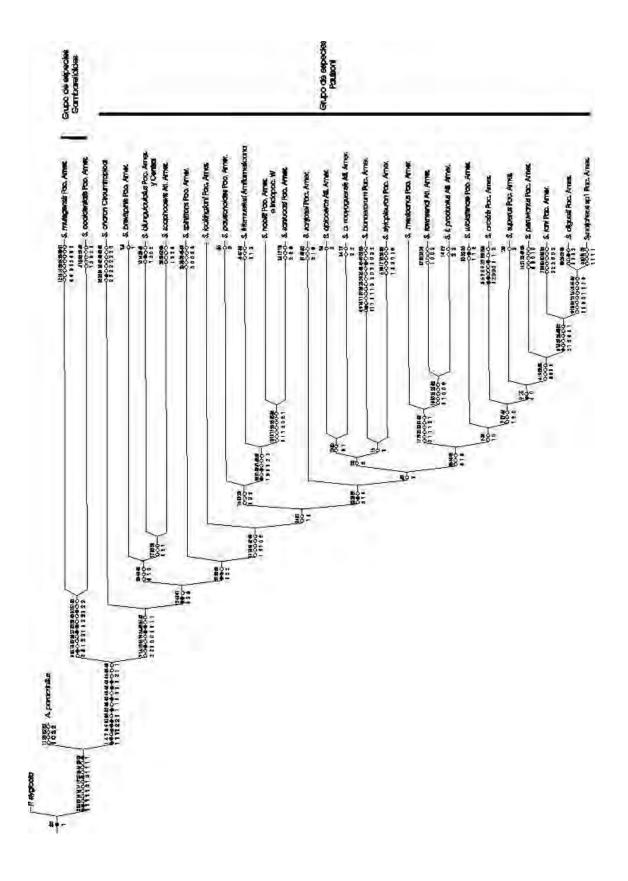
De acuerdo con el cladograma resultante, el grupo de especies Paulsoni no es monofilético. La posición de *A. paracrinitus* sugiere la posible relación filogenética del género *Alpheus* como grupo hermano de las especies del género *Synalpheus* del Pacífico americano (Figura 1).

En los resultados se aprecia que el clado conformado por *S. mulegensis* y *S. occidentalis* es el grupo hermano de todo el resto de las especies de este análisis filogenético. Estas dos especies son las únicas del grupo de especies Gambarelloides registradas en el Pacífico Oriental.

El resto de las especies conforman un clado muy grande, donde la especie hermana basal es *S. charon*. En este grupo de especies se encuentran incluidas especies de cuatro grupos de Coutière (1909): Biunguiculatus (= Coutièrei), Brevicarpus, Neomeris y Paulsoni y la especie *S. arostris*. No obstante, se distinguen tres grupos pequeños. Uno está formado por *S. biunguiculatus*, *S. scaphoceris* y *S. brevispinis*. Las dos últimas especies, según Coutière (1909), pertenecen al grupo de especies Paulsoni.

Otro grupo de especies lo conforman *S. sanlucasi* Coutière, 1909, *S. nobilii* Coutière, 1909 y *S. fritzmuelleri* Coutière, 1909, donde se aprecia a *S. paulsonoides* Coutière, 1909 como especie hermana. Este grupo de especies está soportado por dos sinapomorfías, la espina lateral del basicerito más o menos alcanza la punta del estilocerito y la presencia de una muesca en el margen ventral del dactilo del tercer par de pereiópodos. Coutière (1909) ubica a estas tres especies en el grupo de especies Neomeris, aunque también considera a *S. charon* en este grupo. Sin embargo, en el cladograma esta especie se encuentra como especie hermana de todo el gran grupo.

Figura 1. Uno de los varios cladogramas obtenidos en el análisis filogenético de las especies del pacífico americano; basado en 53 caracteres morfológicos.



El último grupo de especies corresponde al formado por *S. digueti* Coutière, 1909 y *Synalpheus* sp1, que corresponde al grupo de especies Brevicarpus propuesto por Coutière (1909), donde se observa como especie hermana a *S. lani* Hermoso y Alvarez, 2005.

#### **DISCUSIÓN**

Este análisis filogenético es el primero que se realiza para las especies del género *Synalpheus* del Pacífico americano. De acuerdo con los resultados, el grupo de especies Paulsoni definido por Coutière (1909) no representa un grupo monofilético.

Para las especies del Atlántico americano Duffy *et al.* (2000) proponen a las 13 especies del grupo Gambarelloides como un grupo monofilético. Posteriormente, Morrison *et al.* (2004) coincidieron con esta hipótesis. Ellos efectúan un análisis filogenético de la misma región y del mismo grupo interno, pero incluyen 31 especies descritas y no descritas simbiontes de esponjas, basándose en caracteres moleculares y morfológicos.

Los resultados de este estudio concuerdan con la conclusión anterior. En el cladograma, las especies *S. mulegensis* y *S. occidentalis* incluidas en el grupo de especies Gambarelloides registradas en el Pacífico americano, se ubican en un clado monofilético, y aparece como grupo hermano basal del resto de las especies del Pacífico americano.

El resto de las especies se encuentran ubicadas en un clado muy grande, en el cual se observan tres grupos. El primero está formado por *S. biunguiculatus*, *S. scaphoceris* y *S. brevispinis*. El segundo grupo lo constituye *S. fritzmuelleri*, *S. nobilii* y *S. sanlucasi*; y en el tercer grupo se encuentran *S. digueti* y *Synalpheus* sp1.

La monofilia del clado grande está apoyada por tres sinapomorfías (15,1; 34,1 y 45, 1): la longitud del estilocerito conforme al segundo segmento antenular, la proporción de la longitud *vs* anchura del carpo del quelípedo menor y la proporción de la longitud *vs* anchura del mero del tercer par de pereiópodos. En este grupo de especies están incluidas las especies de los grupos de especies Neomeris, Paulsoni, Brevicarpus y Biunguiculatus, y la especie *S. arostris*. Esta última especie carece de rostro, Wicksten (1989) hace referencia a la dificultad que tiene para ubicarla en algún grupo de especies por este carácter.

La especie basal de todo el grupo es *S. charon*. Esta especie presenta una amplia distribución en el Indopacífico Oeste, y en el Pacífico americano (Wicksten y Hendrickx, 2003). Su relación simbiótica con el coral del género *Pocillopora* (Wicksten 1983), evidentemente le confiere una condición favorable para tener este tipo de patrón de distribución (Chace 1937; Garth 1946). Esta característica ayuda a las especies a franquear con éxito la barrera del Pacífico, porque encuentran hábitats adecuados para establecerse. No obstante, las propuestas y especulaciones para explicar la amplia distribución geográfica de muchas especies, generan controversias entre los científico (Thorson 1961; Garth 1965, 1966, 1974; Briggs 1974).

Banner y Banner (1975) no aceptan taxonómicamente como válidos a los grupos de especies Neomeris, Paulsoni y Coutierei (antes Biunguiculatus), porque encontraron discrepancias en sus definiciones. Las características usadas por Coutière (1909) para definir a los tres grupos no están apoyadas con relaciones genealógicas, por tanto son artificiales.

Los resultados filogenéticos de este estudio indican que el grupo de especies Paulsoni propuesto por Coutière (1909) es parafilético. Este grupo de especies es el mejor representado en el Pacífico americano. Sus especies tienen muchos problemas taxonómicos y morfológicos, porque los caracteres utilizados para diferenciar a los taxones son muy sutiles, y conllevan a confusiones taxonómicas. De acuerdo con Coutière (1909), el grupo Paulsoni incluye 13 especies de ambas costas de América, de las cuales ocho son subespecies. Algunas de ellas se han sinonimizado y varias subespecies se han elevado de categoría taxonómica (Rathbun 1910; Holthuis 1952; Dardeau 1984; Wicksten 1994; Hermoso Salazar *et al.*2005). Además, recientemente se han descrito cinco especies para el Pacífico americano que se ajustan a la diagnosis del grupo Paulsoni (Rathbun 1910; Abele y Kim 1989; Hermoso y Alvarez 2005; Hermoso Salazar y Hendrickx 2005). Sin duda existen otras especies aún no descubiertas pertenecientes a este grupo.

Según Coutière (1909), las especies que integran al grupo Paulsoni presentan los dientes aculares más largos que anchos, el proceso rostroventral está bilobulado, el dactilo del tercer par de pereiópodos es largo y delgado, los dientes distales de este apéndice presentan la misma anchura basal, el diente dorsal es más largo que el ventral y el diente

ventral está ligeramente curvo. No obstante, en este estudio, se detectó la imprecisión de estos caracteres al considerar la variación intraespecífica. Banner y Banner (1975) mencionan lo mismo para las especies de Australia.

Un particular interés en este estudio son las especies integrantes del primer grupo: S. brevispinis y S. scaphoceris, del grupo de especies Paulsoni, se relacionan con S. biunguiculatus del grupo de especies Biunguiculatus (= Coutierei). Aunque esta relación no está sustentada con sinapomorfias, los estados de caracter (38,0; 44,1; 45,0) que comparten son importantes en esta relación. El grupo de especies Biunguiculatus es característico del IndoPacífico, en el Pacífico americano se registra a S. biunguiculatus. Para este estudio se analizó el neotipo seleccionado por Banner (1953) de Islas Hawai. Este espécimen no se ajusta morfológicamente con la definición del grupo de especies dada por Coutière (1909). En el neotipo el estilocerito visiblemente sobrepasa a la mitad de la longitud del segundo segmento antenular, el escafocerito es ancho y alcanza el extremo distal del pedúnculo antenular, la espina lateral del basicerito alcanza la mitad de la longitud del primer segmento antenular, el dactilo del tercer par de pereiópodos es largo y delgado y el diente ventral no está claramente curvado. Esto no coincide con las caracteres morfológicos que según Coutière (1909) presenta el grupo de especies Biunguiculatus: el estilocerito no sobrepasa la mitad de la longitud del segundo segmento antenular, el escafocerito es angosto y no sobrepasa el extremo distal del segundo segmento antenular, la espina lateral del basicerito es siempre más larga que el primer segmento del pedúnculo antenular, el dactilo del tercer para de pereiópodos es corto y el diente ventral es muy curvo.

En este estudio, las especies del segundo grupo (*S. fritzmuelleri, S. nobilii y S. sanlucasi*), constituido por la forma del grupo de especies Neomeris aparecen como un grupo no monofilético: porque *S. charon*, según Coutière (1909) del grupo de especie Neomeris, está fuera del grupo.

La ubicación de *S. bannerorum* en el grupo de especies Neomeris mencionada por Morrison *et al.* (2004) no coincide con los resultados de este estudio, ni con la definición del grupo de especies Neomeris de Coutière (1909). Para Coutière (1909) las características más importantes de este grupo, es que el diente ventral del dactilo del tercer par de pereiópodos es siempre más fuerte y puede presentar una muesca o prominencia en el

margen ventral, los dientes oculares siempre son más largos que anchos y el mero del tercer par de pereiópodos a veces es espinoso. De estas características, *S. bannerorum* coincide sólo con la presencia de espinas en el mero del tercer par de pereiópodos.

En este análisis filogenético, *S. bannerorum* se ubica en una posición no muy clara con dos autapomorfías (9, 1 y 46,1), margen anterior del caparazón, entre el rostro y los dientes oculares, es reducido y mero del tercer par de pereiópodos con espinas móviles. Probablemente, esto fue como resultado por no considerar a otras especies con estas características. En Republica Dominica se registra a *S. dominicensis* Armstrong, 1949, la cual también presenta espinas móviles en el mero del tercer par de pereiópodos. En la hipótesis filogenética basado en datos moleculares (16SrARN) y la combinación de datos moleculares (16SrARN y COI) y morfológicos de Morrison *et al.* (2004), ambas especies aparecen como el clado hermano del grupo monofilético de Gambarelloides, aunque con el cladograma de Citocromo Oxida I (COI) se ubican en el grupo de especies Gambarelloides y sólo con datos morfológicos se encuentran relacionadas con *S. fritzmuelleri* del grupo de especies Neomeris. Lo que demuestra la importancia de la combinación de caracteres moleculares y morfológicos para conocer las relaciones genealógicas de taxones en particular.

Por último, la ubicación en el cladograma del grupo de especies formado por *S. digueti* y *Synalpheus* sp1, del grupo de especies Brevicarpus de Coutière (1909), no concuerda con lo que obtuvieron Morrison *et al.* (2004). En su análisis morfológico, las relaciones filogenéticas de estas dos especies no están resueltas. En este estudio, ambas especies aparecen relacionadas con *S. lani*.

Esta primera hipótesis filogenética de las especies del género *Synalpheus* apoya que el grupo de especies Paulsoni es parafilético, independientemente de las confusiones de algunas especies terminales; y el grupo de especies Gambarelloides es un grupo monofilético.

Con los resultados del análisis filogenético de este estudio se propone un grupo monofilético con el nombre Paulsoni definido con los caracteres mencionados en la Tabla 3. Se seleccionó este nombre por ser el grupo original de especies de Coutière (1909) más abundante en el Pacífico Oriental.

Tabla 3. Comparación morfológica entre los grupos de especies de Gambarelloides y Paulsoni.

Característica morfológica	Grupo de especies Gambarelloides	Grupo de especies Paulsoni	
Extensión del estilocerito	No sobrepasa el extremo distal del primer segmento antenular (excepto en <i>S. mcclendoni</i> y <i>S. paraneptunus</i> )	Claramente sobrepasa el extremo distal del primer segmento antenular	
Escama del escafocerito	Frecuentemente ausente o reducida	Presente	
Longitud del dedo fijo del quelípedo mayor del primer par de pereiópodos	Claramente más corto que el dactilo	Subigual al dactil	
Cepillo de setas en el margen dorsal del dedo móvil del quelípedo menor	Presente	Ausente	
Longitud de carpo del quelípedo menor con respecto a su anchura	Claramente más largo que ancho	Subigual	
Longitud del carpo del quelípedo menor	Claramente más largo que la mitad de la longitud de la palma	Subigual o claramente más corto que la mitad de la longitud de la palma	
Número de espinas en el margen externo del urópodo	Más de dos	Sólo una	
Distribución	Atlántico Oeste (mejor representado) y Este, Pacífico Este e IndoPacífico Oeste	Pacífico Este (mejor representado), Indo- Pacífico Oeste y Atlántico Este y Oeste	

## **CONCLUSIONES**

- Los grupos de especies Neomeris, Paulsoni, Biunguiculatus y Brevicarpus propuestos por Coutière (1909) están construidos bajo criterios artificiales.
- Las especies de los grupos de Neomeris, Paulsoni, Biunguiculatus y Brevicarpus, conforman un grupo de especies filogenético llamado en este estudio Paulsoni.
- Conforme a los análisis filogenéticos de trabajos previos y el presente estudio, sólo los grupos de especies Gambarelloides y Paulsoni son grupos naturales.

#### LITERATURA CITADA

- Abele, L.G. 1975. The Macruran Decapod Crustacea of Malpelo Island. *Smithsonian Contributions to Zoology*. 176:69-85.
- Abele, L.G. & W. Kim. 1989. The decapod crustaceans of the Panama Canal. *Smithsonian Contributions to Zoology*. 482:1-50.
- Alvarez, F., M.E. Camacho & J.L. Villalobos. 1996. The first species of *Prionalpheus* from the eastern Pacific, and new records of caridean shrimp (Crustacea: Decapoda: Caridea) from the western coast of Mexico. *Proceedings of the Biological Society of Washington*. 109(4):715-724.
- Anker, A. & T.M. Iliffe. 2000. Description of *Bermudacaris harti*, a new genus, and species (Crustacea: Decapoda-Alpheidae) from anchialine caves of Bermuda. *Proceedings of the Biological Society of Washington*. 113(3):761-775.
- Armstrong, J.C. 1949. New Caridea from the Dominican Republic. *American Museum Novitates*. 1410:1-27.
- Banner, A.H. 1953. The Crangonidae or snapping shrimp of Hawaii. *Pacific Science*. 7(1):2-147.
- Banner, D.M. & Banner, A.H. 1975. The alpheid shrimps of Australia. Part 2. The genus *Synalpheus*. *Records of the Australian Museum*. 29(12):267-389.
- Bate, C.S. 1888. Report on the Crustacean Macrura collected by the Challenger during the years 1873-76. *In*: Report on the scientific results of the voyage of H.M.S. Challenger during the years 1873-76. 24: 1-942.
- Bowman, T.E. & L.G. Abele. 1982. Classification of the recent Crustacea:1-27. *In*: L.G. Abele (Ed.). *Systematics, the fossil record and biogeography*. The Biology of Crustacea 1. Academic Press, New York. 319 pp.
- Briggs, J.C. 1974. Operation of zoogeographic barriers. *Systematic Zoology*. 23:248-256.

Bruce, A.J. 1993. *Potamalpheops darwiniensis* (Crustaceas: Decapoda: Alpheidae), the third Indo-West Pacific species. *Proceedings of the Biological Society of Washington*. *106*(4):698-704.

Chace, F. A., Jr. 1937. The Templeton Crocker Expedition. VII. Caridean decapod Crustacea from the Gulf of California and the west coast of Lower California. *Zoologica*. 22(2):109-138.

Chace, F.A., Jr. 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., Jr. 1988. The caridean shrimps (Crustacea: Decapoda) of the *Albatross* Philippine expedition, 1907-1910, Part 5: Family Alpheidae. *Smithsonian Contributions to Zoology*. 466:1-99.

Chace, F.A., Jr. 1992. On the classification of the Caridea (Decapoda). *Crustaceana*. 63(1):71-80.

Chace, F.A., Jr. & D.P. Abbott. 1980. Caridea: The shrimps. Cap. 23:567-576. *In*: R.H. Morris, D.P. Abbott & E.C. Haderlie (Eds.). *Intertidal Invertebrates of California*. Standford University Press, California. 690 pp.

Christoffersen, M.L. 1979. Campagne de la Calypso au large des côtes Atlantiques de L'Améque du Sud (1961-1962). I. 36. Decapod Crustacea: Alpheoida. Rèsult. Scient. Camp. Calypso, Fascicule 11. *Annales de l'Institut Oceanographique*, Series 55. (suppl.):297-377.

Christoffersen, M.L. 1990. A new superfamily classification of the Caridea (Crustacea: Pleocyemata) based on phylogenetic pattern. *Zeitschrift für Zoologische und Systematik und Evolutionsforschung*. 28(2):94-106.

Coutière, H. 1898. Sur quelques variétés de *Synalpheus laevimanus* Heller (Crust.). Bulletin de la Socieété Entomologique de France. 1898:188-191.

Coutière, H. 1899. Les Alpheidae. Morphologie externe et interne, formes larvaires, bionomie. *Annales de Sciences Naturelles*, 8 e série, Zoologie. 9:1-560.

- Coutiére, H. 1908. Sur les Synalphées americaines. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie de Sciences*. 146:710-712.
- Coutière, H. 1909. The American species of snapping shrimps of the genus *Synalpheus. Proceedings of the United States National Museum. 36*(1659):1-93.
- Coutière, H. 1910. The American species of snapping shrimps of the genus *Synalpheus. Proceedings of the United States National Museum. 37*(1716):485-487.
- 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* 7(2):1-125.
- de Grave, S. & A. Anker. 2000. A new genus and new species of alpheid shrimp (Crustacea: Decapoda) from Papua New Guinea. *The Raffles Bulletin of Zoology*. 48(2):249-256.
- Duffy, J.E., Ch.L. Morrison & R. Rios. 2000. Multiple origins of eusociality among sponge-dwelling shrimps (*Synalpheus*). *Evolution*. *54*(2):503–516.
- Dworschak, P.C., A. Anker & D. Abed-Navandi. 2000. A new genus and three new species of alpheids (Decapoda: Caridea) associated with thalassinids. *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien.* 102B:301-320.
- Fabricius, J.C., 1798. *Supplementum Entomologiae Systematicae*. Hafniae, 572 pp. Hafnise [Copenhagen].
- Garth, J.S. 1946. Littoral brachyura fauna of the Galapagos Archipelago. *Allan Hancock Pacific Expeditions*. *5*(10):341-522.
- Garth, J.S. 1965. The brachyuran decapod crustaceans of Clipperton Island. *Proceedings of the California Academy of Science*, 4 Series. *33*(1):1-4.
- Garth, J.S. 1966. On the oceanic transport of crab larval stages. Proceedings of Symposium of Crustacea. Symposium Ser. 2. *Marine Biology of Association, India*. 1:443-448.

Garth, J.S. 1974. On the occurrence in the eastern tropical Pacific of Indo-West Pacific decapod. Crustacea commensal with reef-building corals. Proceedings of the Second Coral Reef Symposium-Great Barrier Reef Committee, Brisbane. Pp.397-404.

Goloboff, P. 1999. NONA (NO NAME) ver. 2.0 Published by the author, Tucumán, Argentina. http://www.cladistics.com

Hayashi, K.L. 1998. A new genus and a new species of alpheid shrimp (Decapoda, Caridea) from Japan. *Zoosystema*. 20(2):229-238.

Heller, C. 1862. Neue crustaceen gesammelt während der weltumseglung der k.k. Fregatte Novara: Zweiter vorläufiger Bericht. *Verhadlunglen der Kaiserlich-königlichen Zoologisch-botanisch Gesellschaft in Wien.* 12:519-528.

Hermoso, M. & F. Alvarez. 2005. *Synalpheus lani*, a new species from the Mexican Pacific (Crustacea: Caridea: Alpheidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington*. 118(3):522-527.

Hermoso Salazar, M. & M.E. Hendrickx. 2005. Two new species of *Synalpheus* Bate, 1888 (Decapoda, Caridea, Alpheidae) from the SE Gulf of California, Mexico. *Crustaceana*. 78(9):1099-1116.

Hermoso Salazar, M., M. Wicksten & J.J. Morrone. 2005. Redescriptions and taxonomic notes on species of the *Synalpheus townsendi* Coutière, 1909 complex (Decapoda: Caridea: Alpheidae). *Zootaxa*. 1027:1-26.

Hobbs, H.H. Jr. 1973. Two new troglobitic shrimps (Decapoda: Alpheidae and Palaemonidae) from Oaxaca, Mexico. *Association for Mexican Care Studies, Bulletin*. 5:73-80.

Holthuis, L.B. 1952. The Crustacea Decapoda Macrura of Chile. *Lunds Universitets Arsskrift*, Series 2. *47*(10):1-109.

Holthuis, L.B. 1955. The recent genera of the caridean and stenopodidean shrimps (Class Crustacea, Orden Decapoda, Supersection Natantia) with keys of their determination. *Zoologische Verhandelingen Uitgegeven door het Rijksmuseum van Natuurlijke Historie te Leiden*. 26:1-147.

Holthuis, L.B. 1993. The recent genera of the caridean and stenopodidean shrimp (Crustacea Decapoda): with an appendix on the order Amphionidacea. C.H.J.M. Fransen & C. van Achterberg (Eds.). National Natuurhistorisch Museum. Leiden, Netherlands. 328 pp.

Holthuis L.B. & Gottlieb E. 1958. An annotated list of the Decapod Crustacea of the Mediterranean coast of Israel, with an appendix listing the Decapoda of the Eastern Mediterranean. *Bulletin of the Research Council of Israel*. 7B:1-126.

Kim, W. 1998. *Chelomalphues koreanus*, a new genus and species of snapping shrimp from Korea (Crustacea: Decapoda: Alpheidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington*. *111*(1):140-145.

Kim, W. & L.G. Abele. 1988. The snapping shrimp genus *Alpheus* from the Eastern Pacific (Decapoda: Caridea: Alpheidae). *Smithsonian Contributions to Zoology*. 454:iv+119.

Martin, J.W. & G.E. Davis. 2001. An updated classification of the recent crustacea. *Sciencie, Series*. 39:1-123.

Méndez, M. 1981. Claves de identificación y distribución de los langostinos y camarones (Crustacea: Decapoda) del mar y ríos de la costa del Perú. *Boletin del Instituo del Mar del Perú* 5: 1-170.

Miers, E.J. 1881. On the collection made by Baron Hermann-Maltzan at Goree Island, Senegambia: Macrura. *Annals & Magazine of Natural History*, serie 5, 8:204-220, 259-281, 364-377.

Milne-Edwards, H. 1837. *Histoire naturelle des Crustacés, comprenani l'anatomie, la physiologie et la classification de ces animaux, 2*:1-532; atlas:1-32, Paris:Roret.

Morrison, Ch.L., R. Ríos & J.E. Duffy. 2004. Phylogenetic evidence for an ancient rapid radiation of Caribbean sponge-dwelling snapping shrimps (*Synalpheus*). *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 30:563–581.

Nardo, G.D. 1847. Sinonimia modern delle specie registrate nell' opera intitolata: Descrizione de Crostacei, de Testacei e de Pesci che abitano le lagune e golfo Veneto rappresentatizdall'Abate Stefano Chiereghini. 127 pp.

Nixon, K.C. 2002. WinClada ver. 1.00.08. Published by the autor, Ithaca, N.Y. http://www.cladistics.com

Rafinesque, C.S. 1815. Analyse de la nature pu tableau de l'Univers et des corps organises. 224 pp.

Rathbun, M. 1910. The stalk-eyed Crustacea of Peru and the adjacent coast. *Proceedings of the United States National Museum.* 38(1766):531-620.

Ríos, R. 1992. Camarones carideos del Golfo de California. VI. Alpheidae del Estuario de Mulege y de Bahía Concepción, Baja California Sur, México (Crustacea: Caridea). *Proceedings of the San Diego Society of Natural History*. 14: 1-13.

Schram, F.R. 1982. The fossil record and evolution of crustacea. *In:* L.G. Abele (Ed.). *Systematic, the fossil record and biogeography*. The Biology of Crustacea,1. Academic Press, New York. 319 pp.

Stimpson, W. 1857-1860. Prodromus descriptionis animalium evertebratorum, quae in expeditions ad Oceanum Pacificum Septentrionalem, a Republica Federata massa, Cadwaladar Ringgold et Johanne Rodgers ducibus, observavit et descripsit. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*. 12:(8:Crustacea Macrura):22-47 [91-116].

Thorson, G., 1961. Length of pelagic larval life in marine bottom invertebrates as related to larval transport by ocean currents. *In*: M. Sears (Ed.). *Oceanography*. Publication 67 American Association Adv. Science. Pp. 455-474

Wicksten, M.K. 1983. Shallow water caridean shrimps of the Gulf of California, Mexico. *Allan Hancock Foundation Monograph*. 13:1-59.

Wicksten, M.K., 1989. *Synalpheus arostris* and *Philocheras lapillus*, two new species of caridean shrimp (Crustacea) from the tropical eastern Pacific. *Proceedings of the Biological Society of Washington*. 102:78-83.

Wicksten, M.K. 1999. A new genus and species of alpheid shrimp (Caridea: Alpheidae) from the Galapagos Islands. *Crustacean Researchs*. 28:104-111.

Wicksten, M.K. & M.E. Hendrickx. 2003. An updated checklist of benthic marine and brackish water shrimps (Decapoda: Penaeoidea, Stenopodidea, Caridea) from the Eastern Tropical Pacific. *In*: Hendrickx, M.E. (Ed.). *Contribuciones al estudio de los Crustáceos del Pacífico este*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. México. Pp. 49-76.

Wiley, E.O. 1981. *Phylogenetics. The Principles and Practice of Phylogenetic Systematics*. John Wiley & Sons, New York.

Wiley, E.O., D. Siegel-Causey, D.R. Brooks y V.A. Funk. 1991. *The Compleat ladist. A Primer of Phylogenetic Procedures*. The University of Kansas Museum of Natural History, Lawrence. 158 pp., Special Publication No. 19.

## |CAPÍTULO CUATRO

# CONSIDERACIONES BIOGEOGRÁFICAS SOBRE LAS ESPECIES DEL GÉNERO SYNALPHEUS DEL PACÍFICO ORIENTAL

#### RESUMEN

Para conocer los patrones de distribución geográficos de las especies del género *Synalpheus* del Pacífico Oriental, se consideraron los registros de las 22 especies conocidas hasta este momento. Los datos provinieron de la revisión del material biológico de diferentes colecciones científicas nacionales e internacionales, de recolecciones realizadas por el personal del Laboratorio de Ecología y Biodiversidad de Invertebrados Marinos, ICMyL, UNAM, y de los registros mencionados en la literatura. Basándose en lo anterior, el análisis de la distribución por medio de mapas de distribución permitió reconocer que la fauna de *Synalpheus* es preferentemente tropical y está bien representada en el Pacífico Este Tropical (PET), excepto *S. spinifrons*, la cual está distribuida en la región templada sur de la costa oeste de América. Los factores que controlan los intervalos de distribución son la disponibilidad y las condiciones de los ambientes adecuados y las tres barreras de dispersión dadas por los patrones de corrientes y por las condiciones locales.

La distribución de varias especies es parcialmente conocida debido probablemente a la existencia de especies recientemente descritas (*S. lani, S. stylopleuron y S. wickstenae*), o en el caso de *S. arostris*, porque sólo se conoce su localidad tipo. Es de esperarse que los intervalos de distribución cambien conforme se incorporen datos de futuros estudios.

De las 21 especies registradas en el PET, 14 son exclusivas de esta zona. La distribución geográfica del resto de las especies abarca otras latitudes de la costa oeste de América, o incluso se extienden a otros océanos: *S. brevispinis* y *S. sanjosei* se registran también al norte del Golfo de California; *S. lockingtoni* presenta su límite norte de distribución conocida en la región templada de la costa oeste de América y en el Golfo de California en Bahía Cholla, Sonora; *S. charon* y *S. nobilii* son especies transpacíficas; *S.* 

biunguiculatus se encuentra en el Pacífico Central y al norte del Golfo de California; y S. fritzmuelleri es una especie anfiamericana.

## Introducción

Los camarones del género *Synalpheus* se distribuyen ampliamente en zonas marinas tropicales y subtropicales del mundo, principalmente en hábitats de la zona intermareal y submareal somera (Dardeau 1984; Wicksten 1983; Morrison *et al.* 2004). Hasta el momento, en el Pacífico Oriental se han registrado 22 especies, las cuales ocupan hábitats preferentemente de comunidades coralinas o rocosas (Reed *et al.* 1982; Snelgrove y Lewis 1989; Wicksten y Hendrickx 2003; Hermoso y Alvarez 2005; Hermoso Salazar *et al.* 2005; Hermoso Salazar y Hendrickx 2005).

El Pacífico Oriental se considera una de las zonas marinas más aislada del mundo. Se encuentra incomunicada con el Caribe desde el Plioceno (3.1 m.a.) por el cierre del Istmo de Panamá (Cortés 1986; Coates y Abando 1996); también está separada por 4000-7000 km del Pacífico Central y Oeste, por la zona marina más profunda llamada la gran barrera del Pacífico Este (Dana 1975; Ekman 1953; Grigg y Hey 1992) (Figura 1).

La región biogeográfica del Pacífico Este Tropical (PET) registra una gran diversidad de carideos (Wicksten y Hendrickx 2003). Los límites continentales al norte y al sur de esta región están definidos por las corrientes frías que fluyen desde los polos hacia el Ecuador a lo largo de las costas continentales, las cuales se alejan de la costa hacia el Pacífico central. Esta región abarca la costa continental de la parte sur de la Bahía de Magdalena, la costa exterior del sur de Baja California, parte sur y central del Golfo de California hasta el norte de Perú; además, incluye islas oceánicas y grupos de islas: el Archipiélago Revillagigedo localizado a 400 km al sur de Baja California, el Atolón de Clipperton a 1100 km al suroeste de México, Isla Cocos a 450 km al oeste de Costa Rica, Isla Malpelo a 350 km al oeste de Colombia y el Archipiélago de Galápagos a 1100 km al oeste de Ecuador (Robertson y Allen 2002; Robertson *et al.* 2004). De acuerdo con Espinosa-Pérez y Hendrickx (2001) y Wicksten y Hendrickx (2003), el límite norte del PET dentro del Golfo de California se encuentra al norte de este golfo.

Es importante conocer las barreras geográficas para entender la distribución de las especies. No obstante, en el océano las barreras son poco obvias y muy complicadas de delimitar. Además, no son absolutas ya que pueden estar dadas por la combinación de diferentes factores (Briggs 1974; Palumbi 1992, 1994). Según Hellberg *et al.* (2002), las

barreras geográficas de los invertebrados marinos son: 1) las distancias geográficas, 2) las corrientes marinas, y 3) la combinación de factores oceanográficos. No obstante, se ha pensado que las distancias geográficas no son barreras importantes, principalmente en aquellas especies con dispersión larval.

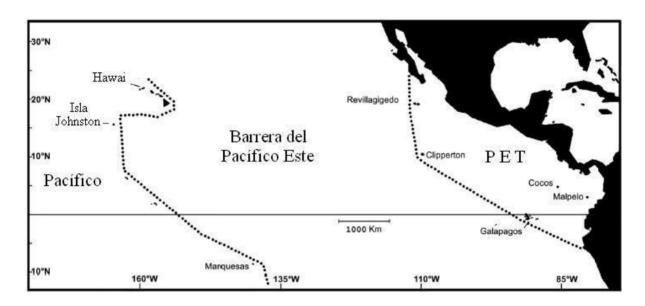


Figura 1. Región del Pacífico Este Tropical (PET) y la barrera del Pacífico Este.

Las barreras geográficas para la dispersión de las especies más importantes son: 1) las masas continentales, un ejemplo es la separación del Pacífico Este y el Caribe con el cierre del Istmo de Panamá; 2) las zonas marinas profundas, como la gran barrera del Pacífico Este, aunque para algunas especies de peces y corales no existe un aislamiento genético entre las poblaciones del Pacífico Este e Indopacífico Oeste, y 3) la disponibilidad del sustrato o del hospedero para aquellas especies simbiontes (Mayr 1954; Briggs 1974; Springer 1982; Benzie 1998; Fransen 2002).

Los patrones de distribución, en este caso de los *Synalpheus*, son el resultado de la combinación de diferentes factores, tanto de las características biológicas como de procesos externos. Las características biológicas (capacidad de dispersión, estado larval, competencia, asociaciones ecológicas, tasa de especiación y tolerancia a los factores ambientales) determinan la susceptibilidad a los procesos externos, como son: el cambio climático, la productividad, los factores ambientales físicos y químicos, la heterogeneidad y

la limitación del hábitat, entre otros (Gittenberger 1990; Ricklefs y Schluter 1993; Jetz y Rahbek 2001; Fransen 2002).

En general, los carideos son componentes dominantes de la criptofauna coralina de la zona intermareal (Felder y Chaney 1979; Reed et al. 1982; Snelgrove y Lewis 1989). Debido a esto, su distribución está íntimamente relacionada con la disponibilidad de las comunidades coralinas. La heterogeneidad y complejidad arquitectónica ambiental de los sustratos duros intermareales proporcionan a los camarones refugio y sitios de alimentación. Otras especies usan el hábitat para reducir la competencia o escapar de sus depredadores (Abele 1974; Banner y Banner 1975). Las fluctuaciones ambientales que imperan en la zona intermareal juegan un papel importante en la determinación de la diversidad y densidad específica. Las especies del género Synalpheus usualmente habitan la región inferior de la zona rocosa intermareal. Esta región está generalmente sumergida y la estructura de la comunidad no se ve muy alterada, ya que los parámetros ambientales no tienen valores tan drásticos como en la zona expuesta durante la marea baja. Los camarones no presentan adaptaciones fisiológicas o morfológicas muy especializadas para amortiguar los efectos extremos del ambiente, por tanto, no soportan factores ambientales estresantes. Por ello, requieren de condiciones favorables para su sobrevivencia (Patton 1974; Wicksten 1991).

Un factor biológico y ecológico particularmente importante en la distribución de los *Synalpheus* es la relación simbiótica que presentan con otros invertebrados. Otro elemento involucrado en la distribución de los camarones es la distribución de su hospedero (Sotka 2005) o del hábitat preferente. Muchas especies tienen una especificidad elevada con el hospedero, principalmente aquellas asociadas con crinoideos (especies del IndoPacífico) y con esponjas (especies de todo el mundo). Otra asociación simbiótica con menor especificidad de estos crustáceos es la que tienen con los corales y equinodermos (Abele 1975; Abele y Patton 1976; Glynn 1982; Bruce 1984; Macdonald *et al.* 2006). Últimamente ha despertado gran interés la asociación simbiótica de las especies de *Synalpheus* con las esponjas debido a que corresponde al primer registro de conducta eusocial en el ambiente marino (Banner y Banner 1975; Bruce 1976, 1978; Dardeau 1984; Wicksten 1991; Duffy 1992, 1993, 1996, 1998, 2003; Duffy *et al.* 2000; Duffy *et al.* 2003; Macdonald *et al.* 2006).

Los corales del Pacífico Oriental son recientes, su desarrollo se inició hace 4500-5600 años (a partir del Plioceno) sobre rocas volcánicas y sedimentos calcáreos (Glynn y Macintyre 1977; Reyes-Bonilla 1992). Además, son comunidades pequeñas que en el Pacífico americano muestran una distribución discontinua en forma de parches (Glynn *et al.* 1972; Porter 1972; Glynn y Wellington 1983; Guzmán y Cortés 1993; Cortés 1997).

Estas comunidades coralinas se extienden desde el sur del Golfo de California hasta el sur de Ecuador; hacia el oeste hasta el Atolón de Clipperton. Las comunidades coralinas más extensas se encuentran en el Golfo de California, costa noroeste de México, Panamá, Colombia y Ecuador, así como en las islas Clipperton, Cocos y Malpelo, y en los archipiélagos Revillagigedo y Galápagos. En el Pacífico Oriental se observan dos tipos principales de comunidades coralinas: las construidas principalmente por especies del género *Pocillopora* (ramificados) y las construidas por *Porites lobata* (macizos) (Guzmán y Cortés 1993; Reyes-Bonilla 1993; Ketchum *et al.* 1997; Glynn y Ault 2000).

En la costa oeste de México existen dos áreas importantes de comunidades coralinas: la del Golfo de California-Nayarit (hasta 26°N en el golfo) y la de Oaxaca-Guerrero. La distribución discontinua se debe principalmente a la presencia de playas arenosas, lagunas costeras, estuarios y zonas de surgencias, lugares no apropiados para el desarrollo de los corales porque inhiben la fijación de las larvas (Glynn y Wellington 1983; Carriquiry y Reyes-Bonilla 1997).

#### **OBJETIVOS PARTICULARES**

- Recopilar los datos geográficos de las 22 especies de Synalpheus del Pacífico Oriental, registrados tanto en la literatura especializada como en el acervo biológico de las colecciones científicas consultadas.
- Analizar la distribución geográfica de las especies de Synalpheus del Pacífico Oriental.
- Identificar los posibles patrones de distribución geográfica.

## **MÉTODO**

Se consideraron los registros geográficos de las 22 especies de *Synalpheus* del Pacífico Oriental conocidos hasta este momento. La información provino de tres fuentes: 1) búsqueda, recopilación y análisis exhaustivo de la literatura, 2) de la revisión del material biológico de las colecciones nacionales e internacionales consultadas, y 3) de recolecciones realizadas por el personal del Laboratorio de Ecología y Biodiversidad de Invertebrados Marinos, ICMyL, UNAM. Paralelamente se efectuaron búsquedas en bases de datos electrónicas, consultas a los especialistas y la revisión de catálogos, como el del Museo de Historia Natural Smithsonian, Washington, D.C.

La información del material biológico provino de las siguientes colecciones científicas: Museo de Historia Natural Smithsonian, Washington D.C., U.S.A. (USNM); Museo de Historia Natural de Los Ángeles, California, U.S.A. (LACM); la colección de la Universidad de Texas A&M, Estación Collage, Texas, U.S.A. (TAMU); Museo de Historia Natural de París, Francia (MNHN); Colección Nacional de Crustáceos del Instituto de Biología, UNAM, México (CNC); Colección del Laboratorio de Ecología y Biodiversidad de Invertebrados Marinos del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, México (CPICML); Colección de Invertebrados de la Estación Académica de Mazatlán del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM (EMU); la colección de la Universidad de La Paz, Baja California Sur, México (CCUBCS); y la colección de la Dirección de Oceanografía de la Dirección General de Oceanografía Naval de la Secretaría de Marina (SMIOM). También se incluyó material procedente de Isla Socorro del Instituto Politécnico Nacional

Se obtuvieron las coordenadas geográficas correspondientes de cada localidad. Con esto se elaboraron los mapas de distribución geográfica con el programa ArcView GIS 3.2. También se conformó un mapa señalando los límites norte y sur de distribución de cada especie, considerando sólo la distribución en el Pacífico Oriental. Los datos geográficos se encuentran en el Capítulo Uno de este estudio, en los apartados del Material examinado, Registros previos en México y Distribución mundial.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una de las principales dificultades de cualquier estudio biogeográfico, en este caso para la detección de patrones biogeográficos del género *Synalpheus*, es la recopilación de la información previa existente y la calidad de los datos publicados. La calidad de los datos es un factor de suma importancia para la obtención de conclusiones acertadas. Esto conlleva a una tarea ardua y en ocasiones de difícil ejecución. Las dificultades son más acentuadas cuando la información se encuentra dispersa o por la escasez de trabajos monográficos y la falta de revisiones publicadas del taxón bajo estudio.

En general, la información geográfica de las especies americanas del género *Synalpheus* es muy escasa. El análisis se efectuó con los registros de 168 localidades diferentes del Pacífico y Atlántico americanos procedentes de la literatura, de los catálogos de las colecciones científicas consultadas y de las recolecciones realizadas en este estudio. Del total de las localidades, sólo 79 pertenecen al Pacífico mexicano. El análisis de la diversidad y abundancia del género revela la existencia de un inventario incompleto de los camarones. El gran número de ambientes presentes en la costa este del Pacífico no concuerda con el número tan reducido de las localidades muestreadas, las cuales sin duda son potencialmente adecuadas para el desarrollo de las especies del género *Synalpheus*.

En el Pacífico Oriental, hasta este momento, se han registrado 22 especies de *Synalpheus*. La distribución geográfica de varias de ellas es parcialmente conocida, ya que las localidades registradas son escasas. Tal es la situación de las especies recientemente descritas: *S. lani, S. stylopleuron* y *S. wickstenae* o el caso de *S. arostris*, porque sólo se conoce de la localidad tipo. Es de esperarse que los intervalos de distribución de estas especies se incrementen conforme se añada información geográfica en futuros estudios. A pesar de lo anterior, se pueden observar algunas tendencias generales que a continuación se discuten (Tabla 1).

#### RIQUEZA ESPECÍFICA

El género *Synalpheus* tiene más de 100 especies actualmente descritas en el mundo (Chace 1988; Morrison *et al.* 2004). En el Pacífico Oriental se registra el menor número de

especies (22 especies) en comparación con las 40 del Atlántico americano (Ríos 2003) y aproximadamente 60 especies en el Indopacífico Oeste incluyendo a Hawaii (Banner 1958; Banner y Banner 1975, 1985; Banner y Banner 1984; Chace 1988). Esta proporción de la riqueza específica se observa también en otros invertebrados asociados a comunidades coralinas, como las esponjas, cnidarios, corales blandos, anémonas, poliquetos, briozoarios, moluscos, equinodermos, tunicados y otros crustáceos (Abele 1982; Glynn 1982; Wulff 1997).

El bajo número de especies de *Synalpheus* en el Pacífico Oriental comparado con el Caribe, en principio, se debe a los eventos de radiación que experimentó el grupo de especies Gambarilloides a finales del Mioceno (~ 5-7 m.a.) y otra al inició del Plioceno (~ 4 m.a.) (Morrison *et al.* 2004). Este tipo de radiación coincide con la de otros taxones, originada con la primera interrupción de la circulación entre los océanos, antes del cierre total de Istmo de Panamá. Según algunos autores, los efectos de los cambios ambientales y oceanográficos tuvieron un impacto determinante en la evolución y la composición de la fauna, como: la formación de la corriente templada del Golfo, el incremento de la salinidad y de la temperatura, el declive de la concentración de los nutrientes, y la extensión de los bancos de carbonatos y de los corales (Collins 1996a; Cronin y Dowsett 1996; Cheetham y Jackson 1996).

La riqueza específica de los carideos también depende de la disponibilidad, condición y edad de las comunidades coralinas porque son importantes para el establecimiento de las especies que habitan preferentemente este tipo de hábitats (Abele 1984; Glynn y Ault 2000). A principios del Holoceno el crecimiento de los corales fue mayor en el Caribe que el Pacífico Este (Glynn y Ault 2000). Los corales del Pacífico americano son recientes, los más antiguos se registran en Panamá (5600 años) (Glynn y Macintyre 1977; Reyes-Bonilla 1992). En cambio, en el Caribe se tienen recuentos desde hace 10000 años (Macintyre 1988). Por otro lado, las comunidades coralinas en el Pacífico Oriental son pequeñas y muestran una distribución discontinua en forma de parches, con tasas de crecimiento más lentas y de bioerosión más elevadas en comparación con otras regiones del mundo (Glynn 1977; Glynn *et al.* 1972; Porter 1972; Glynn y Wllington 1983; Cortés 1993, 1997; Guzmán y Cortés 1993).

Otros factores que pueden repercutir en la riqueza específica de los *Synalpheus* son las condiciones geográficas y oceanográficas. El Pacífico Oriental, a diferencia del Caribe, es un mar abierto con circulación oceánica inestable, con influencia de corrientes marinas frías y expuesto a perturbaciones naturales como el evento de "El Niño" (Keigwin 1982; Haug y Tiedemann 1998; Muss *et al.* 2001). En ciertas zonas, la plataforma continental es angosta y los hábitats de aguas someras son escasos. En otras, la hidrodinámica es severa y no permite el establecimiento de la fauna intermareal bien diversificada (Glynn *et al.* 1996; Glynn y Ault 2000).

Las islas alejadas del continente americano como Malpelo, Cocos, Clipperton y las del Archipiélago Revillagigedo son zonas con comunidades coralinas importantes (Glynn y Ault 2000). Sin embargo, se ven afectadas principalmente por las perturbaciones naturales como la bioerosión, la depredación, la sedimentación, los huracanes y las erupciones volcánicas que impactan a los corales hermatípicos. El registro más reciente de una erupción volcánica se tiene en Isla Socorro en 1993 (Reyes-Bonilla 1993, Medina 1994; Ochoa-López *et al.* 1998; Knowlton 2001).

No obstante, la perturbación de mayor incidencia es la sedimentación de origen antropogénica que provoca la muerte de los corales, principalmente en aquellas comunidades coralinas establecidas en las islas y costa continentales (Reyes-Bonilla 1993; López-Ochoa *et al* 1998; Spalding *et al*. 2001). Entre la pérdida de la fauna de invertebrados con la muerte de los corales, sin duda se encuentran los camarones *Synalpheus*, especialmente las especies simbióticas obligatorias como *S. charon*. En sí, la sedimentación altera la topografía del lugar, reduce el espacio disponible para el forrajeo y para el movimiento de muchas especies (Roger 1990), incluyendo las especies de camarones *Synalpheus* simbiontes temporales de los corales: *S. nobilii*, *S. biunguiculatus*, *S. digueti y Synalpheus* sp1. Desafortunadamente no se tienen estudios poblacionales de estas especies que muestren el efecto tanto de las perturbaciones naturales como antropogénicas.

Antagónicamente, las cavidades de los corales muertos favorecen la colonización y con ello, el incremento de la riqueza especifica del género *Synalpheus* con las especies no simbiontes del coral (*S. bannerorum*, *S. brevispinis*, *S. fritzmuelleri*, *S. lani*, *S. lockingtoni*,

S. mexicanus, S. occidentalis, S. paulsonoides, S. sanjosei y S. sanlucasi) (Banner y Banner 1973; Dardeau 1984; Wicksten 1983, 1991).

#### DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

La afinidad de las especies de *Synalpheus* del Pacífico Oriental es preferentemente tropical, excepto en *S. spinifrons* que se distribuye en la región templada del sur del Pacífico Oriental.

#### **DISTRIBUCIÓN DISCONTINUA**

La distribución de las especies del género *Synalpheus* en el Pacífico Oriental aparentemente es discontinua. Probablemente es el reflejo del esfuerzo invertido de forma muy desigual, para algunos grupos taxonómicos existe un razonable conocimiento, pero para otros es muy escaso Las zonas mejor estudiadas son el Golfo de California, las Islas Galápagos y la costa de Chile. La menos atendida es Centroamérica, de donde sólo se cuenta con registros para Costa Rica y Panamá (Figuras 2 y 3).

Otro factor involucrado en la distribución discontinua es la preferencia por los hábitats de las comunidades coralinas (Banner y Banner 1973; Dardeau 1984; Wicksten 1983, 1991). La distribución de estas comunidades se interrumpe en algunas zonas del suroeste de México y de Centroamérica por la presencia de diferentes ambientes, como playas arenosas, lagunas costeras, estuarios y zonas de surgencias. Estos ambientes no permiten el desarrollo de los corales, ya que inhiben la fijación de las larvas (Briggs 1974; Glynn y Wellington 1983; Carriquiry y Reyes-Bonilla 1997), y de esta forma no se desarrollan ambientes adecuados para los *Synalpheus*.

#### PACÍFICO ORIENTAL

**Pacífico Este Tropical**. El PET alberga la mayor riqueza específica de los carideos del Pacífico Oriental (Wicksten y Hendrickx 2003), como lo corrobora la distribución de las 22 especies estudiadas (excepto *S. spinifrons*), de las cuales 14 se distribuyen exclusivamente en esta zona (Tabla 1 y Figura 2).

Tabla 1. Afinidades biogeográficas de las especies de Synalpheus del Pacífico Oriental.

Afinidad biogeográfica	Número de especies	Porcentaje (%)
PACÍFICO ESTE TROPICAL	21	95.5
PET	14	66.6
PET, NGC.	2	9.5
PET, ZTN, NGC	1	4.8
PET, transpacífica	2	9.5
PET, PC y NGC	1	4.8
PET, anfiamericana	1	4.8
REGIÓN TEMPLADA SUR	1	4.5

Abreviaciones: Pacífico Este Tropical (PET); norte del Golfo de California (NGC); región templada norte (ZTN); Pacífico Central (PC).

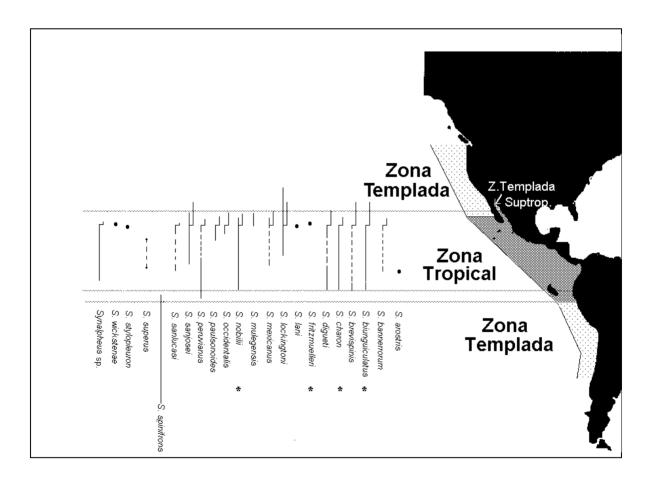


Figura 2. Distribución latitudinal de las especies del género Synalpheus en el Pacífico Oriental.

Las corrientes oceanográficas superficiales constituyen el medio de dispersión más importante para las especies marinas (Wicksten 1996; Muss *et al.* 2001). Muchas de las afinidades biogeográficas de la fauna del PET se explican por el patrón de corrientes del Pacífico americano, sin dejar a un lado que la capacidad y el éxito de la dispersión, así como el establecimiento de los organismos están determinados por la combinación de factores ambientales, biológicos y ecológicos. La dispersión de los adultos de los alfeidos está limitada porque tienen una baja capacidad de dispersión y son estrictamente bénticos (Wicksten 1983; Anker y Jeng 2001), sin embargo la dispersión más exitosa se lleva a cabo en el ambiente pelágico durante la etapa larval (Wicksten 1991; Fransen 2002). La dispersión puede estar afectada por la velocidad de las corrientes oceanográficas, disponibilidad de hábitats adecuados, viabilidad y duración de los periodos larvales (Zinsmeister y Emerson 1979; Scheltema 1988; Correa Sandoval y Carvacho Bravo 1992; Reves-Bonilla 1996; Fransen 2002).

Los límites de la distribución de la mayorías de las especies de *Synalpheus* del Pacífico Oriental se localizan aproximadamente a las latitudes norte y sur de los límites del PET: 1) cinturón de las grandes islas, al norte del Golfo de California, 2) Bahía Magdalena, costa oeste de Baja California y las Rocas Alijos, y 3) Paita, Perú. Esto pareciera estar determinado por las condiciones ambientales locales, el patrón de corrientes superficiales y topografía. En las tres zonas se muestran cambios cualitativos ambientales, especialmente en la temperatura del agua, y con ello existe una disminución en la composición de la fauna tropical (Carvacho y Ríos 1982; Correa Sandoval y Carvacho Bravo 1992; Hendrickx 1992; Briggs 1995; Bakun *et al.* 1999; Robertson y Allen 2002).

La distribución de algunas de las 14 especies de *Synalpheus* exclusivas del PET se ve claramente interrumpida en ciertas regiones del Pacífico mexicano y en Centroamérica (Figura 2). Sólo la distribución de *S. digueti* y *Synalpheus* sp1 es prácticamente continua a lo largo del PET (Figuras 4 y 5). Ambas especies son muy abundantes en coral, tanto vivo como muerto.

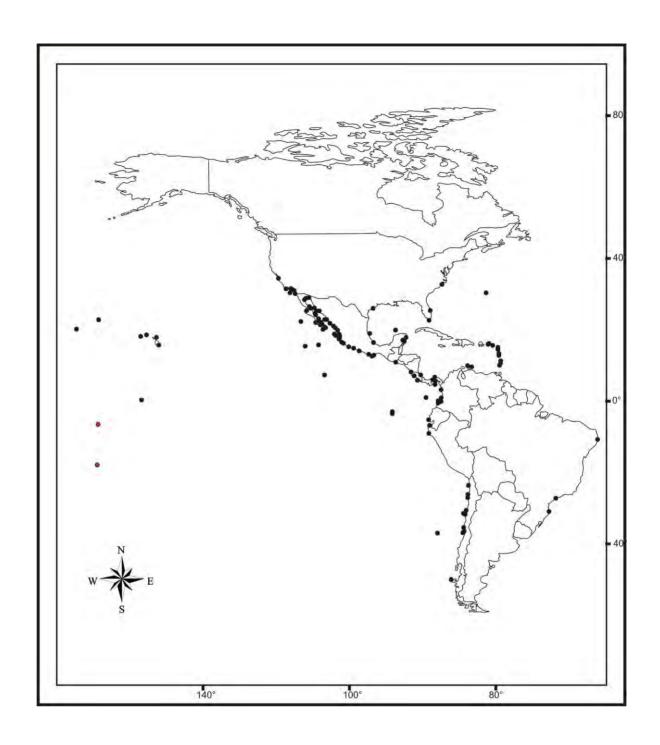


Figura 3. Distribución de las especies del género Synalpheus en el Pacífico y Atlántico.

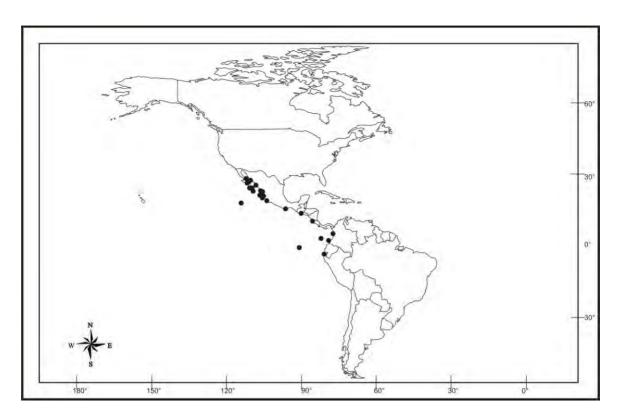


Figura 4. Distribución geográfica de S. digueti.

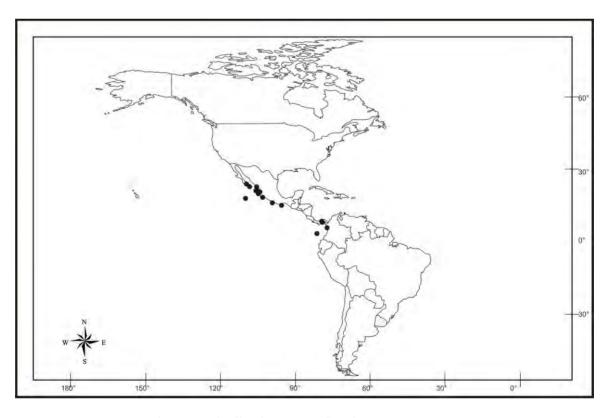


Figura 5. Distribución geográfica de Synalpheus sp1.

Los registros de las especies recientemente descritas se restringen a una zona en particular o a la localidad tipo: *S. lani* registrada en Nayarit, *S. stylopleuron* y *S. wickstenae* en Sinaloa (Hermoso y Alvarez 2005; Hermoso Salazar y Hendrickx 2005) *S. arostris* mencionada para el Morro de Los Agujeros, Bahía de Malaga, Colombia (localidad tipo) (Wicksten 1989) (Figuras 6-9).

Por otro lado, la distribución de dos especies: *S. mulegensis* y *S. occidentalis*, se limita al Golfo de California (Coutière 1909; Wicksten 1983, 1994; Hermoso Salazar 2001; Ríos 1992) (Figuras 10 y 11); y *S. paulsonoides* se restringe al golfo y costa de Michoacán (Coutière 1909; Wicksten 1983; Hermoso Salazar y Hernández Alcántara 2001) (Figura 12).

Es de esperarse que el intervalo de distribución de las especies se incremente con la incorporación de registros nuevos de futuros estudios, como sucede con los trabajos de Alvarez *et al.* (1996) y Hermoso Salazar y Suárez González (2001), donde se amplía el límite norte de distribución de *S. bannerorum* de Colombia al Golfo de California (Figura 13). No obstante, la incorporación de registros nuevos es un proceso muy lento porque está íntimamente relacionado con la disponibilidad de apoyos financieros y con el interés de los investigadores y de las instituciones involucradas en este tipo de estudios (Wicksten y Hendrickx 2003).

Un caso interesante es el de *S. mexicanus*, porque se consideraba una especie endémica del Golfo de California (Coutière 1909; Chace 1937; Steinbeck y Ricketts 1941; Carvacho y Ríos 1982; Wicksten 1983; Rodríguez de la Cruz 1987; Villalobos-Hiriart *et al.* 1989; Rodríguez Almaráz *et al.* 2002) (Figura 14). No obstante, Hermoso Salazar *et al.* (2005) registran a esta especie en Ensenada de Utría, Colombia, con la revisión del material biológico depositado en el Museo del Smithsonian; de esta manera estos autores amplía su límite sur de distribución, de Cabo San Lucas, Golfo de California a Ensenada de Utría, Colombia. El límite norte de *S. mexicanus* en el Golfo de California llega a las grandes islas y en la costa oeste de Baja California Sur a las Rocas Alijos (Figura 2). Esta situación se explicaría probablemente como respuesta al efecto de barrera provocada por las condiciones ambientales del norte del Golfo de California y a la dinámica de las corrientes superficiales presentadas a la latitud de las Rocas Alijos.

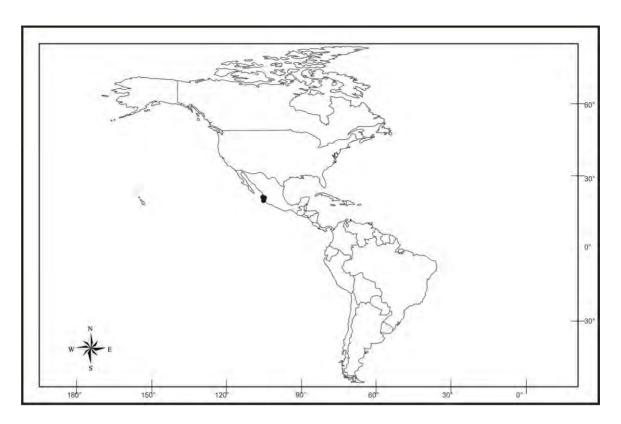


Figura 6. Distribución geográfica de *S. lani*.

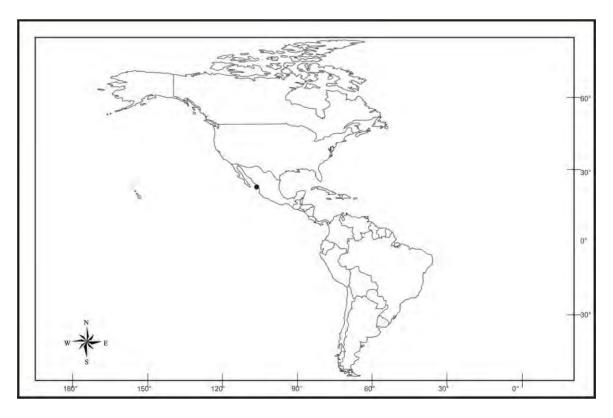


Figura 7. Distribución geográfica de S. stylopleuron.

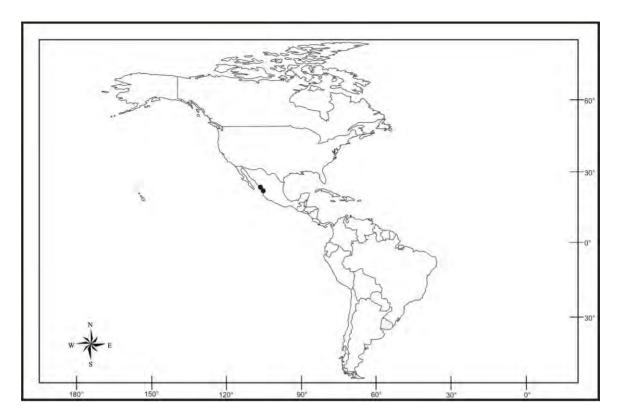


Figura 8. Distribución geográfica de S. wickstenae.

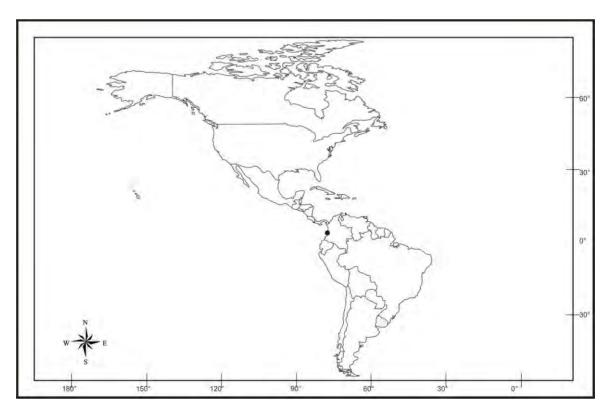


Figura 9. Distribución geográfica de *S. arostris*.

La costa occidental de Baja California, correspondiente a la provincia Californiana, presenta características biogeográficas claramente diferentes a las del PET. En la latitud de Bahía Magdalena y de las Rocas Alijos, se presentan características tropicales porque la Corriente de California (masas de agua fría del norte) se desvía hacia al oeste al chocar con la Corriente Costera de Costa Rica (Corriente Mexicana con masas de agua caliente). Por tal motivo, se tienen algunos representantes faunísticos tropicales (Carvacho y Ríos 1982; Wicksten 1996).

Otro patrón de distribución por destacar es el de *S. peruvianus* (Figura 15). A raíz de su actualización taxonómica efectuada por Hermoso Salazar y Hendrickx (2005), se sinonimizó a *S. recessus* con *S. peruvianus*, por tanto se amplió su intervalo de distribución norte, de Costa Rica (Vargas *et al.* 1996; Vargas y Cortés 1999) a Sinaloa, México, además de registrarse también en Panamá, Colombia y Perú (Rathbun 1910; Abele y Kim 1989; Lemaitre y Álvarez León 1992).

Sin duda, la distribución geográfica de las especies está relacionada a la calidad de la información de los registros disponibles y al estado taxonómico de los ejemplares. En ocasiones, los registros de algunas especies generan interrogantes por posibles confusiones taxonómicas. Este es el caso de *S. sanlucasi*, especie morfológicamente cercana a *S. nobilii*. Con la visita al Museo de Historia Natural Smithsonian se detectó la confusión de algunos ejemplares de *S. nobilii* con *S. sanlucasi* mencionados por Steinbeck y Ricketts (1941). Desafortunadamente, los ejemplares del resto de los registros referidos en la literatura no fueron revisados porque no se logró el préstamo del material biológico por parte de las diferentes colecciones; y cabe la posibilidad de que algunos ejemplares también estén confundidos con *S. nobilii*. Por tal motivo, no se rectificó el material biológico registrado por Chace (1937) de Banco Arenas, Baja California Sur, el de Abele y Patton (1976) de Isla Perla, Panamá y el de Wicksten (1983) de Bahía Tenacatita, Jalisco (Figura 16).

Por último, en este estudio se amplía el límite norte de distribución de *S. superus*, de Panamá hasta Acapulco, Guerrero (Figura 17).

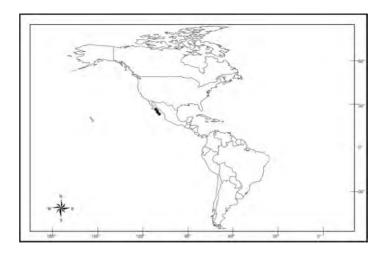


Figura 10. Distribución geográfica de S. mulegensis.

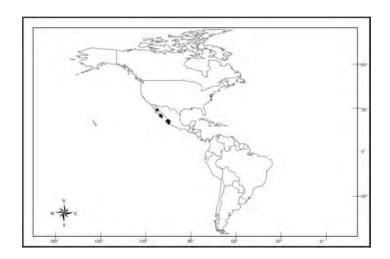


Figura 11. Distribución geográfica de S. occidentalis.

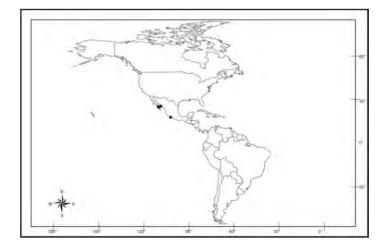


Figura 12. Distribución geográfica de S. paulsonoides.

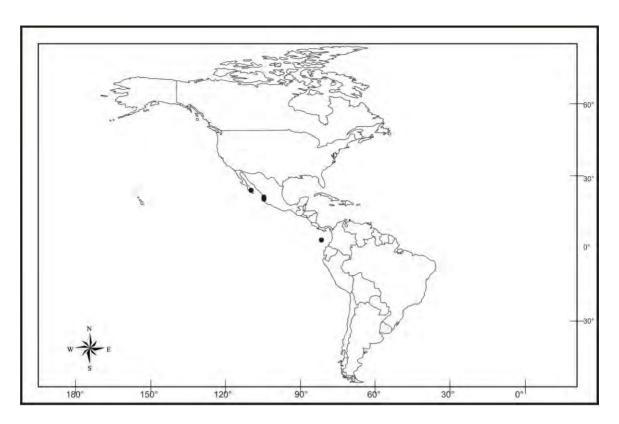


Figura 13. Distribución geográfica de S. bannerorum.

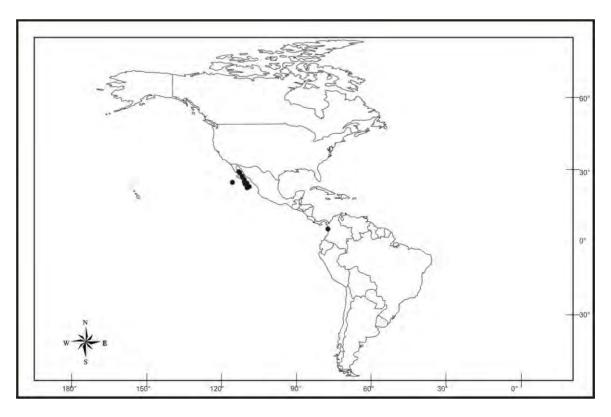


Figura 14. Distribución geográfica de S. mexicanus.

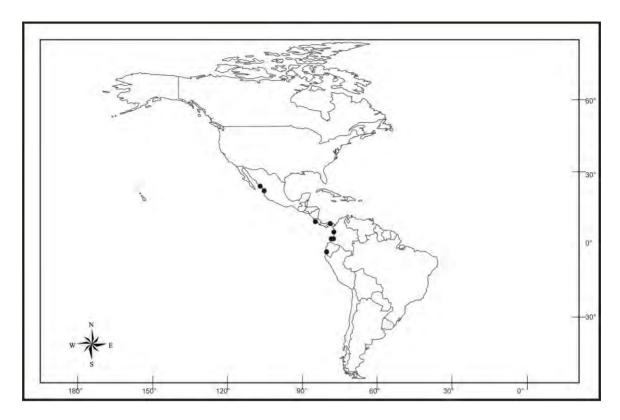


Figura 15. Distribución geográfica de S. peruvianus.

PACÍFICO ESTE TROPICAL Y GOLFO DE CALIFORNIA. En general, el Golfo de California es sumamente diverso (Brusca y Findley 2005), con una mayor afinidad tropical hacia el sur (Brusca y Wallerstein 1979; Brusca 1980; Hendrickx 1992; Villalobos *et al.* 1992; Brusca y Findley 2005). Esta región ha sido de gran interés para los carcinólogos. A pesar de ello, el esfuerzo aplicado a los estudios de camarones carideos es menor comparado con los de otros grupos de decápodos (Schmitt 1924; Chace 1937; Ríos y Carvacho 1982; Wicksten 1983; Ríos 1992; Hendrickx 1992).

Brusca y Findley (2005) mencionan que la riqueza específica al norte de las grandes islas del Golfo de California está afectada por las condiciones ambientales estacionales, por lo que existe una marcada reducción de las especies intermareales tropicales. Mientras que al sur del golfo, el incremento de la diversidad faunística está relacionada con una mayor diversidad de ambientes, ligados a las condiciones de mares tropicales con gran estabilidad climática anual (Correa Sandoval y Carvacho Bravo 1992), donde la temperatura del agua, entre otras condiciones, llega a permitir el establecimiento de arrecifes coralinos (Robinson 1973; Alvarez-Borrego 1983).

La alta riqueza específica al sur de las grandes islas del Golfo de California puede estar relacionada con la presencia de fauna de las principales provincias zoogeográficas del Pacífico Oriental: Californiana, Mexicana y Panámica (Hendricks 1992; Brusca y Findley 2005), además de la presencia de especies distribuidas al norte del Golfo de California (Figura 2).

De acuerdo con los resultados de este estudio, la distribución de los *Synalpheus* coincide con lo sugerido por Correa Sandoval y Carvacho Bravo (1992). Dichos autores mencionan que la zona de las grandes islas funciona como una barrera para muchas especies con afinidad tropical porque no se tienen registros a latitudes mayores de estas islas, esto puede debido no sólo por la desaparición de numerosos ambientes, sino por las condiciones estresantes, como las fluctuaciones térmicas estacionales del agua. La temperatura del agua en esta región es muy contrastante: en invierno es baja (14°C) comparada con el resto del golfo (16°-20°C) y en el verano supera los 20°C (Robinson 1973; Álvarez-Borrego 1983).

De las 22 especies registradas, cuatro (18.2 %), *S. biunguiculatus* (distribuida en el Pacífico Central y Este), *S. brevispinis*, *S. lockingtoni* (límite norte en las costas de California E.U.A.) y *S. sanjosei*, alcanzan latitudes norteñas del Golfo de California (Figuras 18-21). El resto de las especies (68.2%) se encuentran al sur de las grandes islas, excepto *S. arostris*, *S. spinifrons* y *S. superus* (13.6%) (Figura 2).

La distribución de *S. brevispinis* se aprecia interrumpida en el PET (Figura 2). Desde que Coutière (1909) la describió, esta especie sólo era conocida para Baja California (localidad no especificada). Recientemente, Hermoso Salazar *et al.* (2005) la mencionan para el norte del Golfo de California y en Galápagos, además de otras localidades de la región sur del golfo. Sin duda, por encontrarse en Puerto Peñasco, Sonora se trata de una especie euritérmica, como *S. biunguiculatus*, *S. lockingtoni* y *S. sanjosei*. Estas dos últimas especies, además de localizarse al norte del golfo, también se encuentran en la región templada de la costa norte del Pacífico. El registro de *S. sanjosei* en la Laguna Scammon's corresponde a un sólo organismo recolectado en 1953 (Wicksten 1994). Por el contrario, *S. lockingtoni* es una especie bien representada en latitudes de la costa de E.U.A. (Wicksten 1983). Según Briggs (2006), las especies tropicales han tenido éxito en la invasión de las regiones templadas.

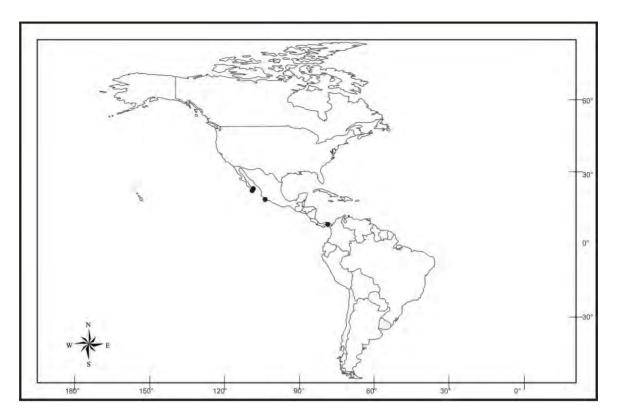


Figura 16. Distribución geográfica de S. sanlucasi.

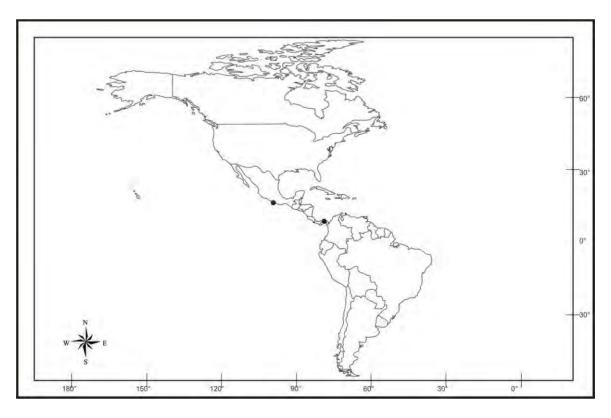


Figura 17. Distribución geográfica de S. superus.

**DISTRIBUCIÓN INSULAR**. Los resultados de este estudio reflejan que el conjunto de isla y la parte continental del PET no son unidades geográficas diferentes. El 36 % de las especies de *Synalpheus* están registradas al menos en una de las siguientes islas: Galápagos, Malpelo, Clipperton, y Revillagigedo. (Tabla 2). Un comportamiento semejante lo presentan las especies de la familia Alpheidae registradas por Wicksten y Hendrickx (2003). El 45% de ellas se encuentran también en una de estas islas. Esta particularidad hace pensar que existe comunicación entre el continente y la región insular con la dispersión de larvas pelágicas. En ocasiones, la dirección de la colonización de algunas especies es difícil de explicar, pero en muchos casos se expresa en función de la circulación oceanográfica (Harvey 1991; Wicksten 1991; Reyes-Bonilla 1999).

Las especies registradas en las cuatro islas corresponden a las de amplia distribución en el océano Pacífico: *S. charon* y *S. nobilii* son especies transpacíficas, y *S. biunguiculatus* se encuentra en Hawai y otras localidades del Pacífico americano. De acuerdo con Robertson *et al.* (2004), las islas Galápagos, Malpelo, Clipperton y Revillagigedo sirven como puentes potenciales para la distribución entre la fauna del Pacífico Oeste y Este.

Tabla 2. Registros de las especies de Synalpheus en las islas del Pacífico Este Tropical.

Especie	Galápagos	Malpelo	Clipperton	Revillagigedo
S. bannerorum		X		
S. biunguiculatus	X	X	X	X
S. brevispinis	X			
S. charon	X	X	X	X
S. digueti	X	X		X
S. lockingtoni			X	
S. nobilii	X	X	X	X
Synalpheus sp1		X		X

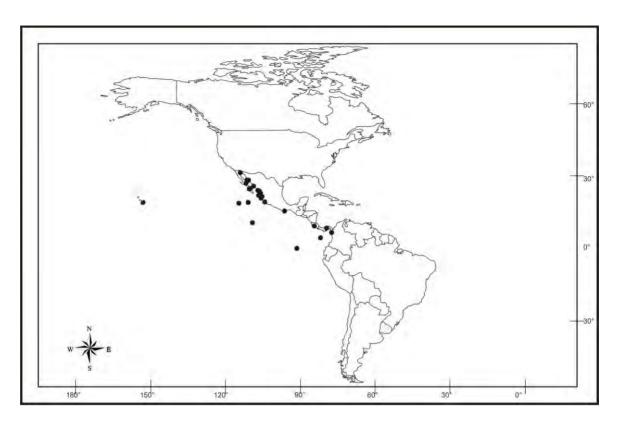


Figura 18. Distribución geográfica de S. biunguiculatus.

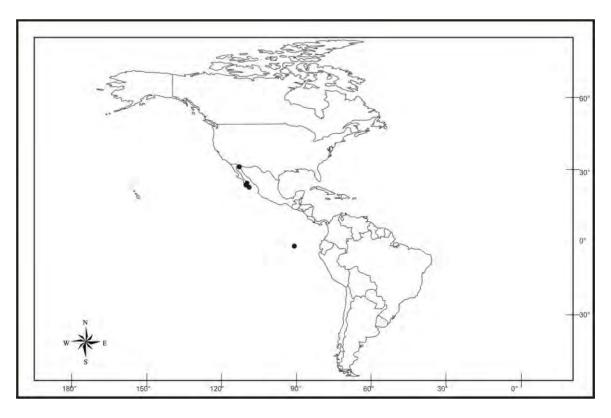


Figura 19. Distribución geográfica de S. brevispinis.

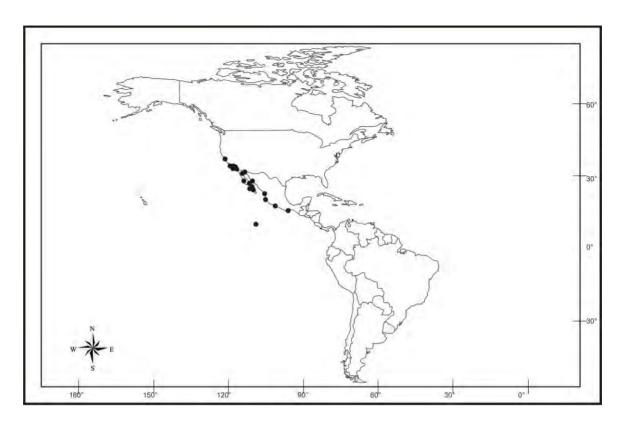


Figura 20. Distribución geográfica de S. lockingtoni.

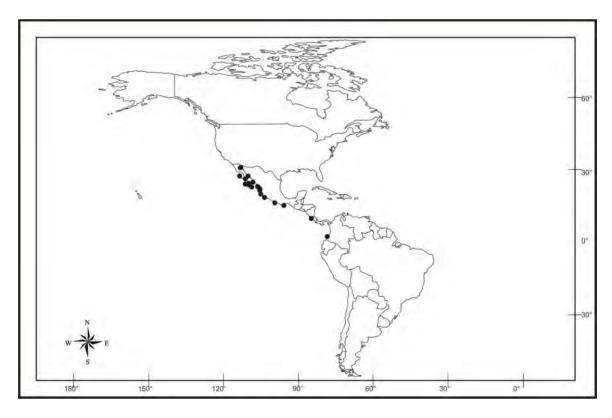


Figura 21. Distribución geográfica de S. sanjosei.

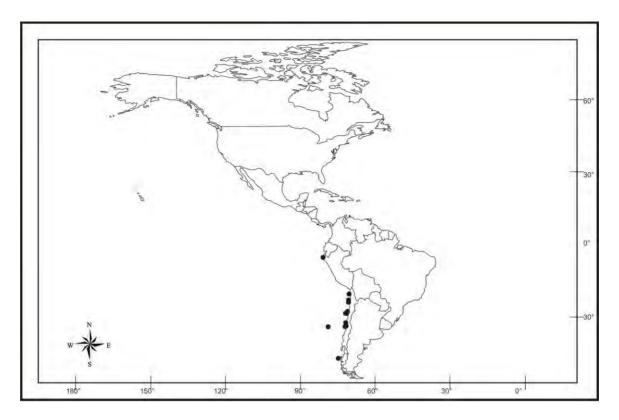


Figura 22. Distribución geográfica de S. spinifrons.

La ausencia de las especies restantes en alguna de las islas no se puede explicar con precisión. Hasta el momento no se cuenta con un inventario completo para formular conclusiones precisas. Esto lo refleja la incorporación de registros relativamente recientes en los intervalos de distribución de algunas especies, como: *S. bannerorum, S. brevispinis* y *S. lockingtoni* (Tabla 2) (Alvarez *et al.*1996; Hermoso Salazar y Solís-Weiss 2001; Hermoso Salazar *et al.* 2005). Sin embargo, no se debe perder de vista que un factor limitante, para el establecimiento de las especies de *Synalpheus* puede ser la cobertura, la heterogeneidad y la variedad de los hábitats disponibles en las diferentes islas.

Es interesante observar que las Islas Galápagos son el límite sur de distribución de las cinco especies del *Synalpheus* más sureñas del PET, excepto el caso de *S. peruvianus* (Figura 2).

Wicksten (1991) plantea la afinidad de los camarones de las Galápagos con el sur de México, Colombia, Ecuador y con el norte de Perú. Esto no coincide con los registros conocidos en la actualidad de las especies de *Synalpheus* (Figuras 4, 18-19 y 24-25).

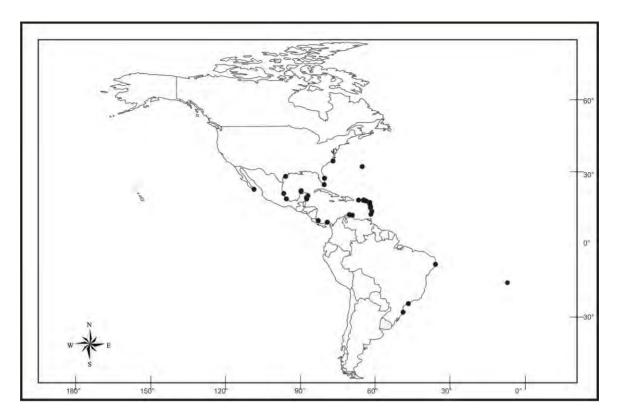


Figura 23. Distribución geográfica de S. fritzmuelleri.

Tres corrientes principales son quizás las responsables del flujo genético entre las poblaciones tanto del continente americano y del Indopacífico Oeste con las poblaciones de las Galápagos: la Corriente Surecuatorial, que es la de mayor influencia: la Contracorriente Norecuatorial y la Corriente de Panamá. Esta última incluye agua de la Corriente de California, Corriente Norecuatorial y Corriente de Costa Rica. A diferencia de las Galápagos, las islas Malpelo, Cocos y Clipperton están influenciadas principalmente por la Contracorriente Norecuatorial (Wyrtki 1965; Harvey 1991).

Las Galápagos geológicamente son jóvenes (3.5 m.a.) (Hall 1983), y probablemente fueron colonizadas durante o después del cierre del Istmo de Panamá por los camarones carideos procedentes del Caribe y del Pacífico Oeste. En consecuencia, en las islas habitan especies anfiamericanas, transpacíficas y cosmopolitas (Wicksten 1991). En un principio, esto concuerda con las especies transpacíficas de *Synalpheus* (Tabla 2). No obstante, no sucede lo mismo con la anfiamericana (*S. fritzmuelleri*), que sólo se registra en el Golfo de California.

En la Isla Malpelo se registran seis especies de *Synalpheus*. Si se excluye a *S. bannerorum*, se observa que son las mismas especies encontradas en las islas Revillagigedo. Según Reyes-Bonilla (1999), la fauna de moluscos de la línea de costa de México es similar a la de las islas Revillagigedo. Lo mismo sucede con la fauna de cinco familias de carideos (Hermoso Salazar 1999). La conexión la realizan las corrientes de California y la de Costa Rica (Bernard *et al.* 1991). Lluch Costa *et al.* (1994) y Ketchum y Reyes-Bonilla (1997) consideran factible la llegada de las larvas o adultos transportados por algún objeto a las Islas Revillagigedo.

En contraste, el Atolón de Clipperton presenta el menor porcentaje de similitud (18%) con el continente americano: sólo se registran cuatro especies de *Synalpheus* (Tabla 2). La baja riqueza específica, por una parte, se debe a que el arrecife se encuentra expuesto a una hidrodinámica severa, dificultando el establecimiento de fauna intermareal diversificada. También ello está relacionado con el hábitat dominante en el atolón que es de coral vivo, el cual permite el desarrollo exitoso de especies asociadas con este tipo de substratos. Por otro lado, la existencia de especies principalmente transpacíficas o del Pacífico Central se debe a su posición geográfica: la isla funciona como el principal puente de comunicación entre el Pacífico Oeste y Este debido a su lejanía del continente americano y a la influencia de la Contracorriente Norecuatorial (Glynn *et al.* 1996).

Es interesante observar que en el Atolón de Clipperton no se encuentran *S. digueti* ni *Synalpheus* sp1, especies ampliamente distribuidas en el PET. Esto hace suponer que por medio de la Contracorriente Norecuatorial el atolón tiene mayor comunicación con el Indopacífico que con el continente americano.

## REGIONES TEMPLADAS DEL PACÍFICO ORIENTAL

Sólo dos especies se distribuyen ampliamente en las regiones templadas del Pacífico americano: *S. spinifrons*, que se registra en la costa de Chile y Perú (Holthuis 1952) (Figura 22); y *S. lockingtoni*, recolectado en la costa oeste de E.U.A. y al norte del Golfo de California. Esta última especie, a diferencia de *S. spinifrons*, también se distribuye en el PET, con su límite sur en el Atolón de Clipperton (Wicksten 1983; Hermoso Salazar 1999; Hermoso Salazar y Solís Weiss 2001).

Basándose en las investigaciones sobre los movimientos de la fauna, se constata que estas se dirigen de las zonas tropicales a las templadas, y no a la inversa (Crame 2000; Vermeij 2004). Esto hace suponer que las especies actualmente presentes en la región templada pudieron tener un origen tropical (Briggs 2006).

#### **DISTRIBUCIÓN ANFIAMERICANA**

En las costas de América, *S. fritzmuelleri* es la única especie anfiamericana del género *Synalpheus* actualmente reconocida (Wicksten y Hendrickx 2003) (Figura 23). Coutière (1909), quien la describió, registra un sólo especímen en Baja California, sin especificar la localidad tipo. Posteriormente, Hernández-Aguilera *et al.* (1986) y Hernández-Aguilera y Martínez-Guzmán (1992) la mencionan en los litorales de Isla María Madre, pero son registros erróneos por confusión taxonómica. Este es un ejemplo de la importancia de rectificar la determinación taxonómica de los especímenes para cualquier estudio biogeográfico. Desafortunadamente no siempre es posible efectuar revisiones de este tipo por falta de disponibilidad del material biológico depositado en las diferentes colecciones científicas. El organismo de Coutière (1909) del Pacífico Este, no fue localizado en la colección del Museo de Historia Natural de París, probablemente por extravío. Estas interrogantes repercuten en la necesidad de recopilar, analizar y corroborar la información existente, incorporar datos originales y aportar elementos para discutir y discernir la biogeografía real de las especies.

La distribución anfiamericana se explica por el aislamiento geográfico de las poblaciones hermanas transístmicas, generado por la evolución geológica del istmo de Centroamérica (Coates *et al.* 1992; Fischer y Aguilar 1994). Este evento de vicarianza ha sido de gran interés para estudiar los procesos de divergencia y de especiación de las poblaciones separadas (Lession 1990; Knowlton *et al.* 1993; Collins 1996b; Knowlton y Weigt 1998; Marko y Jackson 2001; Marko 2002; Wehrtmann y Albornoz 2002; Matthew *et al.* 2004).

Los procesos de especiación de los camarones carideos, aparentemente, son desiguales (Wicksten 1983; Ríos y Carvacho 1982). Además, los pares de especies hermanas no divergen simultáneamente (Knowlton y Weigt 1998). En el género *Synalpheus* sólo se conoce, aparte

de *S. fritzmuelleri* como especie anfiamericana, tres pares de especies hermanas transístmicas: *S. digueti-S. minus*, *Synalpheus* sp1-*S. brevicarpus* y *S. bannerorum-S. dominicensis* (Morrison *et al.* 2004). En contraste, el género *Alpheus* tiene 15 pares de especies hermanas (Knowlton y Weigt 1998).

Ríos y Carvacho (1982) y Knowlton (1986) mencionan que los caracteres morfológicos no son una vía confiable para determinar si dos poblaciones con distribución alopátrida pertenecen a una misma especie con un aislamiento reproductivo de un periodo geológico relativamente corto. En ocasiones, los métodos de la sistemática tradicional actualmente en uso obligan a aceptar como indistinguibles a las poblaciones de los dos océanos al agrupar especies similares (Carvacho y Olson 1984; Knowlton 1986), por lo que es necesario incrementar el uso de técnicas de estudio complementarias como los estudios moleculares para aclarar las dudas en este campo. Morrison *et al.* (2004) incluyen a las especies hermanas de *Synalpheus* en su investigación sobre las evidencias filogenéticas de la radiación del grupo de especies *Gambarelloides*, con el fin de calibrar el reloj molecular de este grupo de camarones.

Prácticamente se desconoce todo sobre las especies hermanas transístmicas del género *Synalpheus*. En cambio, para el género *Alpheus*, existen estudios morfológicos, genéticos, de especiación y sobre la divergencia de las especies hermanas, así como de las diferencias de algunos rasgos de las historias de vida (Knowlton *et al.* 1983; Knowlton y Weigt 1998; Wehrtmann y Albornoz 2002).

### DISTRIBUCIÓN TRANSPACÍFICA

De las especies del género *Synalpheus* del Pacífico Oriental sólo *S. charon* y *S. nobilii* se distribuyen también en el Indopacífico Oeste, y *S. biunguiculatus* en el Pacífico Central (Hawai) (Figuras 18, 24 y 25). La conexión entre los océanos, la alta capacidad de dispersión de las especies y el poder retrasar la metamorfosis, hacen posible la amplia distribución de algunas especies de invertebrados y vertebrados (Lessios *et al.* 2001). En general, en los diferentes grupos faunísticos del PET se registra un porcentaje bajo de especies con distribución transpacífica: la fauna de peces tiene sólo el 7 % de representantes transpacíficos (Robertson *et al.* 2004), los equinodermos el 2 % (Ekman

1953; Lessios *et al.* 1996), y los moluscos y los decápodos el 5% (Garth 1974; Shasky 1985; Paulay 1997). La situación de los corales contrasta con lo anterior ya que se sabe que el 95% de las especies del Pacífico americano son inmigrantes recientes procedentes del Indopacífico Oeste (Robertson *et al.* 2004).

En la actualidad se han emitido dos hipótesis antagónicas para analizar la distribución transpacífica. Algunos autores argumentan que la enorme extensión oceánica situada entre la costa americana y la Polinesia, donde no hay islas que puedan servir de escala para la dispersión de las larvas de especies litorales, hace prácticamente imposible el transporte de propágulos en el curso de una sola generación del Indopacífico Oeste al Pacífico americano (Ekman 1953; Chace 1972; Kim y Abele 1988). Contrariamente, Vermeij (1978), Zinsmeister v Emerson (1979), Bruce (1987) v Scheltema (1988) plantean la existencia del flujo de especies del oeste al este por diferentes medios de dispersión durante una de las etapas ontogénicas de los organismos. Algunos autores afirman que las corrientes oceanográficas juegan un papel esencial en la conexión transpacífica (Wyrtki 1965, 1966; Abbott 1966; Vermeij 1978; Ketchum y Reyes-Bonilla 1997). Esto ha sido documentado con registros de crustáceos, corales, moluscos, equinodermos y peces, los cuales presentan rutas y condiciones biológicas de dispersión semejantes (Ekman 1953; Briggs 1961, 1964; Rosenblatt et al. 1972; Fauchald 1977; Emerson 1978; Rosenblatt y Waples 1986; Vermeij 1987; Scheltema 1988; Maluf 1989; Garth 1992; Emerson 1994; Ketchum v Reyes-Bonilla 1997; Lessios et al. 1998, 1999; Glynn v Ault 2000).

Es importante considerar la relación entre la distancia de la migración y la viabilidad de las larvas o adultos para predecir el éxito de su dispersión y su establecimiento en un hábitat adecuado. Indudablemente, esto depende de la probabilidad de que las larvas alcancen una corriente marina favorable (dirección y temperatura) para llegar a un hábitat propicio en el lapso de su viabilidad para poder establecerse (Shanks 1995; Cown *et al.* 2000; Armsworth *et al.* 2001; Largier 2003; Sotka *et al.* 2004). Desafortunadamente, para las especies de *Synalpheus* se desconoce tanto el potencial de dispersión como su viabilidad, lo cual es válido tanto para las etapas larvales como para los adultos de vida libre.

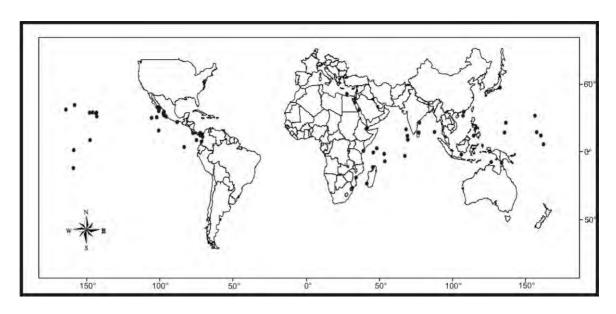


Figura 24. Distribución geográfica de S. charon.

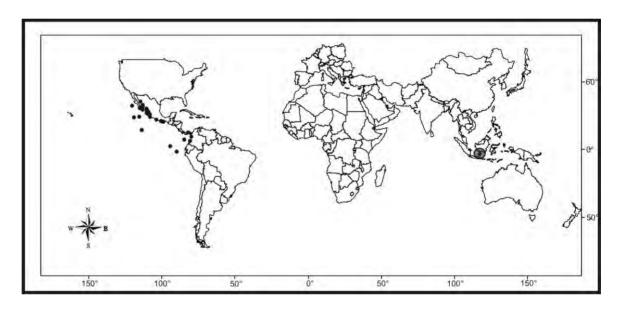


Figura 25. Distribución geográfica de S. nobilii.

La islas más alejadas del continente americano son las regiones del PET que albergan más especies transpacíficas (Robertson *et al.* 2004). De acuerdo con lo anterior, es probable que los registros de *S. charon* y *S. nobilii* en las islas Galápagos, Malpelo, Clipperton y Revillagigedo sean una evidencia más del comportamiento migratorio del oeste al este. Ketchum y Reyes-Bonilla (1997) destacan que la principal conexión transpacífica esta dada por el Atolón de Clipperton debido a su posición geográfica, y a la

vez con el Archipiélago Revillagigedo (Garth 1965; Glynn y Wellington 1983; Glynn *et al.* 1996). La conexión existente entre Clipperton y el Archipiélago Revillagigedo se aprecia en los mapas de Wyrtki (1965) dada por la Contracorriente Norecuatorial (Bautista-Romero *et al.* 1994).

La invasión hacia el este predomina con respecto a la invasión hacia el oeste (Scheltema 1988; Rosenblatt y Waples 1986; Vermeij 1991). A pesar de esto, existen evidencias de la conexión del Pacífico Este con las Islas Hawai; Scheltema (1988) registra larvas de invertebrados en la Corriente Norecuatorial; incluso se han hecho modelos de la trayectoria de objetos flotantes mediante los cuales se corrobora la dirección del movimiento hacia el oeste (García et al. 1999). De esta forma se explica el patrón de distribución de S. biunguiculatus. Según Bruce (1987), la presencia de estas especie en las Islas Hawai puede corresponder a un ejemplo de migración en sentido contrario a lo que es común, con ayuda de la Corriente Norecuatorial. Sin embargo, esta ruta de migración no se da en toda la fauna tropical, probablemente por el efecto adverso de las temperaturas bajas de las latitudes altas (Rosenblatt et al. 1972). Huber (1985) demuestra, basándose en estudios electroforéticos, el flujo genético de las poblaciones de Trapezia ferruginea entre las islas de Hawai y Panamá.

# **CONCLUSIONES**

Para puntualizar las conclusiones, es importante señalar que el conocimiento biogeográfico del género *Synalpheus* del Pacífico Oriental aún es superficial, aunque recientes estudios han mejorado el conocimiento de las especies de este género de camarones. Sin embargo, es claro que aún existen áreas del Pacífico americano que deben ser atendidas.

Las limitaciones pueden centrase en varios puntos: el muestreo ha sido hasta ahora insuficiente; el desconocimiento de varios aspectos de la biología de los organismos como el potencial de dispersión, tanto del estado larval como del adulto; y finalmente la existencia de problemas taxonómicos en la determinación de los especímenes y en la calidad de los datos publicados. A pesar de lo anterior, el análisis de la distribución geográfica de las 22 especies de *Synalpheus* del Pacífico Oriental permitió vislumbrar conclusiones importantes:

- Los intervalos de distribución de las especies seguramente experimentarán cambios en el Pacífico Oriental conforme se incrementen los estudios de *Synalpheus*. Los registros disponibles permiten reconocer diferentes patrones de distribución en el Pacífico Oriental, anfiamericanas y transpacíficas.
- La mayoría de las especies de *Synalpheus* están estrechamente relacionadas con la distribución de las comunidades coralinas, debido a algún tipo de interacción ecológica con los corales o con otros invertebrados de dichas comunidades.
- La fauna de *Synalpheus* es preferentemente tropical y está bien representada en el PET. Los factores que probablemente controlan los intervalos de distribución son la disponibilidad y condiciones de ambientes adecuados y las tres principales barreras de dispersión: 1) cinturón de las grandes islas, Golfo de California, 2) Bahía Magdalena, costa oeste de Baja California, y 3) Paita, Perú. Que representan barreras parciales de aislamiento para algunas especies como, *S. biunguiculatus*, *S. brevispinis* y *S. sanjosei*.
- La distribución geográfica de muchas de las especies estudiadas aparentemente es discontinua en la costa oeste de América, excepto en los casos de S.

digueti y Synalpheus sp1, las cuales muestran una distribución más homogénea a lo largo del PET. El esfuerzo invertido en los estudios faunísticos y las condiciones ambientales de las costas, sin duda repercute en las zonas carentes de registros. Las zonas mejor estudiadas son el Golfo de California, las Islas Galápagos y la costa de Chile; las menos atendidas son el suroeste de México y Centroamérica.

- Sólo *S. fritzmuelleri* se registra como especie anfiamericana. No obstante, en este estudio se maneja con reserva por las confusiones taxonómicas detectadas en la literatura y por no haber podido corroborarse el estado taxonómico del único ejemplar mencionado para Baja California.
- En un principio se pensaba que la gran barrera del Pacífico Este era completamente impenetrable. Sin embargo, en la actualidad se ha comprobado la distribución transpacífica de varios taxones basándose en estudios de transporte de larvas, genéticos y morfológicos. Esto permite inferir que *S. charon* y *S. nobilii* son especies transpacíficas con un flujo de inmigración actual favorecido por la Contracorriente Norecuatorial.
- En este estudio se amplia el límite norte de distribución de *S. superus*, de Panamá a Guerrero, México.

#### LITERATURA CITADA

- Abbott, D.P. 1966. Factors influencing the zoogeographic affinities of Galapagos inshore marine fauna. *In*: Bowman, R.I. (Ed.). *The Galapagos*. Proceedings of the Symposia of the Galapagos International Scientific. University of California Press, Berkeley. Pp. 108-122.
- Abele, L.G. 1974. Species diversity of decapods crustaceans in marine habitats. *Ecology*. 55:156-161.
- Abele, L.G. 1975. The Macruran Decapod Crustacea of Malpelo Island. *Smithsonian Contributions to Zoology*. 176:69-85.
- Abele, L.G. 1982. Biogeography. *In*: Abele, L.G. (Ed.). *The Biology of Crustacea*. Vol. 1. Academic Press, New York. Pp. 241-304.
- Abele, L.G. 1984. Biogeography, colonization and experimental community ecology of a coral-crustacean community. *In*: Strong, D.R., D. Simberloff, L.G. Abele & A.B. Thistle, (Eds.). *Ecological Communities: Conceptual Issues and the Evidence*. Princeton University Press, Princeton, N.J. Pp. 123-137.
- Abele, L.G. & W. Kim. 1989. The decapod crustaceans of the Panama Canal. *Smithsonian Contributions to Zoology*. 482:1-50.
- Abele, L.G. & W.K. Patton. 1976. The size of coral heads and the community biology of associated decapod crustaceans. *Journal of Biogeography*. 3:35-47.
- Alvarez, F., M.E. Camacho & J.L. Villalobos. 1996. The first species of *Prionalpheus* from the eastern Pacific, and new records of caridean shrimp (Crustacea: Decapoda: Caridea) from the western coast of Mexico. *Proceedings of the Biological Society of Washington*. 109(4):715-724.
- Álvarez-Borrego, S. 1983. Gulf of California. *In*: Ketchum, B.H. (Ed.). *Estuaries and Enclosed Seas*. Elsevier, Amsterdam, Netherlands. Pp. 423-449.
- Anker A. & M.S. Jeng. 2001. Symbioses among the Alpheidae (Decapoda, Caridea). 5to Congreso Internacional de Crustáceos.

Armsworth, P.R., M.K. James, & L. Bode. 2001. When to press on or turn back: dispersal strategies for reef fish larvae. *American Natural*. 157, 434.

Bakun, A., J. Csirke, D. Lluch-Belda & R. Steer-Ruiz. 1999. The Pacific Central American Coastal LME. *In*: Tang, Q. & K. Sherman (Eds.). *Large Marine Ecosystems of the Pacific Rim: Assess-ment, Sustainability and Management*. Blackwell Science, Inc., Malden, MA. 465 pp.

Banner, A.H. 1958. Contributions to the knowledge of the Alpheid shrimp of the Pacific ocean. Part III. On a small collection from Onotoa, Bilbert Island. Pacific Science. *12*(2):157-169.

Banner, A.H. & D.M. Banner. 1984. Old and unreported collections of alpheid shrimp from the Zoologisches Museum, Berlin, principally from Melanesia. *Pacific Science*. 1(38):34-50.

Banner, D.M. & A.H. Banner. 1973. The alpheid shrimp of Australia. Part I: The lower genera. *Records of the Australia Museum*. 28(15):1-291.

Banner, D.M. & A.H. Banner. 1975. The alpheid shrimp of Australia. Part 2. The genus *Synalpheus. Records of the Australia Museum.* 29(12):267-389.

Banner, D.M. & A.H. Banner. 1985. The alpheid shrimp of Indonesia, based upon J.G. de Man'S. "The Decapoda of the Siboga Expedition, Part II. Family alpheidae" (1911). *Marine Research Indonesia*. 25:1-75.

Bautista-Romero, J., H. Reyes-Bonilla, D.V. Lluch-Costa & S.E. Lluch-Costa. 1994. Aspectos generales de la fauna marina. *In:* Ortega Rubio A. & A. Castellanos Vera (Eds.). *La Isla Socorro, Reserva de la Biósfera Archipiélago de Revillagigedo*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, La Paz, Baja California Sur. Pp. 247-275.

Benzie, J.A.H. 1998. Genetic structure of marine organisms and SE Asian biogeography. *In:* Hall, R. & J.D. Holloway (Eds.). *Biogeography and geological evolution of SE Asia*. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands. Pp.197–209.

Bernard, F.R., S.M. Mckinnell & G.S. Jamieson. 1991. Distribution and zoogeography of the Bivalvia of the eastern Pacific Ocean. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences, Ottawa*. 112:1-60.

- Briggs, J.C. 1961. The eastern Pacific barrier and the distribution of marine shore fishes. *Evolution*. 15:545–554.
- Briggs, J.C. 1964. *Additional transpacific shore fishes*. Copeia. James Cook University, Townsville, Australia. Pp. 706–708.
  - Briggs, J.C. 1974. Marine zoogeography. McGraw-Hill, New York. 475 pp.
  - Briggs, J.C. 1995. Global biogeography. Elsevier. New York. 452 pp.
- Briggs, J.C. 2006. Proximate sources of marine biodiversity. *Journal of Biogeography*. 33:1-10.
- Bruce, A.J. 1976. Shrimps and prawns of coral reefs, with special reference to commensalism. *In*: Jones, O.A. & R. Endean (Eds.). *Biology and Geology of Coral Reefs*. Volume III: Biology 2. New York. Academic Press. Pp. 37–94.
- Bruce, A.J. 1978. The evolution and zoogeography of shallow-water tropical shrimps. *Information Series Department of scientific and industrial Research, New Zealand*. 137:337–355.
- Bruce, A.J. 1984. Marine caridean shrimps of the Seychelles. *In:* Stoddart, D.R. (Ed.). *Biogeography and ecology of the Seychelles Islands*. Dr. W. Junk Publishers, The Hague, Boston, Lancaster. Printed in the Netherlands. 162 pp.
- Bruce, A.J. 1987. The occurrence of an Indo-West Pacific shrimp, *Allopontia iaini* Bruce, in Mexican Waters (Decapoda, Palaemonidae). *Crustaceana*. *53*(3):306-307.
- Brusca, R.C. 1980. *Common intertidal invertebrates of the Gulf of California*. 2da. Ed. The University of Arizona Press. 513 pp.
- Brusca, R. C. & Ll. T. Findley. 2005. El Mar de Cortés. *In*: Hendrickx, M.E., R.C. Brusca & Ll.T. Findley (Eds.). *Listado y distribución de la Macrofauna del Golfo de California, México. Parte 1. Invertebrados*. Arizona-Sonora Desert Museum. Pp. 1-10.
- Brusca, R.C. & B. Wallerstein. 1979. Zoogeographic patterns of Idoteid Isopods in the Northeast Pacific, with a review of shallow water Zoogeography of the area. *Bulletin of the Biological Society of Washington*. 3:67-105.

Carriquiry, J.D. & H. Reyes-Bonilla. 1997. Community structure and geographic distribution of the coral reefs of Nayarit, Mexican Pacific. *Ciencias Marinas*. 23:227-248.

Carvacho, A. & R. Ríos. 1982. Los camarones carideos del Golfo de California. II. Catálogo, claves de identificación y discusión biogeográfica. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México.* 9(1):279-291.

Chace, F.A., Jr. 1937. The Templeton Crocker Expedition. VII. Caridean decapod Crustacea from the Gulf of California and the west coast of Lower California. *Zoologica*. 22(2):109-138.

Chace, F.A., Jr. 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., Jr. 1988. The caridean shrimps (Crustacea: Decapoda) of the *Albatross* Philippine expedition, 1907-1910, Part 5: Family Alpheidae. *Smithsonian Contributions to Zoology*. 466:1-99.

Cheetham, A.H. & J.B.C. Jackson. 1996. Speciation, extinction, and the decline of arborescent growth in Neogene and Quaternary Cheilostome Bryozoa of tropical America. *In*: Jackson, J.B.C. A.F. Budd & A.G. Coates (Eds.). *Evolution and Environment in Tropical America*. The University of Chicago Press, Chicago. Pp. 205-233.

Coates, A.G. & J.A. Obando. 1996. The geologic evolution of the Central American Isthmus. *In*: Jackson, J. A.F. Budd & A.G. Coates (Eds.). *Evolution and environment in tropical America*. The University of Chicago Press, Chicago, IL. Pp. 21-56.

Coates, A.G., J.B.C. Jackson, L.S. Collins, T.M. Cronin, H.J. Dowsett, L.M. Bybell, P. Jung & J.A. Obando. 1992. Closure of the Isthmus of Panama: the near-shore marine record of Costa Rica and western Panama. *Geologycal Society of American Bulletin*. 104:814-828.

Collins, T.M. 1996a. Environmental changes in Caribbean shallow waters relative to the closing of the Central American Seaway. *In*: Jackson, J.B.C., A.F. Budd & A.G. Coates (Eds.). *Evolution and Environment in Tropical America*. The University of Chicago Press, Chicago. Pp. 130-167.

- Collins, T.M. 1996b. Molecular comparisons of transisthmian specie pairs: rates and patterns of evolution. *In Jackson*, J.B.C., A.F. Budd & A.G. Coates. (Eds.). *Evolution an environment in tropical America*. University of Chicago Press, Chicago. Pp. 303–334.
- Correa-Sandoval, F. & A. Carvacho Bravo. 1992. Efecto de la "Barrera de las Islas" en la distribución de los Braquiuros (Crustacea: Decapada) en el Golfo de California. *Proceedings of the San Diego Society of Natural History*. 26:1-4.
- Cortés, J. 1986. Biogeografía de corales hermatípicos: el Istmo Centroamericano. Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México. 13:297-304.
- Cortés, J. 1993. Comparison between Caribbean and eastern Pacific coral reefs. *Revista de Biología Tropical*. 41(suplemento 1):19-21.
- Cortés, J. 1997. Biology and geology of eastern Pacific coral reefs. *Proceedings of the 8th International Coral Reef Symposium*. 1:57-64.
- Coutière, H. 1909. The American species of snapping shrimps of the genus *Synalpheus. Proceedings of the United States National Museum.* 36: 1–93.
- Cowen, R.K., K.M.M. Lwiza, S. Sponaugle, C.B. Paris & D.B. Olson. 2000. Connectivity of marine populations: Open or closed? *Science*. 287, 857.
- Crame, J.A. 2000. Diversity gradients in the marine realm: evidence from the composition of recent bivalve faunas. *Paleobiology*. 26:188-214.
- Cronin, T.M. & H.J. Dowsett. 1996. Biotic and oceanographic response to the Pliocene closing of the Central American Isthmus. *In*: Jackson, J.B.C. A.F. Budd & A.G. Coates (Eds.). *Evolution and Environment in Tropical America*. The University of Chicago Press, Chicago. Pp. 76-104.
- Dana, T.F. 1975. Development of contemporary eastern Pacific coral reefs. *Marine Biology*. 33:355-374.
- 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* 7(2): 1-125.

- Duffy, J.E. 1992. Host use patterns and demography in a guild of tropical spongedwelling shrimps. *Marine Ecology Progress Series*, *Oldendorf*. 90(2):127-138.
- Duffy, J.E. 1993. Genetic population structure in two tropical sponge-dwelling shrimps that differ in dispersal potential. *Marine Biology. Berlin, Heidelberg.* 116(3):459-470.
- Duffy, J.E. 1996. Species boundaries, specialization, and the radiation of spongedwelling alpheid shrimp. *Biological Journal of the Linnean Society*. 58(3):307-324.
- Duffy, J.E. 1998. On the frequency of eusociality in snapping shrimps (Decapoda: Alpheidae), with description of a second eusocial species. *Bulletin of Marine Science*. 63(2):387-400.
- Duffy, J.E. 2003. The ecology and evolution of eusociality in sponge-dwelling shrimp. *In:* T. Kikuchi, N. Azuma & S. Higashi (Eds.). Genes, behavior and evolution in social insects. Sapporo: Hokkaido University Press. Pp.217–252
- Duffy, J.E., Ch.L. Morrison & R. Ríos. 2000. Multiple origins or eusociality among sponge-dwelling shrimps (*Synalpheus*). *Evolution*. *54*(2):503-516.
- Duffy, J.E., Ch.L. Morrison & K.S. Macdonald. 2002. Colony defense and behavioral differentiation in the eusocial shrimp *Synalpheus regalis*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 51:488-495.
  - Ekman, S. 1953. Zoogeography of the sea. Sidgwick and Jackson, London. 417 pp.
- Emerson, W.K. 1978. Mollusks with Indo-Pacific faunal affinities in the eastern Pacific Ocean. *Nautilus*. 92:91-96.
- Emerson, W.K. 1994. A zoogeographic summary of the marine molluscs of Clipperton Island (tropical eastern Pacific Ocean). *Festivus*. 26:62–71.
- Espinosa-Pérez, M.C. & M.E. Hendrickx. 2001. Checklist of isopods (Crustacea: Peracarida: Isopoda) from the Eastern Tropical Pacific. *Belgical Journal Zoology*. *131*(1):43-55.
- Fauchald, K. 1977. Polychaetes from intertidal areas in Panama, with a review of previous shallow-water records. *Smithsonian Contribution Zoology*. 221:1–75.

- Felder, D.L. & A.H. Chaney. 1979. Decapod crustacean fauna of seven and One–Half Fathom Reef, Texas: species composition, abundance, and species diversity. *Contributions in Marine Science*. 22:1-29.
- Ficher, R. & T. Aguilar. 1994. Palaeontology of an evolving island arc. *Profil*. 7:391-400.
- Fransen, C.H.J.M. 2002. Taxonomy, phylogeny, historical biogeography, and historical ecology of the genus *Pontonia* Latreille (Crustacea: Decapoda: Caridea: Palaemonidae). *Zoologische Verhandelingen*. 336:1-417.
- Garth, J.S. 1960. Distribution and affinities of the brachyuran crustacea. *In:* Wyatt J.D. & E.C. Allison (Eds.). *The biogeography of Baja California and adjacent seas*. Part II. Marine Biotas. *Systematic Zoology*. *9*(3):105-123.
- Garth, J.S. 1965. The brachyuran decapod crustaceans of Clipperton Island. *Proceedings of the California Academy of Science*, 4 Series. *33*(1):1-4.
- Garth, J.S. 1974. On the occurrence in the eastern tropical Pacific of Indo-West Pacific Decapod crustacean commensal with reef-building corals. *Proceedings of the 8th International Coral Reef Symposium*. 1:397–404.
- Garth, J.S. 1992. The brachyuran crabs of the Revillagigedo Islands, Colima, Mexico, with remarks on insular endemism in the eastern tropical Pacific. *Proceedings of the San Diego Society of Natural History*. 24:1-6.
- Gittenberger, E. 1990. Frustrating facts about area cladistics and species individuality. *Bijdragen tot de Dierkunde*. 60(3/4):151-154.
- Glynn, P.W. 1977. Coral growth in upwelling and non upwelling areas off the Pacific coast of Panama. *Journal of Marine Research*. 35:567-585.
- Glynn, P.W. 1982. Algunos factores físicos y biológicos que determinan la estructura de las comunidades de coral en el Pacífico Oriental. *Smithsonian Tropical Research Institute Balboa, Panama*. Pp. 225-254.
- Glynn, P.W. & J.S. Ault. 2000. A biogeographic analysis and review of the far eastern Pacific coral reef region. *Coral Reefs*. 19:1-23.

- Glynn, P.W. & I.G. Macintyre. 1977. Growth rate and age of coral reefs on the Pacific coast of Panama. *Proceedings of the 3th International Coral Reef Symposium*. 2:251-259.
- Glynn, P.W. & G.M. Wellington. 1983. *Corals and coral reefs of the Galapagos Islands*. Univertiy of California Press, Berkeley.
- Glynn, P.W., R.H. Stewart & J.E. JcCosker. 1972. Pacific coral reefs of Panama: structure, distribution and predators. *Sonder-abdruck aus der Deutschen Rundschau für Geographie Band*. 61(2):483-519.
- Glynn, P.W., J.E.N. Veron & G.W. Wellington. 1996. Clipperton Atoll (eastern Pacific): Oceanography, geomorphology, reef-building coral ecology and biogeography. *Coral Reefs.* 15:71-99.
- Grigg, R.W. & R. Hey. 1992. Paleoceanography of the tropical eastern Pacific Ocean. *Science*, 255:172-178.
- Guzmán, H.M. & J. Cortés. 1993. Arrecifes coralinos del Pacífico tropical: Revisión y perspectivas. *Revista de Biología Tropical*. *41*(3):535-557.
- Hall, M.L. 1983. Origin of Española Island and the age of terrestrial life on the Galápagos Island. *Science*. 221:545-547.
- Haug, G.H. & R. Tiedemann. 1998. Effect of the formation of the Isthmus of Panama on Atlantic Ocean thermohaline circulation. *Nature*. 393:673-676.
- Hellberg, M.E. R.S. Burton, J.E. Neigel & S.R. Palumbi. 2002. Genetic assessment of connectivity among marine populations. *Bulletin of Marine Science*. *1*(70):273-290.
- Hendrickx, M.E. 1992. Distribution and zoogeographic affinities of decapod crustaceans of the Gulf of California, Mexico. *Proceedings of the San Diego Society of Natural History*. 20:1-12.
- Hendrickx, M.E. & J. Salgado-Barragán. 1989. Ecology and fishery importance of stomatopods in the Gulf of California. *In:* Ferrero E.A. (Ed.). *Biology of stomatopods*. Collana UZI: Selected Symposium and Monographs, Mucchi Editore, Modena, Italy. Pp. 241-249.

Hermoso-Salazar, A.M. 1999. Camarones carideos (Curstacea: Decapoda) intermareales del Pacífico tropical mexicano: de Isla María Madre a las Bahías de Huatulco, Oaxaca. *Tesis de Maestría*, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 185 pp.

Hermoso-Salazar, A.M. 2001. Extensión de ámbito de *Synalpheus occidentalis* (Caridea: Alpheidae) al sur del Golfo de California, México. *Revista de Biología Tropical*. 49(3-4):1279.

Hermoso Salazar, A.M. & P. Hernández Alcántara. 2001. Range extension of caridean shrimps (Crustacea: Decapoda) from Caleta de Campos, Mexican Pacific. *Revista de Biología Tropical*. 49(3-4):1279.

Hermoso-Salazar, A.M. & V. Solís-Weiss. 2001. Ampliación de ámbito de *Gnathophylloides mineri* (Decapoda: Palaemonidae) a Isla Socorro Archipiélago Revillagigedo, México. *Revista de Biología Tropical*. 49(3-4):1280.

Hermoso Salazar, A.M. & I. Suárez González. 2001 Ampliación de ámbito de *Synalpheus bannerorum* (Decapoda: Caridea) en el Golfo de California. *Revista de Biología Tropical*. 49(3-4):1278.

Hermoso, M. & F. Alvarez. 2005. *Synalpheus lani*, a new species from the Mexican Pacific (Crustacea: Caridea: Alpheidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington*. 118(3):522-527.

Hermoso Salazar, M. & M.E. Hendrickx. 2005. Two new species of *Synalpheus* Bate, 1888 (Decapoda, Caridea, Alpheidae) from the SE Gulf of California, Mexico. *Crustaceana*. 78(9):1099-1116.

Hermoso Salazar, M., M. Wicksten & J.J. Morrone. 2005. Redescriptions and taxonomic notes on species of the *Synalpheus townsendi* Coutière, 1909 complex (Decapoda: Caridea: Alpheidae). *Zootaxa*. 1027:1-26.

Hernández-Aguilera, J.L. & L.A. Martínez-Guzmán. 1992. Notas acerca de la distribución de los estomatópodos y decápodos de aguas someras de Isla Clarión, Archipiélago Revillagigedo, Colima, México. *Proceedings of the San Diego Society of Natural History*. 19:1-6.

Hernández-Aguilera, J.L., I. López-Salgado & P. Sosa Hernández. 1986. Fauna carcinológica insular de México. I. Crustáceos estomatópodos y decápodos de Isla Clarión. Secretaría de Marina, Dirección General de Oceanografía Naval, Biología Marina/B. 3:183-250.

Holthuis, L.B. 1952. The Crustacea Decapoda Macrura of Chile. *Lunds Universitets Arsskrift*, Series 2. *47*(10):1-109.

Huber, M. 1985. Population genetics of eight species of *Trapezia* (Brachyura:Xanthidae), symbionts of corals. *Marine Biology*. 85:23-26.

Jetz, W. & C. Rahbek. 2001. Geometric constraints explain much of the species richness pattern in African birds. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 98:5661-5666.

Keigwin, L.D. 1978. Pliocene closing og the isthmus of Panama, based on biostratigraphic evidence from nearby Pacific Ocean and Caribbean sea cores. *Geology*. 6:630-634.

Ketchum, J.T. & H. Reyes-Bonilla. 1997. Biogeography of hermatypic corals of the Archipielago Revillagigedo, México. *Proceedings of the 8th International Coral Reef Symposium*. 1:471-476.

Kim, W. & L.G. Abele. 1988. The snapping shrimp genus *Alpheus* from the eastern Pacific (Decapoda: Caridea: Alpheidae). *Smithsonian Contributions to Zoology*. 454:1-119.

Knowlton, N. & L.A. Weigt. 1998. New dates and new rates for divergence across the Isthmus of Panama. *Proceedings of the Royal Society (London) B.* 265(1412):2257-2263.

Knowlton, N, L.A. Weigt, L.A. Solorzano, D.K. Mills & E. Bermingham. 1993. Divergence in proteins, mitochondrial DNA, and reproductive compatibility across the Isthmus of Panama. *Science*. 260:1629–1632.

Largier, J. 2003. Considerations in estimating larval dispersal distances from oceanographic data. *Ecological Applications*. 13, S71–S89.

Lemaitre R. & R. Álvarez León. 1992. Crustáceos decápodos del Pacífico Colombiano: lista de especies y consideraciones zoogeográficas. *Anales del Instituto de Investigaciones Marinas de Punta Belín.* 21:33-76.

Lessios, H.A. 1990. Adaptation and phylogeny as determinants of egg size in echinoderms from the two sides of the isthmus of Panama. *The American Naturalist*. 135:1-13.

Lessios, H.A., B.D. Kessing & J.S. Pearse. 2001. Population structure and speciation in tropical seas: Global phylogeography of the sea urchin *Diadema*. *Evolution*. *55*(5): 955-975.

Lessios, H.A., B.D. Kessing & D.R. Robertson. 1998. Massive gene flow across the world's most potent marine biogeographic barrier. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*. 265:583–588.

Lessios, H.A., B.D. Kessing, G.M. Wellington & A. Graybeal. 1996. Indo-Pacific echinoids in the tropical eastern Pacific. *Coral Reefs*. 15:133–142.

López-Ochoa, E., H. Reyes-Bonilla & J. Ketchum-Mejia. 1998. Daños por sedimentación a las comunidades coralinas del sur de la Isla Socorro, Archipiélago de Revillagigedo, México. *Ciencias Marinas*. 24(2):233-240.

Lluch Costa, S.E., D.B. Lluch Costa, D. Lluch Belda & J. Bautista Romero. 1994. Oceanografía. *In.* Ortega Rubio, A. & A. Castellanos Vera (Eds.). *La Isla Socorro, Reserva de la Biósfera Archipiélago de Revillagigedo, México*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, La Paz.

Macdonald, K.S., R. Ríos & J.E. Duffy. 2006. Biodiversity, host specificity and dominance by eusocial species among sponge-dwelling alpheid shrimp on the Belize Barrier Reef. *Diversity and Distributions*. 12:165-178.

Macintyre, I.G. 1988. Modern coral reefs of western Atlantic: new geological perspective. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*. 72:1360-1369.

Maluf, L.Y. 1989. *Composition and distribution of the central eastern Pacific echinoderms*. Natural History Museum of Los Angeles. *Technical Reports*. 2:1-242.

Marko, P.B. 2002. Fossil calibration of molecular clocks and the divergence times of geminate species pairs separated by the Isthmus of Panama. *Molecular Biology and Evolution*. 19:2005–2021.

Marko, P.B. & J.B.C. Jackson. 2001. Patterns of morphological diversity among and within arcid bivalve species pairs separate by the Isthmus of Panama. *Journal of Paleontology*. 75:590–606.

Matthew, T.C., A.H. Philip & D.J. Pondella II. 2004. Speciation in the Central American seaway: the importance of taxon sampling in the identification of trans-isthmian geminate pairs. *Journal of Biogeography*. 31:1085-1091.

Mayr, E. 1954. Geographic speciation in tropical echinoids. *Evolution*. 8:1-18.

Medina, F. 1994. La Isla Socorro, el volcán Evermann y la actividad volcánica de febrero de 1993. GEOS, *Boletín de la Unión de Geofisica de México*. 13:3-4.

Morrison, Ch.L., R. Ríos & J.E. Duffy. 2004. Phylogenetic evidence for an ancient rapid radiation of Caribbean sponge-dwelling snapping shrimps (*Synalpheus*). *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 30:563–581.

Muss, A., D.R. Robertson, C.A. Stepien, P. Wirtz & B.W. Bowen. 2001. Phylogeogrphy of *Ophioblennius*: the role of ocean currents and geography in reef fish evolution. *Evolution*. 55(3):561-572.

Palumbi, S.R. 1992. Marine speciation on a small planet. *Trends in Ecology and Evolution*. 4(7):114-118.

Palumbi, S.R. 1994. Genetic divergence, reproductive isolation, and marine speciation. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 25:547-572.

Patton, W.K. 1974. Community structure among the animals inhibiting the coral *Pocillopora damicornis* at Heron Island, Australia. *In:* Vernberg, W.B. (Ed.). *Symbiosis in the Sea*. University South Carolina Press, Columbia. South Carolina. Pp. 219-243.

Paulay, G. 1997. Diversity and distribution of reef organisms. *In:* Birkeland, C. (Ed.). *The life and death of coral reefs*. Chapman and Hall, New York. Pp. 298–353.

Porter, J.W. 1972. Ecology and species diversity of coral reefs on opposite sides of the Isthmus of Panamá. *Bulletin of the Biological Society of Washington*. 2:89-116.

Rathbun, M. 1910. The stalk-eyed Crustacea of Peru and the adjacent coast. *Proceedings of the United States National Museum.* 38(1766):531-620.

Reed, J.K., R.H. Gore, L.E. Scotto & K.A. Wilson. 1982. Community composition, areal and trophic relationships of decapods associated with shallow- and deep-water. *Oculina varicosa* coral reefs. *Bulletin of Marine Science*. 32:761-786.

Reyes-Bonilla, H. 1992. New record for hermatypic corals (Anthozoa:Scleractinia) in the Gulf of California, Mexico, with an historical and biogeographical discussion. *Journal of Natural History*. 26:1163-1175.

Reyes-Bonilla, H. 1993. Biogeografía y ecología de los corales hermatípicos (Anthozoa: Scleractinia) del Pacífico de México. *In:* Salazar-Vallejo, S.I. & N.E. González (Eds.). *Biodiversidad Marina y Costera de México*. CONABIO/CIGRO, Chetumal. Pp. 207-222.

Reyes-Bonilla, H. 1996. Asteroidea and Echinoidea (Echinodermata) of San Benedicto Island, Revillagigedo Archipelago, Mexico. *Revista de Investigaciones de la Serie de Ciencias Marinas*, UABCS. *6*(1):29-38.

Reyes-Bonilla, H. 1999. Additions to the 1995 summary of marine mollusks of the Islas Revillagigedo (Tropical Eastern Pacific ocean, Mexico). *The Festivus*. 3:31-42.

Ricklefs, R.E. & D. Schluter. 1993. *Species diversity in ecological communities: historical and geographical perspectives*. Chicago Press, E.U. 414 pp.

Ríos, R. 1992. Camarones carideos del Golfo de California. VI. Alpheidae del Estuario de Mulege y de Bahía Concepción, Baja California Sur, México (Crustacea: Caridea). *Proceedings of the San Diego Society of Natural History*. 14:1-13.

Ríos, R. 2003. *Synalpheus* shrimp from Carrie Bow Cay, Belize. Systematic, Phylogenetics and Biological observations (Crustacea: Decapoda: Alpheidae). *Philosophy Dissertation*, Faculty of the School of Marine Science. The College of William and Mary in Virginia, E.U. 251 pp.

Ríos, R. & A. Carvacho. 1982. Caridean shrimps of the Gulf of California. I. New Records, with some remarks on amphiamerican distribution. *Pacific Science*. *36*(4):459-465.

Robertson, D.R & G.R. Allen. 2002. *Shorefishes of the tropical eastern Pacific: An information system*. CD-ROM, Smithsonian Tropical Research Institute, Balboa.

Robertson, D.R. J.S. Grove & J.E. McCosker. 2004. Tropical Transpacific Shore fishes. *Pacific Science*. 4(58):507-565.

Robinson, M.K. 1973. Atlas of monthly mean sea surface temperatures in the Gulf of California, Mexico. *San Diego Society of the Natural History Memories*. 5:1-97.

Rodríguez Almaraz, G.A., W. Gallardo Tejeda & E. Campos. 2002. Crustáceos decápodos intermareales de la isla Carmen, Baja California Sur, México, con notas sobre su distribución ecológica. *In:* M.E. Hendrickx (Ed.). *Contributions to the study of East Pacific crustaceans*. Vol. 1. Unidad Académica Mazatlán, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, México. Pp. 255-264.

Rodríguez de la Cruz, Ma. C. 1987. *Crustáceos decápodos del Golfo de California*. Secretaría de Pesca, México. 306 pp.

Rogers, C.S. 1990. Responses of coral reefs and reef organisms to sedimentation. *Marine Ecology Progress Series*. 62:185202.

Rosenblatt, R.H. & R.S. Waples. 1986. A genetic comparison of allopatric populations of shore fish species from the eastern and central Pacific Ocean: dispersal or vicariance?. *Copeia*. 1986:275-284.

Rosenblatt, R.H., J.E. McCosker & I. Rubinoff. 1972. Indo-West Pacific fishes in the Gulf of Chiriqui, Panama. *Contribution Science*. 234:1–18.

Scheltema, R.S. 1988. Initial evidence for the transport of teleplanic larvae of benthic invertebrates across the east Pacific barrier. *Biology Bulletin*. 174:145-152.

Schmitt, W.L. 1924. Expedition of the California Academy of Sciences to the Gulf of California in 1921. *Proceedings of the California Academy of Science*. *13*(24):381-388.

- Shanks, A. 1995. Mechanisms of cross shelf dispersal of larval invertebrates. *In*: McEdward, L. (Ed.). *Ecology of Marine Invertebrate Larvae*. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Shasky, D.R. 1985. Update on mollusks with Indo-Pacific faunal affinities in the tropical East Pacific. *Western Society of Malacologists Annual Report*. 18:27.
- Snelgrove, P.V.R. & J.B. Lewis. 1989. Response of a coral-associated crustacean community to wutrophication. *Marine Biology*. 101:249-257.
- Sotka, E.E., J.P. Wares, J.B. Barth, R.K. Grosberg & S.R. Palumbi. 2004. Strong genetic clines and geographic variation in gene flow in the rocky intertidal barnacle *Balanus glandula*. *Molecular Ecology*. 13:2143–2156.
- Soulé, J.D. 1960. the distributions and affinities of the littoral marine Bryozoa (Ectoprocta). Symposium on the biogeography of Baja California and adjacent seas. Part II. Marine Biota. *Systematic Zoology*. 9:100-104.
- Spalding, M.D., C. Ravilious & E.P. Green. 2001. World atlas of coral reefs. University of California Prees. 424 pp.
- Springer, V. G. 1982. Pacific plate biogeography, with special reference to shorefishes. *Smithsonian Contributions to Zoology*. 367:1–182.
  - Steinbeck, J. & E.F. Ricketts. 1941. Sea of Cortez. Viking Press, New York. 598 pp.
- Vargas, R. & J. Cortés. 1999. Biodiversidad marina de Costa Rica: Crustacea: Decapoda (Penaeoidea, Sergestoidea, Caridea, Astacidea, Thalassinidea, Palinura) del Pacífico. *Revista de Biología Tropical*. 47(4):877-885.
- Vargas, R., S. Jesse & M. Castro. 1996. Checklist of crustaceans (Decapoda and Stomatopoda), collected during the Victor Hensen Costa Rica expedition (1993/1994). *Revista de Biología Tropical.* 44 (suplemento 3):97-102.
- Vermeij, G.J. 1978. *Biogeography and adaptation*. Patterns of marine life. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, U.S.A. 332 pp.
- Vermeij, G.J. 1987. The dispersal barrier in the tropical Pacific: Implication for molluscan speciation and extinction. *Evolution*. 41:1046–1058.

Vermeij, G.J. 1991. When biotas meet: Understanding biotic interchange. *Science*. 253:1099–1104.

Vermeij, G.J. 2004. *Nature: an economic history*. Princeton University Press, Princeton, MJ, USA.

Villalobos-Hiriart, J.L., A. Cantú Díaz-Barriga, Ma. D. Valle Martínez, P. Flores Hernández, E. Lira Fernández & J.C. Nates Rodríguez. 1992. Distribución espacial y consideraciones zoogeográficas de los crustáceos decápodos intermareales de las islas del Golfo de California, México. *Proceedings of the San Diego Society of Natural History*. 11:1-13.

Walker, B.W. 1960. the distribution and affinities of the marine fish fauna of the Gulf of California. Symposium on the biogeography of Baja California and adjacent seas. Part II. Marine Biota. *Systematic Zoology*. 9:123-133.

Wehrtmann, I.S. & L. Albornoz. 2002. Evidence of different reproductive traits in the transisthmian sister species, *Alpheus saxidomus* and *A. simus* (Decapoda, Caridea, Alpheidae): description of the first postembryonic stage. Marine Biology. 140:605–612.

Wicksten, M.K. 1983. A monograph on the shallow water caridean shrimps of the Gulf of California, Mexico. *Allan Hancock Monographs in Marine Biology*. 13:1-59.

Wicksten, M.K. 1989. *Synalpheus arostris* and *Philocheras lapillus*, two new species of caridean shrimp (Crustacea) from the tropical eastern Pacific. *Proceedings of the Biological Society of Washington*. 102:78-83.

Wicksten, M.K. 1991. Caridean and stenopodid shrimp of the Galapagos Islands. *In*: James, M.J. (Ed.). *Galápagos Marine Invertebrates*, New York. Pp. 147-156.

Wicksten, M.K. 1994. Taxonomic remarks on two species of the genus *Synalpheus* from the tropical eastern Pacific (Decapoda, Alpheidae). *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle*, Paris, 4 Séries. *16*(section A,1):209-216.

Wicksten, M.K. 1996. A new species of hippolytid shrimp from Roca Alijos. *In:* Schmieder, R.W. (Ed.). *Rocas Alijos*. Scientific Results from the Cordell Expeditions. Pp. 285-293.

Wicksten, M.K. & M.E. Hendrickx. 2003. An updated checklist of benthic marine and brackish water shrimps (Decapoda: Penaeoidea, Stenopodidea, Caridea) from the Eastern Tropical Pacific. *In*: Hendrickx, M.E. (Ed.). *Contribuciones al estudio de los Crustáceos del Pacífico este*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. México. Pp. 49-76.

Wulff, J.L. 1997. Causes and consequences of differences in sponge diversity and abundance between the Caribbean and eastern Pacific of Panama. *Proceedings of the 8th International Coral Reef Symposium*. 2:1377-1382.

Wyrtki, K. 1965. Summary of the physical oceanography of the Eastern Pacific Ocean. Institute of Marine Resources, University of California, San Diego, Rf. 65-10. 78 pp.

Wyrtki, K. 1966. Oceanography of the Eastern Equatorial Pacific Ocean. Oceanography. *Marine of Biology Annual Review*. 4:33-68.

Wyrtki, K. 1985. Sea level fluctuations in the Pacific during the 1982-83 el Niño. *Journal of Geophysical Research Letter*. 12:125-128.

Zinsmeister, W.J. & W.K. Emerson. 1979. The role of passive dispersal in the distribution of hemipelagic invertebrates, with examples from the Tropical Pacific Ocean. *Veliger*. 22:32-40.