



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS



TAXONOMÍA DE PICNOGÓNIDOS
(ARTHROPODA: PYCNOGONIDA)
ASOCIADOS A MARINAS DE LA COSTA
ESTE DE BAJA CALIFORNIA SUR,
MÉXICO

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS

PRESENTA:

BIOL. ANGEL DE LEÓN ESPINOSA

LA PAZ, B.C.S., MÉXICO, JUNIO, 2018



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARIA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S. siendo las 12:00 horas del día 07 del mes de Mayo del 2018 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CICIMAR para examinar la tesis titulada:

"TAXONOMÍA DE PICNOGÓNIDOS (ARTHROPODA: PYCNOGONIDA)
ASOCIADOS A MARINAS DE LA COSTA ESTE DE BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO"

Presentada por el alumno:

DE LEÓN ESPINOSA ANGEL
Apellido paterno materno nombre(s)
Con registro:

B	1	6	0	7	4	5
---	---	---	---	---	---	---

Aspirante de:

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR LA DEFENSA DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISION REVISORA

Director(a) de Tesis

DR. JAIME GÓMEZ GUTIÉRREZ

DR. ROGELIO GONZÁLEZ ARMAS

DRA. ROXANA DE SILVA DÁVILA

DR. RENÉ FUNES RODRÍGUEZ

M en C. JOSÉ RICARDO PALOMARES GARCÍA

PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES

DR. SERGIO HERNÁNDEZ TRUJILLO



I.P.N.
CICIMAR
DIRECCIÓN



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., el día 11 del mes de Mayo del año 2018

El (la) que suscribe BIÓL. ANGEL DE LEÓN ESPINOSA Alumno (a) del Programa
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS

con número de registro B160745 adscrito al CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS

manifiesta que es autor(a) intelectual del presente trabajo de tesis, bajo la dirección de:

DR. JAIME GÓMEZ GUTIÉRREZ

y cede los derechos del trabajo titulado:

"TAXONOMÍA DE PICNOGÓNIDOS (ARTHROPODA: PYCNOGONIDA)

ASOCIADOS A MARINAS DE LA COSTA ESTE DE BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO"

al Instituto Politécnico Nacional, para su difusión con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Éste, puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: biol.angeldeleon@gmail.com - jgomezgu@gmail.com

Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.


BIÓL. ANGEL DE LEÓN ESPINOSA
Nombre y firma del alumno

AGRADECIMIENTOS

Extiendo mi agradecimiento al Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del Instituto Politécnico Nacional (CICIMAR-IPN) por permitirme cursar el programa de Maestría en Ciencias en Manejo de Recursos Marinos y realizar la investigación del presente trabajo en sus instalaciones del Laboratorio de Zooplancton del Departamento de Plancton y Ecología Marina.

Agradezco a mi director de tesis Dr. Jaime Gómez Gutiérrez por su incondicional apoyo para la realización de la presente investigación y la edición de las imágenes digitales, así como a los miembros del Comité Tutorial por su orientación, ideas y valiosas críticas aportadas a la presente tesis: Dr. René Funes Rodríguez, Dr. Rogelio González Armas, M. en C. José Ricardo Palomares García, Dra. Roxana de Silva Dávila y Dr. Raymundo Avendaño Ibarra.

Agradezco profundamente al Biol. Mar. Ariel Arturo Cruz Villacorta por su incondicional y paciente ayuda en la observación de todas las especies de picnogónidos recolectadas en el Laboratorio de Microscopía Electrónica de Barrido del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR).

Agradezco al Dr. Jesús Angel de León González por su incondicional apoyo en el muestreo, experiencia en la taxonomía y revisión de la presente tesis, así como su valiosa asesoría en la elaboración de las claves de identificación taxonómica de especies de picnogónidos encontrados en Baja California Sur.

Agradezco a la Universidad Autónoma de Nuevo León por el apoyo financiero para el muestreo de campo a través del proyecto: "Línea base en el estudio de invertebrados exótico/invasores del Golfo de California, con énfasis en Anélidos Poliquetos CN379-15".

Agradezco al Instituto Politécnico Nacional por los Proyectos SIP-IPN titulados "Estudio comparativo de parásitos helmintos tróficamente transmitidos de ballena azul y ballena de aleta en áreas de alimentación invernal (SIP-IPN 20150113, 20160495)" y "Detección de periodos de desove de peces mediante métodos moleculares y estructura de la comunidad de zooplancton en el Parque Nacional Cabo Pulmo SIP-IPN 20171275" por el apoyo financiero otorgaron para

el análisis de imágenes de microscopía electrónica de barrido de la presente investigación.

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo financiero a través de los proyectos de Ciencia Básica: “Interacciones parasíticas de los eufáusidos y sus depredadores en el Golfo de California para inferir sus ciclos de vida” (CONACyT CB-2012-178615-01) y “Efecto del calentamiento del mar y la disminución de la clorofila detectados por satélite en la biomasa y abundancia del zooplancton en el Golfo de California” (CONACyT CB-2016-01-284201).

También agradezco ampliamente a Jesús Horacio Flores y Jesús Mendieta por su valiosa ayuda en campo para la recolección y separación de picnogónidos de las muestras de fauna incrustante de las marinas, así como a las autoridades correspondientes de cada marina de la costa Este de Baja California Sur para realizar el muestreo.

Finalmente agradezco al M. en C. Svi Shanefif Hoffman Ramírez por la donación de especímenes de picnogónidos de marinas de Bahía de La Paz y la oportunidad de dar una plática sobre biología y ecología de picnogónidos a los estudiantes de la Universidad Autónoma de Baja California Sur.

DEDICATORIA

La familia es una parte importante en la vida del ser humano y es en estas ocasiones cuando menos tiempo se pasa cerca de la familia. Por ello quiero dedicar esta tesis a todos y cada uno de los integrantes de mi familia.

ÍNDICE GENERAL

GLOSARIO	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	3
ANTECEDENTES	7
JUSTIFICACIÓN	9
HIPÓTESIS	9
OBJETIVOS	10
General	10
Particular	10
MATERIAL Y METODOS	10
Trabajo de campo	10
Trabajo de laboratorio	13
Descripción morfológica	14
Microscopía electrónica de barrido	14
Descripciones	15
Colección de depósito de los especímenes	16
RESULTADOS	17
Abundancia espacio temporal	17
Re-descripción taxonómica de especies	19
<i>Ammothella</i> Verrill, 1900	19
<i>Ammothella spinifera</i> Cole, 1904	19
<i>Ammothella symbius</i> Child, 1979	27
<i>Tanystylum</i> Miers, 1879	33
<i>Tanystylum intermedium</i> Cole, 1904	33
<i>Tanystylum occidentalis</i> (Cole, 1904)	39
<i>Pigrogromitus</i> Calman, 1927	45
<i>Pigrogromitus timsanus</i> Calman, 1927	45

<i>Callipallene</i> Flynn, 1929	51
<i>Callipallene californiensis</i> (Hall, 1912)	51
<i>Nymphon</i> Fabricius, 1794	57
<i>Nymphon apheles</i> Child, 1979	57
<i>Anoplodactylus</i> Wilson, 1878	63
<i>Anoplodactylus californicus</i> Hall, 1912	63
<i>Anoplodactylus erectus</i> Cole, 1904	71
<i>Anoplodactylus viridintestinalis</i> (Cole, 1904)	77
Clave para picnogónidos de la costa Este de Baja California Sur	82
DISCUSIÓN	85
CONCLUSIONES	92
REFERENCIAS	93
ANEXO I	97
ANEXO II	100
ANEXO III	104
ANEXO IV	105

GLOSARIO

Abdomen: Promontorio de los picnogónidos, sin divisiones visibles ni apéndices, pero ocasionalmente ornamentado con espinas, usualmente situado entre el cuarto par de procesos laterales.

Cefalón: Parte anterior del cuerpo de los picnogónidos, fusionado con el primer segmento del tronco.

Coxa: Los primeros tres segmentos de las patas de los picnogónidos.

Cuello: En picnogónidos es la porción del cefalón anterior al tubérculo ocular y los quelíceros que conecta a la probóscide.

Dedos: En picnogónidos son la parte terminal de las quelas.

Dientes: En picnogónidos son espinas ubicadas en los dedos.

Escafo: Primer segmento del quelíceros de los picnogónidos.

Espuela genital: En picnogónidos es una protuberancia en la segunda coxa.

Fémur: Segmento de las patas de los picnogónidos localizado entre la coxa 3 y la tibia 1.

Garra: En picnogónidos es el último segmento del strigilis.

Glándula cementaria: En picnogónidos es una protuberancia que tienen los machos por lo general en el fémur de sus patas con fines de adherir los huevos y formar las masas ovígeras.

Lámina propodial: Serie de espinas localizadas en la parte anterior del propodio.

Opistosoma: Pequeño promontorio de los picnogónidos, sin divisiones visibles ni apéndices, situado normalmente entre el cuarto par de procesos laterales.

Ovígero: Apéndice diagnóstico de los picnogónidos presente en machos y hembras situado en la parte ventral del primer segmento del tronco, encargado de la auto limpieza y en el caso exclusivo de los machos de cargar los huevos.

Palpo: Apéndices de los picnogónidos con órganos sensoriales situados a ambos lados de los quelíceros.

Probóscide: Órgano bucal de forma cilíndrica y alargada de los picnogónidos cuya función es succionar los fluidos de sus presas.

Prosoma: En picnogónidos es todo el cuerpo, excepto el abdomen.

Procesos laterales: Prolongaciones del tronco donde se articulan las patas de los picnogónidos.

Propodio: Último segmento de las patas de los picnogónidos donde se encuentran las uñas terminales.

Quela: Apéndice en forma de pinza de los picnogónidos.

Quelícero: Apéndices en el cefalón de los picnogónidos que pueden tener quela con función para la alimentación o para sujetarse al sustrato.

Talón: Segmento del propodio localizado en la parte ventral-anterior.

Tarso: Segmento de las patas de los picnogónidos situado entre la tibia 2 y el propodio.

Tibia: Uno de los dos segmentos de las patas de los picnogónidos situados entre el fémur y el tarso.

Tubérculo ocular: Tubérculo situado en la parte dorsal del cefalón donde se ubican los ojos de los picnogónidos.

Strigilis: Últimos cuatro segmentos del ovígero de los picnogónidos utilizados para la auto limpieza.

Uñas auxiliares: Ganchos pequeños localizados en la parte extrema del propodio.

Uñas terminales: Ganchos grandes localizados en la parte extrema del propodio.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema conceptual de la morfología de un picnogónido. (Diagrama modificado de Child, 1979)	4
Figura 2. Sitios de muestreo en nueve marinas de la costa Este de Baja California Sur: 1 Marina Cabo San Lucas, 2 Marina Puerto Los Cabos, 3 Marina FONATUR-Fidepaz, 4 Marina La Paz, 5 Muelle Fiscal de La Paz, 6 Marina Palmira La Paz, 7 Marina Cantamar 8 Marina Puerto Escondido, 9 Marina FONATUR-Santa Rosalía. La línea gris indica la isobata de los 200 metros de profundidad	11
Figura 3. Trabajo de campo mostrando un muestreo típico de fauna incrustante. A Raspado en la parte superficial del muelle de la marina, B colocando el contenido en una bolsa de plástico para su posterior análisis taxonómico	13
Figura 4. <i>Ammothella spinifera</i> Cole, 1904. En vista dorsal: A Tronco. En vista lateral: B Tronco; C Palpo; D Tercera pata; E Ovígero; F Segmentos finales del Ovígero. Escala de barras en: D 1 mm; A-B, E 0.5 mm; C, F 0.1 mm	25
Figura 5. <i>Ammothella spinifera</i> Cole, 1904. En vista frontal: A Probóscide; B Región anterior; D Tubérculo ocular. En vista dorsal: C Quelíceros; L Abdomen. En vista lateral: E Quelíceros y Palpo; F Tronco; G Tercera pata; H Fémur de la pata; J Ovígero. En vista latero-ventral: I Propodio. K Ovígero, segmentos distales. Escala de barras en: G 1 mm; I 0.5 mm; B, F, J 0.3 mm; C-E, H, L 0.2 mm; A, K 0.1 mm	26
Figura 6. <i>Ammothella symbius</i> Child, 1979. En vista dorsal: A Tronco. En vista lateral: B Tronco; C Palpo; D Tercera pata; E Propodio; F Ovígero. Escala de barras en: D 1 mm; A-B, E 0.5 mm; C, F 0.1 mm	31
Figura 7. <i>Ammothella symbius</i> Child, 1979. En vista frontal. A Especimen completo. En vista dorsal. B Quelíceros; E Especimen completo; H Fémur, vista dorsal; I Glándula cementaria. En vista lateral. C Proboscide y palpo; D Tubérculo ocular; F Especimen completo; G Tercera pata; J Propodio; M	32

Abdomen. En vista ventral. **K** Ovigeros, probóscide y palpo; **L** Ultimos segmentos del ovígero. **Escala de barras en: E-F, H 1 mm; A, G, J-K 0.5 mm; C 0.3mm; B, D 0.2 mm; I, L 0.1 mm**

Figura 8. *Tanystylum intermedium* Cole, 1904. En vista dorsal. **A** Tronco. En vista lateral. **B** Tronco; **C** Palpo; **D** Tercera pata; **E** Ovígero. **Escala de barras en: A-B, D 0.5 mm; E 0.3 mm; C 0.1 mm**

37

Figura 9. *Tanystylum intermedium* Cole, 1904. En vista frontal. **A** Probóscide; **D** Cefalón. En vista ventral. **B** Probóscide. En vista dorsal. **C** cuerpo completo; **I** Abdomen. En vista lateral. **E** Tubérculo ocular; **F** Palpo; **G** Tercera pata; **H** Propodio. **Escala de barras en: C,G 0.5 mm; H 0.3 mm; B, D 0.2 mm; A, F, I 0.1 mm**

38

Figura 10. *Tanystylum occidentalis* Cole, (1904). En vista dorsal. **A** Tronco. En vista lateral. **B** Tronco; **C** Palpo; **D** Tercera pata; **E** Propodio; **F** Ovígero. **Escala de barras en: A-B, D 0.5 mm; E 0.3 mm; C, F 0.1 mm**

43

Figura 11. *Tanystylum occidentalis* Cole, (1904). En vista frontal. **A** Probóscide. En vista dorsal. **B** Segmento cefálico; **E** Cuerpo completo; **F** Tercera pata; **K** Abdomen. En vista lateral. **C** Palpo y quelícero; **D** Tubérculo ocular; **G** Glándula cementaria; **H** Propodio; **J** Ovígero; **L** Abdomen. En vista ventral. **I** Ovígeros. **Escala de barras en: E 1 mm; F, I-J 0.5 mm; B, H 0.2 mm; C-D, G, K-L 0.1 mm; A 0.05 mm**

44

Figura 12. *Pigrogromitus timsanus* Calman, 1927. En vista dorsal. **A** Tronco. En vista lateral. **B** Tronco; **C** Tercera pata; **D** Propodio; **E** Ovígero; **F** Terminación del ovígero. **Escala de barras en: A-B 1mm; C-E 0.5 mm; F 0.1 mm**

49

Figura 13. *Pigrogromitus timsanus* Calman, 1927. En vista dorsal. **A** Cefalón; **D** Ejemplar completo; **I** Abdomen. En vista frontal. **B** Proboscide. En vista lateral. **C** Tuberculo ocular; **E** Tercera pata; **F** Propodio; **G** Ovígero; **H** Terminacion del ovígero. **Escala de barras en: D 1 mm; A, G 0.5 mm; B, E 0.3 mm; C, F, I 0.2 mm; H 0.1 mm**

50

Figura 14. *Callipallene californiensis* Hall, (1913). En vista dorsal. **A** Tronco.

55

En vista lateral. **B** Tronco; **C** Tercera pata; **D** Propodio; **E** Ovígero; **F** Quela.
Escala de barras: **C** 1 mm; **A-B** 0.5 mm; **D-F** 0.1 mm

.....
Figura 15. *Callipallene californiensis* Hall, (1913). En vista dorsal. **A** Cefalón; **E** Tronco. En vista frontal. **B** Probóscide; **C** Cefalón; **G** Apófisis del ovígero. En vista lateral. **D** Quela; **F** Ovígero; **H** Strigilis; **I** Tercera pata; **J** Propodio; **L** Abdomen. En vista ventral. **K** Propodio. **Escala de barras en:** **I** 1 mm; **E-F** 0.5 mm; **A, C** 0.3 mm; **J-K** 0.2 mm **D, G-H** 0.1 mm **B,L** 0.05 mm...

56

Figura 16. *Nymphon apheles* Child, 1979. En vista dorsal. **A** Tronco. En vista lateral. **B** Tronco; **C** Quela; **D** Palpo; **E** Tercera pata; **F** Ovígero; **G** Strigilis. **Escala de barras en:** **A-B, D-E** 0.5 mm; **C, F-G** 0.1 mm

61

.....
Figura 17. *Nymphon apheles* Child, 1979. En vista dorsal. **A** Tronco. En vista frontal. **B** Probóscide; **I** Abdomen. En vista ventral. **C** Proboscide, Palpo, Quela; **F** Tronco. En vista lateral. **D** Tubérculo ocular; **E** Palpo; **G** Ovígero; **H** Strigilis. **Escala de barras en:** **A, F** 0.5 mm; **C, E-G** 0.2 mm; **H-I** 0.1 mm **B, D** 0.05 mm

62

Figura 18. *Anoplodactylus californicus* Hall, 1912. En vista dorsal. **A** Tronco. En vista lateral. **B** Tronco; **D** Cefalón; **E** Quelícero; **F** Tercera pata; **G** Propodio; **H** Ovígero. En vista ventral. **C** Cefalón ventral. **Escala de barras en:** **F** 1 mm; **A-E, G-H** 0.5 mm

68

Figura 19. *Anoplodactylus californicus* Hall, 1912. En vista frontal. **A** Probóscide; **B** Segmento cefálico; **C** Quela. En vista dorsal. **D** Tronco. En vista lateral. **E** Tercera pata; **F** Femur; **G** Propodio; **H** Ovígero; **I** Terminacion del ovígero; **J** Abdomen. **Escala de barras en:** **D-F** 1 mm; **B, G-H** 0.5 mm; **A, C, I, J** 0.3 mm

69

Figura 20. *Anoplodactylus californicus* Hall, 1912. En vista frontal. **A** Probóscide. En vista ventral **B** Cefalón; **C** Estructura en forma de “alas”; **E** Tronco; **G** Espuela genital. En vista dorsal. **D** Tronco; **H** Segunda coxa. En vista lateral. **F** Tubérculo ocular; **I** Abdomen. **Escala de barras en:** **D-E** 1

70

mm; I 0.5 mm; A-B, F, H 0.3 mm; G 0.1 mm

.....
Figura 21. *Anoplodactylus erectus* Cole, 1904. En vista lateral. **A** Tronco. En vista lateral. **B** Quela; **C** Tercera pata; **D** Coxa 2, macho; **E** Coxa 2, hembra; **F** Propodio; **G** Ovígero. **Escala de barras en: C-E 0.5 mm; A 0.3 mm; B, F-G 0.1 mm** 75

Figura 22. *Anoplodactylus erectus* Cole, 1904. En vista dorsal. **A** Tronco; **G** Tercera pata; **H** Glandula cementaria. En vista ventral. **B** Tronco; **L** Espuelas genitales. En vista frontal. **C** Proboscide; **E** Tuberculo ocular. En vista lateral. **D** Quelicero; **F** Tercera pata; **I** Femur; **J** Propodio; **K** Ovígero; **M** Abdomen. **Escala de barras en: F 2 mm; G 1 mm; A-B 0.5 mm; E 0.3 mm; I-J, L 0.2 mm; C-D, H, K, M 0.1 mm** 76

Figura 23. *Anoplodactylus viridintestinalis* (Cole, 1904). En vista dorsal. **A** Tronco. En vista lateral. **B** Tronco; **C** Quela; **D** Tercera pata; **E** Propodio. **Escala de barras en: D 1 mm; A-B 0.5 mm; C, E 0.3 mm** 80

Figura 24. *Anoplodactylus viridintestinalis* (Cole, 1904). En vista lateral. **A** Cefalón; **F** Especimen completo; **G** Tercera pata; **H** Propodio; **I** Coxa 2, gonoporo; **J** Abdomen. En vista frontal. **B** Probóscide; **C** Cefalón; **D** Quelas. En vista ventral. **E** Cefalón. **Escala de barras en: F 2 mm; G 1 mm; A, C, E, J 0.5 mm; H 0.3 mm; D, I 0.2 mm; B 0.1 mm** 81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación geográfica de cada una de las nueve marinas muestreadas en la costa Este de Baja California Sur durante 2011–2017. Las celdas grises indican las fechas de muestreo de fauna incrustante. (Ene: enero; Feb: febrero; Abr: abril; Jun: Junio; Ago: agosto; Sep: septiembre; Nov: noviembre;)

..... 12

Tabla 2. Abundancia total, (promedio) y error estándar por especie recolectadas en un área de 400 cm² por marina, durante 2011–2017. Localidades: CSL= Marina Cabo San Lucas; MLP= Marina La Paz; FLP= Muelle Fiscal La Paz; PLP= Marina Palmira La Paz; C= Marina Cantamar; PE= Marina Puerto Escondido; FSR= Marina FONATUR-Santa Rosalía 17

RESUMEN

Las arañas marinas son artrópodos quelicerados (clase Pycnogonida Latrielle, 1810) caracterizados por tener el cuerpo extraordinariamente reducido y ocho apéndices delgados y elongados. La revisión bibliográfica de publicaciones taxonómicas y ecológicas en las cuales mencionan picnogónidos para ambas costas de México se han registrado 49 especies nominales (representando un 3.6% de las aproximadamente 1335 especies descritas a nivel mundial). Esta baja riqueza específica posiblemente se deba al limitado interés de investigación taxonómica y/o al escaso esfuerzo de muestreo realizado inicialmente por investigadores extranjeros entre 1893 y 1992. Investigadores mexicanos publicaron en 2015 el registro de cinco especies de picnogónidos epibiontes de la almeja mano de león (*Nodipecten subnudosus*) en Bahía Ojo de Liebre, Baja California Sur, México, de las cuales una fue nueva especie *Eurycyde bamberi*. El objetivo del presente trabajo fue determinar la riqueza específica de la fauna de picnogónidos asociados a muelles de nueve marinas localizadas desde Cabo San Lucas (22°53'N) hasta Santa Rosalía (26°58'N) (costa Este de Baja California Sur, México) proveyendo la diagnosis morfológica de cada especie mediante microscopía óptica y microscopía electrónica de barrido. Tras analizar el material biológico colectado se identificaron diez especies nominales. La mayor riqueza fue registrada en la Bahía de La Paz (7 spp.) y la menor en Cabo San Lucas (1 sp.). *Anoplodactylus californicus* y *Ammothella spinifera* fueron las especies más abundantes (52% del total). *Ammothella symbius* y *Anoplodactylus californicus* son nuevos registros para las costas de B.C.S. *Tanystylum occidentalis* y *Nymphon apheles* son nuevos registros para México. Con estos nuevos registros, el número de especies nominales reportadas en las costas de B. C. S. se incrementó de 20 a 24, mientras que para las costas de México se incrementa el número de especies de 49 a 51 especies.

Palabras clave: Arañas de mar, Taxonomía alfa, listado taxonómico, estructura de la comunidad, biogeografía, nuevos registros.

ABSTRACT

The marine spiders are chelicerated arthropods (class Pycnogonida Latrielle, 1810) have an extraordinarily reduced body with eight thin and elongated legs. A bibliographic review of taxonomic and ecological studies of pycnogonid from both coasts of Mexico includes 49 nominal species (representing 3.6% of the approximately 1335 species described worldwide). This low species richness may be due to the limited taxonomic interest, intermittent sampling and research effort initially done by foreign scientists between 1893–1992. In 2015, Mexican scientists found two new records of epibiont pycnogonid species from the lion clam (*Nodipecten subnudosus*) in Bahía Ojo de Liebre, Baja California Sur, Mexico. One of them was a new species of the genus *Eurycyde bamberi*. The objective of this work was to determine the specific richness of the fauna of pycnogonids associated with docks of nine marinas located from Cabo San Lucas (22° 53'N) to Santa Rosalía (26° 58'N) (east coast of Baja California Sur, México) providing the morphological diagnosis of each species by means of optical microscopy and scanning electron microscopy. After analyzing the biological material collected, ten nominal species were identified. The greatest species richness was recorded in the Bahía de La Paz (7 spp.) and the lowest species richness in Cabo San Lucas (1 sp.). *Anoplodactylus californicus* and *Amothella spinifera* were the most abundant species (52% of the total). *Amothella symbius*, *Tanystylum intermedium*, *Anoplodactylus californicus*, and *Anoplodactylus viridintestinalis* are new records for Baja California Sur. *Tanystylum occidentale* and *Nymphon apheles* are new records for Mexico. Including these new records the species richness in the Mexican Pacific coast increases from 20 to 24 nominal species and for all Mexico the number of species increases from 49 to 51 species.

Key words: Sea spiders, Alpha taxonomy, taxonomic list, community structure, biogeography, new records.

INTRODUCCIÓN

Los picnogónidos (Chelicerata: Pycnogonida), conocidos como “arañas de mar”, son un grupo con aproximadamente 1335 especies distribuido prácticamente en todos los hábitats marinos; desde la zona intermareal hasta la zona abisal (<7,300 m de profundidad) (Gillespie & Bain, 2006). Su tamaño corporal varía desde unos pocos milímetros en especies de hábitat costeros hasta los 70 centímetros en picnogónidos de hábitats abisales (especies de la familia Colossendeidae) (Jarzynsky, 1870). Su nombre se deriva del griego *pycnos*= muchas y *gonos*= rodillas, debido a las numerosas articulaciones en sus patas. Los picnogónidos machos adultos son, de manera exclusiva, los encargados del cuidado parental transportando los huevos en sus apéndices ovígeros y en algunos casos también sus larvas (Arnaud & Bamber, 1987).

Los picnogónidos tienen un cuerpo considerablemente reducido y patas extremadamente largas en proporción a su cuerpo. Su cutícula es quitinosa y poseen poros, setas, espinas y tubérculos. Su cuerpo está dividido en dos regiones (tagmas): el prosoma (cefalotórax) y el opistosoma (abdomen). El prosoma está formado por un cefalón anterior no segmentado, unido por un cuello al tronco o tórax metamerizado (Fig. 1). El prosoma tiene una probóscide ubicada en la parte anterior del cefalón. La boca en el extremo distal de la probóscide es portadora de tres labios en forma de triángulo utilizados para succionar los fluidos de sus presas (Brusca & Brusca, 2005). En la parte posterior de la probóscide tienen tres metámeros, cada uno con un par de apéndices que corresponden a los quelíceros, palpos y ovígeros. Los picnogónidos son dioicos (sexos separados) y presentan un moderado dimorfismo sexual. Algunas especies tienen los quelíceros y palpos ausentes o reducidos. Los ovígeros son estructuras exclusivas y características diagnósticas de los picnogónidos presentes en todas las especies por su función reproductiva. La fecundación es externa. En los sacos de huevos adheridos a los ovígeros masculinos ocasionalmente mudan las larvas hasta su liberación (Arnaud & Bamber, 1987).

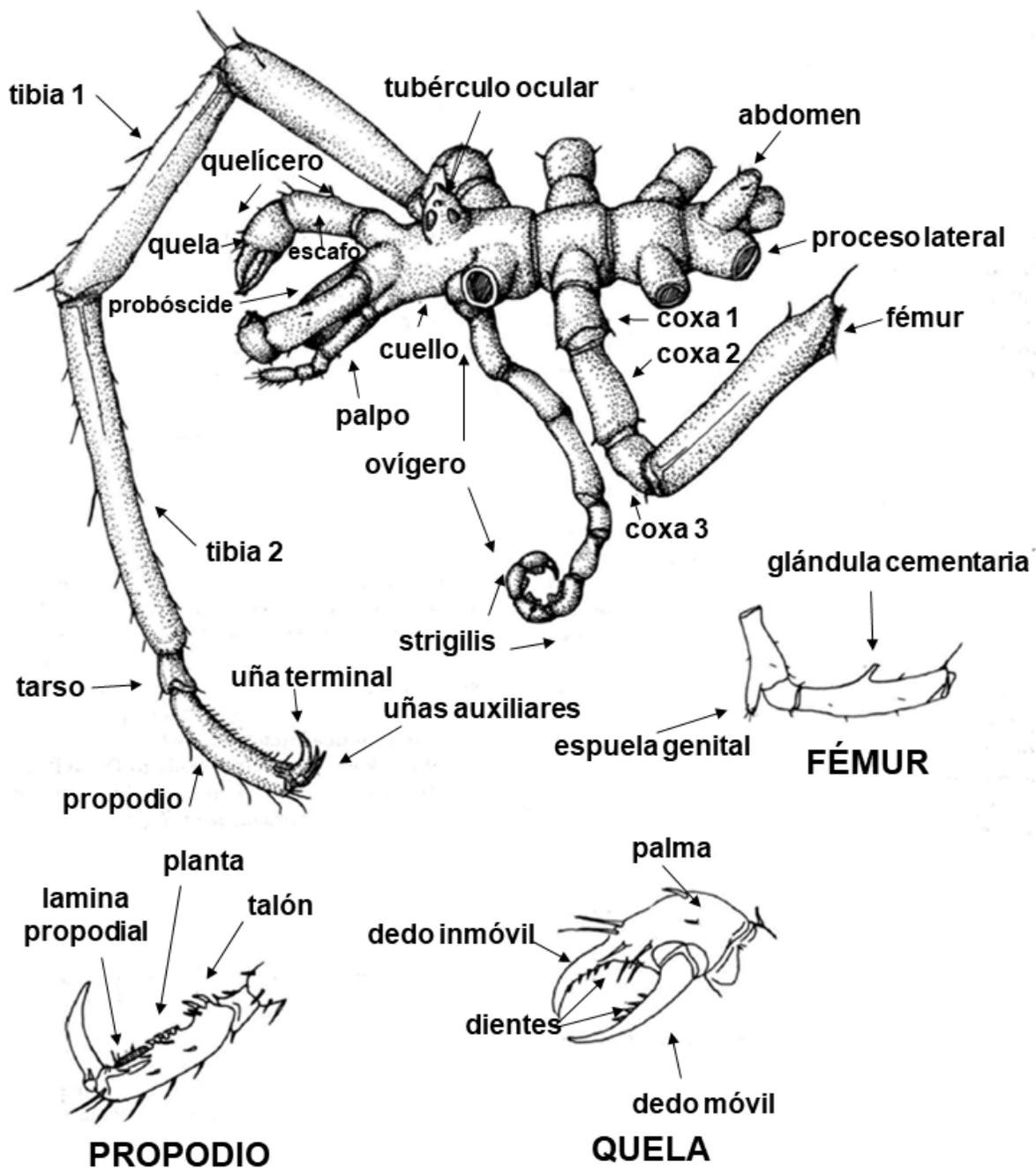


Figura 1. Esquema conceptual de la morfología de un picnogónido. (Diagrama modificado de Child, 1979).

Los ovígeros también tienen la función de auto-limpieza en ambos sexos, pero en las hembras son de considerable menor tamaño y nunca portan los huevos. Las hembras desarrollan sus ovocitos en el interior de las patas. Esta es una adaptación evolutiva para contener el mayor número posible de huevos

cuando el cuerpo está altamente reducido. El tubérculo ocular se encuentra situado dorsalmente entre el cefalón y el tronco, aunque algunas especies de profundidad carecen de este. El tronco está usualmente provisto de cuatro metámeros, aunque existen especies con hasta seis metámeros. Este es un fenómeno de polimería único entre los artrópodos (Munilla, 2002). Cada metámero consta de un par de patas que se articulan en su base con los procesos laterales. Cada pata consta de tres pequeñas coxas proximales, un fémur, dos tibias, un tarso pequeño y un propodio. El propodio presenta una uña principal y en ocasiones dos uñas auxiliares. El opistosoma suele ser corto, no segmentado y es portador del ano terminal (Child & Hedgpeth, 2007) (Fig. 1).

Los picnogónidos tienen un sistema nervioso ventral. El sistema circulatorio es abierto, con un corazón tubular que porta dos pares de ostiolos. La respiración es tegumentaria. La probóscide elongada le permite alimentarse por succión del fluido de sus presas. Los quelíceros raspan y trozan sus presas inmóviles detectadas por los palpos. Los hidrozooos, briozooos, esponjas, macroalgas y anemonas son sus presas principales. El alimento se almacena en un tubo digestivo, con ciegos laterales que penetran en las patas junto con las gónadas (Munilla, 2002).

El origen filogenético de los picnogónidos es uno de los tópicos más controversiales de la zoología. Por más de 150 años han sido filogenéticamente relacionados con los arácnidos por la presencia de quelíceros, palpos y ciegos intestinales. Los picnogónidos también se han relacionado con los crustáceos debido a las semejanzas morfológicas de sus larvas (nauplio y protonymphon) y los procesos ovogénicos presentes en ambos grupos. Sin embargo, los apéndices de las larvas de ambos grupos no son homólogos y la ovogénesis puede haber evolucionado de manera independiente (Munilla, 2002). Desde finales de 1800 se ha relacionado a los picnogónidos con diversos grupos taxonómicos: Hoek (1882) con anélidos, Tiegs & Manton (1958) con onicóforos y Manton (1978) con arácnidos marinos con base en la morfología funcional de sus patas.

Recientemente se ha propuesto que los picnogónidos son un taxón hermano de los actuales artrópodos (Giribet *et al.*, 2001). Pycnogonida está

considerada como una clase dentro del subphylum Chelicerata en el caso de que se considere la hipótesis monofilética del grupo (Arnaud & Bamber, 1987). Sin embargo, si se considera la hipótesis polifilética, Pycnogonida es considerada un subphylum dentro del phylum Chelicerata (Bergström *et al.*, 1980). Por estas argumentaciones su origen filogenético aún es incierto y en continuo debate científico (Ortuño & Martínez-Pérez 2011). No obstante, la hipótesis actualmente más generalizada en la comunidad científica, es que los picnogónidos surgieron como un linaje temprano (monofilético) que se separó de la gran línea que condujo a los quelicerados modernos (Brusca & Brusca, 2005). Bergström *et al.* (1980) los asociaron con las cacerolas de mar, los escorpiones, uropigios y palpígrados por la presencia de un opistosoma largo, estrecho y multisegmentado en el picnogónido fósil *Palaeoisopus problematicus*. Giribert & Ribera (1998) corroboraron que Pycnogonida y Chelicerata son grupos taxonómicos estrechamente relacionados mediante evidencia genética utilizando rDNA 18S de 133 especies pertenecientes a 31 phyla distintos. Su cladograma (Figura 1S, Anexo III) demuestra que los Pycnogonida y Chelicerata están estrechamente emparentados, pero de ramas individuales. Actualmente, Pycnogonida está ubicado a nivel de clase con base en un análisis filogenético basado en estructuras morfológicas, dentro del subphylum Cheliceriformes (Munilla 1999) y en el World Register of Marine Species (WORMS, <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=1302>).

Hasta ahora se han descubierto y descrito pocas especies de picnogónidos fósiles. El fósil de picnogónido más antiguo del que se tiene registro es un adulto del periodo Silúrico (425 millones de años) y se han registrado otros de los periodos Devónico (350 millones de años) y Jurásico (150 millones de años) (Cobb, 2010). Actualmente la Clase Pycnogonida incluye aproximadamente 1,335 especies, de las cuales 1329 son especies nominales actuales y están repartidas en 70 géneros y 11 familias. Existen registros de 6 especies fósiles repartidas en 6 géneros y 4 familias (Bamber *et al.*, 2018).

ANTECEDENTES

La taxonomía y distribución biogeográfica de los picnogónidos de las costas mexicanas han sido estudiados en su mayoría por investigadores extranjeros seguido por un esfuerzo relativamente reciente de investigación en taxonomía y ecología por investigadores mexicanos. Sin embargo, la taxonomía de este grupo en México aún está en la fase inicial de descripción de especies (taxonomía alfa). Actualmente se conocen 49 especies de 19 géneros y diez familias reportadas en trabajos realizados en territorio mexicano (Tablas S1, S2 en Anexo I).

Durante el período de exploración e investigación internacional (1893–1992) Schimkewitsch (1893) realizó el primer reporte de picnogónidos para el Pacífico mexicano a bordo del U.S. Fish Commission Steamer Albatross, durante 1891, enlistando tres especies para los estados de Baja California Sur, Nayarit y Guerrero. Hilton (1942a) registró cinco especies de especímenes recolectados en Baja California, Baja California Sur y Sonora. Hedgpeth (1948) encontró dos especies en la costa de Quintana Roo en el Caribe Mexicano (Tablas S1, S2 en Anexo I).

Child (1979) publicó el trabajo hasta ahora más extenso y detallado para picnogónidos de ambas costas de México mostrando una diversidad gamma de 25 especies (Tablas S1, S2 en Anexo I).

Stock (1986) encontró seis especies. Child (1992) registró 11 especies en Veracruz, Campeche, Yucatán y Quintana Roo (Golfo de México y Caribe mexicano) (Tablas S1, S2 en Anexo I).

En un segundo periodo de investigación moderna (1992–presente) los investigadores mexicanos Salazar-Vallejo & Stock (1987) encontraron a *Ammothella spinifera* Cole, 1904 como una aparente interacción parasítica con el poliqueto tubícola *Sabella melanostigma* Schmarda, 1861 en Bahía Concepción, Baja California Sur. Estudios realizados en la Laguna Ojo de Liebre, Baja California Sur, registraron cinco especies: cuatro de estas eran especies nominales y una nueva especie *Eurycyde bamberi* (de León-Espinosa & de León-González, 2015). Hasta donde se tiene conocimiento, el estudio más reciente en México es el de Álvarez & Ojeda (2018) que encontraron *Anoplodactylus*

batangensis (Helfer, 1938) en un sistema alcalino en el cenote Nohoch Nah Chich en Quintana Roo, caribe mexicano. Los estudios mencionados son de carácter biogeográfico y taxonómico con una elevada precisión de identificación taxonómica específica.

Sin embargo, otros estudios ecológicos que incluyeron picnogónidos (1994– presente) no presentan un rigor taxonómico en este grupo ya que estuvieron enfocados en describir la comunidad de fauna bentónica y epibionte de macroalgas. Las identificaciones en estos estudios fueron poco precisas, alcanzando frecuentemente el nivel de género y algunas veces a especie (Tablas S1, S2, Anexo I). Esta incertidumbre en la identificación morfológica de las especies de picnogónidos se ve agravada debido a que los especímenes no fueron depositados en alguna colección científica o museo para verificación de la identificación de las especies reportadas.

Los antecedentes más cercanos a las marinas de Baja California que se presentan a continuación, son relevantes por la información de las especies registradas. Cinco especies de picnogónidos: *Callipallene californiensis* (Hall, 1913), *Tanystylum californicum* Hilton, 1939, *Ammothella* spp., *Nymphon* sp. y *Anoplodactylus viridintestinalis* Cole, 1904 se han registrado en estudios sobre epibiontes en dos especies de ostras perleras: *Pinctada mazatlanica* (Hanley, 1856) y *Pteria sterna* (Gould, 1851) en la Bahía de La Paz (Monteforte & García-Gasca, 1994; Wright-López, 1997). En macroalgas de Bahía Concepción y Bahía de La Paz, se han registrado *T. intermedium* y *Nymphon* sp. (Foster *et al.*, 2007; Mendez-Trejo *et al.*, 2014). En macrofauna de Bahía Concepción y biota bentónica de Laguna Guerrero Negro se encontró a *Achelia* sp., *Achelia alaskensis* Cole, 1904 y *Phoxichilidium femoratum* Rathke, 1799 (Murthaugh-Olachea, 2011; Morales-Zarate *et al.*, 2016). Por otra parte, *Pycnogonum reticulatum* Hedgpeth, 1948 y *Pycnogonum rickettsi* Schmitt, 1934 se recolectaron en Rocas Alijos a 300 km al oeste de Puerto San Carlos, Baja California Sur (Wicksten, 1996).

La costa Este del Golfo de California no tiene influencia de ríos, la mayor parte de los hábitats costeros son playas arenosas o arrecifes rocosos, pocos y pequeños arrecifes coralinos y el límite Norte de la distribución de los manglares.

Ulate *et al.* (2016) reportaron un gradiente latitudinal de la riqueza específica de la macrofauna de invertebrados de arrecifes rocosos donde la región sur (22.5-24°N) fue la región menos diversa y tuvo menores densidades que la región central (24-28°N) y Norte (>28°N) del Golfo de California.

JUSTIFICACION

La contribución de la presente tesis de maestría consiste en actualizar el inventario de picnogónidos que han sido reportados en aguas mexicanas desde 1893 al presente, sistematizar la descripción taxonómica de especies mediante observaciones de alta resolución con microscopio electrónico de barrido, que en ocasiones solo fueron descritas de manera breve e incompleta y actualizar el listado taxonómico de picnogónidos de la bibliografía y los asociados a nueve marinas de la costa Este de Baja California Sur, México. Conocer la biodiversidad en México y en el mundo es una prioridad en la biología y ecología moderna en temas prioritarios de pérdida de biodiversidad, detección de especies invasoras, o manejo de recursos marinos. Existen numerosos grupos taxonómicos que han sido históricamente poco investigados y aun es factible encontrar numerosas nuevas especies. Éste es el caso las arañas de mar (Clase Pycnogonida) que de manera general son invertebrados que han sido relativamente poco estudiados en los litorales mexicanos y que definitivamente aún se encuentran en la fase de descripción de especies (taxonomía alfa).

HIPÓTESIS

La diversidad de especies de picnogónidos asociados a nueve marinas en la costa Este de Baja California Sur se incrementará en comparación a los registros históricos (1893-presente) debido al mejor y más sistemático esfuerzo de investigación taxonómica realizado en este estudio hasta el momento y además se encontrará un gradiente latitudinal de la riqueza de especies de picnogónidos con incremento de especies de Sur (Cabo San Lucas) a Norte (Santa Rosalía).

OBJETIVOS

General

Determinar la riqueza específica de la fauna de picnogónidos asociados a muelles de nueve marinas localizadas a lo largo de la costa Este de Baja California Sur, México desde Cabo San Lucas (22.53°N) y Santa Rosalía (26.58°N) proveyendo una descripción morfológica detallada de los especímenes utilizando microscopía óptica y microscopía electrónica de barrido.

Particulares

- 1) Identificar hasta el nivel de especie todos los picnogónidos recolectados en las nueve marinas de la costa Este de Baja California Sur.
- 2) Ilustrar y describir la morfología externa de cada especie de picnogónido identificada mediante observaciones de microscopía óptica y microscopía electrónica de barrido.
- 3) Determinar el gradiente latitudinal de la riqueza específica de los picnogónidos entre Cabo San Lucas y Santa Rosalía.
- 4) Elaborar una clave taxonómica dicotómica para identificar los géneros y las especies de los picnogónidos registrados hasta la actualidad en la costa Este de Baja California Sur.

MATERIAL Y MÉTODOS

Trabajo de campo

Durante 2011–2017 se realizaron siete muestreos de fauna incrustante en nueve marinas localizadas entre Cabo San Lucas (22.53°N) y Santa Rosalía (26.58°N): Marina Cabo San Lucas y Marina Puerto Los Cabos en Los Cabos, Marina FONATUR-Fidepaz, Marina La Paz, Muelle Fiscal, Marina Palmira y Marina Cantamar en La Paz, Marina Puerto Escondido y Marina FONATUR-Santa Rosalía (Fig. 2, Tabla 1, Tabla S3 en Anexo II). Cada sitio de muestreo fue georeferenciado con un GPS.

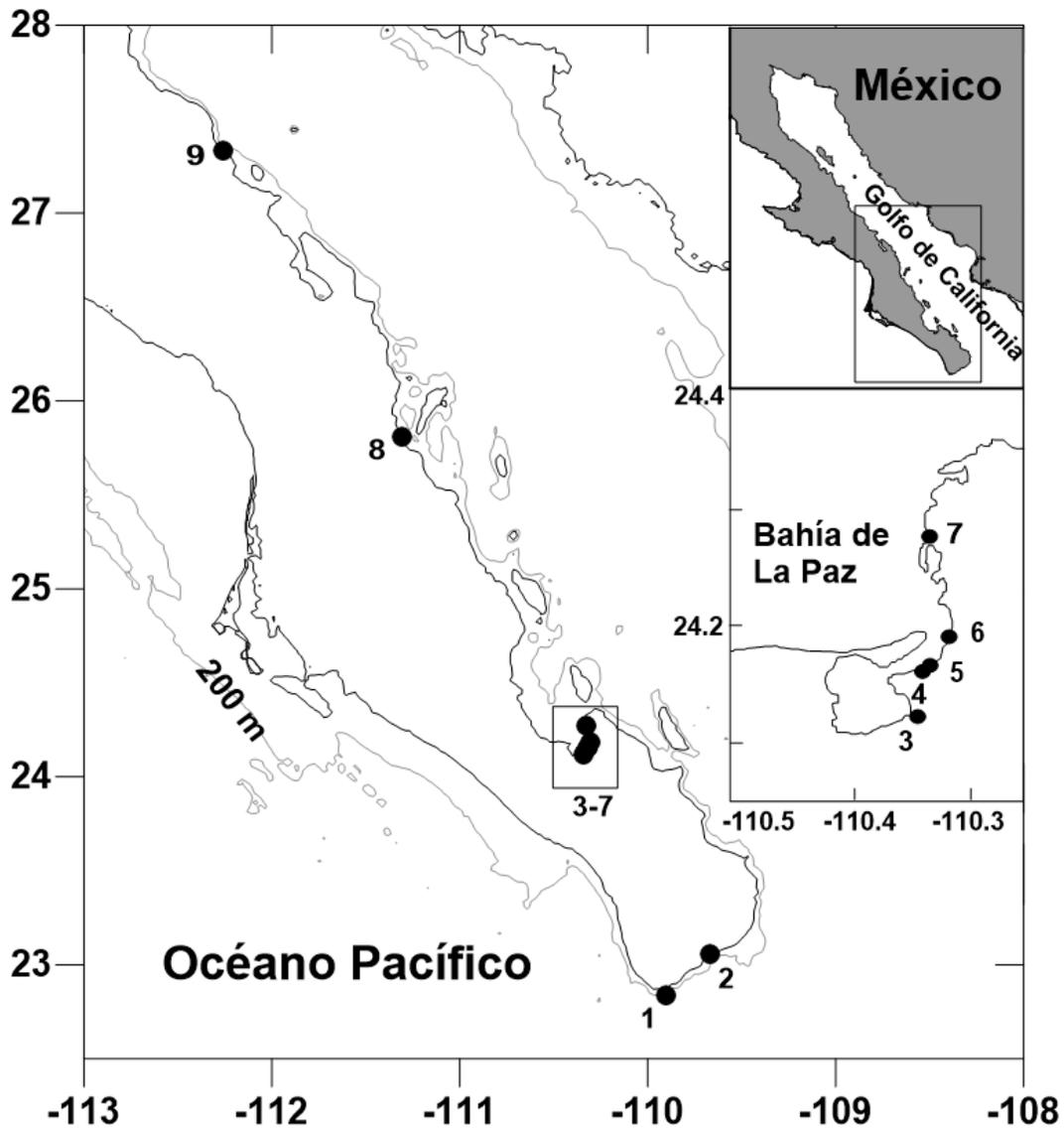


Figura 2: Sitios de muestreo en nueve marinas de la costa Este de Baja California Sur: **1)** Marina Cabo San Lucas, **2)** Marina Puerto Los Cabos, **3)** Marina FONATUR-Fidepaz, **4)** Marina La Paz, **5)** Muelle Fiscal de La Paz, **6)** Marina Palmira La Paz, **7)** Marina Cantamar **8)** Marina Puerto Escondido, **9)** Marina FONATUR-Santa Rosalía. La línea gris indica la isobata de los 200 metros de profundidad.

Tabla 1. Ubicación geográfica de cada una de las nueve marinas muestreadas en la costa Este

de Baja California Sur durante 2011–2017. Las celdas grises indican las fechas de muestreo de fauna incrustante. (Ene: enero; Feb: febrero; Abr: abril; Jun: Junio; Ago: agosto; Sep: septiembre; Nov: noviembre;)

Marinas	Lat N	Lon O	Fecha de muestreo						
			2011		2013		2017		
			Abr	Ago	Ene	Sep	Nov	Feb	Jun
Cabo San Lucas	22.8348	-109.9063							
Puerto Los Cabos	23.0570	-109.6720							
FONATUR-Fidepaz	24.1215	-110.3411							
La Paz	24.1535	-110.3212							
Muelle Fiscal	24.1567	-110.3182							
Palmira	24.1842	-110.3020							
Cantamar	24.2740	-110.3252							
Puerto Escondido	25.8087	-111.3067							
FONATUR-Santa Rosalía	27.3355	-112.2578							

Cada muestra biológica (fauna incrustante) se obtuvo mediante raspados superficiales con un formón de carpintero y/o una espátula, de un área de 400 cm² (20×20 cm) localizados en los bordes de andadores y muelles flotantes siguiendo la técnica estándar de Tovar-Hernández *et al.* (2014). El material biológico desprendido del muelle se depositó en bolsas de plástico transparente (Ziplock) etiquetadas con la información de fecha, hora y posición geográfica de la colecta. Posteriormente, las muestras fueron colocadas en una hielera con agua de mar obtenida en el sitio de colecta para su traslado al sitio de procesamiento. Todos los especímenes de cada una de las muestras fueron identificados y separados en grandes grupos *in situ* y los especímenes de picnogónidos encontrados, fueron fijadas con formol al 10%. Una semana después las muestras fueron lavadas en agua destilada para eliminar el exceso de formol, sales y posteriormente preservadas en etanol al 70% (Fig. 3) (El resto de los grupos fueron entregados a investigadores expertos en cada grupo).

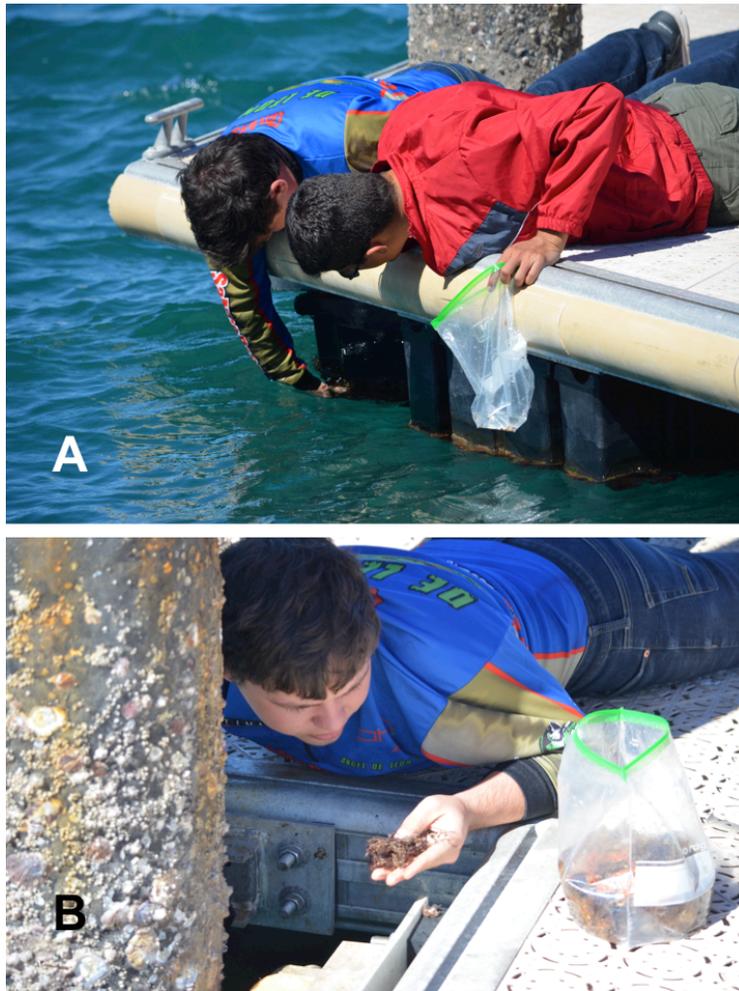


Figura 3. Trabajo de campo mostrando un muestreo típico de fauna incrustante. **A** Raspado en la parte superficial del muelle de la marina, **B** colocando el contenido en una bolsa de plástico para su posterior análisis taxonómico.

Trabajo de laboratorio

En el laboratorio se separaron todos los especímenes de picnogónidos de cada muestra mediante la observación con un microscopio estereoscópico Carl Zeiss Stemi 508. Cada espécimen fue identificado a nivel de especie mediante los criterios morfológicos descritos en bibliografía especializada (Child, 1979; Hilton, 1942a; Cole, 1904). Cuando fue necesario se consultó a través de correo electrónico con una taxónoma experta a nivel mundial en picnogónidos (Dra. Claudia Patricia Arango, Queensland Museum, Australia).

Descripción morfológica

Los esquemas de las características morfológicas externas más conspicuas y diagnósticas de cada especie de picnogónido se realizaron mediante observación con microscopio óptico diferencial de contraste de interferencia, Nomarski, marca Olympus modelo BX51 equipado con una cámara clara mediante la cual fueron plasmados los trazos proporcionales de los siguientes caracteres morfológicos: probóscide, quelíceros, palpos, ovígeros, pata 3 y las estructuras derivadas de estas como son espinas, setas, tubérculos y uñas. Una vez dibujados los esquemas con estilógrafos en tinta y papel albanene se escanearon en un escáner de la impresora HP Officejet Pro 8500 en alta resolución (300-400 dpi). Las imágenes fueron corregidas de contraste y brillantez en el programa Photoshop CS5 (ver. 12.0 x64) y las imágenes digitales se incluyeron en placas con fondo blanco realizadas con el programa PowerPoint (14.7.7).

Microscopía electrónica de barrido

Al menos un ejemplar de cada especie de picnogónido fue observado en microscopio electrónico de barrido (MEB) en el departamento de Microscopía Electrónica de Barrido del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste ubicado en La Paz, B.C.S., México. Esta metodología destaca por su elevada resolución y gran profundidad de campo, lo que permite una visualización tridimensional de los picnogónidos. Cada espécimen fue deshidratado de forma gradual durante una hora en etanol a las siguientes concentraciones 70, 80, 96% y secado hasta el punto crítico mediante gas Bióxido de Carbono (CO₂) con un equipo de secado crítico marca Polaron E3000 (Samdri PVT 3B). Los organismos fueron montados en placas metálicas utilizando un filamento de cobre en el cual se aplicó pegamento de barra y se pegó cada organismo en su extremo con una orientación óptima para su observación en tres dimensiones. Los ejemplares fueron recubiertos con iones oro mediante la técnica de "sputtering" para obtener las mejores condiciones de ionización mediante un equipo Polaron E5100 (Denton Vacuum Desk II).

Las observaciones se realizaron utilizando un microscopio electrónico de barrido marca Hitachi (modelo S-3000N), con una intensidad de 20kv capaz de una magnificación máxima de 300,000 aumentos. Una vez obtenidas las imágenes digitales de cada especie en vista dorsal, ventral, lateral y frontal, aunada a las de los caracteres diagnósticos fueron seleccionadas las mejores imágenes que detallaban las características diagnósticas específicas de cada especie. Cada imagen fue mejorada en contraste y brillantez con el programa Photoshop CS5 (ver. 12.0 x64) y se transparentó el fondo de cada imagen mediante análisis digital de capas. Se elaboraron láminas de cada especie con fondo negro para contraste de las imágenes con el programa Adobe Illustrator CS5 (ver. 15.0). Este es el primer estudio taxonómico de picnogónidos en México que observe picnogónidos con Microscopía Electrónica de Barrido.

Las abreviaciones de las partes morfológicas de las laminas se muestran en la Tabla S4, Anexo IV.

Descripciones

Las descripciones morfológicas y taxonómicas de cada especie de picnogónido se presentan en orden alfabético por familia, género y especie incluyendo sistemáticamente y en el mismo orden la siguiente información:

- **Diagnosis del género:** se elaboraron mediante la descripción del genero otorgada por cada autor.
- **Nombre científico:** con autoría validada en World Register of Marine Species (WORMS, <http://www.marinespecies.org/index.php>) incluyendo la autoridad taxonómica (quien describió la especie) y el año de su publicación. Las especies de picnogónidos que han sido reasignadas taxonómicamente a otra posición taxonómica distinta a su descripción original son mostradas entre paréntesis de acuerdo con las reglas del Código de Nomenclatura Zoológica Internacional (Ride, 1999).
- **Figuras e imágenes de MEB:** Elaboradas con el fin de auxiliar en la identificación de especies mediante caracteres morfológicos externos.

- **Sinonimias:** se incluyen los nombres que anteriormente han sido atribuidos a la misma especie (verificadas cada una con las descripciones originales y contrastadas las posiciones taxonómicas con el estatus actual publicada en WORMS <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=1302>).
- **Material examinado:** Número de especímenes recolectados por localidad (abundancia, no. ind./400 cm²): conteo de (♀) hembras, (♂) machos, (J) juveniles, número de catálogo correspondiente a la colección donde fueron depositados, localidad, coordenadas geográficas de latitud y longitud y fecha (dd/mm/aa).
- **Diagnosis:** Se señalan las características diagnósticas taxonómicas que permiten la identificación y distinción taxonómica de cada especie.
- **Medidas morfológicas del ejemplar descrito:** se incluye una síntesis de las medidas morfométricas externas de cada estructura que forma los caracteres diagnósticos para cada especie.
- **Distribución de registros previos y en el presente estudio:** Con base en los registros publicados en la literatura especializada se verificó la distribución geográfica histórica de cada especie en las costas mexicanas y el resto del mundo.
- **Observaciones:** se incluyó información adicional a la especie, discutiendo su variabilidad interespecífica y su relación con otras especies cuando fue necesario.

Colección de depósito de los especímenes

El material biológico examinado de la presente tesis de maestría actualmente se encuentra depositado en la colección de picnogónidos de la Colección Carcinológica de la Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León (Curador Dr. Gavino Rodríguez Almaraz).

RESULTADOS

Abundancia espacio temporal

Se colectaron y analizaron un total de 128 especímenes de picnogónidos pertenecientes a 5 familias, 6 géneros y 10 especies (Tabla 2). El número de especímenes colectados por localidad y fecha de colecta se presenta en la Tabla S3 del Anexo II. *Tanystylum occidentaleis* y *Nymphon apheles* son primeros registros en los litorales mexicanos. La familia más diversa fue Ammotheidae incluyendo dos especies en cada uno de los géneros *Ammothella* y *Tanystylum*. El género con mayor número de especies fue *Anoplodactylus* con tres especies. *Anoplodactylus californicus* fue la especie más abundante del presente estudio (2011–2017) con un total de 34 especímenes (27% del total) seguida por *Ammothella spinifera* con 31 especímenes (24%).

Puerto Escondido fue la marina con mayor número de picnogónidos colectados (42, representando una abundancia relativa de 33%), seguida por marina FONATUR-Santa Rosalía con 35 organismos (28% de la abundancia relativa) (Tabla S3, Anexo II). En las marinas Puerto los Cabos y FONATUR-Fidepaz no se encontró ningún picnogónido. Cada identificación específica fue comparada y corroborada con las descripciones taxonómicas originales.

Tabla 2. Abundancia total, (promedio) y error estándar por especie recolectadas en un área de 400 cm² por marina, durante 2011–2017. Localidades: CSL= Marina Cabo San Lucas; MLP= Marina La Paz; FLP= Muelle Fiscal La Paz; PLP= Marina Palmira La Paz; C= Marina Cantamar; PE= Marina Puerto Escondido; FSR= Marina FONATUR-Santa Rosalía.

Género y especie	CSL	MLP	FLP	PLP	C	PE	FSR
<i>Ammothella spinifera</i>	-	1 (0.2) 0.2	-	-	-	-	30 (5) 3.3
<i>Ammothella symbius</i>	1 (0.2) 0.2	-	-	-	-	-	3 (0.5) 0.3
<i>Tanystylum intermedium</i>	-	-	-	-	1 (0.2) 0.2	-	1 (0.2) 0.2
<i>Tanystylum occidentaleis</i>	-	-	10 (1.7) 1.5	-	-	-	1 (0.2) 0.2
<i>Pigrogromitus timsanus</i>	-	2 (0.3)	-	-	-	-	-

		0.3					
		5					
<i>Callipallene californiensis</i>	-	(0.8)	-	-	-	-	-
		0.7					
					4		
<i>Nymphon apheles</i>	-	-	-	-	(0.7)	-	-
					0.7		
		10		1		23	
<i>Anoplodactylus californicus</i>	-	(1.7)	-	(0.5)	-	(3.8)	-
		0.8		0.5		3.2	
			16				
<i>Anoplodactylus erectus</i>	-	-	(2.7)	-	-	-	-
			2.7				
						19	
<i>Anoplodactylus viridintestinalis</i>	-	-	-	-	-	(3.2)	-
						3.2	
Total	1	18	26	1	5	42	35

Re-descripción taxonómica de especies

Clase Pycnogonida Latreille, 1810

Orden Pantopoda Gerstäcker, 1863

Familia Ammotheidae Dohrn, 1881

Genero *Ammothella* Verrill, 1900

Diagnosis

Tronco delgado, completamente segmentado, procesos laterales totalmente separados, con frecuencia armados con tubérculos o espinas dorsales, probóscide ovoide y larga. Quela reducida. Palpos de 9 segmentos, largos, casi siempre con mayor número de espinas en la parte ventral del último segmento. Ovígero con 9 segmentos armado con espinas plumosas en los últimos segmentos; patas delgadas usualmente con espinas largas, propodio delgado, curvado y con presencia de uñas auxiliares.

El género *Ammothella* actualmente incluye 42 especies nominales en el mundo. En México se han reportado únicamente 4 especies: *Ammothella rugulosa* Verrill, 1900 para el Caribe mexicano, *Ammothella marcusii* Hedgpeth, 1948 para el Pacífico mexicano, *Ammothella spinifera* Cole, 1904 para el Pacífico mexicano y Golfo de California y *Ammothella symbius* Child, 1979 para el Golfo de California (Tabla S1, Anexo I).

***Ammothella spinifera* Cole, 1904**

(Fig. 4 A-F; Fig. 5 A-L)

Ammothella spinifera Cole, 1904: 275-277, pl. 12, fig. 8, pl. 20, figs. 7-9, pl. 21, figs. 1-6; Child, 1979: 11-12, fig. 3f-h; Müller, 1992: 33-34, figs. 2-3.

Sinónimos. No registrados.

Material examinado

31 especímenes: 3♀, 4♂, 5J, (UANL-FCB-PYCNO-0055), Marina FONATUR, Santa Rosalía, Baja California Sur, 27°20'13''N, 112°15'47''O, 11/01/2013; 3♀, 4♂, 11J, (UANL-FCB-PYCNO-0056), misma localidad, 15/11/2013; 1♂, (UANL-FCB-PYCNO-0057), Marina La Paz, La Paz Baja California Sur, 24°09'17''N, 117°19'31''O, 7/01/13.

Diagnosis

Probóscide dos veces más larga que ancha, forma ovalada con constricciones en la parte distal y proximal (Fig. 4 A-B; Fig. 5 A-B).

Quelíceros 3/5 del largo de la probóscide; escafo de dos segmentos. Primer segmento del escafo de la mitad del largo del segundo, con una espina dorso-distal; segundo segmento con una espina dorsal situada en el primer tercio y dos espinas en el tercer tercio del segmento y con dos espinas laterales entre ellas y una línea transversal de 4 a 5 espinas dos a tres veces más largas que las dorsales localizadas en la parte dorso-distal. Quela ovoide, pequeña y rudimentaria (Fig. 4 A-B; Fig. 5 C-E).

Palpo con nueve segmentos. Primer segmento corto y liso. Segundo segmento 4 veces más largo que el primero, con una línea de cuatro espinas medias dorsales, una espina antero-dorsal larga y una espina medio-ventral larga. Tercer segmento 1.2 veces el largo del primero, liso. Cuarto segmento 5 veces más largo que el primero, con dos espinas dorsales en el primer tercio del segmento, dos espinas medias dorsales largas y una espina entre estas últimas dos; tres espinas medias ventrales y dos espinas latero-distales. Quinto segmento 2 veces más largo que el primero, con una serie de cuatro espinas ventrales y cuatro espinas laterales que forman una "V" con el vértice proximal. Sexto segmento 2 veces más largo que el primer segmento, con un grupo de cinco espinas en la parte ventro-distal. Séptimo segmento 1.2 veces más largo que el primer segmento, con cuatro espinas ventrales. Octavo segmento 1.2 veces más largo que el primer segmento, ensanchado en la parte media, con dos espinas distales largas, una dorsal y una ventral. Noveno segmento 2.2 veces más largo que el primer segmento, cubierto de 8 a 10 espinas largas

desde la segunda mitad en la parte ventral hasta la zona distal (Fig. 4 C; Fig. 5 E).

Tubérculo ocular cilíndrico, 2.8 veces más largo que ancho, con dos ojos pigmentados, terminados distalmente en un pequeño cono (Fig. 4 B; Fig. 5 D, F).

Tronco ancho, bien segmentado, extremos posteriores del segmento cefálico redondeados con un tubérculo en los extremos; segundo segmento con dos espinas dorsales. (Fig. 4 A-B; Fig. 5 C-D, F).

Procesos laterales separados por menos de la mitad de su propio diámetro, con un tubérculo en el extremo dorsal de cada segmento (Fig. 4 A; Fig. 5 F).

Patatas largas. Coxa 1 corta, con cinco espinas medio-dorsales, la espina central de mayor grosor y tamaño que los pares laterales; con una espina dorso-distal más larga y tres espinas medio-ventrales, la media mayor. Coxa 2, 1.6 veces más larga que la coxa 1, con cuatro espinas medias-dorsales cortas, cuatro espinas medias-ventrales cortas y una espina ventro-distal más larga. Coxa 3, 1.3 veces más larga que la coxa 1, con una espina medio-dorsal larga y un grupo de cuatro espinas medio-ventrales; fémur 3 veces más largo que la coxa 1, con una línea de seis espinas medio-dorsales cortas, mas una espina larga y dos espinas dorso-distales largas, dos espinas laterales en el primer tercio; con ocho espinas ventro-laterales en los dos primeros tercios del segmento, la cuarta larga e inserta en un montículo. Tibia 1, 3.5 veces más larga que la coxa 1, con siete espinas dorsales y con cuatro espinas medio-ventrales. Tibia 2, 3.5 veces más larga que la coxa 1, con una línea de 11 espinas dorsales largas que cubren todo el segmento, una línea de cuatro espinas laterales en el segundo y tercer tercio del segmento y una línea de 11 espinas ventrales cortas extendidas a lo largo del segmento. Tarso corto, la mitad del tamaño de la coxa 1, con una espina dorso-distal y cuatro espinas ventro-distales. Propodio, 2 veces más largo que la coxa 1 con una una línea de ocho espinas dorsales largas cubriendo casi todo el segmento y con cuatro espinas laterales; talón conformado por dos espinas gruesas, planta con seis espinas cortas; uña

principal de la mitad el tamaño del propodio, uñas auxiliares más delgadas y ligeramente más cortas que la uña principal (Fig. 4 D; Fig. 5 G-I).

Ovígero con 10 segmentos, primer segmento pequeño, liso. Segundo segmento 2 veces más largo que el primero, con una espina dorso-distal. Tercer y cuarto segmentos 1.8 y 2.6 veces más largos que el primer segmento respectivamente y lisos. Quinto segmento 3.3 veces más largo que el primero, con una espina dorso-distal y una espina ventro-distal. Sexto segmento igual en tamaño que el primero, con una espina media-ventral, una espina ventro-distal y una espina dorso-distal. Séptimo segmento igual en tamaño que el primero, con tres espinas dorso-anteriores largas y una espina ventro-anterior. Octavo segmento un poco más pequeño que el primero, con dos espinas dorso-distales y una espina media-ventral denticulada con 8 a 12 serraciones. Noveno segmento la mitad del tamaño del primero, con una espina denticulada ventro-distal. Decimo segmento 0.2 veces el tamaño del primero, con dos espinas denticuladas situadas en la zona distal, dirigidas hacia la parte ventral (Fig. 4 E-F; Fig. 5 J-K). Abdomen largo, cuatro veces más largo que ancho, con un ángulo de 30° de inclinación, con dos espinas en la parte media-dorsal y un grupo de espinas en la parte distal (Fig. 4 A-B; Fig. 5 L).

Medidas

Probóscide: 0.8 mm de largo, 0.41 mm de ancho.

Tronco: 0.9 mm de largo desde la inserción de los quelíceros hasta la inserción del cuarto par de procesos laterales, 0.8 mm de ancho entre el segundo par de procesos laterales.

Pata 3: Coxa 1, 0.27 mm; coxa 2, 0.49 mm; coxa 3, 0.34 mm; fémur 0.73 mm; tibia 1, 0.78 mm; tibia 2, 0.82 mm; tarso, 0.07 mm; propodio 0.56 mm; uña 0.15 mm.

Ovígero: Primer segmento, 0.1 mm; segundo segmento, 0.5 mm; tercer segmento, 0.36 mm; cuarto segmento, 0.56 mm; quinto segmento, 0.49 mm; sexto segmento, 0.14 mm; séptimo segmento, 0.07 mm; octavo segmento, 0.07 mm; noveno segmento, 0.07 mm; decimo segmento, 0.03 mm.

Distribución

Cole (1904) descubre y describe *Ammothella spinifera* de un espécimen recolectado en San Diego, California, E.U., designado como holotipo y depositado en la colección de la Universidad de California bajo el número 19509. Child (1979) reporta *A. spinifera* a lo largo del Pacífico oriental en México: Puerto Peñasco, Sonora, Mazatlán, Sinaloa, Bahía Petatlán y Guerrero; Costa Rica: Golfo de Nicoya y Panamá en la zona del canal. En el Océano Atlántico se ha registrado en el Caribe de Panamá en la Isla Galeta, Punta Guanche, Bahía Portobelo y Golfo de San Blas. Müller (1992) amplía su ámbito de distribución para la Isla Barbados, en las Antillas del Mar Caribe.

Observaciones

Ammothella spinifera Cole, 1904 presenta una gran variabilidad en el número de espinas en el tronco. Cole (1904) encontró que el holotipo posee 1 o 2 espinas cortas en la base del tubérculo ocular y una espina larga en la parte media dorsal del borde posterior del primer y segundo segmento del tronco. Child (1979) menciona que el carácter diagnóstico es la presencia de 1 o 2 espinas en el margen posterior del segundo segmento del tronco, otro carácter consistente es la presencia de una espina en el margen anterior del segmento cefálico, acompañada casi siempre de una espina más pequeña. Müller (1992) menciona que los especímenes de *A. spinifera* de Barbados no presentan éstas espinas. 20 (61%) de los 31 ejemplares revisados en el presente estudio tienen 2 espinas en el segundo segmento, 6 (20%) tuvieron una espina en el segundo segmento, 3 (10%) poseen dos espinas en el segundo segmento y una espina en el tercer segmento, 2 (6%) con dos espinas en el primer segmento y dos espinas en el segundo segmento y 1 (3%) presenta una espina en el primer segmento. De estos especímenes no se encontró una relación consistente de esta variación en función de su estadio de desarrollo o sexo. Con estas observaciones se demuestra una amplia variabilidad en el número y disposición de estas espinas del tronco, por esta razón, propongo que este no debe ser considerado como un carácter diagnóstico distintivo de *A. spinifera*.

En el presente estudio se encontró que los machos tienen espinas considerablemente más gruesas en las coxas que las hembras (esto puede ser considerado una característica indicadora de dimorfismo sexual). El resto de las características morfológicas de los 31 especímenes analizados en el presente estudio son similares a las del holotipo descrito por Cole (1904).

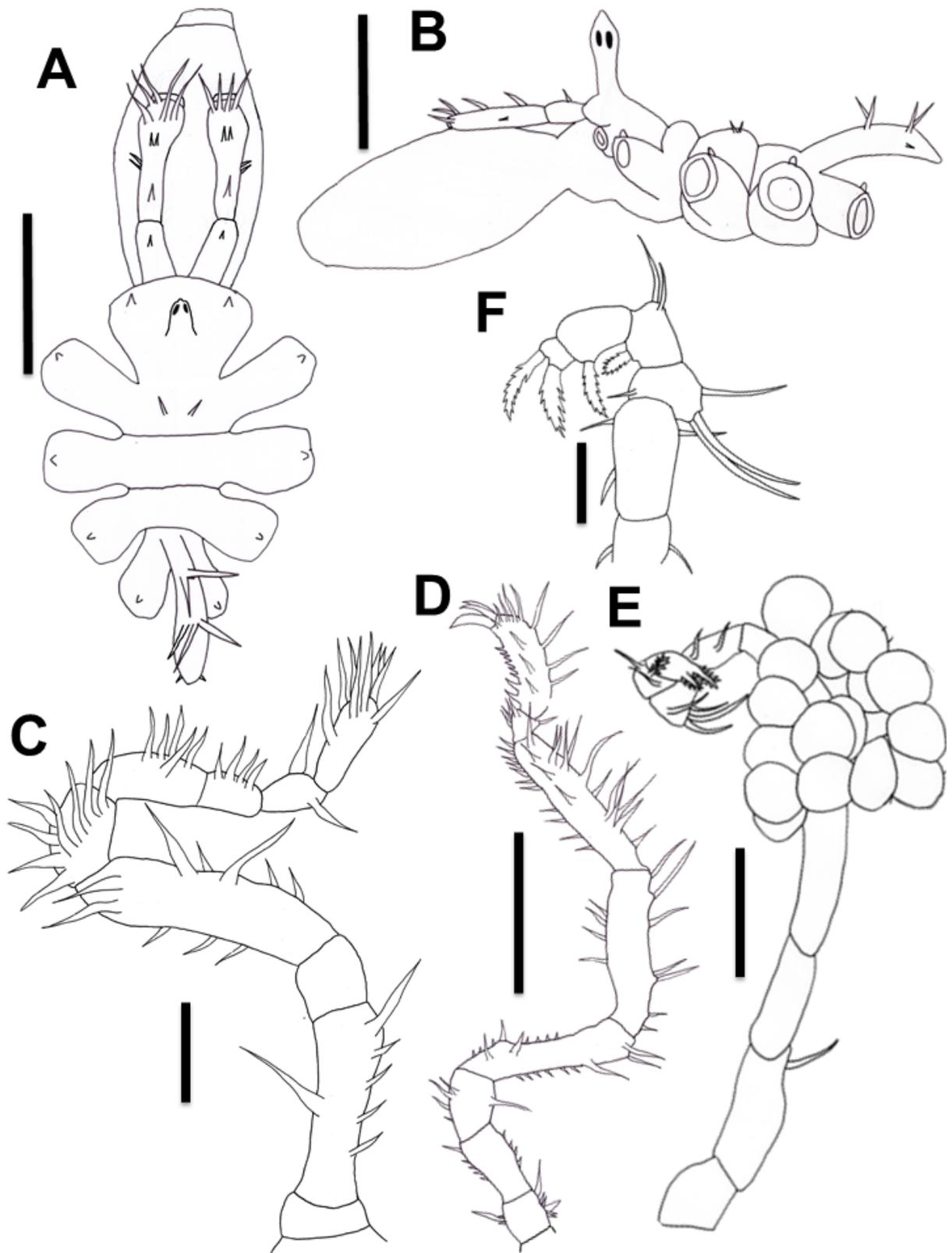


Figura 4. *Ammothella spinifera* Cole, 1904. En vista dorsal: **A** Tronco. En vista lateral: **B** Tronco; **C** Palpo; **D** Tercera pata; **E** Ovígero; **F** Segmentos finales del Ovígero. **Escala de barras en: D** 1 mm; **A-B, E** 0.5 mm; **C, F** 0.1 mm.

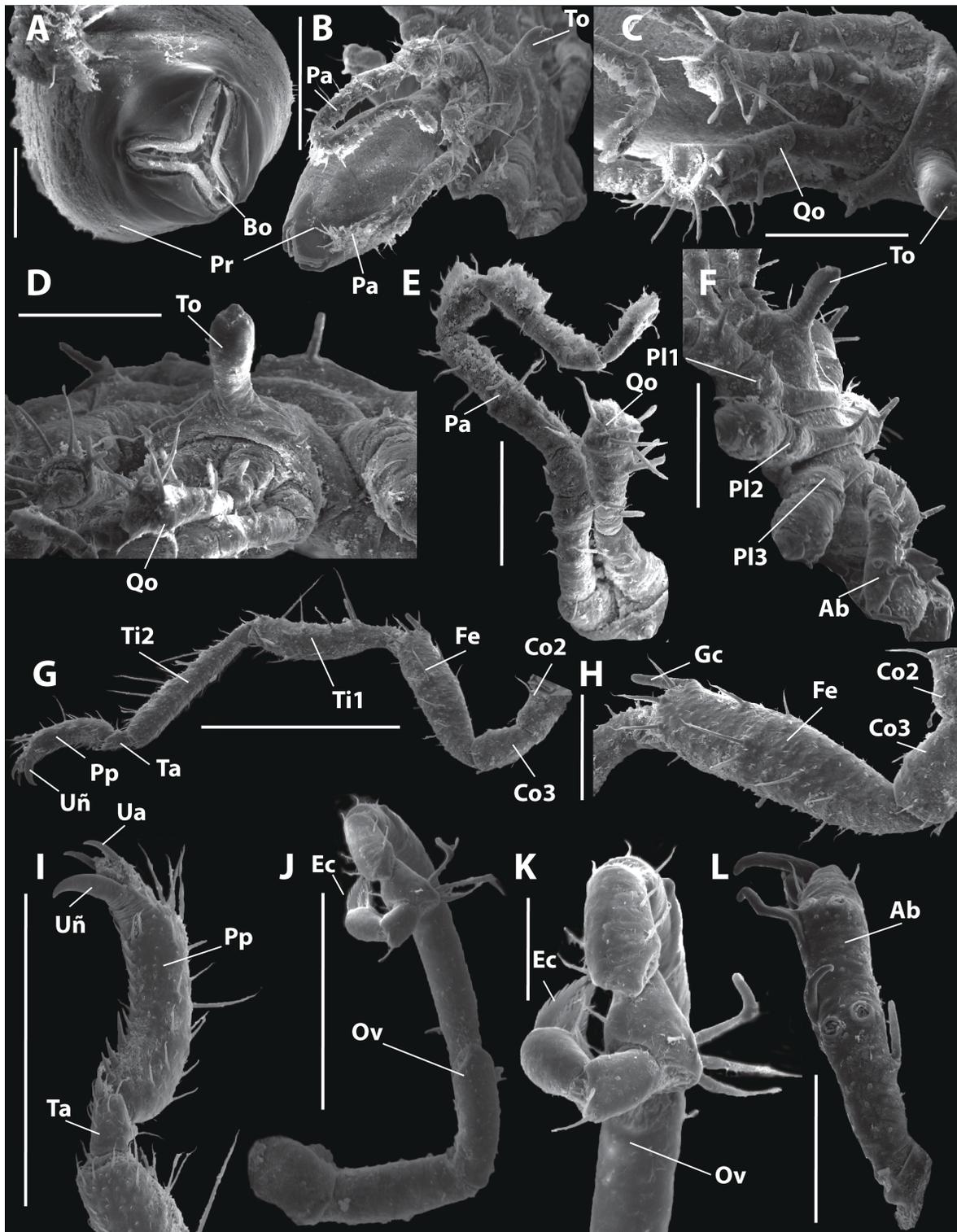


Figura 5. *Ammothella spinifera* Cole, 1904. En vista frontal: **A** Probóscide; **B** Región anterior; **D** Tubérculo ocular. En vista dorsal: **C** Quelíceros; **L** Abdomen. En vista lateral: **E** Quelíceros y Palpo; **F** Tronco; **G** Tercera pata; **H** Fémur de la pata; **J** Ovígero. En vista latero-ventral: **I** Propodio. **K** Ovígero, segmentos distales. **Escala de barras en: G** 1 mm; **I** 0.5 mm; **B, F, J** 0.3 mm; **C-E, H, L** 0.2 mm; **A, K** 0.1 mm.

***Ammothella symbius* Child, 1979**

(Fig. 6 A-F; Fig. 7 A-M)

Ammothella symbius Child, 1979: 21-15, fig. 4.

Sinónimos. No registrados.

Material examinado

4 especímenes; 1♂, (UANL-FCB-PYCNO-0058), Marina FONATUR, Santa Rosalía, Baja California Sur, 27°20'13''N, 112°15'47''O, 11/01/2013; 2♂, (UANL-FCB-PYCNO-0059), misma localidad, 15/11/2013; 1♂, (UANL-FCB-PYCNO-0060), Marina Cabo San Lucas, Cabo San Lucas, Baja California Sur, 22°53'09''N, 109°54'38''O, 7/01/2013.

Diagnosis

Probóscide dos veces más larga que ancha, ovalada con constricciones en la parte distal y proximal (Fig. 6 A-B; Fig. 7 A, C).

Quelíceros $\frac{3}{4}$ del largo de la probóscide, escafo con dos segmentos. Primer segmento aproximadamente la mitad o menos del largo del segundo segmento, con una espina dorso-distal; segundo segmento con una espina dorsal y una lateral en el primer tercio, con una espina dorsal en el último tercio del segmento mas tres espinas dorso-distales; con una espina lateral en la quela (Fig. 6 A-B; Fig. 7 A-B).

Palpo con nueve segmentos. Primer segmento corto, liso. Segundo segmento tres veces más largo que el primero, con una espina medio-ventral y dos espinas postero-distales. Tercer segmento del mismo tamaño que el primero, con una espina ventro-distal. Cuarto segmento cuatro veces más largo que el primer segmento, con dos espinas dorsales en el inicio del tercer tercio y dos espinas ventro-distales. Quinto segmento dos veces más largo que el primero, con una serie de seis espinas a lo largo de la parte ventral. Sexto segmento 1.3 veces más largo que el primer segmento, con una espina medio-dorsal, dos espinas

medio-ventrales y dos espinas ventro-distales. Séptimo segmento 1.4 veces más largo que el primero, con una espina dorso-distal y dos espinas ventro-distales. Octavo segmento menor al primer segmento, con una espina dorso-distal y una espina ventro-distal. Noveno segmento dos veces más largo que el primero, con nueve espinas ventrales distribuidas a lo largo del segmento y una línea de cuatro espinas laterales (Fig. 6 C; Fig. 7 C).

Tubérculo ocular cilíndrico 2.8 veces más largo que ancho, ojos pigmentados, parte distal terminada en un proceso cónico (Fig. 6 B; Fig. 7 A, D).

Tronco con forma oval, bien segmentado, extremos posteriores del segmento cefálico redondeados (Fig. 6 A; Fig. 7 E).

Procesos laterales separados por menos de la mitad de su propio diámetro, con una espina en los extremos dorsales de cada uno (Fig. 6 A; Fig. 7 E).

Patas largas. Coxa 1 pequeña y semi-redonda, con dos espinas medio-dorsales y una medio-ventral. Coxa 2 es dos veces más larga que la coxa 1, ensanchándose hacia la parte distal con una espina media-lateral inclinada hacia la región dorsal, una espina dorso-distal y dos espinas ventro-distales. Coxa 3 es 1.3 veces más larga que la coxa 1, con una espina medio-dorsal, cuatro espinas medio-ventrales, una espina ventro-distal y dos espinas latero-distales. Fémur 3.4 veces más largo que la coxa 1, con una espina media-dorsal larga, tres espinas latero-distales, dos espinas medio-laterales, una espina lateral en el primer tercio del segmento y una espina medio-ventral. Tibia 1 es cuatro veces más larga que la coxa 1, con una constricción en la parte proximal, ensanchándose hacia la parte distal, con cuatro espinas medio-ventrales, dos espinas latero-distales, dos espinas medio-laterales; con una espina dorsal en el tercer tercio del segmento, un grupo de tres espinas tubulares, una espina dorsal en el segundo tercio del segmento y dos espinas dorsales en el primer tercio del segmento. Tibia 2 es 4.4 veces más larga que la coxa 1, con una línea de 13 espinas ventrales a lo largo del segmento, dos espinas latero-distales, una línea de cinco espinas dorsales cubriendo el tercer tercio del segmento, una espina medio-dorsal larga, un grupo de tres espinas tubulares y una espina dorsal en el inicio del segundo tercio del segmento.

Tarso corto, la mitad del tamaño de la coxa 1, con dos espinas medio-ventrales, tres espinas ventro-distales y una espina dorso-distal. Propodio 2.3 veces más largo que la coxa 1, con una hilera de tres espinas laterales y dos espinas más hacia la parte dorsal, una línea de siete espinas dorsales largas intercalándose con dos espinas cortas entre las espinas 3-4 y 4-5 y tres espinas latero-distales; talón conformado por tres espinas gruesas; planta conformada por seis espinas delgadas, uña principal la mitad del tamaño del propodio, uñas auxiliares más delgadas que la uña principal de un tercio del tamaño del propodio (Fig. 6 D-E; Fig. 7 G-J).

Ovígero de 10 segmentos, primeros cinco segmentos lisos y sin ornamentaciones. Primer segmento pequeño. Segmentos dos al cinco, 2.0, 1.8, 3.6 y 2.5 veces más largos que el primero. Sexto segmento 1.5 veces más largo que el primero, con una espina medio-ventral. Séptimo segmento 1.5 veces más grande que el primero, con una espina medio-dorsal y tres espinas denticuladas medio-ventrales. Octavo segmento del mismo tamaño que el primero, con una espina dorso-distal, una espina medio ventral y dos espinas denticuladas ventro-distales con 8 a 12 aserraciones. Noveno segmento 1.3 veces el tamaño del primero, una espina proximal-dorsal y una espina larga denticulada medio-ventral con 8 a 12 aserraciones. Décimo segmento 0.3 veces el tamaño del primero, con dos espinas denticuladas situadas en la zona distal (Fig. 6 F; Fig. 7 K-L).

Abdomen elongado, seis veces más largo que ancho, con un ángulo de 30° de inclinación, con un grupo de cuatro espinas largas en la parte media y dos espinas largas en la parte distal (Fig. 6 A; Fig. 7 M).

Medidas

Probóscide: 0.92 mm de largo, 0.44 mm de ancho.

Tronco: 1.02 mm de largo desde la inserción de los quelíceros hasta la inserción del cuarto par de procesos laterales, 0.9 mm de ancho entre el segundo par de procesos laterales.

Pata 3: Coxa 1, 0.21 mm; coxa 2, 0.38 mm; coxa 3, 0.29 mm; fémur 0.72 mm, tibia 1, 0.84 mm; tibia 2, 0.97 mm; tarso, 0.13 mm; propodio 0.46 mm; uña 0.21 mm.
Ovígero: Primer segmento 0.1 mm; segundo segmento 0.18 mm; tercer segmento 0.18 mm; cuarto segmento 0.36 mm; quinto segmento 0.23 mm; sexto segmento 0.13 mm; séptimo segmento 0.14 mm; octavo segmento 0.1 mm; noveno segmento 0.13 mm; decimo segmento 0.3 mm.

Distribución

Esta especie ha sido reportada por Child (1979) en México: Mazatlán, Sinaloa; Costa Rica: Isla del Coco y Panamá: Zona del Canal de la costa Pacífica, Punta Paitilla, Isla Taboguilla y Archipiélago de las Perlas.

Observaciones

Ammothella symbius es sumamente similar a *A. spinifera*. Uno de los caracteres diagnósticos de *A. symbius* es la ausencia de espinas en la parte dorsal del tronco. Los cuatro ejemplares revisados del presente estudio son entre 20–30% más largos y anchos del cuerpo en comparación con el holotipo descubierto y descrito en Costa Rica. El número de espinas de las patas del holotipo de Child (1979) es menor que los ejemplares del presente estudio. Un carácter compartido fue la presencia de tres gruesas espinas en el talón y seis espinas en la planta.

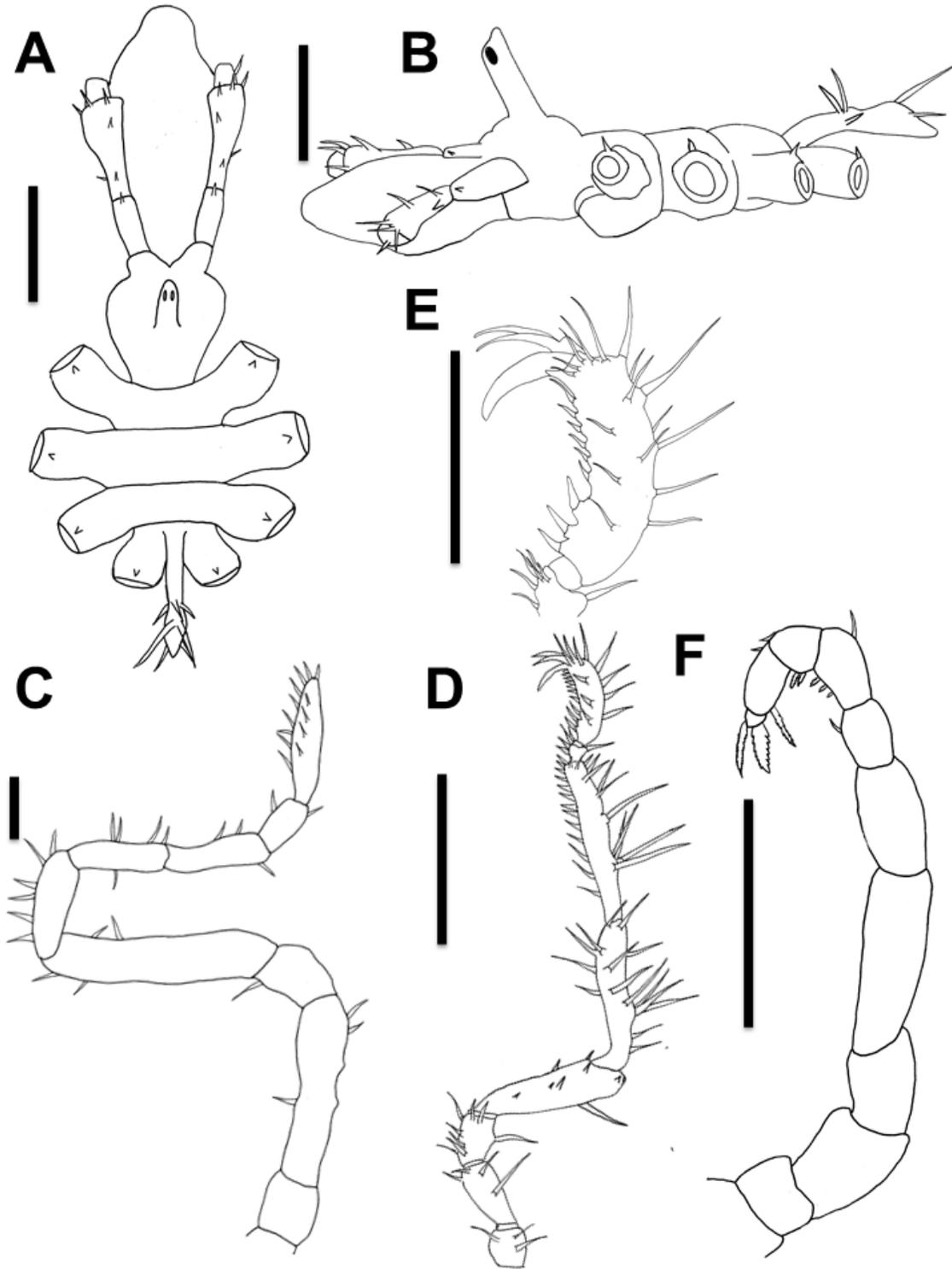


Figura 6. *Ammothella symbius* Child, 1979. En vista dorsal: **A** Tronco. En vista lateral: **B** Tronco; **C** Palpo; **D** Tercera pata; **E** Propodio; **F** Ovígero. Escala de barras en: **D** 1 mm; **A-B**, **E** 0.5 mm; **C**, **F** 0.1 mm.

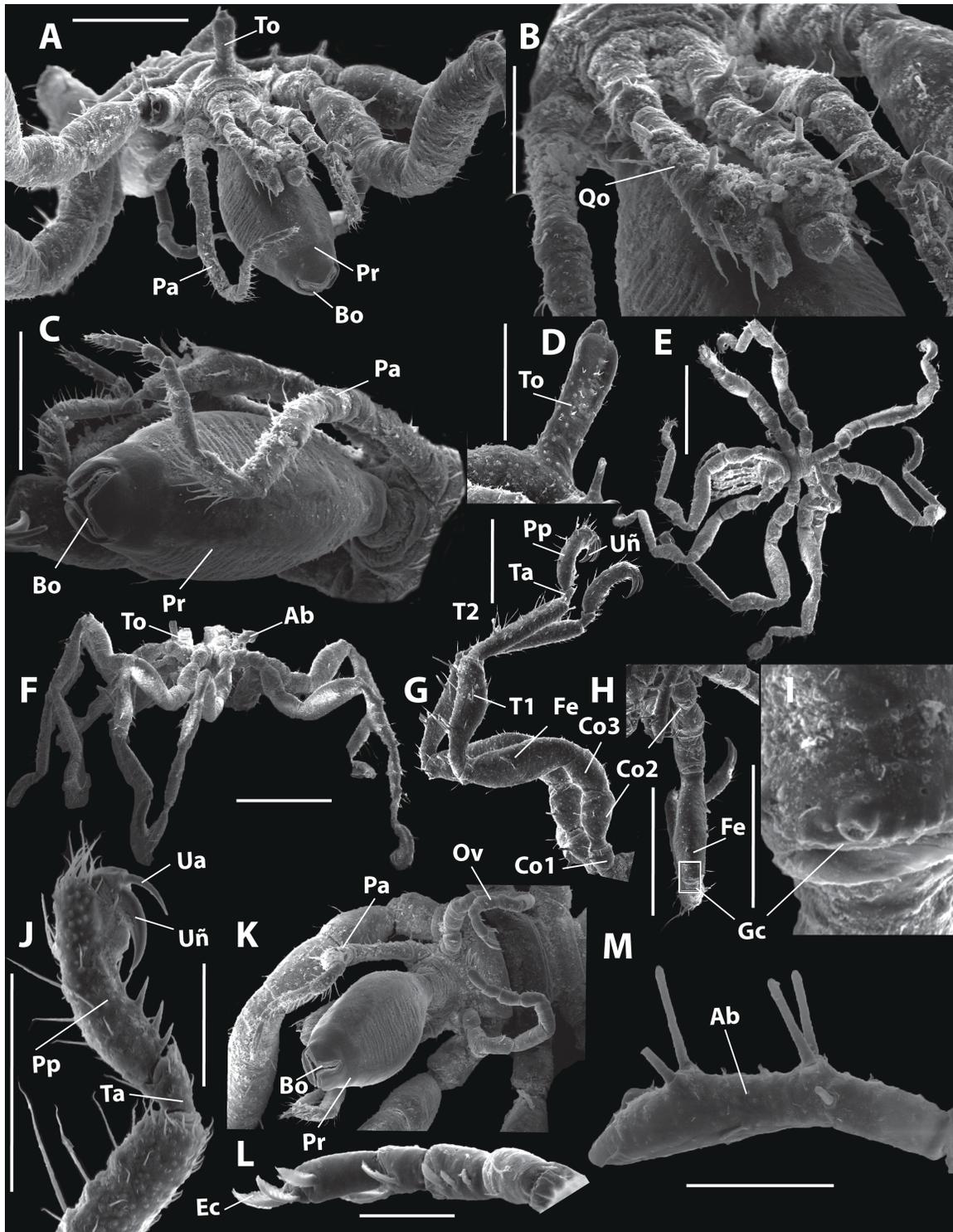


Figura 7. *Ammothella symbius* Child, 1979. En vista frontal. **A** Especimen completo. En vista dorsal. **B** Quelíceros; **E** Especimen completo; **H** Fémur, vista dorsal; **I** Glándula cementaria. En vista lateral. **C** Proboscide y palpo; **D** Tubérculo ocular; **F** Especimen completo; **G** Tercera pata; **J** Propodio; **M** Abdomen. En vista ventral. **K** Ovigeros, probóscide y palpo; **L** Ultimos segmentos del ovígero. **Escala de barras en:** E-F, H 1 mm; A, G, J-K 0.5 mm; C 0.3mm; B, D 0.2 mm; I, L 0.1 mm.

Género *Tanystylum* Miers, 1879

Diagnosis

Picnogónidos pequeños, tronco compacto, segmentos completamente fusionados, sin líneas de segmentación, procesos laterales en contacto. Tubérculo ocular en la parte media dorsal del segmento cefálico. Probóscide cilíndrica, piriforme o cónica. Quelíceros usualmente con un segmento, ocasionalmente con dos segmentos y rara vez ausentes; quela ausente en adultos, reducida a una pequeña protuberancia. Palpos con 4-7 segmentos; segmentos 1 y 3 cortos. Ovígero con 10 segmentos, raramente con 9 segmentos; segmentos 4 y 5 usualmente más largos que el resto. Patas gruesas, propodio ligeramente arqueado, con espinas gruesas en el talón. Poros genitales en la segunda coxa de todas las patas en ambos sexos.

El género *Tanystylum* incluye 48 especies nominales en el mundo. En México se han reportado cinco especies: *Tanystylum geminum* Stock, 1954 en el Caribe, *Tanystylum orbiculare* Wilson, 1878 en el Golfo de México, *Tanystylum intermedium* Cole, 1904 y *Tanystylum isthmiacum* Stock, 1955 en el Golfo de California y Pacífico mexicano y *Tanystylum duospinum* Hilton, 1939 en ambas costas de México (Tabla S1, Anexo I).

***Tanystylum intermedium* Cole, 1904**

(Fig. 8 A-E; Fig. 9 A-I)

Tanystylum intermedium Cole, 1904: 278-280, pl. 21, figs. 7-9, pl. 22, figs. 1-7, pl. 23, figs. 1-3; Stock, 1975: 71-74, figs. 10-15.

Sinónimos

Tanystylum panamum Hilton, 1942: 69-70.

Tanystylum intermedioides Hedgpeth, 1961: 14-16, fig. 10.

Material examinado

2 especímenes: 1♂, (UANL-FCB-PYCNO-0061), Marina FONATUR, Santa Rosalía, Baja California Sur, 15/11/2013; 1J, (UANL-FCB-PYCNO-0062), Marina Cantamar, La Paz, Baja California Sur, 24°16'44''N, 110°19'51''O, 26/06/17.

Diagnosis

Probóscide piriforme, larga, dirigida hacia el frente (Fig. 8 A-B; Fig. 9 A-B).

Quelíceros cortos, con dos segmentos. Primer segmento con una espina media dorsal y una espina latero-distal. Segundo segmento $\frac{1}{4}$ del tamaño del primero, redondeado (Fig. 8 A; Fig. 9 C).

Palpos de cinco segmentos, más largos que la probóscide. Primer segmento con una espina dorso-distal y una espina media lateral. Segundo segmento menos de la mitad del tamaño del primero sin espinas. Tercer segmento del mismo tamaño que el primero, con una espina media dorsal, cinco espinas ventrales y una espina latero-distal. Cuarto más corto que el segundo, con una espina media dorsal, una espina dorso-distal y una espina media ventral. Quinto segmento más pequeño que el primero, cubierto de espinas laterales y ventrales en la mitad distal (Fig. 8 C; Fig. 9 F).

Tubérculo ocular bien desarrollado y prominente, insertado en el medio del segmento cefálico, con forma cónica, más largo que alto, con cuatro ojos cercanos a la base (Fig. 8 B; Fig. 9 E).

Tronco liso (sin líneas de segmentación), con forma discoidal (Fig. 8 A; Fig. 9 C).

Procesos laterales cortos, con espinas en los extremos anteriores y pegados unos con otros (Fig. 8 A; Fig. 9 C).

Patas gruesas. Coxa 1 corta, con una espina en la parte dorso-distal. Coxa 2, 1.6 veces más larga que la coxa 1, con 12 espinas laterales. Coxa 3 del mismo tamaño que la coxa 1, con una espina media-lateral y una línea de cinco espinas latero-distales. Fémur 2.5 veces más largo que la primera coxa, ensanchado distalmente, con una espina dorsal en el primer tercio del segmento, tres espinas medio-dorsales y tres espinas dorso-distales; con seis espinas proximales-ventrales, dos espinas medio-ventrales y cinco laterales; con una espina latero-distal. Tibia 1, 3 veces más larga que la coxa 1, con una

espina dorsal en el primer cuarto y dos medio-dorsales en el segundo cuarto del segmento. Tibia 2, 3 veces más larga que la coxa 1, con siete espinas dorsales: una en el primer cuarto del segmento, dos en el segundo y cuatro espinas en el último cuarto, con dos espinas ventro-distales. Tarso de $\frac{1}{4}$ del tamaño de la coxa 1, con una espina ventro-distal. Propodio dos veces más largo que la coxa 1, con una línea de ocho espinas dorsales a lo largo del segmento, cuatro espinas laterales en línea y seis espinas en la planta. Uña principal de la mitad del tamaño del propodio. Uñas auxiliares de la mitad del tamaño de la uña principal (Fig. 8 D; Fig. 9 G-H).

Ovígero de seis segmentos. Primer segmento sin espinas. Segundo segmento de la mitad del tamaño del primero, con una espina dorso-distal. Tercer segmento 1.3 veces más grande que el primer segmento, con una espina dorso-distal. Cuarto segmento 1.2 veces más grande que el primer segmento, con una espina media dorsal. Quinto segmento de la mitad del tamaño del primer segmento, con una espina dorso-proximal y una espina dorso-distal. Sexto segmento de la mitad del tamaño del primero, bifurcado en la parte distal, con cuatro espinas largas en la punta dorsal y dos espinas en la punta ventral (Fig. 8 E).

Abdomen insertado a la altura de la base del cuarto par de procesos laterales, cuatro veces más largo que ancho, con una inclinación entre 30° , con dos espinas laterales y dos espinas dorsales en la misma altura. Segmento distal visto en forma frontal bifurcado (Fig. 8 A-B; Fig. 9 I).

Medidas

Probóscide: 0.45 mm de largo, 0.2 mm de ancho.

Tronco: 0.6 mm de largo desde la inserción de los quelíceros hasta la inserción del cuarto par de procesos laterales, 0.5 mm de ancho entre el segundo par de procesos laterales.

Pata 3: Coxa 1, 0.25 mm; coxa 2, 0.42 mm; coxa 3, 0.22 mm; fémur, 0.64 mm; tibia 1, 0.8 mm; tibia 2, 0.74 mm; tarso, 0.06 mm; propodio, 0.48 mm; uña, 0.15 mm.

Ovígero: Primer segmento 0.14 mm; segundo segmento 0.08 mm; tercer segmento 0.17 mm; cuarto segmento 0.2 mm; quinto segmento 0.08 mm; sexto segmento 0.7 mm.

Distribución

Cole, 1904 describió *T. intermedium* en San Diego, California, E.U. (holotipo). Child, 1979 reporta la especie para Puerto Peñasco, Sonora.

Observaciones

La descripción original de Cole (1904) menciona que el palpo está compuesto por siete segmentos. Sin embargo, tras la observación en microscopía electrónica de barrido se observa claramente que el palpo está formado por solo cinco segmentos. Este carácter se confunde fácilmente observándolo en microscopio óptico compuesto, debido a que el primer y último segmento dan la impresión de estar divididos. Esto mismo pasa con el ovígero, en la descripción original se menciona que está formado por siete segmentos, pero se constata que sólo está formado por seis segmentos, encontrándose la confusión en una ligera depresión del primer segmento.

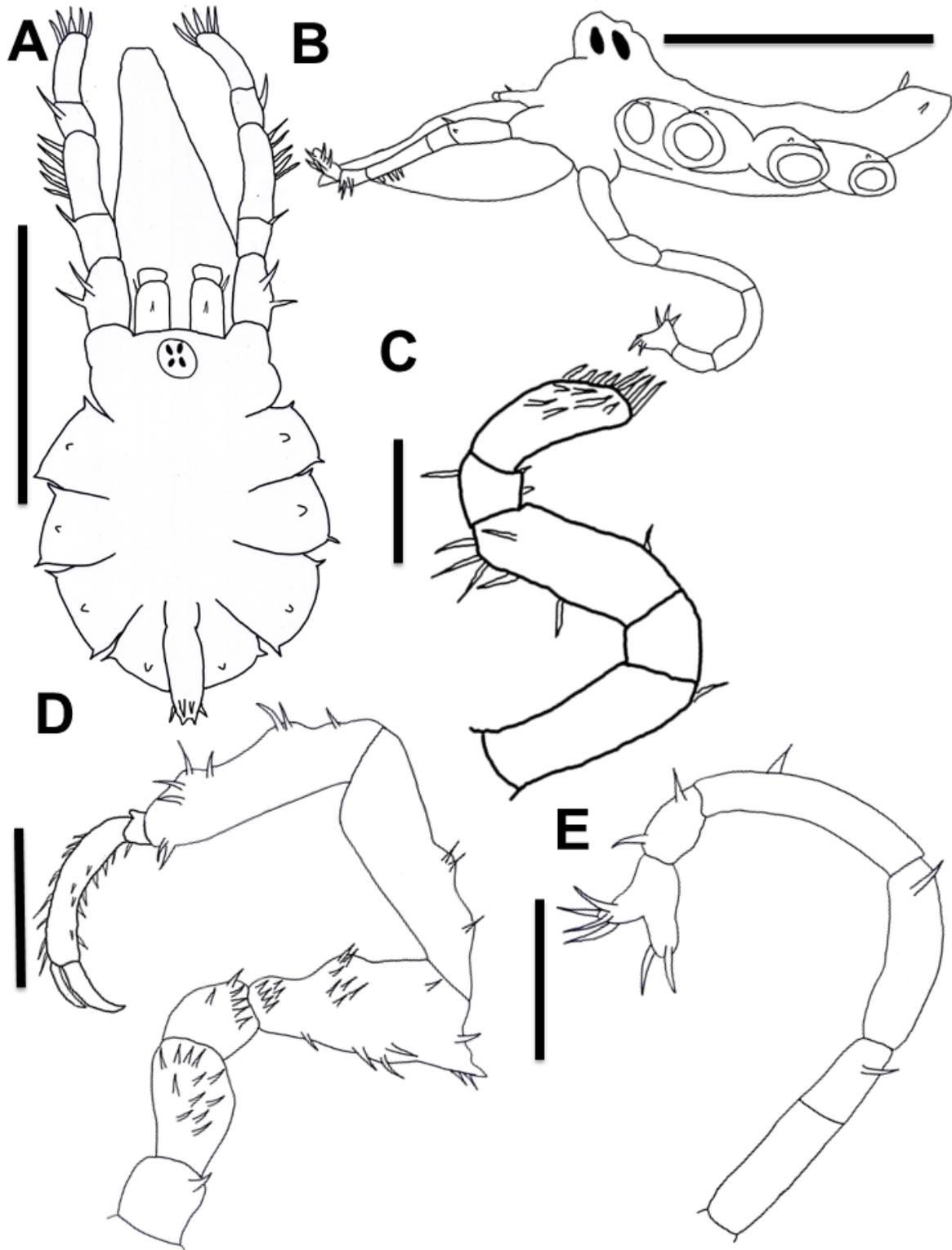


Figura 8. *Tanystylum intermedium* Cole, 1904. En vista dorsal. **A** Tronco. En vista lateral. **B** Tronco; **C** Palpo; **D** Tercera pata; **E** Ovígero. Escala de barras en: **A-B**, **D** 0.5 mm; **E** 0.3 mm; **C** 0.1 mm.

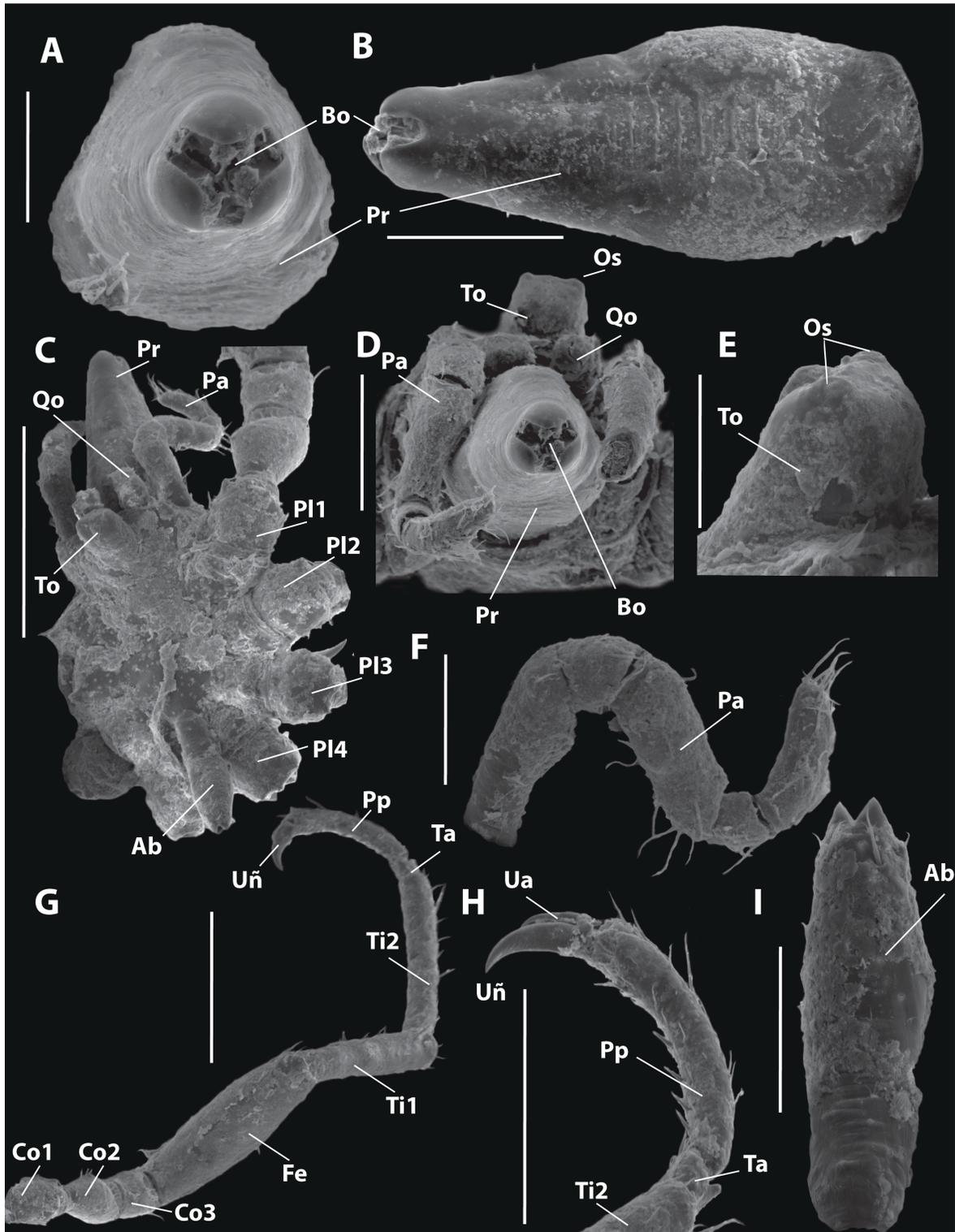


Figura 9. *Tanystylum intermedium* Cole, 1904. En vista frontal. **A** Probóscide; **D** Cefalón. En vista ventral. **B** Probóscide. En vista dorsal. **C** cuerpo completo; **I** Abdomen. En vista lateral. **E** Tubérculo ocular; **F** Palpo; **G** Tercera pata; **H** Propodio. **Escala de barras en: C,G 0.5 mm; H 0.3 mm; B, D 0.2 mm; A, F, I 0.1 mm.**

***Tanystylum occidentale* (Cole, 1904)**

(Fig. 10 A-F; Fig. 11 A-L)

Sinónimos

Clotenía occidentale Cole, 1904: 281-282, pl. XIII, fig. 9, pl. XXIII, fig.4-8.

Material examinado

11 especímenes: 1♀, (UANL-FCB-PYCNO-0063), Muelle Fiscal, La Paz, Baja California Sur, 24°09'41''N, 110°19'09''O, 7/01/13; 5♀, 4♂, (UANL-FCB-PYCNO-0064), misma localidad, 26/06/17; 1♀, (UANL-FCB-PYCNO-0065), Marina FONATUR, Santa Rosalía, Baja California Sur, 27°20'13''N, 112°15'47''O, 15/11/2013.

Diagnosis

Probóscide cilíndrica, corta y gruesa, apenas 1.4 veces más larga que ancha, dirigida hacia adelante. Labios lisos. (Fig. 10 A-B; Fig. 11 A-B).

Quelícero corto formado por un segmento en forma de cono truncado, conectado a la base del segmento cefálico, armado con cuatro o cinco espinas en la parte distal (Fig. 10 A-B; Fig. 11 B-C).

Palpos de cuatro segmentos, más cortos que la probóscide. Primer segmento corto, liso. Segundo segmento cinco veces más largo que el primero, ancho en la parte media, atenuándose hacia la parte distal, con inclinación hacia la zona ventral, con tres espinas laterales largas, una espina dorso-distal y una ventro-distal cortas. Tercer segmento 1.2 veces más largo que el primero, con una espina ventro-distal larga. Cuarto segmento 2.2 veces más largo que el primero, ovalado, cubierto de espinas en la parte distal (Fig. 10 C; Fig. 11 C).

Tubérculo ocular bien desarrollado y prominente, inserto en la parte media del segmento cefálico, cónico, el doble de alto que ancho, cuatro ojos cercanos a la base (Fig. 10 B, Fig. 11 D).

Tronco liso (sin líneas de segmentación), con forma discoidal; parte externa del segmento cefálico redondeadas (Fig. 10 A; Fig. 11 B, E).

Procesos laterales cortos, lisos y unidos unos con otros (Fig. 10 A; Fig. 11 E).

Patas gruesas. Primer par de patas aproximadamente 20% más largas que el resto. Coxa 1 pequeña, con una espina en la parte ventro-distal y tres espinas en la parte media dorsal. Coxa 2, 1.5 veces más larga que la coxa 1, con una espina ventral en el tercer cuarto y dos espinas en la parte media-dorsal. Coxa 3, 1.3 veces más larga que la coxa 1, lisa. Fémur cinco veces más largo que la coxa 1, ensanchado distalmente, con dos espinas medio-dorsales y tres espinas dorso-distales; glándula cementaria en forma cónica con ubicación dorso-distal (Fig. 11 G). Tibia 1, 3.8 veces más larga que la coxa 1, ensanchada en la parte media del segmento, con dos espinas medio-dorsales y dos espinas dorso-distales. Tibia 2, 4.3 veces más larga que la coxa 1, con cuatro espinas dispersas en la parte media-ventral del segmento, una espina en la parte dorsal-anterior, dos espinas en la parte media-dorsal y un grupo de espinas en la parte-distal. Tarso 2.5 veces más corto que la coxa 1, con una espina ventro distal gruesa mediana y una espina pequeña a su lado y dos espinas latero-distales. Propodio 2.5 veces más largo que la coxa 1, con una hilera de aproximadamente 13 espinas que cubre toda la parte dorsal; talón con tres espinas gruesas medianas y una espina pequeña atrás de la tercera, con dos espinas pequeñas en la planta y tres espinas latero-distales. Uña principal 1.3 veces más larga que la coxa 1. Uñas auxiliares dos terceras partes del tamaño de la uña principal (Fig. 10 D-E; Fig. 11 F-H).

Ovígero con diez segmentos. Primer segmento corto, con una espina media-dorsal. Segundo segmento 1.8 veces más largo que el primero, con una espina dorsal proximal y dos espinas dorso-distales. Tercer segmento 2.1 veces más largo que el primero ensanchado distalmente, con una espina dorso-distal. Cuarto segmento 1.6 veces más largo que el primero, con una espina dorso-proximal. Quinto segmento 2.5 veces más largo que el primero ensanchado distalmente, con una espina media-dorsal. Sexto segmento 1.7 veces más largo que el primero, con una espina media-dorsal, una espina latero-distal, ambas cortas y una espina dorso-distal larga. Séptimo segmento 1.1 veces más largo que el primero, con una espina media-dorsal y dos espinas ventro-distales.

Octavo segmento de igual tamaño que el primero, con dos espinas ventro-distales. Noveno segmento 1.1 veces más largo que el primero, con una espina postero-ventral. Decimo segmento un tercio del tamaño del primer segmento, con dos espinas largas, rígidas dirigidas hacia adelante (Fig. 10 F; Fig. 11 I-J). Abdomen inserto a la altura de la base del tercer par de procesos laterales, grueso, cónico, dos veces más largo que ancho, con una inclinación entre 70°-80°, con cinco espinas en la zona distal y dos pares de espinas dorsales (Fig. 10 B; Fig. 11 K-L).

Medidas

Probóscide: 0.41 mm de largo, 0.22 mm de ancho.

Tronco: 0.73 mm de largo desde la inserción de los quelíceros hasta la inserción del cuarto par de procesos laterales, 0.61 mm de ancho entre el segundo par de procesos laterales.

Pata 3: Coxa 1, 0.11 mm; coxa 2, 0.16 mm; coxa 3, 0.13 mm; fémur 0.59 mm; tibia 1, 0.39 mm; tibia 2, 0.45 mm; tarso, 0.04 mm; propodio 0.26 mm; uña 0.13 mm.

Ovígero: Primer segmento 0.09 mm; segundo segmento 0.15 mm; tercer segmento 0.19 mm; cuarto segmento 0.14 mm; quinto segmento 0.22 mm; sexto segmento 0.17 mm; séptimo segmento 0.1 mm; octavo segmento 0.08 mm; noveno segmento 0.1 mm; decimo segmento 0.02 mm.

Distribución

Cole, 1904 Pacific Grove, California, E.U.. Los especímenes del presente trabajo son el primer registro *T. occidentalis* en México, recolectada en Santa Rosalía y Bahía de la Paz.

Observaciones

Los machos analizados en el presente trabajo tuvieron el ovígero más voluminoso en comparación con el holotipo de Cole (1904). El cuarto segmento es relativamente más corto, presenta mayor número de espinas en los segmentos y

en el abdomen. Una diferencia entre estos ejemplares es el que las hembras tienen ovígeros notoriamente más pequeños que los machos.

Pacific Grove, California era la única localidad previamente conocida de *T. occidentalis*. Los registros de la presente investigación amplían su ámbito de distribución sureña (2500 km) a la costa Este de Baja California Sur.

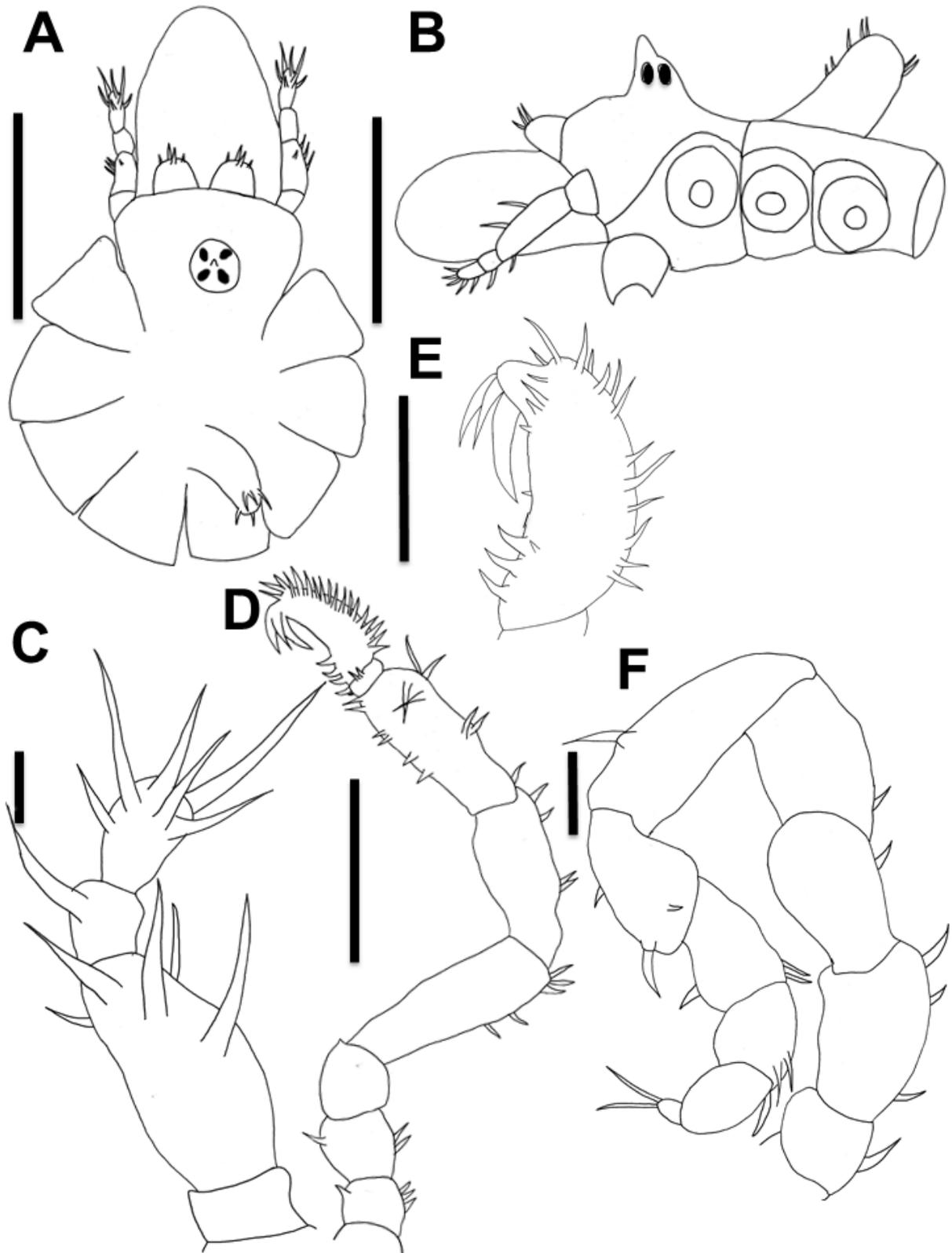


Figura 10. *Tanystylum occidentale* Cole, (1904). En vista dorsal. **A** Tronco. En vista lateral. **B** Tronco; **C** Palpo; **D** Tercera pata; **E** Propodio; **F** Ovígero. Escala de barras en: **A-B, D** 0.5 mm; **E** 0.3 mm; **C, F** 0.1 mm.

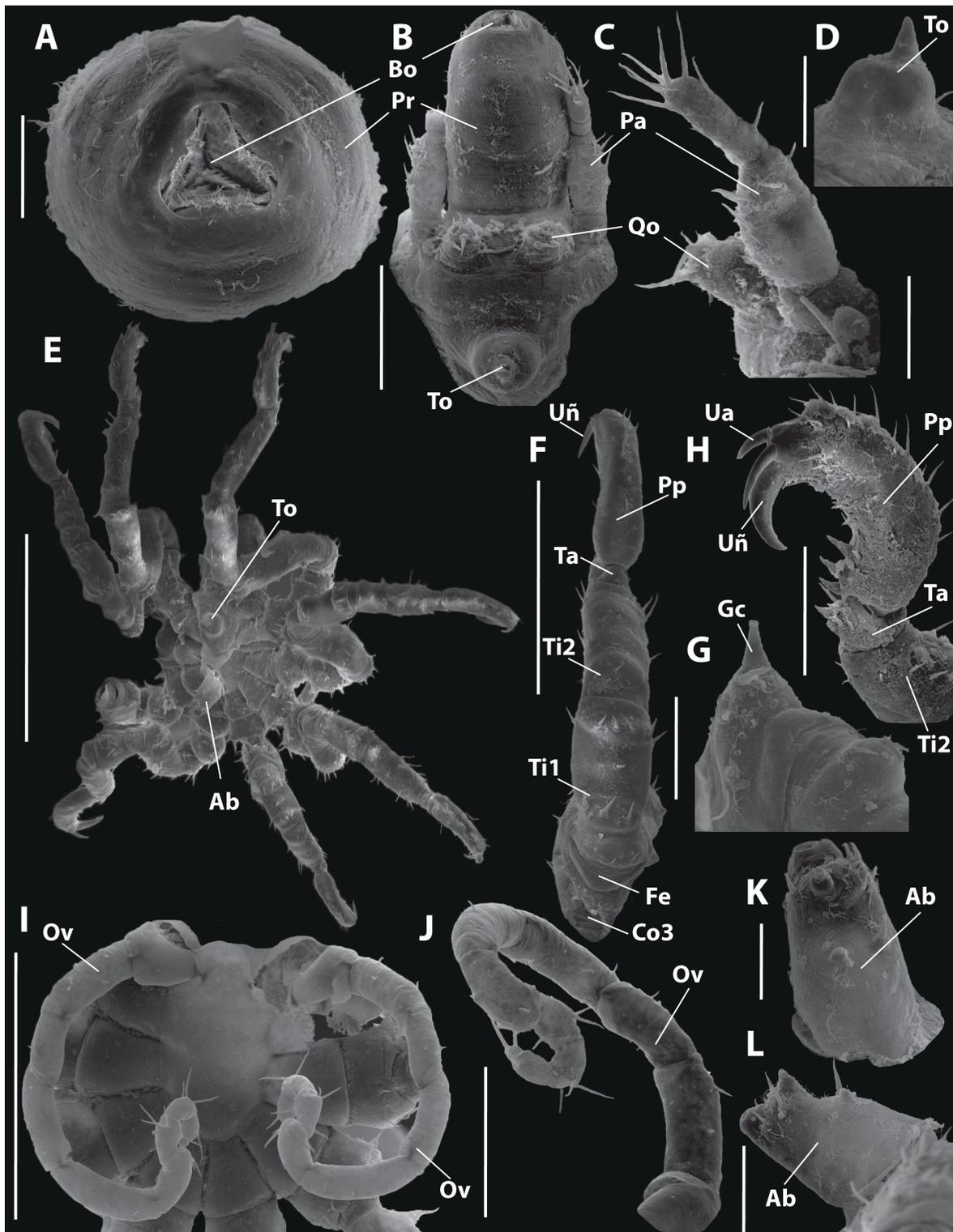


Figura 11. *Tanystylum occidentale* Cole, (1904). En vista frontal. **A** Probóscide. En vista dorsal. **B** Segmento cefálico; **E** Cuerpo completo; **F** Tercera pata; **K** Abdomen. En vista lateral. **C** Palpo y quelícero; **D** Tubérculo ocular; **G** Glándula cementaria; **H** Propodio; **J** Ovígero; **L** Abdomen. En vista ventral. **I** Ovígeros. **Escala de barras en:** **E** 1 mm; **F, I-J** 0.5 mm; **B, H** 0.2 mm; **C-D, G, K-L** 0.1 mm; **A** 0.05 mm.

Familia Ascorhynchoidea Pocock, 1904

Género *Pigrogromitus* Calman, 1927

Diagnosis

Probóscide dirigida hacia el frente. Tronco con forma de óvalo. Procesos laterales separados por menos de la mitad de su propio diámetro. Quelíceros presentes, con escafo de un segmento. Palpos ausentes. Ovígeros presentes en ambos sexos, de 10 segmentos, con uña terminal. Saco ovígero en una sola masa.

Este género cuenta con una sola especie, presentando una amplia distribución.

***Pigrogromitus timsanus* Calman, 1927**

(Fig. 12 A-F; Fig. 13 A-I)

Pigrogromitus timsanus Calman, 1927: 408-410, fig. 104 a-f; Child, 1979: 46; Child, 1992: 59 (clave), 64-65, fig. 29.

Sinónimos

Clotenopsa prima Hilton, 1942: 52-53, fig. 8.

Material examinado

2 especímenes; 2 (J), (UANL-FCB-PYCNO-0066), Marina La Paz, La Paz, Baja California Sur, 24°09'17"N, 117°19'31"O, 26/06/2017.

Diagnosis

Probóscide cilíndrica y gruesa, ensanchándose gradualmente hacia la parte distal, aproximadamente 1.8 veces más larga que ancha, dirigida hacia adelante (Fig. 12 A-B; Fig. 13 A-B).

Quelícero formado por dos segmentos. Escafo con longitud de la mitad de largo que la probóscide. Quela corta, dedos de la quela bien curvados (Fig. 12 A-B; Fig. 13 A-B).

Tubérculo ocular bien desarrollado, localizado en la parte media del segmento cefálico, con cuatro ojos cercanos a la base del tubérculo ocular (Fig. 12 A-B, Fig. 13 A-C).

Tronco totalmente segmentado, con forma ovalada; extremos externas del segmento cefálico redondeadas. Cada segmento tiene un tubérculo dorsal del mismo tamaño que el tubérculo ocular (Fig. 12 A; Fig. 13 A, D).

Procesos laterales con dos espinas en cada uno y separados por menos de $\frac{1}{4}$ de su propio diámetro (Fig. 12 A-B; Fig. 13 D).

Patas gruesas. Coxa 1 y 2 del mismo tamaño, lisas. Coxa 3 del mismo tamaño que las anteriores, con una espina ventro-distal. Fémur 1.5 veces más largo que la coxa 1, ensanchándose hacia la parte anterior, con dos espinas medio-ventrales y una espina latero-distal. Tibia 1, 1.4 veces más larga que la coxa 1, con dos abultamientos en la parte dorsal, una espina dorsal en el primer tercio del segmento, una espina dorso distal y dos espinas latero-distales. Tibia 2 del mismo tamaño que la tibia 1, con dos abultamientos en la parte dorsal y una espina en cada uno de estos abultamientos, dos espinas latero-distales, una espina medio-ventral y tres espinas ventro-distales. Tarso $\frac{1}{3}$ del tamaño de la coxa 1, armado con cuatro espinas ventrales. Propodio 1.8 veces más largo que la coxa 1, con seis espinas en la suela, dos espinas latero-distales, una espina medio-dorsal y dos espinas dorso-distales. Uña principal de la mitad de longitud del propodio, curveada en la parte distal (Fig. 12 C-D; Fig. 13 E-F).

Ovígero con diez segmentos. Primer segmento corto. Segundo al quinto segmento 2, 3, 4.5 y 5 veces más largo que el primer segmento respectivamente. Sexto segmento tres veces más largo que el primero, con cinco espinas ventrales a lo largo de todo el segmento y dos espinas medias-distales. Séptimo segmento 2.5 veces más largo que el primero, con cuatro espinas dorsales a lo largo de todo el segmento, dos espinas latero-distales y cuatro espinas ventrales a lo largo de todo el segmento. Octavo segmento del mismo tamaño que el primer segmento, con tres espinas ventrales y una espina medio-distal. Noveno segmento de la mitad del tamaño que el primer segmento, con una espina ventro-distal. Decimo segmento del mismo tamaño que el noveno, con una

espinas gruesas media-ventral. Uña del ovígero curva, un poco más larga que el noveno segmento (Fig. 12 E-F; Fig. 13 G-H).

Abdomen localizado entre el cuarto par de procesos laterales, tres veces más largo que ancho, ornamentado con cuatro espinas dorso-distales (Fig. 12 A-B; Fig. 13 D, I).

Medidas

Probóscide: 0.56 mm de largo, 0.32 mm de ancho.

Tronco: 1.25 mm de largo desde la inserción de la probóscide hasta la inserción del abdomen, 0.91 mm de ancho entre el segundo par de procesos laterales.

Pata 3: Coxa 1, 0.17 mm; coxa 2, 0.17 mm; coxa 3, 0.17 mm; fémur 0.32 mm; tibia 1, 0.26 mm; tibia 2, 0.26 mm; tarso 0.06 mm; propodio 0.31 mm; uña 0.14 mm.

Ovígero: Primer segmento 0.1 mm; segundo segmento 0.2 mm; tercer segmento 0.3 mm; cuarto segmento 0.45 mm; quinto segmento 0.5 mm; sexto segmento 0.3 mm; séptimo segmento 0.25 mm; octavo segmento 0.1 mm; noveno segmento 0.05 mm; decimo segmento 0.05 mm.

Distribución

Especie descrita por Calman (1927) con localidad tipo en Lake Timsah, Egipto. Hedgpeth (1948) reporta *P. timsanus* en Lake Worth, Florida. Stock (1975) reporta esta especie en Curazao y menciona que *P. timsanus* tiene un patrón de distribución biogeográfica circum-tropical. Child (1979) recolectó especímenes de *P. timsanus* en el estado de Baja California Sur, México y en el Pacífico y Mar Caribe de Panamá. Staples (1982) reporta *P. timsanus* en Calliope, Australia.

Observaciones

El ejemplar observado en el presente trabajo se diferencia de la morfología del holotipo descrito por Calman (1927) en que no tiene espinas en las primeras dos coxas. El propodio presenta tres veces más espinas en la planta del holotipo. El ovígero del ejemplar observado no presenta espinas en los primeros cinco segmentos, mientras que el del holotipo presenta cuatro espinas dorsales en el

tercer segmento, una espina dorsal en el cuarto segmento y cinco espinas ventrales en el quinto segmento. El resto de los segmentos del ovígero no se diferencian en cantidad de espinas en el holotipo de *P. timsanus* y el espécimen de Baja California Sur. Otra diferencia es la presencia de 4 espinas en el abdomen del ejemplar observado en el presente trabajo que están ausentes en el holotipo. A excepción de las espinas en el abdomen, todas estas diferencias se las podemos atribuir a una variación ontogenética, ya que el organismo observado en este trabajo es un 35% más pequeño que el holotipo.

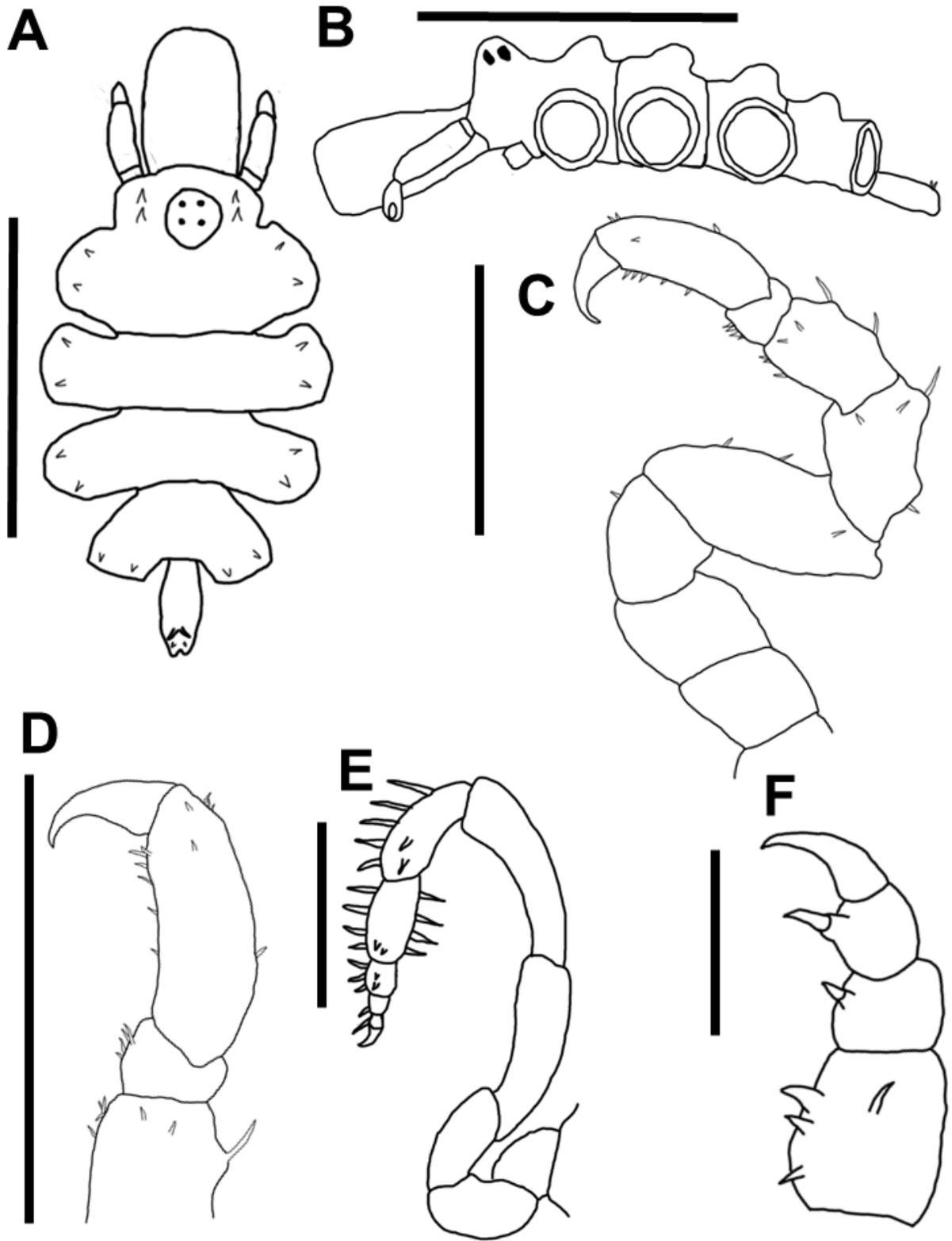


Figura 12. *Pigrogromitus timsanus* Calman, 1927. En vista dorsal. **A** Tronco. En vista lateral. **B** Tronco; **C** Tercera pata; **D** Propodio; **E** Ovígero; **F** Terminación del ovígero. **Escala de barras en:** **A-B** 1mm; **C-E** 0.5 mm; **F** 0.1 mm.

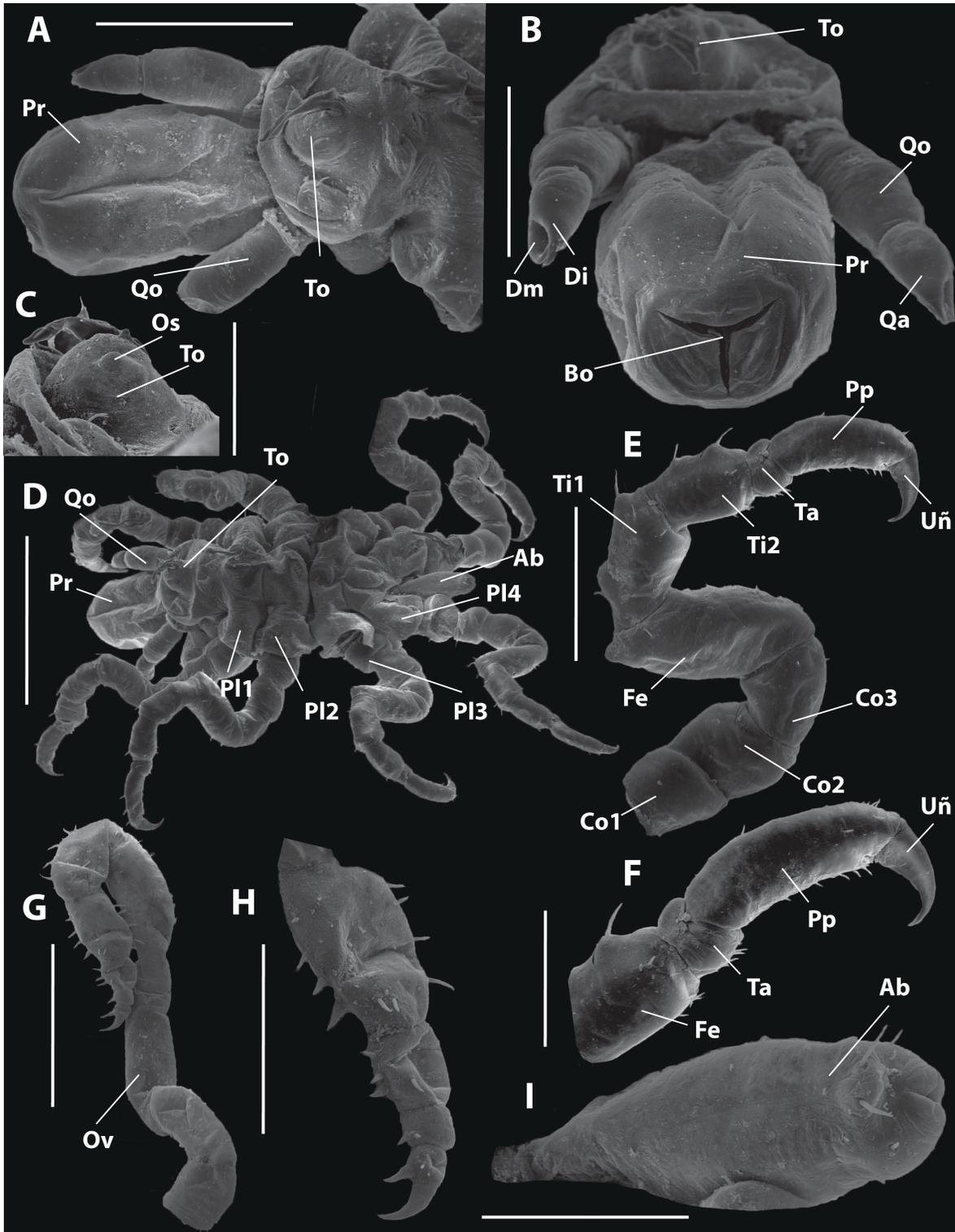


Figura 13. *Pigrogromitus timsanus* Calman, 1927. En vista dorsal. **A** Cefalón; **D** Ejemplar completo; **I** Abdomen. En vista frontal. **B** Proboscide. En vista lateral. **C** Tuberculo ocular; **E** Tercera pata; **F** Propodio; **G** Ovígero; **H** Terminacion del ovígero. Escala de barras en: **D** 1 mm; **A**, **G** 0.5 mm; **B**, **E** 0.3 mm; **C**, **F**, **I** 0.2 mm; **H** 0.1 mm.

Familia Callipallenidae Flynn, 1929

Género *Callipallene* Flynn, 1929

Diagnosis

Tronco corto, robusto. Procesos laterales sin estructuras accesorias. Tubérculo ocular bajo y cónico. Probóscide circular, pequeña. Quelíceros bien desarrollados; escafo de un segmento; quela con dedos denticulados. Palpos ausentes. Ovígero sin uña terminal; “strigilis” funcional, con espinas compuestas. Patas con uñas auxiliares presentes, usualmente largas.

El género *Callipallene* actualmente incluye 36 especies nominales en el mundo. En México solo se tiene registro de dos especies: *Callipallene californiensis* Hall, 1913 y *Callipallene emaciata* (Dohrn, 1881) (Tabla S1, Anexo I).

***Callipallene californiensis* (Hall, 1913)**

(Fig. 14 A-F; Fig. 15 A-L)

Callipallene californiensis: Hilton, 1942b: 281, pl. 36; 1942c: 38; de León-Espinosa & de León-González, 2015: 139, Fig. 3 A-F.

Sinónimos

Pallene californiensis Hall, 1913: 133, Pl. 4, figs. 9–13; Hilton, 1915a: 67; 1915b: 204; 1916: 465, fig. 6; 1920: 93.

Callipallene solicitatus Child 1979: 44–46, fig. 15.

Material examinado

5 especímenes; 1♀, (UANL-FCB-PYCNO-0066), Marina La Paz, La Paz, Baja California Sur, 24°09'17"N, 117°19'31"O, 7/01/2013; 2♀, 2♂, (UANL-FCB-PYCNO-0067), misma localidad, 26/06/2017.

Diagnosis

Probóscide corta (mismo largo y ancho) y redondeada distalmente (Fig. 14 A; Fig. 15 A). Labios gruesos, con un gancho medio en cada labio inferior (Fig. 15 B-C).

Quelícero de dos segmentos, escafo con una línea de seis espinas dorsales (Fig. 14 A-B, F; Fig. 15 A, C, E). Quela grande, con una hilera de cinco espinas dorsales, una línea de seis espinas en la articulación del dedo móvil y 3 espinas medias. Dedo móvil de la quela delgado, con diez dientes, dedo superior, armado con diez dientes (Fig. 14 F; Fig. 15 A, C-D).

Tubérculo ocular cónico, situado justo por delante del primer par de procesos laterales (Fig. 14 A-B; Fig. 15 A, C, E).

Tronco corto, segmentado, parte anterior del primer segmento del cuerpo redondeado. Cuello delgado en forma de cáliz (Fig. 14 A-B; Fig. 15 A, E).

Procesos laterales lisos, primer y segundo par de procesos separados aproximadamente por el doble de sus diámetros, segundo y tercer par separado aproximadamente por su diámetro, tercero y cuarto separados por menos de su diámetro (Fig. 14 A; Fig. 15 E).

Patas largas. Coxa 1 corta, con una espina ventro-distal. Coxa 2, 3.8 veces más larga que la coxa 1, con tres espinas latero-distales. Coxa 3, 1.3 veces más larga que la coxa 1, con una espina media-ventral y tres espinas latero-distales. Fémur 7 veces más largo que la coxa 1, ensanchado en la parte media-ventral, con una espina dorsal en el último tercio del segmento y cuatro espinas latero-distales. Tibia 1, 5.8 veces más larga que la coxa 1, con una espina media-dorsal, dos espinas medias-laterales y cinco espinas latero-distales. Tibia 2, 7.3 veces más larga que la coxa 1, con una espina dorsal en el último cuarto del segmento, dos espinas latero-distales y una espina ventro-distal. Tarso de la mitad del tamaño que la coxa 1, con dos espinas dorso-distales, una espina gruesa ventro-distal junto con tres espinas delgadas. Propodio 2.5 veces más largo que la coxa 1, con cuatro espinas gruesas en el talón, una línea de 10 espinas pequeñas en la planta, una línea de ocho espinas ventrales, cuatro espinas laterales, cuatro espinas medias-dorsales y un grupo de aproximadamente nueve espinas dorso-distales. Uña de la mitad del tamaño del

propodio y uñas auxiliares de mas de la mitad del tamaño de la uña principal (Fig. 14 C-D; Fig. 15 I-K).

Ovígero de diez segmentos, los primeros 5 segmentos sin espinas, el resto con espinulación. Primer segmento corto. Segmentos dos, tres, cuatro y cinco 1.2, 3.5, 3.5 y 5.9 veces más largos que el primero respectivamente. Sexto segmento 11.5 veces más largo que el primero, con cuatro espinas ventrales en la primera mitad del segmento, una apófisis ubicada en el tercer cuarto del segmento con tres espinas alrededor de ella, un tubérculo en la parte dorsal y dos espinas ventro-distales. Segmentos 7-10 ("strigilis") 2.8 veces más largos que el primero, cada uno con una fila ventral de espinas denticuladas con la fórmula 6:5:6:7 y espinas distales en los segmentos 7-9, el séptimo con dos y el octavo y noveno con tres espinas (Fig. 14 E; Fig. 15 F-H).

Abdomen corto, cónico, localizado sobre la base del cuarto segmento del cuerpo, con dos espinas en la parte media-lateral (Fig. 14 A-B; Fig. 15 L).

Medidas

Probóscide: 0.3 mm de largo, 0.29 mm de ancho.

Cuerpo: 0.7 mm de largo desde la parte anterior del segmento cefálico hasta la parte final del cuarto par de procesos laterales, 0.43 mm de ancho entre el segundo par de procesos laterales.

Pata 3: Coxa 1, 0.15 mm; coxa 2, 0.54 mm; coxa 3, 0.23 mm; fémur, 1.08 mm; tibia, 1, 0.78 mm; tibia 2, 1.08 mm; tarso, 0.05 mm; propodio, 0.34 mm; uña, 0.14 mm.

Ovígero: Primer segmento 0.05 mm; segundo segmento 0.1 mm; tercer segmento 0.14 mm; cuarto segmento 0.25 mm; quinto segmento 0.37 mm; sexto segmento 0.11 mm; séptimo segmento 0.12 mm; octavo segmento 0.11 mm; noveno segmento 0.13 mm; décimo segmento 0.12 mm.

Distribución

Laguna Beach, California (Hall, 1913); México: Laguna Ojo de Liebre, Guerrero Negro, Baja California Sur (de León-Espinosa & de León-González,

2015), Bahía de La Paz, Golfo de California y costa del Pacífico de Panamá (Child, 1979).

Observaciones

Callipallene californiensis (Hall, 1913) había sido reportado con poca frecuencia y parecía estar restringida a California. Hilton (1942b) re-describió la especie y proporciona ilustraciones de un ejemplar macho completo. Child (1979) describe *C. sollicitatus* para la Bahía de La Paz, Golfo de California y costa del Pacífico de Panamá, proporcionando una descripción completa e ilustraciones. Posteriormente Child (1987) revisa los especímenes tipos de Hall y concluye que *C. sollicitatus* es un sinónimo menor de *C. californiensis*.

El espécimen utilizado para hacer esta diagnosis concuerda con la descripción original de *C. californiensis* y fue localizado en su área de distribución conocida (California a Panamá) que incluye a las provincias biogeográficas Californiana, Cortez, Mexicana y Panamense (Brusca & Wallerstein 1979).

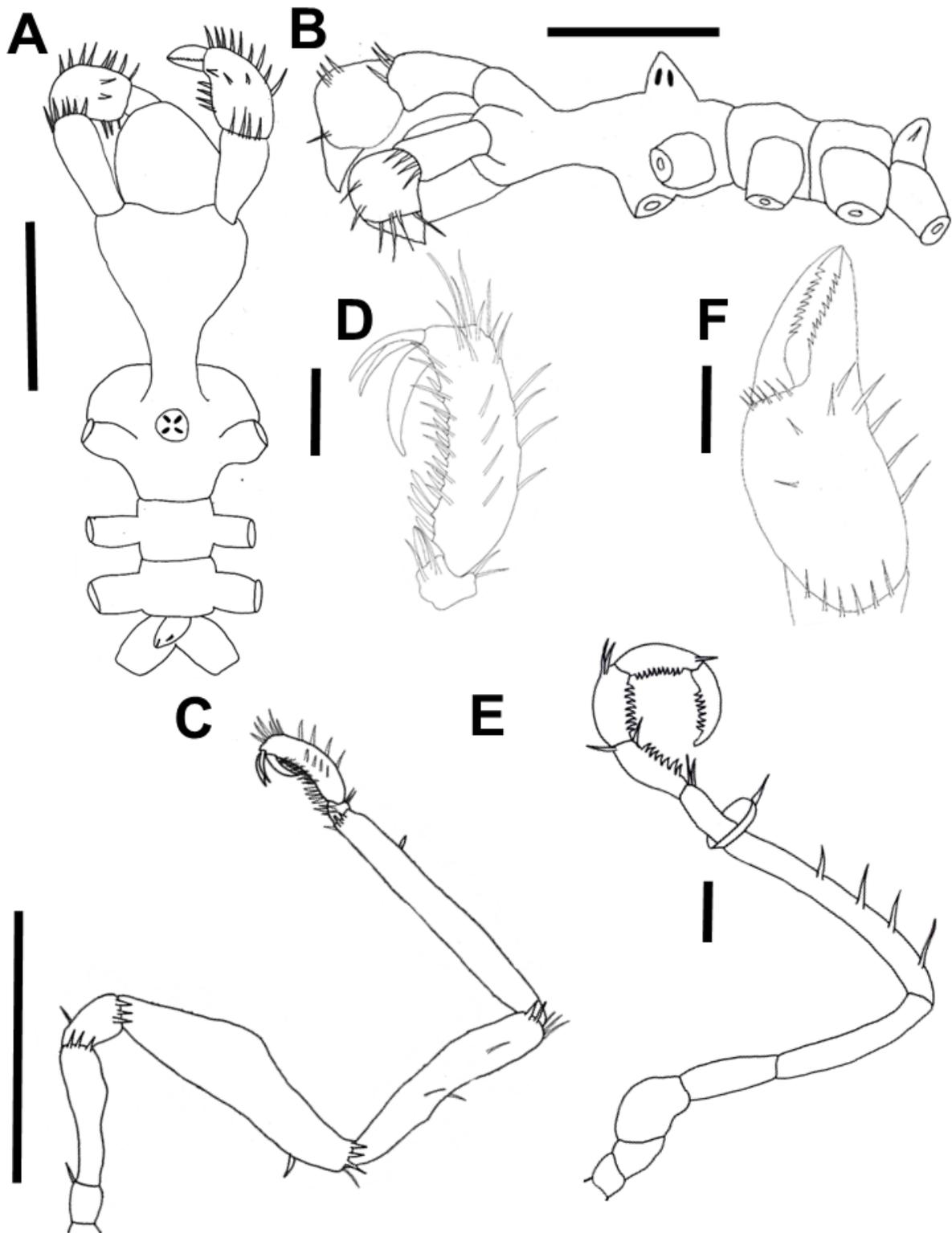


Figura 14. *Callipallene californiensis* Hall, (1913). En vista dorsal. **A** Tronco. En vista lateral. **B** Tronco; **C** Tercera pata; **D** Propodio; **E** Ovígero; **F** Quela. **Escala de barras:** **C** 1 mm; **A-B** 0.5 mm; **D-F** 0.1 mm.

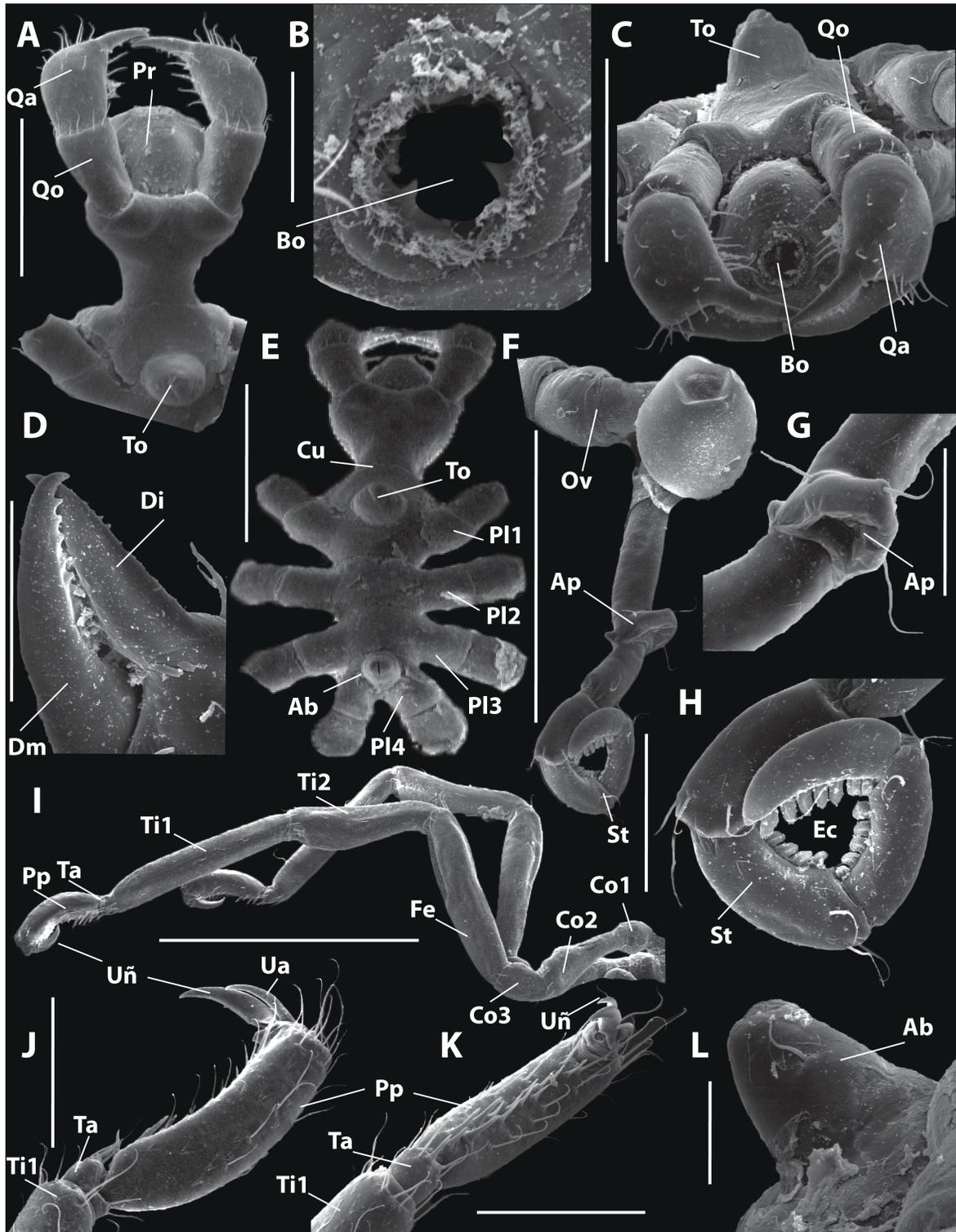


Figura 15. *Callipallene californiensis* Hall, (1913). En vista dorsal. **A** Cefalón; **E** Tronco. En vista frontal. **B** Probóscide; **C** Cefalón; **G** Apósis del ovígero. En vista lateral. **D** Quela; **F** Ovígero; **H** Strigilis; **I** Tercera pata; **J** Propodio; **L** Abdomen. En vista ventral. **K** Propodio. **Escala de barras en: I** 1 mm; **E-F** 0.5 mm; **A, C** 0.3 mm; **J-K** 0.2 mm **D, G-H** 0.1 mm **B, L** 0.05 mm.

Familia Nymphonidae Wilson, 1878

Género *Nymphon* Fabricius, 1794

Diagnosis

Tronco completamente segmentado, usualmente elongado y sin tubérculos. Procesos laterales separados por más de su propio diámetro. Tubérculo ocular con dos protuberancias en la parte apical. Probóscide cilíndrica. Abdomen largo y elevado a 30°. Escafo de los quelíceros formado por un segmento; quela funcional, con dientes. Palpos con cinco segmentos. Ovígero con diez segmentos en ambos sexos, con un strigilis funcional y uña terminal. Propodio sin talón; uñas auxiliares usualmente presentes, en algunas especies.

El género *Nymphon* actualmente cuenta con 255 especies nominales en el mundo y solo tres han sido reportadas previamente en México: *Nymphon pixellae* Scott, 1912, *Nymphon floridanum* Hedgpeth, 1948 y *Nymphon lituus* Child, 1979 (Tabla S1).

Nymphon apheles Child, 1979

(Fig. 16 E-G; Fig. 17 A-I)

Nymphon apheles Child, 1979: 35-37, fig. 12.

Sinónimos. No registrados.

Material examinado

4 especímenes; 2♀, 2♂, (UANL-FCB-PYCNO-0068), Marina Cantamar, 24°16'44''N, 110°19'51''O, 26/06/2017.

Diagnosis

Probóscide cilíndrica, 1.5 veces más larga que ancha, con una inclinación de 40° con respecto a la horizontal del cuerpo (Fig. 16 B, Fig. 17 A, C), con tres estructuras en forma de papilas en la zona interna de cada labio (Fig. 17 B).

Quelíceros de dos segmentos, el escafo cilíndrico, del tamaño de la probóscide, con una espina media-dorsal (Fig. 16 B). Quela delgada, con una línea de cuatro espinas dorsales (Fig. 16 A, C). Dedo fijo y móvil con nueve dientes en cada dedo, la parte distal de cada dedo ligeramente curvado (Fig. 16 C; Fig. 17 C).

Palpos con cinco segmentos. El primer segmento corto, liso. Segmentos 2-3, 2.5 y 2.3 veces más largos que el primero, con una espina ventro-distal cada uno. Cuarto segmento 1.2 veces más largo que el primero, con una espina ventro-distal y una espina medio-distal. Quinto segmento 1.8 veces más largo que el primero, con una espina medio-ventral y siete a diez espinas en la parte distal del segmento (Fig. 16 D; Fig. 17 E).

Tubérculo ocular insertado por delante del primer par de procesos laterales, en forma de cono, con dos pequeñas proyecciones en forma de papilas y dos pares de ojos (Fig. 16 A, B; Fig. 17 A, D).

Tronco ancho y totalmente segmentado. Cuello corto, cilíndrico, ensanchado en forma de cáliz, con un par de proyecciones cortas y cónicas en el extremo posterior (Fig. 16 A, B).

Procesos laterales separados por menos de su propio diámetro en todos los segmentos (Fig. 16 A; Fig. 17 A).

Patas cortas y delgadas. Coxa 1 corta, con una espina latero-distal. Coxa 2-3, 2.0 y 1.5 veces más largas que la coxa 1, ambas con una espina ventro-distal. Fémur 4.5 veces más largo que la coxa 1, con una espina dorsal en el tercer tercio del segmento, una espina dorso-distal y dos espinas medias-ventrales. Tibia 1, 5 veces más larga que la coxa 1, con cinco espinas dorsales distribuidas a lo largo del segmento y una espina medio-ventral. Tibia 2, siete veces más larga que la coxa 1, con una línea de seis espinas dorsales a lo largo de todo el segmento, la distal mayor, dos espinas medio ventrales y dos espinas ventro-distales. Tarso 0.8 veces el largo de la coxa 1, con una espina medio-ventral y una espina ventro-distal. Propodio 3.5 veces más largo que la coxa 1, ligeramente curvo, con seis espinas dorsales y siete espinas ventrales

distribuidas a lo largo del segmento. Uña principal corta, $\frac{1}{4}$ de la longitud del propodio, uñas auxiliares $\frac{3}{4}$ la longitud de la uña principal (Fig. 16 E).

Ovígeros insertos por debajo del primer par de procesos laterales (Fig. 16 B).

Primer a tercer segmentos cortos, lisos y de igual tamaño. Cuarto segmento 2.5 veces más grande que el primero, liso. Quinto segmento 2.8 veces más largo que el primero, con una espina dorso-distal. Sexto segmento dos veces más largo que el primero, con una espina dorso-distal. Los últimos cuatro segmentos que forman el strigilis con una espina dorso-distal y armados con espinas ventrales imparipinnadas fórmula: 5:4:2:3, las espinas compuestas con 3-4 pares de dientes laterales dependiendo del tamaño. Uña terminal del mismo tamaño que el último segmento, curvada, armada con tres dientes (Fig. 16 F, G).

Abdomen más largo que el proceso lateral del cuarto par de patas, elevado del cuerpo en un ángulo cercano a 45° , con dos pares de espinas laterales (Fig. 16 A-B, Fig. 17 A).

Medidas

Probóscide: 0.36 mm de largo, 0.22 mm de ancho.

Cuerpo: 1.1 mm de largo desde la parte posterior del segmento cefálico hasta la inserción del cuarto par de procesos laterales, 0.49 mm de ancho entre el segundo par de procesos laterales.

Pata 3: Coxa 1, 0.13 mm; coxa 2, 0.27 mm; coxa 3, 0.15 mm; fémur, 0.56 mm; tibia 1, 0.62 mm; tibia 2, 0.88 mm; tarso, 0.09 mm; propodio, 0.4 mm; uña, 0.12 mm.

Ovígero: Primer segmento 0.12 mm; segundo segmento 0.12 mm; tercer segmento 0.31 mm; cuarto segmento 0.36 mm; quinto segmento 0.24 mm; sexto segmento 0.19 mm; séptimo segmento 0.14 mm; octavo segmento 0.12 mm; noveno segmento 0.12 mm.

Distribución

Child, 1979: Punta Paitilla, Panamá.

Observaciones

Nymphon apheles es una especie pocas veces recolectada. Child (1979) la describió en base a un ejemplar hembra supuestamente juvenil recolectada en Punta Paitilla Panamá en la costa del Pacífico de Panamá. De los cuatro especímenes adultos recolectados en el presente estudio, dos son machos con masa de huevos en sus ovígeros y dos hembras. Por esta razón, esta es la primera descripción de los machos de esta especie. Los especímenes del Golfo de California tienen pocas variaciones morfológicas en comparación al holotipo: presencia de dos espinas proximales y dos distales en el abdomen, así como la fórmula del strigilis que es 5:5:2:3 en el holotipo y 5:4:2:3 en los especímenes del presente trabajo. El resto de los caracteres morfológicos son similares. Con este estudio se extiende la distribución de la especie hacia el Norte (3900 km) desde Panamá hasta el Golfo de California correspondiente a las provincias Cortez, Mexicana y Panámica.

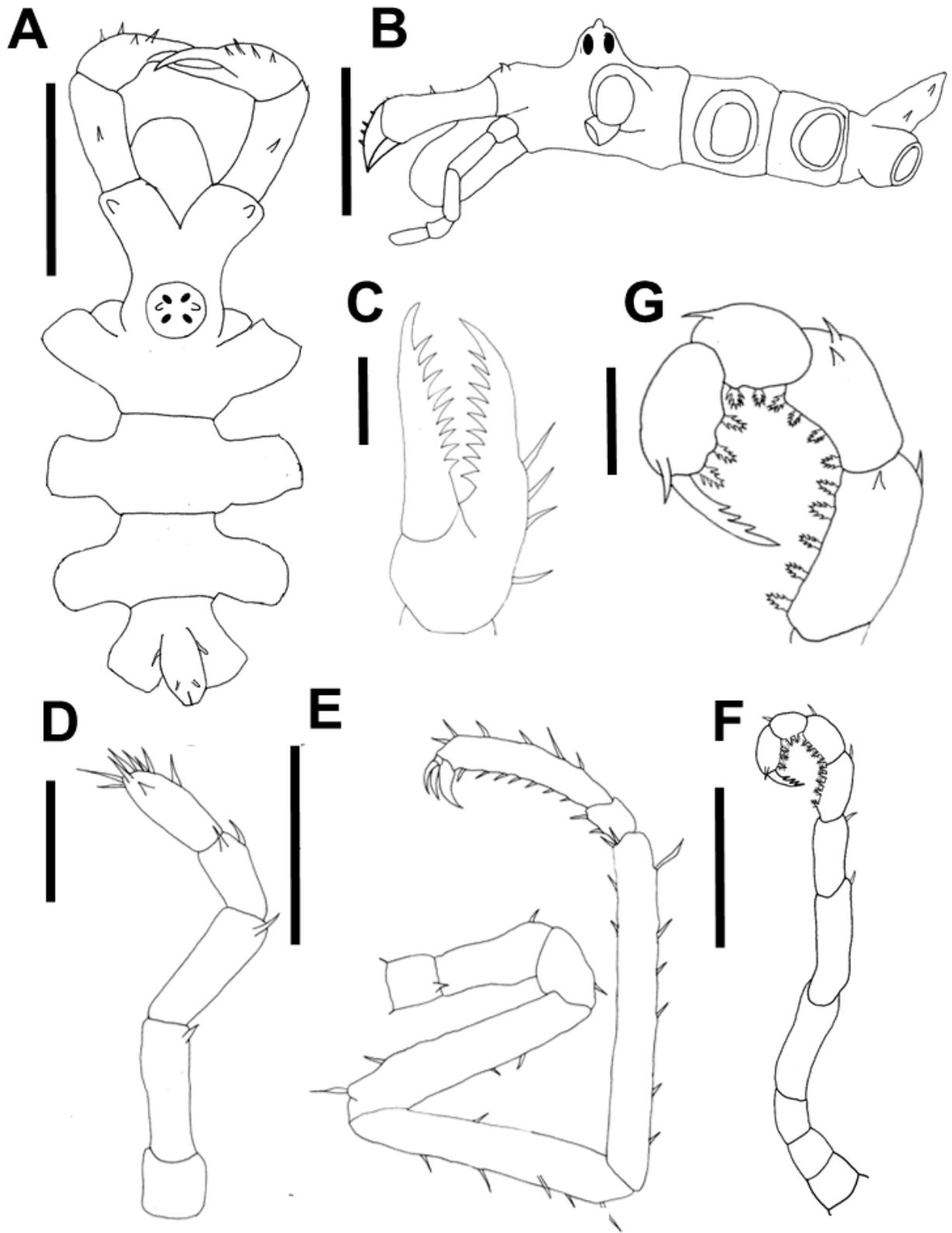


Figura 16. *Nymphon apheles* Child, 1979. En vista dorsal. **A** Tronco. En vista lateral. **B** Tronco; **C** Quela; **D** Palpo; **E** Tercera pata; **F** Ovígero; **G** Strigilis. Escala de barras en: **A-B, D-E** 0.5 mm; **C, F-G** 0.1 mm.

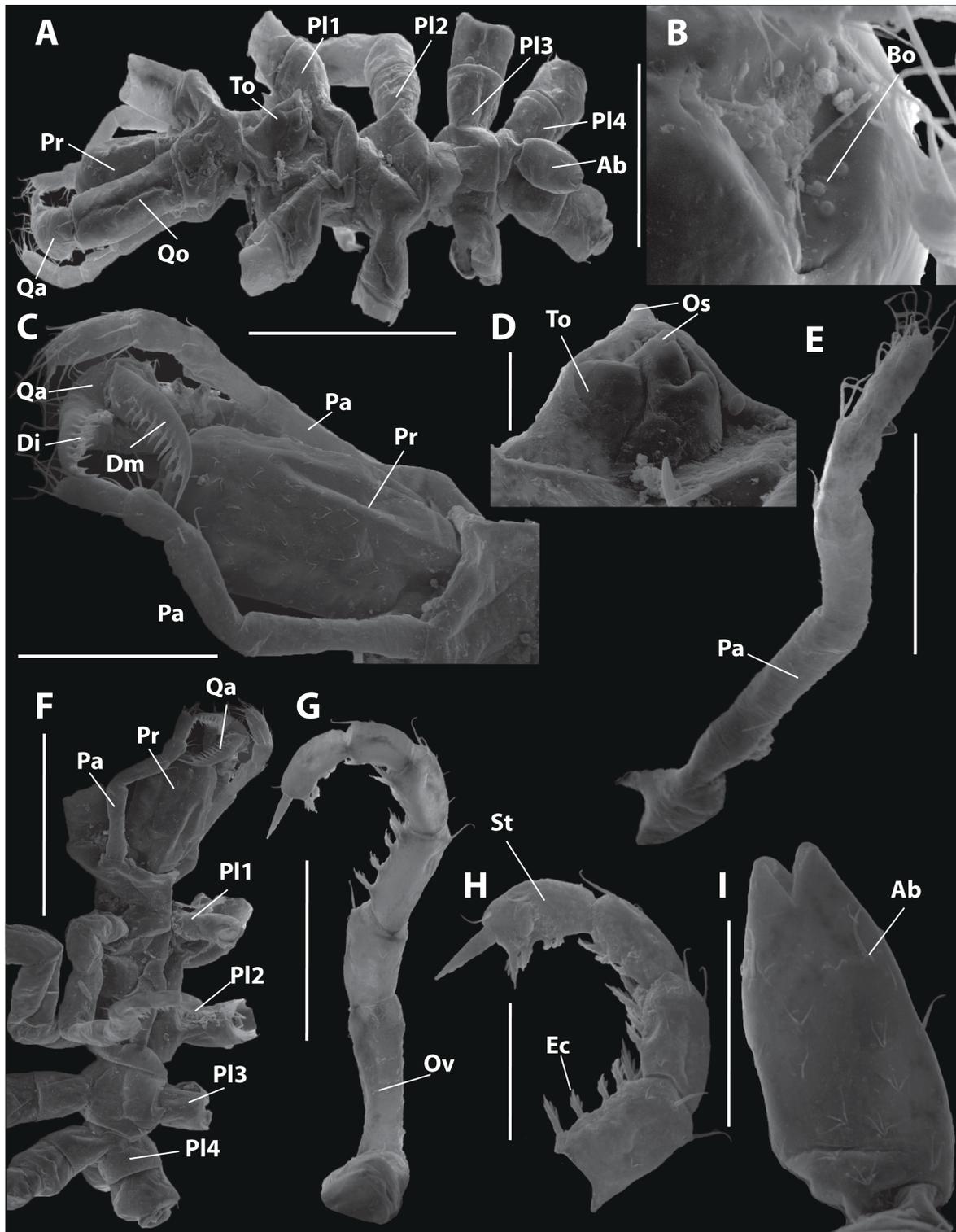


Figura 17. *Nymphon apheles* Child, 1979. En vista dorsal. **A** Tronco. En vista frontal. **B** Probóscide; **I** Abdomen. En vista ventral. **C** Proboscide, Palpo, Quela; **F** Tronco. En vista lateral. **D** Tubérculo ocular; **E** Palpo; **G** Ovígero; **H** Strigilis. **Escala de barras en: A, F** 0.5 mm; **C, E-G** 0.2 mm; **H-I** 0.1 mm **B, D** 0.05 mm.

Familia Phoxichilidiidae
Género *Anoplodactylus* Wilson, 1878

Diagnosis

Cuerpo pequeño y mediano. Tronco bien segmentado y delgado, segmento cefálico prolongado. Tubérculo ocular usualmente alto. Probóscide normalmente cilíndrica. Escafo de un segmento, quela pequeña, dedos de la quela con o sin dientes. Palpos ausentes. Ovígeros de 6 segmentos, solo en machos. Patas delgadas o gruesas, propodio largo, con uña terminal, con o sin uñas auxiliares. Glándulas cementarias múltiples o tubulares simples, poros o hendiduras, en medio del fémur o en la parte distal del fémur.

El género *Anoplodactylus* incluye 137 especies nominales en el mundo (Bamber *et al.*, 2018). Se han reportado 13 especies en distintas regiones de México (Tabla S1, Anexo I).

***Anoplodactylus californicus* Hall, 1912**

(Fig. 18 A-H; Fig. 19 A-J; Fig. 20 A-I)

Anoplodactylus californicus Hall, 1912:91. Hilton, 1939: 20; 1942c: 288-291, pl. 39; Child, 1992: 37; Chimenz *et al.*, 2003: 254; Bamber & Takahashi, 2005: 4; Melzer *et al.*, 2006: 238; Müller & Krapp, 2009: 90, Fig. 48; Krapp & Viquez, 2011: 205.

Sinónimos

Anoplodactylus portus Calman, 1927: 405-408, fig. 103. Stock, 1975: 1052, Fig. 41 b-e; Child, 1978: 133-144, figs. 1-4.

Anoplodactylus robustus Hilton, 1939: 28-29.

Anoplodactylus californiensis Hedgpeth, 1941: 257 (clave), pl. 11.

Anoplodactylus projectus Hilton, 1942c: 45-47, fig. 3a-b.

Anoplodactylus carvalhoi Marcus, 1940: 40; Hedgpeth, 1948: 230-232, fig. 30e-g.

Material examinado

34 especímenes; 10♀, 10♂, (UANL-FCB-PYCNO-0074), Marina Puerto Escondido, Loreto, Baja California Sur, 25°48'52''N, 111°18'40''O, 12/01/2013; 1♂, (UANL-FCB-PYCNO-0075), misma localidad, 16/04/2011; 2♀, (UANL-FCB-PYCNO-0076), misma localidad, 18/02/2017; 1♀, (UANL-FCB-PYCNO-0077), Marina Palmira, La Paz, Baja California Sur, 24°11'05''N, 110°18'12''O, 15/08/2011; 1♀, 1♂, (UANL-FCB-PYCNO-0078), Marina La Paz, La Paz, Baja California Sur, 24°09'17''N, 117°19'31''O, 7/01/2013; 3♀, 2♂, (UANL-FCB-PYCNO-0079), misma localidad, 14/08/2011; 3♀, (UANL-FCB-PYCNO-0080), misma localidad, 26/06/17.

Diagnosis

Probóscide cilíndrica con extremo anterior redondeado, 3.5 veces más larga que ancha, horizontal al cuerpo (Fig. 18 A-B; Fig. 19 B; Fig. 20 A-B). En la parte ventral posterior de las hembras tienen dos proyecciones en forma de “alas”, con aproximadamente 10 aserraciones localizadas en la parte ventral (Fig. 18 C-D; Fig. 20 B-C).

Quelíceros con dos segmentos. Escafo del quelícero formado por un segmento, extendido más allá de la porción distal de la probóscide, con dos espinas dorsales medias y cinco espinas distales (Fig. 18 E). Quela bien desarrollada, sin dientes, con cuatro espinas medias en la parte ventral del dedo móvil, dos espinas medias ventrales en el dedo fijo, una espina en el inicio del dedo fijo y dos espunas ventrales (Fig. 18 E; Fig. 19 B-C).

Palpos ausentes en machos; en hembras, presentes como pequeñas protuberancias de un segmento a los costados de la probóscide (Fig. 18 C-D; Fig. 20 B-C).

Tubérculo ocular cónico, localizado en la parte posterior base del segmento cefálico, con cuatro ojos ubicados dos en la parte anterior y dos en la parte posterior del tubérculo (Fig. 18 B, D; Fig. 19 B).

Tronco ancho, segmentado, desde la inserción de los quelíceros hasta el abdomen (Fig. 18 A-B; Fig. 19 D).

Procesos laterales con un tubérculo en la parte dorsal. Primer par separado del segundo por más de su diámetro. Segundo par separado del tercero por su propio diámetro. Tercer par separado del cuarto por menos de la mitad de su diámetro (Fig. 18 A; Fig. 19 D).

Patatas delgadas. Coxa 1 con una espina dorso-distal. Coxa 2, tres veces más grande que la coxa 1 ensanchada distalmente, espuela genital larga y punteaguda ubicada ventro-distalmente. Coxa 3, dos veces más grande que la coxa 1 con cuatro espinas ventrales, dos espinas ventro-distales y una espina medio-dorsal. Fémur cinco veces más grande que la coxa 1, con una línea de seis espinas en la parte ventral (tres en la primera mitad y una distal en el último cuarto), tres espinas laterales, dos latero-distales y una espina dorsal en el último cuarto; glándula cementaria tubular en la parte media-dorsal del segmento y una proyección dorsal en el extremo distal con una espina larga (Fig. 19 F). Tibia 1, seis veces más grande que la coxa 1, con tres espinas laterales, tres espinas ventrales, tres espinas próximo-dorsales, una espina media-dorsal y dos espinas dorso-distales. Tibia 2, seis veces más grande que la coxa 1, con cinco espinas pequeñas próximo-dorsales, una espina media dorsal y dos espinas dorsales en el último tercio; con cinco espinas ventrales y una espina lateral. Tarso de la mitad del tamaño que la coxa 1, con dos espinas medias ventrales, una espina media lateral y una espina ventro-distal gruesa. Propodio 3 veces más grande que la coxa 1, con una hilera de nueve espinas pequeñas dorsales y siete espinas laterales a lo largo del segmento; talón con cinco espinas gruesas; planta con dos hileras de nueve espinas dirigidas hacia la parte anterior (Fig. 18 F-G; Fig. 19 E-G). Uña terminal $\frac{3}{4}$ el tamaño del propodio, uñas auxiliares muy pequeñas (Fig. 18 G; Fig. 19 G).

Ovígero inserto justo antes del primer par de patas, con seis segmentos (Fig. 18 H). Primer segmento corto y liso. Segundo segmento 3.8 veces más grande que el primero, con dos espinas medias dorsales, dos espinas próximo-ventrales, dos espinas latero-distales y una espina ventro-distal. Tercer segmento 4.8 veces más largo que el primero, con una hilera de cuatro espinas dorsales y cuatro espinas ventrales. Cuarto segmento 2.8 veces más largo que el primero,

con tres espinas dorsales distribuidas en la mitad distal del segmento. Quinto segmento 1.5 veces más largo que el primero, con una línea lateral de cinco espinas y tres espinas dorso-distales. Sexto segmento más corto que el primero, liso (Fig. 18 H; Fig. 19 H-I).

Abdomen vertical, inserto entre el último par de procesos laterales (Fig. 18 A), tan largo como el cuarto par de procesos laterales (Fig. 18 B; Fig. 19 J).

Medidas

Probóscide 1.02 mm de largo, 0.29 mm de ancho.

Cuerpo: 1.83 mm desde el límite anterior del segmento cefálico hasta el límite del cuarto proceso lateral, 1.33 mm de ancho entre el segundo par de procesos laterales.

Pata 3: Coxa 1, 0.2 mm; coxa 2, 0.6 mm; coxa 3, 0.4 mm; fémur, 1 mm; tibia 1, 1.2 mm; tibia 2, 1.2 mm; tarso, 0.1 mm; propodio, 0.56 mm; uña, 0.37 mm.

Ovígero: 2.73 mm de largo; primer segmento 0.19 mm; segundo segmento 0.72 mm; tercer segmento 0.91 mm; cuarto segmento 0.53 mm; quinto 0.1 mm; sexto 0.28 mm.

Distribución

Anoplodactylus californicus fue descrita de Laguna Beach, California, E.U.A. Tiene una amplia distribución biogeográfica (Melzer *et al.*, 2006, Bamber *et al.*, 2018). Sin embargo, es necesario realizar una revisión exhaustiva de los registros realizados por Calman (1927) en el Canal de Suez, Egipto; Marcus (1940) en Bahía Santos, Brasil; Hilton (1942c) en Pearl Harbor, Hawaii, E.U.A.; Hedgpeth (1948) en Islas Vírgenes y Salt River Lagoon, E.U.A.; Stock (1954) en las Islas Occidentales en el Mar Caribe; Chimenz-Gusso & Lattanzi (2003) para el Mediterráneo; Bamber & Takahashi (2005) para Ecuador y Melzer *et al.* (2006) en el Sureste de Chile.

Observaciones

Se han observado diferencias notorias en la estructura de las patas en los ejemplares de este estudio con respecto a lo descrito por Hall (1912). La tibia 1 y 2 son marcadamente más largas y delgadas que las descritas en el holotipo, pero el resto de los caracteres no varían sustancialmente entre los ejemplares del Golfo de California y los de California, E.U.A.

Esta especie tiene amplia distribución geográfica. Chimenz-Gusso & Lattanzi (2003) mencionan que *A. californicus* se distribuye en aguas profundas, mayores a 150 metros en el Mar Mediterraneo, cuando esta especie ha sido descrita para aguas poco profundas. Bamber & Takahashi (2005) destacan su distribución Pantropical y de aguas templadas hasta máximo 100 metros de profundidad, mencionando que los mayores registros están en zonas poco profundas. Así mismo, Melzer *et al.* (2006) la reportan sobre cnidarios en un fiordo del sureste de Chile, sin descripción o ilustraciones que permitan constatar la veracidad de la determinación. La identificación de especímenes de *Anoplodactylus californicus* en este estudio lo coloca como el primer registro para el Golfo de California.

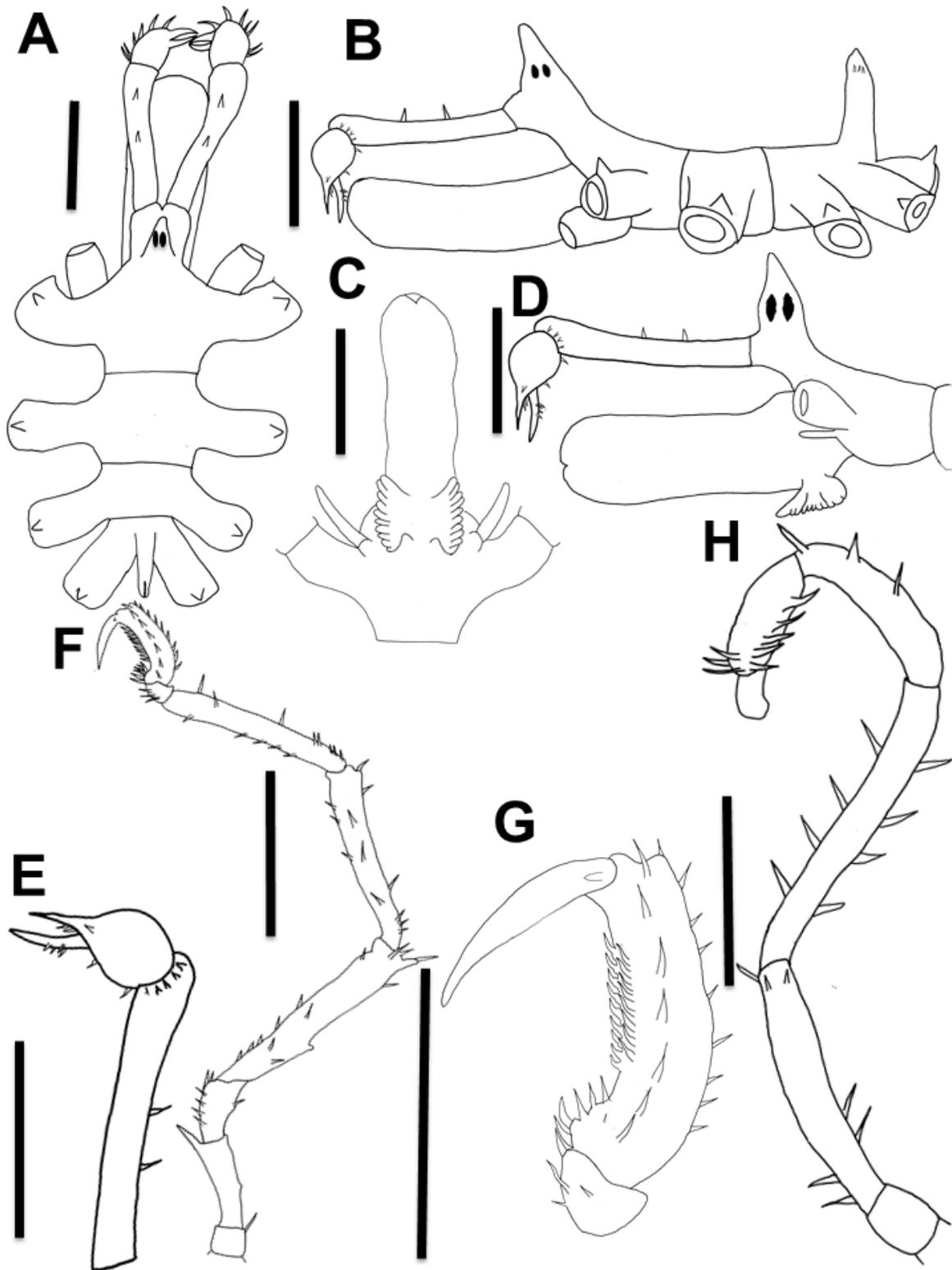


Figura 18. *Anoplodactylus californicus* Hall, 1912. En vista dorsal. **A** Tronco. En vista lateral. **B** Tronco; **D** Cefalón; **E** Quelícero; **F** Tercera pata; **G** Propodio; **H** Ovígero. En vista ventral. **C** Cefalón ventral. **Escala de barras en: F** 1 mm; **A-E, G-H** 0.5 mm.



Figura 19. *Anoplodactylus californicus* Hall, 1912. En vista frontal. **A** Probóscide; **B** Segmento cefálico; **C** Quela. En vista dorsal. **D** Tronco. En vista lateral. **E** Tercera pata; **F** Femur; **G** Propodio; **H** Ovígero; **I** Terminación del ovígero; **J** Abdomen. **Escala de barras en: D-F 1 mm; B, G-H 0.5 mm; A, C, I, J 0.3 mm.**

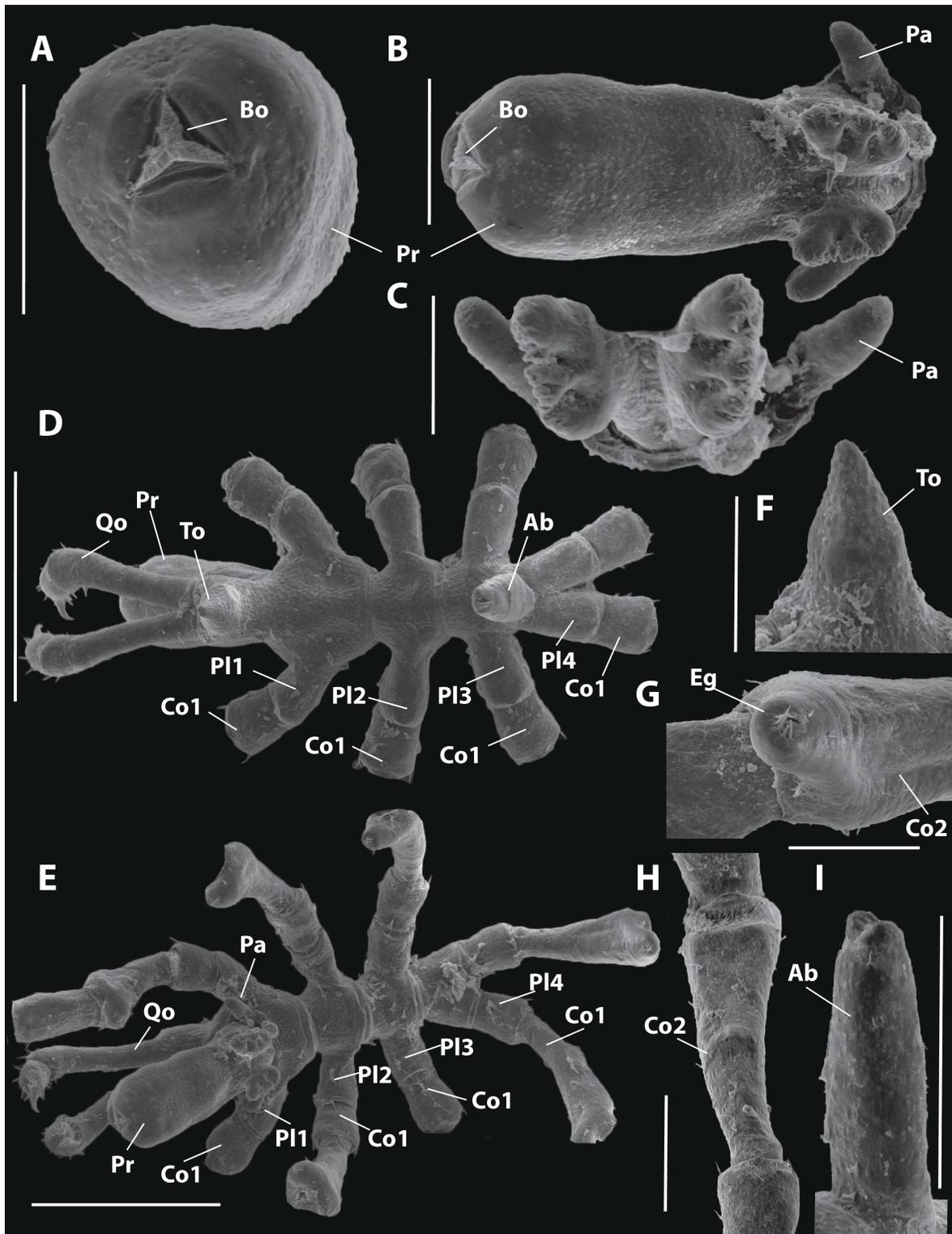


Figura 20. *Anoplodactylus californicus* Hall, 1912. En vista frontal. **A** Probóscide. En vista ventral **B** Cefalón; **C** Estructura en forma de "alas"; **E** Tronco; **G** Espuela genital. En vista dorsal. **D** Tronco; **H** Segunda coxa. En vista lateral. **F** Tubérculo ocular; **I** Abdomen. **Escala de barras en:** **D-E** 1 mm; **I** 0.5 mm; **A-B, F, H** 0.3 mm; **G** 0.1 mm.

***Anoplodactylus erectus* Cole, 1904**

(Fig. 21 A-G; Fig. 22 A-K)

Anoplodactylus erectus Cole, 1904: 289-291, pl. 12 fig. 12, pl. 26 figs. 1-9; Müller, 1990: 194-195, figs. 28-34.

Sinónimos. No registrados.

Material examinado

16 especímenes; 4♀, 9♂ 3J, (UANL-FCB-PYCNO-0081), Muelle Fiscal, La Paz, Baja California Sur, 24°09'41''N, 110°19'09''O, 26/06/2017.

Diagnosis

Probóscide cilíndrica, tres veces más larga que ancha, con una declinación de 30° con respecto a la horizontal (Fig. 21 A; Fig. 22 A-C).

Quelíceros formados por dos segmentos. Escafo de un segmento, se extiende más allá de la probóscide (Fig. 21 A), delgado por la parte media y ensanchado en los extremos, con una espina en la parte media-dorsal, dos espinas dorso-distales y una espina ventro distal. Quela bien desarrollada, sin dientes, con tres espinas en la parte ventro-distal y tres espinas en la parte dorso-distal (Fig. 21 B).

Palpos ausentes.

Tubérculo ocular cónico, con tres proyecciones en forma de papilas (Fig. 22 E), localizado en la parte anterior del segmento cefálico, con cuatro ojos, dos en la parte anterior y dos en la parte posterior del tubérculo ocular (Fig. 21 A).

Tronco cilíndrico, delgado, disminuyendo hacia la parte posterior, totalmente segmentado (Fig. 21 A; Fig. 22 A).

Procesos laterales con un tubérculo en la parte dorso-distal. Todos separados por menos de la mitad de su propio diámetro (Fig. 21 A; Fig. 22 A-B).

Patas delgadas. Coxa 1 pequeña, semi-circular, lisa. Coxa 2, dos veces más grande que la coxa 1, con un abultamiento en el primer tercio de la parte dorsal

(Fig. 21 D-E), tres espinas medias-ventrales y en machos con una espuela genital prominente en el extremo ventro-distal cubierto de pequeñas espinas (Fig. 21 D; Fig. 22 J). Coxa 3, 1.5 veces más grande que la coxa 1, delgada en la parte proximal y ensanchada distalmente, con dos espinas ventro-distales. Fémur 3.5 veces más largo que la coxa 1, con glándula cementaria cónica medio-dorsal (Fig. 21 C, Fig. 22 E-G), tres espinas dorsales después de la glándula cementaria y una espina dorso-distal; con dos espinas ventrales en el primer tercio y cinco espinas ventrales en el último tercio. Tibia 1, tres veces más grande que la coxa 1, delgada en la parte proximal y ensanchada distalmente, con tres espinas medio-ventrales, cinco espinas dorsales en la primera mitad del segmento y tres espinas en la parte dorso-distal. Tibia 2, 3.5 veces más grande que la coxa 1, con siete espinas ventrales y ocho espinas dorsales distribuidas a lo largo del segmento y dos espinas latero-distales. Tarso de $\frac{1}{3}$ el tamaño de la coxa 1, con una espina dorso-distal, dos espinas medio-ventrales, dos espinas ventro-distales y dos espinas latero-distales. Propodio 2 veces más grande que la coxa 1, arqueado, con siete espinas dorsales a lo largo del segmento, 4 espinas laterales; talón con dos espinas gruesas y dos espinas de menor grosor; planta con dos hileras de siete espinas dirigidas hacia la parte distal. Uña terminal un poco más pequeña que el propodio y uñas auxiliares diminutas (Fig. 21 C, F; Fig. 22 D, H).

Ovígero inserto justo por debajo del primer par de patas, con seis segmentos (Fig. 21 A). Primer segmento pequeño, pero de mayor grosor que el resto de los segmentos, liso. Segundo segmento 2.8 veces más largo que el primero, con una espina media-ventral y una ventro-distal. Tercer segmento 5.8 veces más grande que el primero, con seis espinas ventrales en el primer tercio seguidas de un abultamiento poco marcado y nueve espinas cubriendo el resto del segmento; con tres espinas medio-dorsales. Cuarto segmento arqueado, 1.6 veces más grande que el primero, con una espina media-dorsal. Quinto segmento del mismo tamaño que el primero, con siete espinas dorsales y seis espinas ventrales distribuidas a lo largo del segmento. Sexto segmento de la

mitad del tamaño que el primero, con cuatro espinas en la parte distal (Fig. 21 A, G; Fig. 22 B, I).

Abdomen con una inclinación de 50°, inserto a la altura del último par de procesos laterales, con una espina lateral inserta en el tercer tercio (Fig. 21 A; Fig. 22 M).

Medidas

Probóscide 0.33 mm de largo, 0.14 mm de ancho.

Cuerpo: 1.09 mm desde el límite posterior del segmento cefálico hasta el límite del cuarto proceso lateral, 0.7 mm de ancho entre el segundo par de procesos laterales.

Pata 3: Coxa 1, 0.24 mm; coxa 2, 0.56 mm; coxa 3, 0.32 mm; fémur, 1.02 mm; tibia 1, 0.85 mm; tibia 2, 0.95 mm; tarso, 0.1 mm; propodio, 0.41 mm; uña, 0.34 mm.

Ovígero: Primer segmento 0.09 mm; segundo 0.22 mm; tercero 0.47 mm; cuarto 0.18 mm; quinto 0.1 mm; sexto 0.05 mm.

Distribución

Anoplodactylus erectus fue descrita por Cole (1904) de especímenes recolectados en San Diego, California, E.U.A. Child (1970) reporta *A. erectus* en la Polinesia francesa y Child (1979) en Puerto Peñasco, Sonora, la ciudad de Panamá e Isla Malpelo en el Pacífico de Colombia. Müller (1990) reporta *A. erectus* en Bora Bora. Nakamura y Child (1991) reportan esta especie en las islas Kyushu y Amakusa Japón.

Observaciones

Los especímenes del presente estudio difieren del holotipo de Cole (1904) recolectado en California, E.U.A. en la longitud y ornamentación del propodio. El holotipo tiene un propodio semi-recto, con cinco espinas en el talón, las primeras dos espinas de mayor grosor que el resto, nueve espinas curvas en la planta, y una lámina baja que ocupa el tercio final, con cinco espinas dorsales, dos en la parte media posterior y tres en la parte distal. Uña delgada y larga, casi toca el

talón, uñas auxiliares cortas, un décimo de la longitud de la uña principal. Los ejemplares del presente estudio tienen un propodio arqueado, con siete espinas dorsales a lo largo del segmento y una hilera de cuatro espinas laterales; talón con dos espinas gruesas y dos pares de espinas de menor grosor. Planta con una hilera ventral de seis espinas curvas, romas, dirigidas hacia la parte anterior, y dos líneas de cuatro-cinco espinas delgadas a los lados de las espinas curvas, lámina corta, un quinto de la longitud del propodio; uña terminal gruesa, un poco mayor a la mitad del propodio, con uñas auxiliares diminutas, apenas perceptibles aún con microscopía electrónica de barrido (Fig. 22 H).

Los especímenes reportados por Müller (1990) de Bora Bora, tienen un propodio similar al de los especímenes del presente estudio con algunas diferencias menores en el número de espinas dorsales, el resto de caracteres morfológicos son similares.

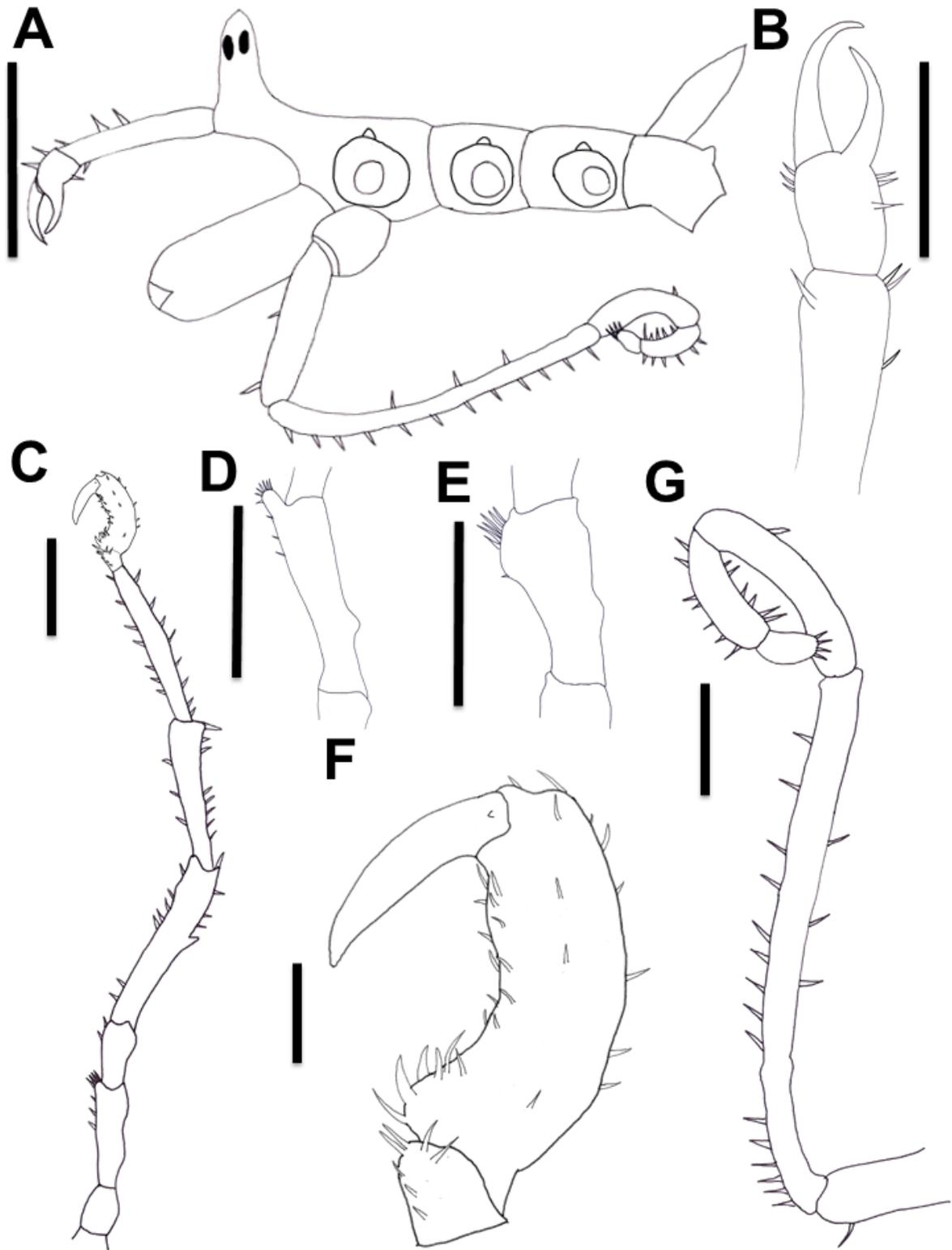


Figura 21. *Anoplodactylus erectus* Cole, 1904. En vista lateral. **A** Tronco. En vista lateral. **B** Quela; **C** Tercera pata; **D** Coxa 2, macho; **E** Coxa 2, hembra; **F** Propodio; **G** Ovígero. **Escala de barras en: C-E 0.5 mm; A 0.3 mm; B, F-G 0.1 mm.**

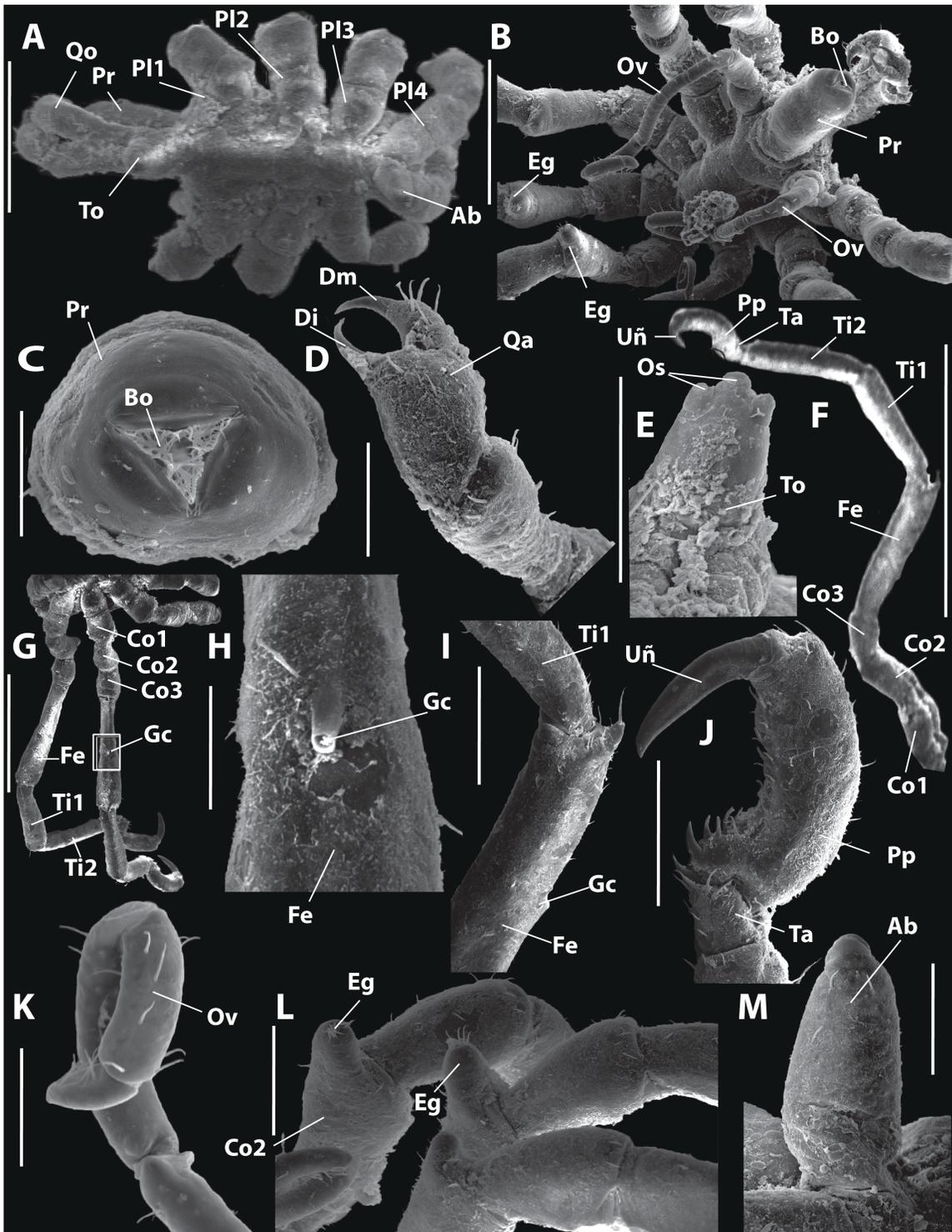


Figura 22. *Anoplodactylus erectus* Cole, 1904. En vista dorsal. **A** Tronco; **G** Tercera pata; **H** Glandula cementaria. En vista ventral. **B** Tronco; **L** Espuelas genitales. En vista frontal. **C** Proboscide; **E** Tuberculo ocular. En vista lateral. **D** Quelicero; **F** Tercera pata; **I** Femur; **J** Propodio; **K** Ovígero; **M** Abdomen. **Escala de barras en:** F 2 mm; G 1 mm; A-B 0.5 mm; E 0.3 mm; I-J, L 0.2 mm; C-D, H, K, M 0.1 mm.

***Anoplodactylus viridintestinalis* (Cole, 1904)**

(Fig. 21 A-E; Fig. 22 A-J)

Anoplodactylus viridintestinalis Stock, 1955: 239; Child, 1979: 63.

Sinónimos

Halosoma viridintestinale Cole, 1904: 286-288, pl. 14, fig.11, pl. 24, figs. 6-8, pl. 25, figs. 1-4.

Material examinado

19 especímenes; 15♀ 4J, (UANL-FCB-PYCNO-0082), Marina Puerto Escondido, Loreto, Baja California Sur, 25°48'52''N, 111°18'40''O, 12/01/2013.

Diagnosis

Probóscide cilíndrica, 2.5 veces más larga que ancha, con una declinación de 30° (Fig. 21 B; Fig. 22 A); labios de la probóscide con bordes amplios, una densa serie de vellosidades y con un grupo de 10 setas delgadas y largas en ambos márgenes del labio superior (Fig. 22 B).

Quelícero con 2 segmentos. Escafo del quelícero formado por un segmento que se extiende ligeramente más allá de la probóscide, ensanchado distalmente con una curvatura externa amplia, una espina proximal-ventral, dos espinas ventro-distales, una espina latero-proximal, una espina media-lateral y tres espinas latero-distales. Quela bien desarrollada, sin dientes, con cuatro espinas medias-dorsales, dos espinas medias en el dedo fijo y tres espinas medio-ventrales en el dedo móvil (Fig. 21 B-C; Fig. 22 C-E).

Palpos rudimentarios, de un segmento (Fig. 22 E).

Tubérculo ocular cónico, localizado en la parte anterior del segmento cefálico, con cuatro ojos, dos ubicados en la parte anterior y dos en la parte posterior (Fig. 21 A-B; Fig. 22 A, C).

Tronco cilíndrico, ensanchándose hacia la parte anterior, totalmente segmentado (Fig. 21 A-B; Fig. 22 F).

Procesos laterales con un tubérculo en la parte dorso-distal. Primer par de procesos laterales separados del segundo par por más de su propio diámetro. Segundo par de procesos laterales separado del tercero por su propio diámetro y tercer par separado por menos de su diámetro del cuarto (Fig. 21 A-B).

Patas delgadas. Coxa 1 pequeña, semi-circular y lisa. Coxa 2, 1.6 veces más grande que la coxa 1, con un gonoporo poco prominente a mitad del segmento en la parte dorsal (Fig. 22 I), una espina medio-ventral y dos espinas ventro-distales. Coxa 3, 1.2 veces más grande que la coxa 1, con una espina medio-ventral y una espina ventro-distal. Fémur 4.2 veces más largo que la coxa 1, con una espina medio-lateral, una espina medio-ventral y tres espinas dorso-distales. Tibia 1, 4.2 veces más grande que la coxa 1, con dos espinas medio-ventrales y dos espinas dorso distales. Tibia 2, 4.2 veces más grande que la coxa 1, con dos espinas ventrales en el primer tercio, dos espinas ventrales en el tercer tercio y dos espinas ventro-distales; con una espina medio-dorsal y una dorso-distal. Tarso de la mitad del tamaño de la coxa 1, con una espina medio-ventral, cuatro espinas ventro-distales y una espina medio-dorsal. Propodio 2.5 veces más grande que la coxa 1, arqueado, con tres espinas dorsales en la primera mitad del segmento y tres espinas dorso-distales; talón con una espina gruesa, dos pares de espinas menores y una espina delgada; planta con dos líneas de alrededor de diez espinas dirigidas hacia la parte distal. Uña terminal $\frac{2}{3}$ el tamaño del propodio (Fig. 21 D-E; Fig. 22 G-H).

Abdomen con una inclinación de 70°, inserto a la altura del último par de procesos laterales (Fig. 21 B; Fig. 22 J).

Medidas

Probóscide 0.98 mm de largo, 0.48 mm de ancho.

Cuerpo: 2.02 mm desde el límite posterior del segmento cefálico hasta el límite del cuarto proceso lateral, 1.2 mm de ancho entre el segundo par de procesos laterales.

Pata 3: Coxa 1, 0.28 mm; coxa 2, 0.42 mm; coxa 3, 0.37 mm; fémur, 1.16 mm; tibia 1, 1.16 mm; tibia 2, 1.16 mm; tarso, 0.14 mm; propodio, 0.79 mm; uña, 0.46 mm.

Distribución

Desde Dillon Beach, Marin California, E.U.A. (Cole, 1904) hasta el Pacífico de Panamá (Child, 1979).

Observaciones

Los ejemplares de *A. viridintestinalis* recolectados en el presente estudio son similares al holotipo descrito por Cole (1904) de California, aunque tienen variaciones morfológicas en la espinulación en las quelas. Cole (1904) reporta especímenes que no tienen espinas, mientras que los ejemplares de este estudio, presentan grupos de espinas. Otra diferencia es que el número de espinas en las patas es mayor en los ejemplares revisados en este estudio. Las espinas del talón y de la planta del propodio son iguales en especímenes de ambas regiones.

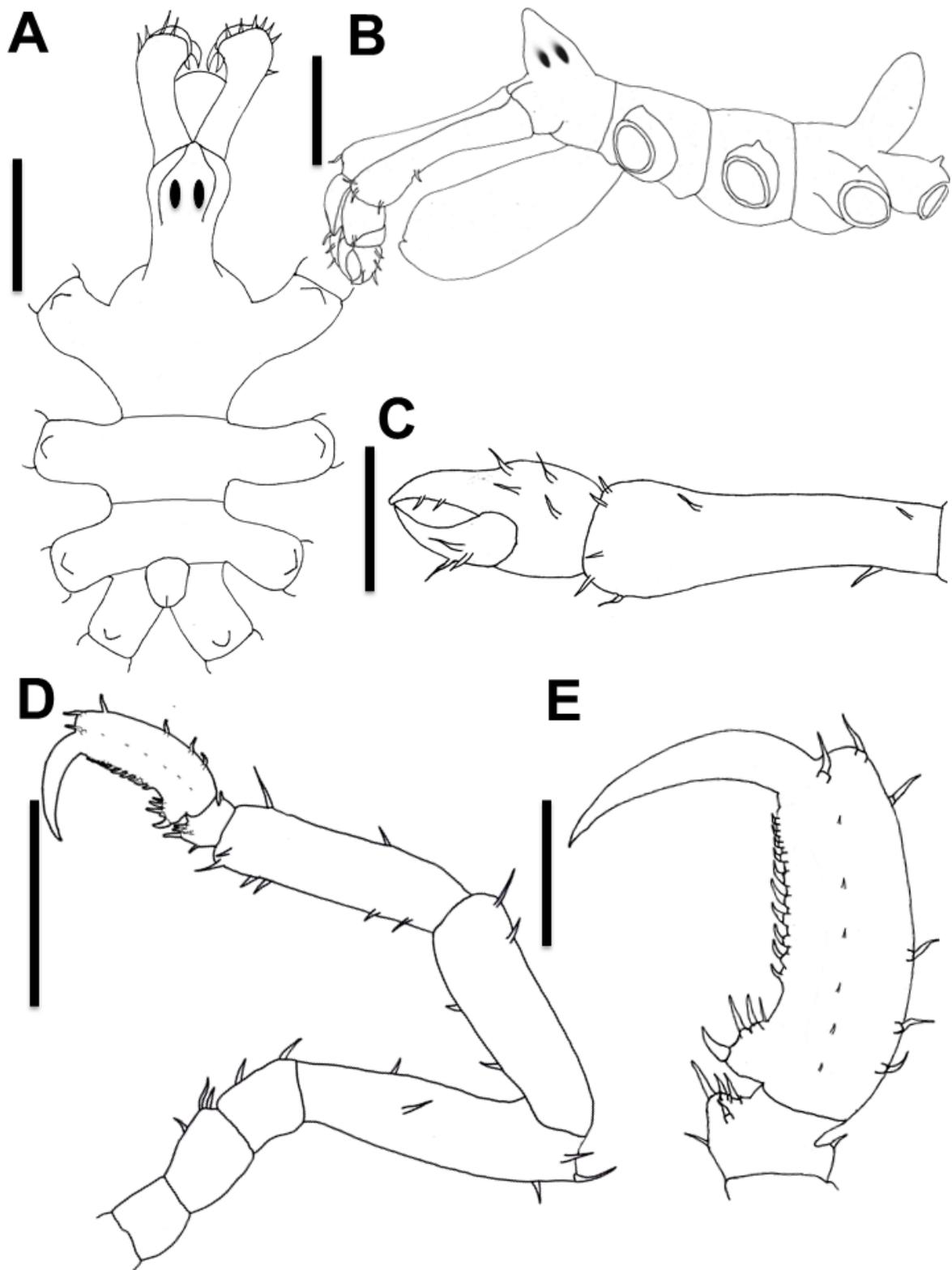


Figura 23. *Anoplodactylus viridintestinalis* (Cole, 1904). En vista dorsal. **A** Tronco. En vista lateral. **B** Tronco; **C** Quela; **D** Tercera pata; **E** Propodio. **Escala de barras en: D** 1 mm; **A-B** 0.5 mm; **C, E** 0.3 mm.

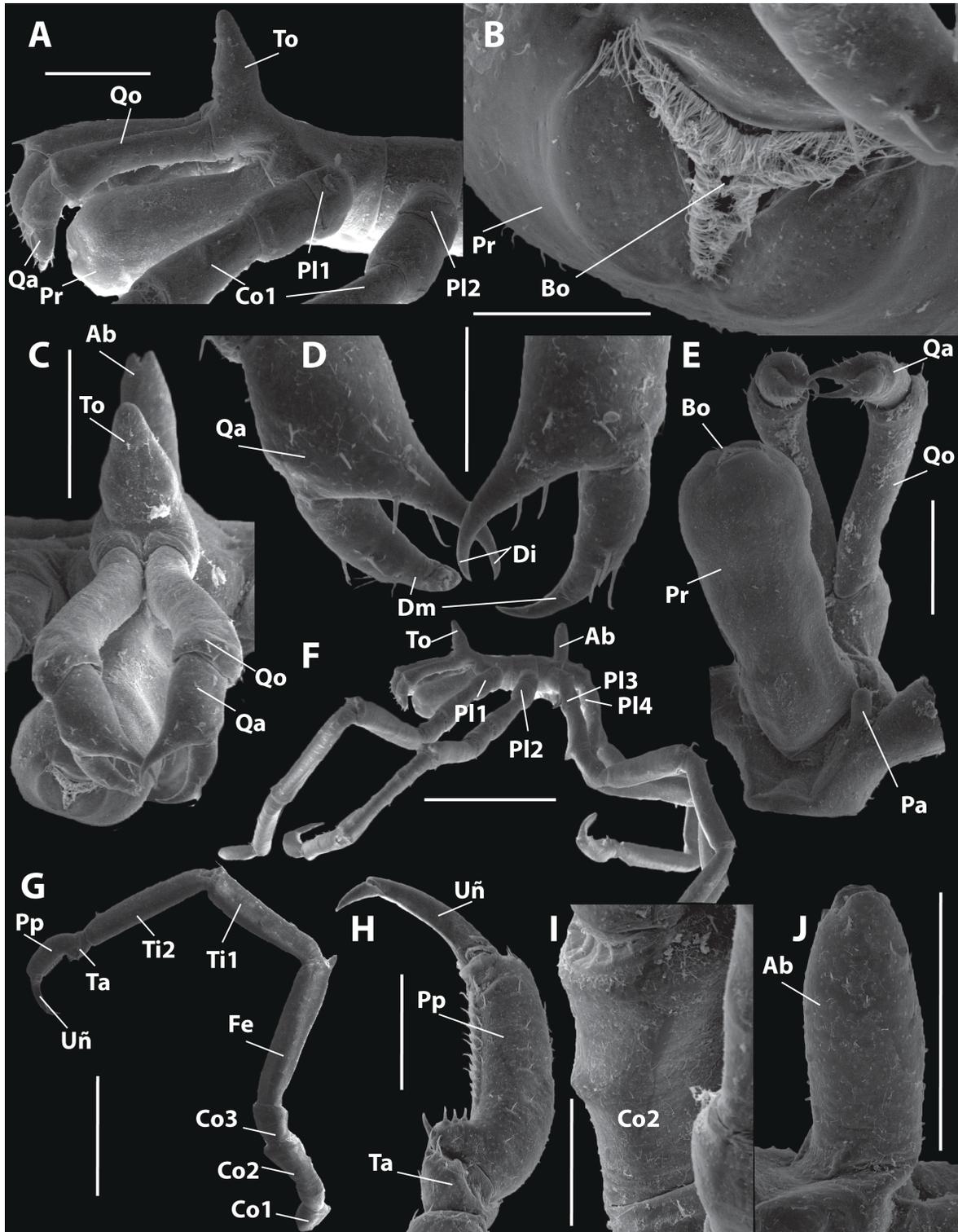


Figura 24. *Anoplodactylus viridintestinalis* (Cole, 1904). En vista lateral. **A** Cefalón; **F** Especimen completo; **G** Tercera pata; **H** Propodio; **I** Coxa 2, gonoporo; **J** Abdomen. En vista frontal. **B** Probóscide; **C** Cefalón; **D** Quelas. En vista ventral. **E** Cefalón. **Escala de barras en:** **F** 2 mm; **G** 1 mm; **A, C, E, J** 0.5 mm; **H** 0.3 mm; **D, I** 0.2 mm; **B** 0.1 mm.

Clave para picnogónidos de la costa Este de Baja California Sur

1 Quelíceros y palpos presentes (ovígeros en ambos sexos)	2
Quelíceros, palpos (o ambos) reducidos o ausentes (ovígeros en ambos sexos o únicamente en machos)	15
2(1) Quelíceros, quelas (o ambos) vestigiales (o sin estos); palpos de cuatro a diez segmentos; ovígeros de nueve a diez segmentos, con uña	3
Quelíceros y quelas bien desarrollados, funcionales	10
3(2) Segmentos del ovígero con una sola línea de espinas denticuladas; abdomen fusionado al cuarto segmento del tronco ... AMMOTHEIDAE	4
Segmentos del ovígero con dos (o más) líneas de espinas denticuladas; abdomen articulado, con surco que lo une al cuarto segmento del tronco ASCORHYNCHIDAE quelícero de tres segmentos, más corto que la probóscide; cuerpo y patas robustos; con tubérculos dorsales bajos; propodio sin uñas auxiliares	<i>Pigrogromitus timsanus</i>
4(3) Tronco circular en vista dorsal, procesos laterales tocándose o casi tocándose; escafo formado por un segmento, quela ausente; palpos de cuatro a ocho segmentos <i>Tanystylum</i>	5
Tronco mas latgo que ancho, procesos laterales separados; escafo formado por uno o dos segmentos; palpos con 9-10 segmentos	8
5(4) Quelíceros con dos segmentos; probóscide piriforme; propodio sin espinas en el talón; palpos con cinco segmentos; ovígero formado por seis segmentos, el distal bifurcado	<i>T. intermedium</i>
Quelíceros con un solo segmento; probóscide con forma y longitud variable; propodio con espinas en el talón	6
6(5) Probóscide piriforme; propodio con dos espinas en el talón; uña terminal de la pata de longitud de la mitad del segmento, las uñas auxiliares pequeñas y delgadas; ovígero no segmentado	<i>T. duospinum</i>
Probóscide cilíndrica; propodio con tres espinas gruesas en el	7

talón; ovígero formado por diez segmentos	
7(6) Palpo de cuatro segmentos; tubérculo ocular inserto en la parte media del segmento cefálico	<i>T. occidentalis</i>
Palpo formado por cinco segmentos; tubérculo ocular inserto en la parte anterior del segmento cefálico	<i>T. californicum</i>
8(4) Probóscide oval; tronco con dos tubérculos medios largos; quelíceros formados por tres segmentos; abdomen largo, angulado	<i>Nymphopsis duodorsospinosum</i>
Probóscide cilíndrica, con una constricción anterior; tronco sin tubérculos; quelíceros redondeados anteriormente, formados por dos segmentos, abdomen corto, redondeado distalmente <i>Ammothella</i>	9
9(8) Tronco con dos espinas medias sobre el segmento del primer par de patas; segmento cefálico con un par de proyecciones frontales cónicas; propodio con dos espinas basales sobre el talón; palpo con espinas largas en todos los segmentos, excepto en el primer y tercer segmento	<i>A. spinifera</i>
Tronco sin espinas medias; segmento cefálico sin proyecciones frontales; propodio con tres espinas basales sobre el talón; palpo con espinas cortas en todos los segmentos, excepto en el primero el cual es liso	<i>A. symbius</i>
10(2) Palpos formados por cinco segmentos; ovígeros de diez segmentos, strigilis bien formado, con uña terminal y espinas denticuladas; propodio con uñas auxiliares NYMPHONIDAE	11
Palpos reducidos, ausentes o con cuatro segmentos; ovígeros de 10 segmentos, con strigilis con espinas simples o denticuladas, con o sin uña terminal; propodio con o sin uñas auxiliares	13
11(10) Tarso de $\frac{1}{4}$ el largo del propodio, cuello y patas cortas; dedos de la quela con nueve dientes simples; palpo con segmentos dos y tres de igual longitud, segmento cinco más largo que el cuatro	<i>Nymphon apheles</i>
Tarso de $\frac{1}{3}$ a $\frac{2}{5}$ de la longitud del propodio; cuello y patas largas..	12
12(11) Dedos de la quela con 28-32 dientes; palpo con segmento dos	<i>N. lituus</i>

más largo que el tres y segmentos tres al cinco son del mismo largo;
 formula del strigilis 15:10:10:11

Dedos de la quela con 23 dientes; segmento dos más largo que el
 tres y segmento tres más largo que los segmentos cuatro y cinco juntos;
 formula del strigilis 12:7:5:8

Nymphon sp.

13(10) Espinas de los ovígeros foliosas o
 denticuladas.....

CALLIPALLENIDAE..... 14

Espinas de los ovígeros simples, setiformes ..
 PALLENOPSIDAE...

Bathypallenopsis californica

14(13).- Quelícero con el segmento basal más largo que el distal; palpos
 formados por cuatro segmentos; ovígeros con segmentos segmentos, el
 quinto con una protuberancia en la parte distal; propodio sin uñas
 auxiliares.....

Anoropallene palpida

Quelícero con el segmento basal menor que el distal; palpos
 ausentes o representados por un reborde no segmentado; ovígeros
 formados por diez segmentos; propodio con uñas auxiliares

Callipallene californiensis

15(1) Palpos de cuatro segmentos, quelíceros ausentes en adultos;
 ovígeros de diez segmentos en ambos sexos, strigilis con al menos tres
 líneas de espinas de diferentes formas COLOSSENDEIDAE

Colossendeis gracilis

Sin palpos; quelíceros presentes o ausentes; ovígeros presentes
 solamente en machos 16

16(15) Quelíceros presentes, funcionales; ovígeros formados por cinco o
 seis segmentos, strigilis y uña terminal ausentes, con espinas simples;
 uñas auxiliares delgadas y frágiles, o ausentes

PHOXICHILIDIIDAE *Anoplodactylus*

17

Cuerpo y patas robustas; quelíceros y palpos ausentes, ovígeros
 solo presentes en machos, de siete a nueve segmentos, sin strigilis; uñas
 auxiliares pequeñas o ausentes PYCNOGONIDAE 19

17(16) Probóscide de las hembras con procesos pareados ventrales en
 forma de alas, palpos de un segmento (ausente en machos)

A. californicus

Probóscide	sin	ornamentación	
.....			18
18(17) Tubérculo ocular con tres proyecciones en formas de papilas; glándula cementaria cónica; procesos laterales separados por la mitad o menos del diámetro; con dos espinas en el talón y dos espinas pareadas ..			<i>A. erectus</i>
Tubérculo ocular cónico; procesos laterales separados por más de la mitad de su propio diámetro; con solo una espina en el talón y tres espinas		pareadas	
.....			<i>A. viridintestinalis</i>
19(16) Probóscide en forma de botella, ensanchándose en la parte media; ovígero formado por ocho segmentos, con uña terminal diminuta; procesos laterales libres, con un tubérculo medio distal; abdomen corto, menor que el largo del proceso lateral del cuarto segmento del tronco			<i>Pycnogonum rickettsi</i>
Probóscide cónica; ovígero formado por siete segmentos, uña terminal $\frac{3}{4}$ del tamaño del último segmento ovígero; procesos laterales sin tubérculos; abdomen largo, dos veces mayor que el largo del proceso lateral del cuarto segmento del tronco			<i>P. reticulatum</i>

DISCUSIÓN

Distribución biogeográfica

El estudio taxonómico y ecológico de los picnogónidos en México ha sido escaso e intermitente. Hasta ahora, los estudios taxonómicos en México han sido elaborados principalmente por investigadores extranjeros. Actualmente se han reportado 49 especies nominales de picnogónidos para ambas costas de México y 26 en la región del Pacífico Mexicano, 19 en el Golfo de México y Caribe Mexicano y 4 especies han sido registradas ambas costas de México.

Se cuenta con un registro histórico de 20 especies nominales de picnogónidos en el Estado de Baja California Sur (Tabla S1, Anexo I). Con las diez especies nominales registradas en el presente trabajo, la riqueza específica de picnogónidos conocidas en Baja California Sur se incrementa a 24 especies nominales (20%). Es decir, cuatro de las 10 especies encontradas en el hábitat de muelles de las siete marinas (*Ammothella symbius*, *Tanystylum occidentalis*, *Nymphon apheles* y *Anoplodactylus californicus*) son registradas por primera vez para el Estado de Baja California Sur.

La especie *Ammothella symbius* Child (1979) fue originalmente descrita de especímenes recolectados de Isla Cocos, Costa Rica. El registro más norteño de *A. symbius* en el Pacífico mexicano es Puerto Peñasco, Sonora, México. De esta forma, su rango de distribución biogeográfica actual incluye la Provincia Panámica y la Provincia de Cortez; desde el Archipiélago de Las Perlas, Panamá (8°19'N) hasta Puerto Peñasco, México (31°19'N) (Child 1979). *Ammothella symbius* fue colectada en la presente investigación en la marina de Cabo San Lucas y Santa Rosalía representando una ampliación de ámbito de distribución de la costa Este a la costa Oeste del Golfo de California (Tabla S3).

Tanystylum occidentalis (Cole, 1904) fue descrita de especímenes recolectados en Pacific Grove, California, E.U.A. (localidad tipo). Debido a que éste es el único registro conocido de *T. occidentalis* hasta ahora, no es posible inferir cuál es su afinidad biogeográfica. El descubrimiento de esta especie en Baja California Sur en el presente estudio, es, por lo tanto, el primer reporte de la especie en México siendo una extensión de ámbito al Sur de su área de

distribución con afinidad de la Provincia Californiana y de Cortez. Especie se distribuye en aguas de afinidad templada y subtropical.

Nymphon apheles Child, 1979 fue descrita de especímenes recolectados en Punta Paitilla, Panamá. El reporte del presente estudio representa un nuevo registro en México. Esto implica que *N. apheles* tiene una distribución biogeográfica tropical-subtropical en la Provincia Panámica y de Cortéz.

Anoplodactylus californicus Hall, 1912 fue descrita de especímenes recolectados en Laguna Beach, California. Esta es una especie con amplia distribución como resultado de numerosos casos de sinonimia, siendo previamente reportada en aguas templadas y tropicales del Atlántico, Mar Mediterráneo y Pacífico Oriental templado-tropical. En México, Hilton (1942c) reportó *A. californicus* en Rocas Consag, Baja California localizadas en el Alto Golfo de California. El presente registro de estas especies es el primer reporte en el Estado de Baja California Sur, pero está dentro del rango biogeográfico previamente conocido de *A. californicus*.

Las especies *Anoplodactylus californicus* y *Pigrogromitus timsanus* por su amplia distribución se puede inferir que 1) son especies naturalmente cosmopolitas o 2) son especies que han sido transportadas por barcos en agua de lastre, o en los cascos de embarcaciones menores, entre el material biótico sésil ampliando su rango de distribución natural. Sin embargo, ambas especies fueron previamente reportadas en el Canal de Suez y se considera que presentan distribución circumtropical (Karp & Sconfiatti 1983). Ellos sugieren que la especie *Amothenella hilgendorfi* pudo haber llegado del Pacífico hasta aguas del Mar Mediterráneo transportada en contenedores de lastre o adheridos al casco de los barcos.

Ulate *et al.* (2016) demostraron que la riqueza específica de la comunidad de macro-invertebrados de arrecifes rocosos del Golfo de California se incrementa de Sur a Norte. En el presente estudio no se observó un claro gradiente de incremento latitudinal en la riqueza especies de picnogónidos de Cabo San Lucas a Santa Rosalía. Este resultado fue posiblemente causado por el mayor esfuerzo de muestreo realizado en cuatro marinas de la Bahía de La Paz: La Paz (4 spp.),

Palmira (1 spp.), Muelle Fiscal (2 spp.) y Cantamar (2 spp.) encontrando una riqueza de especies gamma de siete especies. Al Sur de la Bahía de La Paz solo se encontró la especie *Ammothela symbius* (Marina Cabo San Lucas) y en el Norte en la Marina Santa Rosalía y Puerto Escondido se registraron únicamente seis especies (cuatro en Marina Santa Rosalía y dos en Puerto Escondido). Aunque no se observó un claro incremento de especies de Sur a Norte como ha sido previamente registrado para la macro-fauna bentónica de arrecifes rocosos (Ulate *et al.* 2016) aún no se tiene suficiente evidencia para rechazar la hipótesis de incremento latitudinal de la riqueza específica de picnogónidos dado que es necesario ampliar observaciones en hábitats naturales. Ulate *et al.* (2016) posiblemente encontraron un claro gradiente latitudinal debido a que se realizó en un amplio rango latitudinal (22-28° N) que contrasta con el rango latitudinal más modesto del presente estudio (22-24° N).

Re-descripción de especies

La re-descripción de las especies es una relevante actividad de la actualización taxonómica y confirmación de las especies nominales. El estilo de descripción y metodologías para describir especies ha evolucionado desde el primer registro de picnogónidos en México de Schimkewitsch (1893) a la actualidad. En algunas especies solo se conoce su descripción morfológica original realizada con microscopía óptica. Algunas de estas antiguas descripciones no cumplen estándares actuales de formato de descripción de picnogónidos y son demasiado breves o vagos en su contenido que no garantiza una identificación taxonómica precisa y sin incertidumbre diagnóstica para identificarla de manera confiable. El uso de técnicas moleculares definitivamente va a ayudar a la taxonomía de picnogónidos. Sin embargo, eso aún está en una etapa pionera en el mundo, pero particularmente en México (Dietz *et al.*, 2013). El esfuerzo de observación sistemática y comprehensiva de la morfología de los picnogónidos de BCS basado en microscopía óptica y en microscopía electrónica de barrido (MEB) no tiene precedente en México y es uno de los pocos estudios sistemáticos en el mundo. Arango (2003) reporta imágenes de MEB de múltiples especies de

picnogónidos recolectados en la Gran Barrera Australiana pero solo muestra algunas características morfológicas diagnósticas en vez de toda la morfología de cada especie. En cambio, Lehman *et al.* (2014) es un trabajo taxonómico similar a lo realizado en la presente tesis re-describieron de manera gráfica 21 especies de picnogónidos de cinco familias [Ammonotheidae (9 especies), Callipallenidae (5 especies), Endeidae (2 especies), Phoxichilidiidae (3 especies), y Pycnogonidae (2 especies)] recolectados en el litoral del Mar Mediterráneo (proveniente de varios muestreos de campo más especímenes depositados en la Colección del Estado Bavario de Zoología). De esta forma, queda de manifiesto que la presente investigación es un esfuerzo de observación relativamente inusual aún en estándares actuales de la taxonomía moderna en el mundo.

Hasta ahora han pasado relativamente desapercibido las pequeñas variaciones morfológicas intra-específicas entre los ejemplares de los holotipos (descripciones originales) y subsecuentes observaciones de estas especies. Es común la descripción de una nueva especie con un solo espécimen u algunos pocos especímenes desconociendo como cambia la morfología durante la ontogenia particularmente de la fase larvaria y la transición de juvenil a adulto. Esto es agravado por el hecho de que por convención en la especialidad de taxonomía de los picnogónidos las descripciones están basadas casi exclusivamente en la morfología de los machos adultos, de esta forma las variaciones morfológicas debido a dimorfismos sexuales no son enfatizados, las descripciones debieran ser basadas en machos y hembras. Con la descripción de solo el holotipo y en ocasiones solo algunos paratipos no es fácil reconocer si algunas discrepancias en las características morfológicas reportadas en distintas publicaciones tienen valor diagnóstico inter-específico o son meras variaciones naturales intra-específicas. Especímenes recolectados en otro país pueden ser de tallas distintas a los registrados en BCS y por ende tener pequeñas diferencias morfológicas bajo las siguientes posibles explicaciones: 1) diferencias atribuidas a cambios ontogenéticos naturales previamente desconocidos, 2) diferencias atribuidas a morfologías propias de poblaciones de distintas partes del mundo (morfotipos o ecofenotipos), 3) diferencias atribuidas a la capacidad de

observación obtenida con la MEB, 4) alternativamente pequeñas diferencias inter-específicas que inicialmente se conceptualizan como especies cosmopolitas y cuando son en realidad un conjunto de especies crípticas. En el presente trabajo se hicieron cuidadosas observaciones morfológicas y se realizaron dibujos y diagramas mediante observación de microscopio óptico, después de realizar observaciones con MEB fue necesario modificar y típicamente adicionar algunas estructuras morfológicas como espinas, setas, dientes etc y numerosos detalles morfológicos no observados de manera clara u obviados mediante la observación en microscopía óptica. El punto es que los estudios previos de taxonomía de picnogónidos realizados en México (Hilton 1904, Child 1979) mediante microscopía óptica posiblemente tengan ligeras diferencias los especímenes observados en la presente tesis debido a la técnica de observación empleada.

En cuanto a las medidas morfológicas de los ejemplares, en literatura del siglo XIX y XX se acostumbraba solo medir y reportar el largo y ancho del tronco. Es decir, sin proveer información de las dimensiones del resto de los apéndices y por ende las proporciones relativas de cada estructura. Por esta razón, actualmente se conoce poco si los picnogónidos tienen un patrón de crecimiento isométrico o alométrico durante su desarrollo ontogenético; excepto en las pocas especies donde se conoce los distintos estadios del ciclo de vida (por ejemplo, Brenneis *et al.*, 2011). Esta información además permitiría comparar y detectar diferencias morfológicas intra-específicas propias de desarrollo ontogenético o morfotipos (ecofenotipos) de especímenes recolectados en distintas partes del mundo e inferir si son variaciones intra-específicas o caracteres de valor diagnóstico para proponer nuevas especies. En una parte inicial de la presente investigación se descubrieron 14 especímenes en la Bahía de La Paz de una aparente nueva especie y esta fue descrita como *Nymphon* sp. 1 mediante observaciones realizadas en microscopía óptica. Sin embargo, después de realizar cuidadosas observaciones con MEB se empezó a tener incertidumbre si era un morfotipo ligeramente distinto a *Nymphon lituus*, una especie también detectada en el área de estudio de B.C.S. Actualmente estamos considerando que estos 14 especímenes son una variación morfológica intra-específica de *N. lituus* hasta que

se pueda obtener e integrar evidencia morfológica, de estructura de la población de ontogenia y genética suficiente para demostrar que efectivamente es una especie distinta y requiera una descripción formal como nueva especie.

El uso de placas o laminas con dibujos elaborados a mano es de vital importancia para la taxonomía morfológica porque es un modelo conceptual simplificado que permite priorizar distintas características morfológicas con distinto valor diagnóstico requerido para realizar una clave taxonómica e identificación precisa para posteriores estudios de carácter biológico, ecológico y evolutivo. Es decir, los diagramas y dibujos precisos son un primer acercamiento para identificar y detectar una especie en particular y poder posteriormente realizar inferencias ecológicas o filogenéticas. En la actualidad se cuenta con estereoscopios y microscopios que poseen mejor óptica y más aumento que nos ayudan a realizar descripciones morfológicas cada vez más precisas y detalladas; que, hasta cierto punto, dejan de ser comparables con esfuerzos de descripción morfológicas históricas. En estos casos es justificado realizar una formal re-descripción taxonómica como es aquí realizado para todas las especies observadas en la presente tesis. Una mejora sustancial fue la observación morfológica mediante imágenes de microscopía electrónica de barrido, nos dejan poca o nula duda de las estructuras que se están observando. El trabajo de Lehmann *et al.* (2014) que implementó esta técnica de manera sistemática permitió mostrar las características morfológicas de 21 especies del Mar Mediterráneo mostrando claramente apéndices y estructuras características de cada especie. A diferencia del presente estudio, ellos no proveen descripciones por escrito de ninguna especie y solo muestran algunas observaciones breves en la sección de “remarks”. Arango & Maxmen (2006) mencionan la ornamentación de la probóscide en el complejo *Anoplodactylus californicus-digitatus* pero solo muestran imágenes de la ornamentación de la probóscide y estructuras reproductoras de *Anoplodactylus eroticus*. Brenneis *et al.* (2011) realizaron un trabajo sobre la morfogénesis de *Pseudopallene* sp. describiendo las estructuras y sus cambios morfológicos durante cada etapa larvaria.

La clave dicotómica de identificación de familias, géneros y especies presentes en la costa Este de Baja California Sur incluida en el presente estudio fue modificada de la clave taxonómica de Child (1979), quien a su vez la actualizó y modificó de Heldgpeth (1948). En la presente clave de identificación taxonómica se anexan caracteres morfológicos diagnósticos que claramente identifican a cada especie nominal de la costa Este de Baja California Sur. Es evidente que aún queda un enorme esfuerzo taxonómico para describir de manera detallada el resto de las especies conocidas en B.C.S. y México.

CONCLUSIONES

- 1) La riqueza específica registrada en las siete marinas de la costa Este de Baja California sur es de 10 especies nominales pertenecientes a 6 géneros y 5 familias (N=128 especímenes).
- 2) El registro de dos especies: *Tanystylum occidentale* y *Nymphon apheles*, amplía su distribución 2500 km hacia el Sur y 3900 km hacia el Norte respectivamente de las localidades más cercanas.
- 3) *Ammothella symbius* y *Anoplodactylus californicus* son primeros registros en Baja California Sur.
- 4) La familia Ammotheidae tuvo la mayor riqueza de especies (dos especies cada género *Ammothella* y *Tanystylum*). El género más representado fue *Anoplodactylus* con tres especies. *Anoplodactylus californicus* fue la especie más abundante y frecuente (34 especímenes) presente en cinco campañas de muestreo (abril 2011; agosto 2011; enero 2013; febrero 2017; junio 2017) y tres marinas: Marina La Paz, Palmira y Puerto Escondido.
- 5) No se registró un gradiente latitudinal de riqueza específica definido, debido a que el muestreo cubrió un intervalo latitudinal corto (22-24° N).
- 6) Los diagramas, imágenes y clave dicotómica generados en este estudio son una herramienta robusta para la identificación de picnogónidos y de utilidad en el ámbito académico y de investigación marina.
- 7) Es necesario incrementar el esfuerzo de investigación sobre la riqueza y distribución de picnogónidos en diferentes hábitats (fosas de entre mareas, playas rocosas, corales, macro-algas, invertebrados cesiles) debido a que las diez especies reportadas en el presente estudio se limitan a muestreos de marinas donde los veleros y yates posiblemente faciliten la movilidad de las especies al transportar fauna incrustante autóctona y alóctona.

REFERENCIAS

- Alvarez, F. & Ojeda, M. 2018. First record of a sea spider (Pycnogonida) from an anchialine habitat. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 46(1): 219-224.
- Arango, C.P. 2003. Sea spiders (Pycnogonida, Arthropoda) from the Great Barrier Reef, Australia: new species, new records and ecological annotations. *Journal of Natural History*, 37(22), 2723-2772.
- Arango, C.P. & A. Maxmen. 2006. Proboscis ornamentation as a diagnostic character for the *Anoplodactylus californicus-digitatus* complex (Arthropoda: Pycnogonida) with an example from the *Anoplodactylus eroticus* female. *Zootaxa*, 1311(1): 51-64.
- Arnaud, F. & R.N. Bamber. 1987. The Biology of Pycnogonida. *Advances in Marine Biology*, 24: 1-96.
- Bamber, R.N., & Y. Takahashi. 2005. Some littoral sea spiders (Arthropoda: Pycnogonida) from Ecuador, with a new species of *Anoplodactylus* Wilson, 1878 (Phoxichilidiidae). *Zootaxa*, 815: 1-8.
- Bamber, R.N., A. El Nagar & C.P. Arango. (Eds) 2018. Pycnobase: World Pycnogonida Database. Pycnogonida. Accessed through: World Register of Marine Species at: <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=1302>, revisado el 2018-02-22.
- Bergström, J., W. Stürmer & G. Wingter. 1980. *Palaeoisopus*, *Palaeopantopus* and *Palaeothea*, pycnogonid arthropods from the Lower Devonian Hunsrück Slate, West Germany. *Paläontologische Zeitschrift*, 54: 7-54.
- Brenneis, G., C.P. Arango & G. Scholtz. 2011. Morphogenesis of *Pseudopallene* sp. (Pycnogonida, Callipallenidae) I: embryonic development. *Development genes and evolution*, 221(5-6): 309-328.
- Brusca, R.C. & B.R. 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.
- Brusca, R.C. & G.J. Brusca. 2005. Invertebrados. 2a ed., McGraw-Hill-Interamericana, Madrid, 1005 p.
- Calman, W.T. 1927. Report on the Pycnogonida. Zoological results of the Cambridge Expedition to the Suez Canal, 1924. *Transactions of the Zoological Society of London*, 22(3): 403-410.
- Child, C.A. 1978. Gynandromorphs of the pycnogonid *Anoplodactylus portus*. *Zoological Journal of the Linnean Society of London*, 63(1- 2): 133-144.
- Child, C.A. 1979. Shallow-water Pycnogonida of the Isthmus of Panama and the Coasts of Middle America. *Smithsonian Contributions to Zoology*, 293: 1-86.
- Child, C.A. 1987. The Pycnogonida Types of H.V.M. Hall. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 100(3): 552-558.
- Child, C.A. 1992. Shallow-water Pycnogonida of the Gulf of Mexico. *Florida Marine Research Institute*, 9: 1-86.
- Child, C.A. & J.W. Hedgpeth. 2007. Pycnogonida. In: Carlton J (Ed.) *The Light and Smith Manual: Intertidal Invertebrates from Central California to Oregon* (4th edition). University of California Press, Berkeley, 656-665.

- Chimenz-Gusso, C. & L. Lattanzi. 2003. Mediterranean Pycnogonida: faunistic, taxonomical and zoogeographical considerations. *Biogeographia*, 24: 251-562.
- Cobb, M. 2010. Pycnogonids. *Current Biology*, 20(14): 591-593.
- Cole, L.J. 1904. Pycnogonida of the West Coast of North America. *Harriman Alaska Expedition*, 10: 249-330.
- de León-Espinosa, A. & J.A. de León-González. 2015. Pycnogonids associated with the giant lion's paw scallop *Nodipecten subnodosus* (Sowerby) in Ojo de Liebre Bay, Guerrero Negro, Baja California Sur, Mexico. *ZooKeys*, 530: 129-149.
- Dietz, L., F. Krapp, M.E. Hendrickx, C.P. Arango, K. Krabbe, J.M. Spaak & F. Leese. 2013. Evidence from morphological and genetic data confirms that *Colossendeis tenera* Hilton, 1943 (Arthropoda: Pycnogonida), does not belong to the *Colossendeis megalonyx* Hoek, 1881 complex. *Organisms Diversity & Evolution*, 13(2), 151-162.
- Foster, M.S., L.M. McConnico, L. Lundsten, T. Wadsworth, T. Kimball, L.B. Brooks, M. Medina-López, R. Riosmena-Rodríguez, G. Hernández-Carmona, R.M. Vazquez-Elizondo, S. Johnson & D.L. Steller. 2007. Diversity and natural history of a *Lithothamnion muelleri*-*Sargassum horridum* community in the Gulf of California. *Ciencias Marinas*, 33(4): 367-384.
- Gillespie, J.M. & B.A. Bain. 2006. Postembryonic development of *Tanystylum bealensis* (Pycnogonida, Ammotheidae) from Barkley Sound, British Columbia, Canada. *Journal of Morphology*, 267(3): 308-317.
- Giribert, G. & C. Ribera. 1998. The position of Arthropods in the Animal Kingdom: A search for a reliable outgroup for internal arthropod phylogeny. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 9(3): 481-488.
- Giribet, G., G.D. Edgecombe & W.C. Wheeler. 2001. Arthropod phylogeny based on eight molecular loci and morphology. *Nature*, 413: 157-161.
- Hall, H.V.M. 1912. Studies on Pycnogonida. *First annual report of the Laguna Marine Laboratory*, 1: 91-99.
- Hall, H.V.M. 1913. Pycnogonida from the coast of California, with descriptions of two new species. *University of California Publications in Zoology*, 11: 127-42.
- Hedgpeth, J.W. 1941. A key to the Pycnogonida of the Pacific coast of North America. *Transactions of the San Diego Society of Natural History*, 9(26): 253-264.
- Hedgpeth, J.W. 1948. The Pycnogonida of the western North Atlantic and the Caribbean. *Proceedings of the United States National Museum*, 97(3216): 157-342.
- Hilton, W.A. 1939. A preliminary list of pycnogonids from the shores of California. *Pomona Journal of Entomology and Zoology*, 31(2): 27-35.
- Hilton, W.A. 1942a. Pycnogonids from the Allan Hancock Expeditions. *Allan Hancock Pacific Expeditions (University of Southern California)*, 5(9): 277-339.
- Hilton, W.A. 1942b. Pantopoda. II; Family Callipallenidae. *Pomona Journal of Entomology and Zoology*, 34(2): 38-41.
- Hilton, W.A. 1942c. Pycnogonids from the Pacific. Family Phoxichilididae Sars 1891. *Pomona Journal of Entomology and Zoology*, 34(3): 71-74.
- Hoek, P.P.C. 1882. Report on the Pycnogonida. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh*, 11: 689-690.

- Krapp, F. & C. Viquez. 2011. Pycnogonida from Costa Rica collected by Scuba Diving. *Cuadernos de Investigación, UNED*, 3(2): 203-207.
- Krapp, F. & R. Sconfiatti. 1983. *Ammothea hilgendorfi* (Böhm, 1879), an adventitious pycnogonid new for the Mediterranean Sea. *Marine Ecology*, 4(2): 123-132.
- Lehmann, T., M. Heß & R. Melzer. 2014. Common littoral pycnogonids of the Mediterranean Sea. *Zoosystematics and Evolution*, 90, 163.
- Manton, S.M. 1978. Habits, functional morphology and the evolution of pycnogonids. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 63(1-2): 1-21.
- Melzer, R.R., M. Schrödl, V. Häussermann, G. Försterra & M.F. Montoya Bravo. 2006. Pycnogonids on cnidarians at fjord Comau, Southern Chile: A report on 2005 SCUBA collections. *Spixiana*, 29(3): 237-242.
- Méndez-Trejo, M.C., R. Riosmena-Rodríguez, E. Ávila, J. M. López-Vivas & A. Senties. 2014. Evaluación de la invasión de *Acanthophora spicifera* (Rhodophyta) sobre la epifauna en Bahía de La Paz, BCS. En: Low Pfeng A.M., P.A. Quijón & E. M. Peters Racagno (Eds.), *Especies invasoras Acuáticas: Casos de estudios en Ecosistemas de México*, 434-456 pp.
- Monteforte, M. & A. García-Gasca. 1994. Spat collection studies on pearl oysters *Pinctada mazatlanica* and *Pteria sterna* (Bivalvia, Pteriidae) in Bahía de La Paz, South Baja California, Mexico. *Hydrobiologia*, 291(1): 21-34.
- Morales-Zárate, M.V., A. Zayas-Álvarez, C.A. Salinas-Zavala & A. Mejía-Rebollo. 2016. Biocenosis de la comunidad bentónica en la Laguna Guerrero Negro, Baja California Sur, México: caracterización espacio-temporal. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 44(4): 726-741.
- Munilla, T. 1999. Evolución y filogenia de los pycnogónidos. Pp: 273-279 En: Melic, A., J.J. De Haro, M. Méndez & I. Ribera (eds.). Evolución y filogenia de Arthropoda. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza*, (26): 273-279.
- Munilla, T. 2002. Pycnogonida. In: Llorente-Bousquets, J. & Morrone, J.J. (Eds.), Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento. Vol. III, *Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México*, 215-222 p.
- Müller, H.G. 1992. Shallow-water Pycnogonida from Barbados, Lesser Antilles with description of *Anoplodactylus justii* n.sp. *Studies on the Natural History of the Caribbean Region*, 71: 42-52.
- Müller, H.G. & F. Krapp. 2009. The pycnogonid fauna (Pycnogonida, Arthropoda) of the Tayrona National Park and adjoining areas on the Caribbean coast of Colombia. *Zootaxa*, 2319: 1-138.
- Murthugh-Olachea, M.O. 2011. Composición de la macro-fauna reclutada a un sustrato artificial en la Playa Guadalupe, Bahía Concepción, B.C.S., México. *Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California Sur, México*, 73 pp.
- Ortuño, V.M. & F.D. Martínez-Pérez. 2011. Diversidad de artrópodos en España. *Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 9: 235-284.
- Ride, W. D. J. L. 1999. *International code of zoological nomenclature*. International Trust for Zoological Nomenclature.

- Salazar-Vallejo, S.I. & J.H. Stock. 1987. Apparent parasitism of *Sabella melanostigma* (Polychaeta) by *Ammothella spinifera* (Pycnogonida) from the Gulf of California. *Revista de Biología Tropical*, 35(2): 269-275.
- Schimkewitsch, W. 1893. Report on the dredging operations off the West Coast of Central America to the Galapagos, to the West Coast of Mexico, and in the Gulf of California, in charge of Alexander Agassiz, carried on by the U.S. Fish Commission Steamer Albatross, during 1891, Lieut. Commander Z.L. Tanner, U.S.N., commanding. *Compte-rendu sur les Pantopodes, recueillis pendant les Explorations de l'Albatross 1891. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard*, 25(2): 27-43.
- Stock, J.H. 1955. Pycnogonida from the West Indies, Central America and the Pacific Coast of North America. Papers from Dr Th. Mortensen's Pacific Expedition 1914–1916. *Videnskabelige Meddelelser fra Dansk Naturhistorisk Forening i Kjobenhavn*, 117: 209-266.
- Stock, J.H. 1975. Pycnogonida from the continental shelf, slope, and deep sea of the tropical Atlantic and East Pacific. Biological results of the University of Miami deep-sea expeditions, 108. *Bulletin of Marine Science*, 24(4): 957-1092.
- Stock, J.H. 1986. Pycnogonida from the Caribbean and the Straits of Florida. *Bulletin of Marine Science*, 38(3): 399-441.
- Tiegs, O.W. & S.M. Manton. 1958. The evolution of the Arthropoda. *Biological Reviews*, 33: 255-337.
- Tovar-Hernández, M.A., B. Yáñez-Rivera, T.F. Villalobos-Guerrero, J.M. Aguilar-Camacho & I.D. Ramírez-Santana. 2014. Invertebrados marinos exóticos en el Golfo de California. *Especies invasoras acuáticas: Casos de Estudio en Ecosistemas de México*, 15-32 p.
- Ulate, K., C. Sánchez, A. Sánchez-Rodríguez, D. Alonso, O. Aburto-Oropeza & L. Huato-Soberanis 2016. Latitudinal regionalization of epibenthic macroinvertebrate communities on rocky reefs in the Gulf of California. *Marine Biology Research*, 12(4): 389-401.
- Wicksten, M.K. 1996. Decapod crustaceans and pycnogonids of Rocas Alijos. *Rocas Alijos Springer, Dordrecht*, 285-293 p.
- Wright-López, H. 1997. Ecología de la captación de la semilla de madreperla *Pinctada mazatlanica* y concha nácar *Pteria sterna* (Bivalvia: Pteriidae), en la Isla Gaviota, Bahía de La Paz, B.C.S., México. *Tesis de Maestría, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional, La Paz, B.C.S.* 151 p.

ANEXO I

Tabla S1. Lista de registros históricos de picnogónidos por localidad en ambas costas de México (1893–2018). Regiones: Pacífico Mexicano (PM), Golfo de California (GC), Golfo de México (GM), Caribe Mexicano (CM). El sombreado gris indica especies registradas previamente en la costa Este de Baja California Sur, México. Claves de localidades en Tabla S2. 1= Morales-Zarate *et al.* (2016); 2= Stock (1986); 3= Child (1979); 4= Child (1992); 5= Hilton (1942); 6= de León-Espinosa & de León-González (2015); 7= Monteforte & García-Gasca (1994); 8= Wright-Lopez (1997); 9= Foster *et al.* (2007); 10= Hedgpeth (1948); 11= Schimkewitsch (1893); 12= Álvarez & Ojeda (2018); 13= Wicksten (1996); 14= Dietz *et al.* (2014).

Familia	Género, especie y autoridad	Localidad	Referencia
Ammonotheidae	<i>Achelia alaskensis</i> (Cole, 1904)	PM: LGN	1
	<i>Achelia gracilis</i> Verrill, 1900	CM: CYC	2
	<i>Achelia sawayai</i> Marcus, 1940	CM: CYC, BAAS; GM: TUVE	2, 3, 4
	<i>Ammothea hilgendorfi</i> (Böhm, 1879)	PM: BATO	3
	<i>Ammothella marcusii</i> Hedgpeth, 1948	PM: ISTA	4
	<i>Ammothella rugulosa</i> Verrill, 1900	CM: BAAS, COZ	3
	<i>Ammothella spinifera</i> Cole, 1904	GC: PUPE, MAZ, BACO, ISF; PM: BAPE	3
	<i>Ammothella symbius</i> Child, 1979	GC: MAZ	3
	<i>Nymphopsis duodorsospinosa</i> Hilton, 1942	GC: BSFTO; PM: LODL	5, 6
	<i>Nymphopsis spinosissimum</i> Hall, 1912	PM: BARO	5
	<i>Tanystylum californicum</i> Hilton, 1939	GC: BAPA	7
	<i>Tanystylum duospinum</i> Hilton, 1939	GC: ISPA, SJDC; PM: BASM, BATS, BAPE, ISTA; GM: MOVE	3, 4
	<i>Tanystylum geminum</i> Stock, 1954	CM: COZ	3
	<i>Tanystylum intermedium</i> Cole, 1904	GC: PUPE, BAPA, BACO; PM: BATE, ISTA	3, 8, 9
	<i>Tanystylum isthmiacum</i> Stock, 1955	PM: BATO, ISCE	3
	<i>Tanystylum orbiculare</i> Wilson, 1878	GM: MOVE, PEVE, PDVE, TUVE, VEVE	4
Ascorhynchidae	<i>Ascorhynchus latipes</i> (Cole 1906)	GM: TUVE	4
	<i>Ascorhynchus serratus</i> Hedgpeth, 1948	CM: COZ	10
Ascorhynchidae	<i>Eurycyde bamberi</i> de León-Espinosa & de León-González, 2015	PM: LODL	6
	<i>Pigrogromitus timsanus</i> Calman, 1927	GC: ISES; GM: PEVE; CM: PRO	3, 4
Callipallenidae	<i>Anoropallene palpida</i> (Hilton, 1939)	GC: YAV, BAGU, BAPI; PM: BASM, BACHA	3
	<i>Callipallene brevirostris</i> (Johnston, 1837)	CM: CYC	2
	<i>Callipallene californiensis</i> (Hall, 1913)	PM: ISCE; GC: ISES, ISSF, BACO, BAPA; PM: LODL	3, 6, 7
Colossendeidae	<i>Pallenoides spinulosum</i> Stock, 1955	CM: CYC	2
	<i>Colossendeis gracilis</i> Hoek, 1881	GC: SJDC	11
	<i>Colossendeis gracilis pallida</i> Schimkewitsch, 1893	GC: ILTM; PM: ACA	11
	<i>Colossendeis tenera</i> Hilton, 1943	PM: COL	14
Endeidae	<i>Endeis spinosa</i> (Montagu, 1808)	GM: LATE; CM: ISMU	4
Nymphonidae	<i>Nymphon floridanum</i> Hedgpeth, 1948	CM: CYC	2

	<i>Nymphon lituus</i> Child, 1979	GC: ISAG, PUPE, BACO; PM: LODL	3, 6
	<i>Nymphon pixellae</i> Scott, 1912	GC: ISPN, ROCO	5
Pallenopsidae	<i>Bathypallenopsis californica</i> (Schimkewitsch, 1893)	GC: SJDC	11
Phoxichilidiidae	<i>Anoplodactylus batangensis</i> (Helfer, 1938)	CM: COZ, PRO, CNNC; GM: PURE	3, 4, 12
	<i>Anoplodactylus californicus</i> Hall, 1912	GC: ROCO; GM: PEVE	4, 5
	<i>Anoplodactylus erectus</i> Cole, 1904	GC: BSFTO, PUPE	3, 5
	<i>Anoplodactylus evelinae</i> Marcus, 1940	CM: BAAS	3
	<i>Anoplodactylus glandulifer</i> Stock, 1954	CM: BAAS	3
	<i>Anoplodactylus insignis</i> (Hoek, 1881)	GM: BTO	4
	<i>Anoplodactylus lentus</i> Wilson, 1878	CM: COZ, CYC	2, 10
	<i>Anoplodactylus maritimus</i> Hodgson, 1914	GM: LATE	4
	<i>Anoplodactylus monotrema</i> Stock, 1979	CM: ISMU, BAAS	3
	<i>Anoplodactylus pectinus</i> Hedgpeth, 1948	CM: BAAS	3
	<i>Anoplodactylus petiolatus</i> (Krøyer, 1844)	CM: PRO	4
	<i>Anoplodactylus viridintestinalis</i> (Cole, 1904)	PM: GOTE; GC: BAPA	3, 8
	<i>Phoxichilidium femoratum</i> (Rathke, 1799)	PM: LGN	1
Pycnogonidae	<i>Pycnogonum reticulatum</i> Hedgpeth, 1948	CM: ISMU; GC: ROAL	3, 13
	<i>Pycnogonum rickettsi</i> Schmitt, 1934	PM: LODL; GC: ROAL	6, 13
	<i>Pycnogonum stearnsi</i> Ives, 1883	GC: BASC, PULO, PUPE	3
Rhynchorhoracidae	<i>Rhynchothorax philopsammum</i> Hedgpeth, 1951	PM: ISTA	3

Tabla S2. Claves de localidades de registros históricos de picnogónidos en el Pacífico Mexicano (PM), el Golfo de California (GC), Golfo de México (GM) y Caribe Mexicano (CM).

Estado	Región	Localidad	Latitud N	Longitud O	Clave
Baja California	PM	Bahía Todos Santos	31°48'	116°42'	BATS
	GC	Roca Consag	30°02'	114°29'	ROCO
	PM	Bahía Rosario	29°51'	115°45'	BARO
	GC	Isla Angel de la Guardia	29°15'	113°22'	ISAG
Baja California Sur	PM	Isla Cedros	28°05'	115°11'	ISCE
	PM	Isla Cedros	28°10'	115°13'	ISCE
	PM	Laguna Guerrero Negro	27°58'	114°06'	LGN
	PM	Laguna Ojo de Liebre	27°45'	114°15'	LODL
	PM	Bahía Tortugas	27°41'	114°53'	BATO
	GC	Bahía Concepción	26°40'	111°50'	BACO
	GC	Rocas Alijo	24°57'	115°44'	ROAL
	GC	Isla San Francisco	24°49'	110°34'	ISSF
	GC	Bahía San Francisquito	24°49'	110°34'	BSFTO
	PM	Bahía Santa María	24°45'	112°11'	BASM
	GC	Isla Espíritu Santo	24°28'	110°19'	ISES
	GC	Bahía de La Paz	24°24'	110°30'	BAPA
	GC	Bahía Pichilingue	24°16'	110°21'	BAPI
	GC	San José del Cabo	23°03'	109°42'	SJDC
	Sonora	GC	Puerto Peñasco	31°19'	113°32'
GC		Puerto Lobos	30°23'	112°50'	PULO
GC		Isla Patos	29°16'	112°28'	ISPA
GC		Isla San Pedro Nolasco	27°57'	111°22'	ISPN
GC		Bahía San Carlos	27°56'	111°01'	BASC
GC		Bahía de Guasimas	27°51'	110°35'	BAGU
GC		Yavaros	26°42'	109°31'	YAV
Sinaloa	GC	Mazatlán	23°13'	106°25'	MAZ
Nayarit	GC	Las Tres Marías	21°32'	106°28'	ILTM
Jalisco	PM	Bahía Tenacatita	19°17'	104°51'	BATE
Colima	PM	Colima	18°52'	104°14'	COL
Guerrero	PM	Bahía Petatlan	17°34'	101°30'	BAPE
	PM	Acapulco	16°47'	99°55'	ACA
Oaxaca	PM	Golfo de Tehuantepec	15°59'	94°35'	GOTE
	PM	Bahía Chacahua	15°58'	97°40'	BACHA
	PM	Isla Tangola	15°45'	96°05'	ISTA
Tamaulipas	GM	Barra del Tordo	23°01'	97°45'	BTO
Veracruz	GM	Tuxpan	20°57'	97°18'	TUVE
	GM	Punta Delgada	19°44'	96°24'	PDVE
	GM	Playa Escondida	19°13'	96°09'	PEVE
	GM	Veracruz	19°10'	96°06'	VEVE
	GM	Montepio	18°23'	95°03'	MOVE
Campeche	GM	Puerto Real	18°46'	91°31'	PURE
	GM	Laguna de Terminos	18°36'	91°33'	LATE
Yucatán	CM	Progreso	21°16'	89°39'	PRO
Quintana Roo	CM	Isla Mujeres	21°14'	86°44'	ISMU
	CM	Canal de Yucatán- Cancún	21°10'	86°45'	CYC
	CM	Cozumel	20°25'	86°55'	COZ
	CM	Cenote Nohoch Nah Chich	20°17'	87°24'	CNNC
	CM	Bahía de la Ascensión	19°35'	87°38'	BAAS

ANEXO II

Tabla S3. Suma, promedio, desviación estándar, número de muestras, error estándar por especie recolectado por mes de muestreo y por marina. CSL= Marina Cabo San Lucas; MLP= Marina La Paz; FLP= Muelle Fiscal La Paz; PLP= Marina Palmira La Paz; C= Marina Cantamar; PE= Marina Puerto Escondido; FSR= Marina FONATUR-Santa Rosalía.

Género y especie	Mes de muestreo	CSL	MLP	FLP	PLP	C	PE	FSR
<i>Ammothella spinifera</i>	Abril 2011	0	0	0	0	0	0	0
	Agosto 2011	0	0	0	0	0	0	0
	Enero 2013	0	1	0		0	0	12
	Septiembre 2013	0	0	0		0	0	0
	Noviembre 2013	0	0	0		0	0	18
	Febrero 2017						0	
	Junio 2017		0	0		0		0
Suma		0	1	0	0	0	0	30
Promedio		0	0.17	0	0	0	0	5
Desviación estándar		0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0
Número de muestras		5.0	6.0	6.0	2.0	6.0	6.0	6.0
Error estándar		0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3
<i>Ammothella symbius</i>	Abril 2011	0	0	0	0	0	0	0
	Agosto 2011	0	0	0	0	0	0	0
	Enero 2013	1	0	0		0	0	1
	Septiembre 2013	0	0	0		0	0	0
	Noviembre 2013	0	0	0		0	0	2
	Febrero 2017						0	
	Junio 2017		0	0		0		0
Suma		1	0	0	0	0	0	3
Promedio		0.2	0	0	0	0	0	0.5
Desviación estándar		0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8
Número de muestras		5.0	6.0	6.0	2.0	6.0	6.0	6.0
Error estándar		0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
<i>Tanystylum intermedium</i>	Abril 2011	0	0	0	0	0	0	0
	Agosto 2011	0	0	0	0	0	0	0
	Enero 2013	0	0	0		0	0	0
	Septiembre 2013	0	0	0		0	0	0
	Noviembre 2013	0	0	0		0	0	1
	Febrero 2017						0	
	Junio 2017		0	0		1		0
Suma		0	0	0	0	1	0	1
Promedio		0	0	0	0	0.16	0	0.16
Desviación estándar		0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.4
Número de muestras		5.0	6.0	6.0	2.0	6.0	6.0	6.0
Error estándar		0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.2

<i>Tanystylum occidentalis</i>	Abril 2011	0	0	0	0	0	0	0
	Agosto 2011	0	0	0	0	0	0	0
	Enero 2013	0	0	1		0	0	0
	Septiembre 2013	0	0	0		0	0	0
	Noviembre 2013	0	0			0	0	1
	Febrero 2017			0			0	
	Junio 2017		0	9		0		0
	Suma		0	0	10	0	0	0
Promedio		0	0	1.66	0	0	0	0.16
Desviación estándar		0.0	0.0	3.6	0.0	0.0	0.0	0.4
Número de muestras		5.0	6.0	6.0	2.0	6.0	6.0	6.0
Error estándar		0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.2
<hr/>								
<i>Pigrogromitus timsanus</i>	Abril 2011	0	0	0	0	0	0	0
	Agosto 2011	0	0	0	0	0	0	0
	Enero 2013	0	0	0		0	0	0
	Septiembre 2013	0	0	0		0	0	0
	Noviembre 2013	0	0			0	0	0
	Febrero 2017			0			0	
	Junio 2017		0	2		0		0
	Suma		0	0	2	0	0	0
Promedio		0	0	0.33	0	0	0	0
Desviación estándar		0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0
Número de muestras		5.0	6.0	6.0	2.0	6.0	6.0	6.0
Error estándar		0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0
<hr/>								
<i>Callipallene californiensis</i>	Abril 2011	0	0	0	0	0	0	0
	Agosto 2011	0	0	0	0	0	0	0
	Enero 2013	0	1	0		0	0	0
	Septiembre 2013	0	0	0		0	0	0
	Noviembre 2013	0	0	0		0	0	0
	Febrero 2017						0	
	Junio 2017		4	0		0		0
	Suma		0	5	0	0	0	0
Promedio		0	0.83	0	0	0	0	0
Desviación estándar		0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Número de muestras		5.0	6.0	6.0	2.0	6.0	6.0	6.0
Error estándar		0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<hr/>								
<i>Nymphon apheles</i>	Abril 2011	0	0	0	0	0	0	0
	Agosto 2011	0	0	0	0	0	0	0
	Enero 2013	0	0	0		0	0	0
	Septiembre 2013	0	0	0		0	0	0

	Noviembre 2013	0	0	0	0	0	0
	Febrero 2017					0	
	Junio 2017		0	0	4		0
Suma		0	0	0	0	4	0
Promedio		0	0	0	0	0.66	0
Desviación estándar		0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0
Número de muestras		5.0	6.0	6.0	2.0	6.0	6.0
Error estándar		0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0

<i>Anoplodactylus californicus</i>	Abril 2011	0	0	0	0	0	1	0
	Agosto 2011	0	5	0	1	0	0	0
	Enero 2013	0	2	0		0	20	0
	Septiembre 2013	0	0	0		0	0	0
	Noviembre 2013	0	0	0		0	0	0
	Febrero 2017						2	
	Junio 2017		3	0		0		0
Suma		0	10	0	1	0	23	0
Promedio		0	1.66	0	0.5	0	3.83	0
Desviación estándar		0.0	2.1	0.0	0.7	0.0	8.0	0.0
Número de muestras		5.0	6.0	6.0	2.0	6.0	6.0	6.0
Error estándar		0.0	0.8	0.0	0.5	0.0	3.2	0.0

<i>Anoplodactylus erectus</i>	Abril 2011	0	0	0	0	0	0	0
	Agosto 2011	0	0	0	0	0	0	0
	Enero 2013	0	0	0		0	0	0
	Septiembre 2013	0	0	0		0	0	0
	Noviembre 2013	0	0	0		0	0	0
	Febrero 2017						0	
	Junio 2017		0	16		0		0
Suma		0	0	16	0	0	0	0
Promedio		0	0	2.66	0	0	0	0
Desviación estándar		0.0	0.0	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0
Número de muestras		5.0	6.0	6.0	2.0	6.0	6.0	6.0
Error estándar		0.0	0.0	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0

<i>Anoplodactylus viridintestinalis</i>	Abril 2011	0	0	0	0	0	0	0
	Agosto 2011	0	0	0	0	0	0	0
	Enero 2013	0	0	0		0	19	0
	Septiembre 2013	0	0	0		0	0	0
	Noviembre 2013	0	0	0		0	0	0
	Febrero 2017						0	
	Junio 2017		0	0		0		0
Suma		0	0	0	0	0	19	0
Promedio		0	0	0	0	0	3.16	0

Desviación estándar	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.8	0.0
Número de muestras	5.0	6.0	6.0	2.0	6.0	6.0	6.0
Error estándar	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	0.0

ANEXO III

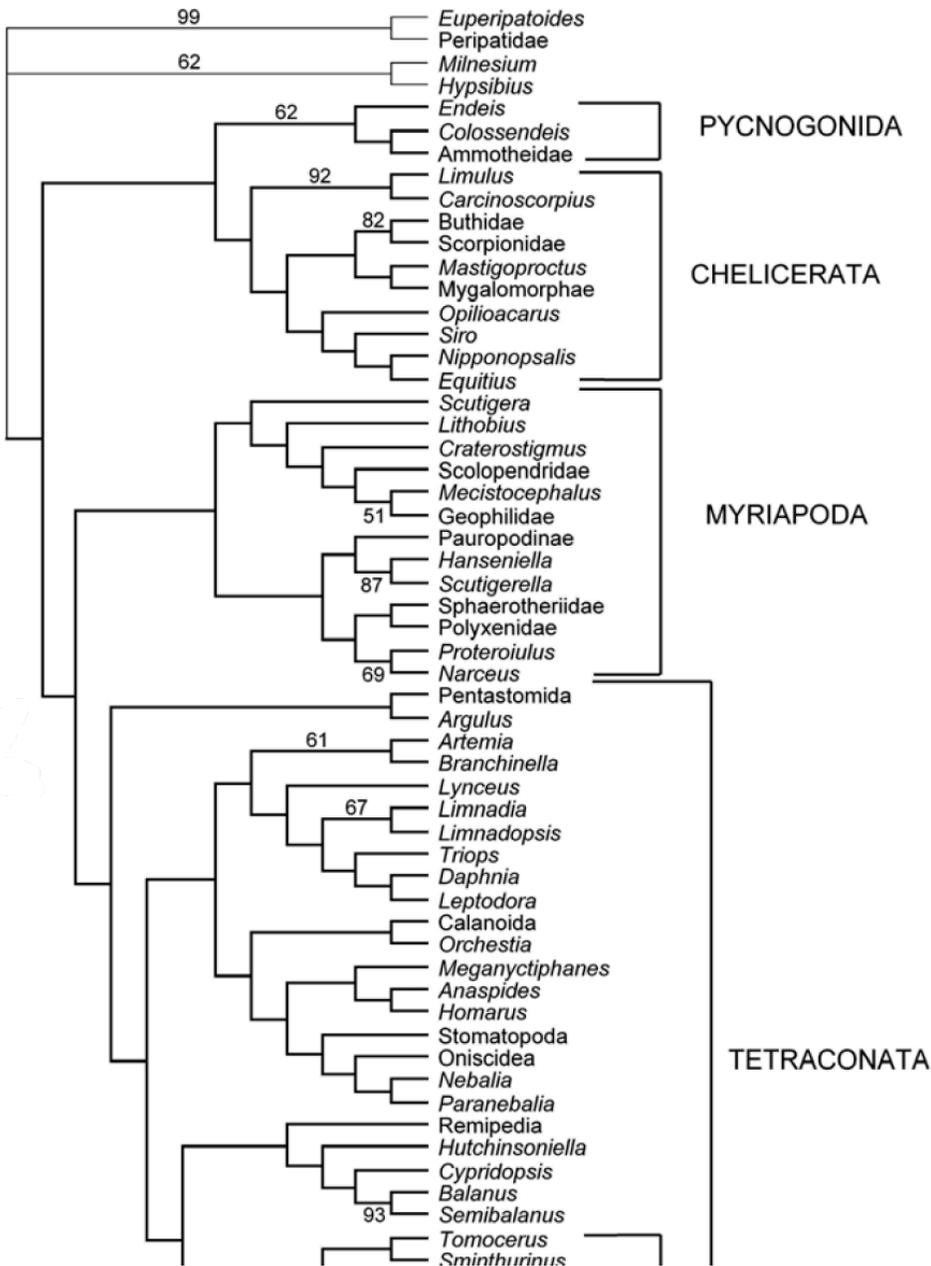


Figura 1. Cladograma mas parcimonioso a un costo de 109,957 pasos usando los parámetros optimos.

ANEXO IV

Tabla S4. Abreviaciones usadas en las figuras ordenadas alfabéticamente.

Ab	Abdomen	Pa	Palpo
An	Ano	Pp	Propodio
Ap	apofisis	Pr	Probóscide
Bo	Boca	Qo	quelicero
Cu	cuello	Qa	quela
Co	coxa	St	strigilis
Di	Dedo inmóvil	So	Saco ovígero
Dm	Dedo móvil	Ta	tarso
Eg	Espuela genital	Ti	tibia
Ec	Espinas compuestas	Ua	Uñas auxiliares
Fe	femur	Uñ	Uña
Gc	Glandula cementaria	Ov	Ovígero
Os	Órganos sensoriales laterales	To	Tubérculo ocular
Pl	Procesos laterales		