

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO



REVISIÓN TAXONÓMICA DE LAS ESPECIES EPIGEAS DEL GÉNERO
CAECIDOTEA PACKARD, 1871 (CRUSTACEA: ISOPODA: ASELLIDAE)
DE LA REGIÓN CENTRAL DE MÉXICO.

Por

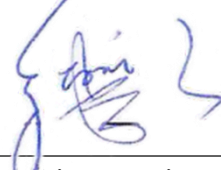
M. EN C. GARCÍA VÁZQUEZ LEONARDO

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTOR EN CIENCIAS
CON ACENTUACIÓN EN
MANEJO DE VIDA SILVESTRE Y DESARROLLO SUSTENTABLE

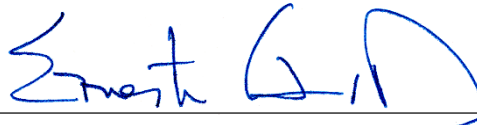
2020

**REVISIÓN TAXONÓMICA DE LAS ESPECIES EPIGEAS DEL GÉNERO
CAECIDOTEA PACKARD, 1871 (CRUSTACEA: ISOPODA: ASELLIDAE)
DE LA REGIÓN CENTRAL DE MÉXICO.**

Comité de Tesis



**Dr. Gabino Adrián Rodríguez Almaraz
Presidente**



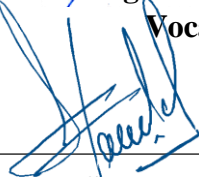
**Dr. Ernesto Campos González
Secretario**



**Dr. José Luis Villalobos Hiriart
Vocal**



**Dr. Jesús Ángel De León González
Vocal**



**Dra. Susana Favela Lara
Vocal**



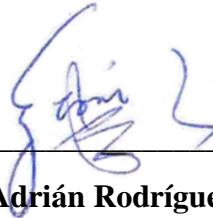
**Dr. Carlos Salvador Pedraza Lara
Director externo**

REVISIÓN TAXONÓMICA DE LAS ESPECIES EPIGEAS DEL GÉNERO

***CAECIDOTEA* PACKARD, 1871 (CRUSTACEA: ISOPODA: ASELLIDAE)**

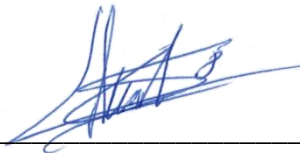
DE LA REGIÓN CENTRAL DE MÉXICO.

Dirección de Tesis



Dr. Gabino Adrián Rodríguez Almaraz

Director



Dr. Carlos Salvador Pedraza Lara

Director externo

AGRADECIMIENTOS

Un estudio con las características que éste presenta no hubiera sido posible sin la colaboración de diferentes instituciones tanto nacionales como extranjeras, así como del trabajo de diferentes investigadores y técnicos que brindaron su ayuda con el interés de ver esta obra concluida.

Primeramente, al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca otorgada durante el doctorado con número CVU: 564879.

A la Universidad Autónoma de Nuevo León y a la Facultad de Ciencias Biológicas por permitirme realizar el doctorado y con ello continuar con mi crecimiento profesional.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, específicamente al Laboratorio de Entomología Forense de la Facultad de Medicina, Licenciatura en Ciencia Forense, por permitirme desarrollar el trabajo experimental en sus instalaciones.

Al Museo Nacional de Historia Natural del Instituto Smithsonian, por permitirme trabajar con especímenes de *Caecidotea* bajo resguardo de la colección del Laboratorio de Zoología de Invertebrados, así como al Laboratorio de Microscopía Electrónica donde se obtuvieron las micrografías empleadas en esta obra.

A la Academy of Natural Sciences of Drexel University, Pensilvania, por la donación de especímenes para comparación morfológica y genética.

Al Dr. Gabino Adrián Rodríguez Almaraz por su total disposición en trabajar con los isópodos dulceacuícolas mexicanos, por el tiempo dedicado a las consultas con respecto a las dudas, por los ensayos antes de los seminarios y por incluirme dentro de su grupo de trabajo.

Al Dr. Carlos Salvador Pedraza Lara, quien fungió como director de tesis externo, me abrió las puertas de su laboratorio, me permitió formar parte de su equipo de docencia para impartir clases, con las cuales adquirí mucha experiencia y confianza. Por esas pláticas y discusiones en las salidas a campo, por los consejos, los regaños y principalmente por la paciencia. Ejemplo de perseverancia y modelo a seguir profesionalmente, gracias por darle un norte a mi trabajo.

A la Dra. Susana Favela Lara que, aunque sin conocerme siempre estuvo dispuesta a apoyarme. Por los consejos y las preguntas que en cada seminario fueron un reto para estar siempre preparado.

Al Dr. Jesús Ángel de León González quien, a pesar de ser una persona muy ocupada, siempre tuvo tiempo para atenderme cada vez que lo requería. Del mismo modo, agradezco las discusiones llevadas a cabo durante los foros de seminarios.

Al Dr. José Luis Villalobos Hiriart que siempre estuvo alentándome a continuar y que fue el quién me dio el primer manuscrito de una especie a la que llamó “problema” y que prácticamente en México no existía un especialista para el grupo. Ojalá que muchas personas tuvieran el privilegio y la fortuna de contar con su amistad, por su incansable labor en la formación de alumnos, por todas las pláticas que tuvimos en su oficina, por buscar el tiempo para recibirme, por su gran calidad científica y sobre todo humana, gracias.

Al Dr. Ernesto Campos González por sus estupendas lecciones de morfología, por las discusiones en el grupo de *Caecidotea* por animarme siempre a continuar, por su incansable paciencia y su interminable sonrisa gracias por estar siempre que lo necesité.

A la cDr. María C. Jordán Hernández, por sus incansables enseñanzas, desvelos, regaños, correcciones a este estudio, por su compañía y apoyo durante todo el doctorado, el mejor equipo que pude tener, mi total gratitud, admiración por su inteligencia y por su gran corazón, por apoyarme en mis días más oscuros y aguantar cuando el mundo se me caía a pedazos, gracias totales a la mejor carcinóloga.

Al Dr. Jesús Alvarado Ortega jefe del Departamento de Paleontología del Instituto de Geología de la UNAM, quién me permitió hacer uso de sus instalaciones y equipos de microscopía e iluminación cuando le fueron solicitados, y por supuesto por su amistad.

Al Dr. Kleyton Magno Cantalice Investigador del Instituto de Geología de la UNAM, con quién compartí grandes discusiones en su oficina en temas biogeográficos que se abordan en este estudio.

A la M. en C. Andrea Jiménez Marín por las facilidades otorgadas para trabajar durante la primera parte de la estandarización de las técnicas de extracción de ADN y

amplificación por PCR en el Laboratorio de Biología Molecular del Departamento de Zoología del Instituto de Biología, UNAM, Laboratorio Nacional de Biodiversidad (LaNaBio).

A la M. en C. Laura Margarita Márquez Valdelamar y a la M. en C. Nelly María López Ortiz del Laboratorio de Secuenciación Genómica de la Biodiversidad y la Salud, del Instituto de Biología, UNAM, Laboratorio Nacional de Biodiversidad (LaNaBio).

A la M. en C. Berenit Mendoza Garfias por su asistencia técnica durante la toma de fotografías en el Laboratorio de Microscopía y Fotografía de la Biodiversidad (I), del Instituto de Biología, UNAM, Laboratorio Nacional de Biodiversidad (LaNaBio).

A la Biól. Susana Guzmán Gómez por la prestación del servicio en el Laboratorio de Microscopía y Fotografía de la Biodiversidad (II) del Instituto de Biología, UNAM, Laboratorio Nacional de Biodiversidad (LaNaBio).

A la Dra. Stefanie A. Kroll de la Academy of Natural Sciences of Drexel University, Assistant Research Professor Department of Biodiversity, Earth and Environmental Science Philadelphia, PA. por facilitar especímenes de *C. communis* para ser incluidos en este estudio.

A la Dra. Karen Osborn Curadora de la colección de Poliquetos, Peracáridos y Plancton del departamento de Zoología de Invertebrados del United States National Museum, Smithsonian.

A la Dra. Karen Reed, técnica del Laboratorio de Zoología de Invertebrados del United States National Museum, Smithsonian Research Center, Maryland.

Al Biól. Robert Aguilar del Smithsonian Environmental Research Center, por su apoyo durante la colecta en la cuenca de Chesapeake en Maryland, además de su apoyo en la revisión de la publicación de la especie *C. camaxtli*.

A Scott Whittaker jefe del Laboratorio de Microscopía Electrónica del United States National Museum, Smithsonian.

A la Red Temática en Ciencias Forenses quienes me apoyaron para la realización de la estancia en Michigan y Washington.

Al M. en C. Víctor M. Ortega por su apoyo técnico durante el depósito del material biológico de esta tesis y por su amistad durante el transcurso de este estudio.

A las Pas. de Científicas Forenses, Esmeralda P. Hernández Trejo y a Viridiana Guzmán González, por su apoyo en la edición con Photoshop.

A la Pas. de Bióloga Susana Carolina Alatraste por la ayuda durante su servicio social en la construcción de las imágenes en HD empleadas en el catálogo de esta tesis.

Al equipo de trabajo del Laboratorio de Entomología Forense de la Facultad de Medicina, UNAM, Biól. Stephany Rodríguez González, Biól. Eduardo Nuple, Esmeralda P. Hernández Trejo y Viridiana Guzmán González.

A todos los integrantes del Laboratorio de Artrópodos y Entomología de Departamento de Zoología de Invertebrados de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UANL, en especial a Verito y Dulce de la Torre, Héctor E. Flores, Paola Carmona y José Ángel Ortiz.

Al Dr. George D. F. Wilson jefe del Saugatuck Natural History Laboratory, por sus enseñanzas, discusiones diarias respecto a los isópodos dulceacuícolas, por enseñarme que después del trabajo es necesario un merecido descanso haciendo lo que más te gusta, por las videollamadas para aclararme dudas a nivel taxonómico, por su paciencia y amistad.

A Kathy Wilson, por su amabilidad, disposición y su calidez al recibirme durante mi estancia en el Saugatuck Natural History Laboratory, agradezco infinitamente las pláticas cuando tuve mis momentos máximos de estrés, siempre tuvo una palabra de ánimo para hacerme continuar.

Por último y no por ello menos importantes a quienes me apoyaron durante mi estancia en la Licenciatura en Ciencia Forense, Lic. Carlos Gamboa Dorantes, Lic. Omar Sánchez Villegas, Ing. Luis F. Flores A, M. en C. Jorge Luis López Zepeda, Quim. Juan Pablo Capultitla Reyes, Mtro. Guillermo Romo G, Dr. Vicente Torres, Dr. Xavier Mungarro.

DEDICATORIAS

A la fuerza que gobierna mi existencia.

Para mis padres María Candelaria Vázquez Sánchez y Héctor García García que han sabido guiarme a pesar de las adversidades, por haberme acompañado hasta donde estoy ahora, para ellos que son mis ganas de levantarme cada día, con todo mi amor y eterno agradecimiento por su incansable lucha por salir adelante, por soportar mis desvelos, mi mal carácter, por haberme mostrado el camino y darme las herramientas necesarias, sin ustedes esto no hubiera sido posible, son los mejores padres, los amo.

Para mi abuelita Isabel Mondragón, por siempre estar cuando las cosas no están bien y por los abrazos más sinceros que se pueden recibir.

A mis hermanos Manuel García Vázquez y Jorge García Vázquez, quienes tuvieron que soportarme tantas veces en las noches mientras trabajaba en la tesis. Por los ratos de esparcimiento viendo películas, jugando videojuegos y por hacer más llevadera la cuarentena obligatoria, May the Force be with you! A mi changuito ninja favorito, José Emiliano García esto también es para ti.

Para mi familia Ríos Sánchez, quienes siempre me abrieron las puertas cuando estaba de visita por estas calurosas tierras del norte, tías Dora, Paty, Vicky.

Para la familia Jordán Hernández por tantas veces que me recibieron alegremente, les estoy muy agradecido por haberme hecho sentir como en casa.

Durante el desarrollo de este trabajo varios miembros de mi familia se adelantaron en el camino a causa del COVID-19, por lo que no pudieron ver este proyecto terminado, sin embargo, agradezco infinitamente a cada uno las enseñanzas compartidas.

A la memoria de mi tío Sergio Vázquez S. quien se adelantó unos años, llevo conmigo la frase que me dijiste la última vez que hablamos “Por eso siempre solo”.

A la memoria de mi tío Javier Hernández C. que siempre me recibió con los brazos abiertos en cada visita a la Uni, no alcanzaste a verme titulado, sin embargo, me acompañaste a lo largo de los 3 años que duró esta etapa en cada una de mis visitas por tierras norteñas.

A la memoria de mi tío Adán Membrillo.

A mi primo Ricardo Olascoaga Vázquez, “No importan las cosas malas que ocurrieron en el pasado, intentemos vivir lo mejor que podamos ahora” ZM. Gracias por confiar siempre, por ese último abrazo y esa plática que tuvimos en septiembre... Hic et nunc.

A la memoria de mi amigo Adán E. Gómez González, I'll see you on the dark side of the moon!

ÍNDICE

ÍNDICE	I
ÍNDICE DE TABLAS.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS.....	XXVIII
INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
LITERATURA CITADA	6
CAPÍTULO I. FILOGENIA MOLECULAR DE LAS ESPECIES EPIGEAS DEL GÉNERO <i>CAECIDOTEA</i> DE MÉXICO	8
RESUMEN.....	8
ABSTRACT.....	9
INTRODUCCIÓN	10
ANTECEDENTES	12
GENERALIDADES DE LA FAJA VOLCÁNICA TRANSMEXICANA	12
PATRONES DE DISTRIBUCIÓN DE OTROS TAXA CON RESPECTO A <i>CAECIDOTEA</i> SOBRE LA FVTM	12
DISTRIBUCIÓN DEL GÉNERO <i>CAECIDOTEA</i> EN MÉXICO	13
ESTUDIOS FILOGENÉTICOS DEL GÉNERO <i>CAECIDOTEA</i>	16
FILOGENIA MOLECULAR.....	17
MÉTODOS DE DELIMITACIÓN DE ESPECIES A NIVEL MOLECULAR.....	19
JUSTIFICACIÓN	22
HIPÓTESIS	23
OBJETIVOS.....	24
OBJETIVO GENERAL	24
OBJETIVOS PARTICULARES	24
MATERIAL Y MÉTODOS	25
MUESTREO	25
EVALUACIÓN MORFOLÓGICA	26
MATERIAL BIOLÓGICO DE COMPARACIÓN MORFOLÓGICA Y MOLECULAR	30
EXTRACCIÓN DE ADN	31
PROTOCOLO DE EXTRACCIÓN SIN FENOL ORNELAS-GARCÍA <i>ET AL.</i> (2014) PARA UNA MUESTRA	31
AMPLIFICACIÓN MEDIANTE LA REACCIÓN EN CADENA DE LA POLIMERASA (PCR) DE LOS GENES MITOCONDRIALES COI Y 12S Y EL GEN NUCLEAR H3.	37
PURIFICACIÓN DE LOS PRODUCTOS DE PCR PREVIO A LA SECUENCIACIÓN	38
SECUENCIACIÓN.....	39

ANÁLISIS DE LAS SECUENCIAS	39
DELIMITACIÓN DE ESPECIES.....	40
DISTANCIAS GENÉTICAS.....	40
ANÁLISIS FILOGENÉTICOS.....	41
ANÁLISIS BPP RANNALA Y YANG, 2003	42
ANÁLISIS GENERALIZED MIXED YULE COALESCENT GMYC PONS <i>ET AL.</i> 2006	43
ANÁLISIS ABGD PULLANDRE <i>ET AL.</i> 2012	45
DATACIÓN DE LAS DIVERGENCIAS.....	45
RECONSTRUCCIÓN DE ÁREAS ANCESTRALES	46
RESULTADOS.....	49
DETERMINACIÓN MORFOLÓGICA.....	49
DATOS MOLECULARES	49
FILOGENIA DE LAS ESPECIES EPIGEAS DEL GÉNERO <i>CAECIDOTEA</i> DE MÉXICO.....	54
ANÁLISIS DE DELIMITACIÓN DE ESPECIES.....	65
DISTANCIAS GENÉTICAS	65
DELIMITACIÓN DE ESPECIES MEDIANTE EL MÉTODO GMYC.....	69
DELIMITACIÓN DE ESPECIES MEXICANAS DE <i>CAECIDOTEA</i> MEDIANTE AUTOMATIC BARCODE GAP DISCOVERYABGD (PULLANDRE <i>ET AL.</i> 2012).	71
DELIMITACIÓN DE ESPECIES MEDIANTE BAYESIAN PHYLOGENETICS AND PHYLOGEOGRAPHY BPP	73
ANÁLISIS DE DATACIÓN MOLECULAR.....	75
ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE DISPERSIÓN-VICARIANZA (S-DIVA)	77
DISCUSIÓN	78
RELACIONES FILOGENÉTICAS	78
MÉTODOS DE DELIMITACIÓN DE ESPECIES 2%, GMYC, ABGD, BPP	80
DISTANCIAS GENÉTICAS	80
ANÁLISIS DE DATACIÓN MOLECULAR.....	83
RECONSTRUCCIÓN ANCESTRAL DE ÁREAS	85
CONCLUSIONES.....	87
LITERATURA CITADA	88
CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DE OCHO NUEVOS ENDEMISMOS DEL GÉNERO <i>CAECIDOTEA</i> (CRUSTACEA: ISOPODA) PARA MÉXICO	97
RESUMEN.....	97
ABSTRACT	98
INTRODUCCIÓN	99
ANTECEDENTES	100
<i>CAECIDOTEA</i> PACKARD, 1871	100
DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES DE <i>CAECIDOTEA</i> EN MÉXICO.....	101

OBJETIVOS.....	104
OBJETIVO GENERAL.....	104
OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	104
MATERIAL Y MÉTODOS	105
RESULTADOS.....	108
CAECIDOTEA SP. 1 [FORMA CATEMACO].....	108
CAECIDOTEA SP. 2 [FORMA COÍNTZIO]	118
CAECIDOTEA SP. 3 [FORMA CAMÉCUARO]	126
CAECIDOTEA SP. 4 [FORMA EL CHICO]	130
CAECIDOTEA SP. 5 [FORMA CHAPALA].....	138
CAECIDOTEA SP. 6 [FORMA ZACAPU]	146
CAECIDOTEA SP. 7 [FORMA YURIRIA].....	155
CAECIDOTEA CAMAXTLI GARCÍA-VÁZQUEZ, RODRÍGUEZ-ALMARAZ Y PEDRAZA LARA, 2019.....	164
ACTUALIZACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DEL GÉNERO CAECIDOTEA EN MÉXICO.....	173
DISCUSIÓN	174
LITERATURA CITADA	175
CAPÍTULO III. CATÁLOGO DE LAS ESPECIES DEL GÉNERO CAECIDOTEA (CRUSTACEA: ISOPODA) DE AMÉRICA.....	178
RESUMEN.....	178
ABSTRACT	179
INTRODUCCIÓN	180
ANTECEDENTES	183
DISTRIBUCIÓN Y DIVERSIDAD DEL GÉNERO CAECIDOTEA PACKARD, 1871.	184
RADIACIÓN DE LOS ISÓPODOS DEL AMBIENTE MARINO AL AMBIENTE DULCEACUÍCOLA Y EL PROBABLE ORIGEN DEL GÉNERO CAECIDOTEA	184
BREVE HISTORIA DE LA INVESTIGACIÓN TAXONÓMICA DEL GÉNERO CAECIDOTEA	191
BIOLOGÍA (ECOLOGÍA).....	193
ALIMENTACIÓN.....	193
LOCOMOCIÓN	193
RESPIRACIÓN	194
CÍCLO DE VIDA	195
VAGILIDAD	198
ISÓPODOS INDICADORES DE CONTAMINACIÓN.....	198
MATERIAL Y MÉTODOS	199
DETERMINACIÓN TAXONÓMICA	200
RESULTADOS.....	203

<i>CAECIDOTEA ACUTICARPA</i> MACKIN Y HUBRICHT, 1940.....	207
<i>CAECIDOTEA ADENTA</i> (MACKIN Y HUBRICHT, 1940)	209
<i>CAECIDOTEA ALABAMENSIS</i> (STAFFORD, 1911)	211
<i>CAECIDOTEA ALLEGHENYENSIS</i> LEWIS, BOWMAN Y FELLER, 2011.....	213
<i>CAECIDOTEA ANCYLA</i> (FLEMING, 1972B)	215
<i>CAECIDOTEA ANTRICOLA</i> CREASER, 1931.....	217
<i>CAECIDOTEA ATTENUATA</i> (RICHARDSON, 1900)	219
<i>CAECIDOTEA BARRI</i> (STEEVES, 1965).....	221
<i>CAECIDOTEA BEATTYI</i> LEWIS Y BOWMAN, 1981.....	223
<i>CAECIDOTEA BICRENATA BICRENATA</i> (STEEVES, 1963A)	225
<i>CAECIDOTEA BICRENATA WHITEI</i> LEWIS Y BOWMAN, 1981	227
<i>CAECIDOTEA BILINEATA</i> LEWIS Y BOWMAN, 1996.....	229
<i>CAECIDOTEA BOWMANI</i> LEWIS, 1980	231
<i>CAECIDOTEA BREVICAUDA</i> (FORBES, 1876)	233
<i>CAECIDOTEA BREVICAUDA BREVICAUDA</i> (FORBES, 1876).....	235
<i>CAECIDOTEA BREVICAUDA BIVITTATUS</i> (WALKER, 1961).....	237
<i>CAECIDOTEA CANNULA</i> (STEEVES, 1963B).....	238
<i>CAECIDOTEA CAROLINENSIS</i> LEWIS Y BOWMAN, 1977.....	240
<i>CAECIDOTEA CATACHAETUS</i> (FLEMING Y STEEVES, 1972).....	242
<i>CAECIDOTEA CHIAPAS</i> BOWMAN, 1975	244
<i>CAECIDOTEA CIRCULUS</i> (STEEVES Y HOLSINGER, 1968).....	246
<i>CAECIDOTEA COMMUNIS</i> (SAY, 1818).....	248
<i>CAECIDOTEA CUMBERLANDENSIS</i> LEWIS, 2000	251
<i>CAECIDOTEA CYRTORHYNCHUS</i> (FLEMING Y STEEVES, 1972)	253
<i>CAECIDOTEA DAUPHINA</i> MODLIN, 1986.....	254
<i>CAECIDOTEA DENTADACTYLA</i> (MACKIN Y HUBRICHT, 1938).....	256
<i>CAECIDOTEA DIMORPHA</i> (MACKIN Y HUBRICHT, 1940).....	258
<i>CAECIDOTEA DUNLAPORUM</i> LEWIS, 2015	260
<i>CAECIDOTEA EXTENSOLINGUALA</i> (FLEMING, 1972).....	262
<i>CAECIDOTEA FILICISPELUNCAE</i> BOWMAN Y HOBBS, 1983	263
<i>CAECIDOTEA FONTICULUS</i> LEWIS, 1983.....	265
<i>CAECIDOTEA FORBESI</i> (WILLIAMS, 1970).....	267
<i>CAECIDOTEA FOXI</i> (FLEMING, 1972A).....	269
<i>CAECIDOTEA FRANZI</i> (HOLSINGER Y STEEVES, 1971).....	271
<i>CAECIDOTEA FUSTIS</i> LEWIS, 1981.....	273
<i>CAECIDOTEA HENROTI</i> (BRESSON, 1955)	275
<i>CAECIDOTEA HOBBSI</i> (MALONEY, 1939).....	277
<i>CAECIDOTEA HOFFMANI</i> LEWIS, 2009	279
<i>CAECIDOTEA HOLSINGERI</i> (STEEVES, 1963B).....	281
<i>CAECIDOTEA HOLTII</i> (FLEMING, 1972A).....	283
<i>CAECIDOTEA INCURVA</i> STEEVES Y HOLSINGER, 1968.....	285
<i>CAECIDOTEA INSULA</i> LEWIS, 2013	287
<i>CAECIDOTEA INTERMEDIA</i> (FORBES, 1876).....	288

<i>CAECIDOTEA JEFFERSONI</i> LEWIS, 2009	290
<i>CAECIDOTEA JORDANI</i> (EBERLY, 1966).....	292
<i>CAECIDOTEA KENDEIGHI</i> (STEEVES Y SEIDENBERG, 1971)	294
<i>CAECIDOTEA KENKI</i> (BOWMAN, 1967)	296
<i>CAECIDOTEA LATICAUDATA</i> (WILLIAMS, 1970)	298
<i>CAECIDOTEA LESLIEI</i> LEWIS Y BOWMAN, 1981A.....	300
<i>CAECIDOTEA MACKINI</i> LEWIS ET AL. 2006	301
<i>CAECIDOTEA MACROPROPODA</i> CHASE Y BLAIR, 1937	303
<i>CAECIDOTEA MAUSI</i> LEWIS, 2009.....	305
<i>CAECIDOTEA METCALFI</i> (FLEMING, 1972)	307
<i>CAECIDOTEA MITCHELLI</i> ARGANO, 1977	308
<i>CAECIDOTEA MONTANA</i> (MACKIN Y HUBRICHT, 1938)	309
<i>CAECIDOTEA NICKAJACKENSIS</i> PACKARD, 1881	311
<i>CAECIDOTEA NODULA</i> (WILLIAMS, 1970)	313
<i>CAECIDOTEA NORDENI</i> LEWIS Y BOWMAN, 2010	315
<i>CAECIDOTEA NORTONI</i> (STEEVES, 1966).....	317
<i>CAECIDOTEA OBTUSA</i> (WILLIAMS, 1970).....	319
<i>CAECIDOTEA OCCIDENTALIS</i> (WILLIAMS, 1970).....	321
<i>CAECIDOTEA OCVLATA</i> MACKIN Y HUBRICHT, 1940.....	323
<i>CAECIDOTEA PACKARDI</i> MACKIN Y HUBRICHT, 1940.....	325
<i>CAECIDOTEA PASQUINII</i> (ARGANO, 1972)	327
<i>CAECIDOTEA PAUROTRIGONA</i> (FLEMING, 1972)	328
<i>CAECIDOTEA PHREATICA</i> LEWIS Y HOLSINGER, 1985	330
<i>CAECIDOTEA PRICEI</i> LEVI, 1949.....	332
<i>CAECIDOTEA PUEBLA</i> (COLE Y MINCKLEY, 1968).....	334
<i>CAECIDOTEA PUTEA</i> LEWIS, 2009	336
<i>CAECIDOTEA RACOVITZAI</i> (WILLIAMS, 1970)	338
<i>CAECIDOTEA RACOVITZAI RACOVITZAI</i> (WILLIAMS, 1970)	340
<i>CAECIDOTEA RACOVITZAI AUSTRALIS</i> (WILLIAMS, 1970)	342
<i>CAECIDOTEA RECURVATA</i> (STEEVES, 1963)	344
<i>CAECIDOTEA REDDELLI</i> (STEEVES, 1968)	346
<i>CAECIDOTEA RICHARDSONAE</i> HAY, 1901	348
<i>CAECIDOTEA ROTUNDA</i> BOWMAN Y LEWIS, 1984.....	350
<i>CAECIDOTEA SALEMENSIS</i> LEWIS, 1981	352
<i>CAECIDOTEA SCRUPULOSA</i> (WILLIAMS, 1970).....	354
<i>CAECIDOTEA SCYPHA</i> (STEEVES Y HOLSINGER, 1968)	356
<i>CAECIDOTEA SEQUOIAE</i> BOWMAN, 1975.....	357
<i>CAECIDOTEA SERRATA</i> (FLEMING, 1972)	359
<i>CAECIDOTEA SIMONINI</i> (BRESSON, 1955).....	361
<i>CAECIDOTEA SIMULATOR</i> LEWIS, 1999	363
<i>CAECIDOTEA SINUNCUS</i> (STEEVES, 1965)	365
<i>CAECIDOTEA SPATULATA</i> MACKIN Y HUBRICHT, 1940	366
<i>CAECIDOTEA STEEVESI</i> (FLEMING, 1972)	368

<i>CAECIDOTEA STILADACTYLA</i> MACKIN Y HUBRICHT, 1940	370
<i>CAECIDOTEA STYGIA</i> PACKARD, 1871	372
<i>CAECIDOTEA TERESAE</i> LEWIS, 1982	374
<i>CAECIDOTEA TOMALENSIS</i> (HARFORD, 1876)	376
<i>CAECIDOTEA TRIDENTATA</i> HUNGERFORD, 1922	378
<i>CAECIDOTEA VANDELI</i> (BRESSON, 1955).....	380
<i>CAECIDOTEA VOMEROI</i> ARGANO, 1977	382
<i>CAECIDOTEA CAMAXTLI</i> GARCÍA-VÁZQUEZ, RÓDRÍGUEZ-ALMARÁZ Y PEDRAZA-LARA 2019.....	383
<i>CAECIDOTEA WILLIAMSII</i> ESCOBAR-BRIONES Y ALCOCER, 2002	385
<i>CAECIDOTEA XOCHIMILCA</i> ROCHA-RAMÍREZ Y PEÑALOZA-DANIEL, 2011	387
<i>CAECIDOTEA ZULLINI</i> ARGANO, 1977	389
DISTRIBUCIÓN DEL GÉNERO <i>CAECIDOTEA</i> EN AMÉRICA	390
DISCUSIÓN	391
CONCLUSIONES.....	394
LITERATURA CITADA	395
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DEL PLEÓPODO II DE <i>CAECIDOTEA COMMUNIS</i> SAY, 1818 <i>SENSU</i> WILLIAMS, 1970	402
RESUMEN.....	402
ABSTRACT.....	403
INTRODUCCIÓN	404
ANTECEDENTES	406
DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE <i>CAECIDOTEA COMMUNIS</i>	407
JUSTIFICACIÓN	409
HIPÓTESIS	410
OBJETIVOS.....	410
OBJETIVO GENERAL.....	410
OBJETIVOS PARTICULARES.....	410
MATERIAL Y MÉTODOS	411
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	414
<i>CAECIDOTEA COMMUNIS</i> SAY, 1818 <i>SENSU</i> WILLIAMS, 1970	414
<i>CAECIDOTEA AFF. BREVICAUDA</i> WILLIAMS, 1970	422
<i>CAECIDOTEA OCCIDENTALIS SENSU</i> WILLIAMS, 1970.....	423
<i>CAECIDOTEA RACOVITZAI RACOVITZAI SENSU</i> WILLIAMS, 1970.....	425
<i>CAECIDOTEA SP 8</i>	427
<i>CAECIDOTEA RACOVITZAI RACOVITZAI SENSU</i> WILLIAMS, 1970.....	429
ÁPICE DE LAS DIFERENTES ESPECIES EPIGEAS DE <i>CAECIDOTEA</i>	431

CONCLUSIONES.....435
LITERATURA CITADA436
RESUMEN BIOGRÁFICO438

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla		Página
Tabla 1	Registros de las especies del género <i>Caecidotea</i> en México.	14
Tabla 2	Sitios de colecta de isópodos del género <i>Caecidotea</i> en México.	27
Tabla 3	Material biológico de comparación proveniente de EE. UU.	30
Tabla 4	Lista de especímenes del género <i>Caecidotea</i> empleados para extracción de ADN genómico para la caracterización molecular por localidad en México y EE. UU. y genes amplificados marcados con un ▲.	33
Tabla 5	Primers empleados para la amplificación por PCR.	37
Tabla 6	Protocolo de preparación de Master Mix para gen COI.	37
Tabla 7	Protocolo de preparación de kit de purificación con Exonucleasa 1 y FastAP.	38
Tabla 8	Modelos de sustitución seleccionados en jModelTest para los genes COI, 12S y H3 con base en el criterio AICc.	41
Tabla 9	Ejemplo de la construcción del archivo para estados de RASP, en nuestro caso corresponde a cuencas hidrográficas.	46
Tabla 10	Estados, país, cuenca y autor que se siguió en la clasificación a la que pertenecen los especímenes incluidos en la reconstrucción de áreas ancestrales en RASP.	46
Tabla 11	Especímenes del género <i>Caecidotea</i> empleados para la amplificación por PCR de los genes COI, 12S y H3. Sí la amplificación fue positiva aparece un símbolo (+) y si es negativa aparece un símbolo (-).	50
Tabla 12	Distancias genéticas entre linajes para el gen COI método K2P. En el caso de <i>C. sp 2</i> y <i>C. sp 3</i> aparece la leyenda n/c, lo cual corresponde a que únicamente se contaba con un espécimen, por lo tanto, no fue posible calcularlas.	65
Tabla 13	Distancias genéticas entre linajes para el gen COI utilizando el modelo de sustitución nucleotídica K2P.	66
Tabla 14	Distancias genéticas entre linajes para el gen COI utilizando el modelo de sustitución nucleotídica TrN+G.	67
Tabla 15	Resultados del análisis de delimitación de especies con el método de BPP.	73
Tabla 16	Especies delimitadas con sus probabilidades posteriores.	73

Tabla 17	Posición taxonómica del género <i>Caecidotea</i> dentro de la clasificación para los artrópodos del subphylum Crustacea basada en Ahyong <i>et al.</i> (2011). Los grupos taxonómicos que contienen al género <i>Caecidotea</i> se presentan en negritas. Entre paréntesis se muestra la composición de cada nivel taxonómico, así como los ambientes en donde se distribuyen (WoRMS, 2019).	203
Tabla 18	Especies y subespecies epigeas válidas de <i>Caecidotea</i> para EE. UU. y México.	204
Tabla 19	Especies válidas de ambientes subterráneos de <i>Caecidotea</i> para EE. UU., México y Guatemala. *Las especies que incluyen un asterisco fueron fotografiadas en este estudio.	205
Tabla 20	Especímenes disecados del USNM Smithsonian.	411
Tabla 21	Especímenes de <i>Caecidotea</i> empleados para la comparación morfológica con <i>C. communis</i> .	412
Tabla 22	Registros de identificaciones erróneas de especies de <i>Caecidotea</i> de Illinois. Tomado y modificado de Lewis y Bowman (1981).	434

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
Figura 1	Mapa geológico simplificado del vulcanismo Neógeno y las fallas en el centro de México (modificado después de Ferrari, 2004). Tenga en cuenta el pulso migratorio hacia el este del vulcanismo máfico hacia el norte del Plio-Cuaternario FVTM y su posible continuación hacia el sureste a lo largo del Golfo de México. GDL = Guadalajara; AJ = Altos de Jalisco; QRO = Querétaro; CIII = Sierra Chichinautzin; AP = campo volcánico de Apan; CG = complejo volcánico Cerro Grande; MGVF = campo volcánico Michoacán-Guanajuato.	3
Figura 2	Distribución de la especie <i>C. communis</i> . Tomado de Graening <i>et al.</i> (2012).	11
Figura 3	Mapa de la distribución de las especies de <i>Caecidotea</i> en México. Tomado de García-Vázquez <i>et al.</i> (2019).	15
Figura 4	Técnica de colecta manual de isópodos dulceacuícolas del género <i>Caecidotea</i> .	26
Figura 5	Representación esquemática de la rampa de temperatura para la amplificación del gen COI.	37
Figura 6	Representación esquemática de las temperaturas de purificación con Exonucleasa 1 y FastAP.	38
Figura 7	Árbol filogenético del gen COI construido mediante el método de NJ con el modelo evolutivo K2P y un bootstrap de 1000 réplicas.	56
Figura 8	Árboles filogenéticos estimados a partir de las secuencias de los genes 12S (A) y H3 (B) construidos mediante el método de NJ con el modelo evolutivo K2P con una prueba de bootstrap de 1000 réplicas.	57
Figura 9	Árbol de ML obtenido en PhyML del gen COI con el modelo GTR de las especies de <i>Caecidotea</i> distribuidas sobre la FVTM. Se incluyen las especies <i>C. communis sensu</i> Williams (1970) y <i>C. racovitzai sensu</i> Williams (1970). Se muestran los valores de soporte de las ramas.	59
Figura 10	A, Árbol filogenético de ML de <i>Caecidotea</i> del gen 12S; B, Árbol filogenético de ML del gen H3, ambos con el modelo GTR.	60
Figura 11	Árbol filogenético de <i>Caecidotea</i> concatenado de los dos fragmentos mitocondriales (COI y 12S) y uno nuclear (H3). Los valores de probabilidades posteriores se indican en cada nodo.	61
Figura 12	Árbol de Inferencia Bayesiana del gen COI con valores de probabilidad posterior.	62
Figura 13	Árbol de Inferencia Bayesiana del gen 12S con valores de probabilidad posterior.	63
Figura 14	Árbol concatenado estricto de Inferencia Bayesiana de los genes COI, 12S y H3 con valores de probabilidad posterior.	64
Figura 15	Resultados del método de delimitación de especies mediante el método GMYC.	69

Figura 16	Árbol ultramétrico estimado a partir de BEAST correspondiente al gen COI para delimitación de especies con el programa GMYC, en rojo se muestran los clados que se reconocen como especies. Las ramas terminales en color negro representan las especies que cuentan con un solo espécimen <i>C. sp 2 Coíntzio</i> , así como <i>C. sp 3 Camécuaro</i> .	70
Figura 17	Delimitación de especies mediante Automatic Barcode Gap Discovery (ABGD) basados en el gen COI de las especies mexicanas del sitio web https://bioinfo.mnhn.fr/abi/public/abgd/abgdweb.html	71
Figura 18	Delimitación de especies mediante Automatic Barcode Gap Discovery (ABGD) basados en el gen COI de las especies de EE. UU. del sitio web https://bioinfo.mnhn.fr/abi/public/abgd/abgdweb.html	72
Figura 19	Árbol de delimitación de especies mediante Automatic Barcode Gap Discovery (ABGD) basados en el gen COI para las especies mexicanas de <i>Caecidotea</i> .	72
Figura 20	Resumen de los métodos de delimitación de especies. Los espacios en blanco significan que el método analizado no recuperó a la especie, debido a falta de organismos como en <i>C. sp 2 Coíntzio</i> o en <i>C. Pátzcuaro</i> . En el caso de <i>C. williamsi</i> el método de 2% se localizó por >2%, lo que significa más de 1 especie.	74
Figura 21	Árbol Ultramétrico resultante del análisis de datación en BEAST. La media de edades se indica en cada nodo (Ma), y los intervalos de 95% HPD en barras azules.	75
Figura 22	Reconstrucción de áreas ancestrales con S-DIVA, empleando el árbol obtenido en BEAST para el gen COI. Las barras en colores corresponden a las áreas de distribución.	77
Figura 23	Macho de la especie <i>C. camaxtli</i> . Sitios anatómicos donde fueron tomadas las medidas corporales. Longitud total = LT, Ancho al nivel del pereionito IV = AN.	105
Figura 24	<i>Caecidotea</i> sp. 1. Forma Catemaco macho (CNCR 35506), 11 mm. A, vista lateral; B, vista dorsal. Escalas A y B = 2 mm.	109
Figura 25	<i>Caecidotea</i> sp. 1. Forma Catemaco, macho (CNCR 35507), 10 mm, pereiópodos derechos. A, pereiópodo I; B, pereiópodo II; C, pereiópodo III; D, pereiópodo IV; E, pereiópodo V; F, pereiópodo VI; G, pereiópodo VII. Escalas A-G = 1mm.	111
Figura 26	<i>Caecidotea</i> sp. 1. Forma Catemaco, macho (CNCR 35507), 10 mm, pereiópodos derechos. A, pereiópodo I cara externa; B, pereiópodo I superficie interna; C, pereiópodo IV superficie interna; D, pereiópodo IV superficie externa; E. Escalas A-D = 500µm.	112
Figura 27	<i>Caecidotea</i> sp. 1. Forma Catemaco, macho (CNCR 35507), 10 mm, pleópodos derechos. A, pleópodo I; B, pleópodo III; C,	114

pleópodo IV; D, pleópodo V; E, pleotelson y urópodos; F, urópodo derecho.

- Figura 28** *Caecidotea* sp. 1. Forma Catemaco, macho (CNCR 35507), 10 mm. A, pleópodo II vista dorsal; B, pleópodo II vista ventral; C, endopodito pleópodo II vista dorsal; D, endopodito pleópodo II vista ventral; E, ápice endopodito pleópodo II; F, ápice endopodito pleópodo II vista ventral. **115**
- Figura 29** Localidad de recolecta de *Caecidotea* sp. 1. Forma Catemaco, Veracruz. **117**
- Figura 30** *Caecidotea* sp. 2. Forma Coíntzio, macho de referencia (CNCR 35510), 7.6 mm. A, vista lateral; B, vista dorsal. Escalas A y B = 2 mm. **119**
- Figura 31** *Caecidotea* sp. 2. Forma Coíntzio, macho de referencia (CNCR 35511), 7.0 mm, pereiópodos derechos. A, pereiópodo I; B, pereiópodo II; C, pereiópodo III; D, pereiópodo IV; E, pereiópodo V; F, pereiópodo VI; G, pereiópodo VII. Escalas A-G = 1mm. **121**
- Figura 32** *Caecidotea* sp. 2. Forma Coíntzio, macho de referencia (CNCR 35511), 7.0 mm, pereiópodos derechos. A, pereiópodo I; B, gnatópodo; C, pereiópodo IV. Escalas, A = 500 μ m; B = 400 μ m; C = 500 μ m. **122**
- Figura 33** *Caecidotea* sp. 2. Forma Coíntzio, macho de referencia (CNCR 35511), 7.0 mm, pleópodos derechos. A, pleópodo I; B, pleópodo III; C, pleópodo IV; D, pleópodo V; E, pleotelson y urópodos; F, urópodo derecho. **123**
- Figura 34** *Caecidotea* sp. 2. Forma Coíntzio, macho de referencia (CNCR 35511), 7.0 mm, pleópodo derecho. A, pleópodo II vista ventral; B, pleópodo II vista dorsal; C, endopodito pleópodo II; D, ápice endopodito pleópodo II vista ventral; E, ápice endopodito pleópodo II. Escalas, A = 400 μ m; B = 300 μ m; C = 100 μ m; D = 40 μ m; E = 30 μ m. **124**
- Figura 35** Localidad de recolecta *Caecidotea* sp. 2. Forma Coíntzio, Michoacán, México. **125**
- Figura 36** *Caecidotea* sp. 3. Forma Camécuaro, macho (CNCR 35514), 3.3 mm. A, vista lateral; B, vista dorsal. Escalas A y B = 2 mm. **127**
- Figura 37** Localidad de recolecta *Caecidotea* sp. 3. Forma Camécuaro, Municipio de Tangancícuaro de Arista, Michoacán, México. **129**
- Figura 38** *Caecidotea* sp. 4. Forma El Chico macho de referencia (CNCR 35516), 9.5 mm. A, Macho vista dorsal; B, Macho vista lateral. Escalas, A y B = 2 mm. **131**
- Figura 39** *Caecidotea* sp. 4. Forma El Chico macho de referencia (CNCR 35517), 9.5 mm pereiópodos derechos. A, pereiópodo I; B, **133**

	pereiópodo II; C, pereiópodo III; D, pereiópodo IV; E, pereiópodo V; F, pereiópodo VI; G, pereiópodo VII. Escalas A-G = 1mm.	
Figura 40	<i>Caecidotea</i> sp. 4. Forma El Chico macho de referencia (CNCR 35517), 9.5 mm, pereiópodos derechos. A, pereiópodo I; B, gnatópodo; C, pereiópodo IV. Escalas, A = 1mm; B = 500µm; C = 1mm.	134
Figura 41	<i>Caecidotea</i> sp. 4. Forma El Chico macho de referencia (CNCR 35517), 9.5 mm, pleópodos derechos. A, pleópodo I; B, pleópodo III; C, pleópodo IV; D, pleópodo V; E, pleotelson y urópodos; F, urópodo derecho. Escalas A-F = 1 mm.	135
Figura 42	<i>Caecidotea</i> sp. 4. Forma El Chico macho de referencia (CNCR 35517), 9.5 mm, pleópodo derecho. A, pleópodo II vista ventral; B, pleópodo II vista dorsal; C, endopodito pleópodo II vista ventral; D, endopodito pleópodo II vista dorsal; E, ápice endopodito pleópodo II vista ventral; F, ápice endopodito pleópodo II vista dorsal. Escalas, A = 500µm; B = 500µm; C = 200µm; D = 100µm; E = 50 µm; F = 50 µm.	136
Figura 43	Localidad de recolecta <i>Caecidotea</i> sp. 4. Mineral del Chico, Hidalgo, México.	137
Figura 44	<i>Caecidotea</i> sp. 5. Forma Chapala, macho de referencia (CNCR 35519), 5.0 mm Escalas A y B = 2 mm.	139
Figura 45	<i>Caecidotea</i> sp. 5. Forma Chapala, macho de referencia (CNCR 35520), 4.7 mm, pereiópodos derechos. A, pereiópodo I; B, pereiópodo II; C, pereiópodo III; D, pereiópodo IV; E, pereiópodo V; F, pereiópodo VI; G, pereiópodo VII. Escalas A-G = 1mm.	141
Figura 46	<i>Caecidotea</i> sp. 5. Forma Chapala, macho de referencia (CNCR 35520), 4.7 mm. A, pereiópodo I cara externa; B, pereiópodo I cara interna; C, pereiópodo IV cara externa; D, pereiópodo IV cara interna. Escalas A y B = 500 µm, C y D = 1 mm.	142
Figura 47	<i>Caecidotea</i> sp. 5. Forma Chapala, macho de referencia (CNCR 35520), 4.7 mm, pleópodos derechos. A, pleópodo I; B, pleópodo III; C, pleópodo IV; D, pleópodo V; E, pleotelson y urópodos; F, urópodo derecho. Escalas A-F = 1mm.	143
Figura 48	<i>Caecidotea</i> sp. 5 Forma Chapala, macho de referencia (CNCR 35520), 4.7 mm, pleópodo derecho. A, pleópodo II vista ventral; B, pleópodo II vista dorsal; C, endopodito pleópodo II vista ventral; D, endopodito pleópodo II vista dorsal; E, ápice endopodito pleópodo II vista ventral; F, ápice endopodito pleópodo II vista dorsal. Escalas, A = 500µm; B = 300µm; C = 100µm; D = 100µm; E = 40 µm; F = 40 µm.	144
Figura 49	Localidad de recolecta <i>Caecidotea</i> sp. 5. Chapala, Jamay, Jalisco, México.	145
Figura 50	<i>Caecidotea</i> sp. 6 Forma Zacapu, macho de disecado (CNCR 35522), 7.5 mm. Escala A = 2 mm.	147

Figura 51	<i>Caecidotea</i> sp. 6. Forma Zacapu, macho de disecado (CNCR 35523), 7.0 mm, pereiópodos derechos. A, pereiópodo I; B, pereiópodo II; C, pereiópodo III; D, pereiópodo IV; E, pereiópodo V; F, pereiópodo VI; G, pereiópodo VII. Escalas A-G = 1mm.	149
Figura 52	<i>Caecidotea</i> sp. 6. Forma Zacapu, macho de disecado (CNCR 35523), 7.0 mm, pereiópodos derechos. A, pereiópodo I cara interna; B, pereiópodo I cara externa; C, pereiópodo IV. Escalas A-C = 500 μ m.	150
Figura 53	<i>Caecidotea</i> sp. 6 Forma Zacapu, macho de disecado (CNCR 35523), 7.0 mm, pleópodos derechos. A, pleópodo I; B, pleópodo III; C, pleópodo IV; D, pleópodo V; E, pleotelson y urópodos; F, urópodo derecho. Escalas A-F = 1mm.	152
Figura 54	<i>Caecidotea</i> sp. 6. Forma Zacapu, macho de disecado (CNCR 35523), 7.0 mm. A, pleópodo II derecho vista dorsal; B, pleópodo II derecho vista ventral; C, endopodito pleópodo II vista dorsal; D, endopodito pleópodo II vista ventral. Escalas A-B= 500 μ m, C-D = 100 μ m, E = 50 μ m, F = 40 μ m.	153
Figura 55	Localidad de recolecta <i>Caecidotea</i> sp. 6. Laguna de Zacapu, Zacapu, Michoacán, México.	154
Figura 56	<i>Caecidotea</i> sp. 7. Forma Yuriria, macho de referencia (CNCR 35528), 8.0 mm. Escalas 2 mm.	156
Figura 57	<i>Caecidotea</i> sp. 7. Forma Yuriria, macho de disección (CNCR 35529), 7.6 mm, pereiópodos derechos. A, pereiópodo I; B, pereiópodo II; C, pereiópodo III; D, pereiópodo IV; E, pereiópodo V; F, pereiópodo VI; G, pereiópodo VII. Escalas A-G = 1mm.	158
Figura 58	<i>Caecidotea</i> sp. 7. Forma Yuriria, macho de disección (CNCR 35529), 7.6 mm. A, pereiópodo I cara interna; B, pereiópodo I cara externa; C, pereiópodo IV cara externa; D, pereiópodo VI cara interna. Escala A = 500 μ m, B = 400 μ m, C-D = 500 μ m.	159
Figura 59	<i>Caecidotea</i> sp. 7. Forma Yuriria, macho de disección (CNCR 35529), 7.6 mm, pleópodos derechos. A, pleópodo I; B, pleópodo III; C, pleópodo IV; D, pleópodo V; E, pleotelson y urópodos; F, urópodo derecho. Escalas A-F = 1mm.	161
Figura 60	<i>Caecidotea</i> sp. 7 Forma Yuriria, macho de disección (CNCR 35529), 7.6 mm. A, pleópodo II derecho vista dorsal; B, pleópodo II derecho vista ventral; C, endopodito pleópodo II vista dorsal; D, endopodito pleópodo II vista ventral. Escalas A = 400 μ m, B = 300 μ m, C-D = 100 μ m, E = 40 μ m, F = 30 μ m.	162
Figura 61	Localidad de recolecta <i>Caecidotea</i> sp. 7. Laguna de Yuriria, Guanajuato, México.	163
Figura 62	<i>Caecidotea camaxtli</i> sp. nov. Laguna El Ojito, San Luis Apizaquito, Municipio de Apizaco: Holotipo macho (CNCR 35080) longitud total 13.5 mm, A, habitus macho; B, urópodo derecho del macho. Barras de escala = 2.5 mm (A), 1.4 mm (B), 1 mm.	165
Figura 63	<i>Caecidotea camaxtli</i> sp. nov. Laguna El Ojito, San Luis Apizaquito, Municipio de Apizaco: Holotipo macho (CNCR 35080) longitud total 13.0 mm, A, pereiópodo I; B, pereiópodo II;	167

	C, pereiópodo III; D, pereiópodo IV; E, pereiópodo V; F, pereiópodo VI; G, pereiópodo VII. Barras de escala = 1 mm (A–G).	
Figura 64	<i>Caecidotea camaxtli</i> sp. nov. Laguna El Ojito, San Luis Apizaquito, Municipio de Apizaco: Paratipo macho (CNCR 35081) longitud total 13.0 mm, A, pereiópodo I izquierdo; B, pleópodo II izquierdo; C, endopodito pleópodo II; D, y E, vistas dorsal y ventral del ápice del endopodito; F, papila genital izquierda, vista dorsal; G, ápice papila genital. Barras de escala = 1 mm (A), 500 μ m (B), 100 μ m (C), 30 μ m (D), 40 μ m (E), 300 μ m (F), 50 μ m (G).	168
Figura 65	<i>Caecidotea camaxtli</i> sp. nov. Laguna El Ojito, San Luis Apizaquito, Municipio de Apizaco: Paratipo macho (CNCR 35081) longitud total 13.0 mm, pleópodos izquierdos A, Pleópodo I; B, Pleópodo III; C, Pleópodo IV; D, Pleópodo V. Barras de escala = 0.3mm (A), 0.5 mm (B–D).	169
Figura 66	<i>Caecidotea camaxtli</i> sp. nov. Laguna El Ojito, San Luis Apizaquito, Municipio de Apizaco: Holotipo macho (CNCR 35080) longitud total 13.5 mm, A, vista dorsal; B, vita lateral. Barras de escala = 2.5 mm (A, B).	170
Figura 67	Localidad tipo <i>C. camaxtli</i> .	172
Figura 68	Mapa actualizado de la distribución de las especies de <i>Caecidotea</i> de México.	173
Figura 69	Macho en el cual se aprecian los pereiópodos, señalados con una flecha roja. Imagen tomada del sitio Missouri Department of Conservation.	194
Figura 70	Pleópodo III, señalando con una flecha verde el endópodo y en rojo el exópodo.	194
Figura 71	A, macho sujetando a la hembra contra su abdomen; B, hembra con oosteguitos vacíos; C, huevos fecundados; D-F, hembras en diferentes etapas de maduración de los huevos; G, marsupio con juveniles a punto de ser liberados; H, juveniles.	197
Figura 72	Ejemplo de mapa de la localidad tipo <i>C. communis</i> .	201
Figura 73	Macho de la especie <i>C. camaxtli</i> . Sitios anatómicos donde fueron tomadas las medidas corporales. Longitud total = LT, Ancho al nivel del pereionito IV = AN.	202
Figura 74	Localidad tipo <i>C. acuticarpa</i> .	207
Figura 75	Macho <i>C. acuticarpa</i> USNM 108613, 9.7 mm de longitud, 1.4 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, urópodo vista lateral; E, cuerpo vista dorsal; F, cabeza vista dorsal; G, urópodos vista dorsal; H, pleotelson vista dorsal; I, vista dorsal pereionitos IV y V. Escalas A y E = 2 mm.	208
Figura 76	Localidad tipo <i>C. adenta</i> .	209
Figura 77	Macho <i>C. adenta</i> USNM 230609, 5.2 mm de longitud, 1.2 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson	210

	vista lateral; D, vista dorsal pereionitos IV y V; E, pleotelson vista dorsal; F, urópodos vista dorsal. Escala A = 2 mm.	
Figura 78	Localidad tipo <i>C. alabamensis</i> .	211
Figura 79	Macho <i>C. alabamensis</i> USNM 230858, 10.1 mm de longitud, 1.96 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, cuerpo vista dorsal; D, cabeza vista dorsal; E, vista dorsal pereionitos IV y V; F y G, pleotelson vista dorsal. Escalas A y C = 2 mm.	212
Figura 80	Localidad tipo <i>C. alleghenyensis</i> .	213
Figura 81	Macho <i>C. alleghenyensis</i> USNM 1138999, 5.2 mm de longitud, 1.2 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, pleotelson vista lateral; C, cuerpo vista dorsal; D, cabeza vista dorsal; E, vista dorsal pereionitos IV y V; F, pleotelson vista dorsal; G, urópodos vista dorsal. Escalas A y C = 2 mm.	214
Figura 82	Localidad tipo <i>C. ancyla</i> .	215
Figura 83	Macho <i>C. ancyla</i> USNM 108529 y USNM 108528. 5.1 mm de longitud, 0.9 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, vista dorsal pereionitos IV y V. Escalas A y D = 2 mm.	216
Figura 84	Localidad tipo <i>C. antricola</i> .	217
Figura 85	Macho <i>C. antricola</i> USNM 108855, 19.7 mm de longitud, 3.4 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, pleotelson vista dorsal; E, urópodo derecho; F, cuerpo vista dorsal; G, cabeza vista dorsal; H, vista dorsal pereionitos IV y V. Escalas A y F = 2 mm.	218
Figura 86	Localidad tipo <i>C. attenuata</i> .	219
Figura 87	Macho <i>C. attenuata</i> USNM 108566, 6.2 mm de longitud, 1.5 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cuerpo vista dorsal; C, cabeza vista lateral; D, cabeza vista dorsal; E, vista dorsal pereionitos IV y V; F, pleotelson vista dorsal. Escalas A y B = 2 mm.	220
Figura 88	Localidad tipo <i>C. barri</i> .	221
Figura 89	Macho <i>C. barri</i> USNM 1011535, 6.0 mm de longitud, 0.9 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, cuerpo vista dorsal; D, pleotelson vista dorsal; E, pleotelson vista lateral; F, cabeza vista dorsal; G, vista dorsal pereionitos IV y V. Escalas A y C = 2 mm.	222
Figura 90	Localidad tipo <i>C. beattyi</i> .	223
Figura 91	Macho <i>C. beattyi</i> USNM 1156698, 7.1 mm de longitud, 0.8 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, pleotelson vista dorsal; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista lateral; F, cabeza vista dorsal; G, vista dorsal pereionitos IV y V. Escalas A y D = 2 mm.	224
Figura 92	Localidad tipo <i>C. bicrenata bicrenata</i> .	225
Figura 93	Hembra <i>C. bicrenata</i> USNM 230705, 6.5 mm de longitud, 1.1 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, pleotelson vista	226

	dorsal; F, vista dorsal pereionitos IV y V; G, cabeza vista dorsal. Escalas A y D = 2 mm.	
Figura 94	Localidad tipo <i>C. bicrenata whitei</i> .	227
Figura 95	Macho <i>C. bicrenata whitei</i> USNM 230299, 4.8 mm de longitud, 0.9 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, pleotelson vista dorsal; F, vista dorsal pereionitos IV y V; G, cabeza vista dorsal. Escalas A y D = 2 mm.	228
Figura 96	Localidad tipo <i>C. bilineata</i> .	229
Figura 97	Macho <i>C. bilineata</i> USNM 1436164, 5.7 mm de longitud, 1.4 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, pleotelson vista dorsal; F, cabeza vista dorsal; G, vista dorsal pereionitos IV y V. Escalas A y D = 2 mm.	230
Figura 98	Localidad tipo <i>C. bowmani</i> .	231
Figura 99	Macho <i>C. bowmani</i> USNM 251667, 5.2 mm de longitud, 0.8 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, pleotelson vista dorsal; F, cabeza vista dorsal; G, vista dorsal pereionitos IV y V. Escalas A y D = 2 mm.	232
Figura 100	Localidad tipo <i>C. brevicauda</i> .	233
Figura 101	Macho <i>C. brevicauda</i> USNM 1444256, 9.5 mm de longitud, 3.7 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, cuerpo vista dorsal; D, pleotelson y urópodos vista lateral; E, cabeza vista dorsal; F, pleotelson y urópodos vista dorsal; Escalas A y D = 2 mm.	234
Figura 102	Localidad tipo <i>C. brevicauda brevicauda</i> .	235
Figura 103	Macho <i>C. brevicauda brevicauda</i> USNM 1444261, 9.5 mm de longitud, 3.7 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, pleotelson vista dorsal; F, cabeza vista dorsal; G, vista dorsal pereionitos IV y V. Escalas A y D = 2 mm.	236
Figura 104	Localidad tipo <i>C. brevicauda bivitattus</i> .	237
Figura 105	Localidad tipo <i>C. cannula</i> .	238
Figura 106	Macho <i>C. cannula</i> USNM 230379, 7.3 mm de longitud, 1.7 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, pleotelson vista dorsal; F, cabeza vista dorsal; G, vista dorsal pereionitos IV y V. Escalas A y D = 2 mm.	239
Figura 107	Localidad tipo <i>C. carolinensis</i> .	240
Figura 108	Hembra <i>C. carolinensis</i> USNM 291469, 5.6 mm de longitud, 1.1 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C,	241

	pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, pleotelson vista dorsal; F, cabeza vista dorsal; G, vista dorsal pereionitos IV y V. Escalas A y D = 2 mm.	
Figura 109	Localidad tipo <i>C. catachaetus</i> .	242
Figura 110	Macho <i>C. catachaetus</i> USNM 230189, 5.7 mm de longitud, 1.0 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E y F, cabeza vista dorsal; G, vista dorsal pereionitos IV y V; H, Pleotelson vista dorsal. Escalas A y D = 2 mm.	243
Figura 111	Localidad tipo <i>C. chiapas</i> .	244
Figura 112	Macho <i>C. chiapas</i> USNM 152767. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, vista dorsal pereionitos IV y V; G, pleotelson vista dorsal. Escalas A y D = 2 mm.	245
Figura 113	Localidad tipo <i>C. circulus</i> .	246
Figura 114	Macho <i>C. circulus</i> USNM 229774. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, vista dorsal pereionitos IV y V; G, pleotelson vista dorsal. Escalas A y D = 2 mm.	247
Figura 115	Localidad tipo <i>C. communis</i> .	249
Figura 116	Macho <i>C. communis</i> USNM 108338. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, cuerpo vista dorsal; D, cabeza vista dorsal; E, vista dorsal pereionitos IV y V; F, pleotelson vista dorsal.	250
Figura 117	Localidad tipo <i>C. cumberlandensis</i> .	251
Figura 118	Macho <i>C. cumberlandensis</i> USNM 291205, 5.3 mm de longitud, 1.1 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, vista dorsal pereionitos IV y V; G pleotelson vista dorsal. Escalas A y D = 2 mm.	252
Figura 119	Localidad tipo <i>C. cyrtorhynchus</i> .	253
Figura 120	Localidad tipo <i>C. dauphina</i> .	254
Figura 121	Macho <i>C. dauphina</i> USNM 227076, 7.2 mm de longitud, 1.3 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, vista dorsal pereionitos IV y V; G, pleotelson vista dorsal. Escalas A y D = 2 mm.	255
Figura 122	Localidad tipo <i>C. dentadactyla</i> .	256
Figura 123	Macho <i>C. dentadactyla</i> USNM 171444, 10.4 mm de longitud, 2.6 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C,	257

	pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, vista pereionitos IV y V; G, pleotelson vista dorsal. Escalas A y D = 2 mm.	
Figura 124	Localidad tipo <i>C. dimorpha</i> .	258
Figura 125	Macho <i>C. dimorpha</i> USNM 76269, 7.2 mm de longitud, 0.7 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, vista pereionitos IV y V; G, pleotelson vista dorsal. Escalas A y D = 2 mm.	259
Figura 126	Localidad tipo <i>C. dunlaporum</i> .	260
Figura 127	Macho <i>C. dunlaporum</i> USNM 1251844, 10.2 mm de longitud, 1.1 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson y urópodos vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, vista dorsal pereionitos IV y V; G, pleotelson y urópodo derecho vista dorsal.	261
Figura 128	Localidad tipo <i>C. extensolinguala</i> .	262
Figura 129	Localidad tipo <i>C. filicispeluncae</i> .	263
Figura 130	Macho <i>C. filicispeluncae</i> USNM 195369 6.2 mm de longitud, 1.3 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cuerpo vista dorsal; C, cabeza vista lateral; D, pleotelson y urópodos vista lateral; E, cabeza vista dorsal; F, vista pereionitos IV y V; G, pleotelson y urópodo derecho vista dorsal.	264
Figura 131	Localidad tipo <i>C. fonticulus</i> .	265
Figura 132	Macho <i>C. fonticulus</i> USNM 191129, 4.9 mm de longitud, 0.9 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson y urópodos vista lateral; D, vista dorsal pereionitos IV y V; E, cabeza vista dorsal; F, pleotelson y urópodo derecho vista dorsal.	266
Figura 133	Localidad tipo <i>C. forbesi</i> .	267
Figura 134	Macho <i>C. forbesi</i> USNM 123799, 9.0 mm de longitud, 2.7 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson y urópodos vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, vista dorsal pereionitos IV y V; G, pleotelson y urópodos vista dorsal.	268
Figura 135	Localidad tipo <i>C. foxi</i> .	269
Figura 136	Macho <i>C. foxi</i> USNM 171443, 8.2 mm de longitud, 2.1 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson y urópodo derecho vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, vista pereionitos IV y V; G, pleotelson vista dorsal.	270

Figura 137	Localidad tipo <i>C. franzi</i> .	271
Figura 138	Macho <i>C. franzi</i> USNM 230399, 4.4 mm de longitud, 0.9 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson y urópodos vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, vista dorsal pereionitos IV y V; G, pleotelson y urópodos vista dorsal.	272
Figura 139	Localidad tipo <i>C. fustis</i> .	273
Figura 140	Macho <i>C. fustis</i> USNM 250611, 7.8 mm de longitud, 1.4 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson y urópodos vista lateral D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, vista pereionitos IV y V vista dorsal; G, pleotelson y urópodos vista dorsal.	274
Figura 141	Localidad tipo <i>C. henroti</i> .	275
Figura 142	Macho <i>C. henroti</i> USNM 1405919, 4.1 mm de longitud, 0.8 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson y urópodos vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, vista dorsal pereionitos IV y V; G, pleotelson y urópodos vista dorsal.	276
Figura 143	Localidad tipo <i>C. hobbsi</i> .	277
Figura 144	Macho <i>C. hobbsi</i> USNM 1436171, 6.3 mm, 1.2 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, cuerpo vista dorsal; D, pleotelson y urópodos vista lateral; E, cabeza vista dorsal; F, vista dorsal pereionitos IV y V.	278
Figura 145	Localidad tipo <i>C. hoffmani</i> .	279
Figura 146	Macho <i>C. hoffmani</i> USNM 99091, 9.6 mm de longitud, 2.3 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cuerpo vista dorsal; C, cabeza vista lateral; D, pleotelson y urópodos vista lateral; E, cabeza vista dorsal; F, vista pereionitos IV y V; G, pleotelson y urópodo derecho vista dorsal.	280
Figura 147	Localidad tipo <i>C. holsingeri</i> .	281
Figura 148	Macho <i>C. holsingeri</i> USNM 1453511, 7.6 mm de longitud, 1.5 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson y urópodos vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, pleotelson y urópodos vista dorsal; F, cabeza vista dorsal; G, vista dorsal pereionitos IV y V.	282
Figura 149	Localidad tipo <i>C. holti</i> .	283
Figura 150	Macho <i>C. holti</i> USNM 108330, 7.6 mm de longitud, 1.5 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson y urópodos vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, pleotelson y	284

	urópodo derecho vista dorsal.; F, cabeza vista dorsal; G, vista pereionitos IV y V.	
Figura 151	Localidad tipo <i>C. incurva</i> .	285
Figura 152	Macho <i>C. incurva</i> USNM 230371, 11.7 mm de longitud, 2.6 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, pleotelson vista dorsal; F, cabeza vista dorsal; G, vista dorsal pereionitos IV y V. Escalas A y D = 2 mm.	286
Figura 153	Localidad tipo <i>C. insula</i> .	287
Figura 154	Localidad tipo <i>C. intermedia</i> .	288
Figura 155	Macho <i>C. intermedia</i> USNM 1405921, 13.1 mm de longitud, 4.2 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, cuerpo vista dorsal; D, pleotelson vista lateral; E, cabeza vista dorsal; F, vista dorsal pereionitos IV y V. Escalas A y C = 2 mm.	289
Figura 156	Localidad tipo <i>C. jeffersoni</i> .	290
Figura 157	Macho <i>C. jeffersoni</i> USNM 1132420, 7.1 mm de longitud, 1.4 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, pleotelson vista dorsal; F, cabeza vista dorsal; G, vista dorsal pereionitos IV y V. Escalas A y D = 2 mm.	291
Figura 158	Localidad tipo <i>C. jordani</i> .	292
Figura 159	Macho <i>C. jordani</i> USNM 1100333, 7.5 mm de longitud, 1.0 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, pleotelson vista dorsal; F, cabeza vista dorsal; G, vista dorsal pereionitos IV y V. Escalas A y D = 2 mm.	293
Figura 160	Localidad tipo <i>C. kendeighi</i> .	294
Figura 161	Macho <i>C. kendeighi</i> USNM 1156703, 7.2 mm de longitud, 1.2 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, urópodo derecho F, pleotelson vista dorsal; G, cabeza vista dorsal; H, vista dorsal pereionitos IV y V. Escalas A y D = 2 mm.	295
Figura 162	Localidad tipo <i>C. kenki</i> .	296
Figura 163	Macho <i>C. kenki</i> USNM 119814, 8.6 mm de longitud, 2.3 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, pleotelson vista dorsal; F, cabeza vista dorsal; G, vista dorsal pereionitos IV y V. Escalas A y D = 2 mm.	297
Figura 164	Localidad tipo <i>C. laticaudata</i> .	298

Figura 165	Macho <i>C. laticaudata</i> USNM 230575, 7.0 mm de longitud, 1.2 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, pleotelson vista dorsal; F, cabeza vista dorsal; G, vista dorsal pereionitos IV y V. Escalas A y D = 2 mm.	299
Figura 166	Localidad tipo <i>C. lesliei</i> .	300
Figura 167	Localidad tipo <i>C. mackini</i> .	301
Figura 168	Macho <i>C. mackini</i> USNM 1087372, 9.2 mm de longitud, 1.9 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, pleotelson vista dorsal; F, vista dorsal pereionitos IV y V. Escalas A y D = 2 mm.	302
Figura 169	Localidad tipo <i>C. macropropoda</i> .	303
Figura 170	Macho <i>C. macropropoda</i> USNM 1444278, 5.7 mm de longitud, 1.3 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, cuerpo vista dorsal; D, cabeza vista dorsal; E, pleotelson vista dorsal. Escalas A y C = 2 mm.	304
Figura 171	Localidad tipo <i>C. mausi</i> .	305
Figura 172	Macho <i>C. mausi</i> USNM 241869, 4.5 mm de longitud, 1.3 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, vista dorsal pereionitos IV y V; G urópodo izquierdo. Escalas A y D = 2 mm.	306
Figura 173	Localidad tipo <i>C. metcalfi</i> .	307
Figura 174	Localidad tipo <i>C. mitchelli</i> .	308
Figura 175	Localidad tipo <i>C. montana</i> .	309
Figura 176	Hembra <i>C. montana</i> USNM 108524, 11.3 mm de longitud, 3.3 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, pleotelson vista dorsal. Escalas A y D = 2 mm.	310
Figura 177	Localidad tipo <i>C. nickajackensis</i> .	311
Figura 178	Hembra <i>C. nickajackensis</i> USNM 1137632, 10 mm de longitud, 1.7 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, pleotelson vista dorsal. Escalas A y D = 2 mm.	312
Figura 179	Localidad tipo <i>C. nodula</i> .	313
Figura 180	Macho <i>C. nodula</i> USNM 1436190, 9.8 mm de longitud, 2.2 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C,	314

	pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, pleotelson vista dorsal. Escalas A y D = 2 mm.	
Figura 181	Localidad tipo <i>C. nordeni</i> .	315
Figura 182	Macho <i>C. nordeni</i> USNM 230110, 6.7 mm de longitud, 1.6 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, vista dorsal pereionitos IV y V; G, pleotelson vista dorsal. Escalas A y D = 2 mm.	316
Figura 183	Localidad tipo <i>C. nortoni</i> .	317
Figura 184	Hembra <i>C. nortoni</i> USNM 229762, 8.5 mm de longitud, 1.2 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, pleotelson vista lateral; C, cuerpo vista dorsal; D, cabeza vista dorsal; E, vista dorsal pereionitos IV y V; F, pleotelson vista dorsal. Escalas A y D = 2 mm.	318
Figura 185	Localidad tipo <i>C. obtusa</i> .	319
Figura 186	Macho <i>C. obtusa</i> USNM 108877, 14.5 mm de longitud, 3.7 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, vista pereionitos IV y V; G, pleotelson vista dorsal. Escalas A y D = 2 mm.	320
Figura 187	Localidad tipo <i>C. occidentalis</i> .	321
Figura 188	Macho <i>C. occidentalis</i> USNM 213083, 9.5 mm de longitud, 2.8 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, pleotelson vista dorsal. Escalas A y D = 2 mm.	322
Figura 189	Localidad tipo <i>C. oculata</i> .	323
Figura 190	Hembra <i>C. oculata</i> USNM 77811, 7.1 mm de longitud, 1.1 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, pleotelson vista dorsal. Escalas A y D = 2 mm.	324
Figura 191	Localidad tipo <i>C. packardi</i> .	325
Figura 192	Macho <i>C. packardi</i> USNM 1436192, 12.7 mm de longitud, 2.3 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, pleotelson vista dorsal; G; urópodo derecho. Escalas A y D = 2mm.	326
Figura 193	Localidad tipo <i>C. pasquini</i> .	327
Figura 194	Localidad tipo <i>C. paurotrigona</i> .	328

Figura 195	Hembra <i>C. paurotrigona</i> USNM 1011538, 5.0 mm de longitud, 1.2 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, vista pereionitos IV y V; G, pleotelson vista dorsal. Escalas A y D = 2 mm.	329
Figura 196	Localidad tipo <i>C. phreatica</i> .	330
Figura 197	Hembra <i>C. phreatica</i> USNM 259866, 8.4 mm de longitud, 1.2 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cabeza vista dorsal; E, vista dorsal pereionitos IV y V; F, pleotelson vista dorsal. Escala A = 2 mm.	331
Figura 198	Localidad tipo <i>C. pricei</i> .	332
Figura 199	Macho <i>C. pricei</i> USNM 1405927, 14.7 mm de longitud, 2.4 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, vista pereionitos IV y V; G, pleotelson vista dorsal. Escalas A y D = 2 mm.	333
Figura 200	Localidad tipo <i>C. puebla</i> .	334
Figura 201	Macho <i>C. puebla</i> USNM 184993, 6.2 mm de longitud, 1.3 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, vista pereionitos IV y V; G, pleotelson vista dorsal. Escalas A y D = 2 mm.	335
Figura 202	Localidad tipo <i>C. putea</i> .	336
Figura 203	Macho <i>C. putea</i> USNM 1405928, 7.2 mm de longitud, 1.3 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, vista pereionitos IV y V; G, pleotelson vista dorsal. Escalas A y D = 2 mm.	337
Figura 204	Localidad tipo <i>C. racovitzai</i> .	338
Figura 205	Macho <i>C. racovitzai</i> USNM 230981, 13.0 mm de longitud, 3.8 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, pleotelson vista dorsal; F, cabeza vista dorsal; G, vista dorsal pereionitos IV y V. Escalas A y D = 2 mm.	339
Figura 206	Localidad tipo <i>C. racovitzai racovitzai</i> .	340
Figura 207	Hembra <i>C. racovitzai racovitzai</i> USNM 122652, 3.0 mm de longitud, 0.7 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, pleotelson vista dorsal; F, cabeza vista dorsal; G, vista dorsal pereionitos IV y V. Escalas A y D = 2 mm. <i>C. racovitzai racovitzai</i> macho USNM 96066 2.3 mm de longitud. Escalas A = 1 cm.	341

	Fotografías tomadas del sitio del Smithsonian National Museum of Natural History (Fotografías de Michelle Brown).	
Figura 208	Localidad tipo <i>C. racovitzai australis</i> .	342
Figura 209	Macho <i>C. racovitzai australis</i> , 3.6 mm de longitud, 0.8 mm de ancho. A, cuerpo vista dorsal Morfo B Recolectado en un hoyo de acocil en Pineland (ENP); B, cuerpo vista lateral localidad Wekiwa Spring (Seminole County); C, cuerpo vista lateral Morfo B (Wekiwa spring); D, cabeza vista dorsal Morfo B; E, espécimen colectado en Econlockhatchee River (Florida Central) morfo epigeo; F, cabeza vista dorsal morfo B forma estigofila; Escalas A = 1 mm. Fotografías a color donadas por el Dr. Campanaro. Figuras B, C, E y F, fueron tomadas y modificadas de Campanaro y Bruno (2007).	343
Figura 210	Localidad tipo <i>C. recurvata</i> .	344
Figura 211	Macho <i>C. recurvata</i> USNM 1453515, 8.7 mm de longitud, 1.3 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, pleotelson vista dorsal; F, cabeza vista dorsal; G, vista dorsal pereionitos IV y V. Escalas A y D = 2 mm.	345
Figura 212	Localidad tipo <i>C. reddelli</i> .	346
Figura 213	Macho <i>C. reddelli</i> USNM 230140, 15.3 mm de longitud, 2.9 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, pleotelson vista dorsal; F, cabeza vista dorsal; G, vista dorsal pereionitos IV y V. Escalas A y D = 2 mm.	347
Figura 214	Localidad tipo <i>C. richardsonae</i> .	348
Figura 215	Macho <i>C. richardsonae</i> USNM 1436197, 8.0 mm de longitud, 0.8 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, pleotelson vista dorsal; F, cabeza vista dorsal; G, vista dorsal pereionitos IV y V. Escalas A y D = 2.	349
Figura 216	Localidad tipo <i>C. rotunda</i> .	350
Figura 217	Macho <i>C. rotunda</i> USNM 1462019, 3.7 mm de longitud, 0.6 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, pleotelson vista dorsal; F, cabeza vista dorsal; G, vista dorsal pereionitos IV y V. Escalas A y D = 2 mm.	351
Figura 218	Localidad tipo <i>C. salemensis</i> .	352
Figura 219	Macho <i>C. salemensis</i> USNM 1436198, 5.1 mm de longitud, 0.7 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, pleotelson vista	353

	dorsal; F, cabeza vista dorsal; G, vista dorsal pereionitos IV y V. Escalas A y D = 2 mm.	
Figura 220	Localidad tipo <i>C. scrupulosa</i> .	354
Figura 221	Macho <i>C. scrupulosa</i> USNM 250425, 11 mm de longitud, 2.9 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, pleotelson vista dorsal; F, cabeza vista dorsal; G, vista dorsal pereionitos IV y V. Escalas A y D = 2 mm.	355
Figura 222	Localidad tipo <i>C. scypha</i> .	356
Figura 223	Localidad tipo <i>C. sequoiae</i> .	357
Figura 224	Hembra <i>C. sequoiae</i> USNM 213081, 4.3 mm de longitud, 0.7 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, pleotelson vista dorsal; F, cabeza vista dorsal; G, vista dorsal pereionitos IV y V. Escalas A y D = 2 mm.	358
Figura 225	Localidad tipo <i>C. serrata</i> .	359
Figura 226	Macho <i>C. serrata</i> USNM 180499, 1.8 mm de longitud, 0.3 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cuerpo vista dorsal; C, pleotelson vista lateral; D, cabeza vista dorsal; E, pleotelson vista dorsal. Escalas A y B = 2 mm.	360
Figura 227	Localidad tipo <i>C. simonini</i> .	361
Figura 228	Macho <i>C. simonini</i> USNM 257071, 7.4 mm de longitud, 1.8 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, pleotelson vista dorsal; F, cabeza vista dorsal; G, vista dorsal pereionitos IV y V. Escalas A y D = 2 mm.	362
Figura 229	Localidad tipo <i>C. simulator</i> .	363
Figura 230	Macho <i>C. simulator</i> USNM 1100401, 12.7 mm de longitud, 1.6 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, pleotelson vista dorsal; F, cabeza vista dorsal; G, vista dorsal pereionitos IV y V. Escalas A y D = 2 mm.	364
Figura 231	Localidad tipo <i>C. sinuncus</i> .	365
Figura 232	Localidad tipo <i>C. spatulata</i> .	366
Figura 233	Macho <i>C. spatulata</i> USNM 230293, 9.2 mm de longitud, 1.4 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, pleotelson vista dorsal; F, cabeza vista dorsal; G, vista dorsal pereionitos IV y V. Escalas A y D = 2 mm.	367

Figura 234	Localidad tipo <i>C. steevesi</i> .	368
Figura 235	Macho <i>C. steevesi</i> USNM 1087448, 12.4 mm de longitud, 2.0 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, pleotelson vista dorsal; F, cabeza vista dorsal; G, vista dorsal pereionitos IV y V. Escalas A y D = 2 mm.	369
Figura 236	Localidad tipo <i>C. stiladactyla</i> .	370
Figura 237	Macho <i>C. stiladactyla</i> USNM 1087445, 11.0 mm de longitud, 1.6 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, urópodo izquierdo; E, cuerpo vista dorsal; E, pleotelson vista dorsal; F, cabeza vista dorsal; G, vista dorsal pereionitos IV y V; H, pleotelson vista dorsal. Escalas A y D = 2 mm.	371
Figura 238	Localidad tipo <i>C. stygia</i> .	372
Figura 239	Macho <i>C. stygia</i> USNM 1436232. A, cuerpo vista lateral, B, cabeza lateral, D, pleotelson vista lateral; F, urópodo (se desconoce a que sexo pertenece, únicamente se encontró dentro del frasco); I, cabeza vista dorsal; J, pereionitos IV y V vista dorsal; K, pleotelson macho; G, hembra lateral; C, cabeza vista lateral; H, cabeza vista dorsal; E, pleotelson y urópodo izquierdo.	373
Figura 240	Localidad tipo <i>C. teresae</i> .	374
Figura 241	Macho <i>C. teresae</i> USNM 1011500, 10.4 mm de longitud, 1.4 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, vista pereionitos IV y V; G, pleotelson vista dorsal. Escalas A y D = 2 mm.	375
Figura 242	Localidad tipo <i>C. tomalensis</i> .	376
Figura 243	Hembra <i>C. tomalensis</i> USNM 233379, 7.7 mm de longitud, 2.3 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, vista pereionitos IV y V; G, pleotelson vista dorsal. Escalas A y D = 2 mm.	377
Figura 244	Localidad tipo <i>C. tridentata</i> .	378
Figura 245	Macho <i>C. tridentata</i> USNM 189487, 9.0 mm de longitud, 1.7 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, vista pereionitos IV y V; G, pleotelson vista dorsal. Escalas A y D = 2 mm.	379
Figura 246	Localidad tipo <i>C. vandeli</i> .	380

Figura 247	Macho <i>C. vandeli</i> 1405941, 3.2 mm de longitud, 0.4 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, vista pereionitos IV y V; G, pleotelson vista dorsal. Escalas A y D = 2 mm.	381
Figura 248	Localidad tipo <i>C. vomeroi</i> .	382
Figura 249	Localidad tipo <i>C. camaxtli</i> .	383
Figura 250	Macho <i>C. camaxtli</i> CNCR 34391, 16 mm de longitud, 4 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cuerpo vista dorsal; C, cabeza vista lateral; D, cabeza vista dorsal; E, pleotelson vista dorsal; F, pleotelson vista dorsal. Escalas A y B = 2.5 mm.	384
Figura 251	Localidad tipo <i>C. williamsi</i> .	385
Figura 252	Macho <i>C. williamsi</i> CNCR 11455, 6.2 mm de longitud, A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, cuerpo vista dorsal; D, pleotelson vista lateral; E, pleotelson vista dorsal; F, Cabeza vista dorsal; G, pereionitos IV y V vista dorsal. Escalas A y C = 2 mm.	386
Figura 253	Localidad tipo <i>C. xochimilca</i> .	387
Figura 254	Macho <i>C. xochimilca</i> CNCR 26876, 5.2 mm de longitud, 1.6 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, cuerpo vista dorsal; D, cabeza vista dorsal; E, pleotelson vista lateral; F, pleotelson vista dorsal; G, vista dorsal pereionitos IV y V. Escalas A y C = 2 mm.	388
Figura 255	Localidad tipo <i>C. zullini</i> .	389
Figura 256	Distribución de las especies válidas pertenecientes al género <i>Caecidotea</i> de América. En la parte inferior del mapa se encuentran listadas las especies que aparecen en el mismo.	390
Figura 257	<i>C. communis</i> Say, 1818 <i>sensu</i> Williams, 1970. Macho USNM 108335, Valley Forge, Valley Creek, Chester County, Pennsylvania, United States. A, pleópodo II vista dorsal; B, pleópodo II vista ventral; C, endopodito vista dorsal; D, endopodito vista ventral; E, ápice del endopodito vista dorsal; F, ápice del endopodito vista ventral. Las escalas se encuentran en cada imagen. En el círculo rojo se muestran las escamas cuticulares.	415
Figura 258	<i>C. communis</i> Say, 1818 <i>sensu</i> Williams, 1970. Macho USNM 108338, From Spring, 1-mile W Of Exton, Chester County, Pennsylvania, United States. A, pleópodo II vista dorsal; B, pleópodo II vista ventral; C, endopodito vista dorsal; D, endopodito vista ventral; E, ápice del endopodito vista dorsal; F, ápice del endopodito vista ventral. Las escalas se encuentran en cada imagen.	417

Figura 259	<i>C. communis</i> Say, 1818 <i>sensu</i> Williams, 1970. Macho USNM 231000, Lebanon County, Pennsylvania, United States. A, pleópodo II vista dorsal; B, pleópodo II vista ventral; C, endopodito vista dorsal; D, endopodito vista ventral; E, ápice del endopodito vista dorsal; F, ápice del endopodito vista ventral. Las escalas se encuentran en cada imagen.	419
Figura 260	<i>C. communis</i> Say, 1818 <i>sensu</i> Williams, 1970. Macho USNM 108850. From Slough, 0.8 km SW Of Riverside, Burlington County, New Jersey, United States. A, pleópodo II vista dorsal; B, pleópodo II vista ventral; C, endopodito vista dorsal; D, endopodito vista ventral; E, ápice del endopodito vista dorsal; F, ápice del endopodito vista ventral. Las escalas se encuentran en cada imagen.	421
Figura 261	<i>C. aff. brevicauda</i> Williams, 1970. Macho USNM 86727. Sugar Creek Near Koekuk, Within 3 Kilom. Of Mouth, Iowa, United States. A, pleópodo II vista dorsal; B, pleópodo II vista ventral; C, endopodito vista dorsal; D, endopodito vista ventral. Las escalas se encuentran en cada imagen.	422
Figura 262	<i>C. occidentalis sensu</i> Williams, 1970. Macho USNM 169602. Clackamas, Oregon Fish Hatchery Lab, Spring Fed Pond, Oregon Fish Hatchery Lab, Oregon, United States. A, pleópodo II vista dorsal; B, pleópodo II vista ventral; C, endopodito vista dorsal; D, endopodito vista ventral; E, ápice del endopodito vista dorsal; F, ápice del endopodito vista ventral. Las escalas se encuentran en cada imagen.	424
Figura 263	<i>C. racovitzai racovitzai sensu</i> Williams, 1970. Macho USNM 233370. Tomales Bay, Paper Mill, Marin County, California, United States. A, pleópodo II vista dorsal; B, pleópodo II vista ventral; C, endopodito vista dorsal; D, endopodito vista ventral; E, ápice del endopodito vista dorsal; F, ápice del endopodito vista ventral. Las escalas se encuentran en cada imagen.	426
Figura 264	<i>Caecidotea</i> sp 8. Macho USNM 1463313. SERC, Horseshoe Bog, Anne Arundel County, Maryland, United States. A, pleópodo II vista dorsal; B, pleópodo II vista ventral; C, endopodito vista dorsal; D, endopodito vista ventral; E, ápice del endopodito vista dorsal; F, ápice del endopodito vista ventral. Las escalas se encuentran en cada imagen.	428
Figura 265	<i>C. racovitzai racovitzai sensu</i> Williams, 1970. Macho USNM 108337. Harrow, From Spring, 5 Mile E Of. Essex County, Ontario, Canadá. A, pleópodo II vista dorsal; B, pleópodo II vista ventral; C, endopodito vista dorsal; D, endopodito vista ventral; E, ápice del endopodito vista dorsal; F, ápice del endopodito vista ventral. Las escalas se encuentran en cada imagen.	430
Figura 266	Ápices del endopodito del pleópodo II derecho en vista dorsal con excepción de <i>C. camaxtli</i> y <i>Caecidotea</i> sp 8, que se presenta el izquierdo. A-D, <i>C. communis</i> ; E, <i>Caecidotea aff. Brevicauda</i> ; F, <i>C. occidentalis</i> ; G, <i>C. racovitzai racovitzai</i> ; H, <i>Caecidotea</i> sp 8; I,	432

C. camaxtli; J, *C. puebla*; K, *Caecidotea* sp 1 (Lago de Catemaco); L, *Caecidotea* sp 6 (Laguna de Zacapu). Las escalas se encuentran en cada imagen.

**Figura
267**

Ápices del endopodito del pleópodo II derecho en vista ventral con excepción de *C. camaxtli* y *Caecidotea* sp 8, que se presenta el izquierdo. A-D, *C. communis*; E, *Caecidotea* aff. *brevicauda*; F, *C. occidentalis*; G, *C. racovitzai racovitzai*; H, *Caecidotea* sp 8; I, *C. camaxtli*; J, *C. puebla*; K, *Caecidotea* sp 1 (Lago de Catemaco); L, *Caecidotea* sp 6 (Laguna de Zacapu). Las escalas se encuentran en cada imagen.

433

LISTA DE SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

Colección Nacional de Crustáceos (**CNCR**)

Estados Unidos (**EE. UU.**)

Facultad de Ciencias Biológicas Universidad Autónoma de Nuevo León (**FCB-UANL**)

Faja volcánica Transmexicana (**FVTM**)

High Posterior Density (**HPD**)

Highway (**Hwy**)

Licenciatura en Ciencia Forense Universidad Nacional Autónoma de México (**LCF-UNAM**)

Metros sobre el nivel del mar (**msnm**)

Milímetros (**mm**)

Millones de años (**Ma**)

Miles (**mi**)

Por millón de años (**PMa**)

United States National Museum (**USNM**)

Enero (**Ene**)

Febrero (**Feb**)

Marzo (**Mar**)

Abril (**Abr**)

Mayo (**Mayo**)

Junio (**Jun**)

Julio (**Jul**)

Agosto (**Ago**)

Septiembre (**Sep**)

Octubre (**Oct**)

Noviembre (**Nov**)

Diciembre (**Dic**)

INTRODUCCIÓN GENERAL

Las aguas continentales cubren menos del 1% de la superficie terrestre y contienen una gama de ambientes dulceacuícolas (lóticos y lénticos), como arroyos, humedales, lagos, lagunas, manantiales, ríos superficiales y ríos subterráneos (Wetzel, 2001). El ambiente dulceacuícola alberga aproximadamente el 10% de todas las especies animales conocidas (Dijkstra *et al.* 2014), siendo el Phylum Arthropoda el más numeroso (Rodríguez- Diego *et al.* 2009). Dentro de este se encuentra el subphylum Crustacea con cerca de 67,000 especies (Bruce y MacDiarmid, 2006) de estas 10,300 corresponden al Orden Isopoda y de estas el 9% habitan aguas continentales (Wilson, 2008), es decir, 927 especies y únicamente el 0.9% (93 especies) pertenecen al género *Caecidotea* (García-Vázquez *et al.* 2019).

El género *Caecidotea* Packard, 1871 está conformado por 93 especies y tres subespecies (García-Vázquez *et al.* 2019), las cuales pueden ser divididas en dos categorías ecológicas de acuerdo con el hábitat que ocupan, epigeas cuando son localizadas en hábitats superficiales y estigobias o subterráneas cuando se encuentran en cuevas (Sket, 2008). Del total de especies que componen al género, 20 son epigeas y 73 estigobias, siendo Estados Unidos (EE. UU.) el país con el mayor número de especies descritas a lo largo de 200 años con 85, seguido por México con nueve en 59 años y al final Guatemala con una en 42 años. El rango de distribución del género se extiende desde el sur de Canadá, costa Este y Oeste de EE. UU., región central y sur de México y al Noroccidente de Guatemala (García-Vázquez *et al.* 2019). La mayoría de estas descripciones se encuentran incompletas pues no incluyen alguna ilustración del habitus del macho, únicamente apéndices disecados.

Este grupo de isópodos viven alrededor de un año (Smith, 2001), presentan reproducción sexual, donde el acto de copula dura aproximadamente dos horas, la hembra es fertilizada internamente (Barnes, 1963; Smith, 2001). Los huevos fertilizados son incubados por la hembra dentro del marsupio, donde el número oscila entre 20 y 250, de acuerdo con el tamaño de la hembra y su maduración tarda aproximadamente entre 20 y 30 días (Smith, 2001). Económicamente son de poca importancia en la dieta de peces, sin

embargo, diversas especies de isópodos sirven de hospederos de nemátodos parásitos y acantocéfalos de aves, peces y anfibios (Smith, 2001).

La sistemática del género es complicada, pues no existe un consenso en los caracteres de importancia taxonómica, lo cual impide una clara separación entre las especies. Ejemplo de ello es la especie *Caecidotea communis* (Say, 1818), primer asélido epigeo descrito para Norte América, el cual se ha asumido que es una forma ampliamente distribuida en el Este, Sureste y Oeste de Canadá, Noreste y Oeste de EE.UU. (Graening *et al.* 2012). Trabajos previos han mencionado que, en México, *C. communis* se encuentra distribuida en varias poblaciones de la región central y sur del país en los estados de Michoacán, Ciudad de México, Estado de México, Puebla y Veracruz (Argano, 1977). Hoy en día, no existe una explicación biogeográfica satisfactoria para la naturaleza discontinua de la distribución de las especies de *Caecidotea*.

Una de las primeras explicaciones a esta distribución la propuso Fleming (1971), quien planteó la posibilidad de dispersión a larga distancia desde el Norte de Norte América hacia los trópicos. Esta posibilidad, sin embargo, parece poco probable, ya que los organismos dulceacuícolas y en particular los isópodos presentan una vagilidad limitada, por lo que su capacidad de dispersión está completamente restringida a los sistemas hidrográficos que habitan.

En México las poblaciones del género *Caecidotea* se encuentran distribuidas principalmente sobre la Faja Volcánica Transmexicana (FVTM) (Figura 1), localizada entre los paralelos 19.5° y los 21° latitud norte (Campos-Enríquez *et al.* 2015), la cual se originó durante el Mioceno medio hace aproximadamente 20-22 Mda. (Ruíz-Sánchez y Specht, 2013) y abarca desde el Océano Pacífico hasta el Golfo de México. La accidentada topografía de la zona debida a los procesos geológicos que le dieron origen ha provocado un elevado grado de heterogeneidad de hábitats ocasionando que en esta zona se tenga registro de una gran cantidad de endemismos de diversos grupos biológicos (Noguera-Urbano, 2017), como anfibios, arácnidos, crustáceos, peces, reptiles y plantas (Alvarez *et al.* 2014; Alvarez y Villalobos 2016; Castro-Franco, *et al.* 2006; Flores-Villela, 1993; Miller, 2005; Ruíz-Sánchez y Specht, 2013).

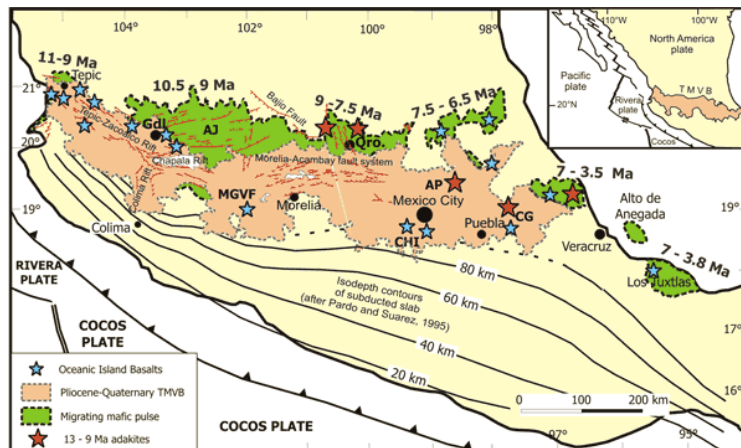


Figura 1. Mapa geológico simplificado del vulcanismo Neógeno y las fallas en el centro de México (modificado después de Ferrari, 2004). Tenga en cuenta el pulso migratorio hacia el este del volcanismo máfico hacia el norte del Plio-Cuaternario FVTM y su posible continuación hacia el sureste a lo largo del Golfo de México. GDL = Guadalajara; AJ = Altos de Jalisco; QRO = Querétaro; CHI = Sierra Chichinautzin; AP = campo volcánico de Apan; CG = complejo volcánico Cerro Grande; MGVF = campo volcánico Michoacán-Guanajuato.

Desde el punto de vista hidrológico debido a diferencias altitudinales, de los ambientes epicontinentales dulceacuícolas localizados sobre la porción central de la FVTM, el 80% del total de embalses se encuentran por debajo de los 500 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) y únicamente el 5% se localizan sobre los 2000 m.s.n.m. (Alcocer y Bernal-Brooks, 2010). La FVTM cuenta con 254 reservorios dulceacuícolas por lo que esto la convierte en una zona de alto impacto antropogénico debido a las actividades económicas que se desarrollan en la región, entre las que destacan la agricultura, recreación, caza, ganadería, industria manufacturera, producción industrial, y la pesca (Sigala *et al.* 2017; Alcocer y Bernal-Brooks, 2010; CONAGUA, 2010), por lo que la biodiversidad, los problemas sociales y económicos referentes a las aguas epicontinentales se encuentran comprometidos por las actividades antrópicas que ocasionan la fragmentación del hábitat y la desecación de los cuerpos acuáticos, al concentrar la mayor densidad poblacional a nivel nacional.

La FVTM concentra dos de las más importantes regiones Hidrológico-Administrativas de México, siendo la del Balsas, localizada en la región central del país sobre la FVTM, incluyendo los estados de Morelos (todo el estado), y parcialmente el Edo. de México, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Puebla y Tlaxcala. La región Lerma-Santiago-Pacífico también sobre la FVTM, la cual contiene los estados de

Aguascalientes, Colima, Guanajuato, Jalisco, México, Michoacán, Nayarit, Querétaro y Zacatecas. La Región del Valle de México, la cual contiene parcialmente los estados de CDMX, Hidalgo, México y Tlaxcala. De acuerdo con el análisis realizado por la CONAGUA (2010), en su documento Atlas Digital del Agua en México, un tema primordial es el grado de presión sobre el recurso hídrico, el cual fue propuesto por la Comisión para el Desarrollo Sustentable de Naciones Unidas, y se encuentra en función del porcentaje de agua que es utilizado de acuerdo con la disponibilidad de cada lugar, con la siguiente clasificación; A, Escasa presión, cuando se extrae <10% del agua disponible; B, Presión moderada, cuando se extrae 10-19%; C, Presión media fuerte, cuando se extrae 20-40%; D, Fuerte presión, cuando se extrae del 41 al 100% del agua disponible; E, Muy fuerte cuando la extracción es por arriba del 100%.

Siguiendo la clasificación anterior, para la zona central del país se localiza en la categoría de fuerte a muy fuerte, es decir, se extrae más agua de la disponible de manera natural, siendo las Aguas del Valle de México la que ejerce una presión mayor, cerca del 132% (CONAGUA, 2010).

El presente estudio tiene como finalidad brindar una primera aproximación para resolver la filogenia de las poblaciones de *Caecidotea* que se encuentran distribuidas sobre y por debajo de la FVTM en la región central y sur de México. Para tal fin hemos desarrollado cuatro capítulos que son explicados brevemente:

1. El primer capítulo comprende análisis filogenéticos basados en métodos moleculares, pues hasta el momento no existen estudios sobre el género *Caecidotea*, por lo que empleamos datos mitocondriales de los genes Citocromo Oxidasa I (COI) y 12S más un gen nuclear H3, en un primer intento de proveer una filogenia de las poblaciones epigeas del género *Caecidotea* de México. Posteriormente se realizaron análisis de delimitación de especies (2%, GMYC, ABGD y BPP) con los que se recuperaron especies previamente descritas, además se registraron los nuevos endemismos potenciales y, por último, se estimaron los tiempos de divergencia de los diferentes linajes obtenidos, basados en un método de reloj molecular relajado, el cual indica que la diversificación de las poblaciones de *Caecidotea* en la región central de

México ocurrió durante el Plioceno, siendo las poblaciones de la vertiente del Pacífico (Jalisco) las que aparecieron primero en el tiempo, seguidas de la población de la Cuenca Oriental (Puebla), posteriormente la población de la vertiente Atlántica (Veracruz), mientras que la población más reciente corresponde a la Cuenca del Valle de México (Ciudad de México).

2. El capítulo II parte de los análisis de delimitación de especies, los cuales permitieron la identificación y descripción de siete probables nuevos endemismos. La morfología del endopodito del pleópodo II fue analizada con apoyo de microscopía electrónica de barrido (MEB) y se fotografió al macho en vista dorsal y lateral, además cada descripción incluye un mapa con la localidad tipo.
3. El capítulo III, presenta un catálogo fotográfico con las especies válidas del género *Caecidotea* depositadas en el United States National Museum, Smithsonian y en la Colección Nacional de Crustáceos, Instituto de Biología, UNAM.
4. El capítulo IV desarrolla un análisis de la morfología del pleópodo II de la especie *Caecidotea communis* Say, 1818 *sensu* Williams, 1970, específicamente sobre el ápice del endopodito y se hace una comparación con las especies *C. brevicauda*, *C. occidentalis*, *C. racovitzai racovitzai* y *Caecidotea* sp. 8, en el que permitió observar que el ápice de *C. communis* presenta peines de escamas cuticulares diminutos y una conformación distinta entre el resto de las especies.

LITERATURA CITADA

- Alcocer J, Bernal BFW. 2010. Limnology in Mexico. *Hydrobiologia* 644: 15–68.
- Alvarez F, Villalobos JL, Hendrickx ME, Escobar BE, Rodríguez AG, y Campos E. 2014. Biodiversidad de crustáceos decápodos (Crustacea: Decapoda) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 85: S208–S219.
- Alvarez F, Villalobos JL. 2016. Freshwater decapod diversity and conservation in Mexico. In: Kawai, T. & Cumberlidge, N. (Eds.), *Conservation and Biology of Freshwater Decapoda: A Global Overview*. Springer, Cham, pp. 237–266.
- Argano R. 1972. An asellid of the subterranean waters of Veracruz, Mexico (Crustacea, Isopoda). *Accademia Nazionale dei Lincei Quaderno*, 171: 35–42.
- Barnes RD. 1963. *Invertebrate Zoology*. Saunders & Co., Philadelphia, p. 295.
- Bernatchez L, Wilson CC (1998) Comparative phylogeography of Nearctic and Palearctic fishes. *Molecular Ecology*, 7: 431–452.
- Bruce N, MacDiarmid A. Crabs, crayfish and other crustaceans', *Te Ara - the Encyclopedia of New Zealand*, <http://www.TeAra.govt.nz/en/crabs-crayfish-and-other-crustaceans/print> (Accesado el 12 Noviembre 2019).
- Campos EJO, Lermo SJF, Antayhua VYT, Chavacán M, y Ramón MVM. 2015. The Aztlán Fault System: control on the emplacement of the Chichinautzin Range volcanism, southern Mexico Basin, Mexico. *Seismic and gravity characterization. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 67: 315–335.
- Castro FR, Vergara GGG, Bustos ZMG, y Mena AW. 2006. Diversidad y distribución de anfibios del estado de Morelos, México. *Acta Zoológica Mexicana*. 22: 103–117.
- CONAGUA. 2010. Atlas Digital del Agua México 2010. Estadísticas del agua en México, México, Semarnat/Conagua. Dijkstra KD, Monaghan MT, y Pauls SU. 2014. Freshwater biodiversity and aquatic insect diversification. *Annual review of entomology*, 59: 143–163.
- Ferrari L. 2004. Slab detachment control on volcanic pulse and mantle heterogeneity in Central Mexico. *Geology*. 32: 77–80.
- Fleming LE. 1971. PhD. Thesis. The evolution of the eastern north american isopods of the genus *Asellus* (Crustacea: Asellidae). Virginia Polytechnic Institute and State University. P. 239.
- Flores VO. 1993. Herpetofauna of Mexico: distribution and endemism. In *Biological diversity of Mexico: origins and distributions*, T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot, J. Fa. (eds.). Oxford University Press, New York. p. 253–280.
- García VL, Rodríguez AG, Pedraza LC. 2019. *Caecidotea camaxtli* (Isopoda: Asellidae) a new species from the Tlaxcala valley, Mexico. *Zootaxa*, 4624 (3): 377–386.
- Graening GO, Fong D, Serpa L, Sharma N, y Graening GJ. 2012. Conservation status of the Tomales Bay Isopod *Caecidotea tomalensis* (Malacostraca: Isopoda). *California Fish and Game*. 98(4):202–213.
- Miller RR, Minckley WF, Norris SM. 2005. *Freshwater fishes of México*, Chicago, University of Chicago Press, 490 pp.
- Noguera UEA. 2017. El endemismo: diferenciación del término, métodos y aplicaciones. *Acta Zoológica Mexicana (n. s.)*, 33(1): 89–107.

- Rodríguez JG, Arece J, Olivares JL, Roque E. 2009. Origen y Evolución de Arthropoda. *Revista Salud Animal*. 31: 137–142.
- Ruíz SE, Specht CD. 2013. Influence of the geological history of the Trans-Mexican Volcanic Belt on the diversification of *Nolina parviflora* (Asparagaceae: Nolinoideae). *Journal of Biogeography*. 40: 1336–1347.
- Sigala I, Caballero M, Correa MA, Lozano GS, Vázquez G, Pérez L, Zawisza E. 2017. Basic limnology of 30 continental waterbodies of the Transmexican Volcanic Belt across climatic and environmental gradients. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*. 69(2): 313–370.
- Sket B. 2008 Can we agree on an ecological classification of subterranean animals? *Journal of Natural History*. 42: 1549–1563.
- Smith DG. 2001. Pennak's freshwater invertebrates of the United States: porifera to crustacean. 4th ed. Wiley & Sons, Inc. 638 p.
- Wilson GDF. 2008. Global diversity of Isopod crustaceans (Crustacea: Isopoda) in freshwater. *Hydrobiologia*. 595: 231–240.

CAPÍTULO I. FILOGENIA MOLECULAR DE LAS ESPECIES EPIGEAS DEL GÉNERO *CAECIDOTEA* DE MÉXICO

RESUMEN

Se presentan los resultados obtenidos de la filogenia, delimitación de especies y análisis biogeográficos de las especies epigeas del género *Caecidotea* en México, basados en los genes mitocondriales Citocromo Oxidasa subunidad I (COI) y 12S, así como el gen nuclear H3, lo que permitió detectar ocho nuevos endemismos relacionados con cuencas hidrográficas específicas. Se encontró y describió la especie *C. camaxtli*, y se recuperaron como monofiléticas las especies, *C. puebla*, *C. xochimilca* y *C. williamsi*, es decir, el grupo de especies mexicanas, pero no así las especies de EE. UU. *C. communis*, *C. racovitzai* y *C. sp 8* Smithsonian Environmental Research Center (SERC). Aunque se realizaron recolectas en lugares donde había registros de *C. communis*, no se localizó genética ni morfológicamente dentro de las muestras analizadas, por lo que no hay registros de la presencia de esta especie en México. Nuestros datos mostraron que el gen COI es más efectivo para discriminar entre las especies de *Caecidotea*, al contrario de lo que mostraron los genes 12S y H3, que no pudieron discriminar claramente entre especies. Dentro de los análisis, se incluyeron las siguientes especies de los Estados Unidos como comparación con las especies mexicanas: *C. communis sensu* Williams (1970) de la localidad tipo (río Schuylkill, Valley Forge Creek, Pensilvania), y *C. racovitzai* (de Grand Rapids, Michigan). Los diferentes análisis de delimitación de especies (2%, GMYC, ABGD y BPP) mostraron una alta congruencia ya que se recuperó el 90% de las especies. Para la reconstrucción de áreas ancestrales, se utilizó el análisis S-DIVA, que reveló una compleja historia biogeográfica del género *Caecidotea* en México, en la que se incluyen varios eventos de dispersión y vicarianza, siendo este último el más común de los eventos. Finalmente, el análisis de datación molecular mostró que la diversificación del género en México se produjo durante el Plioceno hace aproximadamente 5.55 millones de años, lo que coincide con lo reportado para otros taxa dulceacuícolas como anfibios, crustáceos y peces distribuidos sobre la faja volcánica transmexicana.

ABSTRACT

The results obtained from phylogeny, species delimitation and biogeographic analyses of the epigeal species of the genus *Caecidotea* in Mexico, based on the mitochondrial genes Cytochrome Oxidase subunit I (COI) and 12S, as well as the nuclear gene H3, are presented. These allowed us to detect eight new species which are related to specific watersheds. The species *C. camaxtli* was found and described, and the species, *C. puebla*, *C. xochimilca* and *C. williamsi*, that is, the group of Mexican species were recovered as monophyletic, but not the species of EE. UU. *C. communis*, *C. racovitzai* and *C. sp 8* Smithsonian Environmental Research Center (SERC). Although collections were made in places where there were records of *C. communis*, it was not genetically or morphologically located within the samples analyzed, so there is no record of the presence of this species in Mexico. Our data showed that the COI gene is more effective in discriminating between *Caecidotea* species, contrary to what was shown with 12S and H3 genes, which could not clearly discriminate between species. Within the analyzes, the following species from the United States were included for comparison with the Mexican species: *C. communis sensu* Williams (1970) from the type locality (Schuylkill River, Valley Forge Creek, Pennsylvania), and *C. racovitzai* (from Grand Rapids, Michigan). The different species delimitation analyzes (2%, GMYC, ABGD and BPP) showed a high congruence since 90% of the species were recovered. For the reconstruction of ancestral areas, the S-DIVA analysis was used, which revealed a complex biogeographic history of the *Caecidotea* genus in Mexico, in which various dispersal and vicariant events are included, the latter being the most common of the events. Finally, molecular dating analysis showed that the diversification of the genus in Mexico occurred during the Pliocene approximately 5.55 million years ago, which coincides with what is reported for other freshwater taxa such as amphibians, crustaceans, and fishes distributed over the transmexican volcanic belt.

INTRODUCCIÓN

Las aguas continentales cubren menos del 1% de la superficie terrestre y contienen una gama de ambientes dulceacuícolas (lóticos y lénticos), como son arroyos, humedales, lagos, lagunas, manantiales, ríos superficiales y ríos subterráneos (Wetzel, 2001). Las aguas continentales albergan aproximadamente el 10% de todas las especies animales conocidas (Dijkstra *et al.* 2014), siendo el Phylum Arthropoda el taxa más diverso (Rodríguez-Diego *et al.* 2009), dentro del cual se encuentra el Subphylum Crustacea con cerca de 67,000 especies descritas (Bruce y MacDiarmid, 2006), de las cuales, 10,300 corresponden al Orden Isopoda, donde el 9% habitan aguas continentales (Wilson, 2008), es decir 1,040 especies y únicamente el 0.8% (93 especies) pertenecen al género *Caecidotea* (García-Vázquez *et al.* 2019).

El género *Caecidotea* es un grupo de isópodos dulceacuícolas conformado por 93 especies descritas y tres subespecies (García-Vázquez *et al.* 2019), las cuales pueden ser divididas en dos categorías ecológicas de acuerdo con el hábitat que ocupan, epigeas cuando son localizadas en hábitats superficiales y estigobias o subterráneas cuando se encuentran en ambientes de cueva (Sket, 2008). De la totalidad de especies que componen al género, 20 especies son epigeas y 73 especies estigobias, siendo Estados Unidos (en adelante EE. UU.) el país con el mayor número de especies registradas con 85, seguido por México con nueve especies y al final Guatemala con una especie. El rango de distribución del género *Caecidotea* se extiende desde el sur de Canadá, costa Este y Oeste de EE. UU., región central y sur de México y al Nor-occidente de Guatemala (García-Vázquez *et al.* 2019).

La sistemática del género es compleja, pues no existe un consenso en cuanto a los caracteres de importancia taxonómica, lo cual impide una clara separación entre las especies. Como un ejemplo de ello es la especie *Caecidotea communis*, primer asélido epigeo en ser descrito para Norteamérica (Say, 1818), el cual se ha asumido que es una forma ampliamente distribuida en el Este, Sureste y Oeste de Canadá, Noreste y Oeste de EE. UU. (Graening *et al.* 2012) (Figura 2). En México *C. communis* se ha mencionado que se encuentra distribuida en varias poblaciones de la región central (Fleming 1973; Argano 1977). Una de las primeras explicaciones a esta distribución la propuso Fleming

(1973), quien planteó la posibilidad de dispersión a larga distancia desde el Norte de Norteamérica hacia los trópicos. Esta posibilidad, sin embargo, parece poco probable, ya que los organismos dulceacuícolas y en particular los isópodos, presentan vagilidad limitada, por lo que su capacidad de dispersión está completamente restringida a los sistemas hidrográficos que habitan (Verovnik *et al.* 2004). Hoy en día, no existe una explicación biogeográfica satisfactoria para la naturaleza discontinua de la distribución de las especies de *Caecidotea*.

Las relaciones filogenéticas entre las especies de *Caecidotea* no han sido analizadas hasta el momento, por lo tanto, el presente estudio es la primera propuesta de la filogenia entre las relaciones de los linajes epigeos en México, basados en análisis moleculares con marcadores mitocondriales y nucleares. Además de lo anterior, se pondrá a prueba la congruencia entre diferentes métodos de delimitación de especies en el marco de la taxonomía integradora la cual se apoya en diferentes campos de estudio, por ejemplo, morfología, ADN, química, morfometría y microsatélites por mencionar algunas (Schlick-Steiner *et al.* 2010).

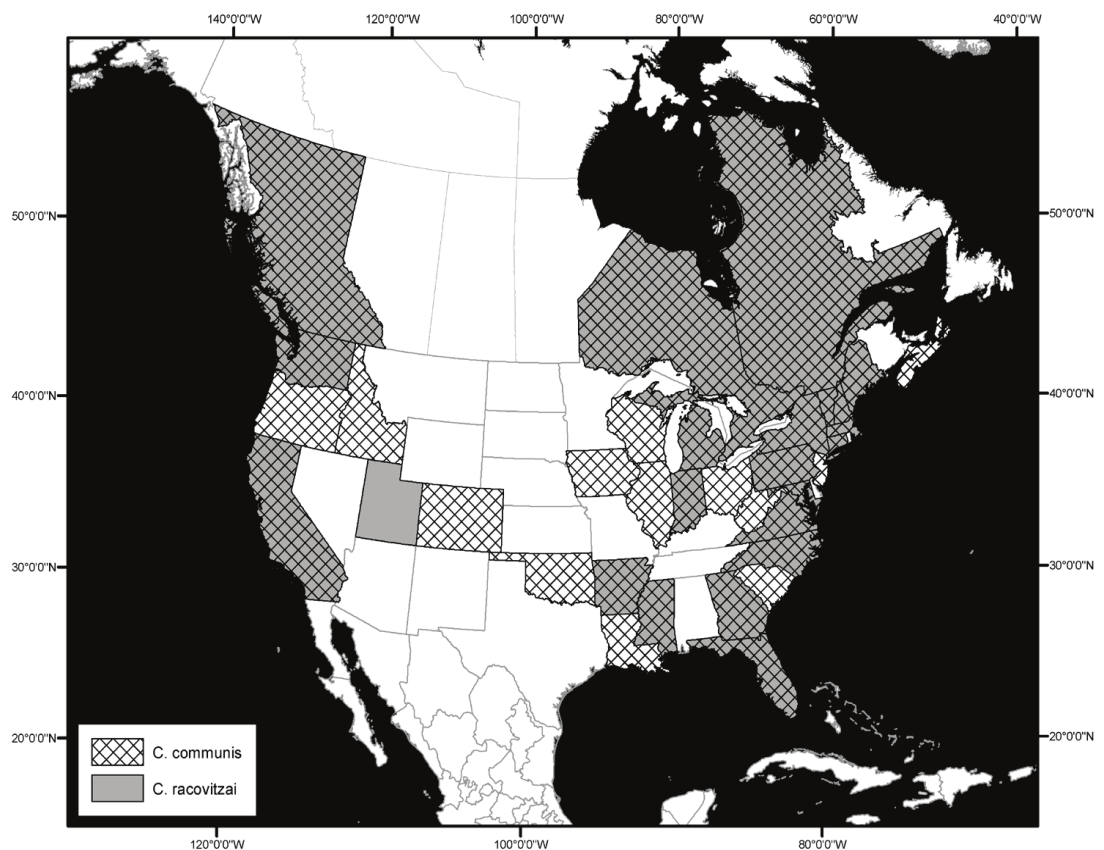


Figura 2. Distribución de la especie *C. communis*. Tomado de Graening *et al.* (2012).

ANTECEDENTES

Generalidades de la Faja Volcánica Transmexicana

La Faja Volcánica Transmexicana (FVTM) se localiza entre los paralelos 19° y los 21° latitud norte (Venegas *et al.* 1985), se originó durante el Mioceno medio hace aproximadamente 20–22 millones de años (Ma). (Ruíz-Sánchez y Specht, 2013). De acuerdo con lo propuesto por Gómez-Tuena *et al.* (2007), la actividad geológica de la FVTM puede ser dividida en cuatro diferentes episodios, donde el primero ocurrió del Mioceno medio al Mioceno tardío, el segundo en el Mioceno tardío, el tercero del Mioceno tardío al Plioceno y el cuarto del Plioceno al Holoceno, dando como origen diferentes cuencas. La FVTM tiene una longitud aproximada de 1,000 km acompañada de una amplitud variable entre los 80 y los 230 km y tiene presencia en los estados de Ciudad de México (CDMX), Colima, Estado de México (Edo. Mex), Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Puebla, Querétaro, Tlaxcala y Veracruz (González-Ávila *et al.* 2018), que en este estudio nombramos centro y sur de México. Debido a los gradientes altitudinales existentes en la FVTM ocasionados por la accidentada orografía de la zona con altitudes que van desde los 0–5,000 msnm aproximadamente (Caballero *et al.* 2010), es posible encontrar casi todos los tipos de vegetación como los bosques de coníferas, bosques de galería, bosques mesófilos de montaña, bosques de pino, pastizales, matorrales submontanos, tierras urbanas y tierras de cultivo (González-Ávila *et al.* 2018).

Patrones de distribución de otros taxa con respecto a *Caecidotea* sobre la FVTM

Numerosos estudios se han relacionado con los procesos geológicos que dieron origen a la FVTM y que han mostrado una correlación con patrones de diversificación biogeográficos en especies de diferentes grupos como anfibios, arácnidos, crustáceos, peces, reptiles y plantas (Alvarez *et al.* 2014; Alvarez y Villalobos, 2016; Castro-Franco *et al.* 2006; Flores-Villela, 1993; Miller, 2009; Noguera-Urbano, 2017; Pedraza-Lara *et al.* 2012; Ruíz-Sánchez y Specht, 2013), donde los tiempos de divergencia muestran una correspondencia con dos grandes episodios de vulcanismo en la zona uno de ellos es el pulso de vulcanismo ocurrido en el Plioceno inferior (5–3 Ma) en la FVTM y el proceso trans-tensional (Bryson *et al.* 2011; Ferrari, 2000; García-Palomo *et al.* 2002; Israde-Alcántara *et al.* 2010; Pedraza-Lara *et al.* 2012).

Algunos taxa de crustáceos decápodos que habitan ecosistemas dulceacuícolas en la zona de la FVTM son, por ejemplo, las Familias Cambaridae, Pseudothelphusidae y Trichodactylidae (Arredondo-Figueroa *et al.* 2011; Alvarez *et al.* 2014; Alvarez y Villalobos, 2016). Dentro de los ecosistemas acuáticos lóticos y lénticos, además de los grupos mencionados anteriormente, podemos encontrar anfibios como las ranas, sapos, salamandras, tritones y cecilias, los cuales se han caracterizado por haber diversificado en la FVTM (Flores-Villela, 1993). Otros grupos importantes en ecosistemas acuáticos continentales que comparten una distribución similar sobre la FVTM son los peces de las familias Atherinopsidae y Goodeidae (Miller, 2009), las cuales se distribuyen en la cuenca Lerma-Grande de Santiago. Un estudio más realizado en la zona de la FVTM con peces es el trabajo es de Ornelas-García *et al.* (2008) en el que mencionan que la estructura geográfica existente en la FVTM pudo haber conformado una barrera geográfica que habría conducido parte de los principales eventos vicariantes en el género *Astyanax*.

Un estudio relevante realizado con organismos distribuidos sobre la FVTM es el que efectuaron Pedraza-Lara *et al.* (2012), en el que observaron que los patrones de la diversidad filogenética en acociles de la Subfamilia Cambarellinae, están influenciados por las características geográficas y la historia geológica de la región, las cuales han intervenido en la especiación del grupo por medio de dos eventos vicariantes, donde el primero tuvo su origen en el Mioceno temprano 16.7 Ma (13.9–19.7 Ma), el segundo evento de cladogénesis se registró en el Mioceno tardío 8.7 Ma (7.3–10.3 Ma), donde este par de eventos de acuerdo con Pedraza-Lara *et al.* (2012) tuvieron una correspondencia con los niveles del mar (80–100 m) a lo largo de la costa del Golfo acompañado de las oscilaciones climáticas del Mioceno medio, lo cual pudo haber inducido los eventos de especiación observados.

Distribución del género *Caecidotea* en México

Nueve especies de *Caecidotea* han sido registradas para México cinco epigeas y cuatro estigobias (Figura 3 y tabla 1). Cole y Minckley (1968) describieron *C. puebla* estado del río Cotzala, San Martín Texmelucan, Puebla. Argano (1972) registró la primera especie subterránea de un pozo de San Juan de la Punta, Veracruz. Bowman (1975), describió la especie hipogea *C. chiapas* del ambiente kárstico de la Cueva de los

Murciélagos, San Cristóbal de las Casas, Chiapas. Argano (1977) describió dos especies subterráneas más para el estado de Chiapas, *C. vomeroi* de la cueva Chintal, Ocosingo y *C. zullini* de la cueva Chanchanaptic, Sitalá. Escobar-Briones y Alcocer (2002) describieron *C. williamsi* de la Laguna salobre de Alchichica en Puebla. Rocha-Ramírez y Peñaloza-Daniel (2011) describieron *C. xochimilca* proveniente de los canales del lago de Xochimilco en la Ciudad de México. García-Vázquez *et al.* (2019), describieron a *C. camaxtli* de Laguna el Ojito, San Luis Apizaquito en el estado de Tlaxcala.

Tabla 1. Registros de las especies del género *Caecidotea* en México.

Especie	Autor y año	Estado (s)	Hábitat
<i>C. communis</i>	Argano, 1977; Salcedo, 1978; Rocha-Ramírez <i>et al.</i> 2007	CDMX, Estado de México, Michoacán, Puebla y Veracruz	Epigeo
<i>C. puebla</i>	(Cole y Minckley, 1968)	Puebla	Epigeo
<i>C. williamsi</i>	Escobar-Briones y Alcocer, 2002	Puebla	Epigeo
<i>C. xochimilca</i>	Rocha-Ramírez y Peñaloza-Daniel, 2011	CDMX	Epigeo
<i>C. camaxtli</i>	García-Vázquez <i>et al.</i> 2019	Tlaxcala	Epigeo
<i>C. chiapas</i>	Bowman, 1975	Chiapas	Estigobio
<i>C. pasquinii</i>	Argano, 1972	Veracruz	Estigobio
<i>C. vomeroi</i>	Argano, 1977	Chiapas	Estigobio
<i>C. zullini</i>	Argano, 1977	Chiapas	Estigobio

Como se ha observado hasta ahora la distribución del género *Caecidotea* en México es discontinua y compleja, pues los registros de las especies descritas son muy distantes entre sí, además de que cada especie presenta poblaciones aisladas por cuenca hidrográfica específica sobre la FVTM y en algunas ocasiones por debajo de esta específicamente en la zona kárstica de Chiapas, además de que no existen registros de la coexistencia de especies en territorio mexicano. Debido a lo anterior resulta imperante incluir como un objetivo más dentro de este estudio las bases que permitan tener un panorama claro de la biogeografía del género en México que no ha sido estudiada.

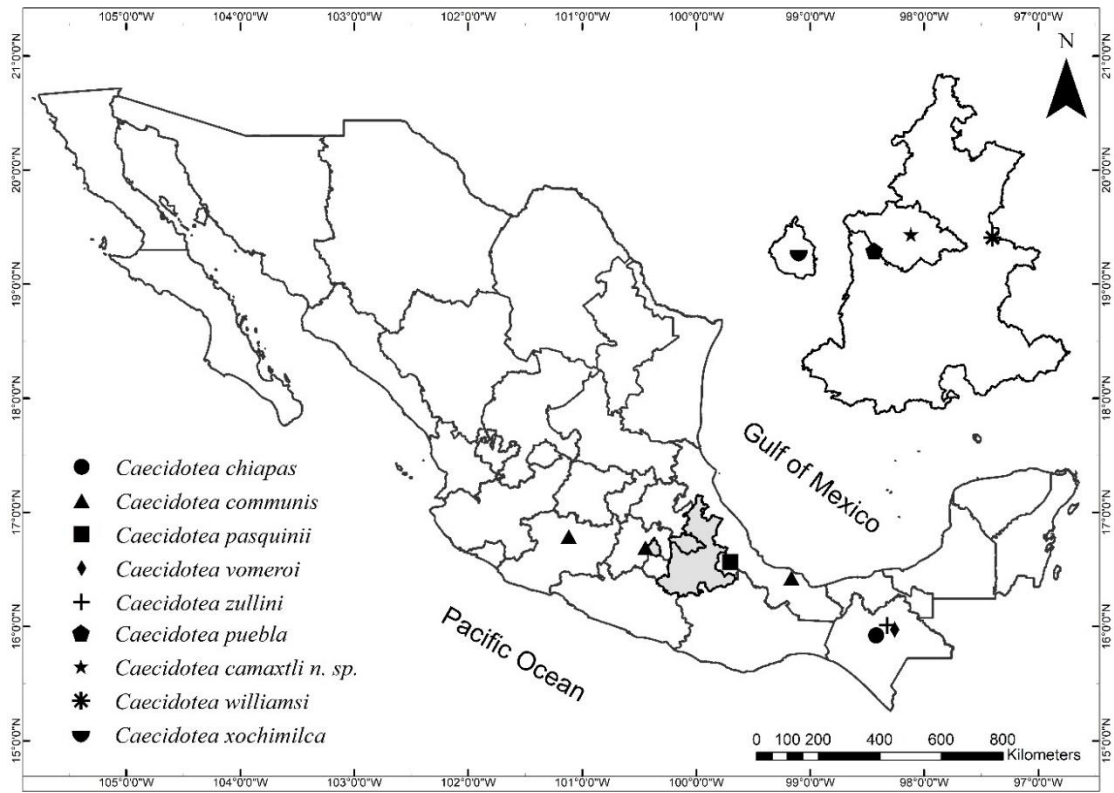


Figura 3. Mapa de la distribución de las especies de *Caecidotea* en México. Tomado de García-Vázquez *et al.* (2019).

Estudios filogenéticos del género *Caecidotea*

Es importante comenzar esta sección mencionando que para México no existen estudios referentes a la filogenia de *Caecidotea*, sin embargo, existen trabajos realizados en EE. UU.

El primer trabajo relacionado con los aspectos evolutivos del género fue desarrollado por Steeves (1966), donde estudió tres diferentes grupos de isópodos troglobíticos. El grupo *Cannula* conformado por las especies *C. cannula*, *C. sinuncus* y *C. holsingeri*, registrados en la porción Noroeste de Virginia Occidental, el grupo *Stygia* compuesto por las especies *C. stygia*, *C. alabamensis*, *C. antricola*, *C. richardsonae*, *C. recurvata*, *C. barri* y *C. nortoni* con un rango de distribución desde el Noroeste de Alabama, centro de Tennessee, Sureste de Virginia, Virginia Occidental, Kentucky, Sur de Indiana, Sur de Illinois y Sureste de Missouri y por último el grupo *Hobbsi* que incluye a las especies *C. hobbsi*, *C. parvus*, y *C. nickajackensis* localizadas en sistemas acuáticos subterráneos de Florida, los cuales fueron considerados grupos monofiléticos, originados a partir de una invasión al ambiente acuático subterráneo en las zonas de cuevas de origen calizo en Florida durante el Plioceno y Pleistoceno (Steeves, 1966). Las implicaciones evolutivas estuvieron directamente relacionadas con la punta del endópodo del pleópodo II del macho pues de acuerdo con el autor, esta estructura presenta una conformación especie-específica. Cuatro líneas evolutivas surgieron a partir del análisis morfológico del pleópodo II, las cuales derivaron de la especie *C. alabamensis*.

El siguiente estudio basado en cladística mostró las primeras relaciones tentativas de las especies epigeas del género *Caecidotea* fue propuesto por Williams (1970), donde propuso ciertos caracteres que pueden ser considerados plesiomórficos y caracteres apomórficos. Estas relaciones entre las diferentes especies se basaron principalmente en un conjunto extenso de características morfológicas (Williams, 1970), solo por mencionar algunas: la conformación del ápice del endopodito del pleópodo II, conformación del gnatópodo del macho, longitud del pleópodo I del macho respecto del pleópodo II y urópodos. Sus resultados mostraron la existencia de cuatro diferentes clados, donde en el primero se agruparon las especies *C. communis*, *C. intermedia*, y *C. laticaudata*, donde estas no presentan un proceso mesial desarrollado. El segundo grupo presenta las especies

C. racovitzai, *C. attenuata*, *C. forbesi*, y *C. obtusa*, agrupamiento aparentemente basado en un carácter de naturaleza plesiomórfica, el pleópodo I corto y sin setas plumosas. El tercer grupo lo conformaron las especies *C. montana* y *C. nodula*, por la longitud del pleópodo I, siendo más largo que el segundo además de espinas plumosas largas en el margen distal. El cuarto grupo proviene de la región oriental y está caracterizado por poseer el pleópodo I similar en longitud al pleópodo II, sin espinas plumosas terminales y son las especies *C. brevicauda*, *C. dentadactyla*, *C. kenki*, y *C. scrupulosa*.

Filogenia molecular

En lo que respecta a estudios moleculares, no se han realizado hasta el momento análisis directamente sobre las especies del género *Caecidotea*, sin embargo, se mencionan estudios de grupos hermanos.

Un estudio sistemático y biogeográfico de poblaciones epigeas e hipogeas de un grupo de isópodos acuáticos del género *Proasellus* de Cerdeña en Italia central y Jordania, fue llevado a cabo por Ketmaier *et al.* (2001), donde analizaron la variación genética de 18 loci enzimáticos, encontrando altos valores de divergencia genética, con base en lo cual reconocen un número de especies genéticamente distintas, que morfológicamente habían sido asignadas a *Proasellus coxalis*. Las poblaciones de Jordania se diferenciaron genéticamente de los grupos de Cerdeña y del centro de Italia. Las relaciones evolutivas aparentemente indicaron diversas olas de colonización de este género en Europa durante el Terciario. Proponen la existencia de eventos de vicarianza y dispersión que ocurrieron a través del Mediterráneo durante el Mioceno, lo cual concuerda con fenómenos de divergencia propuestos para diversos taxa de artrópodos como tipúlidos, arácnidos, así como ranas y salamandras.

Wetzer (2001) realiza un análisis jerárquico de la variación del ADN mitocondrial en la sistemática de los isópodos, empleando los genes COI, 16Sar y 16Sbr, 12SCRF y 12SCRR, donde menciona que, para realizar estudios filogenéticos a nivel de suborden, familia y género, el gen COI es de gran utilidad, mientras que el gen 16S es más apropiado para estudios a nivel poblacional y de especies de Valvifera y Phreatoicidea y posiblemente géneros cercanamente relacionados de Flabellifera. Mientras que el gen 12S rRNA al tratarse de un gen más pequeño que los otros dos, está más restringido a estudios

poblacionales y especies dentro de los Phreatoicidea y Valvifera, es decir, linajes que divergieron recientemente (<5 Ma).

Wetzer (2002) elabora la filogenia de isópodos basada en genes mitocondriales COI, 12S y 16S, explorando las fronteras de la aplicabilidad de estos genes a nivel taxonómico, concluyendo que el análisis filogenético de las secuencias mitocondriales que representan diversos Subórdenes provee la resolución de clados internos, así como la corroboración de clados previamente reconocidos como los cimotoideos (parásitos de peces marinos como *Anilocra frontalis*). Además, menciona algunas inferencias filogenéticas de *Caecidotea* al considerarlo como “ancestral” con respecto a los freatoicideos (isópodos de vida libre distribuidos en Australia, India, Nueva Zelanda y Sud-África) (Wilson, 2008).

Hidding *et al.* (2003) realizan el primer trabajo sobre la sistemática molecular de isópodos asélidos endémicos del lago Baikal en Rusia del género *Baicalasellus*, basados en un fragmento del gen mitocondrial 16S donde encontraron una relación filogenética cercana entre *Baicalasellus* y *Caecidotea*, por lo que mencionan la posibilidad de que un posible ancestro para el clado pudo haber habitado en Norteamérica, dado que el mayor número de especies para la familia se encuentra en esta región. Como punto de dispersión proponen el puente terrestre del Estrecho de Bering que existió hasta hace 5–7 Ma.

Estudios referentes sobre análisis filogenéticos de isópodos han sido realizados por Ketmaier *et al.* (2003), donde llevaron a cabo análisis filogeográficos y de tasas moleculares del gen mitocondrial COI, de isópodos subterráneos estenasélidos, en el que menciona que la capacidad de dispersión de estos organismos es limitada y su distribución ha sido asociada tradicionalmente con los eventos tectónicos que han conducido la separación de la microplaca Cerdeña-Córcega de los Pirineos y los subsecuentes movimientos hacia la península italiana. Sus resultados sugieren una combinación de eventos de dispersión y vicarianza por el patrón de dispersión que muestran los organismos, donde la vicarianza puede explicar la separación de las poblaciones de los Pirineos de las poblaciones de Córcega y Cerdeña, podría ser el principal proceso responsable de la separación de las poblaciones del sureste y noroeste de las poblaciones Cerdeñanas.

Wägele *et al.* (2003) realizaron un análisis filogenético de secuencias de ADNr 18S en isópodos Asellota en el que fallaron al no producir resultados sólidos obtenidos a partir de un estudio morfológico detallado.

La falta de diferenciación taxonómica en un morfotipo de isópodo dulceacuícola proveniente de Sudáfrica fue estudiada por Gows *et al.* (2005), en donde la identificación inequívoca de los isópodos freatoicideos que habitan en la región montañosa del sudoeste de Sudáfrica es problemática, ya que la clave más reciente está basada en caracteres morfológicos que muestran una variación continua entre dos especies: *Mesamphisopus abbreviatus* y *M. depressus*. Este estudio empleó 12 loci de aloenzimas, se efectuaron análisis filogenéticos de un fragmento del gen COI, así como comparaciones morfométricas para determinar si 15 poblaciones son conespecíficas y si no, dilucidar sus relaciones evolutivas. Sus resultados mostraron una clara diferenciación genética en todas las poblaciones analizadas.

Se han estudiado los patrones de diferenciación genética, así como los antecedentes poblacionales de isópodos endémicos (Asellidae) europeos del antiguo lago Ohrid al suroeste de Macedonia por Kilikowska *et al.* (2013), en el que mencionan que los lagos antiguos son sitios en los que suceden procesos de elevada especiación caracterizados por un alto grado de endemidad y biodiversidad. Estudiaron marcadores heredados biparentalmente (alozima) y maternalmente (gen mitocondrial COI), donde ambos sets de datos dieron resultados similares. Este estudio mostró el papel principal de las barreras verticales en los procesos de diversificación dentro del lago desde la zona de aguas someras hacia aguas profundas. Las fluctuaciones históricas del nivel del agua dieron como resultado la presencia de barreras horizontales entre el lago y los manantiales adyacentes, las cuales podrían haber promovido el patrón evolutivo observado.

Métodos de delimitación de especies a nivel molecular

Antes de comenzar el siguiente apartado, mencionaremos la definición de taxonomía integradora propuesta por Will *et al.* (2005) que es la ciencia que tiene como objetivo delimitar las unidades de la diversidad de la vida a la luz de diversas disciplinas múltiples y complementarias, como el comportamiento, desarrollo, ecología, filogeografía, genética de poblaciones, morfología comparada, etc. Ahora bien, basados

en el marco de la taxonomía integradora, en nuestro estudio es necesario aplicarla, pues como se mencionó en la introducción del capítulo, la discriminación entre especies basados en la morfología de los isópodos del género *Caecidotea* ha resultado una tarea difícil, pues no hay uniformidad entre los rasgos morfológicos empleados para esto. De aquí que surge la necesidad de complementar la identificación taxonómica con apoyo de métodos moleculares que nos permitirá una delimitación de especies más certera. Schlick-Steiner *et al.* (2010) definen la delimitación de especies como la construcción de hipótesis explícitas sobre que especímenes constituyen una especie, en particular en el marco de la taxonomía integradora.

Numerosos estudios se han llevado a cabo con crustáceos y han demostrado la utilidad de emplear diferentes sets de genes para delimitar especies taxonómicamente a diversos niveles, por ejemplo, familias, géneros y especies, utilizando diferentes herramientas bioinformáticas (Lefébure *et al.* 2006; Pedraza-Lara y Doadrio, 2015; Ojeda-Escoto, 2017; Kaiser *et al.* 2018; Stokkan *et al.* 2018).

El método del 2% (Hebert *et al.* 2003), emplea el código de barras basado en distancia genética utilizando un límite de divergencia del 2% ($K2P > 0.02$) para determinar la identidad de la especie, lo que implica que los individuos deben presentar $<2\%$ de divergencia entre los miembros de su propia especie y $>2\%$ de divergencia entre miembros de otras especies.

BPP Bayesian Phylogenetics and Phylogeography (Rannala y Yang, 2003), es un método que se encarga de delimitar especies empleando un modelo coalescente multiespecie, lo que supone que los árboles genéticos evolucionan dentro de las limitaciones del árbol de especies. Utiliza Cadenas de Markov y Monte Carlo de salto reversible (rjMCMC) para moverse entre diferentes modelos de delimitación de especies mientras calcula probabilidades posteriores.

GMYC Generalized Mixed Yule Coalescent (Pons *et al.* 2006), este método puede analizar datos de un solo locus o multilocus y requiere una estimación de un árbol ultramétrico. Los estudios han encontrado que su rendimiento se ve afectado principalmente por la proporción de los tamaños de las poblaciones con los tiempos de

divergencia de las especies, pero también por diferentes tamaños de población, número de especies involucradas y número de muestras únicas.

ABGD Automatic Barcode Gap Discovery (Puillandre *et al.* 2012), es uno de los métodos más eficientes desde el punto de vista computacional. Requiere la especificación a priori de un umbral de distancia intraespecífico, y el método está basado en las distancias genéticas calculadas a partir de un solo locus en lugar de un concepto explícito de especie.

JUSTIFICACIÓN

Hasta el momento no existe un estudio previo en donde se haya evaluado desde un punto de vista filogenético a las especies del género *Caecidotea* en Norteamérica, los únicos estudios realizados para el género en México se han basado en la descripción de especies con morfología externa (Cole y Minckley, 1968; Argano, 1972; Bowman, 1975; Argano, 1977; Rocha-Ramírez y Peñaloza-Daniel, 2011; Escobar-Briones y Alcocer, 2002; García-Vázquez, 2013; García-Vázquez *et al.* 2019), por lo que el presente estudio espera brindar un sustento basado en evidencia molecular para la delimitación de especies empleando dos genes mitocondriales COI y 12S y el gen nuclear H3.

Debido a la distribución disyunta de las diversas poblaciones del género *Caecidotea* sobre la FVTM, surge la necesidad de conocer si existe una correlación con la diversificación en otros grupos de invertebrados dulceacuícolas, principalmente crustáceos, además se pretende inferir el tiempo de divergencia por medio de un reloj molecular y con ello evaluar si los eventos biogeográficos que han marcado la hidrografía de la región pudieron jugar un papel importante en la divergencia de las especies distribuidas a través de la FVTM.

HIPÓTESIS

1. Los procesos de especiación del género *Caecidotea* sobre la FVTM están relacionados con eventos geológicos que han marcado la hidrografía de la región, como en otros grupos de invertebrados dulceacuícolas distribuidos a través de la FVTM.

2. Existe un número diferente de poblaciones de *Caecidotea* distribuidas sobre la FVTM.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Realizar una revisión de las relaciones filogenéticas de las especies del género *Caecidotea* distribuidas sobre la FVTM, con base en análisis moleculares y su distribución.

Objetivos Particulares

- Con base en un análisis de delimitación de especies en el marco de la taxonomía integradora, corroborar la validez taxonómica de las especies del género *Caecidotea* distribuidas a través de la FVTM mediante genes mitocondriales COI, 12S y el gen nuclear H3, basados en sus distancias genéticas por medio del 2%, GMYC, ABGD y BPP.
- Estimar la composición nucleotídica de los genes COI, 12S y H3.
- Postular una hipótesis filogenética para las especies epigeas de *Caecidotea* distribuidas a través de la FVTM.
- Estimar el tiempo de divergencia de las especies mediante un análisis de reloj molecular relajado e inferir los eventos geológicos y geográficos relacionados a los procesos de cladogénesis de las especies del género *Caecidotea* a través de la FVTM.
- Realizar un análisis de inferencia biogeográfica de las especies del género *Caecidotea* por medio de análisis moleculares con el gen mitocondrial COI.

MATERIAL Y MÉTODOS

Muestreo

La estrategia de muestreo consistió en acudir en primera instancia a las localidades tipo de las especies ya registradas en la literatura (Cole y Minckley, 1968; Escobar-Briones y Alcocer, 2002; Rocha-Ramírez y Peñaloza-Daniel, 2011; Fleming 1973; Argano 1977; García-Vázquez *et al.* 2019). En segunda instancia el resto de los sitios de muestreo estuvieron relacionados al proyecto de Ciencia Básica CONACyT Patrones de Diversificación de Crustáceos en Agua Dulce de México, asignado al Dr. Pedraza-Lara, que incluyó campañas de campo en los estados de México, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, San Luis Potosí, Puebla, Tamaulipas y Veracruz, donde las localidades visitadas se muestran en la tabla 2. Además de lo anterior, durante el curso de este estudio, se contó con el apoyo para realizar una estancia de investigación en los EE. UU. por lo que se realizaron algunas recolectas en la zona del Smithsonian Environmental Research Center (SERC) en Maryland EE.UU. las cuales fueron recolectadas por el biólogo Robert Aguilar y donadas a Leonardo García y de otras recolectas efectuadas en Saugatuck, Michigan con la colaboración del Dr. George Wilson del Saugatuck Natural History Laboratory, además de especímenes donados al autor de este estudio por la Dra. Stefanie A. Kroll de la Universidad de Drexel, Pensilvania, las cuales se emplearon como comparación morfológica y genética con las especies mexicanas.

La técnica de recolecta fue de manera manual con ayuda de pinzas de disección directamente de las rocas sumergidas (Figura 4, Tablas 2 y 3), así como de las raíces de la vegetación acuática principalmente de *Eichornia crassipes*. Los organismos se separaron en tres submuestras dentro de un frasco con OH 96°, se conformó una etiqueta en papel albanene con la georreferencia del sitio con apoyo de la aplicación GPS Motion X instalada en el dispositivo móvil y posteriormente, se construyó un mapa con las localidades muestreadas con ayuda del programa ArcMap Versión 10.2.1. y se depositó una submuestra en la Colección Nacional de Crustáceos (CNCR) del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (IBUNAM), una submuestra en la Colección de Entomología Forense, Licenciatura en Ciencia Forense, UNAM (LCFUNAM) además de que en esta queda bajo resguardo el ADN genómico de los especímenes mencionados en la tabla 1 (esta parte del estudio fue realizada con recursos

asignados al Dr. Carlos Pedraza dentro de su proyecto de Ciencia Básica CONACyT), y la última submuestra se depositó en la Colección Carcinológica de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León (CCFCBUANL).



Figura 4. Técnica de colecta manual de isópodos dulceacuícolas del género *Caecidotea*.

Evaluación morfológica

Durante las expediciones llevadas a cabo en este estudio se descubrieron varios morfotipos, los cuales fueron analizados en el Laboratorio de Entomología Forense de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México. Se empleó un microscopio estereoscópico marca Leica modelo S8AP0 con una cámara Leica modelo MC 170 HD y esta determinación se verificó con la descripción original de cada especie. Los especímenes analizados fueron asignados al género *Caecidotea* de acuerdo con las características morfológicas propuestas por Williams (1972). Se empleó la clave para la determinación de especies mexicanas del género *Caecidotea* Packard, 1871 de Rocha-Ramírez *et al.* (2012).

En adelante emplearemos la definición taxonómica de “morfotipo” propuesta por Jerard *et al.* (2008): Grupo de organismos que presentan características morfológicas que les permite asignarlos dentro de una misma especie en una población. Aquellos morfotipos que no coincidieron con especies previamente descritas se les dio un tratamiento como *Caecidotea* sp 1, *Caecidotea* sp 2, y así sucesivamente. En adelante, les otorgamos el sufijo sp pues corresponden a taxa no descritos.

Tabla 2. Sitios de recolecta de isópodos del género *Caecidotea* en México.

*Localidades sin presencia de especímenes.

Especie	Localidad y colectores	Georreferencia	Estado	Números de catálogo
<i>Caecidotea</i> sp 1	Lago de Catemaco, Coyame Recols. García-Vázquez L. y Pedraza-Lara C.	18°26'12"N 95°01'27"W	Veracruz	CNCR 35506, CNCR 35507, CNCR 35508
	Laguna Mahahual	18°39'36"N 95°18'30"W	Veracruz	CNCR 35509
<i>Caecidotea</i> sp 2	Canal la Mintzita Recols. García-Vázquez L. y Pedraza-Lara C.	19°38'53.74"N 101°16'15.53"W	Michoacán	CNCR 35510, CNCR 35511, CNCR 35512
	Sur Presa Coíntzio Recols. García-Vázquez L. y Pedraza-Lara C.	19°36'10.23"N 101°16'22.78"W	Michoacán	CNCR 35513
<i>Caecidotea</i> sp 3	Lago de Camécuaro Recols. García-Vázquez L. y Pedraza-Lara C.	19°54'21.00"N 102°12'41.98"W	Michoacán	CNCR 35514, CNCR 35515
<i>Caecidotea</i> sp 4	Mineral de El Chico Recols. García-Vázquez L. Jordán-Hernández MC. y Nuple E.	20°11'1.00"N 98°42'57.00"W	Hidalgo	CNCR 35516, CNCR 35517, CNCR 35518
<i>Caecidotea</i> sp 5	Laguna de Chapala, Jamay Recols. García-Vázquez L. y Pedraza-Lara C.	20°17'07.00"N 102°42'36.97"W	Jalisco	CNCR 35519, CNCR 35520, CNCR 35521
<i>Caecidotea</i> sp 6	Laguna de Zacapu Recols. García-Vázquez L. y Pedraza-Lara C.	19°49'37.00"N 101°47'23"W	Michoacán	CNCR 35522, CNCR 35523, CNCR 35524
	Río Angulo, Villa Jiménez Recols. García-Vázquez L. y Pedraza-Lara C.	19°55'26.10"N 101°44'4.98"W	Michoacán	CNCR 35525
	Río Angulo antes de la presa Melchor Ocampo, Villa Jiménez Recols. García-Vázquez L. y Pedraza-Lara C.	19°55'09"N 101°44'36"W	Michoacán	CNCR 35526
	Río Aristeo Mercado Recols. García-Vázquez L. y Pedraza-Lara C.	19°54'56.44"N 101°39'58.80"W	Michoacán	CNCR 35527
<i>Caecidotea</i> sp 7	Laguna de Yuriria Recols. García-Vázquez L. y Pedraza-Lara C.	20°13'11"N 101°11'05"W	Guanajuato	CNCR 35528, CNCR 35529, CNCR 35530

	Canal San Rafael Recols. García-Vázquez L. y Pedraza-Lara C.	20°02'15"N 101°06'11"W	Michoacán	CNCR 35531
<i>Caecidotea sp 8</i>	Lago de Pátzcuaro, Tzintzuntzan Recols. García-Vázquez L. y Pedraza-Lara C.	19°38'10.00"N 101°34'22.98"W	Michoacán	CNCR 35532
	Río Tarejero Recols. García-Vázquez L. y Pedraza-Lara C.	19°49'27.00"N 101°42'55.98"W	Michoacán	CNCR 35533
<i>C. camaxtli</i>	Manantial El Ojito, Apizaco Recols. García-Vázquez L. García VJ. Martínez S.	19°26'00" N 98°06'55" W	Tlaxcala	CNCR 35080, CNCR 35081, CNCR 35082
<i>C. puebla</i>	Manantial Ejido Guadalupe Zaragoza Recols. García-Vázquez L. y Pedraza-Lara C.	19°20'41" N 98°33'07" W	Puebla	CNCR 35537, CNCR 35538
<i>C. xochimilca</i>	Lago de Xochimilco Recols. García-Vázquez L. García VJ. García GH.	19°17'17" N 99°06'07" W	CDMX	CNCR 35539
	Pozo la Candelaria, Coyoacán Recols. García-Vázquez L.	19°19'46" N 99°08'53" W	CDMX	CNCR 35540
	Cantera Oriente, UNAM, Coyoacán Recols. García-Vázquez L.	19.317777, 99.194166	CDMX	CNCR 35541
	Jardín Botánico, UNAM, Coyoacán Recols. García-Vázquez L.	19°19'04" N 99°11'39" W	CDMX	CNCR 35542
	Fuentes Brotantes, Tlalpan Recols. García-Vázquez L. y Pedraza-Lara C.	19°17'12.67"N 99°10'42.69"W	CDMX	CNCR 35543
	Lago de Chapultepec, Miguel Hidalgo Recols. García-Vázquez L. y Martínez S.	19°25'21.30"N 99°11'3.87"W	CDMX	CNCR 35544
	Lagunas de Zempoala Recols. García-Vázquez L. y Pedraza-Lara C.	19° 2'59.33"N 99°18'57.14"W	Morelos	CNCR 35545
	Arroyo el Zarco Recols. García-Vázquez L. y Pedraza-Lara C.	19°17'46.45"N 99°21'31.93"W	Edo. de México	CNCR 35546
	San Mateo Atenco Recols. García-Vázquez L. y Pedraza-Lara C.	19°14'14"N 99°31'07"W	Edo. de México	CNCR 35547
	ECOSUR, San Cristóbal de las Casas Recol. Garita C.	16°42'17.61"N 92°36'56.21"W	Chiapas	CNCR 35548
<i>C. williamsi</i>	Laguna de Alchichica Recols. García-Vázquez L. García VJ. y Martínez S.	19°24'52" N 97°23'44" W	Puebla	CNCR 35549
	*San Juan del Río,		Querétaro	
	*San Martín Texmelucan		Puebla	
	*Ciudad Valles		S.L.P.	
	*Río Verde		S.L.P.	

*Puente de Dios	S.L.P.
*Tamuín	S.L.P.
*Río Tampaón	S.L.P.
*Tanchanchín	S.L.P.
*La Morena	S.L.P.
*Afluente del Río Bravo, Matamoros	Tamaulipas
*Laguna Madre, Soto la Marina	Tamaulipas
*Nacimiento del Río Mante	Tamaulipas
*Río Papaloapan	Veracruz
*San Juan de la Punta	Veracruz
*Motzorongo	Veracruz
*Olotla	Hidalgo
*Tlanchinol	Hidalgo

Material biológico de comparación morfológica y molecular

El siguiente material biológico fue solicitado al Smithsonian Environmental Research Center, Maryland, a la Academia de Ciencias Naturales de la Universidad de Drexel, Pensilvania y material proveniente de recolectas durante la estancia de investigación en Maryland y Michigan EE. UU. (Tabla 3).

Tabla 3. Material biológico de comparación proveniente de EE. UU.

Especie	Localidad	Georreferencia	Estado
<i>C. racovitzai</i>	Gilligan lake, EE. UU.	42°43'53" N 86°11'51" W	Michigan
<i>C. racovitzai</i>	Hutchins lake, EE. UU.	42°34'34" N 86°07'54" W	Michigan
<i>C. racovitzai</i>	Mildred Peterson Nature Preserve, EE. UU.	42°39'43" N 86°11'54" W	Michigan
<i>C. racovitzai</i>	Penny park, EE. UU.	44°15'123 N 86°17'.809' W	Michigan
<i>Caecidotea</i> sp 8	Beaver Pond, EE. UU. SERC	38°53'27" N 76°33'25" W	Maryland
	Horseshoe bog, EE. UU. SERC	38°53'26" N 76°33'28" W	Maryland
<i>C. racovitzai</i>	USVP-USSGG17- Tributary Schuylkill River EE. UU.	40° 9.973' N 75° 30.694' W	Pennsylvania
<i>C. communis</i>	BALA-DSSGG17 Mill Creek EE. UU.	40° 2.064' N 75° 18.584' W	Pennsylvania
<i>C. communis</i>	ECOP-DSSGG16- Vally Creek EE. UU.	40° 3.056' N 75° 33.425' W	Pennsylvania
<i>C. communis</i>	PAPE-USSGG17-Paper Mill Run, Tributary of Wissahickon Creek EE. UU.	40° 5.509' N 75° 13.286' W	Pennsylvania
<i>C. communis</i>	ECOP-DSSGG17-Vally Creek EE. UU.	40° 3.073' N 75° 33.565' W	Pennsylvania

Extracción de ADN

Esta parte del trabajo se desarrolló en dos laboratorios, siendo el primero el Laboratorio de Biología Molecular del Departamento de Zoología, Instituto de Biología de la UNAM con autorización de la M. en C. Andrea Rubí Jiménez Marín, donde se estandarizó el método de extracción de ADN y amplificación de los genes COI, 12S y H3. El segundo lugar donde se desarrolló el resto del trabajo de molecular fue el Laboratorio de Entomología Forense de la Licenciatura en Ciencia Forense de la Facultad de Medicina, UNAM, aquí se extrajeron y amplificaron los especímenes faltantes.

Cada espécimen fue lavado con agua destilada para eliminar el exceso de alcohol proveniente de la fijación y posteriormente secado con apoyo de toallas absorbentes de papel. A continuación, el organismo fue depositado en un tubo Eppendorf de 1.5 ml y previamente etiquetado con un código identificador con las iniciales LG# donde LG pertenecen a las iniciales de Leonardo García y el número es el espécimen. Cada código tiene su correspondencia en tabla 4. Para cada extracción y amplificación se incluyeron un control negativo para detectar contaminaciones, así como un control positivo para garantizar que el PCR fue exitoso.

Protocolo de extracción sin fenol Ornelas-García *et al.* (2014) para una muestra

1. Se agregaron 500 μL de Buffer HOM (80 mM EDTA pH 8, 100 Mm Tris, y 0.5% SDS) y 10 μL de Proteinasa K (20 $\mu\text{g}/\text{mL}$) para el tejido.
2. Se incubaron a 55°C toda la noche (over night).
3. Se agregaron 500 μL de solución de Cloruro de Sodio (4.5 Molar-peso molar = 58.44-)
4. Se agregaron 300 μL de Cloroformo y se mezclaron gentilmente por 15 minutos.
5. Se centrifugaron 15 minutos a 10000 rpm
6. Se transfirió la fase superior (~850 μL en un tubo de 1.5 μL) a un tubo nuevo. No se pipeteó ningún material de la interfase.
7. Se agregaron 600 μL de Etanol 100% (-20°C) y se mezcló muy bien.
8. Se centrifugaron inmediatamente por 10 min. A 13000 rpm y se removió el sobrenadante.

9. Se agregaron 500 μL de Etanol 80%, se incubaron por 5 minutos y fueron centrifugadas por 20 min. A 13000 rpm y se removió el sobrenadante, se repitió este paso dos veces.
10. El pellet fue secado a temperatura ambiente y posteriormente disuelto en H_2O (50 μL inyectable).
11. Por último, los templados de ADN fueron almacenados a -20°C .

Para verificar la concentración y pureza de cada extracción se empleó un NanoDrop 2000 Thermo Scientific. Se estandarizaron las concentraciones de ADN entre 10 ng y 50 ng/ μL , ya que estas son las cantidades de ADN donde el procedimiento de amplificación resulta óptimo. El procedimiento de estandarización consistió en observar la concentración de ADN en cada muestra, en la que si la cantidad de ADN se encontraba por arriba de los 50ng/ μL se procedió a realizar una dilución con agua inyectable al stock de ADN para ajustar las concentraciones de ADN/ μL o si la muestra se encontraba por debajo del estándar para la correcta amplificación, se realizó un concentrado de ADN evaporando el agua e hidratando el ADN en una menor cantidad de agua inyectable.

Tabla 4. Lista de especímenes del género *Caecidotea* empleados para extracción de ADN genómico para la caracterización molecular por localidad en México y EE. UU. y genes amplificados marcados con un ▲.

Localidad	ID	COI	12S	H3
La Candelaria, Coyoacán, CDMX	LG1	▲	▲	▲
La Candelaria, Coyoacán, CDMX	LG2	▲	▲	▲
La Candelaria, Coyoacán, CDMX	LG3	▲	▲	▲
Lago Xochimilco, Xochimilco, CDMX	LG5	▲	▲	▲
Lago Xochimilco, Xochimilco, CDMX	LG6	▲	▲	▲
Lago Xochimilco, Xochimilco, CDMX	LG7	▲	▲	▲
Lago Xochimilco, Xochimilco, CDMX	LG8	▲	▲	▲
Jardín Botánico, UNAM, CDMX	LG9	▲	▲	▲
Jardín Botánico, UNAM, CDMX	LG10	▲	▲	▲
Jardín Botánico, UNAM, CDMX	LG11	▲	▲	▲
Jardín Botánico, UNAM, CDMX	LG12	▲	▲	▲
Fuentes Brotantes, Tlalpan, CDMX	LG13	▲	▲	▲
Fuentes Brotantes, Tlalpan, CDMX	LG14	▲	▲	▲
Fuentes Brotantes, Tlalpan, CDMX	LG15	▲	▲	▲
Fuentes Brotantes, Tlalpan, CDMX	LG16	▲	▲	▲
Lago Chapultepec, Miguel Hidalgo, CDMX	LG17	▲	▲	▲
Lago Chapultepec, Miguel Hidalgo, CDMX	LG18	▲	▲	▲
Lago Chapultepec, Miguel Hidalgo, CDMX	LG19	▲	▲	▲
Lago Chapultepec, Miguel Hidalgo, CDMX	LG20	▲	▲	▲
Laguna de Alchichica, Alchichica Pue.	LG21	▲	▲	▲
Laguna de Alchichica, Alchichica Pue.	LG22	▲	▲	▲
Laguna de Alchichica, Alchichica Pue.	LG23	▲	▲	▲
Laguna de Alchichica, Alchichica Pue.	LG24	▲	▲	▲
Manantial Ejido. Guadalupe Zaragoza, Pue.	LG25	▲	▲	▲
Manantial Ejido. Guadalupe Zaragoza, Pue.	LG26	▲	▲	▲
Manantial Ejido. Guadalupe Zaragoza, Pue.	LG27	▲	▲	▲
Manantial Ejido. Guadalupe Zaragoza, Pue.	LG28	▲	▲	▲
Lagunas de Zempoala, Morelos	LG29	▲	▲	▲
Lagunas de Zempoala, Morelos	LG30	▲	▲	▲
Lagunas de Zempoala, Morelos	LG31	▲	▲	▲
Lagunas de Zempoala, Morelos	LG32	▲	▲	▲
Coyame, Lago de Catemaco, Veracruz	LG33	▲	▲	▲
Coyame, Lago de Catemaco, Veracruz	LG34	▲	▲	▲
Coyame, Lago de Catemaco, Veracruz	LG35	▲	▲	▲
Coyame, Lago de Catemaco, Veracruz	LG36	▲	▲	▲
Manantial El Ojito, Apizaco, Tlaxcala	LG37	▲	▲	▲
Manantial El Ojito, Apizaco, Tlaxcala	LG38	▲	▲	▲
Manantial El Ojito, Apizaco, Tlaxcala	LG39	▲	▲	▲
Manantial El Ojito, Apizaco, Tlaxcala	LG40	▲	▲	▲
Cantera Oriente, UNAM, CDMX	LG41	▲	▲	▲
Cantera Oriente, UNAM, CDMX	LG42	▲	▲	▲
Cantera Oriente, UNAM, CDMX	LG43	▲	▲	▲
Cantera Oriente, UNAM, CDMX	LG44	▲	▲	▲
Saugatuck, Michigan Site 1	LG45	▲	▲	▲
Saugatuck, Michigan Site 1	LG46	▲	▲	▲
Saugatuck, Michigan Site 2	LG47	▲	▲	▲
Saugatuck, Michigan Site 2	LG48	▲	▲	▲
Saugatuck, Michigan Site 2	LG49	▲	▲	▲
Saugatuck, Michigan Site 2	LG50	▲	▲	▲
Pennsilvania	LG51	▲	▲	▲

Laguna Mahahual, Veracruz	LG52	▲	▲	▲
Laguna Mahahual, Veracruz	LG53	▲	▲	▲
Laguna Mahahual, Veracruz	LG54	▲	▲	▲
Tzintzuntzan, Pátzcuaro Michoacán	LG55	▲	▲	▲
Tzintzuntzan, Pátzcuaro Michoacán	LG56	▲	▲	▲
Tzintzuntzan, Pátzcuaro Michoacán	LG57	▲	▲	▲
Tzintzuntzan, Pátzcuaro Michoacán	LG58	▲	▲	▲
Río Angulo, Villa Jiménez Michoacán	LG59	▲	▲	▲
Río Angulo, Villa Jiménez Michoacán	LG60	▲	▲	▲
Río Angulo, Villa Jiménez Michoacán	LG61	▲	▲	▲
Río Angulo, Villa Jiménez Michoacán	LG62	▲	▲	▲
Río Angulo antes de la presa Melchor Ocampo, Villa Jiménez Mich.	LG63	▲	▲	▲
Río Angulo antes de la presa Melchor Ocampo, Villa Jiménez Mich.	LG64	▲	▲	▲
Río Angulo antes de la presa Melchor Ocampo, Villa Jiménez Mich.	LG65	▲	▲	▲
Río Angulo antes de la presa Melchor Ocampo, Villa Jiménez Mich.	LG66	▲	▲	▲
Laguna Zacapu, Michoacán	LG67	▲	▲	▲
Laguna Zacapu, Michoacán	LG68	▲	▲	▲
Laguna Zacapu, Michoacán	LG69	▲	▲	▲
Laguna Zacapu, Michoacán	LG70	▲	▲	▲
Río Tarejero, Michoacán	LG71	▲	▲	▲
Río Tarejero, Michoacán	LG72	▲	▲	▲
Río Tarejero, Michoacán	LG73	▲	▲	▲
Río Tarejero, Michoacán	LG74	▲	▲	▲
Río Cercano Aristeo Mercado, Michoacán	LG75	▲	▲	▲
Río Cercano Aristeo Mercado, Michoacán	LG76	▲	▲	▲
Río Cercano Aristeo Mercado, Michoacán	LG77	▲	▲	▲
Río Cercano Aristeo Mercado, Michoacán	LG78	▲	▲	▲
Camécuaro, Michoacán	LG79	▲	▲	▲
Camécuaro, Michoacán	LG80	▲	▲	▲
Camécuaro, Michoacán	LG82	▲	▲	▲
Jamay, Laguna de Chapala, Jalisco	LG83	▲	▲	▲
Jamay, Laguna de Chapala, Jalisco	LG84	▲	▲	▲
Jamay, Laguna de Chapala, Jalisco	LG85	▲	▲	▲
Jamay, Laguna de Chapala, Jalisco	LG86	▲	▲	▲
ECOSUR, Chiapas	LG87	▲	▲	▲
ECOSUR, Chiapas	LG88	▲	▲	▲
Gilligan lake, Michigan, EE. UU.	LG89	▲	▲	▲
Gilligan lake, Michigan, EE. UU.	LG90	▲	▲	▲
Gilligan lake, Michigan, EE. UU.	LG91	▲	▲	▲
Hutchins lake, Michigan, EE. UU.	LG92	▲	▲	▲
Hutchins lake, Michigan, EE. UU.	LG93	▲	▲	▲
Hutchins lake, Michigan, EE. UU.	LG94	▲	▲	▲
Mildred Peterson Nature Preserve, Michigan, EE. UU.	LG95	▲	▲	▲
Mildred Peterson Nature Preserve, Michigan, EE. UU.	LG96	▲	▲	▲
Mildred Peterson Nature Preserve, Michigan, EE. UU.	LG97	▲	▲	▲
Penny park, Michigan, EE. UU.	LG98	▲	▲	▲
Penny park, Michigan, EE. UU.	LG99	▲	▲	▲
Penny park, Michigan, EE. UU.	LG100	▲	▲	▲
Beaver Pond, Maryland, EE. UU., morfo1 café brillante SERC	LG101	▲	▲	▲
Beaver Pond, Maryland, EE. UU., morfo1 café brillante SERC	LG102	▲	▲	▲
Beaver Pond, Maryland, EE. UU., morfo1 café brillante SERC	LG103	▲	▲	▲
Beaver Pond, Maryland, EE. UU., morfo 2 café pardo SERC	LG104	▲	▲	▲
Beaver Pond, Maryland, EE. UU., morfo 2 café pardo SERC	LG105	▲	▲	▲
Beaver Pond, Maryland, EE. UU., morfo 2 café pardo SERC	LG106	▲	▲	▲

Horseshoe bog, Maryland, EE. UU. SERC	LG107	▲	▲	▲
Horseshoe bog, Maryland, EE. UU. SERC	LG108	▲	▲	▲
Horseshoe bog, Maryland, EE. UU. SERC	LG109	▲	▲	▲
Sur presa Coíntzio, Michoacán	LG110	▲	▲	▲
Sur presa Coíntzio, Michoacán	LG111	▲	▲	▲
Sur presa Coíntzio, Michoacán	LG112	▲	▲	▲
Canal San Rafael, Nte. Cuitzeo, Michoacán	LG113	▲	▲	▲
Canal San Rafael, Nte. Cuitzeo, Michoacán	LG114	▲	▲	▲
Canal San Rafael, Nte. Cuitzeo, Michoacán	LG115	▲	▲	▲
El Zarco, Edo. México	LG116	▲	▲	▲
El Zarco, Edo. México	LG117	▲	▲	▲
El Zarco, Edo. México	LG118	▲	▲	▲
San Mateo Atenco, Edo. México	LG119	▲	▲	▲
San Mateo Atenco, Edo. México	LG120	▲	▲	▲
San Mateo Atenco, Edo. México	LG121	▲	▲	▲
Canal Yuriria, Michoacán	LG122	▲	▲	▲
Canal Yuriria, Michoacán	LG123	▲	▲	▲
Canal Yuriria, Michoacán	LG124	▲	▲	▲
Canal Laguna la Mintzita, Michoacán	LG125	▲	▲	▲
Canal Laguna la Mintzita, Michoacán	LG126	▲	▲	▲
Canal Laguna la Mintzita, Michoacán	LG127	▲	▲	▲
ECOSUR, Chiapas	LG128	▲	▲	▲
ECOSUR, Chiapas	LG129	▲	▲	▲
USVP-USSGG17- Tributary Schuylkill River	LG130	▲	▲	▲
USVP-USSGG17- Tributary Schuylkill River	LG131	▲	▲	▲
USVP-USSGG17- Tributary Schuylkill River	LG132	▲	▲	▲
BALA-DSSGG17 Mill Creek	LG133	▲	▲	▲
BALA-DSSGG17 Mill Creek	LG134	▲	▲	▲
ECOP-DSSGG16- Vally Creek	LG135	▲	▲	▲
ECOP-DSSGG16- Vally Creek	LG136	▲	▲	▲
PAPE-USSGG17-Paper Mill Run, Tributary of Wissahickon Creek	LG137	▲	▲	▲
ECOP-DSSGG17-Vally Creek	LG138	▲	▲	▲
ECOP-DSSGG17-Vally Creek	LG139	▲	▲	▲
ECOP-DSSGG17-Vally Creek	LG140	▲	▲	▲
ECOP-USSGG17-Vally Creek	LG141	▲	▲	▲
Manantial Ejido. Guadalupe Zaragoza, Pue.	LG142	▲	▲	▲
Manantial El Ojito, Apizaco, Tlaxcala	LG143	▲	▲	▲
Sur presa Coíntzio, Michoacán	LG144	▲	▲	▲
Camécuaro, Michoacán	LG145	▲	▲	▲
Camécuaro, Michoacán	LG146	▲	▲	▲
Canal Yuriria, Michoacán	LG147	▲	▲	▲
Canal Yuriria, Michoacán	LG148	▲	▲	▲
Jamay, Laguna de Chapala, Jalisco	LG149	▲	▲	▲
Laguna de Alchichica, Alchichica, Pue.	LG150	▲	▲	▲
Laguna de Alchichica, Alchichica, Pue.	LG151	▲	▲	▲
Coyame, Lago de Catemaco, Veracruz	LG152	▲	▲	▲
Coyame, Lago de Catemaco, Veracruz	LG153	▲	▲	▲
Laguna Mahahual, Veracruz	LG154	▲	▲	▲
El Chico, Hidalgo	LG155	▲	▲	▲
El Chico, Hidalgo	LG156	▲	▲	▲
El Chico, Hidalgo	LG157	▲	▲	▲
El Chico, Hidalgo	LG158	▲	▲	▲
Río Angulo, Villa Jiménez Michoacán	LG159	▲	▲	▲
Cantera Oriente, UNAM, CDMX	CA8	▲	▲	▲

Cantera Oriente, UNAM, CDMX	CA9	▲	▲	▲
Manantial El Ojito, Tlaxcala	EO3	▲	▲	▲
Manantial El Ojito, Tlaxcala	EO7	▲	▲	▲
Manantial El Ojito, Tlaxcala	EO8	▲	▲	▲
Fuentes Brotantes, CDMX.	FB3	▲	▲	▲
Fuentes Brotantes, CDMX.	FB4	▲	▲	▲
Fuentes Brotantes, CDMX.	FB5	▲	▲	▲
Fuentes Brotantes, CDMX.	FB6	▲	▲	▲
Jardín Botánico, UNAM, CDMX.	JB7	▲	▲	▲
Jardín Botánico, UNAM, CDMX.	JB8	▲	▲	▲
Jardín Botánico, UNAM, CDMX.	JB9	▲	▲	▲
Lago Xochimilco, CDMX.	LX7	▲	▲	▲
Lago Xochimilco, CDMX.	LX8	▲	▲	▲
Lago Xochimilco, CDMX.	LX9	▲	▲	▲
Lagunas de Zempoala, Morelos	LZ3	▲	▲	▲
Laguna de Alchichica, Alchichica, Pue.	LA2	▲	▲	▲
Laguna de Alchichica, Alchichica, Pue.	LA3	▲	▲	▲
Laguna de Alchichica, Alchichica, Pue.	LA4	▲	▲	▲
Laguna de Alchichica, Alchichica, Pue.	LA5	▲	▲	▲

Amplificación mediante la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) de los genes mitocondriales COI y 12S y el gen nuclear H3.

Estudios referentes a la filogenia en diversos grupos de crustáceos han mostrado la utilidad de los genes COI, 12S y H3 para resolver relaciones filogenéticas y validar taxonómicamente a nivel de familia, subfamilia, género y especies (Wetzer, 2001; Wetzer, 2002; Lefébure *et al.* 2006; Costa *et al.* 2007; Plaisance *et al.* 2009; Toon *et al.* 2009; Pedraza-Lara *et al.* 2012; Eme *et al.* 2013; Pedraza-Lara y Doadrio 2015; Ojeda, 2017).

Para la amplificación de los fragmentos de la porción 5' de los genes COI (459 pb), 12S (342 pb) y H3 (313 pb) (Tabla 5), se estandarizaron las condiciones de los volúmenes de reacción para la técnica de PCR en el laboratorio de Biología Molecular del IBUNAM. Una vez estandarizada, se continuó con las amplificaciones en el laboratorio de Entomología Forense LCF UNAM, con ayuda de un termociclador DLAB TC1000-G con el siguiente protocolo (Tabla 6), para los otros dos genes se sustituyen los primers y se emplean los mismos volúmenes por reacción.

Tabla 5. Primers empleados para la amplificación por PCR.

Región del gen (tamaño pb)	Primers	Secuencia	Referencia
COI (459 pb)	LCO1490	GGTCAACAAATCATAAAGATATTGG	Folmer <i>et al.</i> 1994
	HCO2198	TAAACTTCAGGGTGACCAAAAATCA	Folmer <i>et al.</i> 1994
12S (342 pb)	12Sf	GAAACCAGGATTAGATACCC	Mokady <i>et al.</i> 1999
	12Sr	TTTCCC GCGAGCGACGGGCG	Mokady <i>et al.</i> 1999
H3 (313 pb)	H3 AF	ATGGCTCGTACCAAGCAGACVGC	Colgan <i>et al.</i> 1998
	H3 AR	ATATCCTTRGGCATRATRGTGAC	Colgan <i>et al.</i> 1998

Tabla 6. Protocolo de preparación de Master Mix para gen COI.

Reactivos	Volumen x número de muestras
H₂O	5.50 µL x 1 = 5.50 µL
Buffer 5x	2 µL x 1 = 2 µL
LCO1490 10x	0.2 µL x 1 = 0.2 µL
HCO2198 10x	0.2 µL x 1 = 0.2 µL
MyTaq	0.1 µL x 1 = 0.1 µL
Total = 8 µL/1 = 8 µL Master Mix 2 µL de templado de ADN, vol. final de 10 µL.	

Condiciones de amplificación por PCR genes COI (verde), 12S y H3 (rojo) (Figura 5).

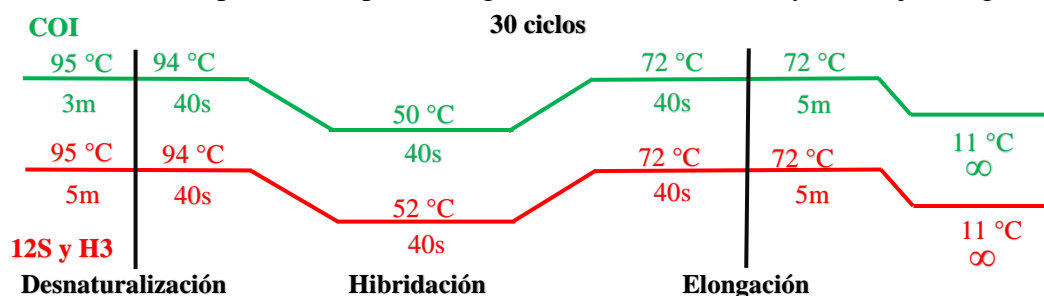


Figura 5. Representación esquemática de la rampa de temperatura para la amplificación del gen COI.

Una vez terminado el procedimiento de amplificación por PCR se procedió a la visualización por electroforesis de los productos en un gel de agarosa a una concentración del 1%. Para calcular el peso molecular de los fragmentos obtenidos se empleó 1 μL marcador de peso molecular Marca Bioline y teñidos con GelRed Marca Biotium. Para el resto de las reacciones se cargaron 2 μL del producto de PCR y se teñieron con GelRed, posteriormente se corrieron en una cámara de electroforesis con buffer TAE a 120 V por 30m. Una vez terminado esto, se procedió a observar el gel en un fotodocumentador Enduro GDS Marca Labnet International Inc. con cámara integrada y luz ultravioleta a una longitud de onda de 350 nm.

Purificación de los productos de PCR previo a la secuenciación

Para este procedimiento se emplearon Exonucleasa 1 (el cual degrada los primers residuales del PCR) y FastAP Shrimp Alkaline Phosphatase (se encarga de “desfosforilar” los dNTP’s sobrantes) ambas Marca Thermo Fisher Scientific y las condiciones empleadas se muestran en la tabla 7 con un cálculo de ejemplo para una reacción.

Tabla 7. Protocolo de preparación de kit de purificación con Exonucleasa 1 y FastAP.

Reactivos	Volumen x número de muestras
H₂O	2.43 μL x 1 = 2.43 μL
Exo	0.12 μL x 1 = 0.12 μL
FastAP	0.45 μL x 1 = 0.45 μL
Total = 3 μL /1 = 3 μL que se adicionan al producto final de PCR.	

Las condiciones empleadas para la purificación de los productos de PCR mediante Exonucleasa 1 y FastAP se muestran en la figura 6.

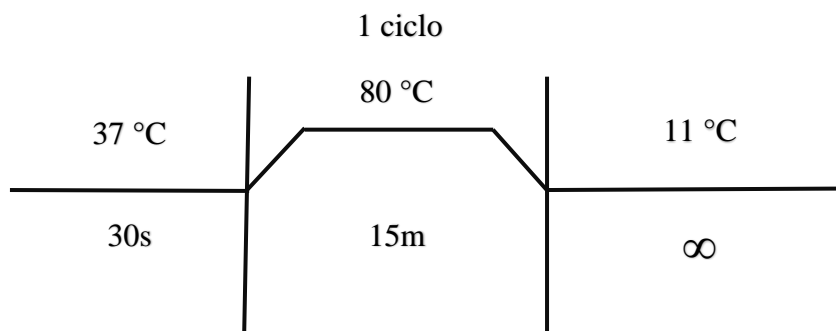


Figura 6. Representación esquemática de las temperaturas de purificación con Exonucleasa 1 y FastAP.

Secuenciación

Una vez que los productos de PCR fueron purificados, se enviaron las muestras a secuenciar junto con 4 μL del oligo forward 10x de cada uno de los tres genes por muestra al Laboratorio de Secuenciación Genómica de la Biodiversidad y de la Salud en el Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, empleando el siguiente protocolo para la preparación de las muestras. Se utilizaron 0.4 μl de BigDye Terminator v. 3.1 (Applied Biosystems), 2 μl de Buffer 5x, 4 μl de agua, 1 μl de primer a 10 μM y 3 μl del amplificado purificado. Las condiciones de la reacción fueron 96 °C durante 10s, 50 °C durante 5s y 60°C durante 4m, por 30 ciclos. Una vez terminado el ciclado, las muestras se purificaron con placas Centri-Sep (Thermo Fisher Scientific) siguiendo las especificaciones del fabricante. A las muestras purificadas se les agregaron 25 μl de EDTA 0.5 mM y se corrieron en un secuenciador 3730xL marca Applied Biosystems (ThermoFisher Scientific) con Polímero 7 (ThermoFisher Scientific).

Análisis de las secuencias

De acuerdo con el Consorcio para el Código de Barras de la Vida (CBOL), debe existir un control de calidad en la generación de secuencias (Song *et al.* 2008) esto con la finalidad de reducir en lo posible inferencias erróneas. Este método consistió en verificar la confiabilidad de los cromatogramas visualmente de los genes COI, 12S y H3, con ayuda del software Finch TV versión 1.4.0 y únicamente se emplearon secuencias con buena señal de cada base nucleotídica y limpieza de esta, aquellos cromatogramas que presentaron dobles o triples picos por base nucleotídica o una baja señal reflejada en el tamaño de los picos fueron eliminadas, este problema de secuencias se resolvió al amplificar y secuenciar otros especímenes de la misma localidad. Para el gen COI se siguió lo propuesto por Buhay (2009) para identificar la presencia de codones stop dentro del marco de lectura abierto. En el caso de localizar alguna secuencia con la presencia de estos codones esta fue eliminada del análisis, en nuestros alineamientos esto no fue necesario pues no hubo presencia de codones stop.

Un paso más de verificación se llevó a cabo empleando el algoritmo BLAST (Basic Local Alignment Search Tool) proveniente del sitio del Centro Nacional de Información Biotecnológica (NCBI por sus siglas en inglés), donde se toman secuencias

de referencia provenientes de un género diferente, en nuestro caso seleccionamos *Asellus* (género hermano de *Caecidotea* con distribución europea, para el alineamiento y análisis, únicamente se incluye la secuencia parcial del genoma mitocondrial de la especie *Asellus aquaticus* con número de acceso GU130252.1 del NCBI) y secuencias de organismos identificados a nivel de género *Caecidotea* (dos secuencias donadas por el Smithsonian Environmental Research Center, Maryland con números de acceso SERCINVERT 1136 y SERCINVERT1137) para corroborar que las secuencias obtenidas en este estudio en realidad pertenecen al género *Caecidotea*.

Una vez validadas las secuencias, se procedió a realizar un alineamiento de estas por cada gen más un set de datos concatenado compuesto por los tres genes con apoyo del programa MEGA X (Molecular Evolutionary Genetics Analysis) versión 10.0.5 (Kumar *et al.* 2018), con la herramienta MUSCLE incluida dentro del programa y se rectificó el alineamiento de manera visual y en el caso donde en una secuencia existiera una base nucleotídica que no fuera lo suficientemente clara y que no fuera posible asignarle una posición le fue asignada una base (n), este problema puede deberse a la intensidad de la señal nucleotídica y a la limpieza de la misma.

Para la construcción del set de datos del gen COI, 12S y H3, se incluyeron las secuencias obtenidas de especímenes de EE. UU. de Maryland y Michigan, así como de secuencias de organismos identificados como la especie *C. communis* donadas por el SERC y por la Universidad de Drexel, Pensilvania (identificadas como *C. communis sensu* Williams 1970).

Delimitación de especies

Distancias Genéticas

Se calcularon las distancias genéticas entre linajes para el gen COI con el modelo de sustitución nucleotídica Kimura 2 Parámetros (K2P) dentro del software MEGA X. Además de lo anterior se obtuvo el número de sitios variables, sitios informativos y su composición nucleotídica.

Análisis Filogenéticos

Para la reconstrucción de la filogenia se realizaron por máxima verosimilitud e inferencia bayesiana. Se calcularon los modelos de sustitución nucleotídica que mejor se ajustaban a cada set de datos por medio del criterio de información corregido de Akaike (AICc) con ayuda del software jModelTest versión 2.1.10 (Darriba *et al.* 2012) (Tabla 8).

Tabla 8. Modelos de sustitución seleccionados en jModelTest para los genes COI, 12S y H3 con base en el criterio AICc.

Gen	Modelo	Gamma shape
COI	TrN+G	0.2530
12S	GTR+I+G	0.6510
H3	TIM2ef+I+G	0.7470

El análisis de Inferencia Bayesiana fue empleado para reconstruir las relaciones filogenéticas de las especies de *Caecidotea*, analizadas con cada uno de los tres genes por separado y posteriormente, en un set de datos concatenado con apoyo del software MrBayes Versión 3.2 (Ronquist *et al.* 2012). El análisis de Inferencia Bayesiana se realizó con 50,000,000 de generaciones. Los parámetros fueron guardados cada 1,000 simulaciones. El análisis terminó cuando se alcanzó la desviación estándar promedio por debajo de 0.01 (estacionariedad), después del número de generaciones estipulado. Posteriormente con apoyo del software Tracer versión 1.7, se efectuó un paso de control de calidad para corroborar que el número de generaciones empleado ha sido el adecuado (Drummond y Rambaudt, 2009; Ruíz-Vega *et al.* 2017), se procedió a descartar el 10% de los árboles generados (periodo de “burn-in” o descartar generaciones), y se observó que los resultados presentaran tamaños de muestra efectiva (SEE) con valores >200, así como un periodo de “burn-in” adecuado.

Un análisis de Máxima Verosimilitud fue desarrollado con el programa PhyML 3.0 (Guindon *et al.* 2010), el cual implementa algoritmos para realizar la búsqueda de espacios de las topologías del árbol. Los valores empleados fueron los siguientes: el modelo automático de selección Smart Model Selection in PhyML (SMS), se seleccionó el Criterio de Información de Akaike (AIC), los parámetros establecidos por el usuario fueron para las frecuencias en equilibrio empíricas, para la razón de transiciones / transversiones (Modelos de ADN) quedaron fijados, la proporción de sitios invariables

fueron estimados por el programa, el número de categorías de la tasa de sustitución quedó en 4, el parámetro de forma gamma (gamma shape) es el encargado de determinar la tasa de variación entre sitios, valores bajos [0.1, 1.0] corresponden a una variabilidad grande, mientras que valores mucho más grandes corresponden a una heterogeneidad baja a moderada. Para la búsqueda de la topología del árbol, el programa PhyML propone tres métodos para estimar las topologías del árbol (Guindon *et al.* 2010). Para nuestro análisis dejamos seleccionado el enfoque NNI el cual emplea un árbol inicial construido con un algoritmo basado en distancias (Guindon y Gascuel, 2003). Para evaluar el soporte de los nodos se decidió realizar un Bootstrap de 1000 réplicas.

Análisis BPP Rannala y Yang, 2003

Se empleó el programa Bayesiano BPP para delimitar las siguientes especies: *C. camaxtli*, *C. communis*, *C. puebla*, *C. racovitzai*, *C. williamsi*, *C. xochimilca*, así como de los linajes *Caecidotea* sp 1, *Caecidotea* sp 2, *Caecidotea* sp 3, *Caecidotea* sp 4, *Caecidotea* sp 5, *Caecidotea* sp 6, *Caecidotea* sp 7 y *Caecidotea* sp 8. Estos linajes fueron recuperados del análisis de Máxima Verosimilitud en la sección de análisis filogenéticos. Dentro del programa BPP3.4a se empleó el método de delimitación de especies A10 tal y como se indica en el manual de las versiones de BP&P3.4 y 4.0 (Flouri *et al.* 2018) en el que el primer paso es contar con un archivo de secuencias, en este caso del gen COI en formato phylip el cual se exportó directamente del software MEGA y posteriormente fue visualizado en el programa Notepad++. Cada nombre de la secuencia debe presentar una etiqueta después del símbolo ^, es decir, EO8^A en donde la letra A en este caso corresponde a la especie *C. camaxtli*. El siguiente paso consiste en la generación de un archivo lmap, el cual asignará los individuos a las especies/poblaciones, ejemplo EO8 (individuo) A (especie). El paso tres es generar el archivo control en una hoja de texto en donde se especificó el tipo de análisis que necesitamos, justo aquí se empleó el análisis A10 el cual trabaja entre diferentes modelos de delimitación de especies que presentan compatibilidad con un árbol guía (speciesdelimitation = 1, speciestree = 0) (Yang y Rannala, 2010; Rannala y Yang, 2013). Los parámetros del tiempo de divergencia, así como el tamaño de la población fueron asignados como priors de inverse-gamma IG tethaprior (3, 0.002) y un tiempo de divergencia en la raíz del árbol de especies tauprior (3, 0.002) (tasa de mutación) especificados por la distribución uniforme de Dirichlet

(Yang y Rannala, 2010: ecuación 2) respectivamente. El análisis se corrió al menos tres veces dentro del ejecutable `bpp_sse.exe` localizado dentro de la carpeta `bin` para confirmar la consistencia de los resultados entre las corridas.

Análisis Generalized Mixed Yule Coalescent GMYC Pons *et al.* 2006

El presente análisis es empleado para delimitar especies que evolucionan independientemente dentro de un solo gen en muchos organismos (Fujisawa y Barraclough, 2013) y además ha mostrado su utilidad para encontrar valores de divergencia óptimos al igual que para revelar especies crípticas. Para la realización de este análisis se requiere construir un árbol ultramétrico el cual significa básicamente que las longitudes de las ramas están expresadas en unidades de tiempo. En nuestro estudio cargamos el alineamiento del gen COI al software BEAUti versión 1.8.4 (Drummond *et al.* 2012), en el que se debe incluir el modelo de sustitución previamente seleccionado en jModelTest que para este set de datos fue TrN+G, que en el software aparece como TN93, además colocamos que las frecuencias de las bases fueran estimadas, el sitio de heterogeneidad del modelo se seleccionó Gamma con un número de 4 categorías Gamma, además de lo anterior, se realizó la partición por codones en 3 posiciones 1, 2, 3 y se dejaron seleccionadas por default las opciones de ligar/desligar parámetros. En la pestaña de Priors, en el Tree Prior, seleccionamos el modelo de Especiación con proceso de Yule y le solicitamos al programa que nos arrojara un árbol de UPGMA como árbol de inicio. Una vez realizado lo anterior, en la ventana operativa de Priors, se seleccionó la distribución prior uniforme, en la que se asignaron las mismas tasas de mutación que emplearon diversos autores (Cook *et al.* 2008; Knowlton y Weigt 1998; Pedraza-Lara *et al.* 2010) para el gen COI entre 0.7-1.3% PMA, ya que es una tasa de divergencia promedio aproximada reportada para crustáceos, por lo tanto, el valor inicial asignado quedó en 0.01, el valor superior en 0.013, mientras que el valor inferior quedó en 0.007, de esta manera nos aseguramos que los resultados obtenidos en el árbol de GMYC se encuentran expresados en Ma. Por último, en la pestaña de MCMC, se le solicitó al programa correr el análisis durante 10,000,000 de generaciones.

Una vez obtenido el archivo en BEAUti, con apoyo del software BEAST versión 1.8.4 (Drummond *et al.* 2012), se procedió a analizar la corrida del resultado arrojado por

BEAST en el archivo con extensión .log en el programa Tracer versión 1.7, en el que se analizó que la corrida fue efectiva y si el número de árboles generados (periodo de “burn-in” o descartar generaciones) fueron los correctos, y los resultados fueron analizados con el mismo software en el que se observó que los tamaños de muestra efectiva (SEE) presentaran valores >200, que como se leyó en párrafos anteriores, esto sirve como un paso de control de calidad para corroborar que el número de generaciones empleado ha sido el adecuado (Drummond y Rambaudt, 2009; Ruíz-Vega *et al.* 2017). Por último, para la generación del árbol ultramétrico se empleó el software TreeAnnotator versión 1.8.4 en el que especificamos el número de estados “burn-in” a descartar donde 1,000,000 fueron seleccionados, se le solicitó al software la generación de un árbol de máxima credibilidad y se le asignó un nombre de salida.

Una vez obtenido el árbol ultramétrico se incorporó al análisis Modelo Generalizado Mixto de Yule y Coalescencia (GMYC Pons *et al.* 2006) alojado en el sitio de internet GMYC <https://species.h-its.org/gmyc/>. Los clados identificados dentro del análisis se asignaron como morfotipos con el nombre *C. sp 1* “localidad de recolecta”, por lo que esperamos obtener una delimitación de las especies identificadas.

Análisis ABGD Puillandre *et al.* 2012

El método de delimitación de especies de ABGD se encarga de localizar especies candidatas al detectar gaps (brechas) dentro del código de barras de genes individuales, así como de las distancias genéticas, donde el supuesto de este método es que la divergencia entre organismos de la misma especie es menor que entre organismos de diferentes especies (Hebert *et al.* 2003). El análisis se realizó con la versión alojada en el sitio de internet del ABGD <https://bioinfo.mnhn.fr/abi/public/abgd/abgdweb.html> (Puillandre *et al.* 2012). En el que se debe incluir en formato fasta o matriz de distancias los diferentes morfotipos. Una vez que el método inicia, sigue los siguientes pasos para identificar automáticamente los gaps dentro del código de barras, siendo el primero ordenar las distancias por pares de las secuencias alineadas. El segundo paso identifica el gap o brecha más grande dentro del código de barras basado en la divergencia intraespecífica, donde empleamos los parámetros por defecto del análisis en línea, los cuales corresponden a un Pmin de 0.001 (una diferencia de un solo nucleótido) a un Pmax de 0.1 con 10 pasos recursivos y un ancho de gap relativo de 1.5, Nb 20 bins para el histograma gráfico de distancias y por último se calcularon las distancias por medio del modelo de K2P. El tercer y último paso divide las secuencias en especies candidatas y repite nuevamente los dos pasos anteriores. El resultado final arroja un histograma de distancias basado en el método K2P, así como una gráfica de distancias clasificadas y por último un diagrama de dispersión de puntos con la divergencia intraespecífica donde se encuentran las especies estimadas iniciales y recursivas.

Datación de las divergencias

Se efectuó el cálculo de un reloj molecular relajado (Drummond *et al.* 2006) para brindar un marco temporal en el que se desarrolló la divergencia filogenética de las especies epigeas del género *Caecidotea* en México, en el que se estimó la edad media de los nodos donde los intervalos fueron definidos por el 95% de la densidad posterior más alta (Highest Posterior Density HPD) empleando métodos bayesianos, con apoyo del software BEAST versión 1.8.4 (Drummond *et al.* 2012). Las tasas de sustitución del gen COI se localizan entre 0.7–1.4% por millón de años (PMA) (Cook *et al.* 2008; Knowlton y Weigt 1998; Pedraza-Lara *et al.* 2010).

Reconstrucción de áreas ancestrales

La reconstrucción de las áreas ancestrales para las diferentes especies epigeas de *Caecidotea* en México, fue estimada mediante el método estadístico Vicarianza-Dispersión (S-DIVA) en el software RASP versión 4 (Yu *et al.* 2020). Este método emplea el árbol ultramétrico obtenido en BEAST con el gen COI donde además se codifica una hoja de cálculo en Excel en texto delimitado con comas (.csv) con las cuencas hidrográficas donde nuestras especies fueron localizadas (Tabla 9 y 10). En este punto decidimos emplear las cuencas donde se distribuye cada especie pues no se encontraron especies coexistiendo en simpatría, lo cual suponemos que nos estaría hablando de una distribución por cuenca hidrológica específica. Para ello se empleó la literatura disponible y los autores que se siguieron para definir las cuencas hidrológicas que se muestran en la tabla 10.

Tabla 9. Ejemplo de la construcción del archivo para estados de RASP, en nuestro caso corresponde a cuencas hidrográficas. El nombre corresponde a las iniciales de la localidad, por ejemplo, EO7 El Ojito mientras que el número 7 corresponde al espécimen del cual se obtuvo el ADN. LA = Laguna Alchichica, FB = Fuentes Brotantes.

ID	Name	Cuenca
1	EO7	A
2	EO8	A
3	LA2	B
4	LA3	B
5	LA4	B
6	FB4	C
7	FB5	C
8	FB6	C

Tabla 10. Estados, país, cuenca y autor que se siguió en la clasificación a la que pertenecen los especímenes incluidos en la reconstrucción de áreas ancestrales en RASP.

Estado	País	Cuenca e ID	Autor	Codificación
Tlaxcala	México	Subcuenca Alto Atoyac	Soto-Montes de Oca y Ramírez-Fuentes, 2019	A
		EO7		A
		EO8		A
		LG26		A
		LG142		A
		LG143		A
		LG27		A
Puebla	México	Cuenca Oriental Lacustrina	Escobar-Briones y Alcocer, 2002	B
		LA2		B
		LA3		B
		LA4		B
CDMX	México	Cuenca del Valle de México	Birkle <i>et al.</i> 1995	C

				LG20	C
				FB4	C
				FB5	C
				FB6	C
				JB8	C
				JB9	C
				LG10	C
				LG13	C
				LG14	C
				LG156	C
				LG19	C
				LX7	C
				LX8	C
				LX9	C
				LG86	C
Jalisco	México	Chapala			D
				LG58	D
				LG124	D
				LG148	D
				LG82	D
Guanajuato	México	Cuenca Pátzcuaro-Cuitzeo-Yuriria	Ramos y Novelo, 1993		E
				LG58	E
				LG124	E
				LG148	E
Hidalgo	México	Cuenca del río Panuco	Bautista-Hernández <i>et al.</i> 2014		F
				LG155	F
				LG156	F
Michoacán	México	Cuenca del río Angulo	Ramírez-Herrejón <i>et al.</i> 2012		G
				LG62	G
				LG66	G
				LG67	G
				LG75	G
Veracruz	México	Cuenca baja del río Papaloapan	Miranda-Vidal <i>et al.</i> 2016		H
				LG35	H
				LG36	H
				LG52	H
				LG54	H
Michoacán	México	Cuenca del lago de Cuitzeo	Camou-Guerrero <i>et al.</i> 2014		I
				LG111	I
Pensilvania	EE.UU.	Schuylkill River Basin	Sahin, 2018		J
				LG130	J
				LG131	J
				LG134	J
				LG137	J
				LG139	J
				LG141	J
Michigan	EE.UU.	Lake Michigan Basin	Jonas <i>et al.</i> 2017		K
				LG95	K
Maryland	EE.UU.	Chesapeake Basin	Smith <i>et al.</i> 2017		L
				SERCINVERT1136	L
				SERCINVERT1137	L
				LG103	L

LG107	L
LG108	L
LG109	L

RESULTADOS

Determinación morfológica

De las múltiples expediciones de campo realizadas se identificaron las especies previamente registradas para México, *C. puebla*, *C. williamsi*, y *C. xochimilca* con apoyo de la clave de identificación de especies de Rocha-Ramírez y Peñaloza-Daniel (2011), sin embargo, se localizaron especímenes de ocho localidades que no coincidieron con las características morfológicas de especies previamente descritas, principalmente por la conformación del gnatópodo, pleópodo II, patrón de setas que cubren el cuerpo y forma de la cabeza entre otras (estos caracteres serán analizados mediante microscopía electrónica de barrido en el siguiente capítulo), por lo que estos especímenes tuvieron un tratamiento como sp 1 a sp8.

Los especímenes donados por la Universidad de Drexel fueron identificados como la especie *C. communis sensu* Williams (1970), mientras que las muestras recolectadas durante la estancia en Maryland no corresponden a una especie previamente descrita.

Los especímenes provenientes de Michigan EE. UU. se identificaron como las especies *C. communis sensu* Williams (1970) y *C. racovitzai sensu* Williams (1970), lo cual coincide con lo mencionado por Williams (1970) y Graening *et al.* (2012), de que ambas especies coexisten en simpatría en el estado de Pensilvania.

En este punto es importante mencionar que el morfotipo obtenido de la localidad de manantial El Ojito, Apizaco, Tlaxcala, correspondió a una especie nueva, descrita bajo el nombre de *Caecidotea camaxtli* (García-Vázquez *et al.* 2019).

Datos Moleculares

En la tabla 11 se muestran los ejemplares en los que se tuvo éxito en la amplificación de alguno de los tres genes (COI, 12S y H3).

Tabla 11. Especímenes del género *Caecidotea* empleados para la amplificación por PCR de los genes COI, 12S y H3. Sí la amplificación fue positiva aparece un símbolo (+) y si es negativa aparece un símbolo (-).

Localidad	ID	COI	12S	H3
La Candelaria, Coyoacán, CDMX	LG1	-	+	+
La Candelaria, Coyoacán, CDMX	LG2	-	+	+
La Candelaria, Coyoacán, CDMX	LG3	-	-	+
Lago Xochimilco, Xochimilco, CDMX	LG5	-	-	+
Lago Xochimilco, Xochimilco, CDMX	LG6	-	-	+
Lago Xochimilco, Xochimilco, CDMX	LG7	-	-	-
Lago Xochimilco, Xochimilco, CDMX	LG8	-	-	-
Jardín Botánico, UNAM, CDMX	LG9	-	+	+
Jardín Botánico, UNAM, CDMX	LG10	+	+	+
Jardín Botánico, UNAM, CDMX	LG11	-	+	+
Jardín Botánico, UNAM, CDMX	LG12	-	-	+
Fuentes Brotantes, Tlalpan, CDMX	LG13	+	+	+
Fuentes Brotantes, Tlalpan, CDMX	LG14	+	+	+
Fuentes Brotantes, Tlalpan, CDMX	LG15	-	+	+
Fuentes Brotantes, Tlalpan, CDMX	LG16	-	+	+
Lago Chapultepec, Miguel Hidalgo, CDMX	LG17	-	+	+
Lago Chapultepec, Miguel Hidalgo, CDMX	LG18	-	-	-
Lago Chapultepec, Miguel Hidalgo, CDMX	LG19	+	+	+
Lago Chapultepec, Miguel Hidalgo, CDMX	LG20	+	+	+
Laguna de Alchichica, Alchichica Pue.	LG21	-	+	+
Laguna de Alchichica, Alchichica Pue.	LG22	-	+	+
Laguna de Alchichica, Alchichica Pue.	LG23	-	+	+
Laguna de Alchichica, Alchichica Pue.	LG24	-	-	-
Manantial Ejido. Guadalupe Zaragoza, Pue.	LG25	+	+	+
Manantial Ejido. Guadalupe Zaragoza, Pue.	LG26	+	+	+
Manantial Ejido. Guadalupe Zaragoza, Pue.	LG27	+	-	-
Manantial Ejido. Guadalupe Zaragoza, Pue.	LG28	-	+	+
Lagunas de Zempoala, Morelos	LG29	-	-	-
Lagunas de Zempoala, Morelos	LG30	-	-	-
Lagunas de Zempoala, Morelos	LG31	-	-	-
Lagunas de Zempoala, Morelos	LG32	+	+	-
Coyame, Lago de Catemaco, Veracruz	LG33	-	-	-
Coyame, Lago de Catemaco, Veracruz	LG34	-	+	-
Coyame, Lago de Catemaco, Veracruz	LG35	+	+	+
Coyame, Lago de Catemaco, Veracruz	LG36	+	-	-
Manantial El Ojito, Apizaco, Tlaxcala	LG37	-	-	-
Manantial El Ojito, Apizaco, Tlaxcala	LG38	-	+	+
Manantial El Ojito, Apizaco, Tlaxcala	LG39	-	-	-
Manantial El Ojito, Apizaco, Tlaxcala	LG40	-	+	+
Cantera Oriente, UNAM, CDMX	LG41	-	-	-

Cantera Oriente, UNAM, CDMX	LG42	-	-	-
Cantera Oriente, UNAM, CDMX	LG43	-	-	-
Cantera Oriente, UNAM, CDMX	LG44	-	-	-
Saugatuck, Michigan Site 1	LG45	-	-	-
Saugatuck, Michigan Site 1	LG46	-	+	+
Saugatuck, Michigan Site 2	LG47	-	-	-
Saugatuck, Michigan Site 2	LG48	-	-	-
Saugatuck, Michigan Site 2	LG49	-	-	-
Saugatuck, Michigan Site 2	LG50	-	-	-
Pennsilvania	LG51	-	+	-
Laguna Mahahual, Veracruz	LG52	+	+	+
Laguna Mahahual, Veracruz	LG53	-	-	-
Laguna Mahahual, Veracruz	LG54	+	-	-
Tzintzuntzan, Pátzcuaro Michoacán	LG55	-	+	+
Tzintzuntzan, Pátzcuaro Michoacán	LG56	-	+	+
Tzintzuntzan, Pátzcuaro Michoacán	LG57	-	-	-
Tzintzuntzan, Pátzcuaro Michoacán	LG58	+	-	-
Río Angulo, Villa Jiménez Michoacán	LG59	-	+	+
Río Angulo, Villa Jiménez Michoacán	LG60	-	+	-
Río Angulo, Villa Jiménez Michoacán	LG61	-	-	-
Río Angulo, Villa Jiménez Michoacán	LG62	+	-	-
Río Angulo antes de la presa Melchor Ocampo, Villa Jiménez Mich.	LG63	-	+	+
Río Angulo antes de la presa Melchor Ocampo, Villa Jiménez Mich.	LG64	-	-	-
Río Angulo antes de la presa Melchor Ocampo, Villa Jiménez Mich.	LG65	-	-	-
Río Angulo antes de la presa Melchor Ocampo, Villa Jiménez Mich.	LG66	+	-	-
Laguna Zacapu, Michoacán	LG67	+	+	+
Laguna Zacapu, Michoacán	LG68	-	+	+
Laguna Zacapu, Michoacán	LG69	-	-	-
Laguna Zacapu, Michoacán	LG70	-	-	-
Río Tarejero, Michoacán	LG71	-	-	-
Río Tarejero, Michoacán	LG72	-	+	+
Río Tarejero, Michoacán	LG73	-	+	+
Río Tarejero, Michoacán	LG74	-	-	-
Río Cercano Aristeo Mercado, Michoacán	LG75	+	-	-
Río Cercano Aristeo Mercado, Michoacán	LG76	-	-	-
Río Cercano Aristeo Mercado, Michoacán	LG77	-	-	-
Río Cercano Aristeo Mercado, Michoacán	LG78	-	-	-
Camécuaro, Michoacán	LG79	-	-	+
Camécuaro, Michoacán	LG80	-	-	-
Camécuaro, Michoacán	LG82	+	-	-
Jamay, Laguna de Chapala, Jalisco	LG83	+	+	+
Jamay, Laguna de Chapala, Jalisco	LG84	-	-	-
Jamay, Laguna de Chapala, Jalisco	LG85	-	+	+

Jamay, Laguna de Chapala, Jalisco	LG86	+	-	-
ECOSUR, Chiapas	LG87	-	-	-
ECOSUR, Chiapas	LG88	-	-	-
Gilligan lake, Michigan, EE. UU.	LG89	-	-	-
Gilligan lake, Michigan, EE. UU.	LG90	-	-	-
Gilligan lake, Michigan, EE. UU.	LG91	-	+	+
Hutchins lake, Michigan, EE. UU.	LG92	-	-	-
Hutchins lake, Michigan, EE. UU.	LG93	-	-	-
Hutchins lake, Michigan, EE. UU.	LG94	-	+	+
Mildred Peterson Nature Preserve, Michigan, EE. UU.	LG95	+	+	+
Mildred Peterson Nature Preserve, Michigan, EE. UU.	LG96	-	-	-
Mildred Peterson Nature Preserve, Michigan, EE. UU.	LG97	-	+	+
Penny park, Michigan, EE. UU.	LG98	-	-	-
Penny park, Michigan, EE. UU.	LG99	-	-	-
Penny park, Michigan, EE. UU.	LG100	-	-	-
Beaver Pond, Maryland, EE. UU., morfo1 café brillante	LG101	-	-	+
Beaver Pond, Maryland, EE. UU., morfo1 café brillante	LG102	-	-	-
Beaver Pond, Maryland, EE. UU., morfo1 café brillante	LG103	+	-	-
Beaver Pond, Maryland, EE. UU., morfo 2 café pardo	LG104	-	-	-
Beaver Pond, Maryland, EE. UU., morfo 2 café pardo	LG105	-	-	-
Beaver Pond, Maryland, EE. UU., morfo 2 café pardo	LG106	-	-	-
Horseshoe bog, Maryland, EE. UU.	LG107	+	-	-
Horseshoe bog, Maryland, EE. UU.	LG108	+	-	-
Horseshoe bog, Maryland, EE. UU.	LG109	+	-	-
Sur presa Coíntzio, Michoacán	LG110	-	+	+
Sur presa Coíntzio, Michoacán	LG111	+	+	+
Sur presa Coíntzio, Michoacán	LG112	-	+	+
Canal San Rafael, Nte. Cuitzeo, Michoacán	LG113	-	-	-
Canal San Rafael, Nte. Cuitzeo, Michoacán	LG114	-	+	+
Canal San Rafael, Nte. Cuitzeo, Michoacán	LG115	-	+	+
El Zarco, Edo. México	LG116	-	+	-
El Zarco, Edo. México	LG117	-	+	-
El Zarco, Edo. México	LG118	-	-	-
San Mateo Atenco, Edo. México	LG119	-	+	+
San Mateo Atenco, Edo. México	LG120	-	+	+
San Mateo Atenco, Edo. México	LG121	-	-	-
Canal Yuriria, Michoacán	LG122	-	-	+
Canal Yuriria, Michoacán	LG123	-	-	-
Canal Yuriria, Michoacán	LG124	+	-	+
Canal Laguna la Mintzita, Michoacán	LG125	-	-	+
Canal Laguna la Mintzita, Michoacán	LG126	-	+	+
Canal Laguna la Mintzita, Michoacán	LG127	-	+	+
ECOSUR, Chiapas	LG128	+	-	+

ECOSUR, Chiapas	LG129	-	-	-
USVP-USSGG17- Tributary Schuylkill River	LG130	+	-	-
USVP-USSGG17- Tributary Schuylkill River	LG131	+	-	+
USVP-USSGG17- Tributary Schuylkill River	LG132	-	-	-
BALA-DSSGG17 Mill Creek	LG133	-	-	-
BALA-DSSGG17 Mill Creek	LG134	+	+	-
ECOP-DSSGG16- Vally Creek	LG135	-	+	+
ECOP-DSSGG16- Vally Creek	LG136	-	-	-
PAPE-USSGG17-Paper Mill Run, Tributary of Wissahickon Creek	LG137	+	+	-
ECOP-DSSGG17-Vally Creek	LG138	-	-	-
ECOP-DSSGG17-Vally Creek	LG139	+	-	-
ECOP-DSSGG17-Vally Creek	LG140	-	-	-
ECOP-USSGG17-Vally Creek	LG141	+	+	+
Manantial Ejido. Guadalupe Zaragoza, Pue.	LG142	+	+	+
Manantial El Ojito, Apizaco, Tlaxcala	LG143	+	+	+
Sur presa Coíntzio, Michoacán	LG144	-	+	+
Camécuaro, Michoacán	LG145	-	+	+
Camécuaro, Michoacán	LG146	-	+	+
Canal Yuriria, Michoacán	LG147	-	+	+
Canal Yuriria, Michoacán	LG148	+	+	+
Jamay, Laguna de Chapala, Jalisco	LG149	+	+	+
Laguna de Alchichica, Alchichica Pue.	LG150	-	+	+
Laguna de Alchichica, Alchichica Pue.	LG151	-	+	+
Coyame, Lago de Catemaco, Veracruz	LG152	-	+	+
Coyame, Lago de Catemaco, Veracruz	LG153	-	+	+
Laguna Mahahual, Veracruz	LG154	-	+	+
El Chico, Hidalgo	LG155	+	-	+
El Chico, Hidalgo	LG156	+	+	+
El Chico, Hidalgo	LG157	-	+	+
El Chico, Hidalgo	LG158	-	+	+
Río Angulo, Villa Jiménez Michoacán	LG159	-	+	+
Cantera Oriente, UNAM, CDMX	CA8	-	-	-
Cantera Oriente, UNAM, CDMX	CA9	-	-	-
Manantial El Ojito, Apizaco, Tlaxcala	EO3	-	-	-
Manantial El Ojito, Apizaco, Tlaxcala	EO4	-	-	-
Manantial El Ojito, Apizaco, Tlaxcala	EO7	+	-	-
Manantial El Ojito, Apizaco, Tlaxcala	EO8	+	-	-
Fuentes Brotantes, Tlalpan, CDMX	FB3	-	-	-
Fuentes Brotantes, Tlalpan, CDMX	FB4	+	-	-
Fuentes Brotantes, Tlalpan, CDMX	FB5	+	-	-
Fuentes Brotantes, Tlalpan, CDMX	FB6	+	-	-
Jardín Botánico, UNAM, CDMX	JB7	-	-	-
Jardín Botánico, UNAM, CDMX	JB8	+	-	-

Jardín Botánico, UNAM, CDMX	JB9	+	-	-
Lago Xochimilco, Xochimilco CDMX	LX7	+	-	-
Lago Xochimilco, Xochimilco CDMX	LX8	+	-	-
Lago Xochimilco, Xochimilco CDMX	LX9	+	-	-
Lagunas de Zempoala, Morelos	LZ3	+	-	-
Laguna de Alchichica, Alchichica Pue.	LA2	+	-	-
Laguna de Alchichica, Alchichica Pue.	LA3	+	-	-
Laguna de Alchichica, Alchichica Pue.	LA4	+	-	-
Laguna de Alchichica, Alchichica Pue.	LA5	-	-	-

Filogenia de las especies epigeas del género *Caecidotea* de México

De los 177 ejemplares analizados, se logró la obtención por PCR de 55 secuencias para el gen COI, 73 secuencias para el gen 12S y 76 secuencias del gen H3. La baja efectividad en la amplificación pudiera deberse a que el ADN estaba degradado. Durante las pruebas de estandarización de la extracción y amplificación de ADN por PCR, se intentó la extracción en los organismos donados por parte de la CNCR, los cuales tenían entre 3 y 5 años de haber sido recolectados, por lo que muy probablemente si no se efectuó una correcta fijación del material, el ADN genómico pudo haber sufrido una degradación y esto se reflejó en el fracaso de la amplificación del gen COI, por lo tanto, se optó por emplear ejemplares recién recolectados y fijados en etanol absoluto y preservados en congelación, lo cual nos permitió un incremento en la obtención de secuencias útiles para los análisis. El filograma resultante del análisis filogenético por inferencia bayesiana permitió validar las especies previamente descritas *C. camaxtli*, *C. communis*, *C. puebla*, *C. racovitzai*, *C. williamsi* y *C. xochimilca*, así como la obtención de los ocho probables nuevos linajes (Figura 12).

Los árboles obtenidos mediante inferencias filogenéticas se presentarán de la siguiente, forma: en primer lugar, los árboles de NJ para los genes COI, 12S y H3; posteriormente los árboles de ML de los genes COI, 12S, H3 más el árbol concatenado; por último, los árboles de IB de los genes COI, 12S más el árbol concatenado.

Los árboles construidos por medio de NJ con el modelo de sustitución K2P se incluyen como una comparación con el resto de los métodos para inferir filogenias, pues este modelo ha sido empleado en el código de barras (Zhang *et al.* 2014; Zou *et al.* 2011), se muestra la topología obtenida con el gen COI (Figura 7) junto con el gen 12S (Figura

8A) pero no así con el gen y H3 (Figura 8B). Los valores de soporte en las especies de la zona neártica las cuales se localizan al norte de la FVTM presentan valores por arriba del 95%, por lo tanto, está bien sustentada la discriminación de especies, pero en las especies mexicanas los valores se localizan por debajo del 55% de soporte de la rama con el gen COI, mientras que con el gen 12S por arriba del 87% de soporte que se podría considerar bajo. Los valores de Bootstrap obtenidos en el gen H3 se localizan por debajo del 27% por lo que se considera una politomía de las especies sin una clara separación, por lo tanto, las relaciones no se pueden resolver.

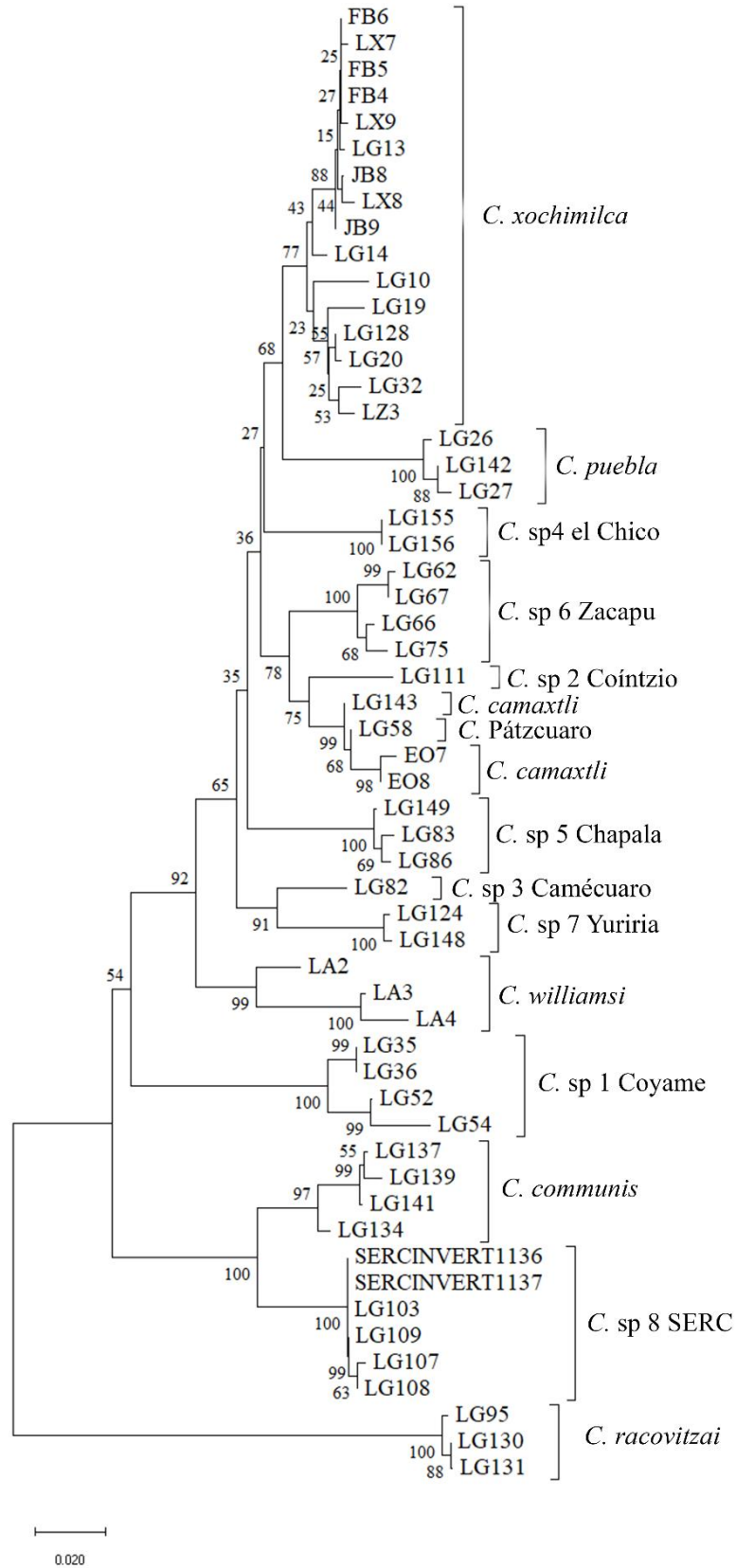


Figura 7. Árbol filogenético del gen COI construido mediante el método de NJ con el modelo evolutivo K2P y un bootstrap de 1000 réplicas.

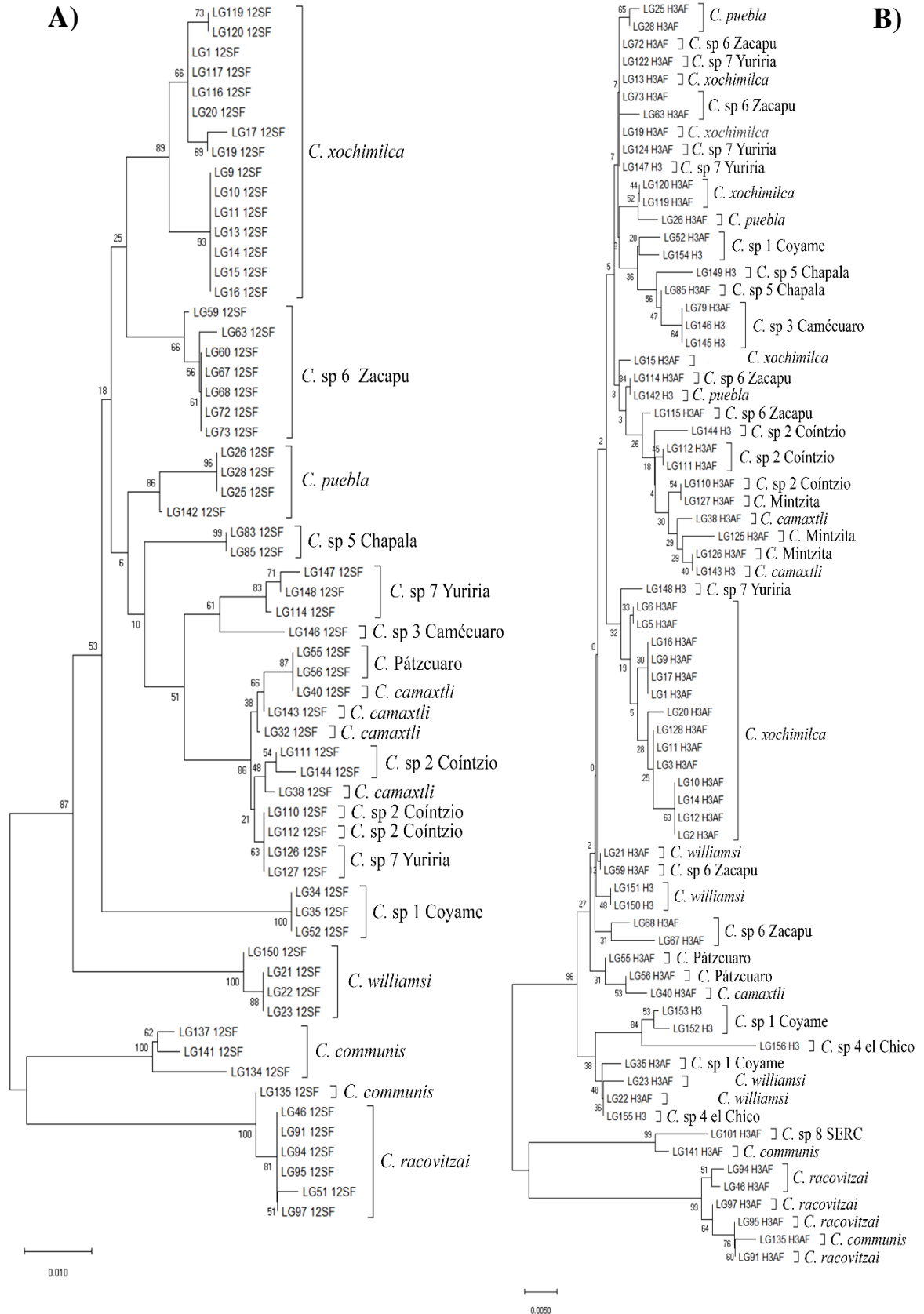


Figura 8. Árboles filogenéticos estimados a partir de las secuencias de los genes 12S (A) y H3 (B) construidos mediante el método de NJ con el modelo evolutivo K2P con una prueba de bootstrap de 1000 réplicas.

Del mismo modo, los árboles filogenéticos obtenidos con el método de ML con el programa PhyML del gen COI (Figura 9), obtuvo valores altos de soporte de las ramas de cerca de 1000 para las especies distribuidas por arriba de la FVTM, pero no así para las especies que se localizan sobre y por debajo de la FVTM con soportes de menos de 645, por lo que podría tratarse de otra politomía. Para el caso de los árboles de ML para el gen 12S (Figura 10A) si resuelve las relaciones de las especies localizadas al norte de la FVTM con valores de soporte por arriba del 99% pero no así en las especies distribuidas sobre y por debajo de la FVTM, pues el soporte se considera bajo con 87%. Para el caso del H3 (Figura 10B) se puede decir que este gen no presenta la suficiente variación como se ha observado con el gen COI, por lo tanto, no resuelve las relaciones al mostrar una gran politomía entre las especies distribuidas en ambos lados de la FVTM con valores de soporte del 27%.

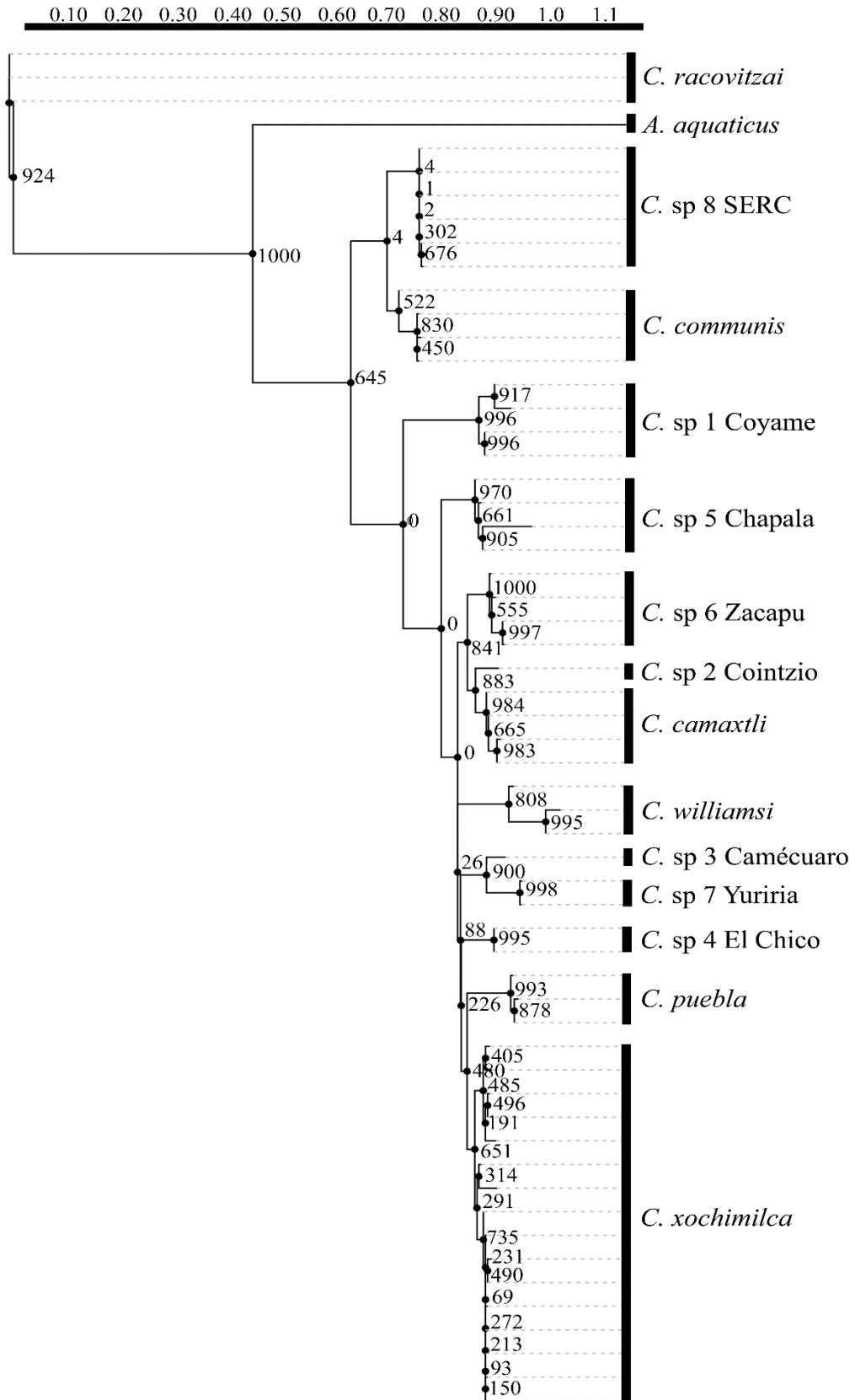


Figura 9. Árbol de ML obtenido en PhyML del gen COI con el modelo GTR de las especies de *Caecidotea* distribuidas sobre la FVTM. Se incluyen las especies *C. communis sensu* Williams (1970) y *C. racovitzai sensu* Williams (1970). Se muestran los valores de soporte de las ramas.

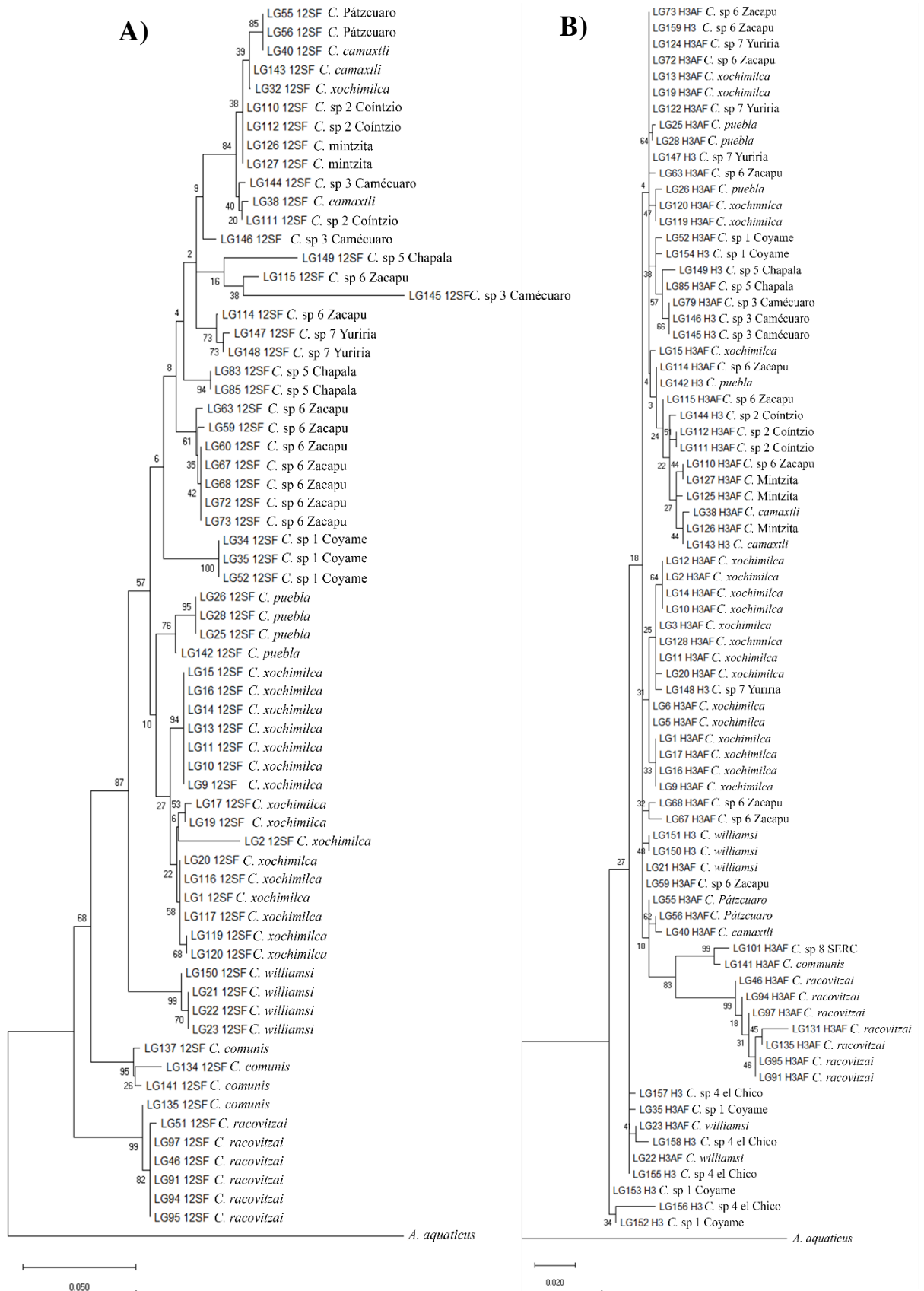


Figura 10. A, Árbol filogenético de ML de *Caecidotea* del gen 12S; B, Árbol filogenético de ML del gen H3, ambos con el modelo GTR.

El árbol concatenado de los genes COI, 12S y H3 de ML (Figura 11) demuestra que es posible realizar una separación de las especies, los valores de Probabilidad Posterior se encuentran entre 0.86-0.99 en las especies distribuidas por arriba de la FVTM. y de 0.99 en las especies distribuidas sobre y por debajo de la FVTM, por lo tanto, podemos decir que los genes en conjunto funcionan mejor para discriminar entre especies que por separado.

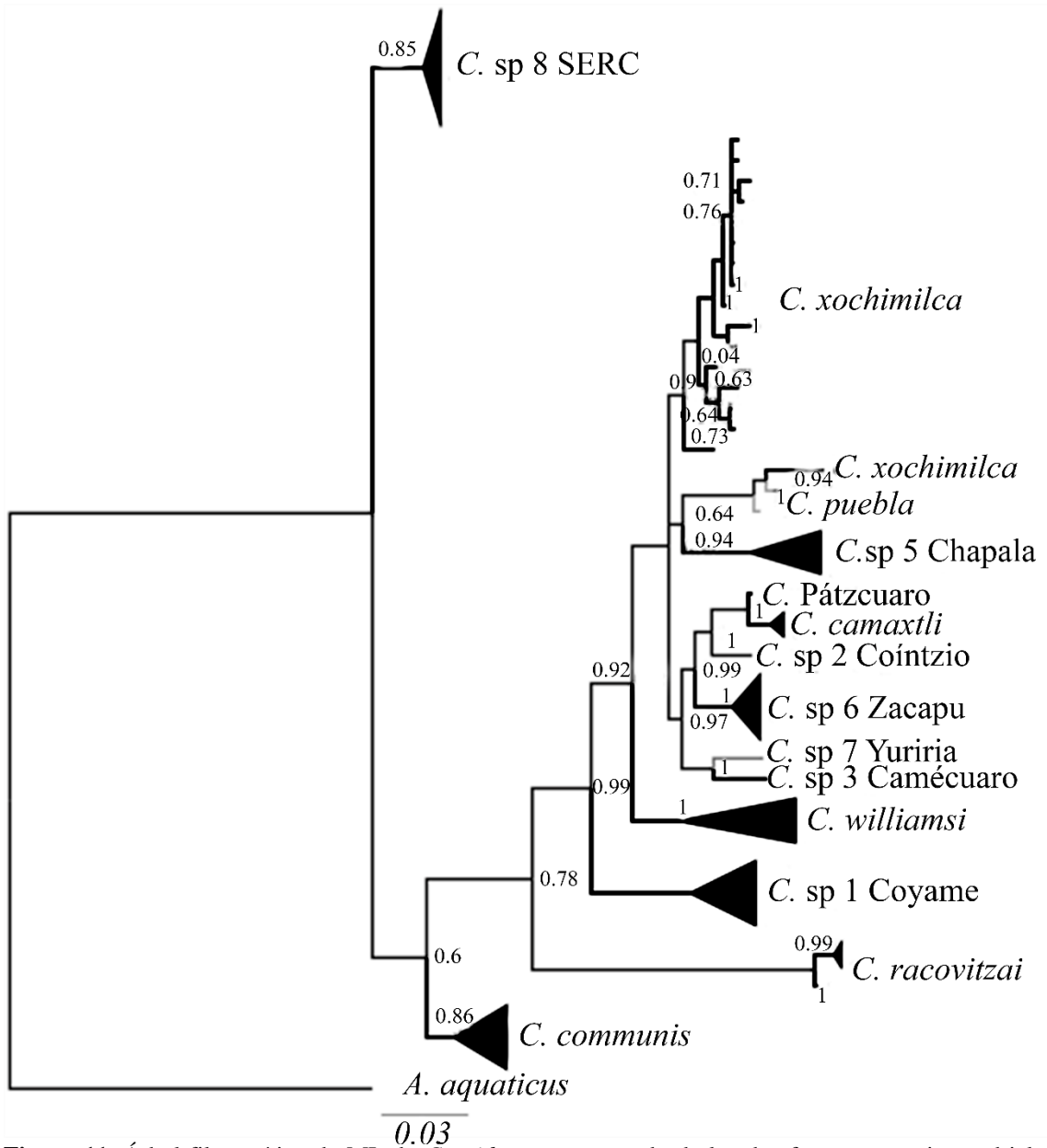


Figura 11. Árbol filogenético de ML de *Caecidotea* concatenado de los dos fragmentos mitocondriales (COI y 12S) y uno nuclear (H3). Los valores de bootstrap se indican en cada nodo y estos están expresados en decimales.

Los árboles obtenidos a partir del método de IB del gen COI (Figura 12) nos permite observar que los valores de PP, se encuentran por arriba de 0.81 para las especies distribuidas por arriba de la FVTM y de 1 con la especie *C. racovitzai* que incluso la ubica por fuera del grupo de especies de *Caecidotea*.

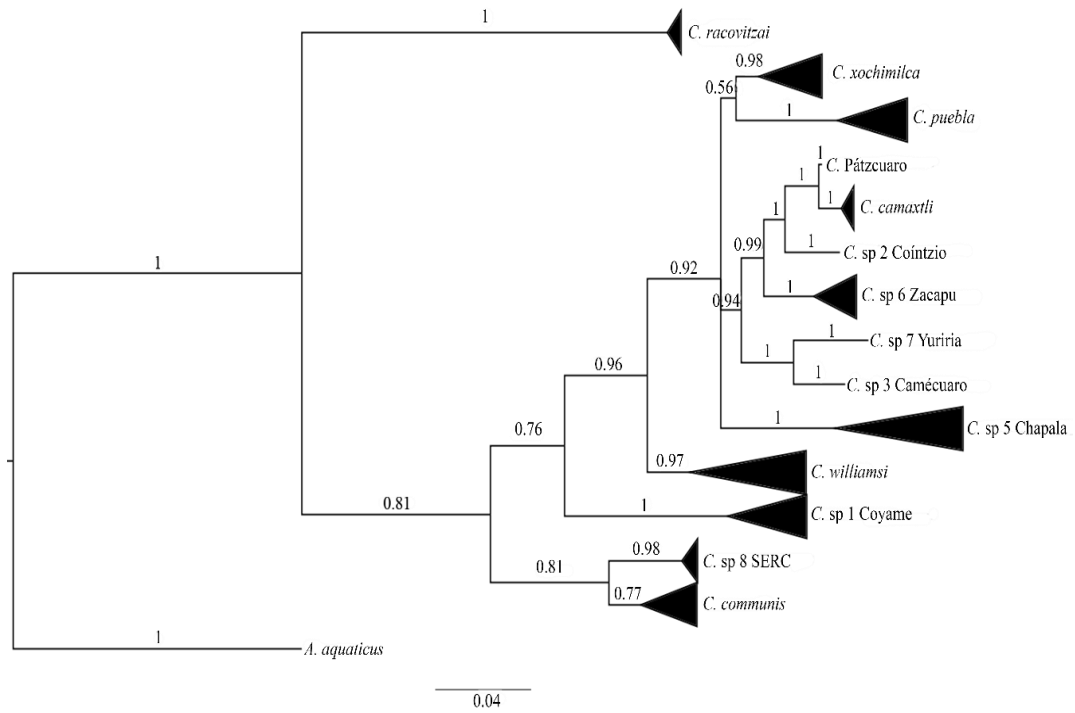


Figura 12. Árbol de Inferencia Bayesiana del gen COI con valores de probabilidad posterior.

Este método permite recuperar las especies *C. communis*, *C. sp 8 SERC*, *C. camaxtli*, *C. puebla*, *C. xochimilca*, *C. williamsi*, *C. sp 1*, *C. sp 3*, *C. sp 5*, *C. sp 6*, *C. sp 7* con valores de PP >0.96. Para el caso del árbol recuperado del gen 12S (Figura 13) tuvo buenos valores de soporte para las especies distribuidas sobre y por debajo de la FVTM pues su PP es de 1, al igual que las especies distribuidas por arriba de la FVTM con PP 1.

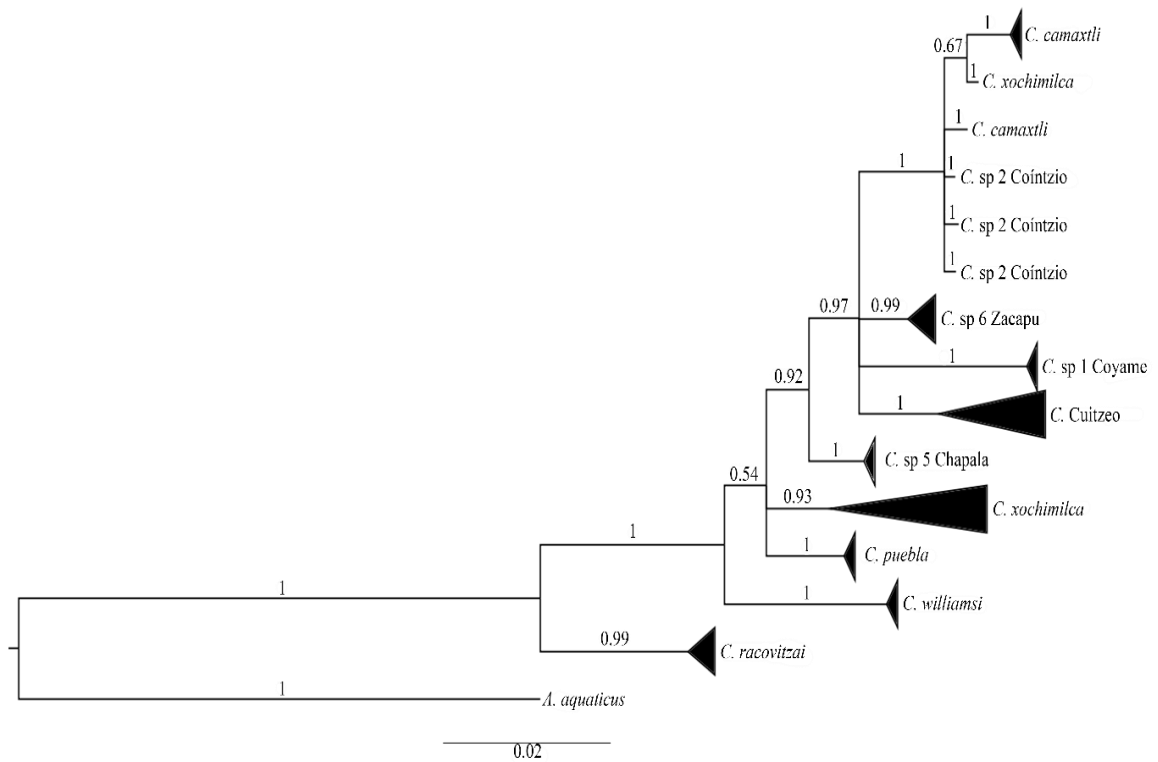


Figura 13. Árbol de Inferencia Bayesiana del gen 12S con valores de probabilidad posterior.

Por último, el árbol concatenado de los genes COI, 12S y H3 (Figura 14) recupera la especie *C. racovitzai* con PP 1 y la separa del grupo de las especies de *Caecidotea* distribuidas debajo de la FVTM, sin embargo, dentro de este último clado los valores de pp se localizan en 0.7 PP lo que se considera bajo.

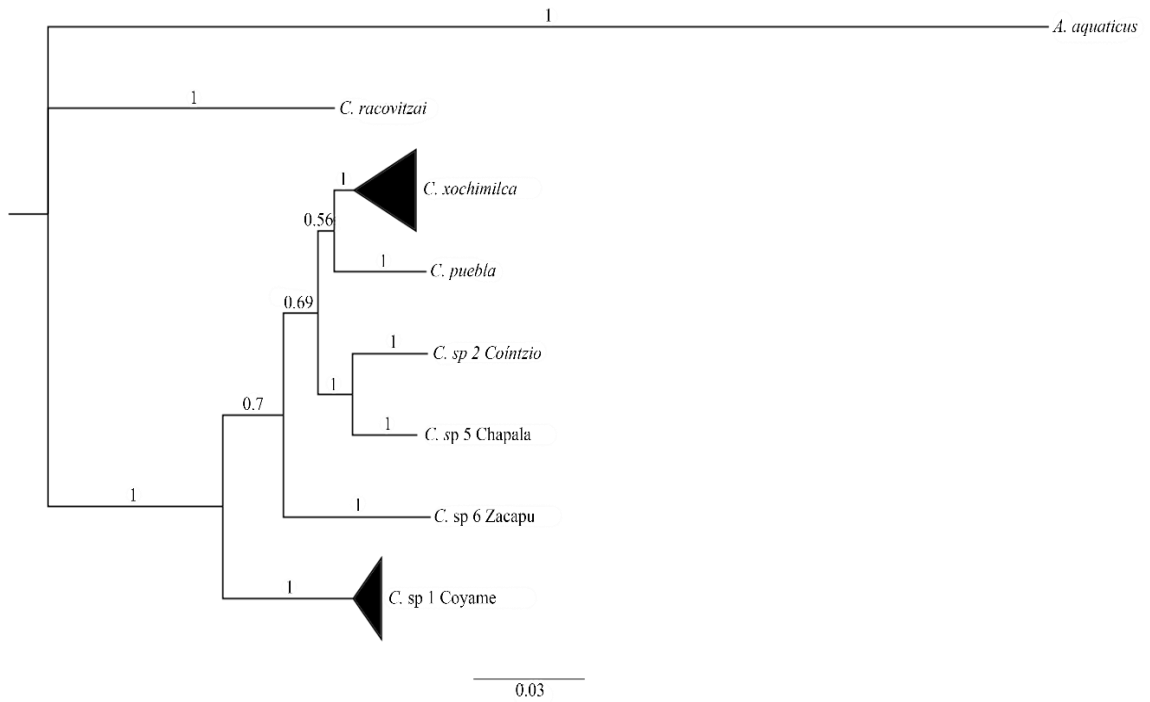


Figura 14. Árbol concatenado estricto de Inferencia Bayesiana de los genes COI, 12S y H3 con valores de probabilidad posterior.

Análisis de delimitación de especies

Distancias genéticas

Las distancias genéticas intra e interespecíficas se presentan en las tablas 12 y 13 respectivamente con el método K2P, donde llama la atención el promedio de la distancia genética existente entre las especies localizadas sobre y por debajo de la FVTM respecto a la especie *C. racovitzai* de Michigan, localizada arriba de la FVTM que es del 22%, mientras que con la especie *C. communis* de la localidad tipo el promedio es de 14.2%.

Tabla 12. Distancias genéticas entre linajes para el gen COI método K2P. En el caso de *C. sp 2* y *C. sp 3* aparece la leyenda n/c, lo cual corresponde a que únicamente se contaba con un espécimen, por lo tanto, no fue posible calcularlas.

Especie	Distancias genéticas
<i>C. sp 1 Coyame</i>	0.02
<i>C. sp 2 Coíntzio</i>	n/c
<i>C. sp 3 Camécuaro</i>	n/c
<i>C. sp 4 el Chico</i>	0.00
<i>C. sp 5 Chapala</i>	0.01
<i>C. sp 6 Zacapu</i>	0.01
<i>C. sp 7 Yuriria</i>	0.00
<i>C. camaxtli</i>	0.01
<i>C. puebla</i>	0.01
<i>C. williamsi</i>	0.04
<i>C. xochimilca</i>	0.02
<i>C. sp 8 SERC</i>	0.00
<i>C. communis</i>	0.01
<i>C. racovitzai</i>	0.00

Tabla 13. Distancias genéticas entre linajes para el gen COI utilizando el modelo de sustitución nucleotídica K2P.

Especie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1 <i>C. sp 1 Coyame</i>													
2 <i>C. sp 2 Coíntzio</i>	0.140												
3 <i>C. sp 3 Camécuaro</i>	0.126	0.076											
4 <i>C. sp 4 el Chico</i>	0.132	0.074	0.069										
5 <i>C. sp 5 Chapala</i>	0.117	0.075	0.077	0.083									
6 <i>C. sp 6 Zacapu</i>	0.143	0.055	0.072	0.068	0.080								
7 <i>C. sp 7 Yuriria</i>	0.137	0.074	0.052	0.084	0.095	0.080							
8 <i>C. camaxtli</i>	0.151	0.041	0.075	0.067	0.080	0.051	0.085						
9 <i>C. puebla</i>	0.144	0.083	0.094	0.085	0.090	0.091	0.101	0.092					
10 <i>C. williamsi</i>	0.138	0.100	0.091	0.088	0.111	0.105	0.111	0.102	0.111				
11 <i>C. xochimilca</i>	0.136	0.063	0.063	0.057	0.069	0.061	0.077	0.053	0.064	0.089			
12 <i>C. sp 8 SERC</i>	0.148	0.141	0.142	0.140	0.122	0.147	0.151	0.154	0.144	0.138	0.137		
13 <i>C. communis</i>	0.138	0.143	0.142	0.134	0.129	0.148	0.140	0.158	0.150	0.137	0.143	0.060	
14 <i>C. racovitzai</i>	0.230	0.248	0.216	0.250	0.221	0.223	0.212	0.244	0.221	0.214	0.219	0.226	0.215

En la tabla 14 se presentan las distancias genéticas calculadas con el modelo evolutivo que mejor se ajustaba a nuestros datos que es el TrN+G, en el que claramente se aprecia que las distancias aumentan entre un 1 y 6%, por lo que esto refleja claramente la validez de las especies. De nueva cuenta la especie *C. racovitzai* se encuentra entre un 25 y 30% de distancia genética con respecto a las especies mexicanas, mientras que con sus congéneres localizadas por arriba de la FVTM entre 26 y 28%, probablemente se trate de un organismo representante de un nivel taxonómico superior, que deberá ser analizado a futuro.

Tabla 14. Distancias genéticas entre linajes para el gen COI utilizando el modelo de sustitución nucleotídica TrN+G.

Especie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1 <i>C. sp 1 Coyame</i>													
2 <i>C. sp 2 Coíntzio</i>	0.160												
3 <i>C. sp 3 Camécuaro</i>	0.144	0.082											
4 <i>C. sp 4 el Chico</i>	0.151	0.080	0.074										
5 <i>C. sp 5 Chapala</i>	0.146	0.096	0.097	0.105									
6 <i>C. sp 6 Zacapu</i>	0.166	0.058	0.078	0.072	0.098								
7 <i>C. sp 7 Yuriria</i>	0.157	0.079	0.055	0.092	0.119	0.087							
8 <i>C. camaxtli</i>	0.179	0.057	0.089	0.081	0.106	0.067	0.101						
9 <i>C. puebla</i>	0.163	0.089	0.102	0.091	0.109	0.098	0.110	0.085					
10 <i>C. williamsi</i>	0.158	0.109	0.100	0.095	0.135	0.116	0.123	0.120	0.122				
11 <i>C. xochimilca</i>	0.158	0.067	0.067	0.061	0.085	0.065	0.082	0.063	0.067	0.097			
12 <i>C. sp 8 SERC</i>	0.173	0.160	0.163	0.160	0.152	0.170	0.175	0.180	0.164	0.157	0.157		
13 <i>C. communis</i>	0.158	0.163	0.164	0.153	0.165	0.172	0.159	0.187	0.175	0.157	0.168	0.063	
14 <i>C. racovitzai</i>	0.283	0.309	0.257	0.311	0.288	0.272	0.253	0.301	0.265	0.256	0.263	0.282	0.261

El gen COI presentó una composición nucleotídica dentro de las especies del género *Caecidotea* de 35.9% de Timinas (T), 22.5% de Citocinas (C), 24.6% de Adeninas (A) y 17% de Guaninas (G). Los sitios parsimoniosamente informativos fueron 147 de un total de 459, 14 sitios singletons, 298 sitios conservados y 161 sitios variables.

Para el caso del gen 12S presentó un 31.0% de Timinas (T), 17.2% de Citocinas (C), 36.8% de Adeninas (A) y 15.1% de Guaninas (G). Los sitios parsimoniosamente informativos fueron 63 de un total de 342, 19 sitios simples, 258 sitios conservados y 82 sitios variables.

El gen H3 presentó una composición de 22.4% de Timinas (T), 26.3% de Citocinas (C), 28.6% de Adeninas (A) y 22.7% de Guaninas (G). Los sitios parsimoniosamente informativos fueron 36 de un total de 323, 9 sitios simples, 268 sitios conservados y 82 sitios variables.

Siguiendo lo propuesto por Kaiser *et al.* (2018), sobre el éxito de la amplificación por PCR, nuestro se considera bajo, pues del total de 178 reacciones, el gen COI tuvo un 30.89% de efectividad (55 reacciones positivas), el gen 12S 41% (73 reacciones positivas) y para el gen H3 una efectividad del 43.25% (77 reacciones positivas), por lo tanto, no se lograron amplificar los tres genes para todos los especímenes examinados (Tabla 11). Sin embargo, el análisis filogenético bayesiano concatenado generó un apoyo razonable cuando los tres genes se analizaron en conjunto.

Delimitación de especies mediante el método GMYC

El método GMYC para un locus simple empleó un modelo coalescente multiespecie (Figuras 15 y 16) para inferir límites entre especies basado en un árbol ultramétrico obtenido de BEAST. La línea vertical roja indica el “tiempo umbral” entre ramificaciones inter e intraespecíficas. Las ramas rojas en el árbol genético son las especies que fueron delimitadas con el análisis. El árbol de delimitación de especies obtenido mediante GMYC (Figura 16) arrojó la existencia de 15 especies y separa las especies *C. sp 2* Coíntzio y *C. sp 3* Camécuaro, más un par de organismos de *C. communis*, *C. williamsi* y uno de *C. xochimilca*, probablemente exista más de una especie al interior de estas especies, por lo que podríamos hablar de grupos de especies crípticas tal y como lo sugiere Stokkan *et al.* (2018) pues mencionan que el método GMYC ayuda a revelar la existencia de complejos de especies.

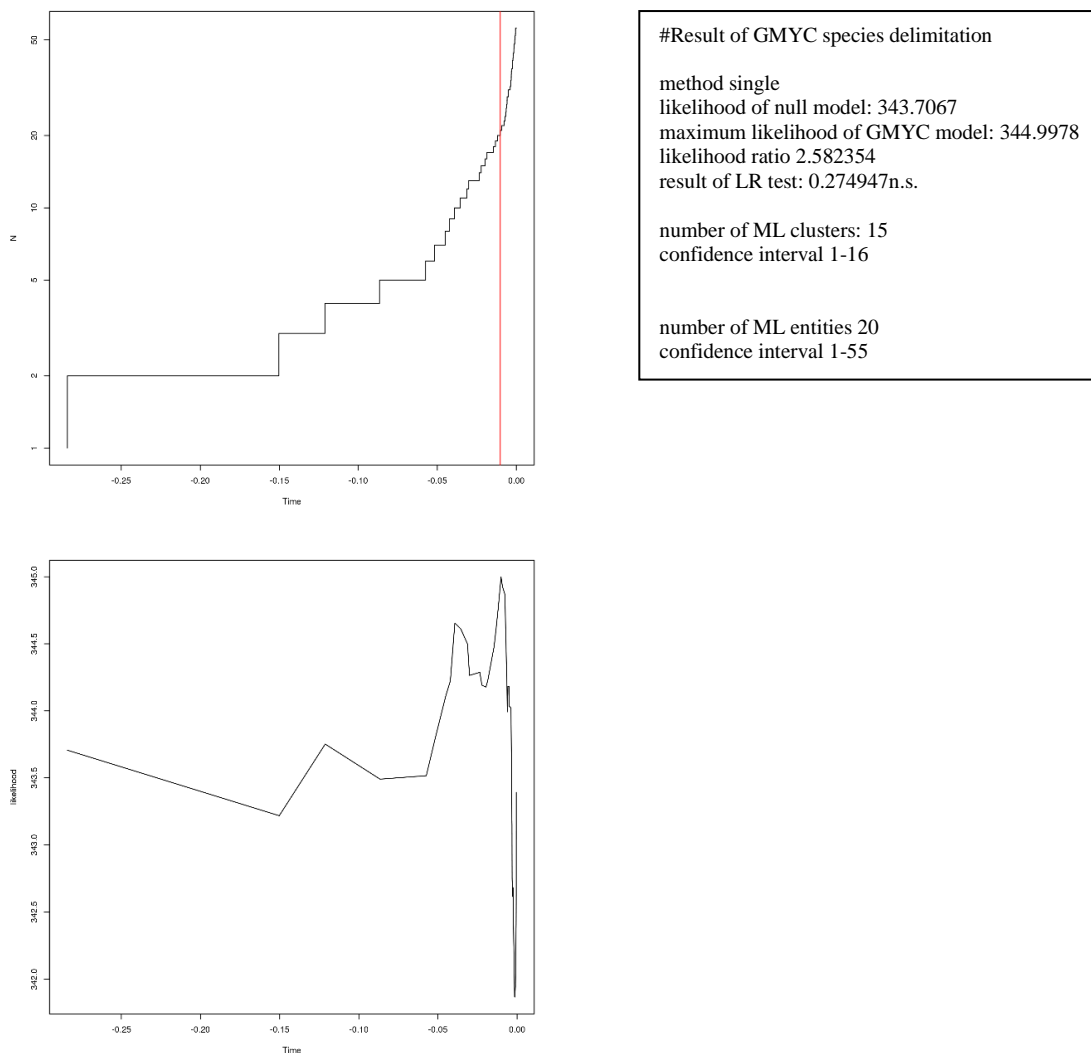


Figura 15. Resultados del método de delimitación de especies mediante el método GMYC.

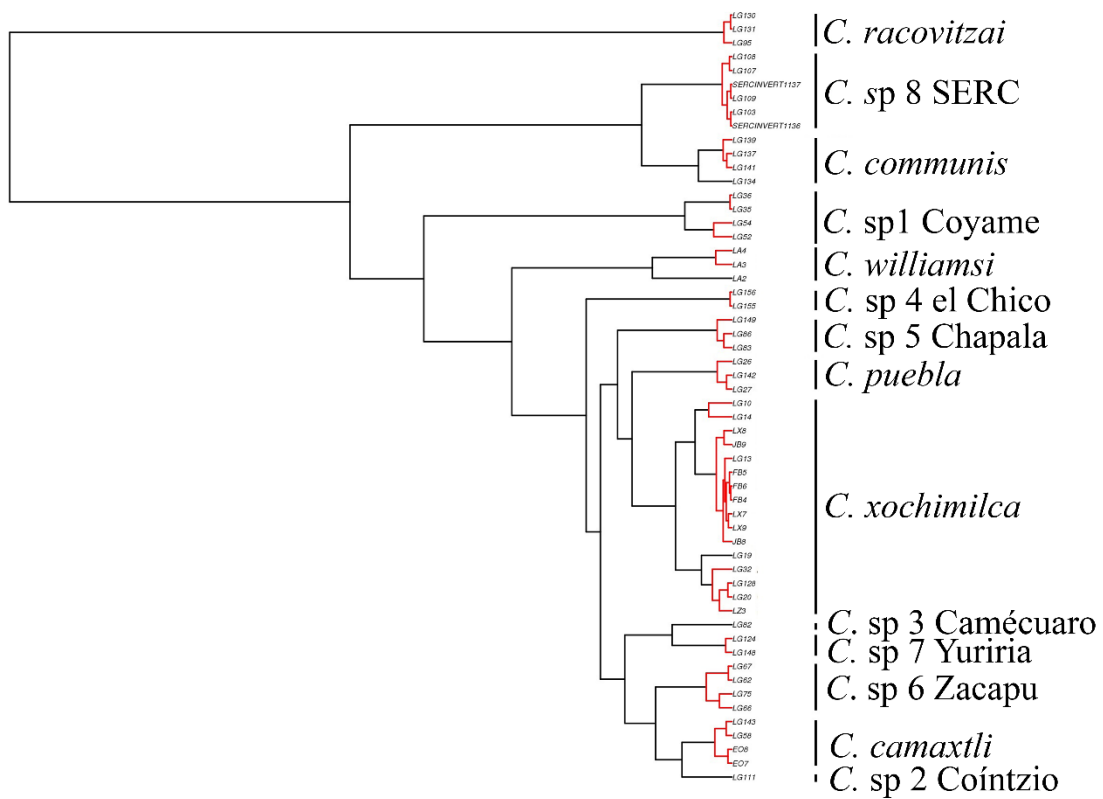


Figura 16. Árbol ultramétrico estimado a partir de BEAST correspondiente al gen COI para delimitación de especies con el programa GMYC, en rojo se muestran los clados que se reconocen como especies. Las ramas terminales en color negro representan las especies que cuentan con un solo espécimen *C. sp 2* Coíntzio, así como *C. sp 3* Camécuaro.

Delimitación de especies mexicanas de *Caecidotea* mediante Automatic Barcode Gap Discovery (ABGD) (Puillandre *et al.* 2012).

Como se mencionó en la sección de material y métodos, se efectuó este análisis con las poblaciones distribuidas sobre y al sur de la FVTM y de aquellas localizadas al norte de la FVTM por separado (Figuras 17–19). El programa ABGD realizó una exploración de la variación en los datos para crear agrupaciones moleculares, en el que si aumenta el prior de la divergencia intraespecífica se tiene una subestimación de especies.

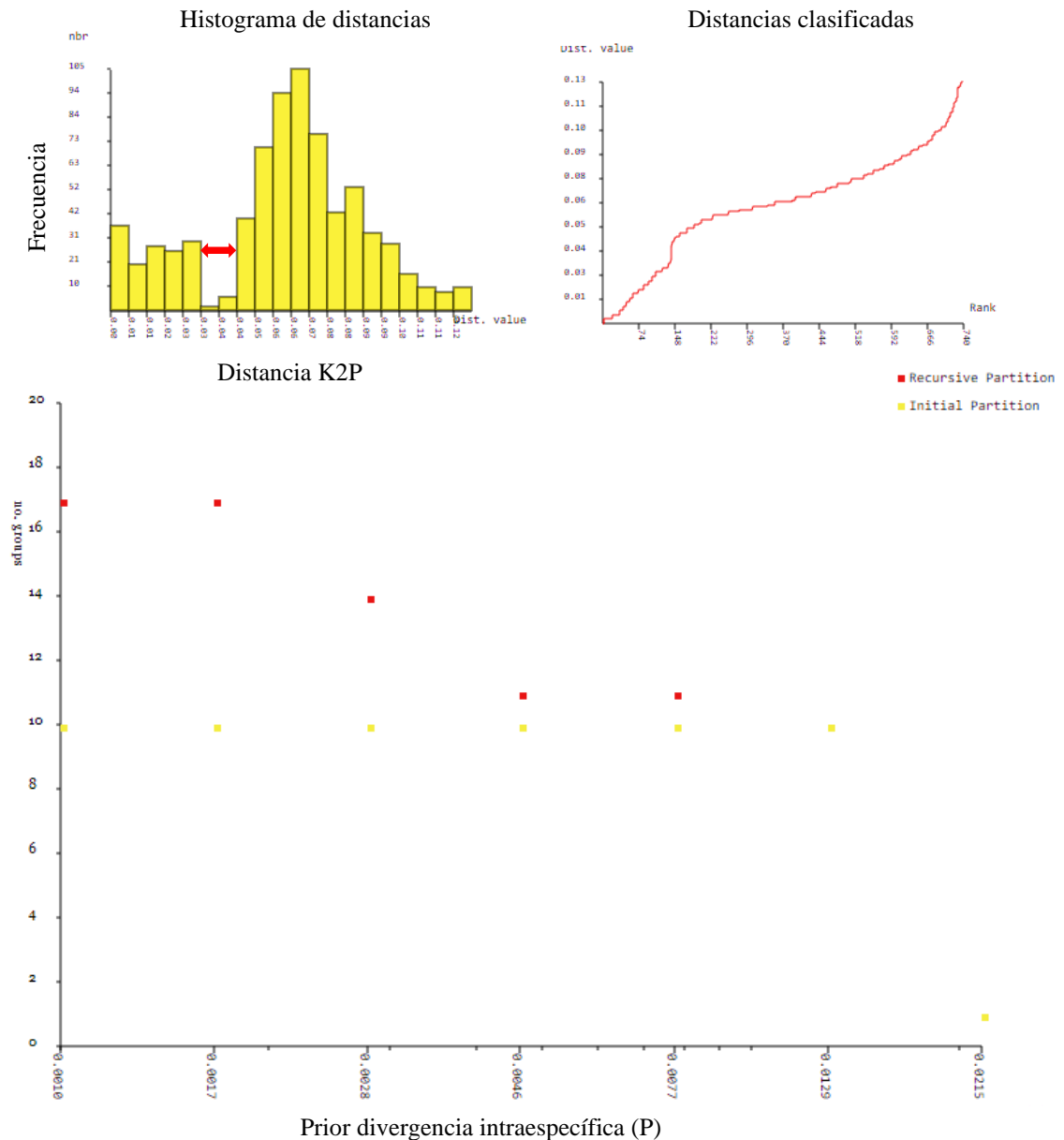


Figura 17. Delimitación de especies mediante Automatic Barcode Gap Discovery (ABGD) basados en el gen COI de las especies mexicanas del sitio web <https://bioinfo.mnhn.fr/abi/public/abgd/abgdweb.html>. La flecha roja indica la brecha que permite distinguir a la izquierda las distancias intraespecíficas y a la derecha las interespecíficas.

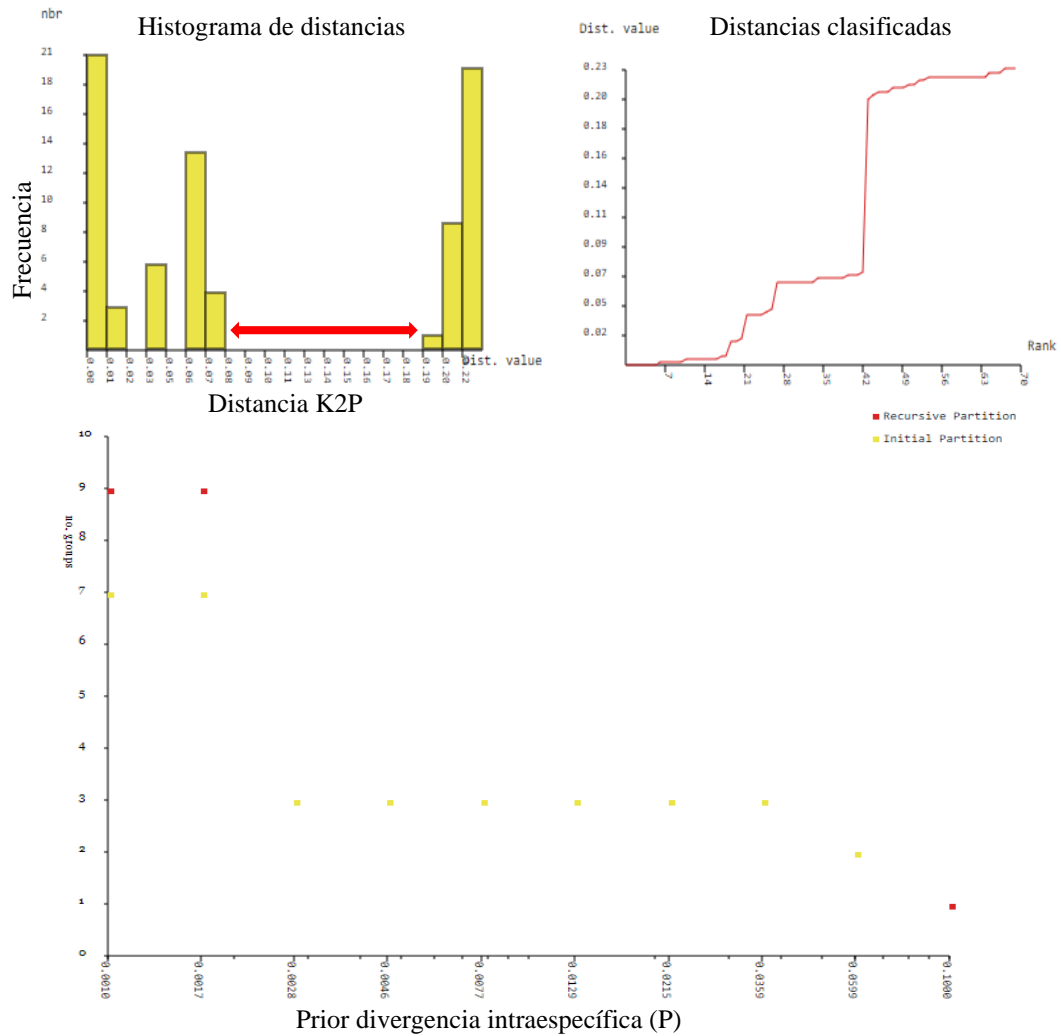


Figura 18. Delimitación de especies mediante Automatic Barcode Gap Discovery (ABGD) basados en el COI de las especies de EE. UU. del sitio web <https://bioinfo.mnhn.fr/abi/public/abgd/abgdweb.html>. La flecha roja indica la brecha que permite distinguir a la izquierda las distancias intraespecíficas y a la derecha las interespecíficas.

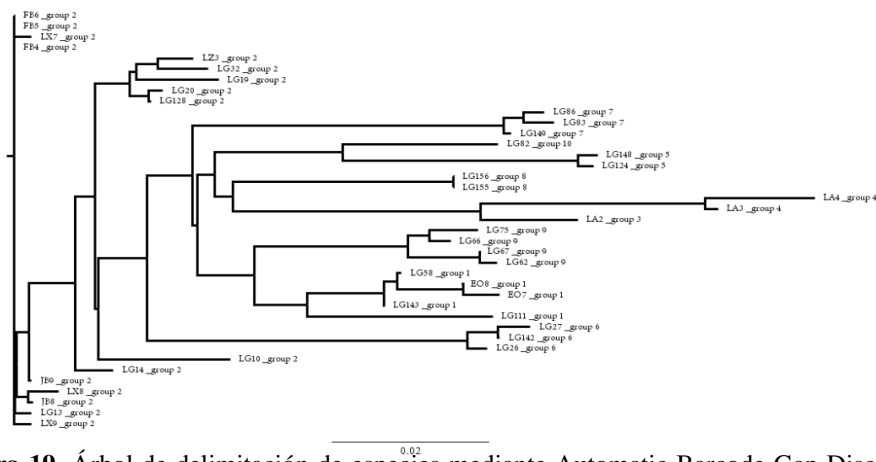


Figura 19. Árbol de delimitación de especies mediante Automatic Barcode Gap Discovery (ABGD) basados en el gen COI para las especies mexicanas de *Caecidotea*. Ejemplo de la conformación de los grupos moleculares.

Delimitación de especies mediante Bayesian Phylogenetics and Phylogeography BPP

A partir del análisis de BPP se presentan los primeros 10 resultados junto con sus probabilidades posteriores (Tablas 15 y 16), los cuales representan el número de especies delimitadas.

Tabla 15. Resultados del análisis de delimitación de especies con el método de BPP.

Probabilidades Posteriores	Número de especies delimitadas
0.026965	12 (A B C D E F G H I J K L)
0.007830	1 (ABCDEFGHIJKL)
0.002210	2 (ABCDEFGHIJK L)
0.002065	2 (ACDEFGHIJKL B)
0.001890	11 (A B C H D E F G I J K L)
0.001795	11 (A B C D E F K G H I J L)
0.001735	11 (A B C D E I F G H J K L)
0.001675	11 (A B C D E F G K H I J L)
0.001660	11 (A B K C D E F G H I J L)
0.001655	11 (A B C D G E F H I J K L)

Tabla 16. Especies delimitadas con sus probabilidades posteriores.

Probabilidad Posterior	Especie
0.491935	I
0.485685	A
0.478630	E
0.474195	K
0.472820	C
0.472120	D
0.468370	H
0.466725	F
0.465945	G
0.463835	J
0.460420	L
0.458510	B

Estos resultados de PP se consideran bajos de acuerdo con Lou *et al.* (2018), pues deberían obtenerse valores cercanos a 1 para una correcta delimitación de especies, sin embargo, para obtener este valor los autores sugieren emplear menos genes y un tamaño de muestra pequeño, por ejemplo 2 de cada uno, es decir 2 genes y 2 poblaciones. En este punto, evaluamos nuestros resultados de delimitación de especies y son coherentes con los otros métodos, por lo que nos faltó confirmar con el mismo análisis cada 2 poblaciones para evitar reproducir falsos negativos, con ello se pondría a prueba si los valores de PP aumentan cercanos a 1 o no.

Resumen de los diferentes métodos de delimitación de especies

Integración de los diferentes métodos filogenéticos para la delimitación de especies de *Caecidotea* (Figura 20). Nuestros resultados muestran incongruencias localizadas por los espacios en blanco en las barras. La primera incongruencia se localiza en el análisis por medio del 2% en la población de Coíntzio, Pátzcuaro, Camécuaro, estas tres porque se empleó un espécimen de cada una, mientras que en el caso de *C. williamsi*, el valor se localizó por arriba del 2%, lo cual sería indicativo de la presencia de más de una especie dentro de la población analizada. Del mismo modo en el análisis de GMYC las poblaciones Coíntzio, Pátzcuaro, Camécuaro aparecen como especies delimitadas, sin embargo, se necesitan incluir más secuencias al análisis para darle un mayor soporte. La última incongruencia localizada es dentro del análisis ABGD con la población de Pátzcuaro, la cual no fue delimitada, del mismo modo sugerimos la integración de más secuencias de esta población al análisis.

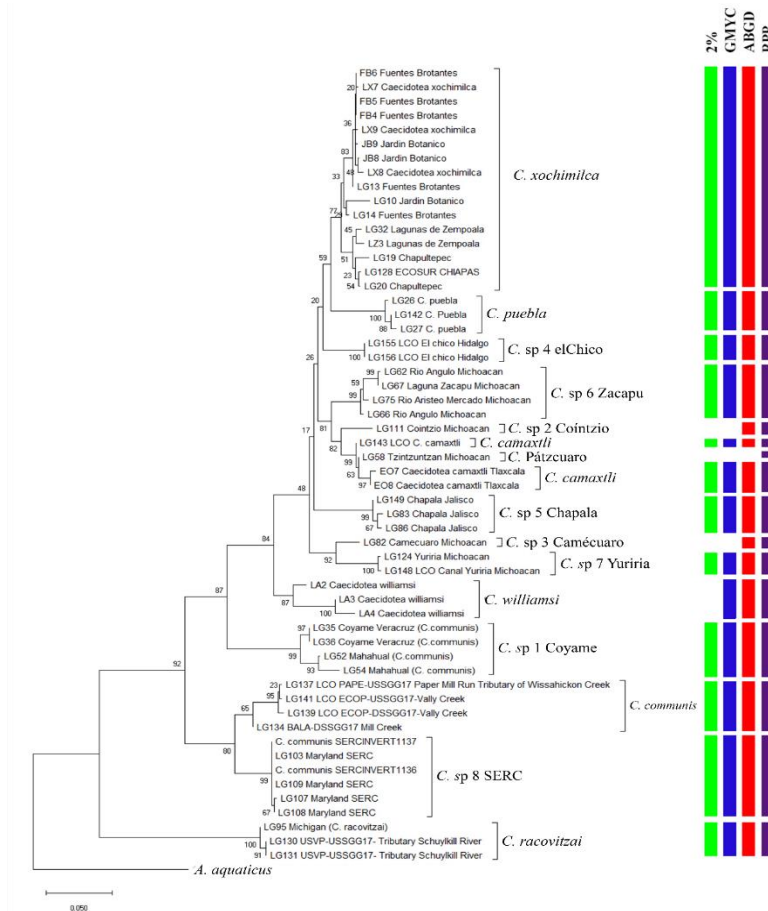


Figura 20. Resumen de los métodos de delimitación de especies. Los espacios en blanco significan que el método analizado no recuperó a la especie, debido a falta de organismos como en *C. sp 2* Coíntzio o en *C. Pátzcuaro*. En el caso de *C. williamsi* el método de 2% se localizó por $>2\%$, lo que significa más de 1 especie.

Análisis de datación molecular

El árbol ultramétrico obtenido del análisis bayesiano en BEAST presenta una topología distinta a la presentada en el árbol de ML obtenido en MEGA, esto es explicado por que para el análisis de datación molecular se empleó un árbol concatenado al que llamamos estricto, pues únicamente incluyó las secuencias de aquellos individuos donde se logró exitosamente la amplificación de los tres genes.

Se empleó un análisis de reloj molecular relajado (Figura 21), el cual reveló que el ancestro común más cercano que existió entre la especie *A. aquaticus* de Europa con respecto a las especies distribuidas sobre la FVTM existió hace aproximadamente 28.68 Ma justo a mediados del Oligoceno. Mientras que en el caso de las especies americanas el ancestro común entre la especie distribuida al norte de la FVTM *C. racovitzai* con respecto a las poblaciones que habitan sobre la FVTM existió probablemente hace 11.59 Ma durante el Mioceno medio Mioceno tardío, lo cual podría tener una correspondencia con los ecosistemas de sabana existentes en la región de las grandes llanuras de EE. UU. los cuales estuvieron fuertemente sometidos a cambios de temperatura y de precipitación (Morales-García *et al.* 2020)

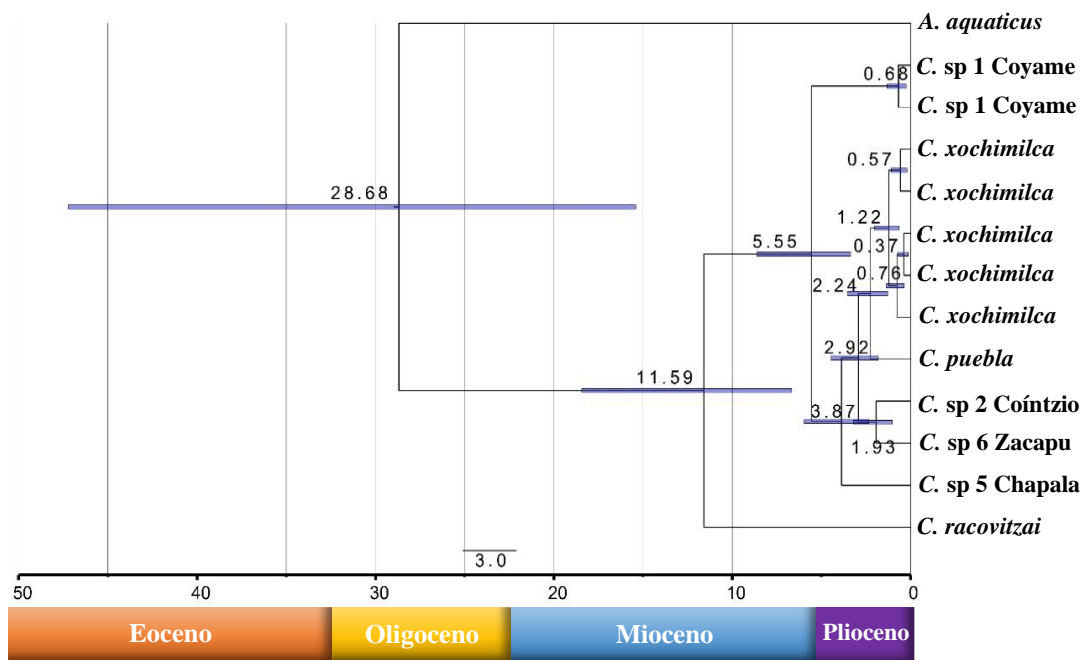


Figura 21. Árbol Ultramétrico resultante del análisis de datación en BEAST. La media de edades se indica en cada nodo (Ma), y los intervalos de 95% HPD en barras azules.

Estudios paleontológicos de reconstrucción climática en floras del Plioceno en México (Graham y Palacios-Chávez, 1996; Graham, 1999; Velasco-de León *et al.* 2010) mencionan la existencia de elementos boreales a causa del enfriamiento climático, además de que con el surgimiento de la gran barrera biogeográfica FVTM existió un aislamiento que probablemente estuvo acompañado por especiación dentro de diferentes comunidades de plantas en la región central de México, lo cual presenta una correspondencia con lo que sucede con las poblaciones de *Caecidotea* analizadas que habitan sobre la FVTM.

Análisis estadístico de Dispersión-Vicarianza (S-DIVA)

Optimal reconstruction:

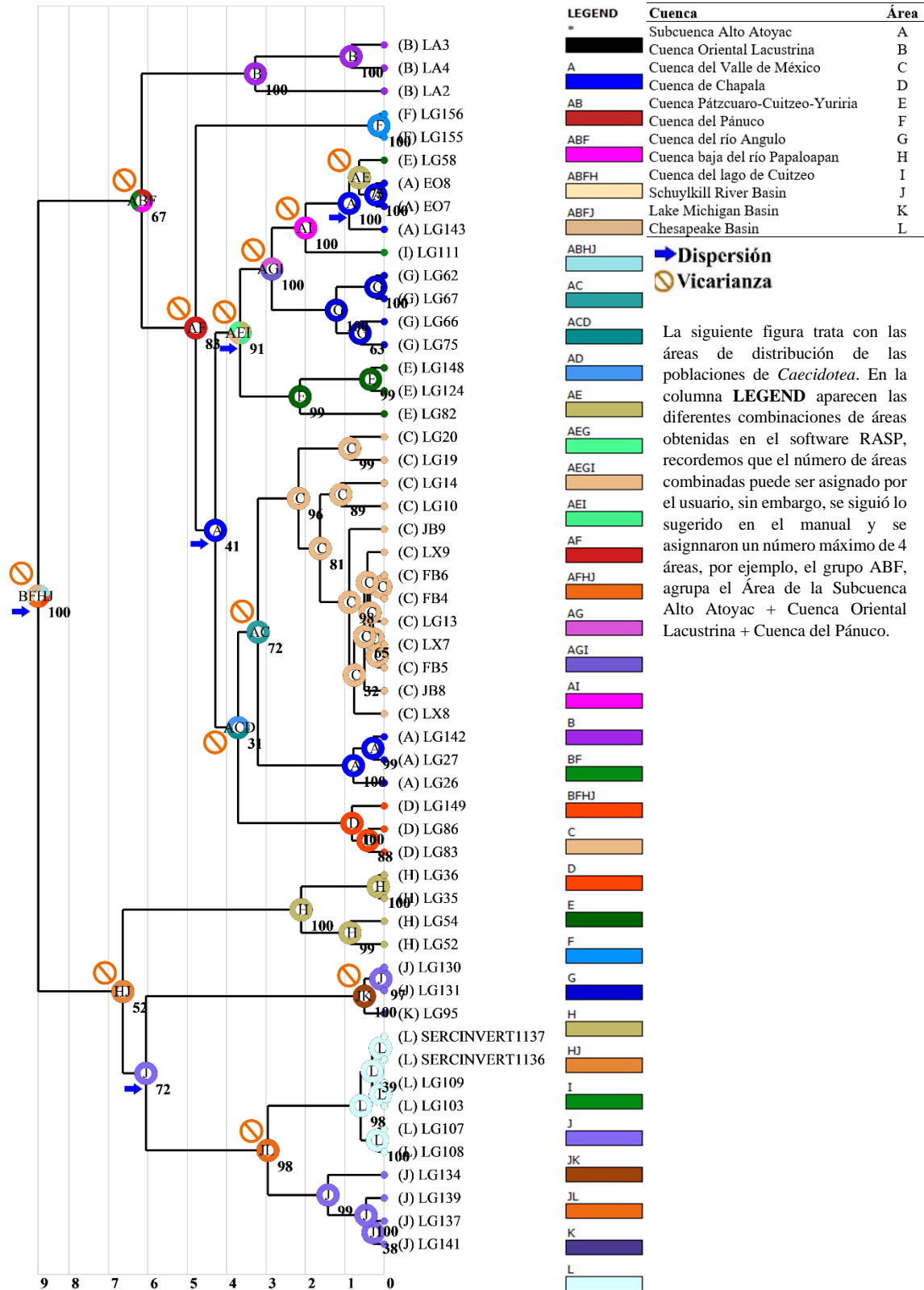


Figura 22. Reconstrucción de áreas ancestrales con S-DIVA, empleando el árbol obtenido en BEAST para el gen COI. Las barras en colores corresponden a las áreas de distribución.

DISCUSIÓN

Relaciones filogenéticas

Este estudio representa el primer esfuerzo para resolver la filogenia del grupo de los isópodos epigeos del género *Caecidotea* en México, específicamente distribuidos sobre la FVTM empleando tres genes diferentes. El análisis filogenético a partir del gen mitocondrial COI mostró ser el gen más informativo, pues brindó la mejor resolución de los diferentes clados en comparación con los genes 12S y H3. El gen COI mostró la presencia de 14 clados, con los cuales se comprobó, con los análisis de delimitación de especies del 2%, GMYC, BPP y ABGD la validez taxonómica de cinco especies previamente descritas, *C. camaxtli*, *C. communis*, *C. puebla*, *C. racovitzai*, y *C. xochimilca*. Además, se mostró la presencia de nueve clados que corresponden a nuevos endemismos no reportados hasta ahora, ocho para México y una para EE. UU, *Caecidotea* sp 8. Es importante observar el clado de la especie *C. xochimilca*, el cual presenta un organismo recolectado de la región de San Cristóbal de las Casas en Chiapas, podría tratarse de un espécimen introducido de forma antropogénica al sitio, así como los dos especímenes provenientes de las lagunas de Zempoala en Morelos que también se agrupan dentro del mismo clado. Se presenta una situación similar con el clado del manantial el Ojito en Tlaxcala, donde una secuencia proveniente del lago de Pátzcuaro en Tzintzuntzan, Michoacán aparece al interior del clado, aunque esto se verificó morfológicamente los especímenes presentan morfologías distintas en el gnatópodo, endopodito del pleópodo II, así como en los urópodos. Una probable ruta de migración natural de las especies del lago de Pátzcuaro hacia el manantial el Ojito en Tlaxcala o viceversa resulta poco probable, pues en línea recta son alrededor de 500 km entre ellas y no hay una conexión superficial entre las cuencas que pudiera explicar esta distribución. Se podría pensar entonces en una vía antrópica de introducción de individuos de una población a otra, pero la morfología entre ambas difiere.

Morfológicamente, la especie proveniente de Coyame en el Lago de Catemaco que había sido previamente registrada como la especie *C. communis* por Argano en la década de los 70's, es ligeramente similar a la especie *C. communis sensu* (Williams, 1970), principalmente en los urópodos, sin embargo, Argano no analizó especímenes de esta última que le permitieran verificar su identidad. Por lo tanto, en este estudio los

especímenes que se recolectaron de Coyame basados en análisis morfológicos y genéticos permitieron la identificación de un probable nuevo endemismo. Curiosamente en el análisis genético de ML con el gen COI, esta especie parece estar más cercanamente relacionada con las especies de EE. UU. en específico con la especie *C. communis*.

Dentro de nuestro análisis también pudimos dar registro de un probable nuevo endemismo localizada en Maryland, la cual había sido identificada previamente por Aguilar (2016) como la especie *C. communis* proveniente de Anne Arundel Co. Sin embargo, genética y morfológicamente pertenece a otra especie no descrita hasta ahora.

Como indicó la topología del árbol filogenético de ML no enraizado empleando PhyML, resulta muy similar entre el resto de los árboles obtenidos por los métodos de IB y NJ.

Es interesante observar que *A. aquaticus*, se encuentra más cercanamente relacionada a las especies de *Caecidotea* que *C. racovitzai* con sus congéneres. Es evidente que las características morfológicas del endopodito del pleópodo II del resto de las especies de *Caecidotea* analizadas en este estudio es constante, en cambio en *C. racovitzai* la conformación del ápice del endopodito del pleópodo II está compuesto por 3 procesos en forma de ganchos presentando una estructura aberrante (por lo tanto, esto será analizado en el capítulo final de esta tesis).

Los valores de PP (<0.95) en los árboles obtenidos a partir del análisis de IB en los tres genes por separado COI, 12S y H3 se repiten en el árbol concatenado estricto, por lo tanto, se estaría rechazando la monofilia del género. Una probable explicación con la que se podría dar una solución a estos bajos valores de PP de acuerdo con Lemey *et al.* (2009), es emplear un muestreo de cadenas de Markov Monte Carlo ajustadas a nuestra distribución de PP con el algoritmo de Metrópolis, en el que básicamente realiza cambios aleatorios dentro de los parámetros utilizados previa y posteriormente los acepta o rechaza basado en las probabilidades apropiadas.

La separación de los ocho clados en México tienen una correspondencia geográfica por cuenca hidrológica y todos los clados se encuentran justo sobre la FVTM, donde la hidrogeografía de esta parte del territorio mexicano apoya la cladogénesis de este.

Por último y no por ello menos relevante, es importante mencionar a las especies que se encuentran en la región Karst Bosque Lluvioso de Chiapas, *C. chiapas*, *C. vomeroi*, y *C. zullini*, las cuales no fueron incluidas en este estudio, sin embargo, sería interesante conocer qué tipo de resultados derivarían en nuestros análisis de reloj molecular de haberlas incluido, saber si estas surgieron primero en el tiempo o tienen orígenes más recientes y relacionarlas con algún evento geológico. En el estudio de Morvan *et al.* (2013) en el que realizaron la diversificación de la superfamilia Aselloidea en aguas subterráneas incluyeron la especie *C. kenki*, que se considera una especie intermedia entre las especies epigeas y las troglobíticas (Bowman, 1967) y que de acuerdo con su análisis de reloj molecular, esta especie surgió en el Paleógeno tardío-inicio del Neógeno, hace unos 25 Ma, por lo que futuros estudios enfocados al origen y diversificación de las especies estigobias de México y EE. UU. resultan en una nueva línea de investigación, además de conocer si tuvieron un mismo origen o provienen de eventos independientes.

Métodos de delimitación de especies 2%, GMYC, ABGD, BPP

Distancias genéticas

Como se observó los valores reportados en este estudio las distancias interespecíficas para organismos de la misma especie se localizan por debajo del 2% de divergencia con el gen mitocondrial COI, mientras que en el estudio de Wetzer (2001) para individuos de la misma especie la divergencia podría encontrarse de 0–4.1%. Para el caso de las distancias interespecíficas se encuentran entre el 4–15% para las especies mexicanas, mientras que con las especies de EE. UU. las distancias genéticas observadas con respecto a *C. communis sensu* (Williams, 1970) se encuentran entre los 13.4–15.8%, pero una cuestión muy interesante ocurre con la especie *C. racovitzai* en la que las distancias interespecíficas se encuentran entre 21.2–25% con respecto de las especies mexicanas. De acuerdo con lo observado en el estudio de Wetzer (2001), los patrones de divergencia entre familias de isópodos pueden localizarse entre el 22.9–34.5% y de 20.7–35.5% entre Subórdenes. Morfológicamente la especie *C. racovitzai* difiere en gran medida en la conformación del ápice del endópodo del pleópodo II al presentar tres procesos fuertemente desarrollados y de forma aberrante, por lo que sería conveniente analizar el estatus taxonómico de *C. racovitzai* dentro del género *Caecidotea* pues con tales valores de divergencia genética indica que podría tratarse de una familia diferente.

Si observamos las distancias existentes entre la especie proveniente de Coyame, Veracruz comparándola con el resto de las especies, apreciamos que los valores se encuentran entre 11.2–15.1%, lo que nos indicaría que es la más distante genéticamente. Llama la atención también el hecho de que las especies más cercanas geográficamente presentan distancias genéticas menores, *C. camaxtli* con *C. xochimilca* 5.3%, *C. xochimilca* con *C. sp 4 el Chico* 5.7%. Caso similar ocurre con las especies de Michoacán: *C. sp 3 Camécuaro* con *C. sp 6 Zacapu del* 5.5%, *C. sp 3 Camécuaro* con *C. sp 7 Yuriria del* 7.4%, por lo que podríamos suponer que probablemente la distancia geográfica entre las cuencas pueda estar jugando un papel fundamental en el aislamiento genético, por lo tanto, discutiremos esto en el apartado de datación con el reloj molecular y junto con el análisis de reconstrucción de áreas ancestrales S-DIVA.

Los métodos de delimitación de especies resumidos en el árbol para los datos obtenidos del gen COI reconocieron:

1. El método de distancias genéticas 2%, registró 12 especies de 16 totales, las cuatro especies faltantes se aprecian en los espacios en blanco, los cuales significan que la especie no pudo ser recuperada con el método. Por ejemplo, *C. williamsi* con el método del 2%, aparece en blanco pues sus valores de distancia genética entre linajes fueron del 4%, por lo que se puede decir que no se recuperó la especie bajo este criterio, aunque en el resto de los métodos si la recuperaron, también podríamos mencionar que probablemente sea más de una especie de *Caecidotea* las que se localizan en la laguna de Alchichica. Caso similar ocurrió con las especies de Camécuaro, Coíntzio y Pátzcuaro, pero esto se puede explicar debido al número de especímenes empleado, pues con un espécimen no es posible calcular la variación intraespecífica, se necesitan dos especímenes para calcularla.
2. El método GMYC para un locus simple, empleó el modelo coalescente multiespecie con un árbol ultramétrico, donde se estimaron los límites de 12 linajes de 14, por lo tanto, podemos decir que no sobreestimó especies, pero separa en ramas negras las especies de Camécuaro y Coíntzio únicamente por contener un espécimen, esto podría resolverse al incluir más secuencias de la

misma población. Otro resultado que llama la atención son los clados conformados por *C. williamsi* y *C. xochimilca*, en los que aparentemente hay más de una especie, por lo que este análisis de GMYC de acuerdo con Stokkan *et al.* (2018), ha mostrado que puede funcionar para detectar eventos tempranos de especiación cuando las distancias intra e interespecíficas son bajas, y sugieren que se complemente este análisis con análisis morfológicos.

3. El método de delimitación ABGD recuperó 10 linajes con una divergencia interespecífica del 4.6%, sin embargo, separa en dos especies diferentes los organismos provenientes de Laguna de Alchichica, los cuales corresponden a la especie *C. williamsi*, además en un solo grupo muestra a la especie *C. camaxtli* junto con los linajes provenientes de Coíntzio y Pátzcuaro en Michoacán, sin embargo, en este último ambos linajes pueden ser claramente separados con apoyo de la morfología. Es importante señalar que en este análisis no se incluyó el linaje proveniente del lago de Catemaco pues es muy divergente con respecto al resto de las especies. Se realizó un análisis de ABGD por separado de las especies de *Caecidotea* provenientes de EE. UU. pues al igual que ocurrió con el linaje de Catemaco son grupos muy divergentes con respecto de las especies mexicanas, este análisis recuperó tres especies *C. communis*, *C. racovitzai* y *Caecidotea* sp. 8. Por lo que se puede decir que ambos métodos son congruentes en la delimitación.
4. El método de delimitación de especies por BPP reconoce 12 especies con probabilidades posteriores (PP) cercanas al 0.50, sin embargo, Rannala y Yang (2013), sugieren que para que sean declaradas especies diferentes los valores de PP deberían encontrarse entre 0.95–0.99, por lo que a pesar de haber obtenido valores bajos de PP en los análisis, nuestros resultados son congruentes con los otros métodos de delimitación puestos a prueba, pues se realizaron repeticiones del análisis de BPP con diferentes valores de θ prior y τ prior como fue sugerido por Yang (comm. Pers.), obteniendo valores similares y se recuperaron siempre las 12 especies.

Análisis de datación molecular

El análisis de datación molecular reveló que el ancestro común más reciente (ACMR) entre los linajes de *Asellus* y *Caecidotea* existió hace aproximadamente 28.68 Ma [48–16 Ma 95% HPD] durante el Oligoceno. El ACMR de *C. racovitzai* y las especies de *Caecidotea* de la región Central y de la región de los Tuxtlas en Veracruz, existió hace aprox. 11.59 Ma. en el Mioceno medio, mientras que la diversificación del resto de las especies mexicanas ocurrió hace 5.55 Ma. durante el Mioceno tardío-Plioceno temprano, fue en este tiempo que se desarrollaron las cuencas lacustres, pues las condiciones de humedad e hidrológicas de ese momento permitieron que las cuencas comenzaran a llenarse de agua, los periodos de fallas y vulcanismo originaron distintas elevaciones en dichos cuerpos de agua que surgieron en diferentes momentos durante lo que fue conocido como el proceso trans-tensional datado hace 8–2 Ma por Israde-Alcántara *et al.* (2010) basado en secciones estratigráficas comparadas con condiciones climáticas, oceánicas y tectónicas. Estos periodos de actividad tectónica acompañados del vulcanismo durante la formación de la FVTM, en la región central de México, originaron una fragmentación de hábitats dulceacuícolas, lo que dio como resultado la aparición de procesos vicariantes como un efecto de la formación de la FVTM, los cuales pudieron relacionarse con la especiación del género *Caecidotea*. Tal efecto presenta una correspondencia con otros grupos de vertebrados como los peces ciprínidos, goodeidos y poecílidos (Beltrán-López *et al.* 2018; Pérez-Rodríguez *et al.* 2015). Otro grupo que presenta una diversificación similar en tiempo y espacio distribuido sobre la FVTM son los acociles de la subfamilia Cambarellinae la cual diversificó en México hace 6.9–0.5 Ma. (Pedraza-Lara *et al.* 2012).

Es importante mencionar que durante el Mioceno y Plioceno existieron eventos catastróficos de enfriamiento (Antipin *et al.* 2001), pues como fue estudiado por Cheper (1980) en isópodos dulceacuícolas del género *Lirceus* en Tennessee EE.UU., las bajas temperaturas de 0°C y por debajo, cuando el agua tiende a congelarse, marca un límite letal para los isópodos acuáticos, de aquí la importancia del enfriamiento mencionado por Antipin *et al.* (2001), pues durante el Plioceno la temperatura del mes más frío en el estado de Hidalgo, México, osciló entre -3° y 18°C (Aguilar y Velasco-De León, 2002), lo cual pudo haber acarreado un efecto directo sobre los ambientes acuáticos, ocasionando la mortandad de diferentes poblaciones de isópodos sobre la FVTM en México y

probablemente por arriba de esta. Una cuestión ecológica similar que pudo haberse relacionado con un evento de especiación fue observado por Hidding *et al.* (2003) pues los eventos de enfriamiento ocurridos durante el Mioceno y el Plioceno podrían haber conducido a extinciones a gran escala seguidas de nuevos eventos de especiación tal y como sucedió con los asélidos del lago Baikal en Rusia.

La especie epigea de *Caecidotea* que surgió primero en el tiempo en México, corresponde a la localizada en la vertiente del Pacífico en Chapala hace 3.87 Ma [12–1.5 Ma 95% HPD], posteriormente en el tiempo surge *C. puebla* hace 1.8 Ma [4–1.5 Ma 95% HPD]. Basados en el análisis de datación estimada en este estudio, los clados basales corresponden a las especies localizadas al norte de la FVTM permitiendo observar que las especies de *Caecidotea* presentan una especiación más reciente sobre y por debajo de la FVTM. De acuerdo con Morvan *et al.* (2013) el género *Asellus* se originó durante el Paleógeno tardío 25–30 Ma, lo cual presenta una correspondencia con nuestros resultados de datación pues la separación de la especie *A. aquaticus* con las especies de *Caecidotea* ocurrió hace 28.68 Ma [48–16 Ma 95% HPD]. De acuerdo con lo mencionado por Ferrari *et al.* (1994), existió un arco de vulcanismo durante el Eoceno y el Oligoceno el cual tuvo una duración hasta el Mioceno temprano, el cual está directamente relacionado con el origen de diversas cuencas en la región de la FVTM. Durante el Mioceno tardío en la zona oeste y central de la FVTM, entre Jalisco y la CDMX, Ferrari *et al.* (1994) mencionan que la formación y la extensión de las cuencas probablemente están relacionadas con la fase de deformación transtensional, esto podría relacionarse con la cladogénesis de *C. sp 5* Chapala, *C. sp 6* Zacapu, *C. sp Coíntzio* y *C. puebla*. Cronológicamente nuestro análisis se relaciona con la separación de la Sierra Madre Oriental de la FVTM en el Mioceno medio y la actividad volcánica del Mioceno tardío Ferrari *et al.* (1994). De acuerdo con diversos autores (Ban *et al.* 1992; Hasenaka y Carmichael, 1985; Nixon *et al.* 1987), el vulcanismo tuvo una migración al sur, lo que podría relacionarse con la cladogénesis de las especies *C. xochimilca* y *C. sp 1* Coyame, del centro y sur de México respectivamente.

Durante el Plioceno (5.33–2.58 Ma) se dio el cierre del Istmo Centro Americano hace 2.7 Ma (Schmidt, 2007), lo cual tuvo efecto directo sobre la oceanografía al estancar el suministro de aguas dulces superficiales y subterráneas al Pacífico y al Atlántico,

además de que el clima era más cálido que en la actualidad entre 2° y 3° C y era más húmedo, además de que existían concentraciones atmosféricas mayores de CO₂ o ligeramente superiores a las de hoy en día, lo cual provocó una expansión de los bosques y de las sabanas (Salzmann *et al.* 2011), esto por obvias razones presentó un efecto directo sobre la acidificación del mar y de las aguas continentales, así como del aumento de la salinidad en los ambientes acuáticos.

Reconstrucción Ancestral de áreas

Para la reconstrucción ancestral de áreas se empleó el análisis S-DIVA, el cual reveló una compleja historia biogeográfica del género *Caecidotea* en la región central y sur de México, donde se incluyeron diversos eventos de dispersión y vicarianza, siendo este último el más común de los eventos que explicaría biogeográficamente la distribución de las especies, debida al surgimiento de las diversas cuencas en la FVTM, tal y como sucede dentro del grupo de peces Cyprinodontiformes en la región central de México, donde los eventos de vicarianza se presentan un mayor número de veces (Beltrán-López *et al.* 2019). Caso similar sucedió con los acociles de la Subfamilia Cambarellinae, los cuales presentan una estructura filogenética con correspondencia geográfica, en la que la cladogénesis del grupo esta soportada por su historia geológica (Pedraza-Lara *et al.* 2012). La historia de la distribución de *Caecidotea* coincide geológicamente con lo que se conoce como pulso de vulcanismo localizado en el Plioceno inferior (5–3 Ma) en la FVTM (Ferrari, 2000) y el proceso trans-tensional de Israde-Alcántara *et al.* (2010), en el que se dio la elevación de la porción central de México y con ello la formación de la FVTM, que produjo la separación de diversos grupos de organismos con los que se definen eventos biogeográficos particulares (Pedraza-Lara *et al.* 2012; Pérez-Rodríguez *et al.* 2015). Nuestra datación comparte resultados similares a los mostrados en el estudio de Pérez-Rodríguez *et al.* (2015) con peces dulceacuícolas distribuidos sobre la FVTM.

El análisis mostró un evento de vicarianza acompañado de un evento de migración que pudo haber ocurrido entre las especies de *Caecidotea* de México y de EE. UU., pero para probar esta hipótesis, es necesario incluir especímenes que sean recolectados al norte de la FVTM en territorio mexicano y las especies de *Caecidotea* epigeas y estigobias distribuidas al sur de EE. UU.

El presente análisis también permitió apreciar una probable dispersión de especies mediada por el ser humano, con los organismos de Pensilvania que pertenecen a la especie *C. racovitzai* y que también fueron recolectados en Michigan en la cuenca del lago Michigan (existe una distancia lineal de alrededor de 975 km entre ambos sitios). En estos casos, el análisis de S-DIVA mostró que la explicación para esta distribución disyunta se debe a eventos de vicarianza, sin embargo, esta distribución podría estar influenciada por la mano del hombre, ya que una migración natural de estas especies es poco probable pues no hay conexiones naturales entre cuencas que lo permitan.

Es importante mencionar lo que sucede en el caso de los especímenes recolectados en el Manantial El Ojito, correspondientes a la especie *C. camaxtli*, en el que se agrupa con un espécimen de la cuenca Pátzcuaro-Cuitzeo-Yuriria, esto es clave para futuros estudios pues sería interesante conocer si hay algún o algunos eventos de hibridación entre los organismos de ambos sitios y con ello rastrear su historia genética.

Por último, sería de gran relevancia incluir más especies en este análisis, específicamente aquellas provenientes de las cuevas del sur de México y Guatemala, ya que pudieron existir eventos de radiación anteriores a la formación de la FVTM, por lo tanto, se presenta como una sugerencia para futuros estudios.

Como consideraciones finales, es interesante apreciar que las especies del género *Caecidotea* se encuentran a lo largo de la cuenca del Lerma-Santiago desde el alto Lerma hasta el bajo Lerma, soportando una gran cantidad de desechos agropecuarios, domésticos, industriales y recreativos en algunas zonas, por lo que es de vital importancia realizar planes de manejo para las especies que habitan la zona.

CONCLUSIONES

- Se identificaron ocho linajes no descritos para México, una en cada uno de los siguientes estados: Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Tlaxcala y Veracruz y tres especies más para Michoacán.
- Se registró un linaje epigeo no descrito hasta el momento en EE. UU. en la región de la zona de manantiales de Maryland.
- Los eventos de cladogénesis del género *Caecidotea* están directamente relacionados con eventos geológicos, específicamente con el conocido como el proceso trans-tensional en la FVTM ocurridos durante el Plioceno.
- Los análisis de datación molecular indican que las cladogénesis de *Caecidotea* son más recientes en el tiempo en México que en los grupos de EE. UU.
- Dentro del mismo análisis de datación molecular, se observa que las poblaciones de *Caecidotea* de la vertiente del Pacífico específicamente la forma *C. sp 5* Chapala pudo haber surgido antes en el tiempo en contraste con la especie de la vertiente del Atlántico *C. sp 1* Catemaco, la cual es más reciente en el tiempo.
- Se requieren incluir especies provenientes de las cuevas de Chiapas y de Guatemala dentro del análisis filogenético, esto permitirá obtener un análisis de datación molecular más adecuado para el género en México.
- Genéticamente la especie *C. communis* no fue localizada en las muestras analizadas de México, con lo que hasta el momento se sustenta la hipótesis de García-Vázquez *et al.* (2019) de la inexistencia de *C. communis sensu* Williams (1970) en territorio mexicano.
- Se realizó la descripción y publicación de la especie *C. camaxtli*.

LITERATURA CITADA

- Aguilar FJ, Velasco-De León MP. 2002. El clima durante el Plioceno en la región de Santa María Amajac, Hidalgo, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 71: 71–81.
- Alvarez F, Villalobos J L, Hendrickx ME, Escobar-Briones E, Rodríguez-Almaraz, G, Campos, E. 2014. Biodiversidad de crustáceos decápodos (Crustacea: Decapoda) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 85: S208–S219.
- Alvarez F, Villalobos J. 2016. The Crayfish of Middle America. En T. Kawai, Z. Faulkes y G. Scholtz (Eds.), *Freshwater Crayfish. A Global Overview*. CRC Press, Taylor y Francis Group, New York. 448–462.
- Antipin V, Afonina T, Badalov O, Besrukova E, Bukharovd A, Bychinsky V, Dmitriev A, Dorofeeva R, Duchkov A, Esipko O, Fileva T, Gelety V, Golubev G, Goreglyada A, Gorokhov I, Gvozdkov A, Hase Y, Ioshida N, Williams D. 2001. The new BDP-98 600-m drill core from Lake Baikal: a key late Cenozoic sedimentary section in continental Asia. *Quaternary International*. 80–81, 19–36.
- Argano R. 1972. An asellid of the subterranean waters of Veracruz, Mexico (Crustacea, Isopoda). *Accademia Nazionale dei Lincei Quaderno*. 171: 35–42.
- Argano R. 1977. Asellota del Messico meridionale e Guatemala (Crustacea, Isopoda). *Accademia Nazionale dei Lincei*. 171: 101–124.
- Arredondo-Figueroa A, Vásquez-González L, Núñez-García I, Barriga-Sosa, J, Ponce-Palafox. 2011. Aspectos reproductivos del acocil *Cambarellus* (*Cambarellus*) *montezumae* (Crustacea: Decapoda: Cambaridae) bajo condiciones controladas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 82: 169–178.
- Ban M, Hasenaka T, Delgado H, Takaoka N. 1992. K-Ar ages of lavas from shield volcanoes in the Michoacán-Guanajuato volcanic field, Mexico. *Geofísica Internacional*. 31: 467–475.
- Bautista HC, Violante GJ, Monks S, Pulido FG. 2014. Helminth communities of *Xiphophorus malinche* (Pisces: Poeciliidae), endemic freshwater fish from the Pánuco River, Hidalgo, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 85(3): 838–844.
- Beltrán-López R, Domínguez-Domínguez O, Pérez-Rodríguez R, Piller K, Doadrio I. 2018. Evolving in the highlands: The case of the Neotropical Lerma live-bearing *Poeciliopsis infans* (Woolman, 1894) (Cyprinodontiformes: Poeciliidae) in Central Mexico. *BMC Evolutionary Biology*. 18: 56 1–21.
- Bertrand L, Monferrán M, Mouneyrac C, Amé M. 2018. Native crustacean species as a bioindicator of freshwater ecosystem pollution: A multivariate and integrative study of multi-biomarker response in active river monitoring. *Chemosphere*, 206: 265–277.
- Birkle P, Torres V, González E. 1995. Evaluación preliminar del potencial de acuíferos profundos en la Cuenca del Valle de México. *Ingeniería Hidráulica en México*. 10 (3): 47–53.
- Bowman T. 1967. *Asellus kenki*, a new isopod crustacean from springs in the Eastern United States. *Proceedings of the Biological Society of Washington*. 80: 131–140.
- Bowman T. 1975. Three new troglobitic asellids from Western North America (Crustacea: Isopoda: Asellidae). *International Journal of Speleology*. 7: 339–356.

- Bruce N, MacDiarmid A. 2006. 'Crabs, crayfish and other crustaceans', Te Ara - the Encyclopedia of New Zealand, <http://www.TeAra.govt.nz/en/crabs-crayfish-and-other-crustaceans/print>.
- Bryson RW Jr, García-Vázquez UO, Riddle BR. 2011. Phylogeography of Middle American gopher-snakes: mixed responses to biogeographical barriers across the Mexican Transition Zone. *Journal of Biogeography*. 38: 1570–1584.
- Buhay JE. 2009. “COI-Like” sequences are becoming problematic in molecular systematic and DNA barcoding studies. *J. Crust. Biol.* 29:96–110.
- Castro-Franco R, Vergara G, Bustos M, Mena W. 2006. Diversidad y distribución de anfibios del estado de Morelos, México. *Acta Zool. Mex.* 22: 103–117.
- Caballero M, Lozano GS, Vázquez SL, y Ortega B. 2010. Evidencias de cambio climático y ambiental en registros glaciales y en cuencas lacustres del centro de México durante el último máximo glacial. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*. 62 (3): 359–377.
- Camou-Guerrero A, Ghilardi A, Mwampamba T, Serrano M, Avila TO, Vega E, Maser O. 2016. Análisis de la producción de carbón vegetal en la Cuenca del Lago de Cuitzeo, Michoacán, México: implicaciones para una producción sustentable. *Investigación ambiental Ciencia y política pública*. 6(2): 127–138.
- Cheper NJ. 1980. Thermal Tolerance of the Isopod *Lirceus brachyurus* (Crustacea: Isopoda). *The American Midland Naturalist*. 104 (2): 312–318.
- Cole G, Minckley W. 1968. A new species of aquatic isopod crustacean (genus *Asellus*) from the Puebla Plateau, central Mexico. *Proceedings of the Biological Society of Washington*. 81: 755–760.
- Colgan D, McLauchlan A, Wilson G, Livingston S, Edgecombe G, Macaranas J, Cassis G, Gray M. 1998. Histone H3 and U2 snRNA DNA sequences and arthropod molecular evolution. *Aust. J. Zool* 46: 419–437.
- Cook B, Pringle C, Hughes J. 2008. Phylogeography of an island endemic, the Puerto Rican freshwater crab (*Epilobocera sinuatifrons*). *Journal of Heredity*. 99:157–164.
- Costa FO, deWaard JR, Boutillier J, Ratnasingham S, Dooh RT, Hajibabaei M, Hebert PDN (2007) Biological identifications through DNA barcodes: the case of the Crustacea. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 64:272–295.
- Darriba D, Taboada G, Doallo R, Posada D. 2012. jModelTest 2: more models, new heuristics and parallel computing. *Nature Methods*. 9:772.
- Dijkstra KD, Monaghan MT, Pauls SU. 2014. Freshwater biodiversity and aquatic insect diversification. *Annu Rev Entomol.* 59:143–163.
- Drummond AJ, Ho S, Phillips M, Rambaut A. 2006. Relaxed phylogenetics and dating with confidence. *PLoS Biology*. 4:e88.
- Drummond AJ, Rambaut A. 2009. Bayesian evolutionary analysis by sampling trees. In: Lemey P, Salemi M, y Vandamme AM (Eds). *The phylogenetic handbook a practical approach to phylogenetic analysis and hypothesis testing*. Cambridge University Press. 564–590.
- Drummond AJ, Suchard M, Xie D, Rambaut A. 2012. Bayesian phylogenetics with BEAUti and the BEAST 1.7. *Molecular Biology and Evolution*. 29:1969–1973.

- Eme D, Malard F, Konecny-Dupré L, Lefébure T, Douady CJ. Bayesian phylogeographic inferences reveal contrasting colonization dynamics among European groundwater isopods. *Molecular Ecology*. 22:5685–5699.
- Escobar BE, Alcocer J. 2002. *Caecidotea williamsi* (Crustacea: Isopoda: Asellidae), a new species from a saline crater-lake in the eastern Mexican plateau. *Hydrobiologia*. 477: 93–105.
- Ferrari L, Garduño V, Pasquare G, Tibaldi A. 1994. Volcanic and tectonic evolution of central Mexico: Oligocene to present. *Geofísica Internacional*. 33(1): 91–105.
- Ferrari L. 2000. Avances en el conocimiento de la Faja Volcánica Transmexicana durante la última década. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*. 53: 84–92.
- Fleming L. 1973. The evolution of the eastern North American isopods of the genus *Asellus* (Crustacea: Asellidae). Part II. *International Journal of Speleology*. 5: 283–310.
- Flores V. 1993. Riqueza de los anfibios y reptiles. *Ciencias (número especial)*. 7: 33–42.
- Flouri T, Jiao X, Rannala B, Yang Z. 2018. Species Tree Inference with BPP Using Genomic Sequences and the Multispecies Coalescent. *Mol. Biol. Evol.* 35(10):2585–2593.
- García-Palomo A, Macías J, Tolson G, Valdez R, Mora JC. 2002. Volcanic stratigraphy and geological evolution of the Apan region, east-central sector of the Trans-Mexican Volcanic Belt. *Geofísica Internacional*. 41: 133–150.
- Folmer O, Black M, Hoeh W, Lutz R, Vrijenhoek R. 1994. DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. *Molecular Marine Biology and Biotechnology*. 3: 294–299.
- Fujisawa T, Barraclough T. 2013. Delimiting Species Using Single-Locus Data and the Generalized Mixed Yule Coalescent Approach: A Revised Method and Evaluation on Simulated Data Sets. *Systematic Biology*. 62 (5): 707–724.
- García VL. 2013. Variación morfológica en isópodos del género *Caecidotea* (Packard, 1871) (Crustacea: Peracarida: Isopoda) de México. (Tesis de Licenciatura Facultad de Ciencias, Biología, Universidad Nacional Autónoma de México). 67 p.
- García VL, Rodríguez AG, Pedraza LC. 2019. *Caecidotea camaxtli* (Isopoda: Asellidae) a new species from the Tlaxcala valley, Mexico. *Zootaxa*. 4624 (3): 377–386.
- García PA, Macías JL, Tolson G, Valdez G y Mora JC. 2002. Volcanic, stratigraphy and geological evolution of the Apan region, east-central sector of the Trans-Mexican Volcanic Belt: *Geofísica Internacional*. 41 (2): 133–150.
- Gómez-Tuena A, Orozco-Esquivel MT, Ferrari L. 2007. Igneous petrogenesis of the Trans-Mexican Volcanic Belt. *Geological Society of America Special Paper*. 422: 129–181.
- González AA, Villegas RM, Pérez TJ, Contreras MR y Luna VI. 2018. Riqueza y endemismo de las especies de *Clavariadelphus* (Clavariadelphaceae: Gomphales) en la Faja Volcánica Transmexicana. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 89: 1176–1189.

- Gouws G, Stewart BA, Matthee CA. 2005. Lack of taxonomic differentiation in an apparently widespread freshwater isopod morphotype (Phreatoicidea: Mesamphisopidae: Mesamphisopus) from South Africa. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 37(1):289–305.
- Graening G, Fong D, Serpa L, Sharma N, Graening G, Harrington J. 2012. Conservation status of the Tomales Bay Isopod *Caecidotea tomalensis* (Malacostraca: Isopoda). *California Fish and Game*. 98 (4): 202–213.
- Graham A, Palacios CR. 1996. Additions and preliminary study of an Oligocene-Miocene palynoflora from Chiapas, México. *Rheedia*. 6:1–12.
- Graham A. 1999. The Tertiary history of the northern temperate element in northern Latin American. *Am. J. Bot.* 86:32–38.
- Velasco-de León M, Spicer R, Steart D. 2010. Climatic reconstruction of two Pliocene floras from Mexico. *Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments*. 90: 99–110.
- Guindon S, Gascuel O. 2003. A simple, fast, and accurate algorithm to estimate large phylogenies by maximum likelihood. *Systematic biology*. 52(5): 696–704.
- Guindon S, Dufayard JF, Lefort V, Anisimova M, Hordijk W, Gascuel O. 2010. New algorithms and methods to estimate maximum-likelihood phylogenies: assessing the performance of PhyML 3.0. *Syst Biol.* 59:307–321.
- Hasenaka T, Carmichael IS. 1985. The cinder cones of Michoacán-Guanajuato, Central Mexico: their age, volume and distribution, and magma discharge rate. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*. 25: 105–124.
- Hebert P, Cywinska A, Ball S, deWaard J. 2003. Biological identifications through DNA barcodes. *Proc. R. Soc. Lond. B* 270: 313–322.
- Hidding B, Michel E, Natyaganova A, Sherbakov D. 2003. Molecular evidence reveals a polyphyletic origin and chromosomal speciation of Lake Baikal's endemic asellid isopods *Mol. Ecol.* 12: 1509–1514.
- Israde I, Velázquez-Durán R, Lozano M, Bischoff J, Domínguez G, Garduño V. 2010. Evolución Paleolimnológica del Lago Cuitzeo, Michoacán durante el Pleistoceno-Holoceno. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*. 62 (3): 345–357.
- Jerard BA, Damodaran V, Jaisankar I, Velmurugan A, Swarnam TP. 2008. Coconut Biodiversity – Nature's Gift to the Tropical Islands. *Biodiversity and Climate Change Adaptation in Tropical Islands*, 145–185.
- Jonas JL, Broadway KJ, Mathews L, Galarowicz TL, Pangle KL, Muir AM, Scribner KT. 2017. Evidence of a remnant self-sustaining strain of lake trout in the Lake Michigan basin. *Journal of Great Lakes Research*. 43(1): 155–162.
- Kaiser S, Brix S, Kihara T, Janssen A, Jennings R. 2018. Integrative species delimitation in the deep-sea genus *Thaumastosoma* Hessler, 1970 (Isopoda, Asellota, Nannoniscidae) reveals a new genus and species from the Atlantic and central Pacific abyss.
- Ketmaier V, Argano R, Cobolli M, De Matthaeis E, Messina G. 2001. A systematic and biogeographical study of epi- and hypogean populations of the *Proasellus* species group from Sardinia, central Italy and Jordan: Allozyme insights. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*. 39 (1-2): 53–61.

- Ketmaier V, Argano R, Caccone A. 2003. Phylogeography and molecular rates of subterranean aquatic Stenasellid Isopods with a peri-Tyrrhenian distribution. *Molecular Ecology*. 12(2): 547–555.
- Kilikowska A, Wysocka A, Burzyński A, Kostoski G, Rychlińska J, Sell J. 2013. Patterns of genetic differentiation and population history of endemic isopods (Asellidae) from ancient Lake Ohrid: combining allozyme and mtDNA data. *Central European Journal of Biology*. 8(9): 854–875.
- Knowlton N, Weigt LA. 1998. New dates and new rates for divergence across the Isthmus of Panama, *Proc R Soc Lond B Biol Sci*. 265:2257–2263.
- Kumar S, Stecher G, Li M, Knyaz C, Tamura K. 2018. MEGA X: Molecular Evolutionary Genetics Analysis across Computing Platforms. *Mol. Biol. Evol.* 35(6): 1547–1549.
- Lecocq T, Vereecken NJ, Michez D, Dellicour S, Lhomme P, Valterova I, Rasplus J, Rasmont P. 2013. Patterns of genetic and reproductive traits differentiation in mainland vs. Corsican populations of bumblebees. *PLoS One*. 8(6): 1–14.
- Lefébure T, Douady C, Gouy M, Gibert J. 2006. Relationship between morphological taxonomy and molecular divergence within Crustacea: Proposal of a molecular threshold to help species delimitation. *Mol. Phylogenet. Evol.* 40:435–447.
- Lemey P, Salemi M, Vandamme A, editors. 2009. *The Phylogenetics Handbook, A Practical Approach to Phylogenetic Analysis and Hypothesis Testing*. Second Edi. New York: Cambridge University Press.
- Luo A, Ling C, Ho S, Zhu C. 2018. Comparison of Methods for Molecular Species Delimitation Across a Range of Speciation Scenarios. *Systematic Biology*. 67(5):830–846.
- Miller R. 2009. *Peces dulceacuícolas de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Sociedad Ictiológica Mexicana A. C., El colegio de la Frontera Sur y Consejo de los Peces del Desierto México-Estados Unidos. México, D.F.
- Miranda-Vidal JF, Barba-Macías E, Trinidad-Ocaña C, Juárez-Flores J. 2016. Diversidad de crustáceos en la cuenca baja del río Papaloapan, Veracruz, México. *Hidrobiológica*. 26(3), 475–482.
- Mokady O, Loya Y, Achituv Y, Geffen E, Graur D. 1999. Speciation Versus Phenotypic Plasticity in Coral Inhabiting Barnacles: Darwin’s Observations in an Ecological Context. *Journal of Molecular Evolution*. 49: 367–375.
- Morales GN, Säilä L, Janis C. 2020. The Neogene Savannas of North America: A Retrospective Analysis on Artiodactyl Faunas. *Frontiers in Earth Science*. 8: 191.
- Morvan C, Malard F, Paradis E, Lefébure T, Konecny-Dupré L, Douady C. 2013. Timetree of Aselloidea reveals species diversification dynamics in groundwater. *Systematic Biology*. 62: 512–522.
- Nixon G, Demant A, Amtrong R, Harakal J. 1987. K-Ar and geologic data bearing on the age and evolution of the Trans-Mexican Volcanic Belt. *Geofísica Internacional*. 26 (1): 109–158.
- Noguera-Urbano E. 2017. El endemismo: Diferenciación del término, métodos y aplicaciones [Endemism: Differentiation of the concept, methods and applications]. *Acta Zoológica Mexicana*. 33: 89–107.

- O'Callaghan I, Harrison S, Fitzpatrick D, Sullivan T. 2019. The freshwater isopod *Asellus aquaticus* as a model biomonitor of environmental pollution: A review. *Chemosphere*. 235: 498–509.
- Ojeda EJ. 2017. Sistemática y Biogeografía de los cangrejos de agua dulce de México de la familia Pseudotelphusidae (Crustacea: Decapoda). Tesis Doctoral, Instituto de Biología, Universidad Nacional de México.
- Ornelas GC, Domínguez DO, Doadrio I. 2008. Evolutionary history of the fish genus *Astyanax* Baird & Girard (1854) (Actinopterygii, Characidae) in Mesoamerica reveals multiple morphological homoplasies. *BMC evolutionary biology*. 8(1): 340.
- Ornelas GC, Bastir M, Doadrio I. 2014. Morphometric variation between two morphotypes within the *Astyanax* Baird and Girard, 1854 (Actinopterygii, Characidae) genus, From a Mexican tropical lake. *Journal of morphology*. 275 (7): 721–731.
- Pedraza-Lara C, Alda F, Carranza S, Doadrio I. 2010. Mitochondrial DNA structure of the Iberian populations of the white-clawed crayfish, *Austropotamobius italicus italicus* (Faxon, 1914).
- Pedraza-Lara C, Doadrio I, Breinholt J, Crandall K. 2012. Phylogeny and evolutionary patterns in the Dwarf Crayfish subfamily (Decapoda: Cambarellinae). *PLoS One*, 7: e48233 1–18.
- Pedraza-Lara C, Doadrio I. 2015. A new species of dwarf crayfish (Decapoda: Cambaridae) from central Mexico, as supported by morphological and genetic evidence. *Zootaxa*. 3963 (4): 583–594.
- Pérez-Rodríguez R, Domínguez-Domínguez O, Doadrio I, Cuevas-García E, Pérez-ponce de León G. 2015. Comparative historical biogeography of three groups of Neartic freshwater fishes across Central Mexico. *J Fish Biol*. 86 (3): 993–1015.
- Plaisance L, Knowlton N, Paulay G, Meyer C. 2009. Reef-associated crustacean fauna: biodiversity estimates using semi-quantitative sampling and DNA barcoding. *Coral Reefs*. 28:977–986.
- Pons J, Barraclough T, Gomez-Zurita J, A. Cardoso, Duran, D. Hazell S, Kamoun S, Sumlin W, Vogler A. 2006. Sequence based species delimitation for the DNA taxonomy of undescribed Insects. *Syst. Biol*. 55:595–609.
- Puillandre N, Lambert A, Brouillet S, Achaz G. 2012. ABGD, Automatic Barcode Gap Discovery for primary species delimitation, *Molecular Ecology*. 21: 1864–1877.
- Ramírez-Herrejón JP, Mercado-Silva N, Medina-Nava M, Domínguez-Domínguez O. 2012. Validación de dos índices biológicos de integridad (IBI) en la subcuenca del río Angulo en el centro de México. *Revista de Biología Tropical*. 60 (4): 1669–1685.
- Ramos VL, Novelo RA. 1993. Vegetación y Flora acuáticas de la laguna Yuriria, Guanajuato, México. 25:61–79.
- Rannala B, Yang Z. 2003. Bayes estimation of species divergence times and ancestral population sizes using DNA sequences from multiple loci. *Genetics*. 164:1645–1656.
- Rannala B, Yang Z. 2013. Improved Reversible Jump Algorithms for Bayesian Species Delimitation. *Genetics*. 194: 245–25.

- Rocha RA, Ramírez A, Chávez R, Alcocer J. 2007. Invertebrate assemblages associated with root masses of *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms-Laubach, 1883 in the Alvarado Lagoonal System, Veracruz, Mexico. *Aquat. Ecol.* 41: 319–333.
- Rocha RA, Peñaloza D. 2011. *Caecidotea xochimilca* (Isopoda, Asellidae), a new species from lake Xochimilco, Mexico, with a key to Mexican species of the genus *Caecidotea*. *Crustaceana.* 84 (1): 93–106.
- Rodríguez J, Arece J, Olivares J, Roque E. 2009. Origen y evolución de Arthropoda. *Rev. Salud Anim.* 31 (3): 137–142.
- Ronquist F, Teslenko M, van der Mark P, Ayres D, Darling A, Höhna S, Larget B, Liu L, Suchard M, Huelsenbeck J. MrBayes 3.2: efficient Bayesian phylogenetic inference and model choice across a large model space, *Syst Biol.* 2012. 61: 539–542.
- Ruíz-Sánchez E, Specht C. 2013. Influence of the geological history of the Trans-Mexican Volcanic Belt on the diversification of *Nolina parviflora* (Asparagaceae: Nolinoideae). *J Biogeogr* 40: 1336–1347.
- Ruíz-Vega M, Ávila-Valle ZA, Hernández-Canchola G. 2017. Inferencia bayesiana utilizando secuencias de ADN. In: Mata R, Castañeda A, García E, Honey M, Mendoza M, Cervantes I. *Sistemática molecular y bioinformática guía práctica.* Universidad Nacional Autónoma de México, 323–326.
- Sahin SE. 2018. Assessing the Impact of Climate and Land Use Change on Water Resources in Schuylkill River Watershed. Drexel University.
- Salcedo SV. 1978. Fluctuación de las poblaciones de la fauna asociada al lirio acuático (*Eichhornia crassipes* Kunth) y su relación con la contaminación en el Lago de Xochimilco: 1–60. (Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México).
- Salzmann U, Williams M, Haywood A, Johnson A, Kender S, Zalasiewicz. 2011. Climate and environment of a Pliocene warm world. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology.* 309: 1–8.
- Schlick-Steiner BC, Steiner MF, Seifert B, Stauffer C, Christian E, Crozier RH. 2010. Integrative Taxonomy: A Multisource Approach to Exploring Biodiversity. *Annual Review of Entomology.* 55 (1): 421–438.
- Schmidt DN. 2007. The closure history of the Central American seaway: evidence from isotopes and fossils to models and molecules. In: Williams M, Haywood AM, Gregory FJ, Schmidt DN. (Eds.). *Deep-time perspectives on climate change: marrying the signal from computer models and biological proxies.* The Micropalaeontological Society, Special Publications. The Geological Society, London. Pp 429–444.
- Sket B. 2008. Can we agree on an ecological classification of subterranean animals? *Journal of Natural History.* 42 (21–22):1549–1563.
- Smith ZM, Buchanan C, Nagel A. 2017. Refinement of the Basin-wide benthic index of biotic integrity for non-tidal streams and wadeable rivers in the Chesapeake Bay Watershed. Interstate Commission on the Potomac River Basin (ICPRB). Rockville, Maryland. 1–68.
- Song H, Buhay J, Whiting M, Crandall K. 2008. Many species in one: DNA barcoding overestimates the number of species when nuclear mitochondrial pseudogenes are coamplified. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 105:13486–491.

- Soto-Montes de Oca G, Ramirez-Fuentes A. 2019. Valor del rescate de ríos cuando se vive cerca y lejos. La Cuenca de Atoyac en Puebla, México. *Tecnología y Ciencias del Agua*; Jiutepec. 10(1): 1–31.
- Steeves HR. 1966. Evolutionary aspects of the troglobitic asellids from Tennessee: The Hobbsi, Stygius, and Canulus groups. *American Midland Naturalist*. 75 (2): 392–403.
- Stokkan M, Jurado-Rivera J, Oromí P, Juan C, Pons J, Jaume D. 2018. Species delimitation and mitogenome phylogenetics in the subterranean genus *Pseudoniphargus* (Crustacea: Amphipoda).
- Venegas S, Herrera F, Maciel R. 1985. Algunas características de la Faja Volcánica Mexicana y sus recursos geotérmicos. *Geofísica Internacional*. 24: 97–157.
- Verovnik R, Sket B, Trontelj P. 2004. Phylogeography of subterranean and surface populations of water lice *Asellus aquaticus* (Crustacea: Isopoda). *Molecular Ecology* 13: 1519–1532.
- Toon A, Finley M, Staples J, Crandall KA. 2009. Decapod phylogenetics and molecular evolution. In: Martin JW, Crandall KA, Felder DL. (eds.), *Crustacean Issues: Decapod Crustacean Phylogenetics*. Boca Raton, Florida: Taylor & Francis/CRC Press.
- Wägele J-W, Holland B, Dreyer H, Hackethal B. 2003. Searching factors causing implausible non-monophyly: ssu rDNA phylogeny of Isopoda Asellota (Crustacea: Peracarida) and faster evolution in marine than in freshwater habitats. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 28(3): 536–551.
- Wetzel R. 2001. *Limnology*. San Diego, CA: Academic. 3rd ed.
- Wetzer R. 2001. Hierarchical analysis of mtDNA variation and the use of mtDNA for isopod (Crustacea: Peracarida: Isopoda) systematics. *Contributions to Zoology*. 70 (1): 23–39.
- Wetzer R. 2002. Mitochondrial genes and isopod phylogeny (Peracarida: Isopoda). *Journal of Crustacean Biology*. 22(1): 1–14.
- Will KW, Mishler BD, Wheeler QD. 2005. The perils of DNA barcoding and the need for integrative taxonomy. *Systematic Biology*. 54: 844–851.
- Williams WD. 1970. A revision of North American epigeal species of *Asellus* (Crustacea: Isopoda). *Smithsonian Contributions to Zoology* 49: 1–79.
- Williams WD. 1972. Freshwater Isopods (Asellidae) of North America. *Biota of Freshwater Ecosystems Identification Manual*. U.S. Environmental Protection Agency. 7: 1–45.
- Wilson G. 2008. Global diversity of Isopod crustaceans (Crustacea: Isopoda) in freshwater. *Hydrobiologia*. 595: 231–240.
- Yang Z, Rannala B. 2010. Bayesian species delimitation using multilocus sequence data, *Proc. Natl Acad. Sci. USA*. 107: 9264–9269.
- Yu Y, Blair C, He X, RASP 4: Ancestral State Reconstruction Tool for Multiple Genes and Characters, *Molecular Biology and Evolution*. 37(2): 604–606.
- Zhang G, Jue C, Yingyuan Y, Nan L, Weibin J, Sunlong G, Xiaoming W, Zhenghuan W. 2014. Utility of DNA Barcoding in Distinguishing Species of the Family Taeniidae. *The Journal of Parasitology* 100 (4): 542–46.

- Zou S, Li Q, Kong L, Yu H, Zheng X. 2011. Comparing the Usefulness of Distance, Monophyly and Character-Based DNA Barcoding Methods in Species Identification: A Case Study of Neogastropoda. PLoS ONE 6(10): e26619.

CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DE OCHO NUEVOS ENDEMISMOS DEL GÉNERO *CAECIDOTEA* (CRUSTACEA: ISOPODA) PARA MÉXICO

RESUMEN

Se presenta la revisión morfológica de los ocho morfos distintos a las especies registradas para el género *Caecidotea* en México, y que fueron recolectadas en localidades de la Faja Volcánica Transmexicana y de la vertiente oriental del país, que incluyen los estados de Guanajuato (1), Hidalgo (1), Jalisco (1), Tlaxcala (1) y Michoacán (3), así como al SE del país en Veracruz (1). El tratamiento taxonómico para cada morfo incluye descripción, figuras de caracteres de importancia diagnóstica y comentarios sobre las características que distinguen a cada uno de ellos de *Caecidotea comunni* y de las especies mexicanas hasta ahora conocidas. El número de especies del género *Caecidotea* registrado para México tentativamente se incrementará de nueve a 14, tres provienen de ambientes hipógeos y once de epígeos. Se concluye que un mayor esfuerzo de muestreo podría contribuir a incrementar el número de especies en México.

ABSTRACT

The morphological review of the eight different morphs of the species registered for the genus *Caecidotea* in Mexico is presented, and which were collected in localities of the Trans-Mexican Volcanic Belt and the eastern slope of the country, which include the states of Guanajuato (1), Hidalgo (1), Jalisco (1), Tlaxcala (1) and Michoacán (3), as well as to the SE of the country in Veracruz (1). The taxonomic treatment for each morph includes description, figures of characters of diagnostic importance and comments on the characteristics that distinguish each of them from *Caecidotea comunnis* and from the Mexican species known up to now. The number of species of the genus *Caecidotea* registered for Mexico will tentatively increase from nine to 14, three from hypogean environments and eleven from epigean environments. It is concluded that a greater sampling effort could contribute to increasing the number of species in Mexico.

INTRODUCCIÓN

Los estudios sobre la taxonomía de isópodos dulceacuícolas del género *Caecidotea* Packard, 1871, iniciaron en Estados Unidos (EE. UU.) con la revisión de Say en 1818, sobre los crustáceos de ese país, y durante 201 años se ha establecido la validez de 93 especies y tres subespecies con diferentes hábitos ecológicos específicos como troglófilas, freatóbias, troglóbias y epigeas (Henry *et al.* 1982), distribuidas en Canadá, EE. UU. México y Guatemala (García-Vázquez *et al.* 2019). A pesar de que este grupo de isópodos dulceacuícolas se encuentra ampliamente distribuido en EE. UU. con 84 especies y tres subespecies, para México solo se han registrado siete *C. camaxtli*, *C. chiapas*, *C. puebla*, *C. vomeroi*, *C. williamsi*, *C. xochimilca* y *C. zullini* más un registro por confirmarse de *C. communis*, por lo que conforman un mosaico de especies, con endemismo por cuenca hidrográfica (Rocha-Ramírez *et al.* 2012).

Históricamente la taxonomía del género ha mostrado que los caracteres taxonómicos de mayor importancia para discriminar entre especies son cuatro y son el margen palmar del gnatópodo, número de retinaculas del pleópodo I, pleópodo II (presente únicamente en machos) específicamente las estructuras que conforman el ápice del endopodito y los urópodos proporciones de largo contra ancho del exópodo y largo contra ancho del endopodito, así como la forma de estos (Steeves, 1963A, 1963B, 1964, 1965, 1966, 1968; Eberly, 1966; Steeves y Holsinger, 1968; Williams, 1970, 1972; Ellis, 1971; Holsinger y Steeves, 1971; Fleming, 1972A, 1972B; Bowman, 1974, Lewis, 2009). Sin embargo, las descripciones únicamente muestran dibujos de estas estructuras por lo que para esta revisión se siguió lo propuesto por García-Vázquez *et al.* (2019), sobre la observación del pleópodo II y en específico el ápice del endopodito con apoyo de fotografías de microscopía electrónica de barrido (MEB), además de incluir fotografías del gnatópodo y del pereiópodo IV que de acuerdo con Wilson (pers. comm.), se encuentra especializado para la sujeción de la hembra durante su proceso de maduración sexual para su posterior reproducción.

En el presente capítulo el tratamiento taxonómico para cada morfo incluye descripción, figuras de caracteres de importancia diagnóstica y comentarios sobre las características que distinguen a cada uno de ellos de *Caecidotea comunis* y de las especies mexicanas hasta ahora conocidas.

ANTECEDENTES

***Caecidotea* Packard, 1871**

La taxonomía genérica que involucra a las especies de *Asellus* (Say, 1818) de Norteamérica ha sufrido diversos cambios desde hace 87 años. En el estudio de este grupo de isópodos dulceacuícolas, los autores asignaban a las especies ciegas provenientes de ambientes subterráneos al género *Caecidotea* (Packard, 1871), mientras que a las especies que habitaban ambientes superficiales o epigeos eran asignadas al género *Asellus*. Miller (1933) basado en las siguientes características como son en el índice de talla del cuerpo (longitud total/ancho máximo) y el índice de la cabeza (longitud/ancho), índice de la segunda antena (longitud de la antena/longitud del cuerpo), índice del pleotelson (longitud/ancho), número de setas en la lámina interna de la primer maxila, y las setas sobre la apófisis del pleópodo II, le permitieron determinar que las proporciones y caracteres analizados no sustentan la separación de *Caecidotea* de *Asellus* por lo tanto, declara al género *Caecidotea* inválido. Tuvieron que pasar 37 años para que Henry y Magniez (1970) dividieran de nuevo las especies europeas de *Asellus* en dos géneros, por un lado, *Conasellus* y por el otro *Pseudobaicalasellus*. Pero un año más tarde, Fleming (1973) sinonimiza los géneros *Conasellus* y *Pseudobaicalasellus* con *Asellus*. Posteriormente Bowman (1975) considera que la reducción de *Pseudobaicalasellus* y *Conasellus* como sinónimos de *Asellus* hecha por Fleming (1973), es insuficiente, pues los caracteres de las espinas basal y labial propuestas por Bowman y Holmquist (1975), enfocadas en el lóbulo de captura, y otros caracteres del pleópodo II del macho de *Asellus*, las separan claramente de los asélidos americanos y opta por seguir a los autores franceses Henry y Magniez (1970) pues ellos dividen a las especies entre *Conasellus* de acuerdo con Stammer (1932) y en *Pseudobaicalasellus* siguiendo a Henry y Magniez (1968), los cuales asignan aproximadamente 60 especies norteamericanas como *Conasellus*, pero menciona que esta situación podría simplificar el problema, sin embargo, aclara que hasta que no exista suficiente información taxonómica acumulada para llevar a cabo un arreglo taxonómico él utilizará el sinónimo mayor como *Caecidotea* Packard (1871) por el principio de autoridad en lugar de *Conasellus*. Argano (1977), acepta la denominación del género *Caecidotea* de Packard (1871), propuesta por los principios de autoridad mencionados por Bowman (1975) y acepta la sinonimia propuesta por Fleming (1973).

Diversidad y distribución de las especies de *Caecidotea* en México

De las nueve especies de *Caecidotea* registradas en México, seis se distribuyen a través de la FVTM, la cual tuvo su origen durante el Plioceno-Cuaternario, y está conformada por un mosaico de tierras altas de origen volcánico que abarcan desde el Océano Pacífico hasta el Golfo de México (Campos-Enríquez *et al.* 2015) y que de acuerdo con Ferrari *et al.* (2012) cubre un área de 160,000 km², con una longitud aproximada de 1,000 km y alcanza altitudes de arriba de los 5,000 msnm (Sigala *et al.* 2017). Este gradiente altitudinal junto a su accidentada topografía favorece la existencia de cuencas lacustres en las que actúan diferentes condiciones climáticas, afectando la temperatura, precipitación y la evaporación, lo cual permite la presencia de 30 tipos climáticos y diversas comunidades vegetales como los bosques de coníferas, bosques mesófilos, bosques de roble, matorrales subalpinos, pastos alpinos, y zonas de vegetación ribereña (Espinoza y Ocegueda, 2007). Esta evolución en la hidrogeomorfología de la FVTM ha dado forma a la estructura y distribución de la diversidad biológica que habita el ambiente dulceacuícola por lo que es considerada un área de endemismo para diversos taxa (Schönhuth *et al.* 2011; Martínez-Aquino *et al.* 2014).

El primer registro para el género *Caecidotea* en México fue hecho por Creaser (1938), quien recolectó un espécimen proveniente de la cueva de Balaam Canché en Yucatán, pero de acuerdo con su registro era una hembra inmadura sin urópodos ni antenas, aunque las características genéricas que presentaba la ubicaban en el género *Asellus* (en adelante *Caecidotea*). No fue sino hasta 30 años después que Cole y Minckley (1968) describen la primera especie epigea *C. puebla* del río Cotzalá, San Martín Texmelucan, Puebla, y mencionan que aparentemente no tiene relación alguna con otras especies epigeas descritas hasta ese momento. Años más tarde Argano (1972) describe la primera especie de ambientes subterráneos, *C. pasquinii*, proveniente del pueblo de San Juan de la Punta en la carretera Veracruz-Córdoba, Veracruz, si bien de acuerdo con sus características morfológicas (sin pigmentación, sin presencia de ojos además de urópodos elongados), decidió asignarla al género *Conasellus*, la cual presenta afinidades morfológicas con la especie *C. puebla* a nivel del endopodito del pleópodo II y debido a los caracteres compartidos conformó el grupo *puebla-pasquinii*. Tres años después

Bowman (1975) describe otra forma hipógea, *C. chiapas*, de la cueva de los murciélagos en San Cristóbal de las Casas, Chiapas.

Argano (1977) comienza analizando el estatus de la especie *C. communis* y llega a la conclusión de que es la única especie epigea de América Central o mejor dicho de México. Debido a su trabajo de campo en diversas localidades de México, como Michoacán, Ciudad de México, Puebla y Veracruz, pudo recolectar especímenes de *Caecidotea*, lo que le permitió revalidar la hipótesis de una introducción artificial a México propuesta por Bowman (1975). Además de lo anterior, describió dos nuevos endemismos hipógeos para México, ambas en Chiapas. La primera de ellas es *C. vomeroi* procedente de la cueva Chital en Ocosingo, se caracteriza por la ausencia de un dimorfismo sexual marcado en el gnatópodo, pleotelson y urópodos. La segunda especie fue *C. zullini*, de la cueva Chanchanaptic en Sitalá, donde una de las principales características diagnósticas que Argano considera para no asignarla al género *Conasellus*, fue la ausencia de los tres procesos terminales en la punta del endopodito del pleópodo II (Henry y Magniez, 1970), ya que en esta especie la porción distal del endopodito se vuelve muy aguda hacia el ápice y por tanto carece de esas tres estructuras por lo que se asignó al género *Caecidotea*. En la Sección de observaciones de su manuscrito menciona que ambas especies están estrechamente relacionadas, debido al gran parecido del endopodito del pleópodo II. Cole (1984) analizó brevemente la historia de los asélidos de México y plantea que la introducción de *C. communis* continúa siendo un problema, además de que piensa que *C. puebla* de la región de Puebla y CDMX corresponde a la especie *C. communis* distribuida en la costa Este de EE. UU., en Philadelphia y Pennsylvania.

Escobar-Briones y Alcocer (2002) describen la única especie epigea de Asellidae conocida que habita aguas continentales salinas en América, *C. williamsi*, en laguna de Alchichica en Puebla. Realizaron comparaciones morfológicas con las diferentes especies mexicanas, además de mencionar las principales características morfológicas que separan a *C. communis* de *C. puebla*. Rocha-Ramírez y Peñaloza-Daniel (2011) describieron *C. xochimilca*, proveniente del lago de Xochimilco, Ciudad de México, además brindan la primera clave de identificación para las especies de *Caecidotea* de México, sin embargo, excluyen a *C. communis* de la clave. Rocha-Ramírez *et al.* (2012), publicaron una Guía

de Identificación de Isópodos Acuáticos Continentales, incluye la clasificación de 50 especies de isópodos acuáticos. En la clave de identificación dada para los asélidos de México, no mencionan a la especie *C. communis*, pues es la especie problema del género. García-Vázquez (2013). García-Vázquez (2013) estudia la variación morfológica en isópodos del género *Caecidotea* (Packard, 1871) en México, analiza ejemplares de los estados de CDMX, Edo. de México, Michoacán, Morelos, Tabasco y Veracruz, y concluye que la especie *C. communis sensu* Williams (1970) no se encuentra en México. Además de lo anterior, compiló los registros existentes en la Colección Nacional de Crustáceos (CNCR). Jiménez (2017) revisa la taxonomía morfológica del género *Caecidotea* de tres morfotipos para los estados de Michoacán, Tlaxcala y Nayarit, que podrían representar nuevos endemismos. La autora toca un tema central, el de la conservación de las especies del género *Caecidotea* en territorio mexicano pues ninguna se encuentra en la Norma Oficial Mexicana-059-SEMARNAT-2010.

García-Vázquez *et al.* (2019) describe a la última especie epigea para México, *C. camaxtli* proveniente del manantial El Ojito en Apizaco, Tlaxcala. En esta descripción los autores emplearon MEB para analizar el gnatópodo, el endopodito del pleópodo II, así como también la papila genital de los machos.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Describir las especies del género *Caecidotea* distribuidas sobre la Faja Volcánica Transmexicana provenientes de la caracterización molecular.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar la descripción de cada especie obtenida y complementar con fotografías del cuerpo en vista dorsal y lateral del macho.
- Analizar la conformación del ápice del endopodito del pleópodo II con Microscopía Electrónica de Barrido por especie.
- Generar un mapa de distribución del género *Caecidotea* en México basados en los registros previos, registros y endemismos nuevos.

MATERIAL Y MÉTODOS

El proceso de identificación taxonómica de las especies recolectadas durante las campañas de campo, así como la presentación del área de estudio, fueron descritas en el apartado de Material y Métodos del capítulo 1.

Se fotografió el macho representante de cada nuevo endemismo en las siguientes posiciones: cuerpo vista lateral; cuerpo vista dorsal; cabeza vista lateral y se tomaron la longitud total aproximada y el ancho máximo aproximado a nivel del pereonito IV, las cuales se obtuvieron con un vernier digital a partir del borde anterior del cefalón y hasta la punta del lóbulo caudo-medial del pleotelson, las unidades están expresadas en milímetros (Figura 23).

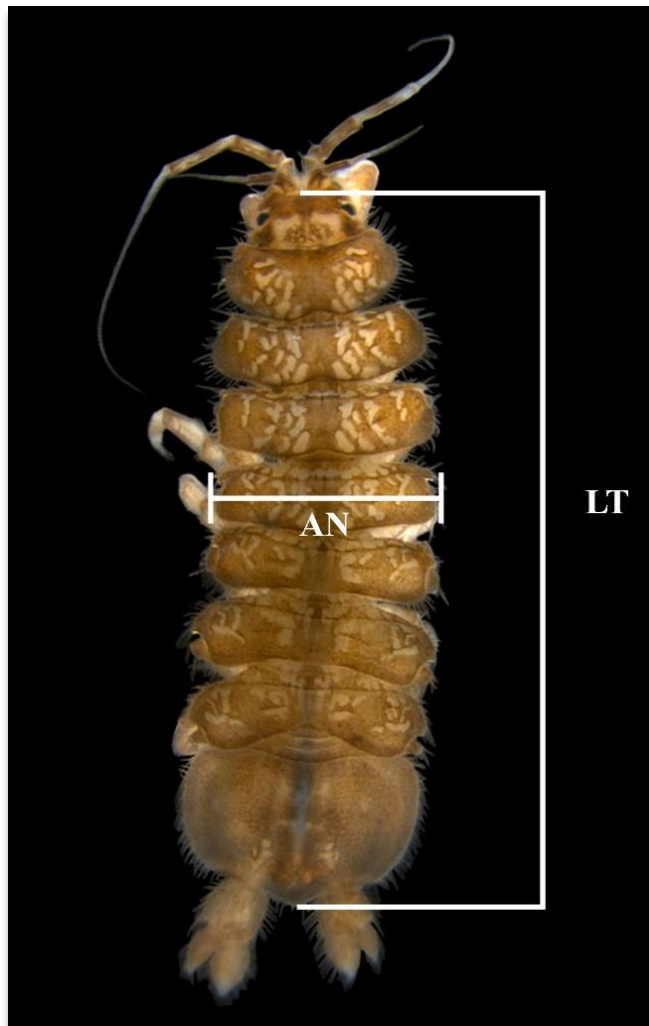


Figura 23. Macho de la especie *C. camaxtli*. Sitios anatómicos donde fueron tomadas las medidas corporales. Longitud total = LT, Ancho al nivel del pereonito IV = AN.

La disección de los especímenes se llevó a cabo en el Laboratorio de Entomología Forense de la Facultad de Medicina, UNAM. Para esta tarea se disecaron los pereiópodos y pleópodos del lado derecho de un espécimen de cada especie y se fotografiaron con apoyo de un microscopio Leica modelo S8APO, equipado con una cámara Leica MC170 HD para posteriormente ser dibujados con apoyo de una tableta gráfica Kanvus Life 106 empleando el software Inkscape versión 0.92.3. La toma de micrografías en Microscopía Electrónica de Barrido (MEB) fue llevada a cabo en el Laboratorio Nacional de Biodiversidad, Instituto de Biología UNAM, donde el gnatópodo (primer pereiópodo), como el pleópodo II fueron adheridas con papel carbón y montadas en platinas de aluminio y secadas a temperatura ambiente. Una vez secas, se recubrieron con oro en un dispositivo Quorum 150R por 2 minutos para su posterior examinación en un microscopio electrónico de barrido Hitachi SU1510. Los especímenes disecados, que sirvieron para realizar dibujos, se depositaron en criotubos Biologix y fueron etiquetados con su número de catálogo correspondiente, y se dispusieron dentro de una caja que incluye la platina con los apéndices disecados que fueron empleados para fotografías en MEB y se encuentran depositadas en la Colección Nacional de Crustáceos (CNCR), Instituto de Biología, UNAM.

Para aquellos especímenes que fueron identificados como alguna de las especies registradas para México, se solicitaron números de catálogo a la CNCR y pasaron a formar parte del material de topotipos, por ejemplo, todos los especímenes recolectados en las lagunas de Zempoala, Morelos, así como los de la cuenca del Valle de México, los cuales corresponden a la especie *C. xochimilca*.

Para la descripción de los nuevos endemismos, se empleó la nomenclatura propuesta por Henry y Magniez (1983).

Además de lo anterior, es importante mencionar que se incluye la descripción de *C. camaxtli* pues esta formó parte del desarrollo de este estudio y cuya publicación se presentará como requisito de titulación.

Cada descripción contiene la siguiente información:

Material examinado: Se incluyen todos los especímenes estudiados, de los cuales se seleccionaron los que serán el holotipo y los paratipos, se anexan datos de sexo, longitud total corporal (LT en mm), datos de recolecta: localidad, fecha y recolectores. Finalmente, colección donde fueron depositados y número de catálogo.

Diagnosis: Conjunto de características morfológicas que permiten diferenciar a la especie con respecto de otras.

Descripción: Incluye toda la información necesaria para proveer de una imagen mental clara y precisa del organismo.

Hábitat: Incluye información ecológica que permitiría localizar las poblaciones de la especie en el área.

Localidad tipo: Es el sitio donde la especie fue recolectada (únicamente en *C. camaxtli*).

Distribución: Son todas aquellas localidades donde se registró la presencia de la especie.

Observaciones: Aquellos comentarios que adicionan información de la especie estudiada, por ejemplo, diferencias o similitudes con respecto de otras especies.

Se creó un mapa actualizado de la distribución del género *Caecidotea* en México con apoyo del software ArcMap Versión 10.2.1 empleando los registros de localidad disponibles en la literatura (Cole y Minckley 1968; Argano 1972; Bowman 1975; Argano 1977; Escobar-Briones y Alcocer 2002; Rocha-Ramírez y Peñaloza-Daniel 2011) más los registros de los siete nuevos endemismos, junto con los nuevos registros de los topotipos de las especies previamente descritas.

RESULTADOS

Taxonomía

Orden Isopoda Latreille, 1817

Suborden Asellota Latreille, 1802

Familia Asellidae Rafinesque, 1815

Género *Caecidotea* Packard, 1871

***Caecidotea* sp. 1 [Forma Catemaco]**

Figs 24–28

Material examinado: macho de referencia, longitud 11 mm, Lago de Catemaco en Coyame (18°26'12"N 95°01'27"W; 359 msnm), Municipio de Catemaco, Veracruz, México; Fecha recolecta 2 de noviembre 2017, recols. García-Vázquez L., Pedraza-Lara C.; CNCR 35506.

Ejemplar disecado, macho, longitud 10 mm; mismos datos de localidad, fecha de recolecta y recolectores, que el ejemplar de referencia; partes disecadas pereiópodo I, pleópodo II; estructuras disectadas para dibujos pleópodos derechos I, III, IV y V en el tubo del espécimen; CNCR 35507.

Otros ejemplares Machos y hembras mismos datos que el ejemplar de referencia; CNCR 35508. Machos y hembras; Laguna Mahahual, Veracruz (18°39'36" N 95°18'30W) Municipio de San Andrés Tuxtla, Veracruz; fecha de recolecta; recols. J. L. Villalobos, E. Moreno, I. Toledano; CNCR 35509.

Diagnosis: El cuerpo 3.2 veces más largo que ancho; cabeza 1.4 veces más ancha que larga; ojos 2.1 veces más anchos que largos; lóbulos postmandibulares no producidos; margen anterior de la cabeza ligeramente cóncavo; márgenes laterales rectos. Gnatópodo con borde interno del dactilo aserrado; dactilo pereiópodo IV aserrado.

Descripción: Macho (CNCR 35506) 11 mm (Fig. 24). Cabeza subtrapezoidal, tan ancha como 1.4 veces su longitud, margen anterior ligeramente cóncavo. Ojos presentes, pigmentados, oblicuamente ovales, su anchura es 2.1 veces

el largo. Lóbulos postmandibulares no producidos. Márgenes laterales de los pereionitos subrectangulares con setas tan largas como la longitud del ojo en los bordes inferior, superior y región dorsal.

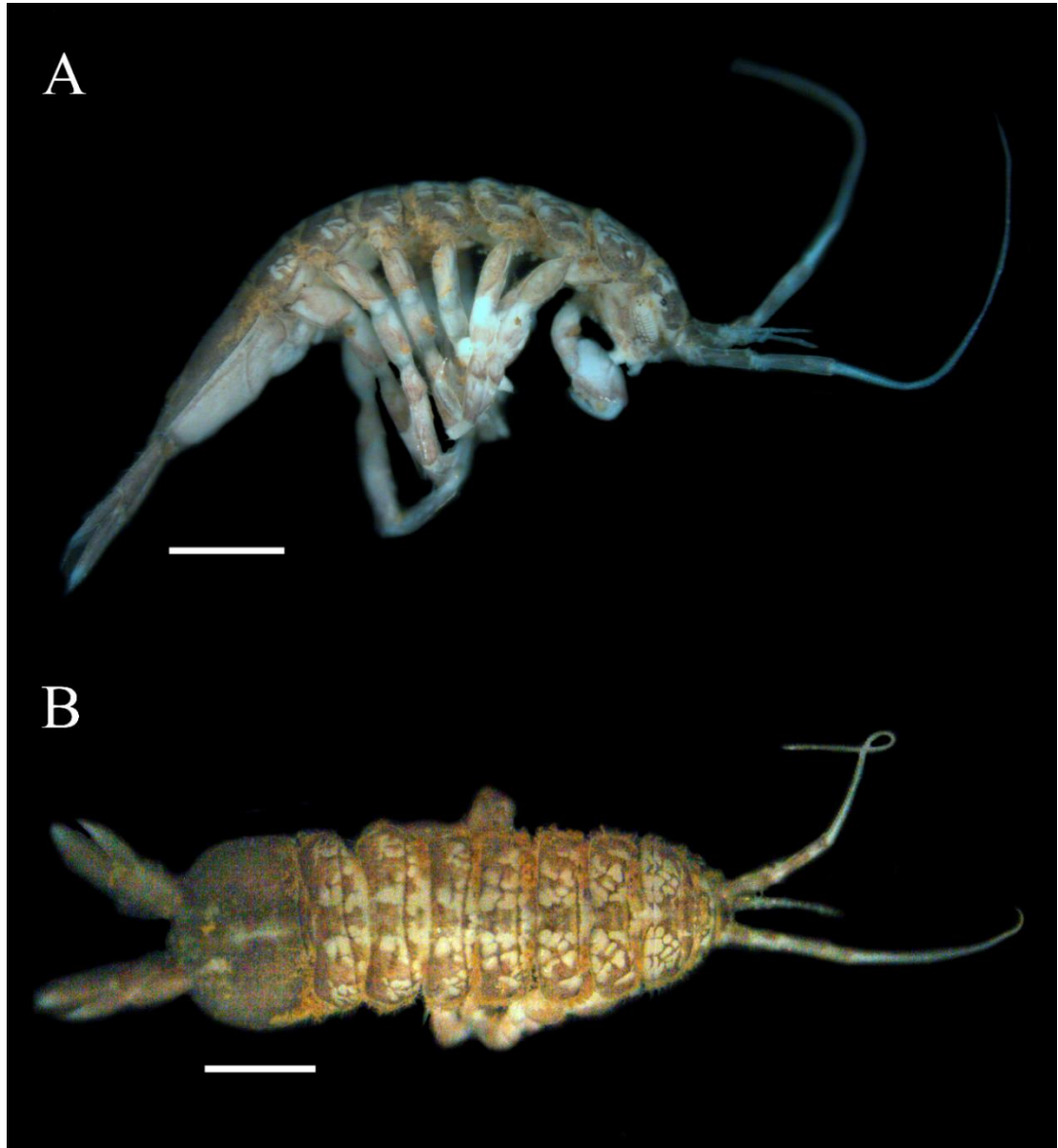


Figura 24. *Caecidotea* sp. 1. Forma Catemaco macho (CNCR 35506), 11 mm. A, vista lateral; B, vista dorsal. Escalas A y B = 2 mm.

Pereionito 1, 0.9 veces la longitud del pereionito 2, 1.1 veces la longitud del pereionito 3; pereionitos 6 y 7 con márgenes subovales, ligeramente más anchos; ensanchamiento posterior. Papilas genitales tubulares ventrales en el pereionito 7 y el pleonito 1.

Anténula, flagelo con nueve artículos en ambos lados, alcanzando la mitad del último segmento del pedúnculo antenal cuando se proyecta hacia adelante; penúltimos segmentos con aestetascos con fórmula 1-0-1-0. Antena, flagelo con 57 artículos con setas pectinadas; artículo proximal más largo que ancho; siguientes artículos disminuyendo en longitud.

Pereiópodo I (Figs. 25A, 26A y 26B), con una seta robusta sobre la articulación con el gnatópodo tan larga como el proceso mesial, borde interno aserrado antes de la garra; proceso proximal con tres setas robustas; proceso mesial agudo no supera el ancho del dactilo, proceso distal ligeramente bicúspide. Pereiópodos II-III sin dimorfismo sexual y de longitud similar (Fig. 25B, 25C). Pereiópodo IV (Fig. 25D, 26C y 26D) dimórfico, propodio con una proyección digitiforme y robusta en la articulación con el dactilo (Fig. 26C), longitud del dactilo 0.88 veces la longitud del propodio, dactilo aserrado. Pereiópodo V (Fig. 25E) basis 1.4 veces la longitud del propodio, dactilo curvado en forma de gancho. Pereiópodo VI (Fig. 25F) ligeramente más pequeño que el pereiópodo VII, basis 1.3 veces la longitud del propodio; dactilo con 1 espina en el margen inferior. Pereiópodo VII (Fig. 25G) longitud 0.35 veces la longitud del cuerpo.

Pleópodo I (Fig. 26A), longitud 1.1 veces la longitud del pleópodo II; segmento basal suboval, margen proximal recto, longitud 1.3 veces el ancho, margen interno con 3 ganchos de acoplamiento, segmento distal suboval, margen externo curvado en su porción apical, longitud 1.8 veces el ancho, margen distal y margen lateral con 12 setas simples.

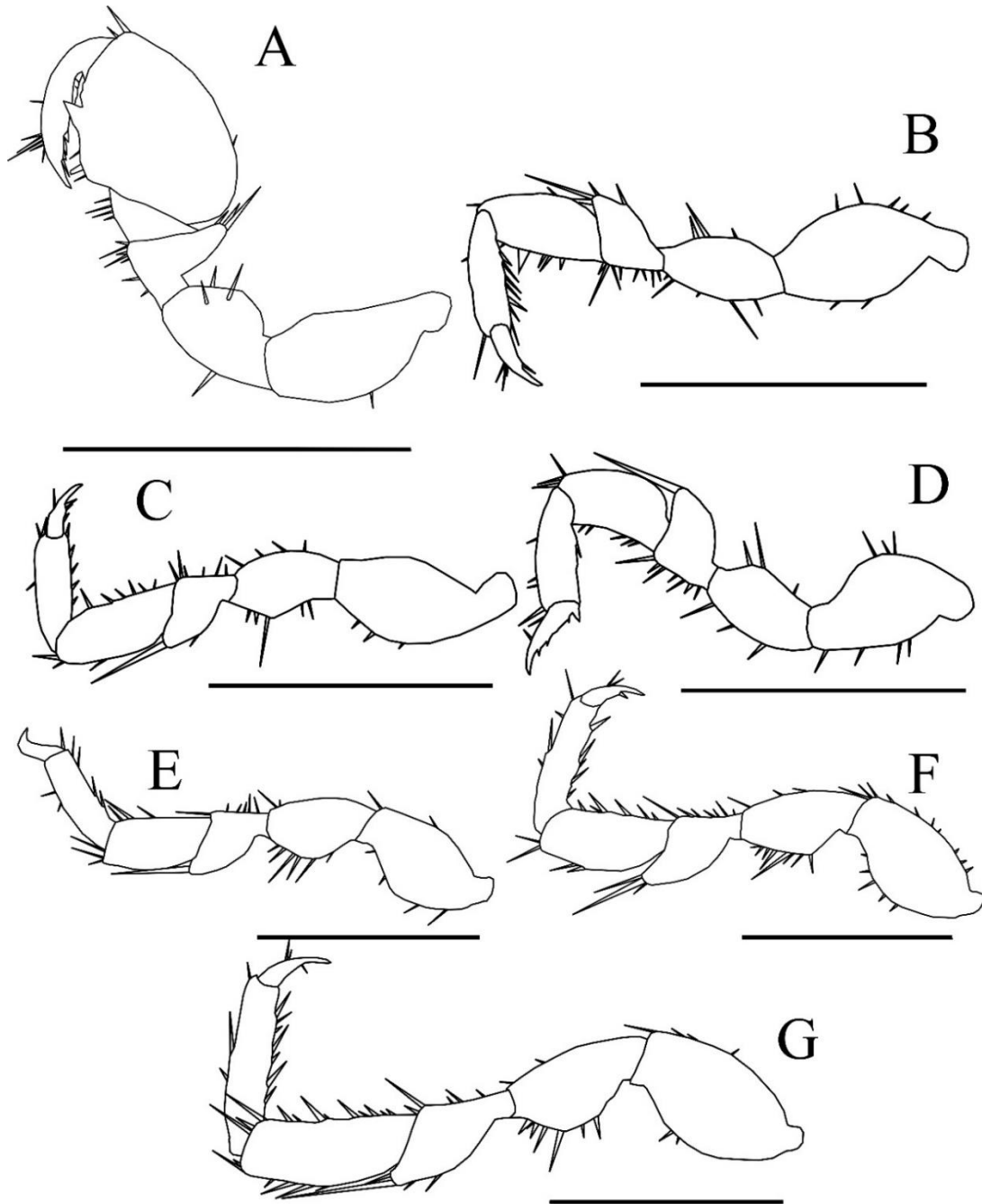


Figura 25. *Caecidotea* sp. 1. Forma Catemaco, macho (CNCR 35507), 10 mm, pereiópodos derechos. A, pereiópodo I; B, pereiópodo II; C, pereiópodo III; D, pereiópodo IV; E, pereiópodo V; F, pereiópodo VI; G, pereiópodo VII. Escalas A-G = 1mm.

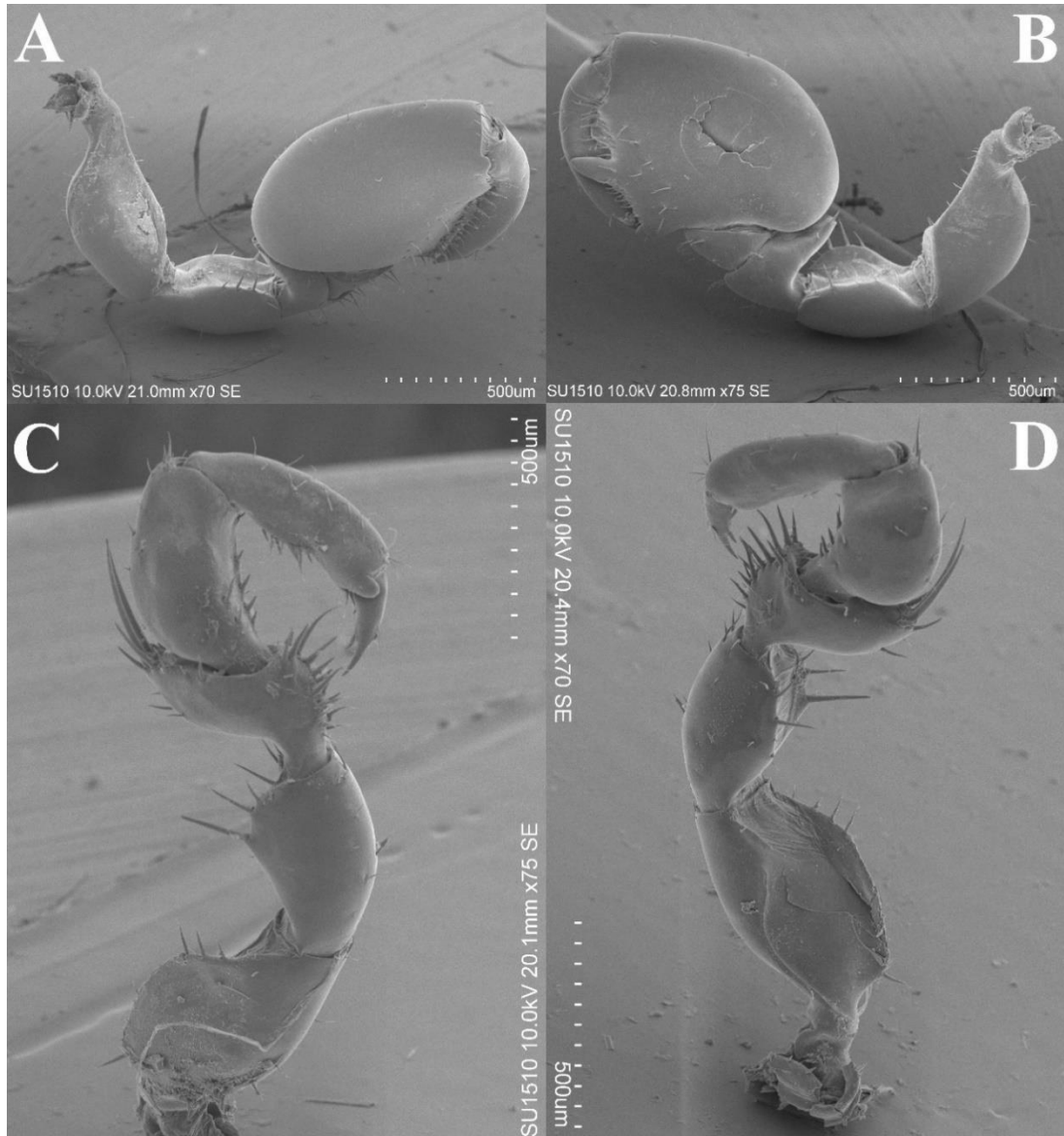


Figura 26. *Caecidotea* sp. 1. Forma Catemaco, macho (CNCR 35507), 10 mm, pereiópodos derechos. A, pereiópodo I cara externa; B, pereiópodo I superficie interna; C, pereiópodo IV superficie interna; D, pereiópodo IV superficie externa; E. Escalas A-D = 500µm.

Pleópodo II (Fig. 28A-28F), protopodito subcuadrado con el borde proximal interno recto con una seta distal corta simple, borde distal ventral con peines de escamas cuticulares en dirección distal; base del exopodito con una espina en el borde distal derecho. Exopodito ovalado, con hileras de escamas cuticulares pequeñas, dirigidas distalmente, en la mitad distal de la superficie anterior, y ornamentado con 15-19 setas marginales, largas y plumosas. Endopodito esbelto,

longitud 3.5 veces su ancho, más corto que el exopodito y 0.72 la longitud del protopodito; superficie interna curvada; procesos basales interno y externo prominentes, ápice con 3 elementos terminales: proceso caudal robusto y redondeado, cánula corta y subcónica, con un ápice circular, por debajo del nivel del proceso caudal y separada de este último por una fisura angosta y profunda, que se extiende proximalmente más de tres veces el largo de la cánula; proceso mesial evidente, en la base de la cánula; porción subápical de la superficie ventral del endopodito, armada con 14-16 peines de espinas dirigidas proximalmente, arreglados más o menos en hileras transversales.

Pleópodo III (Fig. 27B), exopodito suboval con margen distal setoso, longitud 1.2 veces la longitud del endopodito, ancho 1.9 veces el ancho del endopodito, sutura transversal en la mitad proximal, y 21 setas plumosas marginales, margen proximal presutural externo con 8 setas simples; endopodito suboval.

Pleópodo IV (Fig. 27C) margen proximal externo del exopodito con cuatro setas proximales, longitud 1.9 veces el ancho; endopodito 0.8 veces la longitud del exopodito.

Pleópodo V (Fig. 27D), exopodito suboval, margen proximal externo con cuatro setas simples, longitud del exopodito 1.8 veces el ancho, sutura transversal no evidente; endopodito con muesca en el borde proximal externo, un poco más corto y esbelto que el exopodito.

Pleotelson (Fig. 27E), subcuadrado, un poco más largo que ancho (1.1 veces), márgenes laterales paralelos y rectos, con varias setas simples, lóbulo caudomedial producido subagudo.

Urópodos (Fig. 27F), 0.65 veces la longitud del pleotelson, armados con setas robustas; endopodito y exopodito lanceolados, tan largos como 0.9 y 0.89 el protopodito, respectivamente.

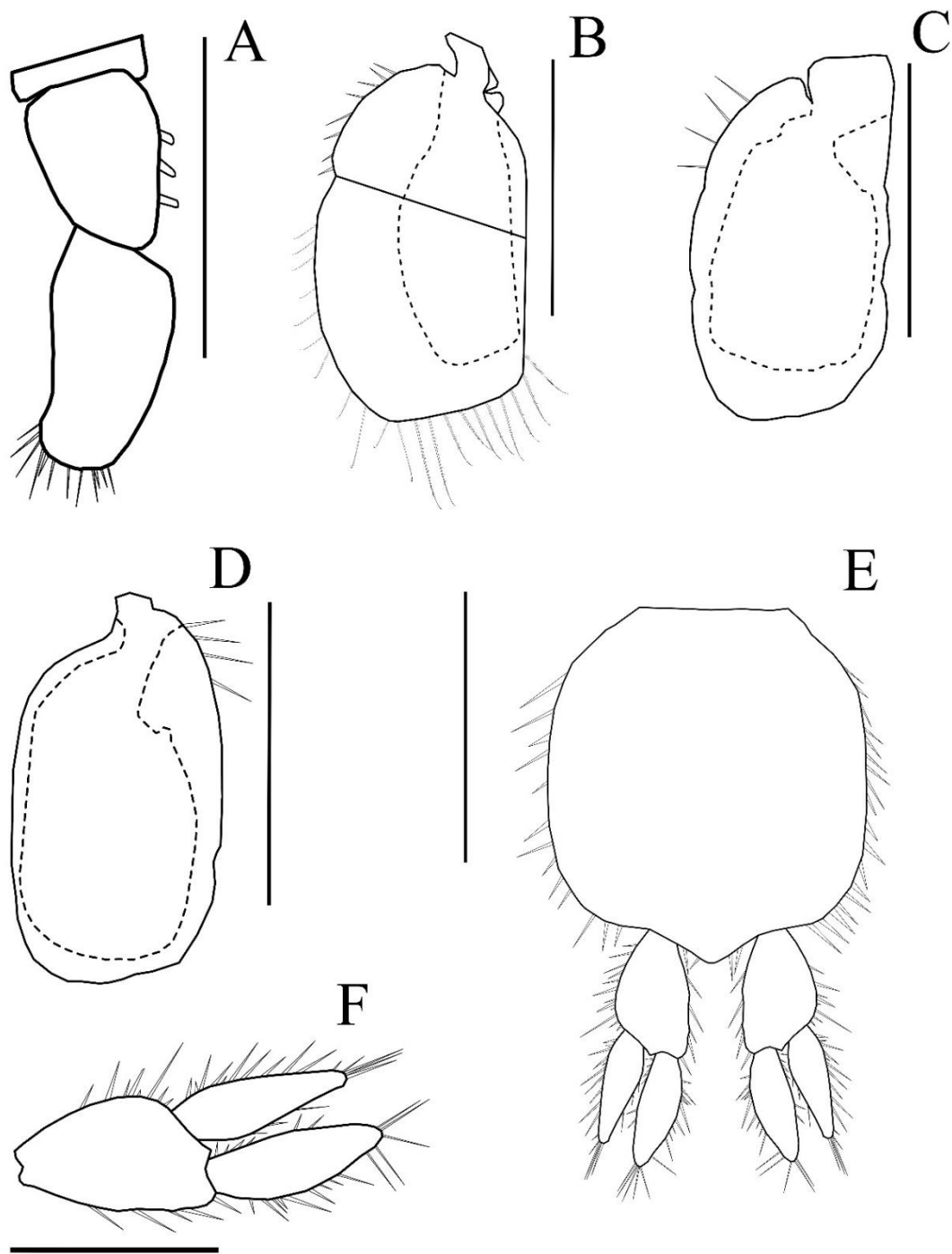


Figura 27. *Caecidotea* sp. 1. Forma Catemaco, macho (CNCR 35507), 10 mm, pleópodos derechos. A, pleópodo I; B, pleópodo III; C, pleópodo IV; D, pleópodo V; E, pleotelson y urópodos; F, urópodo derecho. Escalas A = 500µm; B-F = 1 mm.

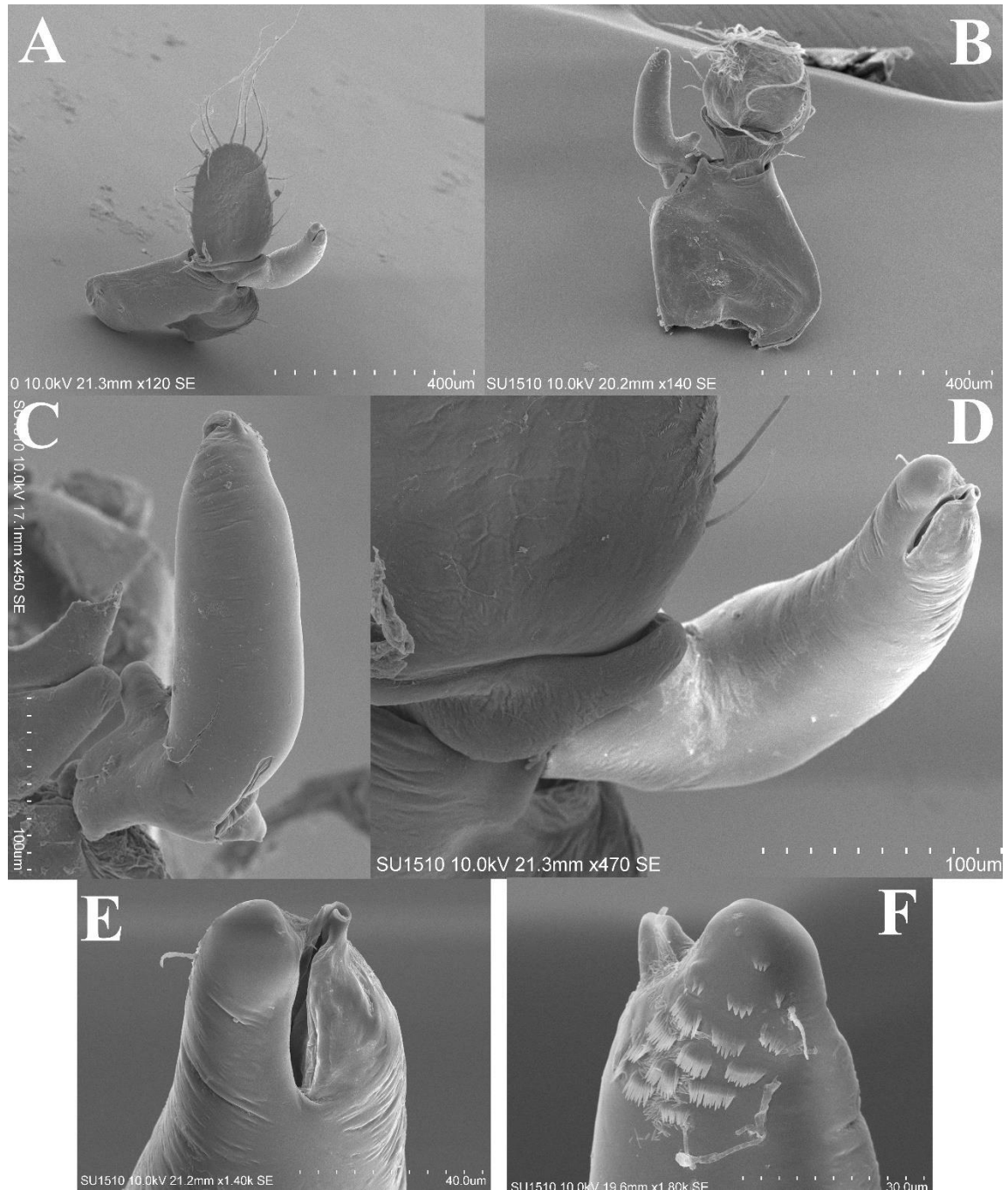


Figura 28. *Caecidotea* sp. 1. Forma Catemaco, macho (CNCR 35507), 10 mm. A, pleópodo II vista dorsal; B, pleópodo II vista ventral; C, endopodito pleópodo II vista dorsal; D, endopodito pleópodo II vista ventral; E, ápice endopodito pleópodo II; F, ápice endopodito pleópodo II vista ventral.

Hábitat: Los ejemplares se recolectaron en la ribera del lago de Catemaco, justo debajo de rocas sumergidas en el agua, específicamente tabiques, así como en las raíces del lirio acuático *Eichornia crassipes*. Es importante mencionar que esta especie no es muy abundante en la región.

Localidad: Coyame (18° 26' 12" N, 95° 01' 27" W; 359 msnm), Lago de Catemaco, Municipio de Catemaco, Veracruz, México.

Distribución: Lago de Catemaco (Fig. 29) y Laguna Mahahual, Municipio de San Andrés Tuxtla.

Observaciones: Esta forma fue inicialmente recolectada en 1975, entre las raíces del lirio acuático y debajo de las rocas sumergidas en la ribera del lago e identificada como *C. communis* por Argano (1977). Durante nuestra campaña de campo la especie fue localizada en las mismas condiciones. Argano menciona que esta especie tiene amplia distribución en México y también retoma la hipótesis de Bowman (1975) sobre una introducción artificial a nuestro país debido a la acción humana. Sin embargo, las comparaciones morfológicas con la especie *C. communis sensu* Williams (1970), permiten distinguirla claramente por la conformación de los siguientes caracteres: cabeza muy redondeada, margen anterior cóncavo; el pleotelson en *C. communis* es subcircular tan largo como ancho, lóbulo caudomedial obtusamente producido; pleópodo I más ancho y subrectangular con 24 setas simples en el margen distal, mientras que en este morfo se contabilizan 12 setas simples. El número de ganchos de acoplamiento es de 5 en *C. communis* mientras que este morfo presenta 3 ganchos; en cuanto a los elementos apicales del endopodito del pleópodo II, en *C. communis* la cánula es delgada simple y alargada, superando el borde distal del proceso caudal, el cual carece de peines de escamas cuticulares y en este morfo la cánula es corta subcilíndrica y no alcanza el borde distal del proceso caudal, además de que presenta peines de escamas cuticulares.



Figura 29. Localidad de recolecta de *Caecidotea* sp. 1. Forma Catemaco, Veracruz.

***Caecidotea* sp. 2 [Forma Coíntzio]
Figs 30–34**

Material examinado: Macho de referencia, longitud 7.6 mm; Canal a un costado del manantial La Mintzita (19°38'53.74"N 101°16'15.53"W; 2002 msnm), Municipio de La Mintzita, Michoacán, México; recols. 20 de marzo 2018; García-Vázquez L., Pedraza-Lara C; CNCR 35510.

Ejemplar de disección, macho, longitud 7.0 mm; mismos datos de localidad, fecha de recolecta y recolectores, que el ejemplar de referencia; partes disectadas pereiópodo I, pleópodo II; estructuras disectadas para dibujos pleópodos derechos I, III, IV y V en el tubo del espécimen; CNCR 35511.

Otros ejemplares machos y hembras; mismos datos que el ejemplar de referencia; CNCR 35512; CNCR 35513.

Diagnosis: Cuerpo tan largo como 3.7 veces su ancho; lóbulos postmandibulares no producidos; flagelo de la anténula supera la mitad del último artejo del pedúnculo antenal, cuando está dirigido hacia adelante; flagelo de la antena alcanza el borde anterior del pereionito 6, cuando esta flexionada hacia atrás; flagelo de la antena con 73 artejos.

Descripción: Macho (CNCR 35511) 7.6 mm (Fig. 30); Ancho de la cabeza 1.6 veces la longitud, margen anterior ligeramente cóncavo. Ojos presentes, pigmentados, 1.5 veces más largos que anchos. Lobos postmandibulares no producidos. Márgenes laterales de los pereionitos subrectangulares con setas tan largas como la longitud del ojo en los bordes inferior, superior y región dorsal.

Pereionito 1, tan largo como el pereionito 2, y un poco más largo que el pereionito 3; pereionitos 6 y 7 con márgenes subrectangulares, ligeramente más anchos; ensanchamiento posterior. Papilas genitales ventrales tubulares en el pereionito 7 y el pleonito 1.



Figura 30. *Caecidotea* sp. 2. Forma Coíntzio, macho de referencia (CNCR 35510), 7.6 mm. A, vista lateral; B, vista dorsal. Escalas A y B = 2 mm.

Anténula flagelo con once artículos en ambos lados, alcanzando el borde distal del último segmento del pedúnculo antenal, cuando se proyecta hacia adelante; penúltimos segmentos con aestetascos con fórmula 1-1-1-1. Antena flagelo con 73 artículos con setas pectinadas; artículo proximal más largo que ancho; siguientes artículos disminuyendo en longitud, últimos 15 más alargados.

Pereiópodo I (Figs. 31A, 32A y 32B), dácilo tan o un poco más largo que la palma, con setas simples sobre la articulación con el dácilo, tan largas como el proceso proximal, borde cortante irregular antes de la garra; margen palmar interno y externo con una hilera de setas simples; proceso proximal con 3 setas robustas; proceso mesial agudo sobrepasando el grosor del dácilo, proceso distal presente subagudo y midiendo la mitad de la longitud del proceso mesial. Pereiópodos II–III (Fig. 31B, 31C), sin dimorfismo sexual y de longitud similar. Pereiópodo IV (Fig. 31D y 32C), dimórfico, propodio con 1 espina en la articulación con el dácilo, robusta de 0.6 veces el ancho del dácilo, longitud del dácilo 0.62 la longitud del propodio, dactilo con una fila de 3 espinas fuertes en el borde inferior. Pereiópodo V (Fig. 31E), basis 1.2 veces la longitud del propodio. Pereiópodo VI (Fig. 31F), ligeramente más pequeño que el pereiópodo VII, longitud del basis 1.2 veces la longitud del propodio. Pereiópodo VII (Fig. 31G), longitud 0.6 veces la longitud del cuerpo.

Pleópodo I longitud 1.1 veces la longitud del pleópodo II; protopodito subrectangular, margen proximal redondeado, longitud 1.5 veces el ancho, margen interno con 4 ganchos de acoplamiento; segmento distal subrectangular, margen externo curvo, longitud 2.0 veces el ancho, margen distal y margen lateral con 21 setas simples (Fig. 33A).

Pleópodo II (Fig. 34A-34E), vista ventral, protopodito subrectangular, borde proximal interno redondeado, borde distal con peines de escamas cuticulares en dirección distal; base del exopodito con 2 espinas en el ángulo externo; exopodito oval con la región dorsal del borde externo con escamas cuticulares, pequeñas y dirigidas distalmente; margen distal con 20–22 setas largas plumosas; endopodito esbelto, superficie mesial lisa y curvada, tan largo como 3.9 veces su ancho, similar al exopodito y 0.66 del protopodito, procesos interno y externo prominentes, ápice del endopodito con 3 procesos: cánula cónica, similar a una lámina enrollada, no alcanza el borde distal del proceso caudal y separada de este último por una fisura angosta y profunda, que se extiende proximalmente desde la base de la cánula a más de tres veces su largo; proceso mesial evidente en la base de la cánula y delimitando

el principio de la fisura, que en este punto se encuentra en contacto con la base del proceso caudal para luego ensancharse y formar un hueco en forma de ojal; proceso caudal robusto, subcónico, con el ápice redondeado, armado en la superficie dorsal subápical con 4–18 peines de espinas dirigidas proximalmente, dispuestos a manera de escamas cuticulares y arreglados más o menos en hileras transversales.

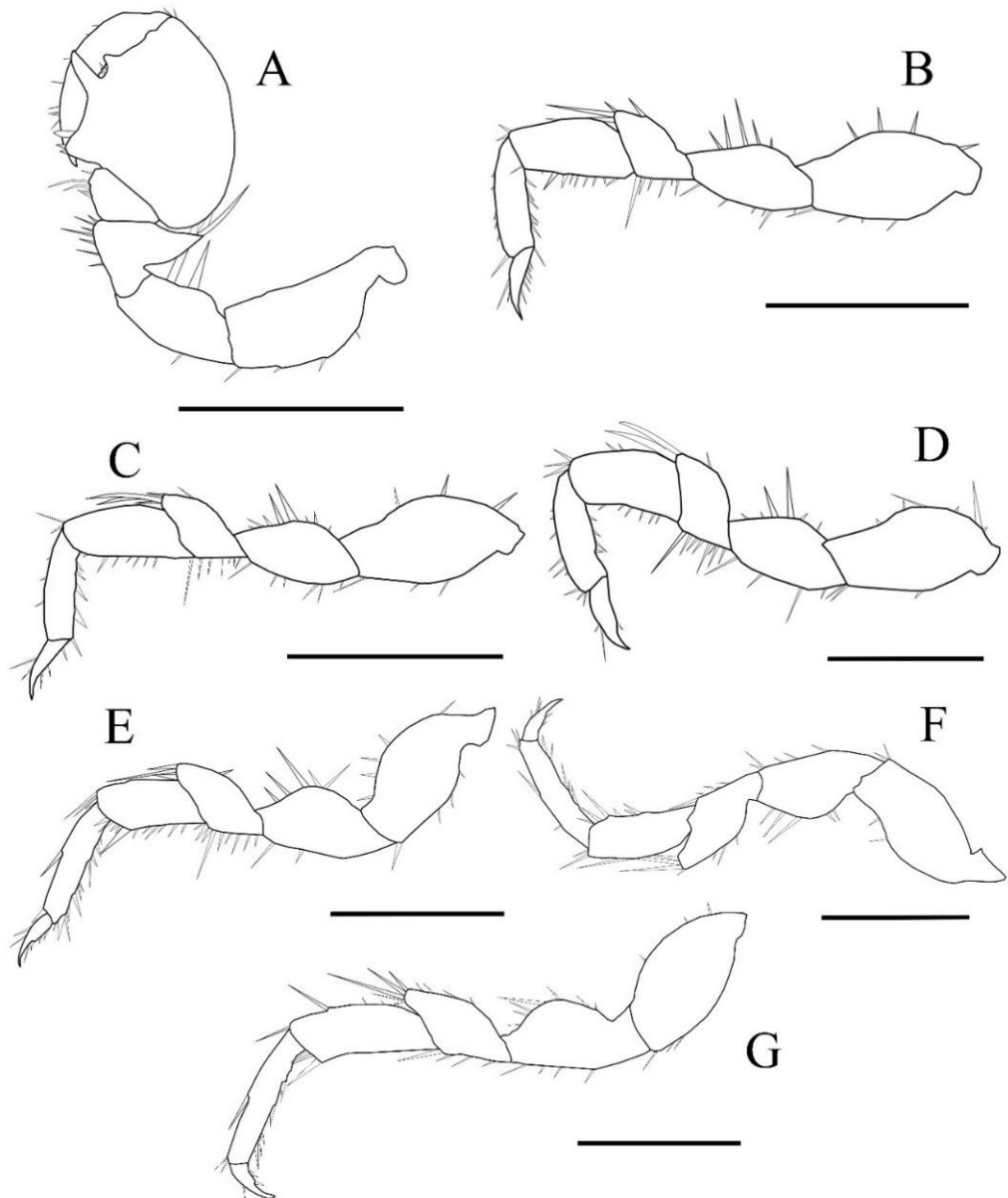


Figura 31. *Caecidotea* sp. 2. Forma Coíntzio, macho de referencia (CNCR 35511), 7.0 mm, pereiópodos derechos. A, pereiópodo I; B, pereiópodo II; C, pereiópodo III; D, pereiópodo IV; E, pereiópodo V; F, pereiópodo VI; G, pereiópodo VII. Escalas A-G = 1mm.

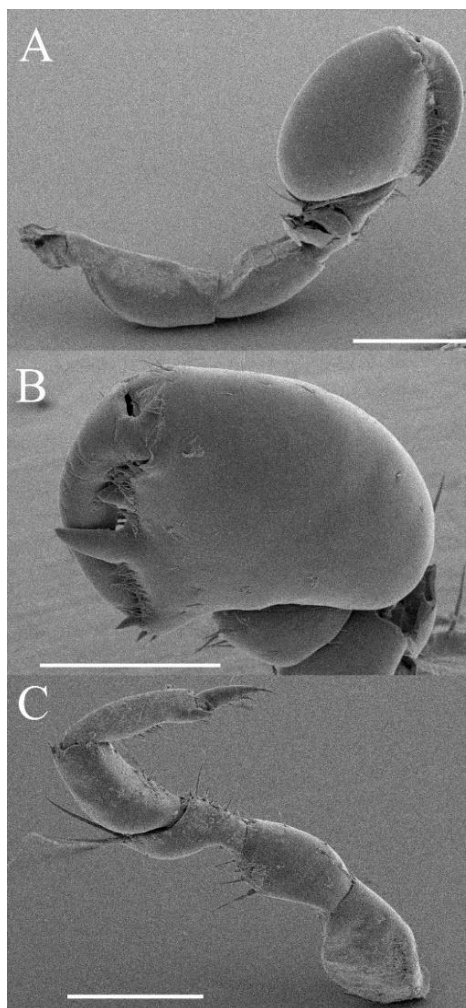


Figura 32. *Caecidotea* sp. 2. Forma Coíntzio, macho de referencia (CNCR 35511), 7.0 mm, pereiópodos derechos. A, pereiópodo I; B, gnatópodo; C, pereiópodo IV. Escalas, A = 500 μ m; B = 400 μ m; C = 500 μ m.

Pleópodo III (Fig. 33B), exopodito suboval con margen distal setoso, tan largo como 1.1 veces la longitud del endopodito y tan ancho 1.6 veces el ancho del endopodito, sutura transversal en la mitad proximal, margen distal del segmento terminal con 12 setas plumosas, margen externo con 34 setas simples; endopodito ovalado pequeño 0.84 de la longitud de exopodito.

Pleópodo IV (Fig. 33C), margen externo del exopodito con 6 setas proximales, longitud 1.6 veces el ancho; endopodito casi tan largo como el exopodito (0.86 veces).

Pleópodo V (Fig. 33D), exopodito suboval, tan largo como 1.9 veces el ancho. margen externo con 5 setas proximales, sutura transversal no evidente; endopodito casi tan largo (0.85) y tan ancho (0.84) como el exopodito.

Pleotelson (Fig. 33E), tan largo como ancho, márgenes laterales ampliamente curvados, con varias setas simples, lóbulo caudomesial producido y subagudo.

Urópodos (Fig. 33F), 1.2 veces la longitud del pleotelson, armados con setas marginales robustas; endopodito más largo (1.3 veces) y exopodito tan largo como el protopodito, ambas ramas de robustez similar.

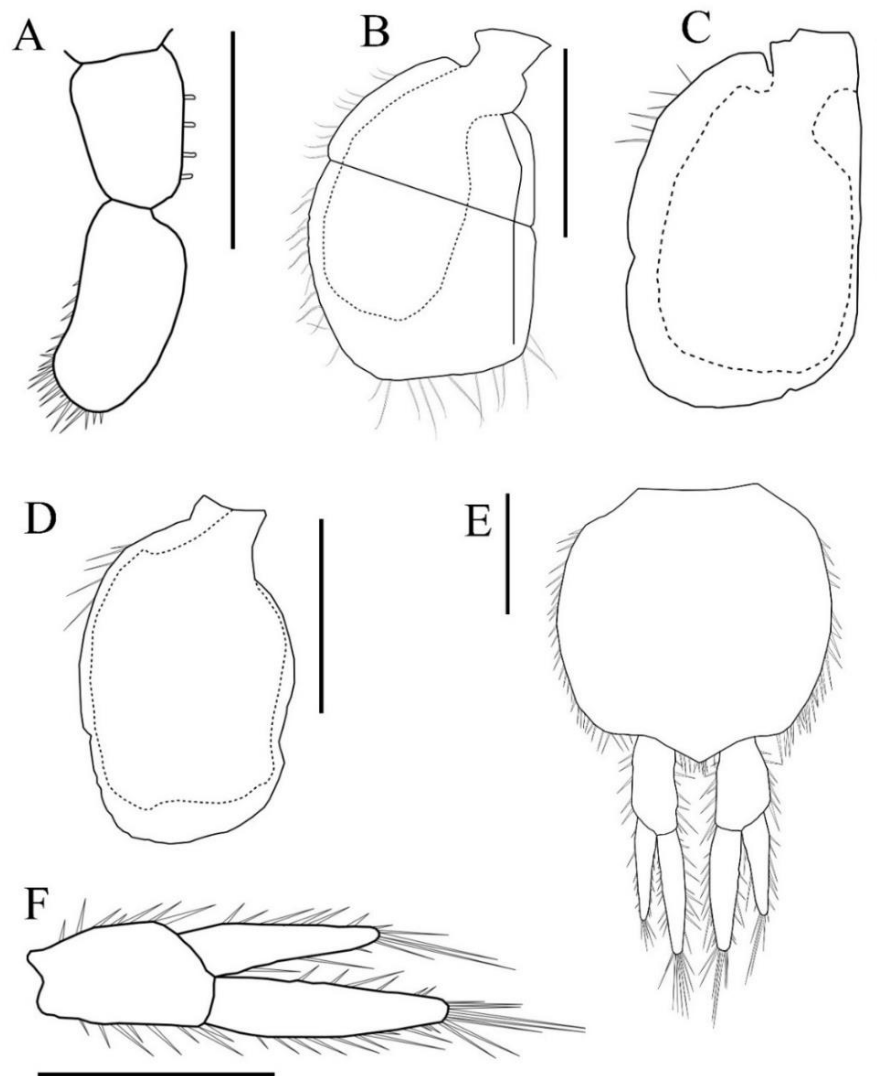


Figura 33. *Caecidotea* sp. 2. Forma Coíntzio, macho de referencia (CNCR 35511), 7.0 mm, pleópodos derechos. A, pleópodo I; B, pleópodo III; C, pleópodo IV; D, pleópodo V; E, pleotelson y urópodos; F, urópodo derecho, Escalas A-F = 1 mm.

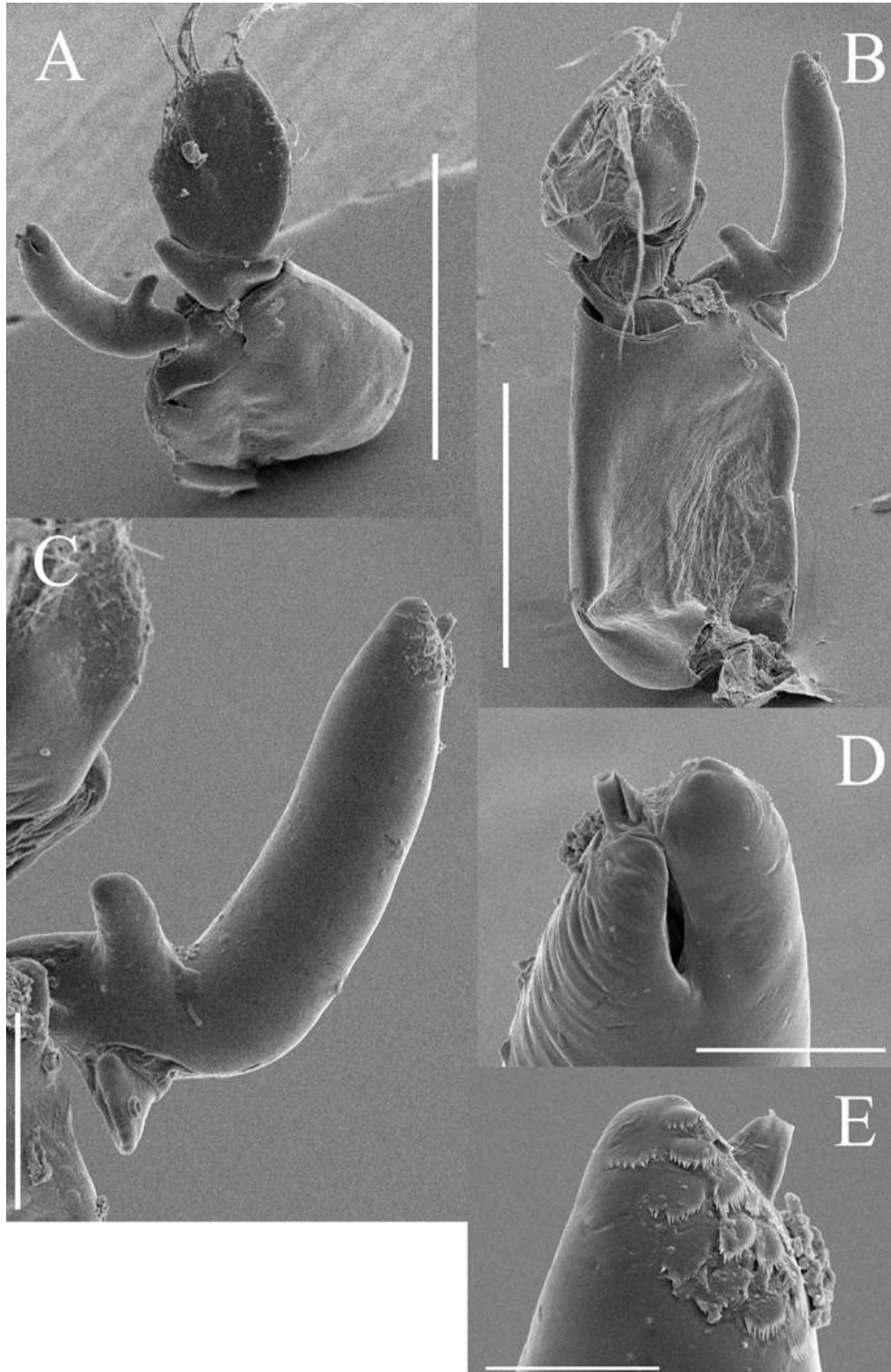


Figura 34. *Caecidotea* sp. 2. Forma Coíntzio, macho de referencia (CNCR 35511), 7.0 mm, pleópodo derecho. A, pleópodo II vista ventral; B, pleópodo II vista dorsal; C, endopodito pleópodo II; D, ápice endopodito pleópodo II vista ventral; E, ápice endopodito pleópodo II. Escalas, A = 400 μ m; B = 300 μ m; C = 100 μ m; D = 40 μ m; E = 30 μ m.

Hábitat: Los ejemplares de esta forma se recolectaron en un canal que fluye a un costado del manantial La Mintzita, de 50 cm de ancho y una profundidad de 40 cm, justo debajo de las rocas sumergidas. Durante la recolecta también fueron capturados tanto acociles del género *Cambarellus*, como hemípteros e hirudíneos.

Localidad: Canal que fluye a un costado del manantial La Mintzita (19°38'53.74"N 101°16'15.53"W; 1892 msnm), Municipio La Mintzita, Michoacán, México.

Distribución: Conocida solo de la localidad de recolecta (Fig. 35).

Observaciones: Esta especie es muy similar morfológicamente a la especie *C. xochimilca* (Rocha-Ramírez y Peñaloza-Daniel, 2011), sin embargo, puede diferenciarse por la conformación del ápice del endopodito específicamente en los peines de escamas cuticulares y por la presencia de setas en la articulación del dácilo con el gnatópodo.



Figura 35. Localidad de recolecta *Caecidotea* sp. 2. Forma Coíntzio, Michoacán, México.

***Caecidotea* sp. 3 [Forma Camécuaro]**

Fig. 36

Material examinado: Macho de referencia incompleto, longitud 3.3 mm, río de Camécuaro (19° 54' 21.00" N, 102° 12' 41.98" W; 1698 msnm), Municipio Tangancícuaro de Arista, Michoacán, México; Fecha recolecta 20 de marzo del 2018; recols. García-Vázquez L., Pedraza-Lara C.; CNCR 35514.

Otros ejemplares hembras; mismos datos que el ejemplar de referencia; CNCR 35515.

Diagnosis: Cuerpo tan largo como 3.1 veces su ancho. Cabeza trapezoidal, tan ancha como 2.6 veces su largo. Subquela del gnatópodo sin proceso mesial. Pleotelson transversalmente suboval su largo es 0.7 del ancho, lóbulo caudomesial ancho y ligeramente producido.

Descripción: Macho (CNCR 35514) 3.3 mm (Fig. 36); cabeza tan ancha como 2.6 veces su longitud, margen anterior recto. Ojos presentes, pigmentados, oblicuamente ovales, tan largos es 1.6 veces el ancho. Lóbulos postmandibulares no producidos. Pereionitos subrectangulares, márgenes laterales del 1 al 3 rectos, del resto redondeados, con setas escasas y de la misma longitud que las del primer artículo del pedúnculo antenular.

Pereionito 1, tan largo como los pereionitos 2 y 3; pereionitos 6 y 7 ligeramente más largos que el resto, márgenes laterales curvados, ángulo posterior redondeado, un poco ensanchado. Papilas genitales ventrales tubulares en el pereionito 7 y el pleonito 1.

Anténula, flagelo con 6 artículos en ambos lados, alcanzando el borde distal del último artejo del pedúnculo antenal, cuando se proyecta hacia adelante; penúltimos segmentos con aestetascos con fórmula 1–0–0–1. Antena, flagelo con 27 artículos, primeros 5 más alargados que el resto.

Pereiópodo I longitud del dáctilo tan largo como la longitud de la palma; proceso proximal con tres setas robustas. Pereiópodos II–III sin dimorfismo sexual

de longitud similar. Pereiópodo IV dimórfico. Pereiópodo VII longitud aproximadamente 2 veces la longitud del cuerpo.

Pleotelson subcuadrado, 1.2 veces más ancho que largo, márgenes laterales paralelos, con escasas setas simples, lóbulo caudomedial ancho levemente producido.



Figura 36. *Caecidotea* sp. 3. Forma Camécuaro, macho (CNCR 35514), 3.3 mm. A, vista lateral; B, vista dorsal. Escalas A y B = 2 mm.

Pleópodo II, exopodito suboval con setas largas plumosas; endopodito esbelto, tan largo como 3.3 veces el ancho y 1.1 veces la longitud del exopodito, superficie mesial curvada; procesos apicales del endopodito: cánula corta simple; proceso mesial presente en la base de la cánula; proceso caudal ancho redondeado.

Pleópodo III, exopodito ovalado con el margen distal setoso, sutura transversal en la mitad proximal.

Pleotelson, transversalmente suboval, tan ancho como 1.2 veces el largo, márgenes laterales curvados, con escasas setas simples; lóbulo caudomesial ancho y levemente producido.

Urópodos, 1.3 veces la longitud del pleotelson, armados con setas esbeltas; endopodito lanceolado, longitud 3.1 veces su ancho; exopodito 1.1 veces la longitud del protopodito.

Hábitat: Esta especie se localizó debajo de las rocas sumergidas en el agua cristalina y fría proveniente del manantial que abastece el Lago de Camécuaro.

Localidad: (19° 54' 21.00" N, 102° 12' 41.98" W; 1698 msnm), Municipio de Tangancícuaro de Arista, Michoacán, México.

Distribución: Conocida solo de la localidad de recolecta (Fig. 37).

Observaciones: En la muestra analizada, únicamente se registraron dos machos, uno de 3.3 mm y 2.1 mm de longitud. Se decidió no disecar al espécimen para evitar dañarlo más, (pereiópodos I y VII izquierdos perdidos, antenas y urópodos desprendidos, pero estos se encuentran dentro del tubo que contiene al espécimen) por lo que únicamente se realizó una descripción parcial. Sugerimos la obtención de más especímenes para realizar las disecciones adecuadas y tomar fotografías de MEB sobre el endopodito del pleópodo II para comparar la conformación de esta estructura con el resto de las especies analizadas.

Durante la recolecta de esta especie predominaron más las hembras en proporción 13:2, la mayoría de estas se encontraban ovígeras.



Figura 37. Localidad de recolecta *Caecidotea* sp. 3. Forma Camécuaro, Municipio de Tangancícuaro de Arista, Michoacán, México.

***Caecidotea* sp. 4 [Forma El Chico]
Figs 38–42**

Material examinado: Macho de referencia, longitud 9.5 mm; manantial detrás del centro de visitantes, Mineral del Chico (20° 11' 01" N, 98° 42' 57" W; 2985 msnm), Municipio de Mineral del Chico, Hidalgo, México; 12 de diciembre 2018; recols. García-Vázquez L., Jordán-Hernández María C., y Nuple E.; CNCR 35516.

Ejemplar de disección, macho, longitud 9.5 mm; mismos datos de localidad, fecha de recolecta y recolectores, que el ejemplar de referencia; partes disecadas pereiópodo I, pleópodo II; estructuras disectadas para dibujos pleópodos derechos I, III, IV y V en el tubo del espécimen; CNCR 35517.

Otros ejemplares machos y hembras; mismos datos que el ejemplar de referencia; CNCR 35518.

Diagnosis: Cuerpo tan largo como 3 veces su ancho. Cabeza rectangular, tan ancha como 2.7 veces su longitud, margen anterior cóncavo; ojos pequeños, oblicuamente ovales, el largo es 1.5 veces su anchura; lóbulos post-mandibulares ligeramente producidos. Márgenes laterales del pleotelson paralelos, lóbulo caudal producido subagudo. Pleópodo II con la superficie ventral del protopodito con escamas cuticulares en el borde superior externo; exopodito con las mismas ornamentaciones en la superficie ventral; superficie mesial del endopodito con estriaciones transversales irregulares esbeltas y alargadas, ápice con peines de espinas dispuesto a manera de escamas cuticulares.

Descripción: Macho (CNCR 35516) 9.5 mm (Fig. 38); cabeza rectangular, tan ancha como 2.7 veces su longitud, margen anterior cóncavo. Ojos presentes, pigmentados y ovales, tan anchos como 0.42 veces su largo. Lóbulos postmandibulares ligeramente producidos. Pereionitos subrectangulares, márgenes laterales rectos con varias setas de la misma longitud que las del primer artejo del pedúnculo antenular en los bordes inferior y superior, así como en la superficie dorsal.

Pereionito 1 1 vez la longitud del pereionito 2, 0.9 veces la longitud del pereionito 3; pereionitos 6 y 7 con márgenes subrectangulares, ligeramente más delgados; estrechamiento posterior. Papilas genitales tubulares ventrales en el pereionito 7 y el pleonito 1.

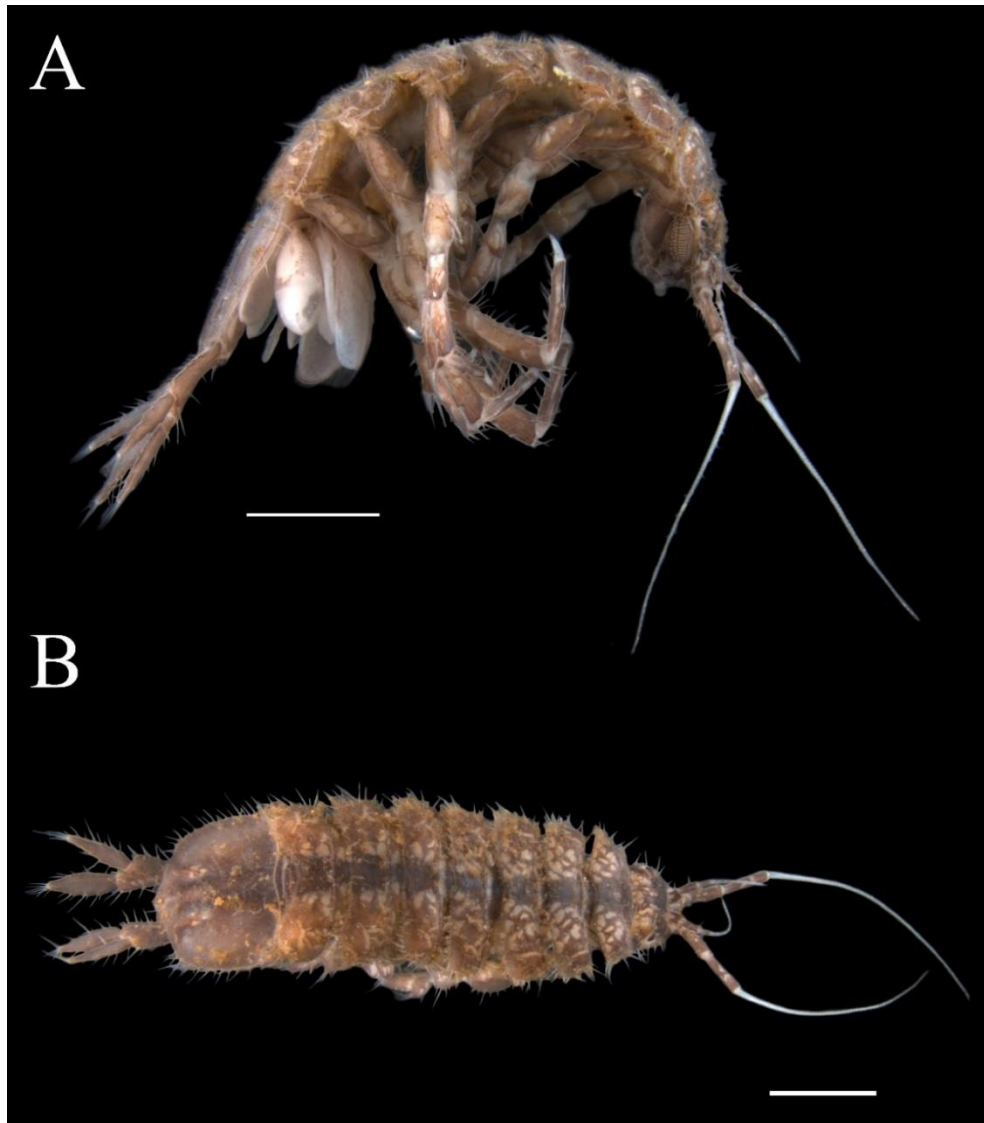


Figura 38. *Caecidotea* sp. 4. Forma El Chico macho de referencia (CNCR 35516), 9.5 mm. A, Macho vista dorsal; B, Macho vista lateral. Escalas, A y B = 2 mm.

Anténula, flagelo con 11 artículos en ambos lados, alcanzando el borde distal del último artejo del pedúnculo antenal, cuando se proyecta hacia adelante; penúltimos segmentos con aestetascos con fórmula 0-1-1-1. Antena, flagelo con 67 artículos; artículo proximal más largo que ancho, siguientes disminuyendo en longitud.

Pereiópodo I (Figs. 39A, 40A y 40B), borde externo de la subquela con setas simples; dáctilo casi tan largo como la palma, borde interno irregular antes de la garra; margen palmar interno y externo con una fila de setas simples; proceso proximal con tres setas robustas; proceso mesial agudo, superando el ancho del dáctilo. Pereiópodos II–III (Fig. 39B, 39C), sin dimorfismo sexual y de longitud similar. Pereiópodo IV (Fig. 39D y 40C), dimórfico, propodio con una espina en la articulación dactilar, robusta y casi tan ancha como el dáctilo; dáctilo la mitad del largo del propodio, margen inferior con una hilera de cinco espinas fuertes. Pereiópodo V (Fig. 39E), basis subigual a la longitud del propodio. Pereiópodo VI (Fig. 39F), tan largo como el pereiópodo VII, longitud del basis similar a la del carpo. Pereiópodo VII (Fig. 39G), longitud 1.2 veces la longitud del cuerpo.

Pleópodo I (Fig. 41A), tan largo como el pleópodo II; protopodito subrectangular, margen proximal redondeado, longitud 1.6 veces el ancho, margen interno con 3 ganchos de acoplamiento, segmento distal subrectangular, margen externo ligeramente cóncavo en su mitad distal, longitud 2.6 veces el ancho, margen distal y margen lateral con 10 setas simples.

Pleópodo II (Fig. 42A-F), en vista ventral, protopodito subrectangular, con el borde interno redondeado, borde distal con peines de escamas cuticulares en dirección distal; base del exopodito triangular con espinas distales en el borde ángulo externo; exopodito ovalado, tercio distal con escamas cuticulares pequeñas, margen distal con 20–25 setas largas y plumosas; endopodito esbelto, tan largo como 4.6 veces su ancho, 1.1 veces la longitud del exopodito y 0.75 del protopodito, superficie mesial ampliamente curvada, con reticulaciones irregulares esbeltas en forma de estrías transversales largas, proceso basal externo prominente; ápice del endopodito con 3 procesos: cánula subcilíndrica, acanalada, no cerrada completamente, ápice truncado y con estriaciones transversales en la superficie mesial y en la base, distalmente alcanza nivel del proceso caudal y se separa de este último por una fisura angosta y profunda, que se extiende proximalmente desde la base de la cánula a más de tres veces su largo; proceso mesial subtriangular, superficie estriada, bajo pero evidente en la base de la cánula, delimitando la fisura;

proceso caudal robusto, subcónico, con el ápice redondeado, armado en la superficie dorsal subápical con 2–6 peines de espinas dirigidas proximalmente, dispuestos a manera de escamas cuticulares y arreglados más o menos en hileras transversales de dos peines.

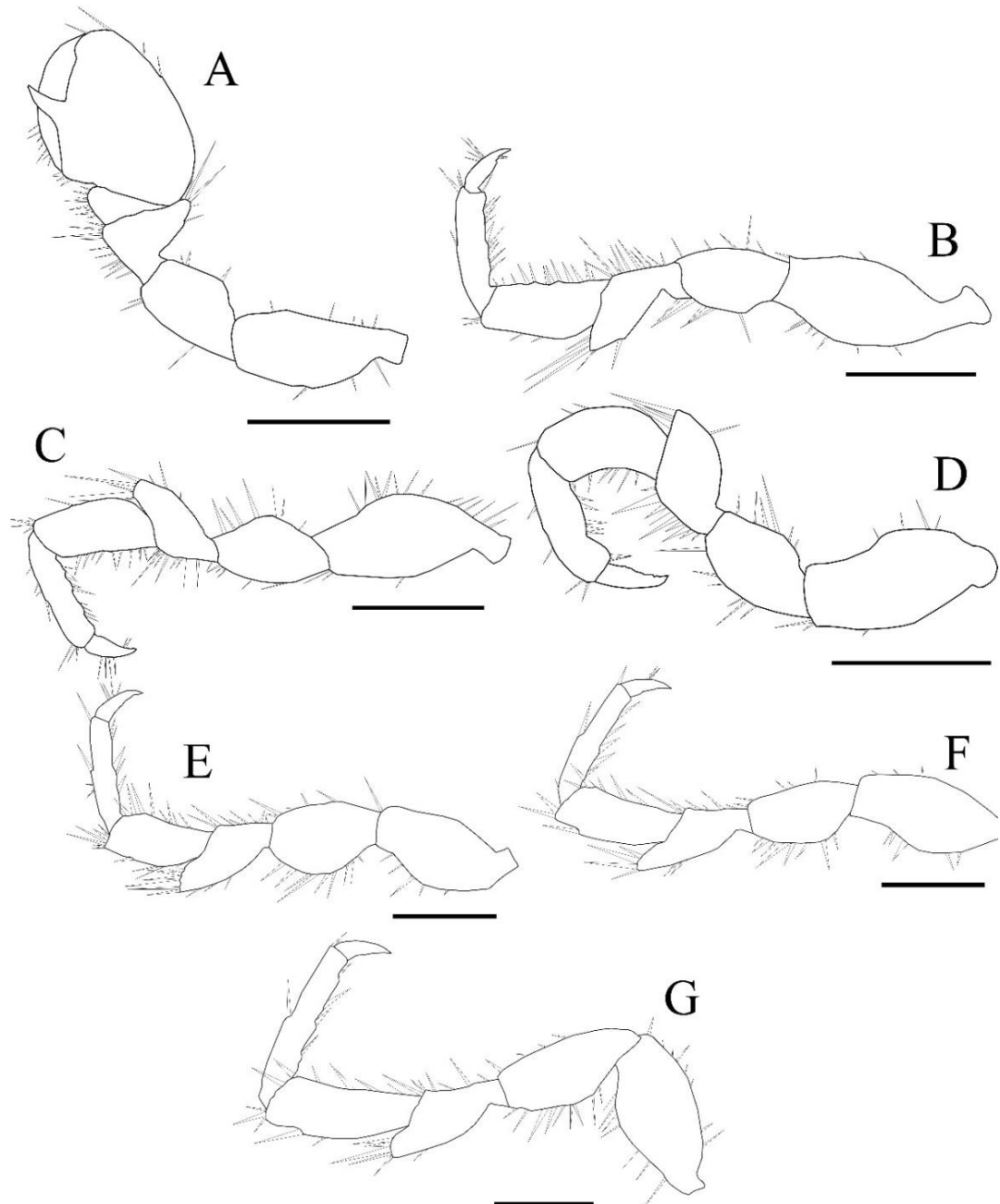


Figura 39. *Caecidotea* sp. 4. Forma El Chico macho de referencia (CNCR 35517), 9.5 mm pereiópodos derechos. A, pereiópodo I; B, pereiópodo II; C, pereiópodo III; D, pereiópodo IV; E, pereiópodo V; F, pereiópodo VI; G, pereiópodo VII. Escalas A-G = 1mm.

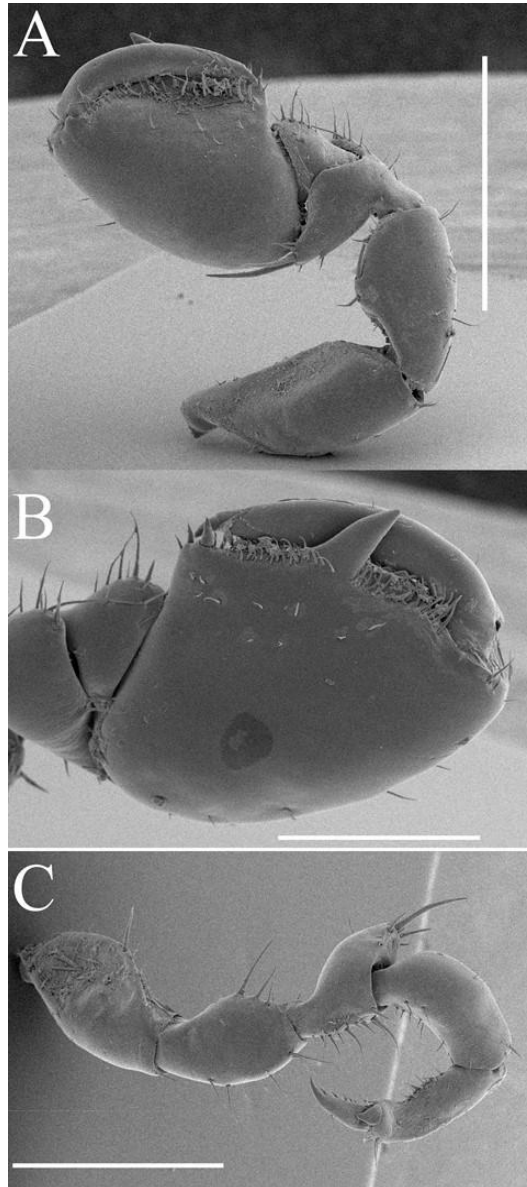


Figura 40. *Caecidotea* sp. 4. Forma El Chico macho de referencia (CNCR 35517), 9.5 mm, pereiópodos derechos. A, pereiópodo I; B, gnatópodo; C, pereiópodo IV. Escalas, A = 1mm; B = 500 μ m; C = 1mm.

Pleópodo III (Fig. 19B), exopodito ovalado con margen distal setoso longitud 1.4 veces la longitud del endopodito, ancho 1.6 veces el ancho del endopodito, con sutura transversal en la mitad proximal, 20 setas plumosas en el margen distal, margen externo con 40 setas simples; endopodito ovalado pequeño 0.67 de la longitud del exopodito.

Pleópodo IV (Fig. 19C), margen externo del exopodito con 10 setas proximales, longitud 1.6 veces el ancho; endopodito 0.89 la longitud del exopodito.

Pleópodo V (Fig. 19D), exopodito suboval, longitud 1.9 veces el ancho, sutura transversal no evidente; endopodito 0.86 de la longitud y un poco más esbelto que el exopodito.

Pleotelson (Fig. 19E), tan ancho como largo, márgenes laterales paralelos, con varias setas simples, lóbulo caudomedial producido subagudamente.

Urópodos (Fig. 19F), 0.72 de la longitud del pleotelson, armados con setas robustas; endopodito irregular, lanceolado, longitud 1.1 veces la longitud del protopodito; exopodito esbelto y tan largo como el protopodito.

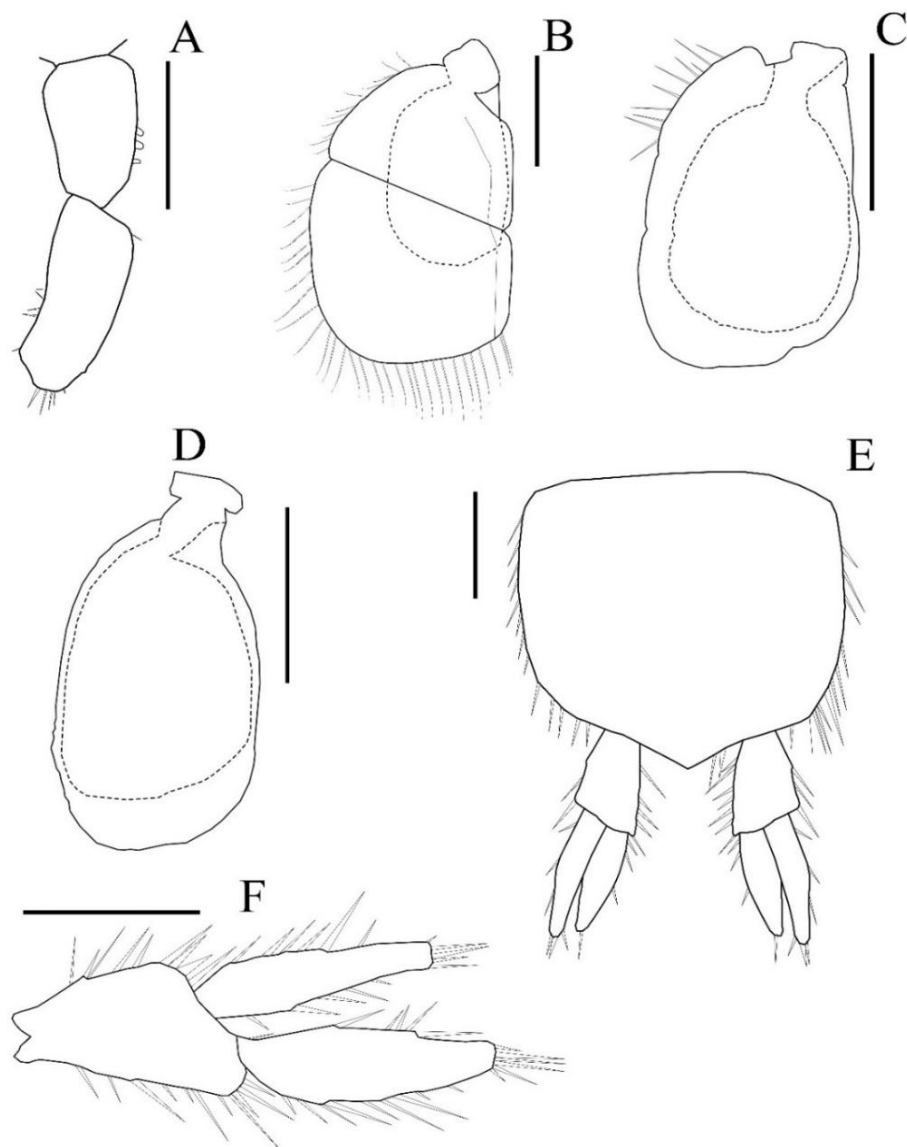


Figura 41. *Caecidotea* sp. 4. Forma El Chico macho de referencia (CNCR 35517), 9.5 mm, pleópodos derechos. A, pleópodo I; B, pleópodo III; C, pleópodo IV; D, pleópodo V; E, pleotelson y urópodos; F, urópodo derecho. Escalas A-F = 1 mm.

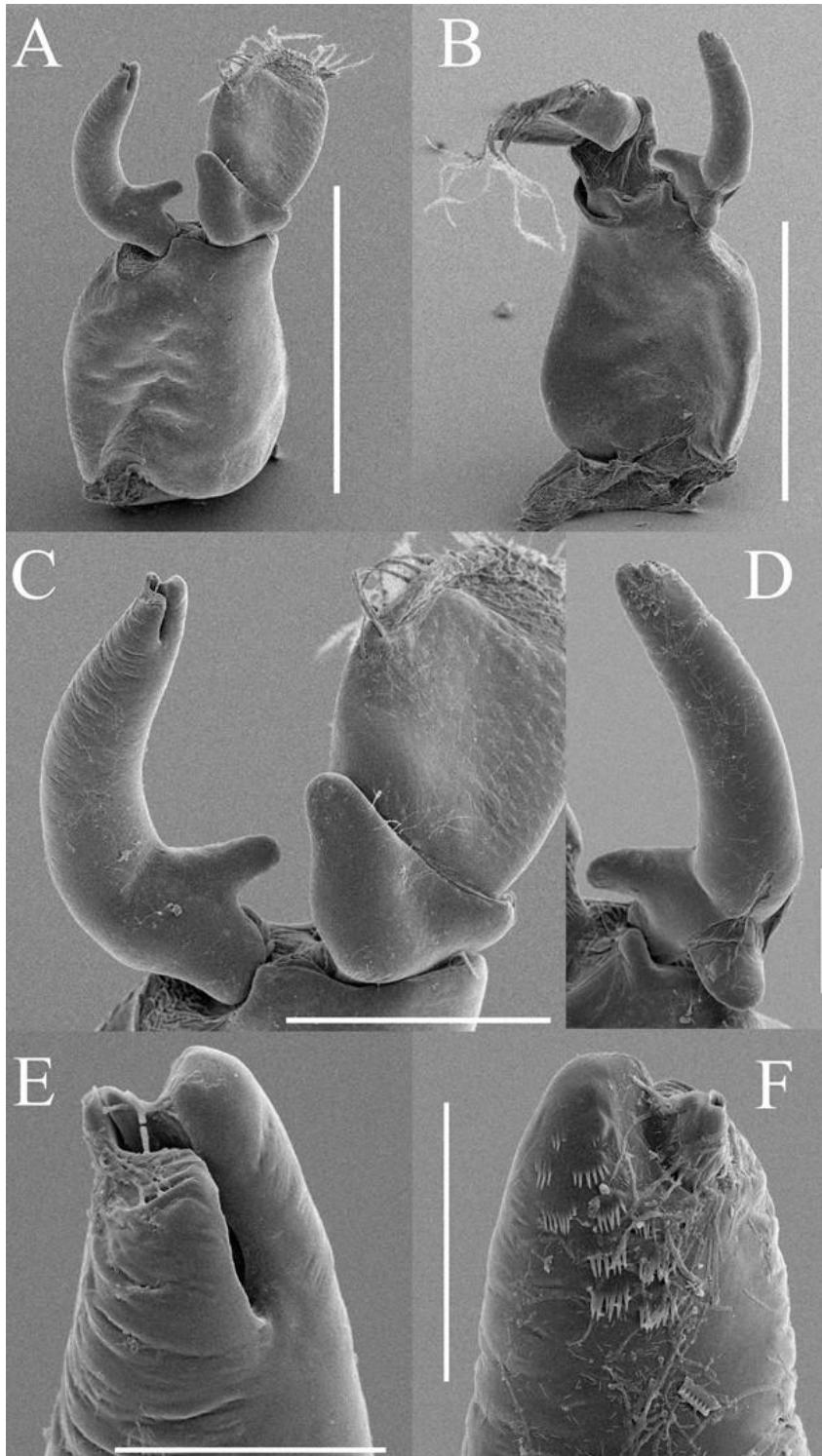


Figura 42. *Caecidotea* sp. 4. Forma El Chico macho de referencia (CNCR 35517), 9.5 mm, pleópodo derecho. A, pleópodo II vista ventral; B, pleópodo II vista dorsal; C, endopodito pleópodo II vista ventral; D, endopodito pleópodo II vista dorsal; E, ápice endopodito pleópodo II vista ventral; F, ápice endopodito pleópodo II vista dorsal. Escalas, A = 500 μ m; B = 500 μ m; C = 200 μ m; D = 100 μ m; E = 50 μ m; F = 50 μ m.

Hábitat: Los ejemplares se localizaron en un manantial pequeño, de aproximadamente 1 metro de diámetro que se encuentra justo atrás del centro de visitantes del Parque Nacional Mineral del Chico. El agua que emerge del manantial corre por un pequeño canal de aproximadamente 50 cm de ancho, en el que se localizaron crecimientos algales y larvas de anfibios anuros.

Distribución: Conocida solo de la localidad de recolecta (Fig. 43).

Observaciones: Esta forma se distingue del resto de las especies de *Caecidotea* mexicanas, por la presencia de estriaciones transversales alargadas sobre la superficie mesial del endopodito del pleópodo II, así como por la presencia de escamas cuticulares sobre el protopodito y el exopodito del pleópodo II.

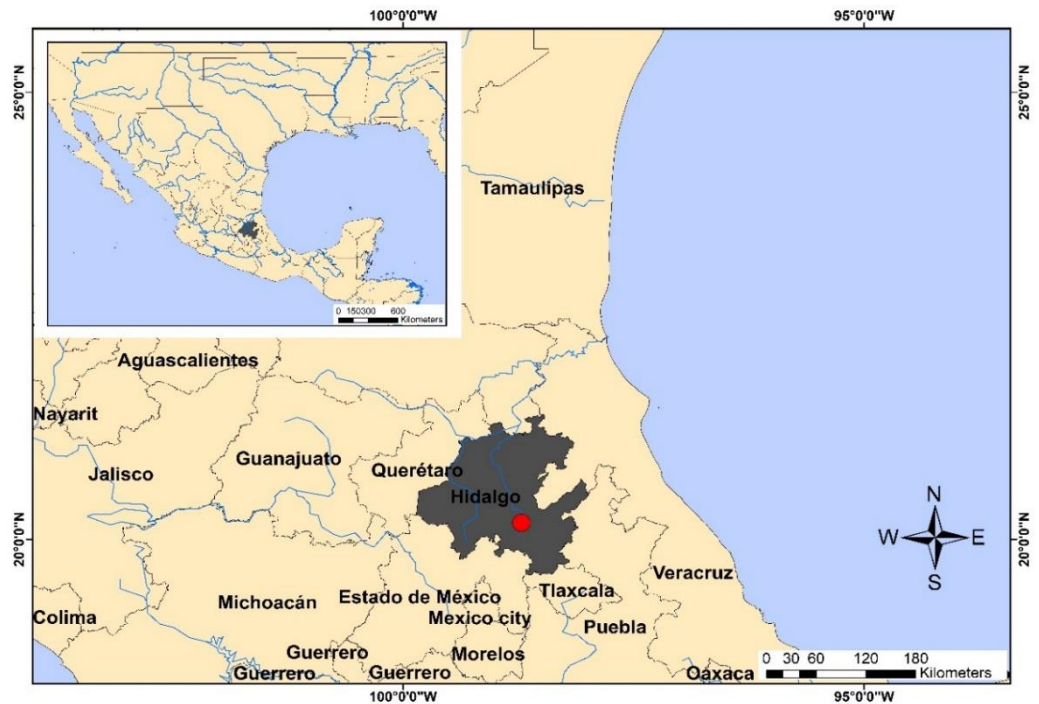


Figura 43. Localidad de recolecta *Caecidotea* sp. 4. Mineral del Chico, Hidalgo, México.

***Caecidotea* sp. 5 [Forma Chapala]
Figs 44–48**

Material examinado: Macho de referencia, longitud 5.0 mm; ribera de la Laguna de Chapala en Jamay (20° 17' 07.00" N, 102° 42' 36.97" W; 1524 msnm), Municipio de Jamay, Jalisco, México; Fecha de recolecta 19 de marzo 2018; recols. García-Vázquez L., Pedraza-Lara C.; CNCR 35519.

Ejemplar de disección, macho, longitud 4.7 mm; mismos datos de recolecta y recolectores, que el ejemplar de referencia; partes disectadas pereiópodo I, pleópodo II; estructuras disectadas para dibujos pleópodos derechos I, III, IV y V en el tubo del espécimen; CNCR 35520.

Otros ejemplares machos y hembras; mismos datos de recolecta y recolectores, que el ejemplar de referencia; CNCR 35521.

Diagnosis: Cuerpo del macho 2.8 veces más largo que ancho. Cabeza trapezoidal, tan ancha como 0.57 veces su longitud, margen anterior recto; ojos 0.75 más largos que anchos subcirculares lóbulos postmandibulares no producidos. Márgenes laterales del pleotelson paralelos, lóbulo caudal producido, ancho y redondeado. Exopodito del pleópodo II con escamas cuticulares tan largas como las de la cánula en el borde interno de la región dorsal dirigidas distalmente; endopodito con presencia de flagelos articulados de cortos a largos, proceso mesial casi tan alto como la cánula.

Descripción: Macho (CNCR 35519) 5.0 mm (Fig. 44); ancho de la cabeza 2.8 veces la longitud, margen anterior recto. Ojos presentes, pigmentados, 0.57 veces más largos que anchos subcirculares. Lóbulos postmandibulares no producidos. Pereionitos subrectangulares, márgenes laterales ornamentados con setas, del primero y segundo ligeramente redondeados, tercero al quinto rectos, los del sexto y séptimo redondeados, con el ángulo posterior un poco producido.

Pereionito 1, 1.1 veces la longitud del pereionito 2 y 0.9 de la del pereionito 3; pereionitos 6 y 7 ligeramente más anchos, con ensanchamiento del ángulo posterior. Papilas genitales tubulares ventrales en el pereionito 7 y el pleonito 1.

Anténula flagelo con 10 artículos en ambas anténulas, alcanzando la mitad del último artejo del pedúnculo antenal cuando se proyecta hacia adelante; últimos cuatro segmentos con aestetascos con fórmula 1-1-1-0. Antena flagelo con 50 artículos; artículo proximal más ancho que largo; siguientes artículos disminuyendo en longitud.

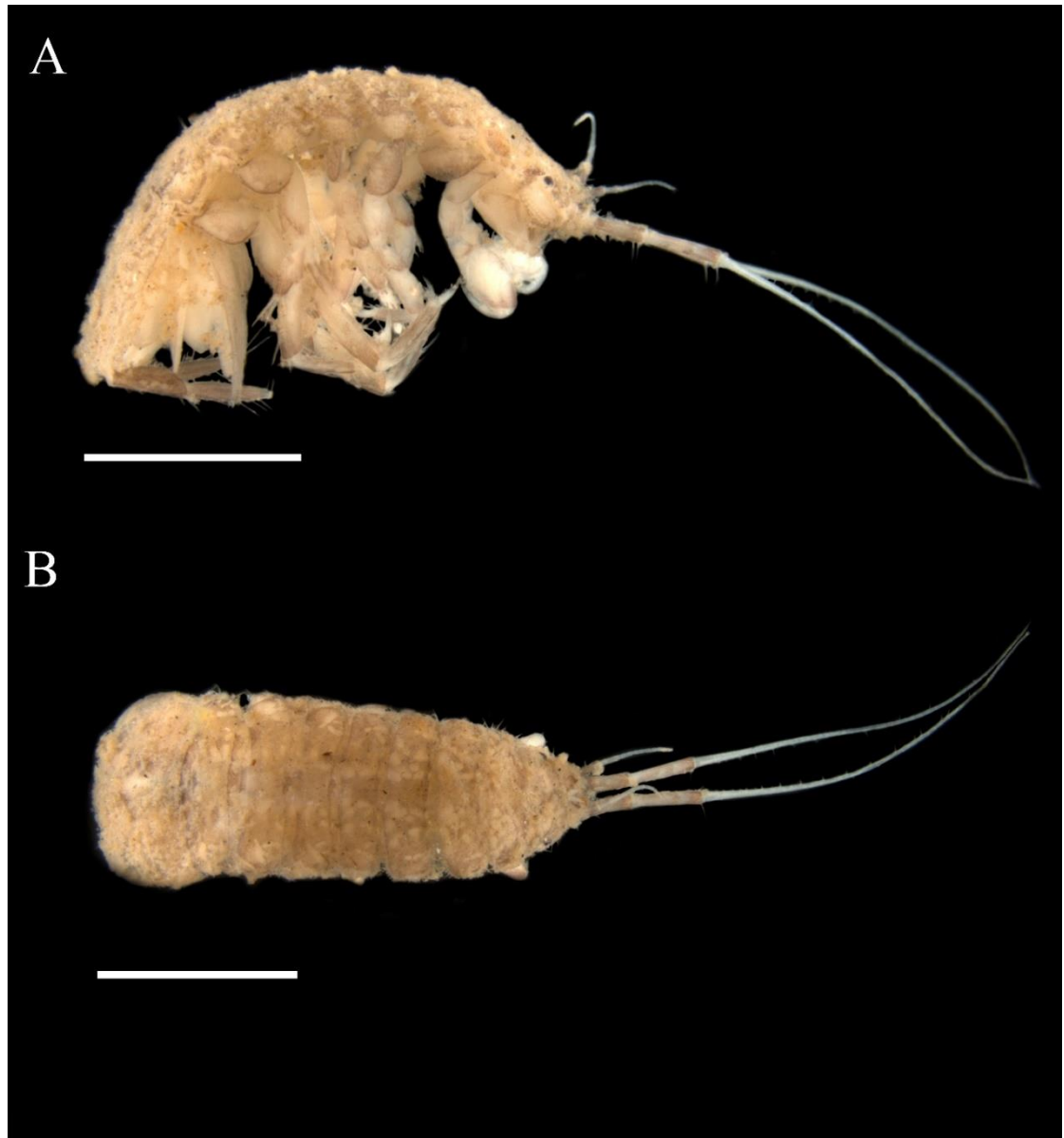


Figura 44. *Caecidotea* sp. 5. Forma Chapala, macho de referencia (CNCR 35519), 5.0 mm Escalas A y B = 2 mm.

Pereiópodo I (Figs. 45A, 46A-46B), borde externo de la subquela con pocas setas simples; dáctilo ligeramente más largo que la palma y con cinco setas simples sobre su superficie externa, borde interno irregular; margen palmar interno y externo del gnatópodo con fila de setas simples; proceso proximal con una espina robusta de un tercio de la longitud del proceso mesial; proceso mesial agudo, superando el ancho del dáctilo; proceso distal agudo de la mitad de la longitud del proceso mesial. Pereiópodos II–III (Figs. 45B, 45C), sin dimorfismo sexual y de longitud similar. Pereiópodo IV (Figs. 45D, 46C y 46D), dimórfico, propodio con una espina en la articulación dactilar, tan robusta como la mitad del ancho de dicho artejo; dáctilo tan largo como la mitad del propodio y con tres espinas fuertes y agudas en el margen inferior. Pereiópodo V (Fig. 45E), basis 1.3 veces la longitud del propodio. Pereiópodo VI (Fig. 45F), de longitud similar al pereiópodo VII, longitud del basis 1.4 veces la longitud del propodio. Pereiópodo VII (Fig. 45G), tan largo como 0.46 veces la longitud del cuerpo.

Pleópodo I (Fig. 46A), longitud 1.14 veces la longitud del pleópodo II; protopodito subtrapezoidal, margen proximal recto, longitud 1.5 veces el ancho, margen interno con 5 ganchos de acoplamiento, segmento distal subrectangular, margen externo ligeramente cóncavo en su porción medial, longitud 2.3 veces el ancho, márgenes distal y lateral con 20 setas simples.

Pleópodo II (Figs. 48A-48F), en vista ventral, protopodito subrectangular con borde proximal redondeado, margen interno con dos espinas largas simples; base del exopodito con cuatro espinas en el ángulo distal interno; exopodito ovalado, en vista dorsal con al menos dos hileras verticales de escamas cuticulares pequeñas en el área adyacente al margen interno, margen distal con 20 setas plumosas cortas en la región proximal y largas distal; endopodito esbelto, tan largo como 3.8 veces su ancho, similar al exopodito y 0.71 de la longitud del protopodito, superficie mesial curvada con flagelos de cortos a largos articulados, proceso interno prominente y el externo bajo redondeado, con una sutura cercana a la base; ápice del endopodito con 3 procesos: cánula corta, como una lámina acanalada, no cerrada completamente, truncada y redondeada en la punta, casi alcanzando el nivel del

ápice del proceso caudal y separada de este último por una fisura angosta y profunda, que se extiende proximalmente desde la base de la cánula a más de tres veces su largo; proceso mesial evidente en la base de la cánula, con algunos surcos transversales en su superficie y delimitando el inicio fisura, que en este punto se encuentra en contacto con la base del proceso caudal para luego continuarse proximalmente; proceso caudal robusto, subcónico, con el ápice redondeado, armado en la superficie dorsal subápical con 7–17 peines de espinas dirigidas proximalmente, dispuestos a manera de escamas cuticulares y arreglados más o menos en pubescencia.

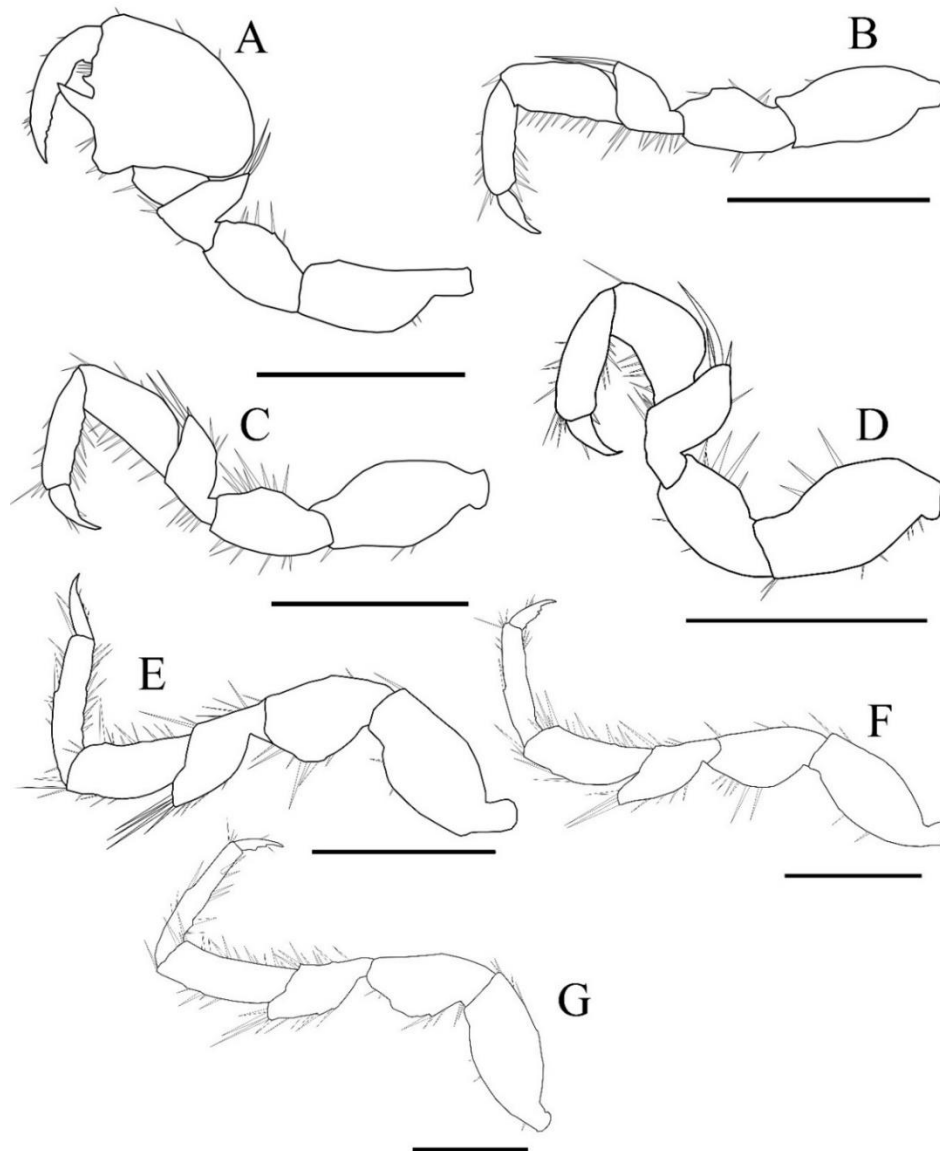


Figura 45. *Caecidotea* sp. 5. Forma Chapala, macho de referencia (CNCR 35520), 4.7 mm, pereiópodos derechos. A, pereiópodo I; B, pereiópodo II; C, pereiópodo III; D, pereiópodo IV; E, pereiópodo V; F, pereiópodo VI; G, pereiópodo VII. Escalas A-G = 1mm.

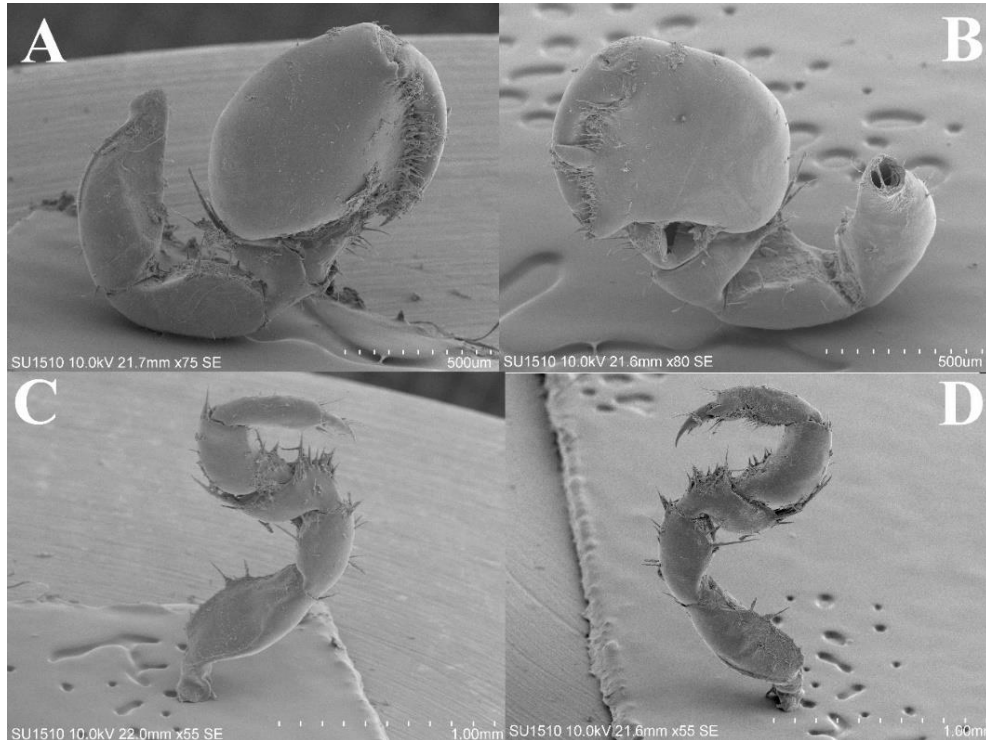


Figura 46. *Caecidotea* sp. 5. Forma Chapala, macho de referencia (CNCR 35520), 4.7 mm. A, pereiópodo I cara externa; B, pereiópodo I cara interna; C, pereiópodo IV cara externa; D, pereiópodo IV cara interna. Escalas A y B =500 µm, C y D = 1 mm.

Pleópodo III (Fig. 47B), exopodito ovalado con margen distal setoso, tan largo como 1.1 veces el endopodito y tan ancho como 1.6 el endopodito, sutura transversal en la mitad proximal, 15 setas plumosas en el margen distal y 6 setas simples en el externo; endopodito ovalado corto, 0.87 de la longitud del exopodito.

Pleópodo IV (Fig. 47C), exopodito tan largo como 1.7 veces el ancho, con una muesca pronunciada, en el margen externo, cercana a la articulación del pleópodo; endopodito 0.87 de la longitud del exopodito.

Pleópodo V (Fig. 47D), exopodito suboval, tan largo como 1.8 veces el ancho; sutura transversal no evidente; longitud del endopodito 0.85 del exopodito, ancho 0.70 del exopodito.

Pleotelson (Fig. 47E), subcuadrado, ligeramente más ancho que largo (1.1 veces), márgenes laterales paralelos, con varias setas simples, lóbulo caudomesial producido, ancho y redondeado.

Urópodos (Fig. 47F), tan largos como la longitud del pleotelson, armados con setas robustas; setas apicales de endopodito y exopodito largas, superando la mitad del endopodito; endopodito lineal, 0.8 de la longitud del protopodito, exopodito 1.1 veces la longitud del protopodito.

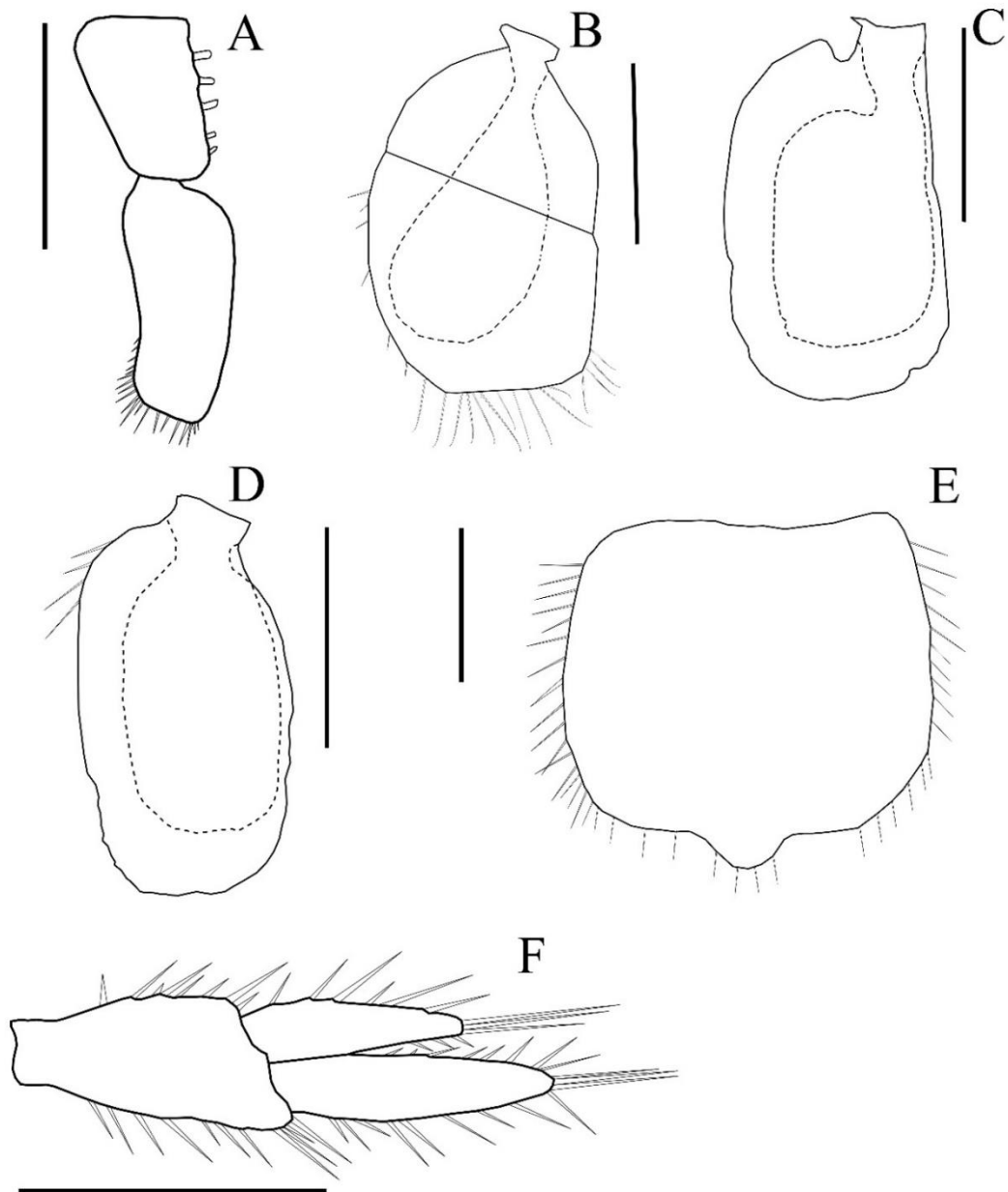


Figura 47. *Caecidotea* sp. 5. Forma Chapala, macho de referencia (CNCR 35520), 4.7 mm, pleópodos derechos. A, pleópodo I; B, pleópodo III; C, pleópodo IV; D, pleópodo V; E, pleotelson y urópodos; F, urópodo derecho. Escalas A-F = 1mm.

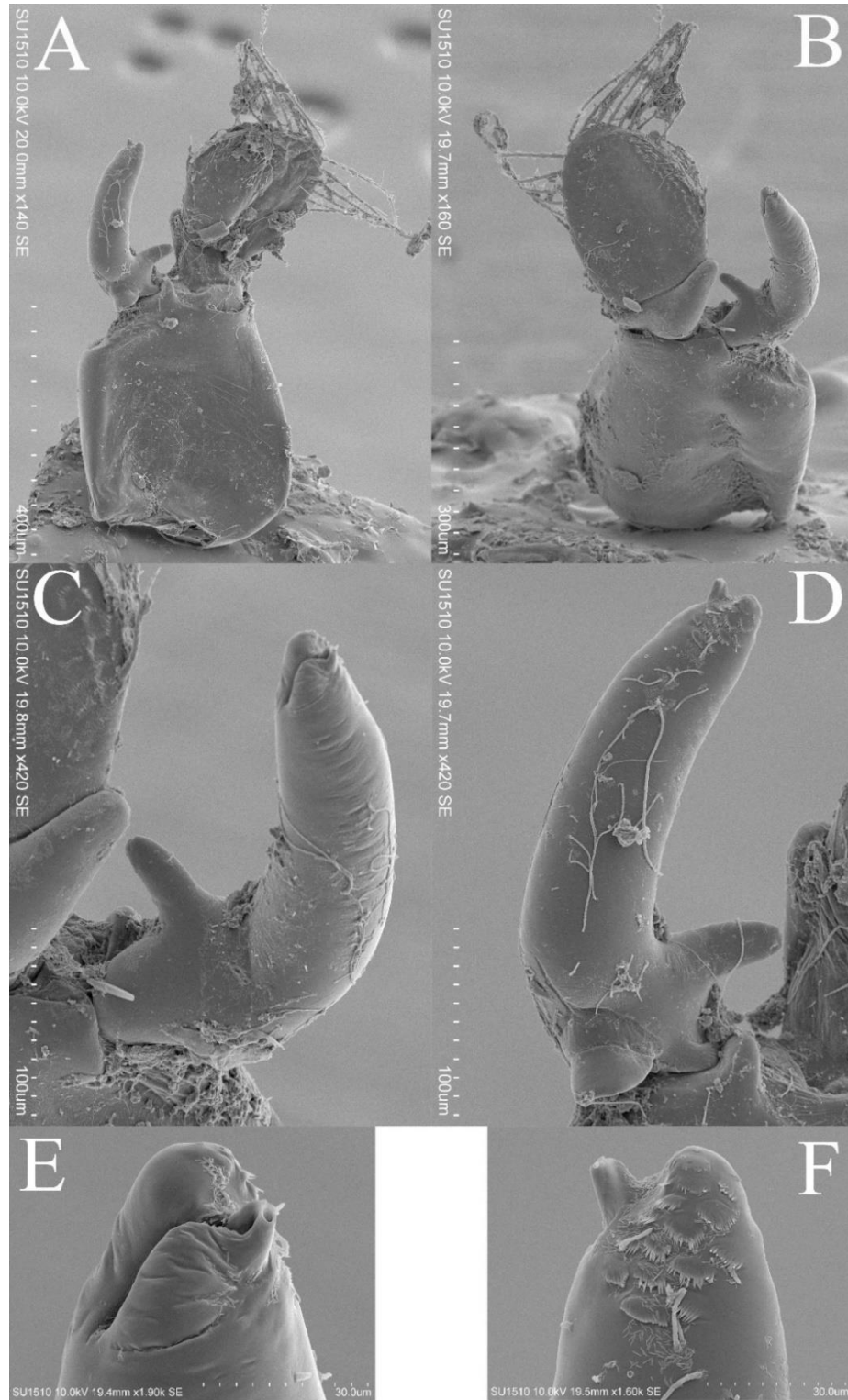


Figura 48. *Caecidotea* sp. 5 Forma Chapala, macho de referencia (CNCR 35520), 4.7 mm, pleópodo derecho. A, pleópodo II vista ventral; B, pleópodo II vista dorsal; C, endopodito pleópodo II vista ventral; D, endopodito pleópodo II vista dorsal; E, ápice endopodito pleópodo II vista ventral; F, ápice endopodito pleópodo II vista dorsal. Escalas, A = 500µm; B = 300µm; C = 100µm; D = 100µm; E = 40 µm; F = 40 µm.

Hábitat: Esta especie fue localizada en la ribera de la laguna entre las raíces del lirio acuático *Eichornia crassipes*, donde también se recolectaron acociles del género *Cambarellus* sp. y anfípodos del género *Hyaella* sp.

Distribución: Conocida solo de la localidad de recolecta (Fig. 49).

Observaciones: Esta Forma es muy similar a la especie *C. williamsi* (Escobar-Briones y Alcocer, 2002) de la Laguna de Alchichica, Puebla, sin embargo, pueden distinguirse por el número de ganchos de acoplamiento en el pleópodo I que en *C. williamsi* son 3 y en este morfo son 5, así como por el tamaño y la conformación de la subquela del gnatópodo pues *C. williamsi* presenta únicamente proceso mesial y los ejemplares de Chapala procesos mesial y proximal presentes, además de que la subquela es esbelta en la primera y robusta en la segunda.



Figura 49. Localidad de recolecta *Caecidotea* sp. 5. Chapala, Jamay, Jalisco, México.

***Caecidotea* sp. 6 [Forma Zacapu]
Figs 50–54**

Material examinado: Macho de referencia, longitud 7.5 mm; Laguna de Zacapu (19° 49' 37.00" N, 101° 47' 23.00" W; 1993 msnm), Municipio de Zacapu, Michoacán, México; Fecha de recolecta 20 de marzo 2018; recols. García-Vázquez L., Pedraza-Lara C.; CNCR 35522.

Ejemplar de disección, macho, longitud 7.0 mm; mismos datos de localidad, fecha de recolecta y recolectores, que el ejemplar de referencia; partes disectadas pereiópodo I, pleóopodo II; estructuras disectadas para dibujos pleóopodos derechos I, III, IV y V en el tubo del espécimen; CNCR 35523.

Otros ejemplares machos y hembras; mismos datos de recolecta y recolectores, que el ejemplar de referencia; CNCR 35524.

Diagnosis: Cuerpo del macho tan largo como 3.4 veces su ancho. Cabeza trapezoidal, tan ancha como 2.4 veces su longitud, margen anterior ampliamente cóncavo; ojos pequeños 0.63 veces más largos que anchos. Exopodito del pleóopodo IV con sutura transversal proximal, irregular e incompleta; pleóopodo III con 36 setas marginales plumosas. Urópodos con endopodito y exopodito lanceolados, tan largos como 3.0 y 3.2 veces su ancho, respectivamente.

Descripción: Macho (CNCR 35522) 7.5 mm (Fig. 50); cabeza trapezoidal, tan ancha como 2.4 veces su longitud, margen anterior ligeramente cóncavo. Ojos presentes, pigmentados, alargados, 1.4 veces su ancho. Lóbulos post-mandibulares no producidos. Pereionitos subrectangulares, márgenes laterales ornamentados con setas, del primero al quinto rectos, los del sexto y séptimo redondeados.

Pereionito 1, 1.2 veces la longitud del pereionito 2 y 1.1 veces la del 3; pereionitos 6 y 7 con márgenes laterales ligeramente redondeados y en diagonal, con ensanchamiento del ángulo posterior. Papilas genitales tubulares ventrales en el pereionito 7 y el pleonito 1.

Anténula flagelo con 10 artículos en ambas anténulas, superando la mitad del segundo artejo del pedúnculo antenal cuando se proyecta hacia adelante; últimos

cuatro segmentos con aestetascos con fórmula 1-0-1-1. Antena flagelo con 65 artículos; artículo proximal 1.2 veces más ancho que largo; siguientes artículos disminuyendo ligeramente en longitud.

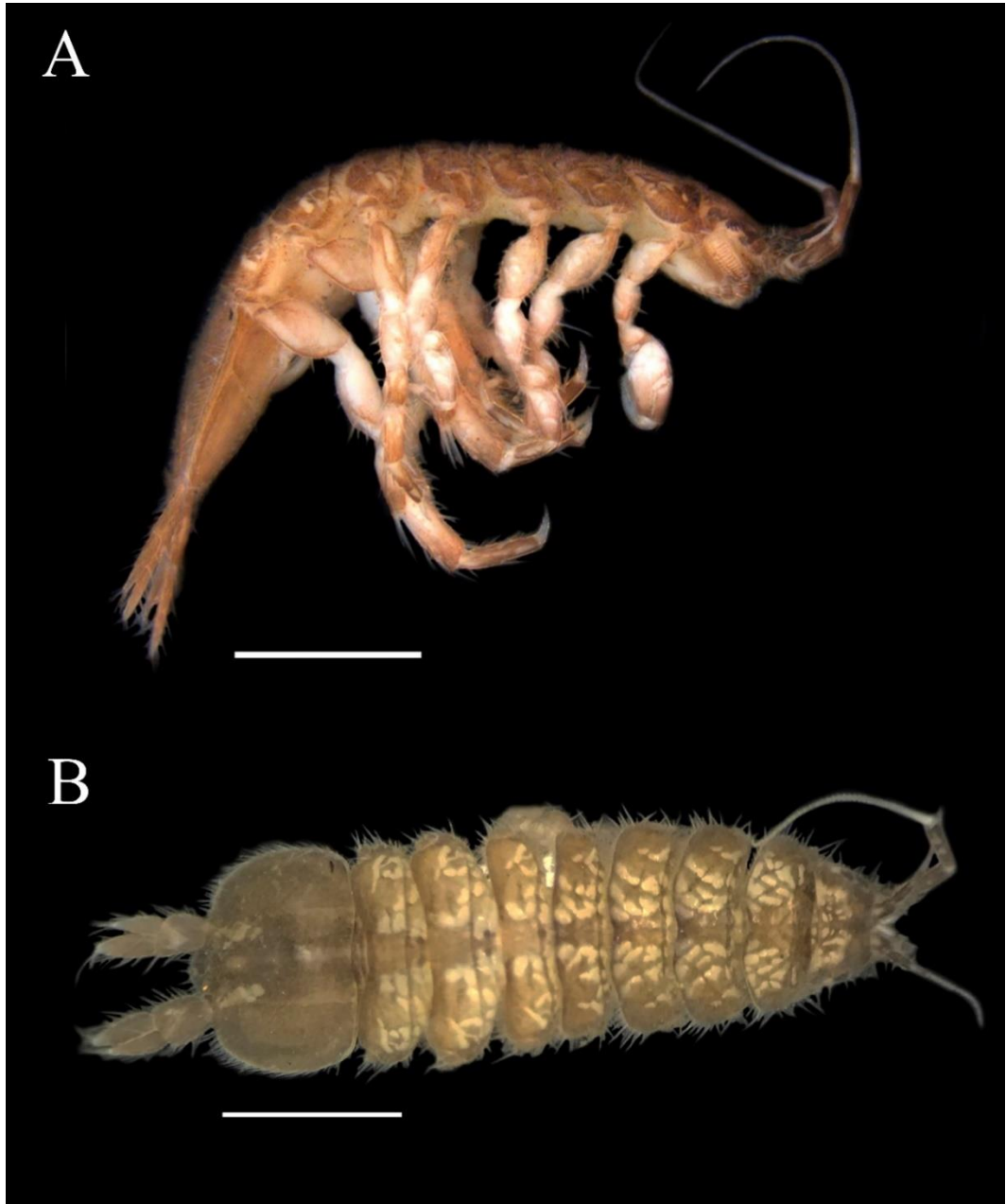


Figura 50. *Caecidotea* sp. 6 Forma Zacapu, macho de disecado (CNCR 35522), 7.5 mm. Escala A= 2 mm.

Pereiópodo I (Figs. 51A y 52A-B), borde externo de la subquela con diez setas simples; dáctilo un poco más largo que la palma, borde interno irregular; margen palmar interno y externo con fila de setas simples; proceso proximal con tres espinas robustas; proceso mesial agudo, tan ancho como el dáctilo; proceso distal pequeño agudo triangular. Pereiópodos II–III (Fig. 51B, 51C), sin dimorfismo sexual, de longitud similar. Pereiópodo IV (Fig. 51D, 52C), dimórfico, propodio con una espina robusta en la articulación con el dáctilo, de la mitad del ancho del dáctilo, longitud del dáctilo 0.62 del largo del propodio, dáctilo con una hilera de cuatro espinas esbeltas en el margen inferior. Pereiópodo V (Fig. 51E), basis 1.2 veces la longitud del propodio. Pereiópodo VI (Fig. 51F), longitud similar al pereiópodo VII, longitud del basis 1.3 veces la longitud del propodio. Pereiópodo VII (Fig. 51G), longitud 0.57 veces la longitud del cuerpo.

Pleópodo I (Fig. 53A), longitud 2.2 veces la longitud del pleópodo III; segmento basal suboval, margen proximal recto, longitud 1.4 veces el ancho, margen interno con 6 ganchos de acoplamiento, segmento distal suboval, margen externo recto en su porción medial, longitud 1.9 veces el ancho, márgenes distal y lateral con 20 setas simples.

Pleópodo II (Fig. 54A-54F), protopodito semi rectangular con borde proximal redondeado, margen interno con dos espinas largas y simples en su porción distal; base del exopodito con tres espinas en el ángulo distal externo, exopodito ovalado con escamas cuticulares pequeñas dirigidas distalmente en el margen dorsal interno, margen exopodito con 22 setas plumosas, cortas en la porción proximal y largas en la distal; endopodito esbelto, superficie mesial curva, tan largo como 3.2 veces el ancho, 0.9 de la longitud del exopodito, y 0.65 veces la del protopodito, procesos interno y externo prominentes; ápice del endopodito con 3 procesos: cánula subcilíndrica corta y supera ligeramente el proceso caudal, como una lámina semi enrollada, estrechamente acanalada; la fisura se continúa en forma angosta y profunda, se extiende proximalmente desde la cánula a más de tres veces su largo; proceso mesial evidente en la base de la cánula y delimitando el inicio de la fisura, que en este punto lo separa de la base del proceso caudal para luego continuarse

proximalmente; proceso caudal robusto, subcónico, con el ápice redondeado, armado en la superficie dorsal subapical con 2–17 peines de espinas dirigidas proximalmente, dispuestos a manera de escamas cuticulares y arreglados más o menos en hileras transversales.

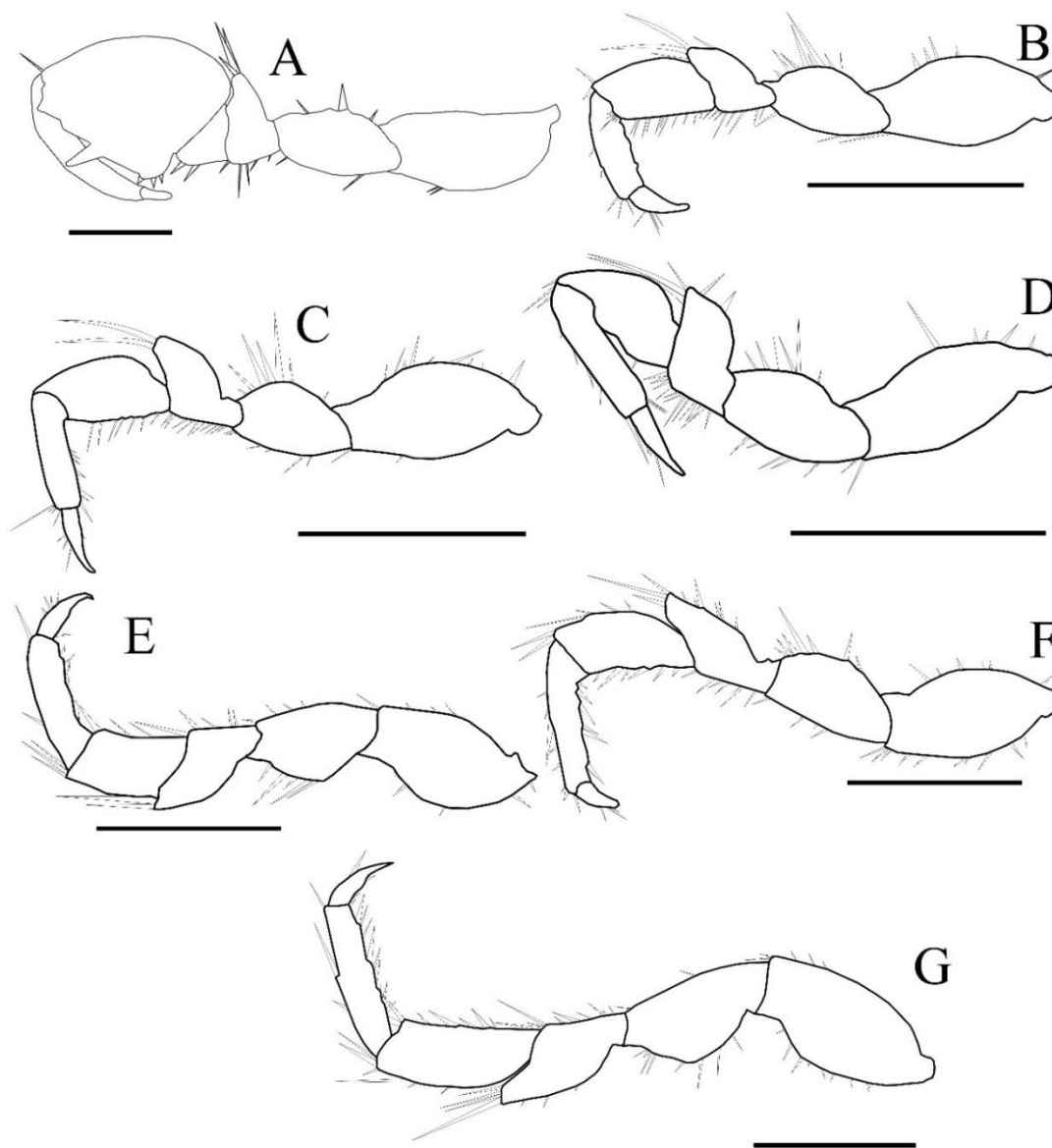


Figura 51. *Caecidotea* sp. 6. Forma Zacapu, macho de disecado (CNCR 35523), 7.0 mm, pereiópodos derechos. A, pereiópodo I; B, pereiópodo II; C, pereiópodo III; D, pereiópodo IV; E, pereiópodo V; F, pereiópodo VI; G, pereiópodo VII. Escalas A-G = 1mm.

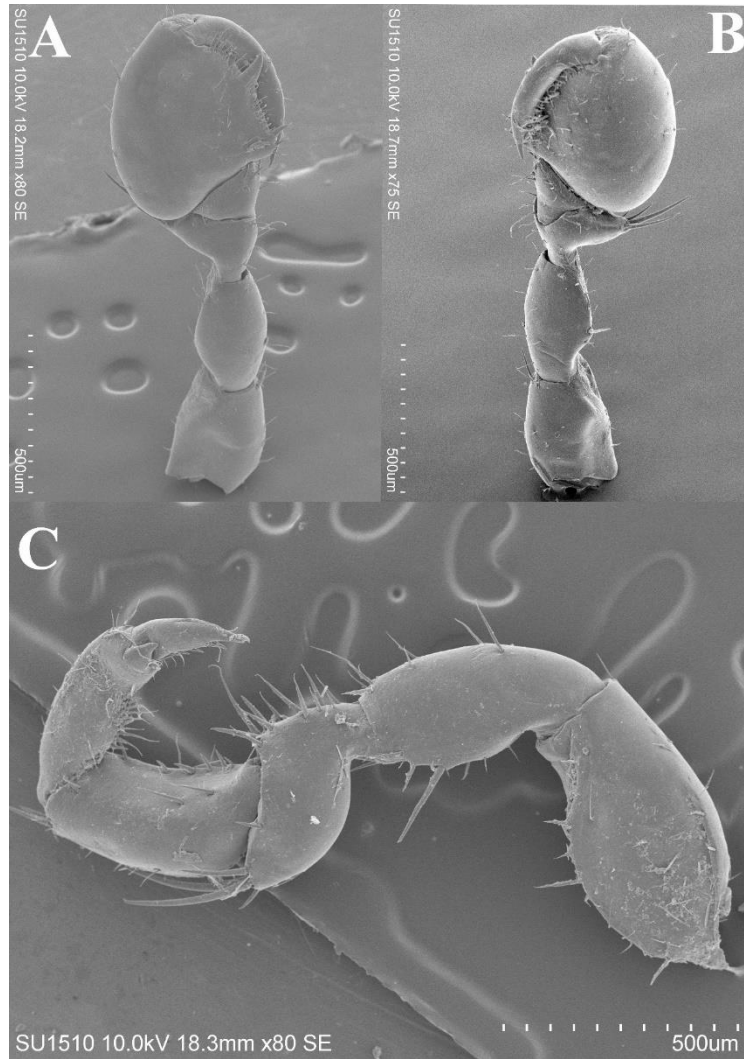


Figura 52. *Caecidotea* sp. 6. Forma Zacapu, macho de disecado (CNCR 35523), 7.0 mm, pereiópodos derechos. A, pereiópodo I cara interna; B, pereiópodo I cara externa; C, pereiópodo IV. Escalas A-C = 500 µm.

Pleópodo III (Fig. 53B), exopodito ovalado, tan largo como 1.5 veces su anchura y tan ancho como 1.6 veces el endopodito, con sutura transversal en la mitad proximal y 36 setas marginales, plumosas, en las porciones distal y proximal externo; endopodito subrectangular 0.9 veces la longitud del exopodito.

Pleópodo IV (Fig. 53C), exopodito tan largo como 1.6 veces el ancho, margen proximal externo con una sutura transversal irregular e incompleta, cercana a la articulación del pleópodo; endopodito 0.84 de la longitud del exopodito.

Pleópodo V (Fig. 53D), exopodito suboval, su longitud 1.8 veces el ancho, sutura transversal no evidente; longitud del endopodito 0.9 y tan ancho como 0.8 del exopodito.

Pleotelson (Fig. 53E), subcuadrado, tan ancho como largo, márgenes laterales paralelos, con setas marginales simples, lóbulo caudomesial producido, ancho y subagudo.

Urópodos (Fig. 53F), 0.65 de la longitud del pleotelson, armados con setas robustas marginales, setas apicales de endopodito y exopodito de longitud de casi la mitad del endopodito; endopodito lanceolado tan largo como el protopodito, exopodito similar en forma, tan largo 1.2 veces el protopodito.

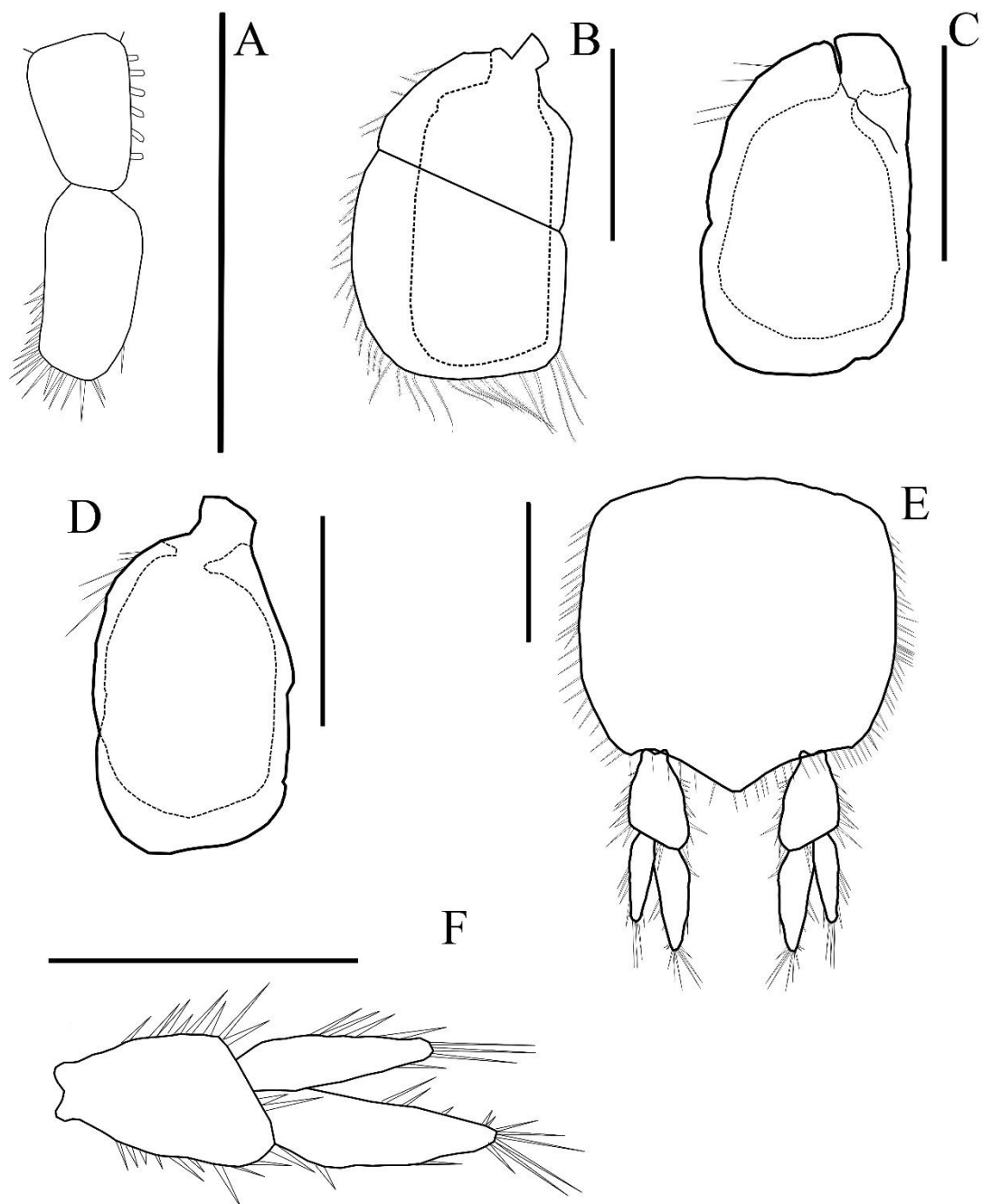


Figura 53. *Caecidotea* sp. 6 Forma Zacapu, macho de disecado (CNCR 35523), 7.0 mm, pleópodos derechos. A, pleópodo I; B, pleópodo III; C, pleópodo IV; D, pleópodo V; E, pleotelson y urópodos; F, urópodo derecho. Escalas A-F = 1mm.

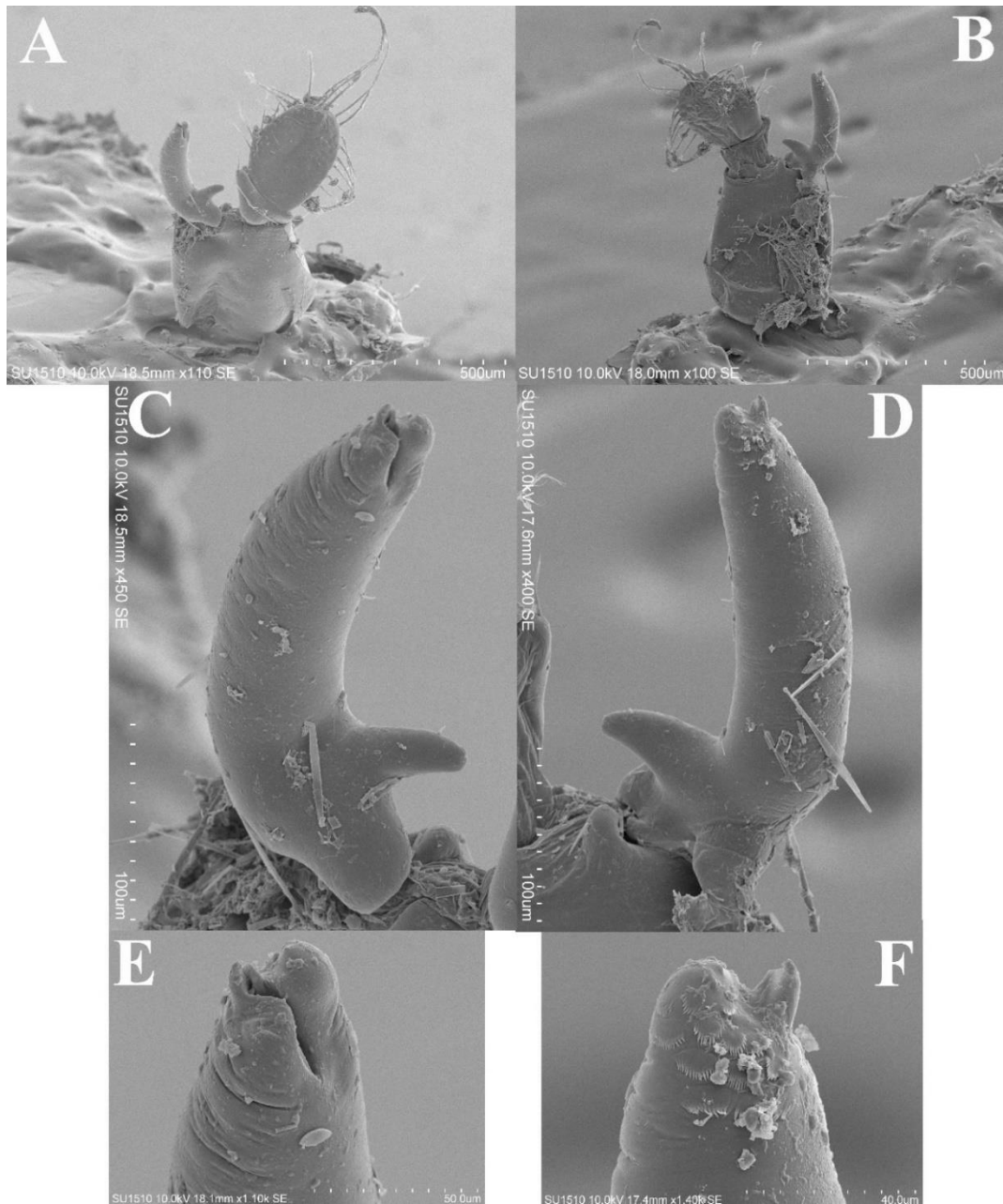


Figura 54. *Caecidotea* sp. 6. Forma Zacapu, macho de disecado (CNCR 35523), 7.0 mm. A, pleópodo II derecho vista dorsal; B, pleópodo II derecho vista ventral; C, endopodito pleópodo II vista dorsal; D, endopodito pleópodo II vista ventral. Escalas A-B= 500 μ m, C-D = 100 μ m, E = 50 μ m, F = 40 μ m.

Hábitat: Esta especie se localizó en la ribera del lago, entre las raíces de la vegetación acuática, específicamente del lirio acuático *Eichornia crassipes*.

Distribución: Solo conocida para Laguna de Zacapu, Michoacán (Fig. 55).

Observaciones: La conformación del pleópodo IV de esta Forma es similar a la de los ejemplares recolectados en la Laguna de Yuriria, sin embargo, ambas pueden ser diferenciadas por la sutura transversal incompleta, que presenta la Forma de la Laguna de Zacapu, mientras en la Forma de Yuriria la sutura transversal es completa.

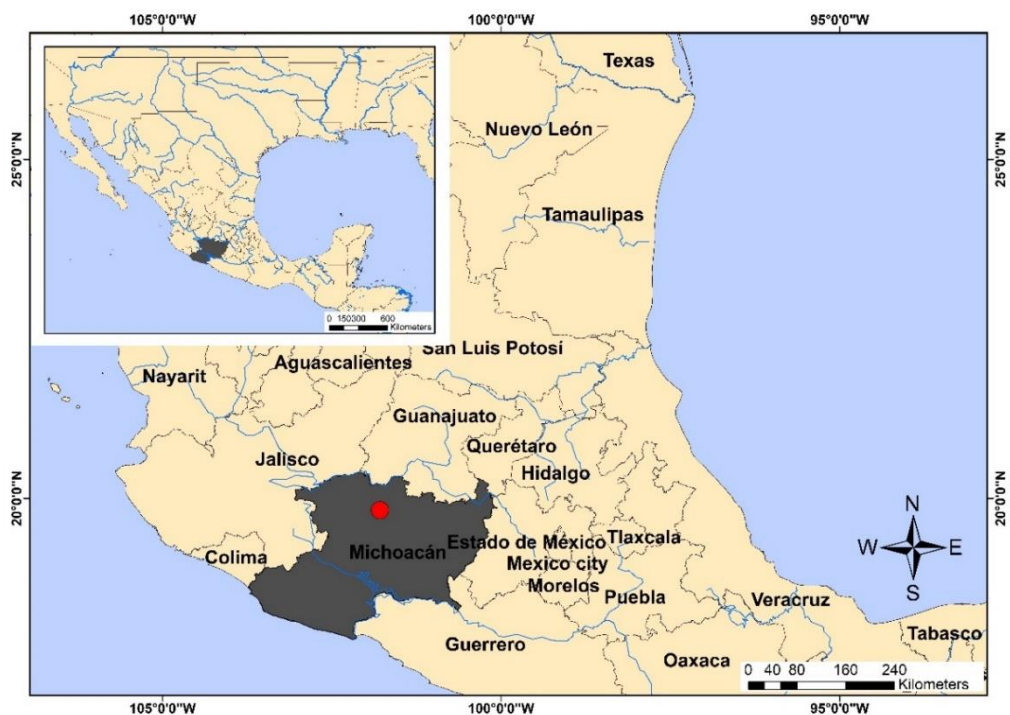


Figura 55. Localidad de recolecta *Caecidotea* sp. 6. Laguna de Zacapu, Zacapu, Michoacán, México.

***Caecidotea* sp. 7 [Forma Yuriria]
Figs 56–59**

Material examinado: Macho de referencia, longitud 8.0 mm; Laguna de Yuriria (20°13'11"N 101°11'05"W; 2275 msnm), Municipio de Yuriria, Guanajuato, México; Fecha de recolecta 22 de octubre 2019; Recols García-Vázquez L., Pedraza-Lara C., CNCR 35528.

Ejemplar de disección, macho longitud 7.6 mm; mismos datos de localidad de recolecta y colectores, que el ejemplar de referencia; partes disecadas pereiópodo I, pleópodo II; estructuras disecadas para dibujos pleópodos derechos I, III, IV y V en el tubo del espécimen; CNCR 35529.

Otros ejemplares Machos y hembras (CNCR 35530) mismos datos que la localidad tipo.

Diagnosis: Cuerpo del macho tan largo como 3.2 veces su ancho. Cabeza trapezoidal, tan ancha como 1.9 veces su longitud, margen anterior casi recto; ojos grandes ovalados, tan largos como 2.0 veces su ancho. Exopodito del pleópodo IV con sutura transversal proximal e irregular; urópodos con endopodito alargadamente oval, tan largo como 2.2 veces su ancho; exopodito lanceolado, esbelto, tan largo como 2.7 veces su ancho.

Descripción: Macho (CNCR 35528) 8.0 mm (Fig. 56); ancho de la cabeza 1.9 veces la longitud, margen anterior ligeramente cóncavo. Ojos presentes, pigmentados, tan largo como 2.0 veces su ancho. Lóbulos postmandibulares no producidos. Pereionitos subrectangulares, márgenes laterales rectos en los primeros dos a curvados en el resto, ornamentados con setas marginales.

Pereionito 1 1.2 veces la longitud del pereionito 2 y tan largo como el 3; pereionitos 6 y 7 un poco más anchos que el resto, con márgenes ligeramente en diagonal y con suave ensanchamiento posterior. Papilas genitales tubulares ventrales en el pereionito 7 y el pleonito 1.

Anténula flagelo con 11 artículos en ambas anténulas, casi alcanzando el borde anterior del último segmento del pedúnculo antenal cuando se proyecta hacia

adelante; últimos cuatro segmentos con aestetascos con fórmula 1–1–1–1. Antena flagelo con 67 artículos; artículo proximal más ancho que largo; siguientes artículos aumentando ligeramente en longitud.

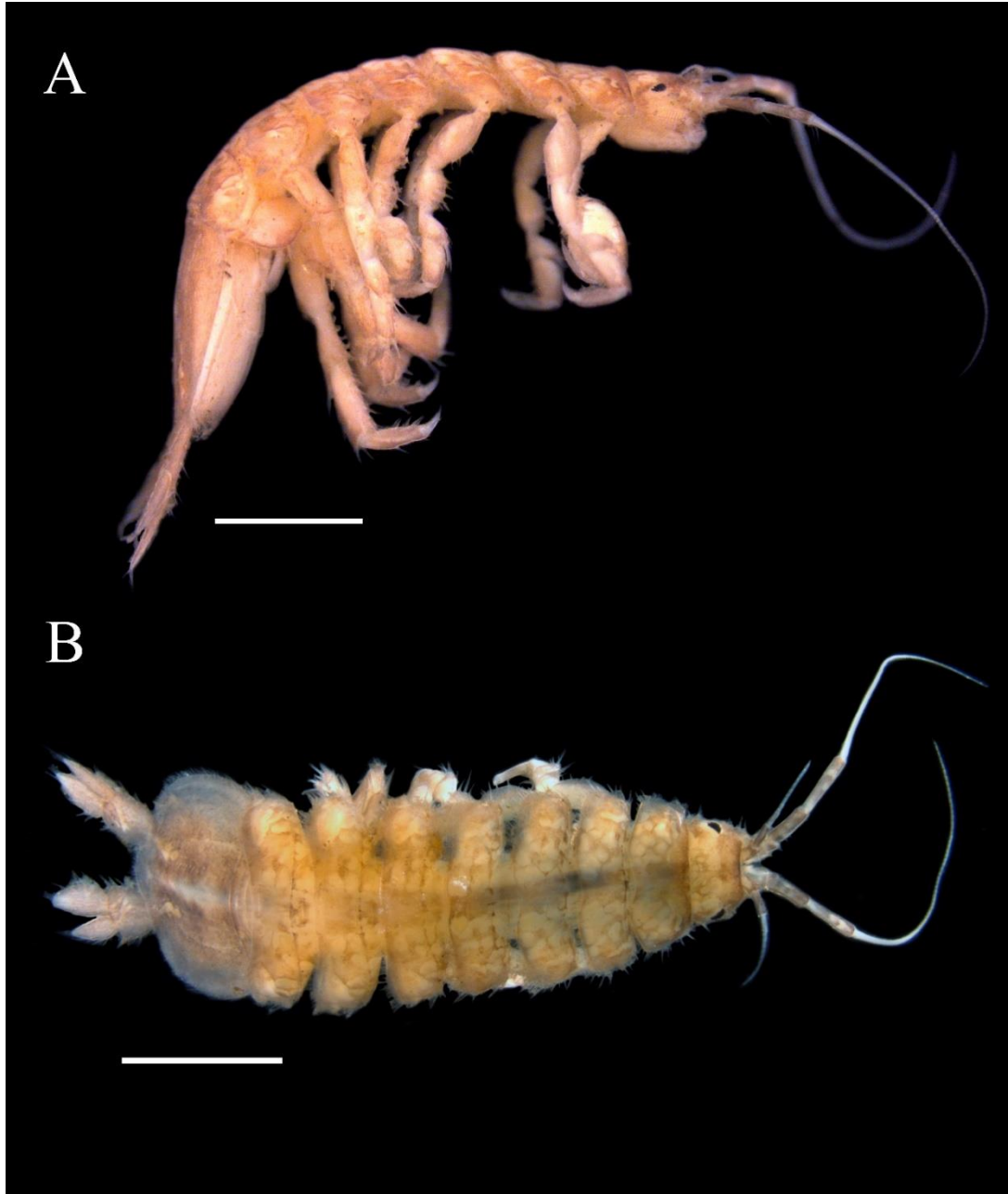


Figura 56. *Caecidotea* sp. 7. Forma Yuriria, macho de referencia (CNCR 35528), 8.0 mm. Escalas 2 mm.

Pereiópodo I (Figs. 57A, 58A-58B), borde externo del gnatópodo con seis setas simples; dácilo curvado, siguiendo la forma del borde cortante de la palma del propodio y un poco más largo que este, borde interno irregular; palma con los bordes interno y externo, ornamentados con setas simples; proceso proximal con tres setas robustas; proceso mesial agudo, no supera el ancho del dácilo; proceso distal subagudo de un tercio de la longitud del proceso mesial. Pereiópodos II–III (Fig. 57B, 57C), sin dimorfismo sexual de longitud similar. Pereiópodo IV (Fig. 57D, 58C-59D), dimórfico, propodio con una espina en la articulación con el dácilo robusta y casi tan ancha como el dácilo; dácilo tan largo como 0.57 veces el propodio, con una hilera de cuatro espinas esbeltas y agudas en el margen inferior. Pereiópodo V (Fig. 57E), basis 1.3 veces la longitud del propodio. Pereiópodo VI (Fig. 57F), longitud similar al pereiópodo VII, longitud del basis 1.2 veces la longitud del propodio. Pereiópodo VII (Fig. 57G), longitud 0.7 veces la longitud del cuerpo.

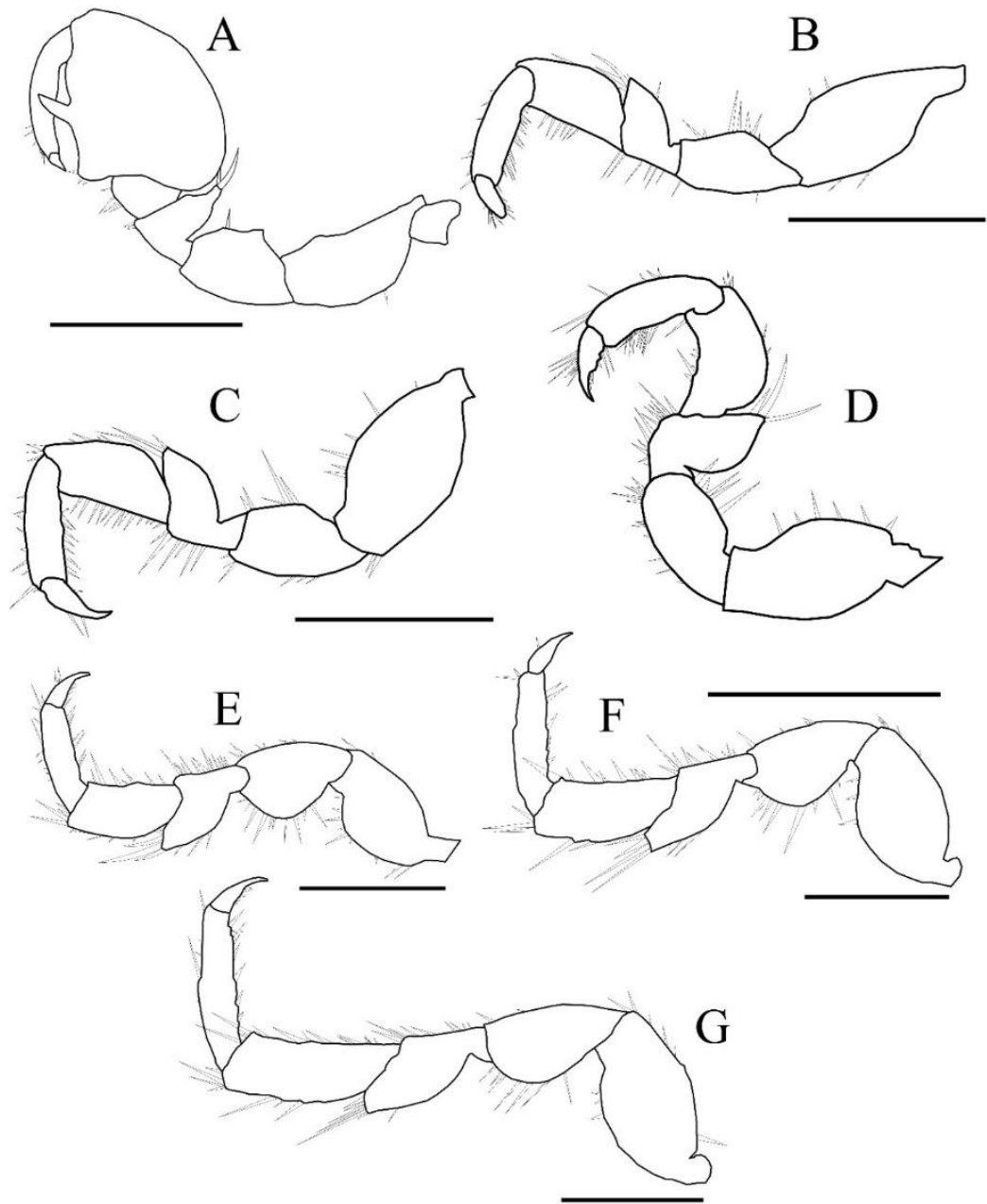


Figura 57. *Caecidotea* sp. 7. Forma Yuriria, macho de disección (CNCR 35529), 7.6 mm, pereiópodos derechos. A, pereiópodo I; B, pereiópodo II; C, pereiópodo III; D, pereiópodo IV; E, pereiópodo V; F, pereiópodo VI; G, pereiópodo VII. Escalas A-G = 1mm.

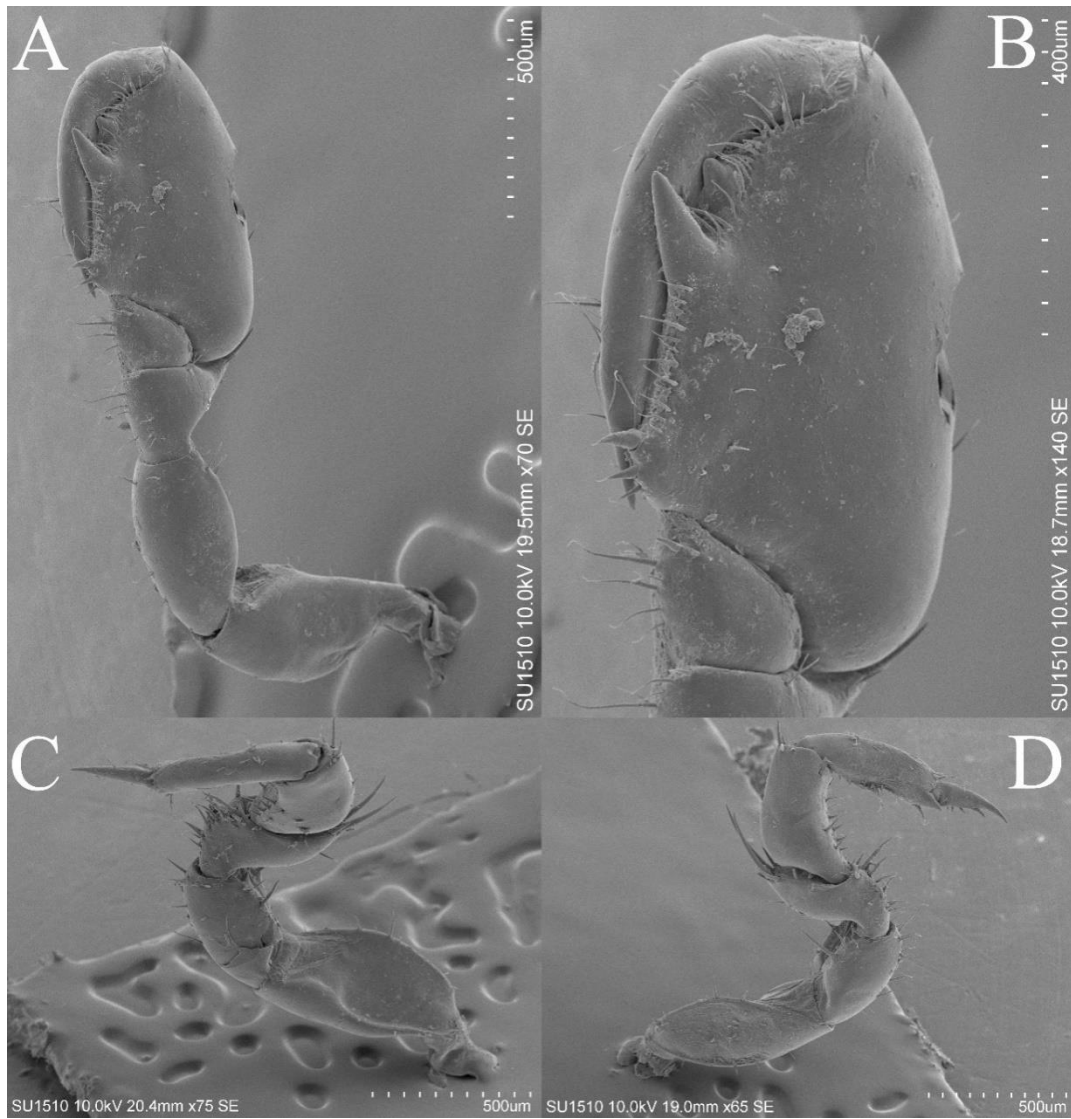


Figura 58. *Caecidotea* sp. 7. Forma Yuriria, macho de disección (CNCR 35529), 7.6 mm. A, pereiópodo I cara interna; B, pereiópodo I cara externa; C, pereiópodo IV cara externa; D, pereiópodo VI cara interna. Escala A = 500µm, B = 400 µm, C-D = 500µm.

Pleópodo I (Fig. 59A), tan largo como 2.3 veces el pleópodo III; protopodito suboval, margen proximal recto; protopodito tan largo como 1.7 veces el ancho, margen interno con 5 ganchos de acoplamiento, segmento distal subrectangular, margen externo recto en su porción medial, longitud 2.0 veces el ancho, márgenes distal y lateral con 23 setas simples.

Pleópodo II (Fig. 60A-60F), protopodito subcuadrado con borde proximal externo redondeado, margen interno con una espina larga y simple en la articulación con el endopodito; en vista dorsal, base del exopodito con dos espinas distales en el borde interno, exopodito ovalado con escamas cuticulares pequeñas dirigidas distalmente en el margen dorsal interno, margen distal del exopodito con 21 setas plumosas; endopodito esbelto, con la superficie pubescente, porción mesial curvada, tan largo como 3.5 veces su ancho, similar en longitud del exopodito y 0.61 veces el protopodito, procesos interno y externo prominentes, el externo con una sutura cercana a la base, ápice del endopodito con tres procesos: cánula cónica, corta, como una lámina enrollada con el ápice truncado y más baja que el proceso caudal, no cerrada completamente porque se continúa con la fisura angosta y profunda, que se extiende proximalmente desde la cánula a más de tres veces su largo; proceso mesial evidente en la base de la cánula, triangular, con surcos someros en su superficie y delimitando el inicio de la fisura, que en este punto lo separa de la base del proceso caudal para luego continuarse proximalmente; proceso caudal robusto, subcónico, con el ápice redondeado, armado en la superficie dorsal subapical con 1–17 peines de espinas dirigidas proximalmente, dispuestos a manera de escamas cuticulares; la superficie entre los peines presenta algo parecido a pubescencia, similares a vellosidades cortas.

Pleópodo III (Fig. 59B), exopodito ovalado con margen de la mitad distal setoso, 18 setas plumosas distales y 13 setas simples en el margen externo, tan largo como 1.2 veces y tan ancho como 1.8 veces el endopodito; sutura transversal en la mitad proximal; endopodito ovalado, pequeño, 0.77 de la longitud del exopodito.

Pleópodo IV (Fig. 59C), exopodito tan largo como 1.9 veces el ancho, margen proximal externo con una sutura transversal irregular y completa, cercana a la articulación del pleópodo; endopodito 0.87 de la longitud del exopodito.

Pleópodo V (Fig. 59D), exopodito suboval, su longitud 1.8 veces el ancho, sutura transversal no evidente; endopodito tan largo como 0.91 y tan ancho como 0.92 del exopodito.

Pleotelson (Fig. 59E), subcuadrado, ligeramente más ancho que largo, 1.2 veces, márgenes laterales paralelos, con setas simples, lóbulo caudomesial producido, ancho y redondeado.

Urópodos (Fig. 59F), 0.78 de la longitud del pleotelson, armados con setas marginales robustas, setas apicales del endopodito y exopodito de tan largas como la mitad del endopodito; endopodito oval, tan largo como el protopodito; exopodito tan largo como 0.85 del protopodito.

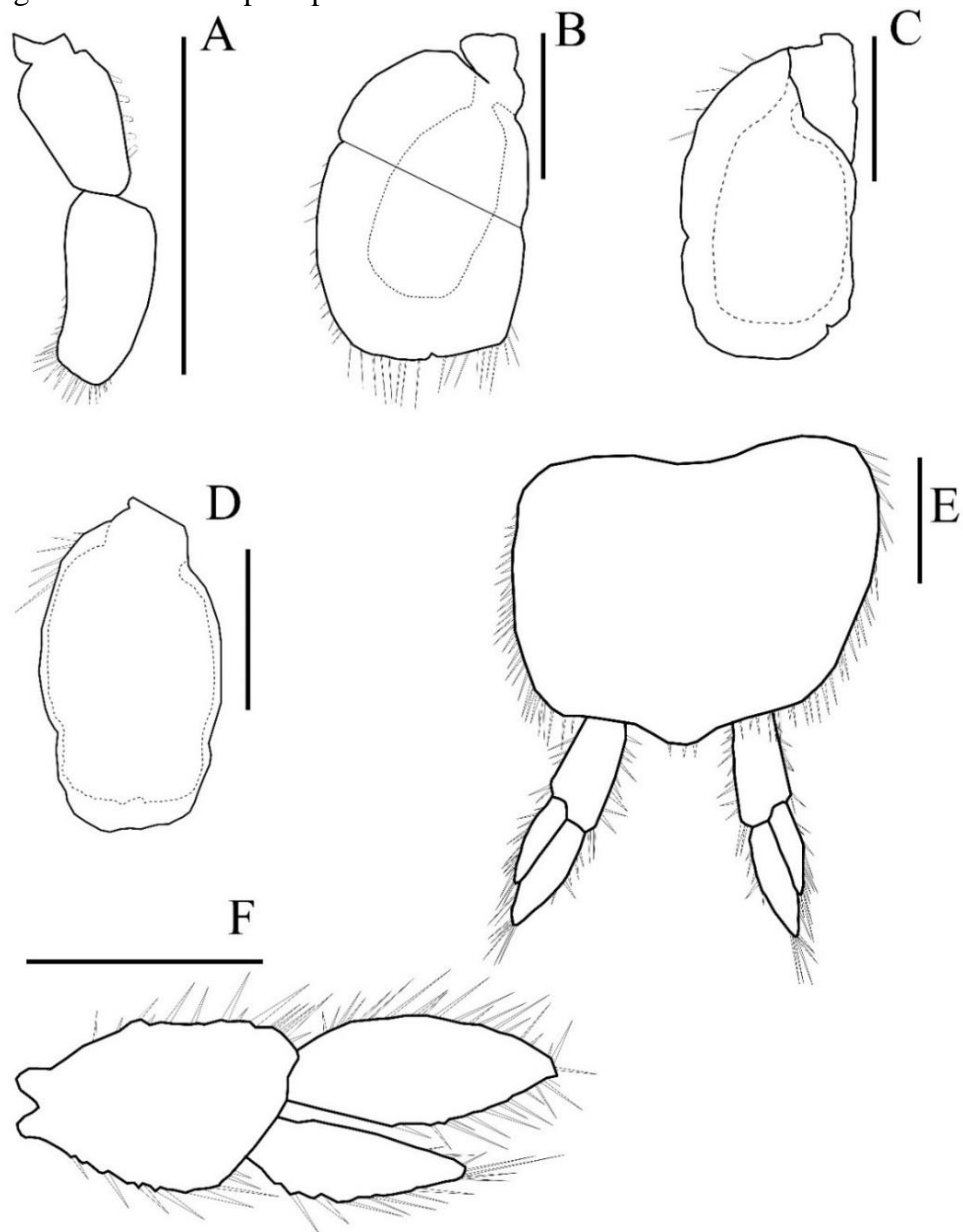


Figura 59. *Caecidotea* sp. 7. Forma Yuriria, macho de disección (CNCR 35529), 7.6 mm, pleópodos derechos. A, pleópodo I; B, pleópodo III; C, pleópodo IV; D, pleópodo V; E, pleotelson y urópodos; F, urópodo derecho. Escalas A-F = 1mm.

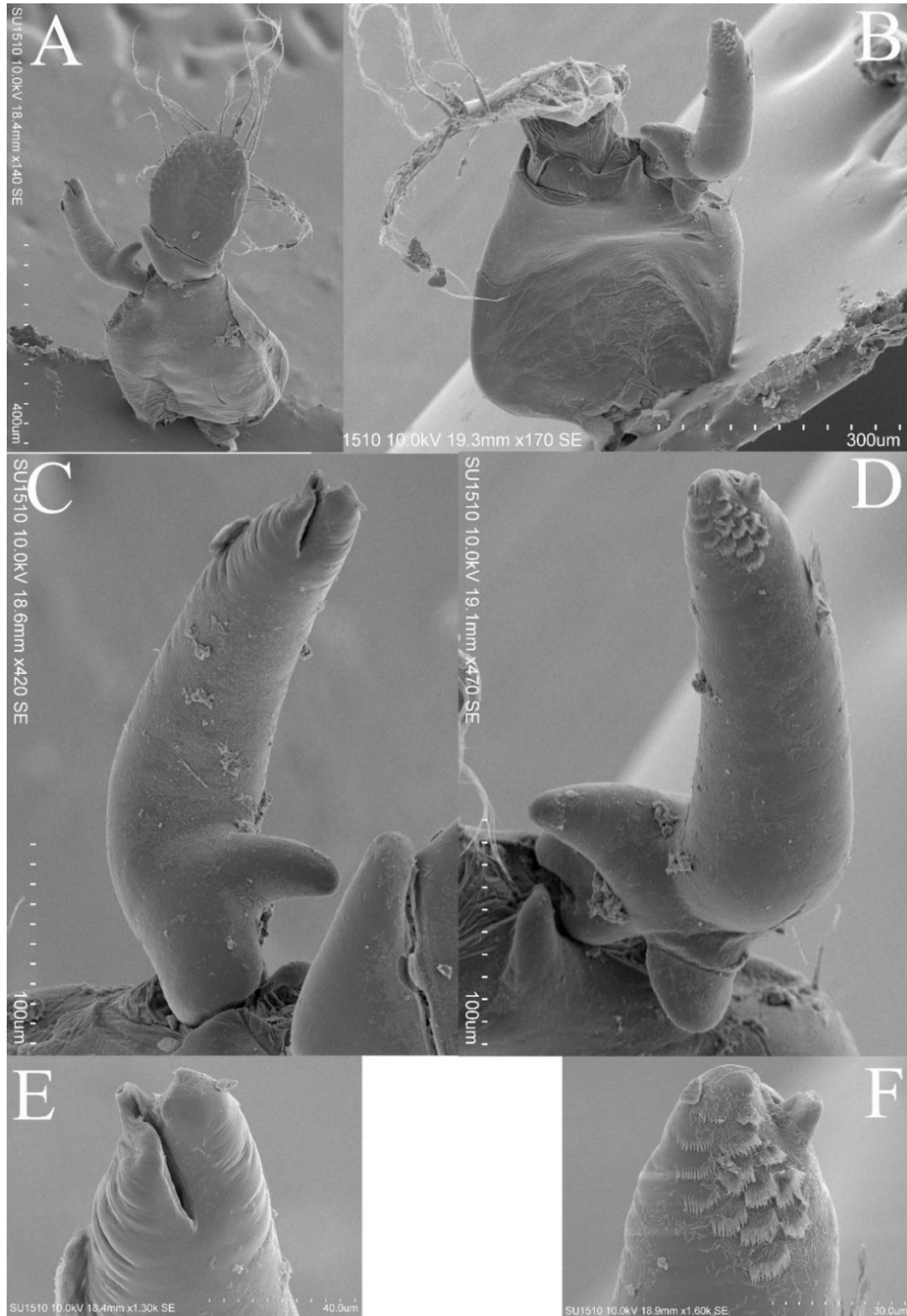


Figura 60. *Caecidotea* sp. 7 Forma Yuriria, macho de disección (CNCR 35529), 7.6 mm. A, pleópodo II derecho vista dorsal; B, pleópodo II derecho vista ventral; C, endopodito pleópodo II vista dorsal; D, endopodito pleópodo II vista ventral. Escalas A = 400µm, B = 300 µm, C-D = 100µm, E = 40µm, F = 30 µm.

Hábitat: Esta especie se localizó entre las raíces del lirio acuático *Eichornia crassipes*, que flotaban en un canal de aproximadamente 2 metros de ancho por un metro de profundidad, que sale de la laguna de Yuriria y hace conexión con la carretera 43 Valle De Santiago-Uriangato, casi llegando al entronque con la carretera 43D Morelia-Salamanca.

Distribución: Conocida solo de la localidad de recolecta (Fig. 61).

Observaciones: Esta Forma representa el primer registro del género *Caecidotea* para el estado de Guanajuato. Su morfología es similar a la Forma de la laguna de Zacapu, entre otros caracteres se pueden diferenciar por la sutura transversal del pleópodo IV, que en los ejemplares de Zacapu es incompleta y en los de Yuriria es completa.



Figura 61. Localidad de recolecta *Caecidotea* sp. 7. Laguna de Yuriria, Guanajuato, México.

***Caecidotea camaxtli* García-Vázquez, Rodríguez-Almaraz y Pedraza Lara, 2019**
Figs 62–66

Material examinado: *Holotipo*, macho, longitud 13.5 mm; Laguna El Ojito (09° 26' 11.02" N, 98° 07' 06.21" W; 2,417 msnm), San Luis Apizaquito, Municipio de Apizaco, Tlaxcala, México, canal de agua adyacente a la carretera de acceso principal debajo del puente; 2 de abril 2017; recols. García-Vázquez L, García J. y Martínez S.; CNCR 35080.

Paratipos, macho, longitud corporal 13 mm; mismos datos de localidad, fecha de recolecta y recolectores, que el holotipo; partes disectadas pereiópodo I, pleópodo II y las papilas genitales izquierdas; CNCR 35081. Estructuras disectadas para dibujos de los pleópodos izquierdos I, III, IV y V en el tubo del espécimen; CNCR 35084. Hembra, longitud corporal 6,4 mm; CNCR 35082.

Otros ejemplares 15 machos y 15 hembras (CNCR 35083); 10 machos y 10 hembras (FCB-UANL-C440-08177), todos con los mismos datos de recolecta y recolectores, que el holotipo.

Diagnosis: Cuerpo del macho tan largo como 3.0 veces su ancho. Cabeza trapezoidal, tan ancha como 2.0 veces su longitud, margen anterior casi cóncavo; Margen anterior de la cabeza cóncavo, longitud aproximadamente 2.0 veces el ancho; lóbulos postmandibulares no producidos. Pleotelson márgenes laterales paralelos, lóbulo caudal redondeado. Pleópodo II exopodito oval, tan largo como el endopodito; Punta del endopodito con tres procesos, proceso caudal con escamas cuticulares. Urópodos con endopoditos anchos, lanceolados.

Descripción: Macho (CNCR 35080) 13.5 mm (Fig. 62A, 66A–B); pleotelson con setas tan largas como el artículo antenular 1. Ancho de la cabeza 2.0 veces la longitud, margen anterior cóncavo. Ojos presentes, pigmentados, 1.9 veces más largos que anchos. Márgenes laterales con varias setas. Lóbulos postmandibulares no producidos. Pereionitos márgenes laterales subrectangulares con varias setas de la misma longitud que el primer artículo antenular en los bordes inferior y superior.

Pereionito 1 1.5 longitud de los pereionitos 2–3; pereionitos 6 y 7 ligeramente más anchos; pereionitos 4–7 más anchos, margen latera subrectangular, estrechamiento posterior. Papilas genitales en forma de tubo ventralmente en pereionito 7 y pleonito 1 (Fig. 64F, 64G) con 1-3 espinas pequeñas ubicadas en el margen ventral posterior del último segmento torácico.

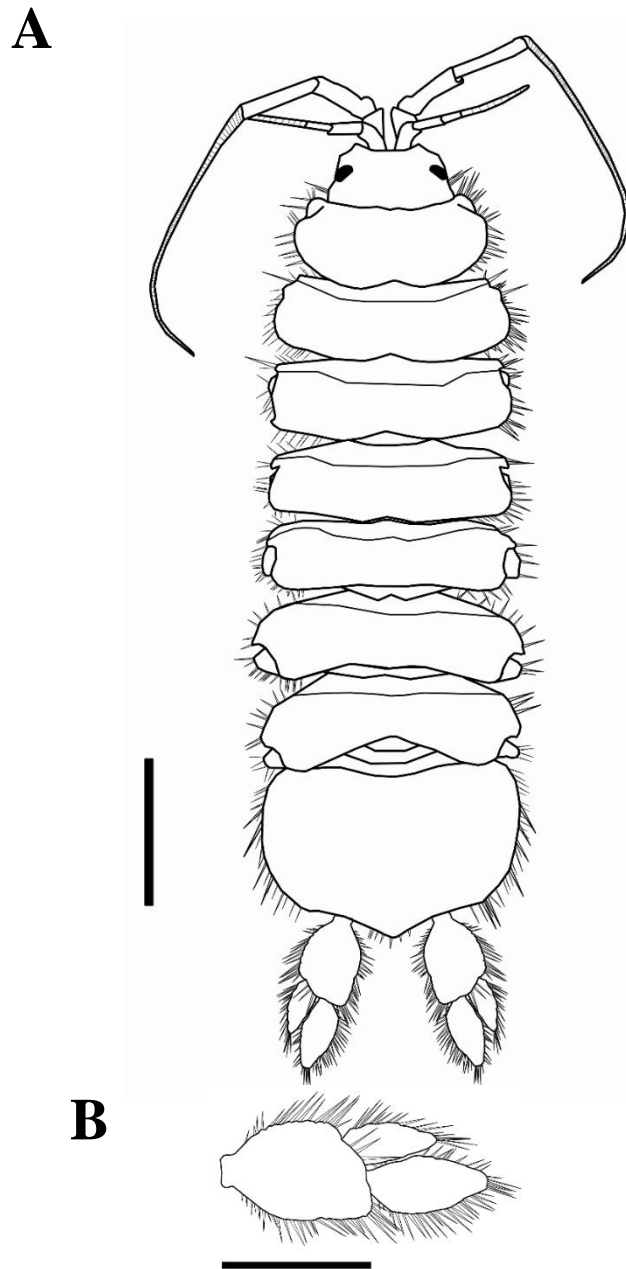


Figura 62. *Caacidotea camaxtli* sp. nov. Laguna El Ojito, San Luis Apizaquito, Municipio de Apizaco: Holotipo macho (CNCR 35080) longitud total 13.5 mm, A, habitus macho; B, urópodo derecho del macho. Barras de escala = 2.5 mm (A), 1.4 mm (B), 1 mm.

Anténula flagelo con 10 artículos en ambos lados, alcanzando el borde distal del último segmento antenal del pedúnculo cuando se proyecta hacia adelante; penúltimos segmentos con aestetascos en fórmula 1–0–1–1. Flagelo de antena con 77 artículos; artículo proximal más largo que ancho; siguientes artículos disminuyendo en longitud.

Pereiópodo I (Figs. 63A, 64A), longitud del dactilo 1.3 veces la longitud de la palma, borde interno con dentado distinto distalmente antes de la garra; margen palmar con protuberancia redondeada en la articulación del dactilo; proceso mesial y distal con hileras de setas simples en ambos bordes laterales. Pereiópodos II – III (Fig. 63B, 63C), no son dimorfos en longitudes iguales. Pereiópodo IV (Fig. 63D), dimorfo, longitud de dactilo cerca de la longitud del propodio, dactilo con fila de tres espinas fuertes. Pereiópodo V (Fig. 63E), propodio subigual a la longitud del carpo. Pereiópodo VI (Fig. 63F), longitud similar al pereiópodo VII, longitud del propodio similar al carpo; Mero con proyección subcircular en el punto medio del margen externo. Pereiópodo VII (Fig. 63G), longitud 2.9 veces la longitud del cuerpo; mero con carina en el punto medio del margen inferior.

Pleópodo I (Fig. 65A), longitud 1.3 veces longitud del pleópodo II; protopodito subtriangular, margen proximal redondeado, longitud 1.7 veces ancho, margen interno con 4–6 ganchos de acoplamiento, segmento distal subrectangular, margen externo cóncavo, longitud 1.8 ancho, longitud subigual a longitud del artículo proximal, margen distal y márgenes laterales con 22–25 setas simples.

Pleópodo II (Fig. 64C-64E), protopodito subcircular, en forma de lágrima, con 1 seta robusta cerca del ángulo distal externo; margen externo del segmento proximal del exopodito con 4 setas simples; artículo distal del exopodito ovalado, margen con 17–25 largas setas plumosas; endopodito delgado, longitud 3.6 veces el ancho, porción medial curva, longitud 1.3 veces la longitud del exopodito, longitud del endopodito 1.6 veces la longitud del protopodito, procesos interno y externo prominentes, ápice del endopodito con 3 procesos, proceso caudal con protuberancias, cánula alcanza la mitad del proceso caudal con ápice subcilíndrico

terminando en pico agudo, proceso mesial evidente en la base de la cánula (Fig. 64B); endopodito armado con peines de escamas cuticulares 5–15.

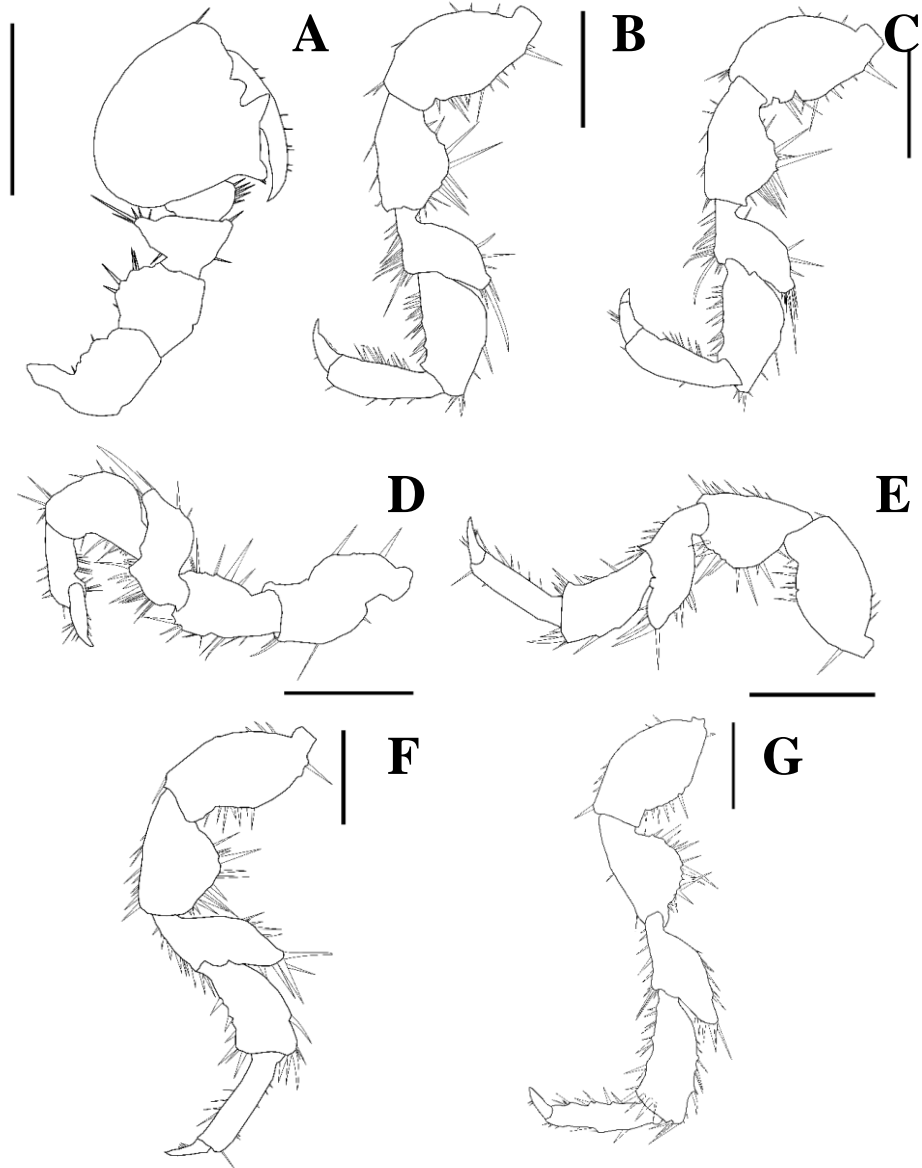


Figura 63. *Caecidotea camaxtli* sp. nov. Laguna El Ojito, San Luis Apizaquito, Municipio de Apizaco: Holotipo macho (CNCR 35080) longitud total 13.0 mm, A, pereiópodo I; B, pereiópodo II; C, pereiópodo III; D, pereiópodo IV; E, pereiópodo V; F, pereiópodo VI; G, pereiópodo VII. Barras de escala = 1 mm (A–G).

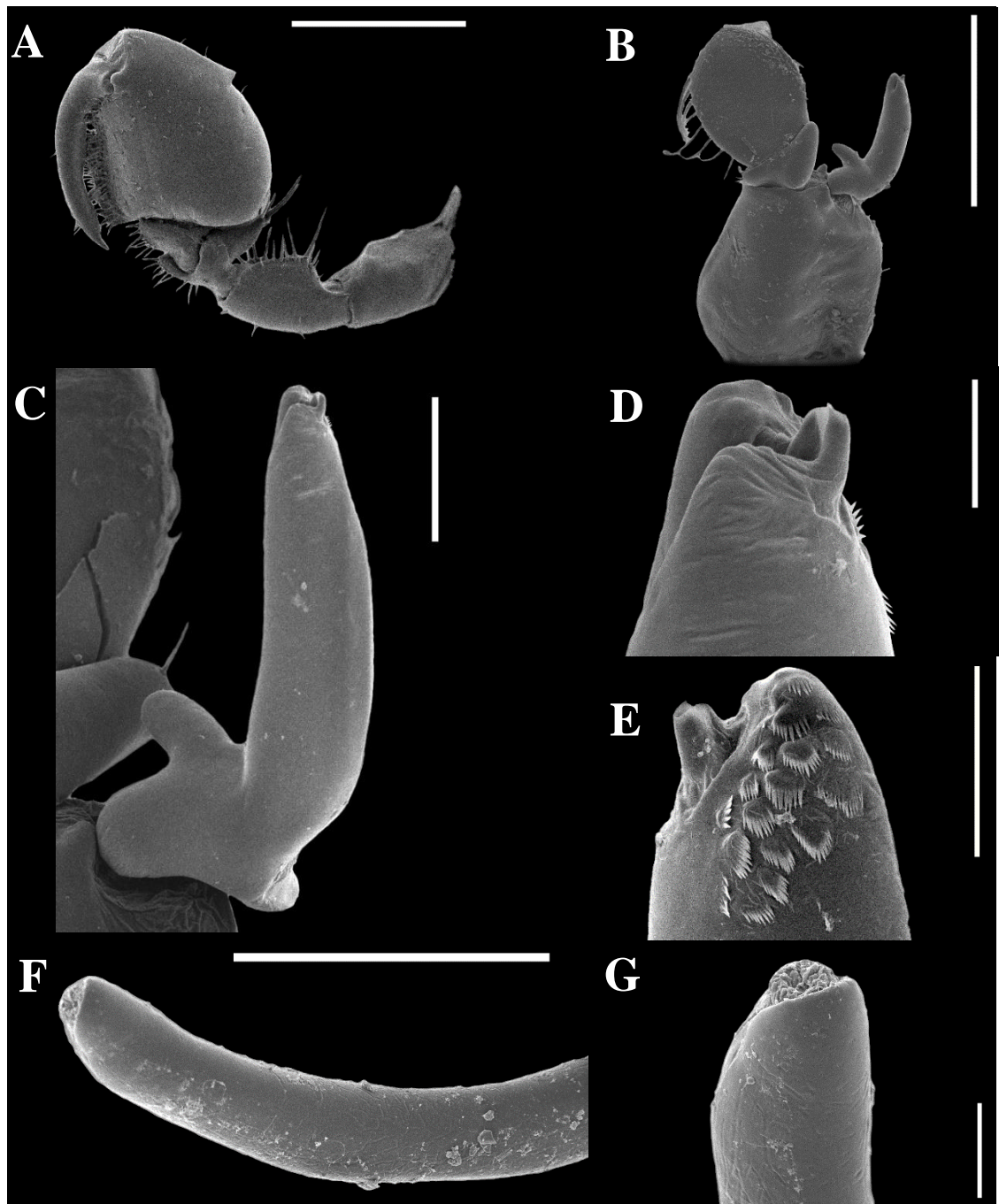


Figura 64. *Caecidotea camaxtli* sp. nov. Laguna El Ojito, San Luis Apizaquito, Municipio de Apizaco: Paratipo macho (CNCR 35081) longitud total 13.0 mm, A, pereiópodo I izquierdo; B, pleópodo II izquierdo; C, endopodito pleópodo II; D, y E, vistas dorsal y ventral del ápice del endopodito; F, papila genital izquierda, vista dorsal; G, ápice papila gnital. Barras de escala = 1 mm (A), 500 μ m (B), 100 μ m (C), 30 μ m (D), 40 μ m (E), 300 μ m (F), 50 μ m (G).

Pleópodo III (Fig. 65B), exopodito ovalado con margen distal setoso, longitud 1.4 veces la longitud del endopodito, ancho 1.8 veces el ancho del endopodito, con sutura transversal, margen distal con 23 setas plumosas, margen exterior con 24–26 setas simples; endopodito pequeño ovalado 1,4 veces la longitud del exopodito.

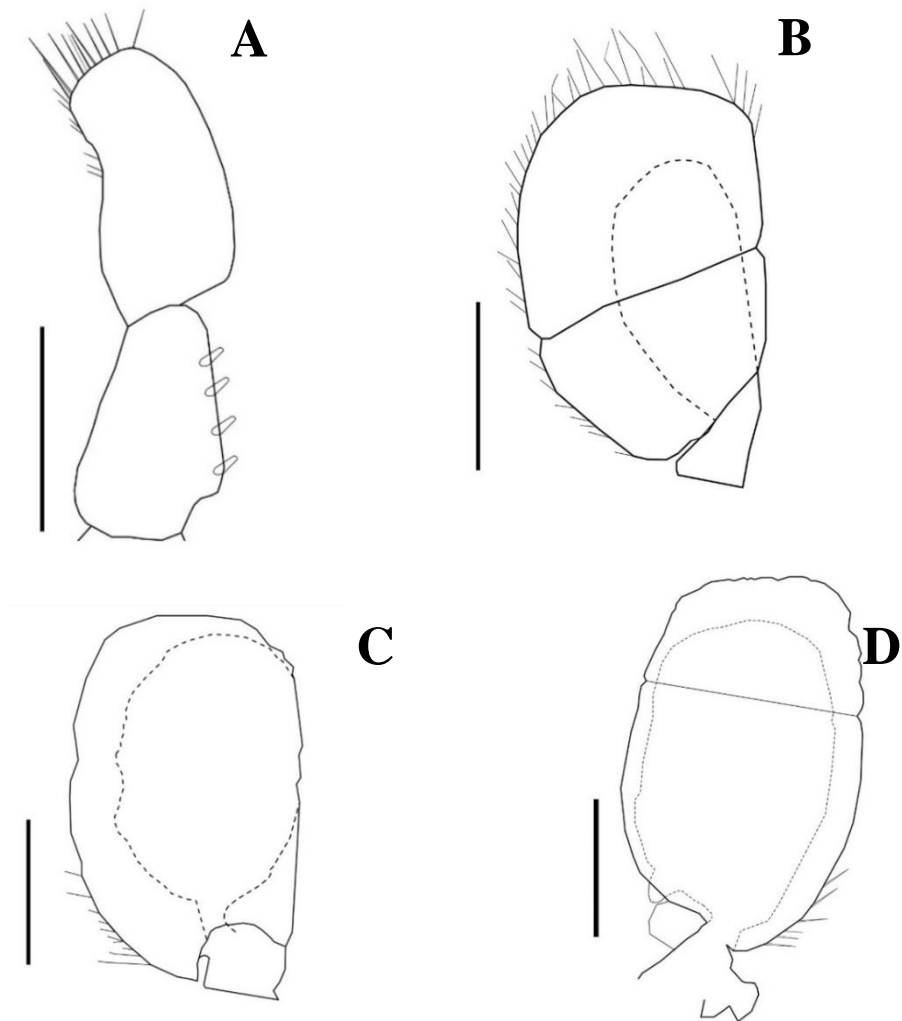


Figura 65. *Caecidotea camaxtli* sp. nov. Laguna El Ojito, San Luis Apizaquito, Municipio de Apizaco: Paratipo macho (CNCR 35081) longitud total 13.0 mm, pleópodos izquierdos A, Pleópodo I; B, Pleópodo III; C, Pleópodo IV; D, Pleópodo V. Barras de escala = 0.3mm (A), 0.5 mm (B–D).

Pleópodo IV margen distal del exopodito con 10 setas proximales, longitud 1.6 veces el ancho; longitud 1.2 veces la longitud del endopodito (Fig. 65C).

Pleópodo V (Fig. 65D), exopodito subrectangular, longitud 1.6 veces el ancho, sutura transversal presente; margen externo proximal del exopodito con 7 setas simples, longitud 1.4 veces la longitud del endopodito, ancho 1.3 veces el ancho del endopodito; longitud del endopodito 1.6 veces su ancho.

Pleotelson (Fig. 62A), ancho 1.2 veces el largo, márgenes laterales paralelos, con varias setas simples, lóbulo caudomedial redondeado. Urópodos (Fig. 62B), longitud subigual a la longitud del pleotelson, armados profusamente con setas robustas; endopodito ancho lanceolado, longitud 0.8 veces la longitud del protopodito, longitud 0.7 veces la longitud del exopodito; longitud del exopodito 2.2 veces su ancho; longitud del protopodito 1.5 veces su ancho.



Figura 66. *Caecidotea camaxtli* sp. nov. Laguna El Ojito, San Luis Apizaquito, Municipio de Apizaco: Holotipo macho (CNCR 35080) longitud total 13.5 mm, A, vista dorsal; B, vista lateral. Barras de escala = 2.5 mm (A, B).

Hábitat: Esta especie se encontró en un pequeño reservorio, que fue creado al para almacenar el agua que brota de un manantial. Los especímenes estaban asociados con las raíces de la vegetación ribereña sumergida, así como en rocas volcánicas sumergidas dentro de los canales que fluyen hacia afuera del reservorio.

Localidad tipo: Laguna El Ojito (09° 26' 11.02" N, 98° 07' 06.21" W; 2,417 msnm), San Luis Apizaquito, Municipio de Apizaco, Tlaxcala, México, canal de agua adyacente a la carretera de acceso principal debajo del puente.

Distribución: Conocida solo de la localidad tipo (Fig. 67).

Observaciones: Entre las especies epigeas mexicanas de *Caecidotea*, los machos de *C. camaxtli* sp. nov. tienen el cuerpo más largo (13 mm en promedio; *C. puebla*: 10.3 mm *C. xochimilca*: 10.5 mm, *C. williamsi*: 4.4 mm) (Cole y Minckley 1968; Rocha-Ramírez y Peñaloza-Daniel 2011; Escobar-Briones y Alcocer 2002). *C. camaxtli* sp. nov. se puede distinguir de sus congéneres epigeas mexicanos por la forma de los pereiópodos, la quetotaxia del pereiópodo I, así como el borde sinuoso de la palma, pleotelson con márgenes laterales paralelos, lóbulo caudomedial redondeado y por la forma del protopodito del pleópodo II con el margen proximal redondeado en forma de gota. Además, por la presencia de tres procesos en el ápice del endopodito: un proceso caudal largo y redondeado con escamas cuticulares, un proceso mesial y una cánula corta simple. *C. camaxtli* sp. nov. puede separarse de *C. communis* por la posesión de un protopodito en forma de gota del pleópodo II y por los urópodos lanceolados y más anchos que están profusamente cubiertos por setas, mientras que *C. communis* muestra un protopodito subcuadrado de pleópodo II y urópodos más delgados con escasa cobertura de setas. Por último, es importante mencionar que esta especie fue recolectada, descrita y publicada durante el desarrollo de esta tesis y se presentará como requisito de titulación.



Figura 67. Localidad tipo *C. camaxtli*.

Actualización de la distribución del género *Caecidotea* en México

El mapa obtenido a partir de las recolectas realizadas en este estudio más los registros existentes en la literatura muestran que el género *Caecidotea* se distribuye principalmente sobre la FVTM en la región central de México llegando hasta el sureste de Chiapas (Fig. 68), sin embargo, existen áreas donde el género no ha sido reportado, lo cual representa una nueva ventana de oportunidad para futuros estudios.

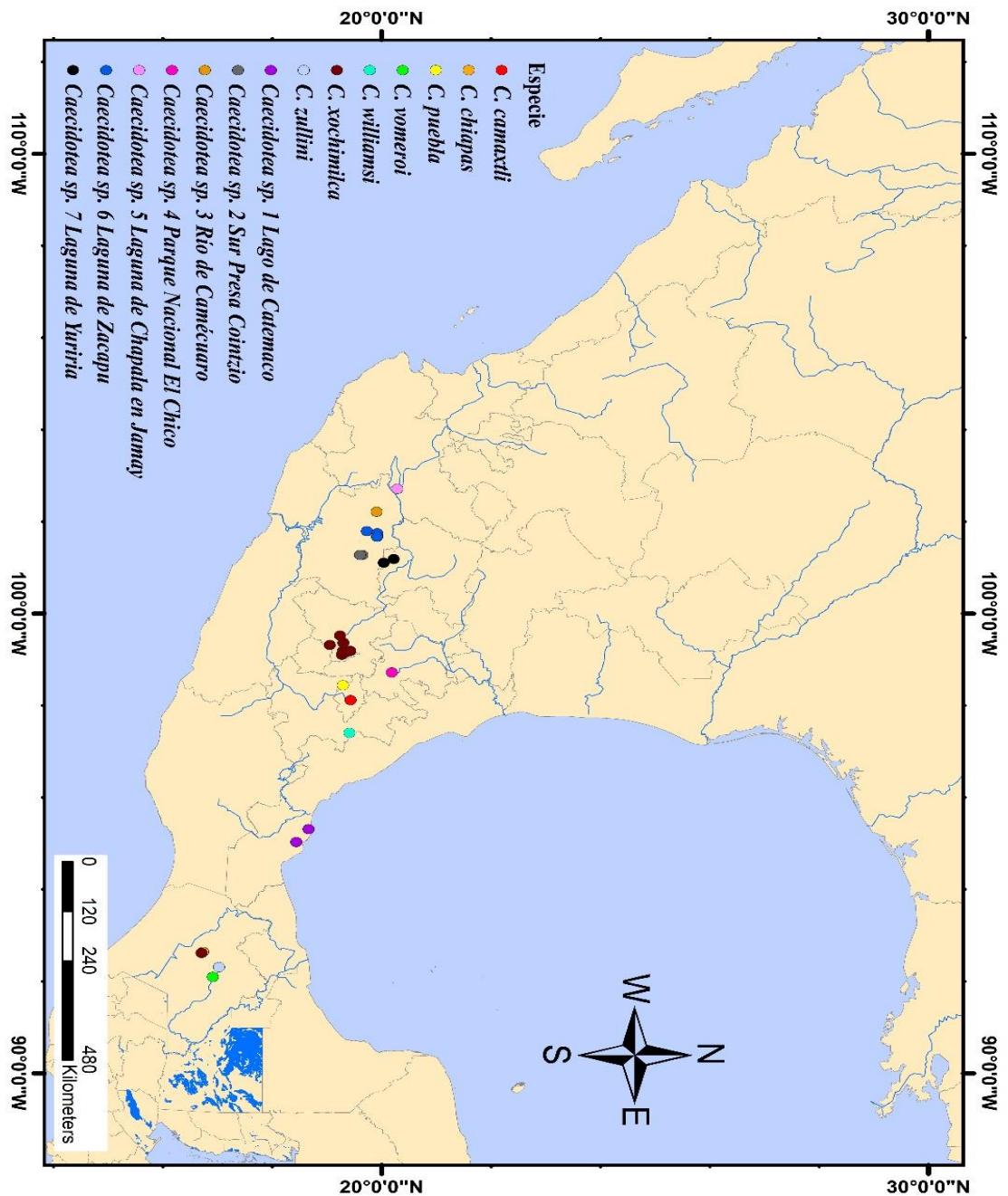


Figura 68. Mapa actualizado de la distribución de las especies de *Caecidotea* de México.

DISCUSIÓN

Desde el punto de vista taxonómico nuestros resultados nos han permitido reconocer la presencia de ocho nuevos endemismos, uno en los estados de Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Tlaxcala y Veracruz y para tres Michoacán, donde la especie proveniente del Lago de Catemaco había sido previamente identificada como *C. communis* por Argano (1977) y las otras siete especies corresponden a nuevos registros para México. Se destaca la necesidad de una mayor cantidad de muestreos en territorio nacional, específicamente en las zonas geográficas con patrones similares en cuanto a la estructura hidrográfica del río Lerma, pues la mayoría de los ejemplares de *Caecidotea*, fueron capturados en cuerpos de agua como lagos, presas y canales de características de turbiedad, conductividad, oxígeno disuelto y vegetación acuática similares. Es posible que un mayor esfuerzo de muestreo contribuirá al descubrimiento de nuevos endemismos para el género.

Otro punto importante para tratar es el de la conservación de las especies de este grupo de isópodos, pues al tratarse de organismos dulceacuícolas, el calentamiento global, cambio climático y las presiones antropogénicas ejercidas sobre sus hábitats, comprometen su subsistencia (Rocha-Ramírez *et al.* 2012). Hasta el momento ninguna de las especies mexicanas del género *Caecidotea*, se encuentra nombrada en alguna categoría de conservación de la NOM 059, ni en la lista roja de especies en peligro (Internacional Union for Conservation of Nature), ya que como menciona Jiménez (2017), esto puede estar directamente relacionado con la escasa información biológica y ecológica de las especies mexicanas, por lo que es de gran relevancia que se conduzcan estudios referentes a este par de temas que permitan diseñar planes de conservación que eviten la fragmentación de la población, pues como resultado de los análisis de esta tesis, se comprueba que existen endemismos por cuenca hidrográfica lo cual contribuye a que presenten distribuciones restringidas. Rocha-Ramírez y colaboradores (2012), concluyen que los isópodos endémicos presentan números elevados de especies y un número bajo de especies compartidas entre localidades. Hasta este punto nos referíamos a las especies epigeas, pero existe otro tema aún más delicado y son las especies hipogeas, pues habitan refugios subterráneos, los cuales podrían ser poblaciones más vulnerables debido a diversas presiones antropogénicas (Rocha-Ramírez *et al.* 2012).

LITERATURA CITADA

- Argano R. 1972. An asellid of the subterranean waters of Veracruz, Mexico (Crustacea, Isopoda). *Accademia Nazionale dei Lincei Quaderno*. 171: 35–42.
- Argano R. 1977. Asellota del Messico meridionale e Guatemala (Crustacea, Isopoda). *Accademia Nazionale dei Lincei*. 171: 101–124.
- Bowman TE. 1974. The California freshwater isopod, *Asellus tomalensis*, rediscovered and compared with *Asellus occidentalis*. *Hydrobiologia*. 44(4): 431–441.
- Bowman TE. 1975. Three new troglobitic asellids from Western North America (Crustacea: Isopoda: Asellidae). *International Journal of Speleology*. 7: 339–356.
- Bowman TE, Holmquist C. *Asellus (Asellus) alaskensis* n.sp., the first Alaskan *Asellus*, with remarks on its asian affinities (Crustacea: Isopoda: Asellidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington*. 88: 59–72.
- Campos EJO, Lermo SJF, Antayhua VVY, Chavacán M, Ramón MVM. 2015. The Aztlán Fault System: control on the emplacement of the Chichinautzin Range volcanism, southern Mexico Basin, Mexico. Seismic and gravity characterization. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 67(2): 315–335.
- Cole GA, Minckley WL. 1968. A new species of aquatic isopod crustacean (genus *Asellus*) from the Puebla Plateau, central Mexico. *Proceedings of the Biological Society of Washington*. 81: 755–760.
- Creaser EP. 1938. Large Cave Crustacea of the Yucatan Peninsula. *Carnegie Institution of Washington Publication*. 491: 159–164.
- Eberly W. 1966. A new troglobitic isopod (Asellidae) from southern Indiana. *Proceedings of the Indiana Academy of Science*. 75: 286–288.
- Ellis RJ. 1971. Notes on the biology of the isopod *Asellus tomalensis* Harford in an intermittent pond. *Transactions of the American Microscopical Society*. 90: 51–61.
- Escobar BE, Alcocer J. 2002. *Caecidotea williamsi* (Crustacea: Isopoda: Asellidae), a new species from a saline crater-lake in the eastern Mexican plateau. *Hydrobiologia*. 477: 93–105.
- Espinosa D, Ocegueda S, 2007. Introducción. In *Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana*, I. Luna, J. J. Morrone y D. Espinosa (eds.). Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. p. 5–6.
- Ferrari L, Orozco ET, Manea V, Manea M. 2012, The dynamic history of the Trans-Mexican Volcanic Belt and the Mexico subduction zone: Tectonophysics, 522, 122–149.
- Fleming LE. 1972A. The evolution of the eastern North America isopods of the genus *Asellus* (Crustacea: Asellidae). Part I. *International Journal of Speleology*. 4: 221–256.
- Fleming, L. E. 1973. The evolution on the eastern North American isopods of the genus *Asellus* (Crustacea, Asellidae), part II. *International Journal of Speleology*, 5:283–310.

- Fleming LE. 1972B. Four new species of troglobitic asellids (Crustacea: Isopoda) from the United States. *Proceedings of the Biological Society of Washington*. 84 (57): 489–500.
- García VL. 2013. Variación morfológica en isópodos del género *Caecidotea* (Packard, 1871) (Crustacea: Peracarida: Isopoda) de México. Tesis de Licenciatura Facultad de Ciencias, Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. 67 p.
- García VL, Rodríguez AG, Pedraza LC. 2019. *Caecidotea camaxtli* (Isopoda: Asellidae) a new species from the Tlaxcala valley, Mexico. *Zootaxa*. 4624 (3): 377–386.
- Henry JP, Magniez G. 1968. Sur la systématique et la biogéographie des Asellides. *Comptes Rendus de l'Academie des Sciences, Paris*. 267: 87–89.
- Henry JP, Magniez G. 1970. Contribution a la systématique des asellides (Crustacea, Isopoda). *Annales de Spéleologie*. 25 (2): 335–367.
- Henry JP, Lewis JJ, Magniez G. 1982. Isopoda: Asellota: Aselloidea, Gnathostenetroidoidea, Stenetrioidea. In: Botosaneanu L. (ed.). *Stygofauna Mundi*. E. J. Brill / Dr. W. Backhuys, Leiden. p. 434–464.
- Holsinger JR, Steeves HR. 1971. A new species of subterranean isopod crustacean (Asellidae) from the central Appalachians, with remarks on the distribution of other isopods of the region. *Proceedings of the Biological Society of Washington*. 84 (23): 189–200.
- Jiménez MC. 2017. Taxonomía morfológica del género *Caecidotea* (Isopoda: Asellidae): con comentarios sobre su distribución geográfica en México. Tesis de Licenciatura Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León. 115 p.
- Lewis JJ, Martin JW, Wetzer R. 2003. *Columbasellus acheron*, a new genus and species of subterranean isopod from Washington (Crustacea: Isopoda: Asellidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 16(1):190–197.
- Martínez AA, Ceccarelli FS, Eguiarte LE, Vázquez DE, Pérez PDG. 2014. Do the Historical Biogeography and Evolutionary History of the Digenean *Margotrema* spp. across Central Mexico Mirror Those of Their Freshwater Fish Hosts (Goodeinae)? *PLoS ONE* 9(7): 1–12.
- Rocha RA, Peñaloza DA. 2011. *Caecidotea xochimilca* (Isopoda, Asellidae), a new species from lake Xochimilco, Mexico, with a key to Mexican species of the genus *Caecidotea*. *Crustaceana*. 84 (1): 93–106.
- Rocha RA, Alcocer DJ, Chávez LR, Escobar BE, Villalobos HJ. 2012. Guía de identificación de isópodos acuáticos continentales mexicanos. Coordinación editorial de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, Estado de México, México. 358 p.
- Say T. 1818. An account of the Crustacea of the United States, part 7. *Journal of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*. 1: 374–401.

- Stammer HJ. 1932. Zur Kenntnis der Verbreitung und Systematik der Gattung *Asellus*, insbesondere der mitteleuropäischen Arten (Isopoda). Zoologischer Anzeiger. 99: 113–131.
- Schönhuth S, Blum MJ, Lozano VL, Neely DA, Varela RA, Espinosa H, Perdices A, Mayden RL. 2011. Inter-basin exchange and repeated headwater capture across the Sierra Madre Occidental inferred from the phylogeography of Mexican stonerollers. Journal of Biogeography. 38: 1406–1421.
- Sigala I, Caballero M, Correa MA, Lozano GS, Vázquez G, Pérez L, Zawisza E. 2017. Basic limnology of 30 continental waterbodies of the Transmexican Volcanic Belt across climatic and environmental gradients. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana. 69(2): 313–370.
- Steeves HR. 1963A. The troglobitic asellids of the United States: the Stygius Group. American Midland Naturalist. 69 (2): 470–481.
- Steeves HR. 1963B. Two new troglobitic asellids from West Virginia. American Midland Naturalist. 70 (2): 462–465.
- Steeves HR. 1964. The troglobitic asellids of the United States: the Hobbsi Group. American Midland Naturalist. 71 (2): 445–451.
- Steeves HR. 1965. Two New Species of Troglobitic Asellids from the United States. The American Midland Naturalist. 73(1): 81–84.
- Steeves HR. 1966. Evolutionary aspects of the troglobitic asellids from Tennessee: The Hobbsi, Stygius, and Canulus groups. American Midland Naturalist. 75 (2): 392–403.
- Steeves HR. 1968. Three new species of troglobitic Asellids from Texas. American Midland Naturalist. 79: 183–188.
- Steeves HR, Holsinger JR. 1968. Biology of three new species of troglobitic asellids from Tennessee. American Midland Naturalist. 1: 75–83.
- Steeves HR, Seidenberg AJ. 1971. A new species of troglobitic asellid from Illinois. American Midland Naturalist. 85 (1): 231–234.
- Williams WD. 1970. A revision of North American epigeal species of *Asellus* (Crustacea: Isopoda). Smithsonian Contributions to Zoology 49: 1–79.
- Williams WD. 1972. Freshwater Isopods (Asellidae) of North America. Biota of Freshwater Ecosystems Identification Manual. U.S. Environmental Protection Agency. 7: 1–45.

CAPÍTULO III. CATÁLOGO DE LAS ESPECIES DEL GÉNERO *CAECIDOTEA* (CRUSTACEA: ISOPODA) DE AMÉRICA

RESUMEN

Se presenta un catálogo de las especies del género *Caecidotea* depositadas en la Colección de Zoología de Invertebrados del Museo Nacional de Historia Natural, Smithsonian (USNM), Maryland, Estados Unidos, así como de las especies depositadas en la Colección Nacional de Crustáceos (CNCR) del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Se realizó una actualización de la lista de especies y subespecies válidas para un nuevo total de 92 especies y cinco subespecies. De las 82 especies depositadas en la colección del USNM se fotografiaron 80 especies y cuatro subespecies. Se necesita fotografiar las siguientes especies para completar el catálogo, *C. bicrenata*, *C. cyrtorhynchus*, *C. extensolinguala*, *C. insula*, *C. lesliei*, *C. metcalfi*, *C. mitchelli*, *C. pasquinii*, *C. scypha*, *C. sinuncus*, *C. vomeroi* y *C. zullini*, y la subespecie *Caecidotea bivittatus brevicauda*, esto debido a que no están depositadas en el USNM o no fueron localizadas en la colección. De la CNCR únicamente cuatro especies epigeas fueron fotografiadas, ya que las especies de cuevas no se encuentran en la colección, y se localizan en la Universidad de Roma y la Universidad de Verona, Italia. Proponemos la recolecta de tales especies: *C. chiapas*, *C. pasquinii*, *C. vomeroi* y *C. zullini* y que estas sean depositadas en el acervo biológico nacional en la Colección Nacional de Crustáceos. Proponemos que se incluyan fotografías como en las láminas de este trabajo en futuras descripciones de especies, en caso de que la serie tipo llegase a sufrir algún tipo de daño al menos quede registro fotográfico.

ABSTRACT

It is presented a catalog of the species of the genus *Caecidotea* deposited in the Invertebrate Zoology Collection of the National Museum of Natural History, Smithsonian (USNM), Maryland, United States, as well as the species deposited in the National Crustacean Collection (CNCR) from the Biology Institute of the National Autonomous University of Mexico. An update of the list of valid species and subspecies was made for a new total of 92 species and five subspecies. Of the 82 species deposited in the USNM collection, 80 species and four subspecies were photographed. The following species need to be photographed to complete the catalog: *C. bicrenata*, *C. cyrtorhynchus*, *C. extensolinguala*, *C. insula*, *C. lesliei*, *C. metcalfi*, *C. mitchelli*, *C. pasquinii*, *C. scypha*, *C. sinuncus*, *C. vomeroi* and *C. zullini*, and the subspecies *Caecidotea bivittatus brevicauda*, because they are not deposited in the USNM or were not located in that collection. Of the CNCR only four epigeal species were photographed, the cave species are not present in the collection, and are located in Italy at the University of Rome and the University of Verona. We propose the need to collect such species (*C. chiapas*, *C. pasquinii*, *C. vomeroi* and *C. zullini*) so they can be available as topotypes in Mexico. We propose that photographs be included as in the plates of this work in future species descriptions, in case the type series suffers some type of damage at least a photographic record remains.

INTRODUCCIÓN

Los crustáceos del Orden Isopoda Latreille 1817, son un grupo muy diversificado en ambientes marinos, salobres, dulceacuícolas y terrestres, en los que de acuerdo con Wilson (2008) se han descrito más de 10,300 especies, donde el 9% (927 especies) habitan aguas continentales y de éstas, únicamente el 0.9% (93 especies) pertenece al género *Caecidotea* (ver clasificación para el género en antecedentes).

El género *Caecidotea* Packard, 1871 cuenta con un total de 93 especies reconocidas y tres subespecies (García-Vázquez, 2019), las cuales por sus hábitos específicos pueden ser subdivididas en los siguientes cuatro niveles de acuerdo con lo propuesto por Henry *et al.* (1982): troglófilas (ojos reducidos y poca pigmentación corporal, habitantes típicos de cuevas), freatóbias (ligeramente pigmentados, ojos vestigiales o ausentes, ausentes en zonas kársticas), troglóbias (organismos anoftalmos, despigmentados, cohabitan con las especies troglófilas) y epigeas (presencia de ojos desarrollados con cuerpo pigmentado) (para mayor detalle de la clasificación ver Henry *et al.* 1982).

La distribución del género *Caecidotea* en Norteamérica se extiende principalmente por dos grandes regiones biogeográficas, que son la región Neártica desde el sureste de Canadá, Costa Este y Oeste de EE. UU. exceptuando el sur de la península de Florida, así como parte del centro norte de México y las zonas templadas y frías de las sierras madre Occidental y Oriental así como las sierras volcánicas del centro de México (Morrone, 2001) hasta llegar al límite con la faja volcánica transmexicana la cual se ha considerado como una zona de transición de la región Neártica con la región Neotropical (Morrone 2001) hasta su registro más al sur en Guatemala (Argano, 1977).

La taxonomía del grupo es complicada pues desde que dio inicio el estudio de este grupo de isópodos hace aproximadamente 200 años por Say (1818), las descripciones de especies eran insuficientes, pues apenas se mencionaban algunas características morfológicas, además que muchas de ellas no incluyeron ilustraciones del cuerpo completo en vista dorsal, lateral, región cefálica, región del pleotelson y urópodos, los cuales en muchos casos son de importancia taxonómica o en muchos casos, presentan dibujos corporales parciales o disecciones de los apéndices (ver: Say, 1818; Packard,

1871; Forbes, 1876; Harford, 1876; Bovallius, 1886; Steeves, 1965, 1968a, 1968b; Steeves y Seidenberg, 1971; Argano, 1972; Fleming, 1972; Fleming y Steeves, 1972; Eberly, 1966; Williams, 1970, 1972; Holsinger y Steeves, 1971; Bowman, 1974; Bowman y Hobbs, 1983; Lewis y Holsinger, 1985).

Hasta el momento solo se tiene registro de cuatro estudios que emplearon algunas fotografías del cuerpo de las especies de *Caecidotea*, el primero fue el estudio realizado por Leonard y Ponder (1949), en el que hicieron una revisión de los crustáceos de Kansas y fotografiaron por primera vez a la especie *Caecidotea tridentata* en vista dorsal (p. 194). Tuvieron que pasar 22 años para que Lewis y Bowman (1971), también incluyeran fotografías en vista dorsal de las especies *C. antricola* y *C. brevicauda* (p. 14) dentro de su estudio sobre los asélidos subterráneos de Illinois. Casi cuatro décadas después el mismo Lewis (2009) realiza un compendio de los isópodos asélidos de Virginia EE. UU., en el que describe tres especies nuevas *C. hoffmani*, *C. mausi* y *C. jeffersoni*, además incluye una fotografía la especie *C. hoffmani* en vista dorsal. El último registro que se tiene del uso de fotografías de los especímenes es del mismo Lewis (2015) donde analizó los asélidos subterráneos de Indiana, EE. UU. donde fotografía las especies *C. dunlaporum*, *C. teresae* y *C. jordani* en vista dorsal.

Por lo que el presente catálogo surge de la necesidad de compilar las especies que conforman el género *Caecidotea* de EE. UU y México, cuyos tipos se encuentran depositados en la colección del United States National Museum Smithsonian Institution, Maryland y en la Colección Nacional de Crustáceos del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México y por último en la Universidad de Roma y en la Universidad de Verona, Italia.

Como se analizó en párrafos anteriores muchas descripciones están incompletas pues no incluyen dibujos del espécimen en vista dorsal y lateral, lo cual puede llegar a dificultar el trabajo taxonómico de identificación de especies con certeza, es por ello que con este trabajo se espera brindar al lector herramientas visuales compuestas por fotografías en vista dorsal, lateral, cefálica dorsal y lateral, pereionito IV en vista dorsal, pleotelson y urópodos en vista dorsal y lateral de los machos cuando las muestras analizadas así lo permitieron, en el caso de que no hubiera machos presentes se emplearon

hembras. Debido a lo anterior, proponemos una estandarización de la forma en que las descripciones y observaciones taxonómicas deben hacerse en adelante dentro del género *Caecidotea*.

El presente catálogo resume conocimiento taxonómico de más de 200 años de investigaciones en el campo de los isópodos del género *Caecidotea* en América, iniciado por Say en 1818.

ANTECEDENTES

Comenzaremos esta sección con la posición taxonómica de los isópodos dentro de la clasificación para los artrópodos del subphylum Crustacea propuesta por Ahyong *et al.* (2011), además complementaremos con la información de los ambientes donde se distribuyen de acuerdo con el sitio WoRMS (2019).

Taxonomía

Phylum Arthropoda von Siebold, 1848

Subphylum Crustacea Brünnich, 1772
(Marinos, salobres, dulceacuícolas, terrestres)

Clase Malacostraca Latreille, 1802
(3 subclases Eumalacostraca, Hoplocarida y Phyllocarida, marinos, salobres, dulceacuícolas, terrestres)

Subclase Eumalacostraca Grobben, 1892
(3 superórdenes Eucarida, Peracarida y Syncarida, marinos, salobres, dulceacuícolas, terrestres)

Superorden Peracarida Calman, 1904
(13 Ordenes Amphipoda, Bochusacea, Cumacea, Ingolfiellida, Isopoda, Lophogastrida, Mictacea, Mysida, Pygocephalomorpha †, Spelaeogriphacea, Stygiomysida, Tanaidacea y Thermosbaenacea, marinos, salobres, dulceacuícolas, terrestres)

Orden Isopoda Latreille, 1817
(12 subordenes Asellota, Calabozoidea, Cymothoida, Isopoda *incertae sedis*, Limnoriidea, Microcerberidea, Oniscidea, Phoratopidea, Phreatoicidea, Sphaeromatidea, Tainisopidea y Valvifera marinos, salobres, dulceacuícolas, terrestres)

Suborden Asellota Latreille, 1802
(4 superfamilias Aselloidea, Gnathostenetroideoidea, Janiroidea y Stenetrioidea, marinos, salobres y dulceacuícolas)

Superfamilia Aselloidea Latreille, 1802
(2 familias Asellidae y Stenasellidae marinos y dulceacuícolas)

Familia Asellidae Latreille, 1802
(20 géneros *Asellus*, *Baicalasellus*, *Bragasellus*, *Caecidotea*, *Calasellus*, *Chthonasellus*, *Columbasellus*, *Gallasellus*, *Lirceolus*, *Lirceus*, *Mancasellus*, *Nipponasellus*, *Phreatoasellus*, *Proasellus*, *Remasellus*, *Salmasellus*, *Sibirasellus*, *Stygasellus*, *Synasellus* y *Uenasellus*, 393 especies, dulceacuícolas)

Género *Caecidotea* Packard, 1871
(93 especies y 3 subespecies, dulceacuícolas)

Distribución y diversidad del género *Caecidotea* Packard, 1871.

Dentro del grupo de los isópodos se encuentra la familia Asellidae, la cual forma un grupo holártico de origen boreal, conformado por 21 géneros totalmente dulceacuícolas alrededor del mundo (Henry *et al.* 1986): *Asellus* (Geoffroy, 1762), *Baicalasellus* (Stammer, 1932), *Bragasellus* (Henry y Magniez, 1968), *Calasellus* (Bowman, 1981), *Chthonasellus* (Argano y Messana, 1991), *Columbasellus* (Lewis *et al.* 2003), *Gallasellus* (Henry y Magniez, 1977), *Lirceolus* (Bowman y Longley, 1976), *Lirceus* (Rafinesque, 1820), *Mancasellus* (Harger 1876), *Nipponasellus* (Matsumoto, 1962), *Phreatoasellus* (Matsumoto, 1962), *Proasellus* (Dudich, 1925), *Psammasellus* (Braga, 1968), *Remasellus* (Bowman y Sket, 1985), *Salmasellus* (Bowman, 1975), *Sibirasellus* (Henry y Magniez, 1993), *Stygasellus* (Chappuis, 1943), *Synasellus* (Braga, 1944) y *Uenasellus* (Matsumoto, 1962), siendo el de mayor relevancia en este estudio el género *Caecidotea* (Packard, 1871), el cual está representado en Norteamérica por 93 especies reconocidas y tres sub especies (García-Vázquez *et al.* 2019), que de acuerdo con Morvan *et al.* (2013) forman un grupo monofilético aunque esto debe ser validado mediante análisis morfológicos y genéticos más robustos. Estas especies se encuentran distribuidas principalmente en EE. UU. Canadá (Graening *et al.* 2012), México y Guatemala.

Radiación de los isópodos del ambiente marino al ambiente dulceacuícola y el probable origen del género *Caecidotea*

A lo largo de esta sección brindaremos la información histórica referente a la invasión de diversos grupos de isópodos al ambiente dulceacuícola, ya que no hay información referente al género *Caecidotea*.

El origen del género hoy en día no es muy claro debido a la carencia de registros paleontológicos de la familia Asellidae, lo cual nos imposibilita el poder datar aproximadamente la entrada de este grupo al ambiente dulceacuícola. Pues como bien menciona Wilson (2008), los Asellota, que incluyen tanto taxa marinos como dulceacuícolas no fosilizan, por lo tanto, un ancestro dulceacuícola o marino no puede determinarse.

Van Name (1936) propuso que los asélidos de Norteamérica han sido habitantes de aguas dulces, los cuales se han diferenciado y han diversificado en nuevos géneros y especies desde su migración del mar. Por lo que Van Name especuló que probablemente

los asélidos llegaron del Viejo Mundo a Norteamérica través del estrecho de Bering. Birstein (1951) creía que era muy probable que los asélidos entraran a Norteamérica desde dos direcciones: del este (E) a través de las estribaciones de la cresta atlántica de Europa occidental (especialmente la Península Ibérica); o por el oeste (O) a través del estrecho de Bering. El mismo Birstein, asumió que otra posible solución es que los asélidos del Este de América surgieron de las formas americanas occidentales además de que el surgimiento de la familia Asellidae como grupo dulceacuícola se remonta a la era Mesozoica cuando otros grupos de malacostrácos dulceacuícolas se desarrollaron como Amphipoda y Decapoda (hace unos 180 millones de años). El mismo Birstein cita a Karaman (1935) mencionando que parte de la fauna de aguas subterráneas surgió directamente del mar y ésta migró hacia ambientes dulceacuícolas, ya que una transición de esta naturaleza es relativamente sencilla pues las formas marinas pueden alcanzar grandes profundidades, es por esta razón que los organismos marinos pudieron haber migrado a ambientes subterráneos dulceacuícolas, pues Karaman menciona que muchas familias de isópodos dulceacuícolas poseen estructuras características de la fauna intersticial, como cuerpo vermiforme, elongación y tallas pequeñas, además de presentar amplia tolerancia a un gradiente salino.

Holsinger (1966), afirma que el tiempo óptimo para la migración de los ancestros marinos de los anfípodos hacia el ambiente dulceacuícola pudo haber sido durante el Eoceno (hace unos 55 Ma, pues fue el punto máximo de la mayor invasión del mar marginal el cual era poco profundo), lo cual puede ser posible basado en las características morfológicas y las relaciones ecológicas existentes al interior del grupo entero. En este sentido Schuchert y Dunbar (1950) y Kummel (1961), mencionan que la inundación más grande de la llanura costera del Golfo y la llanura costera atlántica en la Era Cenozoica ocurrió durante el Eoceno. En consecuencia, Holsinger (1967), hipotetizó una posible ruta de invasión para los anfípodos a través de aguas salobres debidas a fluctuaciones en el nivel del mar del Cenozoico, en las que diversos organismos pasaron por etapas graduales de transición y luego en ambientes dulceacuícolas bordeando la antigua línea de costa durante los períodos de recesión del mar, lo que les presentaría un amplio mosaico de nichos recién creados. Holsinger (1969), defendía la teoría de que las invasiones de los anfípodos ocurrieron durante el Mesozoico tardío y el Cenozoico temprano (hace 66 Ma),

sin embargo, pensaba que los anfípodos dulceacuícolas evolucionaron a partir de diversas invasiones sucesivas de formas marinas y salobres al inicio del Cretácico (hace unos 145 Ma).

Henry y Magniez (1970), mencionan que el grupo *Asellus* es de origen asiático (Siberia oriental región de Rusia situada entre los montes Urales y el océano Pacífico, Japón, Costa del Pacífico de la América boreal, en Norteamérica), y que su migración a Norteamérica está justificada por dos especies del subgénero *Mesoasellus* que fueron encontradas en ambientes dulceacuícolas en los estados del Pacífico de EE. UU., quizá como consecuencia de las migraciones que ocurrieron durante la Era Cenozoica en el período el Cuaternario a través del estrecho de Bering emergido (hace 1.64 Ma).

Fleming (1971), presentó su propia teoría sobre el origen y la dispersión de la familia Asellidae en específico para el género *Caecidotea* en Norteamérica. Asumió que las teorías propuestas por Van Name (1936) y Birstein (1951) no pueden ser rechazadas. Él menciona que puede basarse en las teorías del origen de los anfípodos, ya que pueden ser aplicables a los isópodos con algunas modificaciones. Está de acuerdo con lo postulado por Holsinger (1969) y menciona que si las condiciones del mar fueron propicias para la invasión de organismos marinos al ambiente dulceacuícola en Europa y Asia en la Era Mesozoica, entonces las condiciones debieron haber sido iguales a las existentes en Norteamérica. Es entonces cuando propone que los isópodos del género *Caecidotea* invadieron Norteamérica a través de la inundada Planicie Costera del Golfo y la Planicie Costera Atlántica del lago del Cretácico conocido como el Canal interior occidental (el cual conectaba el Golfo de México con el Océano Ártico) y de los mares del Cenozoico temprano, las cuales dieron origen a múltiples invasiones explicadas por la gran diversidad de la fauna de *Caecidotea* en EE. UU. También menciona que contrario a lo que hicieron los anfípodos, los isópodos del género *Caecidotea* utilizaron rutas epigeas y que evidencia de ello es la vagilidad discutida mediante la distribución que presenta *C. communis* y *C. racovitzai* de costa a costa en los EE. UU. (lo cual hasta el momento es muy especulativo y no hay estudios que sustenten lo propuesto por Fleming, por lo cual su propuesta es muy discutible). Donde explica que debido a las corrientes dentro de los grandes ríos *C. communis* presenta lo que llamó reacción reotrópica positiva (capacidad que presentan

algunos organismos acuáticos en el que tienden a ir contra corriente) y es capaz de avanzar frente a una corriente perceptible, (aunque esta conducta de dispersión por corrientes tan solo es una vía más de dispersión, pues como se mencionará más adelante en esta sección, los isópodos también pueden dispersarse en las raíces de la vegetación acuática, las cuales son desplazadas por el viento y las corrientes acuáticas). Por lo tanto, es factible sugerir que algunas especies epigeas pueden lograr su dispersión a través de diversos cuerpos acuáticos. En este mismo trabajo, Fleming menciona que probablemente durante los periodos de glaciación del Pleistoceno el stock ancestral emigró del área de probable contacto con las formas estigobias dejando al pool génico aislado un periodo lo suficientemente largo para que los cambios genéticos y la especiación subsecuente ocurrieran por el aislamiento y las constantes presiones de selección, por lo que una especie existente originó a otra especie habitualmente estigobia, tal como fue previamente discutido por Birstein (1951).

Cole y Minckley (1972), mencionan que existen relaciones directas que parecen evidentes entre ciertos elementos faunísticos de Norte y Centroamérica y de la región Mediterránea-Africana, donde mencionan como ejemplo el descubrimiento de *Monodella texana*, representante de los crustáceos del Viejo Mundo del orden Thermosbaenacea en aguas del Altiplano de Edward de Texas. Estos rangos transoceánicos corroboran las afinidades biogeográficas directas de las masas continentales. De acuerdo con Greenwood *et al.* (1966) este patrón es similar en algunos grupos de peces de agua dulce de África y Sur América. Tal es el caso del género *Typhlatya* (camarón estigobionte habitante de aguas anquihalinas), distribuido en el Mediterráneo, el centro-norte del Atlántico y el pacífico oriental, donde esta amplia distribución ha sido descrita como resultado de la fragmentación del Thetys (Botello *et al.* 2012). Algunos miembros de la familia Atyidae (típicamente dulceacuícolas) desarrollan parte de su ciclo de vida en el ambiente marino (diádrómia, de acuerdo con Blanco (2009), es una convergencia evolutiva que apareció en distintos linajes tanto en ancestros marinos como dulceacuícolas), que junto con otros géneros cercanamente relacionados en las islas oceánicas jóvenes respaldan una dispersión marina.

Magniez (1981) publicó un trabajo relacionado con temas biogeográficos y paleobiogeográficos de los estenasélidos (grupo hermano de *Caecidotea*), los cuáles son capaces de adaptarse y vivir en todos los tipos de aguas subterráneas. Lo que les permite migrar y con ello ampliar su rango de distribución dentro de zonas con un sistema hidrográfico continuo, por lo que esta característica ecológica es parcialmente responsable de su distribución actual, donde muchas de estas zonas surgieron durante el Cretácico temprano en la región europea, mientras que en Norteamérica tuvieron su origen al final del Cretácico de donde surge la hipótesis del origen de los estenasélidos del Nuevo Mundo a partir de una colonización directa de la placa Norteamericana por stocks marinos.

Wägele (1990), en su trabajo sobre los isópodos estigobiontes menciona que la colonización del ambiente subterráneo es muy compleja y que cada caso sigue una historia diferente, por lo que en isópodos se pueden distinguir dos procesos principales: (1) una preadaptación de ambientes epigeos dulceacuícolas, seguida de una penetración a los ambientes kársticos como las cuevas, hábitats freáticos o hiporréicos y (2) una colonización de las aguas costeras subterráneas (vida faunística excavadora, como se observa en las familias Gnathostenetroididae, Microparasellidae, Stenetriidae, y posiblemente algunos Cirolanidae). Aunque también menciona que muchos géneros pudieron haber tenido ancestros de agua dulce en donde pueden ser encontrados dos grupos diferentes: (a) Viejos grupos dulceacuícolas, cuya transición de aguas marinas a aguas interiores probablemente ocurrió antes del Cretácico; a este grupo pertenecen los Aselloidea, Phreatoicidea, posiblemente también los Calabozoida y Protojaniroidea. Estos isópodos son más primitivos que los representantes de los subórdenes restantes. Es interesante que el ambiente subterráneo costero también fue conquistado por un grupo interior llamado Microcerberidae (Wägele, 1983). (b) grupos de géneros dulceacuícolas, originarios de los antepasados del Cretácico/Terciario que quedaron varados durante las regresiones del mar, cuyas líneas filogenéticas estigobióticas debieron haber existido antes de la formación del Atlántico (antes del Cretácico) y son los Aselloidea, Calabozoida, Phreatoicidea y probablemente los Protojaniridae.

Henry y Magniez (1995) llevaron a cabo un estudio detallado sobre la morfología del pleópodo, sugiriendo que los ancestros de *Caecidotea* y *Baicalasellus* fueron marinos,

los cuales invadieron el ambiente dulceacuícola independientemente en muchos sitios remotos continentales, donde esos elementos separados evolucionaron independientemente en el Pacífico Norte (región del Mar de Japón), el Baikal, el Mediterráneo y Paratethys, el Atlántico suroccidental de Europa y el Atlántico de Norteamérica, por lo que *Caecidotea* y *Baicalasellus* podrían no ser grupos hermanos.

Wilson (1999) menciona que los isópodos dulceacuícolas pueden dividirse en dos tipos basados en su edad (presuntiva) y su adaptación al agua dulce. Por lo que el primer grupo contiene únicamente taxa superiores (familias) dulceacuícolas, a los cuales nombró como “dulceacuícolas primarios, entre estas los Asellota y el suborden Phreatoicidea, los cuales son taxa antiguos originados en el Paleozoico. El segundo grupo contiene los llamados “dulceacuícolas secundarios” que son los taxa superiores que tienen miembros de hábitats marinos hasta hábitats de agua dulce. Este grupo secundario de agua dulce está en proceso de evolución a hábitos dulceacuícolas, y tienen representantes marinos dentro de la misma familia o género como miembros de las familias Atlantasellidae y Microcerberidae (conocidas de cuevas marinas insulares) (Wilson, 2008).

Roman y Dalens (1999) basados en especulaciones paleogeográficas, mencionan que durante el periodo Triásico (245-205 Ma.), debido a los diversos eventos geológicos ocurridos en el planeta, los isópodos fueron obligados a refugiarse en aguas dulceacuícolas subterráneas o en áreas de aguas marinas profundas como fue el caso de los Aselloidea y de Bathynominae.

Hidding *et al.* (2003) realizan el primer trabajo sobre la sistemática molecular de los Asellidae donde dentro de sus resultados más relevantes mencionan la posibilidad de que un posible ancestro del género *Baicalasellus* (endémico del lago Baikal) pudo haber sido norteamericano, pues sus resultados mostraron un fuerte soporte de ramas en su árbol filogenético de Maximum Likelihood acompañado de un análisis de reloj molecular, lo cual les mostró que esto pudo ser probable debido al puente terrestre del Estrecho de Bering que existió hasta hace 5-7 Ma, aunque existieron otros periodos de conexión que van desde hace 2.5-4.5 Ma a la primera glaciación mayor registrada en el Hemisferio Norte 4.8-5.5 Ma (Brigham-Grette, 2001). Debido a que para *Caecidotea* y otros géneros relacionados no se conocen antepasados desde el Norte de Canadá o Alaska, esto apoya

el escenario Beringiano, el cual requiere que la distribución natural registrada para *Caecidotea* sea altamente relictual y restringida. Por lo que el ancestro común habría estado distribuido ampliamente a través de Beringia, con la extinción de sus taxa hermanos en el Pleistoceno. Con este estudio contradicen lo dicho por Henry y Magniez (1995) sobre *Caecidotea* y *Baicalasellus* donde mencionan que no podrían ser grupos hermanos. Por lo que Hidding *et al.* (2003) mencionan que para probar esta hipótesis requieren un muestreo más amplio de taxa marinos.

Wilson (2008) menciona que muchos ancestros marinos de los Asellota podrían haber colonizado el ambiente dulceacuícola durante las últimas etapas de Pangea, por lo que la evolución independiente que siguió dio lugar a dos grupos de taxa dulceacuícolas, las familias Asellidae y Stenasellidae de Laurasia mientras que para Gondwana surgieron los Phreatoicidea y Protojaniridae en eventos independientes de colonización al ambiente dulceacuícola. También menciona que los Asellota ancestrales podrían haber diversificado antes de la ruptura de Gondwana, pues al menos cuatro linajes distintos dieron lugar a taxa dulceacuícolas, por lo que si este fuera el caso entonces se puede decir que los Asellota tuvieron su origen en el Triásico.

Broly *et al.* (2013), realizaron una síntesis filogenética de los isópodos empleando el registro fósil acompañado de datos morfológicos de los isópodos desde el Cámbrico hasta hoy en día. En sus resultados mencionan que el origen de los isópodos marinos se dio durante el Carbonífero, seguido por isópodos dulceacuícolas durante el Triásico mientras que los isópodos terrestres lo hicieron en el Cretácico medio (hace 110 Ma).

Morvan *et al.* (2013) trabajaron con la filogenia de la Superfamilia Aselloidea revelando la dinámica de la diversificación de especies en aguas subterráneas. Sus análisis respaldaron una tasa de diversificación constante durante la mayor parte del curso de la evolución de Aselloidea, hasta 4-15 Ma cuando las tasas de diversificación comenzaron a disminuir. Además de lo anterior, sugirieron que la diversificación de la Superfamilia Aselloidea podría haber comenzado justo después de la extinción masiva del Devónico tardío dentro de la Era Paleozoica, hace aproximadamente 374 Ma. Mientras que para la familia Asellidae la diversificación temprana ocurrió en el Jurásico superior. De acuerdo con su árbol de máxima verosimilitud (Maximum clade credibility tree MCCT) inferido

con un modelo de reloj molecular relajado bayesiano lognormal no correlacionado con especies delineadas, basados en datos moleculares de genes COI, 16S y 28S. De acuerdo con sus análisis de datación, el género *Caecidotea* debió haber surgido durante el Cretácico temprano aproximadamente 135-130 Ma.

Breve historia de la investigación taxonómica del género *Caecidotea*

Es importante abordar esta sección comenzando por los géneros que desde hace dos siglos y medio atrás generaron discrepancia entre diversos autores.

Geoffroy (1762) acuñó el nombre al género *Asellus* para el viejo mundo en su libro “Histoire abrégée des insectes qui se trouvent aux environs de Paris, dans laquelle ces animaux sont rangés suivant un ordre méthodique”, su diagnosis en palabras textuales “Quatorze pattes; Quatre antennes brifées, dont deux Font plus longues”, por lo que podemos apreciar era completamente insuficiente. Geoffroy creía que los asélidos eran cucarachas acuáticas pues sus pereiópodos eran muy parecidos, además del ángulo en el que se encontraban las antenas eran similares y que los isópodos se diferenciaban de las cucarachas por presentar cuatro antenas en lugar de dos y que la porción caudal era bífida. 56 años después, Say (1818) complementa la diagnosis de Geoffroy (1762), la cual era muy corta e insuficiente y en palabras textuales Say menciona la siguiente diagnosis para el género *Asellus* “Tail one large segment; caudal appendices exerted, bifid, inserted near the middle of the hind margin; exterior brancial valves rounded, attached by the base; tarsi simple; eyes minute; antennae four, setaceous, the last segment many-jointed”. El mismo Say describe a la especie *A. communis* donde su diagnosis es la siguiente “Body oval, furnished with short rigid hairs; interior antennae equal to the peduncle of the exterior ones; caudal appendices, peduncle depressed”. Menciona que *A. communis* es una especie muy común que habita pequeños riachuelos de agua dulce bajo las rocas. 53 años después, Packard (1871), describe el género *Caecidotea*, pues en su estudio “Mammoth cave and its inhabitants”, da registro de un isópodo del género *Asellus*, que podría representar a los Idoteidae (familia de organismos marinos), pero el isópodo difiere en que es completamente ciego por lo que es llamado *Caecidotea stygia*. Por lo que muchos autores asignaban a las especies ciegas de aguas subterráneas a este género, mientras que a las especies epigeas las agrupaban dentro del género *Asellus*. Bovallius (1886) mencionó que

el género *Caecidotea* parecía estar cercanamente conectado con el género *Asellus*, pero al parecer no tenía los pleópodos de *Caecidotea* para poder brindar una conclusión de la unión de este par de géneros. Miller (1933) propuso la sinonimia de *Caecidotea* como *Asellus* debida a diferencias estructurales como son en el índice del cuerpo (longitud total/ancho máximo) y el índice de la cabeza (longitud/ancho), índice de la segunda antena (longitud de la antena/longitud del cuerpo), índice del pleotelson, número de setas en la lámina interna de la primer maxila, setas sobre la apófisis del pleópodo II, le permitieron determinar que las proporciones y caracteres analizados no sustentan la separación de *Caecidotea* de *Asellus* por lo tanto, declara al género *Caecidotea* inválido, además que concuerdan con lo dicho por Hay (1903) quien fue el primero en señalar la naturaleza polifilética del grupo ya que propone que *Caecidotea* no conforma una agregación de especies natural y prácticamente asegura que muchas de las especies han tenido orígenes independientes y diferentes, por lo que las semejanzas encontradas surgieron debido a la similitud del medioambiente que habitan. Debido a que Chappuis (1927) y Miller (1933), rechazaban la sinonimia de *Caecidotea* con *Asellus*, años más tarde Mackin y Hubricht (1940), mencionaban que, si el género *Caecidotea* no era un grupo natural, entonces las especies debían haber derivado de un tipo ancestral no necesariamente existente hoy en día de *Asellus*.

Williams (1970) realiza una revisión taxonómica de las especies epigeas norteamericanas del género *Asellus*, basada únicamente en machos, debido a que las hembras no presentan caracteres morfológicos específicos. Este estudio analiza las que hasta ese momento eran 14 especies epigeas siendo *A. occidentalis*, *A. montanus*, *A. nodulus*, *A. dentadactylus*, *A. brevicauda*, *A. scrupulosus*, *A. kenki*, *A. laticaudatus*, *A. intermedius*, *A. communis*, *A. racovitzai*, *A. attenuatus*, *A. obtusus* y *A. forbesi*. Brinda una clave de identificación taxonómica y discute las relaciones filogenéticas tomando en cuenta la morfología de las especies, emplea las ideas de Hennig (1950) las cuales enfatizan la importancia relativa de los caracteres plesiomórficos (primitivos) y especialmente apomórficos (derivados) y la importancia de la delimitación de grupos hermanos, los cuales proporcionan una base mucho más precisa para determinar las relaciones filogenéticas.

Fleming (1971) genera un ordenamiento de las diferentes especies de *Caecidotea* de acuerdo con la morfología de la punta del endópodo del segundo pleópodo del macho dando como resultado la conformación de 11 grupos a los que les llamó “Generalizados o primitivos” los cuales presentan entre 3-4 procesos y “especializados o avanzados” que presentan de 1-2 procesos”. Los grupos existentes hasta ese momento eran: Brevicauda, Forbesi, Hobbsi, Stygius, Richardsonae, Sinuncus, Cannulus, Reddelli y Dimorphus (Estigobíticos), mientras que los epigeos son Montanus y Communis, donde este último presenta la distribución más amplia en el territorio de Norteamérica encontrado de costa a costa, por su alta vagilidad, (Fleming, 1971). En este trabajo también propone la evolución de los linajes de las especies epigeas a las estigobias.

Biología (Ecología)

Estos isópodos se localizan en una gran variedad de cuerpos acuáticos epicontinentales, como ecosistemas lóticos como arroyos, manantiales, y ríos, mientras que en ecosistemas lénticos como lagos, lagunas, esteros y pantanos, donde por lo regular los asélicos que habitan estos sitios suelen presentar ojos y pigmentación corporal, contrario a lo que sucede con los organismos que habitan ambientes subterráneos, los cuales están sometidos a presiones ambientales distintas a los organismos de superficie y por lo tanto, han desarrollado adaptaciones únicas corporales que son de importancia taxonómica del grupo, principalmente la carencia de pigmentación corporal, ausencia de ojos y alargamiento de apéndices corporales, la elongación de la cánula en el endópodo del pleópodo II en los machos y los urópodos en ambos sexos (Figura 1b).

Alimentación

Estos organismos presentan aparatos bucales especializados para la masticación, principalmente se alimentan de materia orgánica en descomposición como algas, hojarasca y raíces acuáticas, aunque también hay registros de hábitos carroñeros donde se alimentan de materia en descomposición colaborando con la degradación del detritus en el medio acuático, así como de otros invertebrados como los cladóceros (Kerr, 1978; Missouri Department of Conservation, 2019).

Locomoción

Aunque este grupo es completamente acuático no presentan una capacidad natatoria, pues ninguno de sus apéndices corporales está diseñado para desempeñar esta

función, sus pereiópodos son ambulatorios, lo cual les permite desplazarse en el bentos (Barnes, 1963) (Figura 69).



Figura 69. Macho en el cual se aprecian los pereiópodos, señalados con una flecha roja. Imagen tomada del sitio Missouri Department of Conservation.

Respiración

Barnes (1963) menciona que estos organismos presentan unas estructuras llamadas pleópodos, los cuales están compuestos por un endópodo y un exópodo en forma de lamelas largas que funcionan como branquias llevando a cabo el intercambio gaseoso (Figura 70), un corazón dorsal está localizado en o cerca del pleotelson para suministrar estos apéndices branquiales (Wilson, 1991).



Figura 70. Pleópodo III, señalando con una flecha verde el endópodo y en rojo el exópodo.

Ciclo de vida

La reproducción es vía sexual mediante inseminación interna (Ridley, 1983; Wilson, 1991) y de acuerdo con Smith (2001), las gónadas son pareadas, el aparato copulatorio de los machos se encuentra localizado en el segundo par de pleópodos (en algunos grupos conocido como “arm and hammer”), mientras que la genitalia de la hembra (ooporo) se localiza en la base del sexto pereionito justo por debajo de la unión al pereiópodo. Estos ooporos están pareados y forman un receptáculo seminal donde el oviducto se encuentra alargado basalmente, aunque se sospecha que muchos isópodos practican la retención del esperma pues existen casos de espermatecas bien desarrolladas en el oviducto (Wilson, 1991). En los Asellota la genitalia femenina cumple con dos funciones separadas, en la primera el ooporo libera óvulos y en la segunda el conducto espermático recibe el esperma del macho (Wilson, 1991).

Los isópodos presentan desarrollo directo y estos eclosionan de huevos en forma de juveniles que presentan las características morfológicas del adulto. Durante el proceso de crecimiento van mudando de exoesqueleto y como en otros isópodos esto sucede en dos fases, en la primera se desprende la región posterior del cuerpo y en la segunda la región anterior (Missouri Department of Conservation, 2019) El resumen del ciclo de vida se presenta en la figura 71.

Los machos suelen ser de mayor tamaño que las hembras, por lo que el macho al encontrar una hembra inmadura la captura y la sostiene pegada a su abdomen con la ayuda del cuarto par de pereiópodos (los cuales están modificados en los machos para la sujeción de la hembra), cuidando de ella, le provee alimento y la protege hasta que ésta entra en etapa de madurez, que es cuando la hembra pierde la mitad posterior de su exoesqueleto en su última etapa de muda, en la que los ooporos quedan descubiertos y puede copular con el macho (Ellis, 1971). Los endópodos del pleópodo II son introducidos en los ooporos y estos vibran para permitir la introducción del espermátforo en cada ooporo, uno a la vez (Barnes, 1963). El evento de copulación presenta una duración aproximada de dos horas (Smith, 2001). Una vez realizado el acto de cópula, el macho libera a la hembra y continúa con la búsqueda de otra hembra virgen para repetir el proceso,), esta conducta es similar a lo que sucede con el isópodo terrestre *Armadillidium vulgare* en donde el

macho prefiere hembras vírgenes pues las hembras experimentadas se reusan a reproducirse una vez más debido a los costos energéticos y el cuidado parental de los huevos (Fortin *et al.* 2018), sin embargo, en isópodos dulceacuícolas esto no ha sido estudiado.

La hembra se diferencia sexualmente entre los 3-4 mm, y se caracteriza por presentar unas placas cuticulares llamadas oosteguitos, las cuales se distinguen de manera abdominal como pequeñas proyecciones que abarcan desde la coxa del primer pereiópodo hasta la coxa del quinto pereiópodo y son encontradas una sobre otra; las proyecciones en su interior contienen láminas plegadas fuertemente que darán origen al marsupio, las cuales llegan a ser más grandes progresivamente con cada muda (Ellis, 1971). Una vez que la hembra ha sido inseminada internamente por el macho, sufre una modificación corporal directamente sobre los oosteguitos, estos se desdoblán y dan protección a todos los huevos fecundados, donde una porción basal del maxilípodo proyecta hacia atrás incesantemente a los huevos dentro del marsupio, éstas constantes vibraciones generan corrientes de agua que permiten la oxigenación de la cámara de incubación evitando que se generen hongos y colonias de bacterias que pudieran comprometer la supervivencia de los embriones (Barnes, 1963), lo cual se podría decir es un tipo de cuidado parental. Se ha reportado que las especies epigeas del género *Caecidotea* producen de una a dos generaciones por año (en especies subterráneas no existen estudios) y que el periodo de incubación de los huevos oscila entre 10 y 34 días dependiendo de la especie y la temperatura (Ellis, 1971). El número de huevos varía de acuerdo con la especie, aunque también es directamente proporcional al tamaño de la hembra por lo que a hembras pequeñas el número de huevos es más bajo, mientras que hembras grandes presentan un elevado número de huevos (Ellis, 1961), la misma autora, analizó el número de huevos de la especie *C. intermedius* entre 20 y 220, mientras que Hatchett (1947) menciona que para la especie *C. communis* es entre 60 y 160 huevos. Una vez que la hembra ha liberado a los juveniles al medio acuático, los oosteguitos vuelven a su forma original y en algunos casos las hembras copulan por segunda ocasión, aunque en otros casos mueren (Steel, 1961). La mayoría de los isópodos del género *Caecidotea* no son muy longevos pues viven alrededor de un año, aunque existen especies que pueden vivir menos de este tiempo (Ellis, 1961).

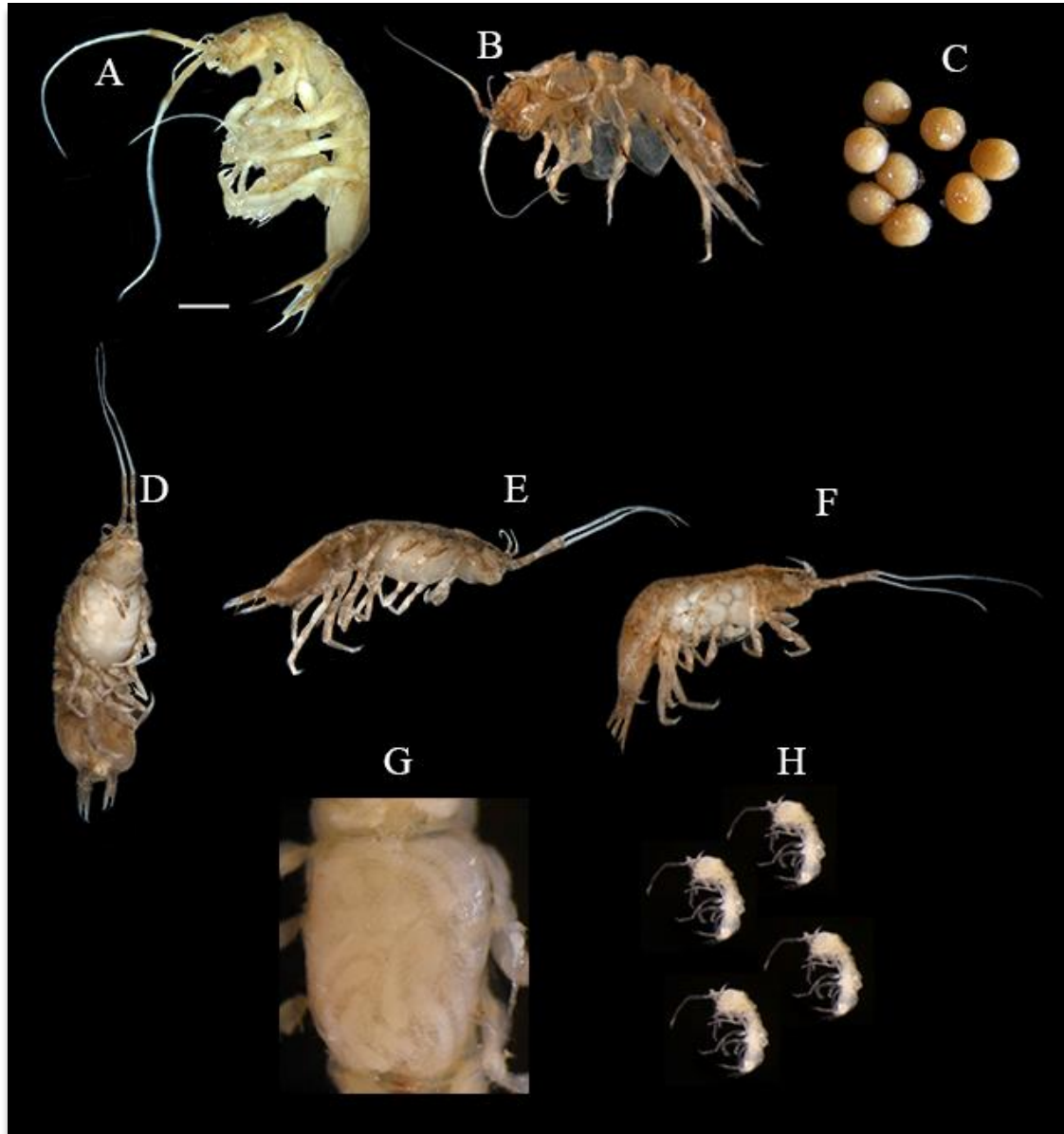


Figura 71. A, macho sujetando a la hembra contra su abdomen; B, hembra con oosteguitos vacíos; C, huevos fecundados; D-F, hembras en diferentes etapas de maduración de los huevos; G, marsupio con juveniles a punto de ser liberados; H, juveniles.

Vagilidad

La vagilidad de estos isópodos bentónicos es limitada, pues sus apéndices locomotores no están diseñados para la natación. Fleming (1971) menciona la existencia de una reacción reotrópica positiva que es la capacidad que presentan algunos organismos acuáticos en el que tienden a ir contra corriente en algunas especies de *Caecidotea*.

Smith (2001) menciona que los isópodos pueden ser arrastrados corriente abajo en el caso de los sistemas lóticos hasta aquellos sitios donde la velocidad de la corriente no es tan fuerte y permanecen ahí incrementando su densidad poblacional.

Se han estudiado los efectos de las plantas acuáticas sobre el ensamblaje de los invertebrados en ecosistemas acuáticos, tales son los casos de *Eichornia crassipes* (Schramm *et al.* 1987) de origen sudamericano ampliamente distribuido a escala global como planta de ornato, donde en el estudio de Schramm describieron la densidad y la biomasa de los macroinvertebrados epifíticos en las plantas acuáticas *Eichornia crassipes*, donde apreciaron que la biomasa de invertebrados está influenciada con el área superficial colonizable por unidad de peso de la planta.

Un estudio más realizado por Toft *et al.* (2003) sobre otra planta acuática *Hydrocotyle umbellata* nativa del Delta de California Sacramento-San Joaquín, EE. UU. demostró que en sus raíces pueden transportar invertebrados epifíticos mejor conocidos en inglés como “hitchhikers”, como anfípodos, insectos quironómidos en etapa larval e isópodos de la especie *Caecidotea racovitzai*, por lo que una forma más de distribución puede ser de tipo antrópico, ya que la mano del hombre favorece la dispersión de estas plantas acuáticas que albergan diversos grupos de invertebrados entre diferentes cuerpos acuáticos.

Isópodos indicadores de contaminación

Los asélidos se han utilizado como indicadores de contaminación orgánica en el agua pues algunas especies toleran altas cantidades de descargas domésticas ocasionando densidades poblacionales elevadas, por lo que su presencia en el sitio puede indicar una baja calidad del agua (Smith, 2001; Missouri Department of Conservation, 2019).

MATERIAL Y MÉTODOS

El arreglo taxonómico para el género *Caecidotea* sigue la sistemática propuesta por Ahyong *et al.* (2011) y se complementaron con información de la página World of Marine Records (WoRMS, 2019) sobre el tipo de ambiente en el que ocurren (tabla 17). La revisión del material biológico proviene en primera instancia de la Colección de Crustáceos del Museo Nacional de Estados Unidos Smithsonian (USNM), Maryland, EE. UU. y de la Colección Nacional de Crustáceos del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Se realizó un listado de las especies válidas con información de la página World of Marine Records (WoRMS, 2019), ITIS (2019) y Orrel (2019) y esta información está concentrada en las tablas 2 (especies epigeas y subespecies) y 3 (especies de cuevas). Además, se incluyeron las especies provenientes de las localidades ubicadas sobre la Faja Volcánica Transmexicana (FVTM) las cuales fueron mencionadas en el capítulo de filogenia molecular.

La determinación taxonómica de las especies de *Caecidotea* depositadas en el USNM se llevó a cabo en el laboratorio de Zoología de Invertebrados en el Museum Support Center en Maryland, con apoyo de un microscopio estereoscópico marca Meiji Techno RZ con cámara Nikon 750D con lente micro AF-S de 60 mm y se empleó la descripción de cada especie. Los especímenes de cada lote fueron colocados dentro de una caja Petri con fondo negro y se les agregó una mezcla de 50% ETOH al 70% y 50% de glicerina pura para una mejor visualización. Se seleccionaron machos que estuvieran lo mejor preservados anatómicamente, es decir, presencia de las dos antenas, dos anténulas, pereiópodos completos y urópodos. La identificación del sexo en este grupo de isópodos puede ser corroborada por medio de tres estructuras anatómicas siendo la primera y de más fácil observación el gnatópodo o primer pereiópodo pues presenta dimorfismo sexual que en machos se expresa con una forma globosa de esta estructura, mientras que en las hembras el primer pereiópodo se asemeja a cualquier otro pereiópodo ambulatorio. El segundo carácter es la presencia de papilas genitales en el macho, las cuales se localizan en la región ventral del organismo justo en la unión del séptimo pereionito con el pleotelson. La tercera estructura es la presencia del pleópodo II con presencia del

endopodito en los machos, por lo que en el caso de las hembras este pleópodo está ausente. De ser el caso en que los machos no estuvieran presentes en el lote analizado se procedió a emplear a la hembra de la especie.

Determinación Taxonómica

La determinación taxonómica de las especies depositadas en la CNCR se desarrolló en el Laboratorio de Entomología Forense de la Facultad de Medicina de la (lotes citados en el material y método). Se empleó un microscopio estereoscópico marca Leica modelo S8AP0 con una cámara Leica modelo MC 170 HD y se empleó la descripción original de cada especie. Los especímenes de cada lote fueron colocados dentro de una caja Petri con fondo negro y se les agregó una mezcla de 50% ETOH al 70% y 50% de glicerina pura para una mejor visualización.

Se conformaron fichas taxonómicas por especie las cuales incluyen la siguiente información:

Localidad Tipo: Esta es presentada tal y como se encuentra en la descripción original. y se incluye un mapa (Figura 72)

Material tipo: Se presenta información sobre la colección donde se encuentra depositado, así como el número de catálogo.

Observaciones sobre el material tipo: (ej. Nombre del colector, fecha de recolecta).

Otro material examinado: Incluye la localidad donde fueron recolectados los especímenes, así como las medidas referentes a la longitud total aproximada y el ancho máximo aproximado a nivel del pereionito IV, las cuales se tomaron con un vernier digital a partir del borde anterior del cefalón y hasta la punta del lóbulo caudo-medial del pleotelson, las unidades están expresadas en milímetros (Figura 73) aquellas especies que fueron fotografiadas e incluidas en este catálogo se encuentran marcadas con un * y se encuentran referidas en las tablas 2 y 3. Se incluye una lámina con las siguientes fotografías de un macho (en el caso que dentro del lote analizado no se encontraran machos, se procedió a fotografiar a la hembra) que son: cuerpo completo en vista dorsal y lateral; cabeza vista dorsal y lateral; pereionitos IV-V dorsal; pleotelson vista dorsal con urópodos y lateral; urópodos (en caso de que estuvieran presentes), es importante

mencionar que tanto antenas, anténulas, pereiópodos y urópodos pueden desprenderse del cuerpo con facilidad.

Observaciones sobre otro material examinado: (ej. Nombre del colector, fecha de recolecta).

Etimología: Nombre de la especie, tal y como aparece en la descripción original, en caso de que no estuviera incluida esta información, se trató de deducir la etimología, con base en las características morfológicas que distinguían a la especie.

Observaciones: Si se presentan correcciones, adiciones o información actualizada sobre la especie.

Grupo: Especies que comparten características morfológicas similares.



Figura 72. Ejemplo de mapa de la localidad tipo *C. communis*.

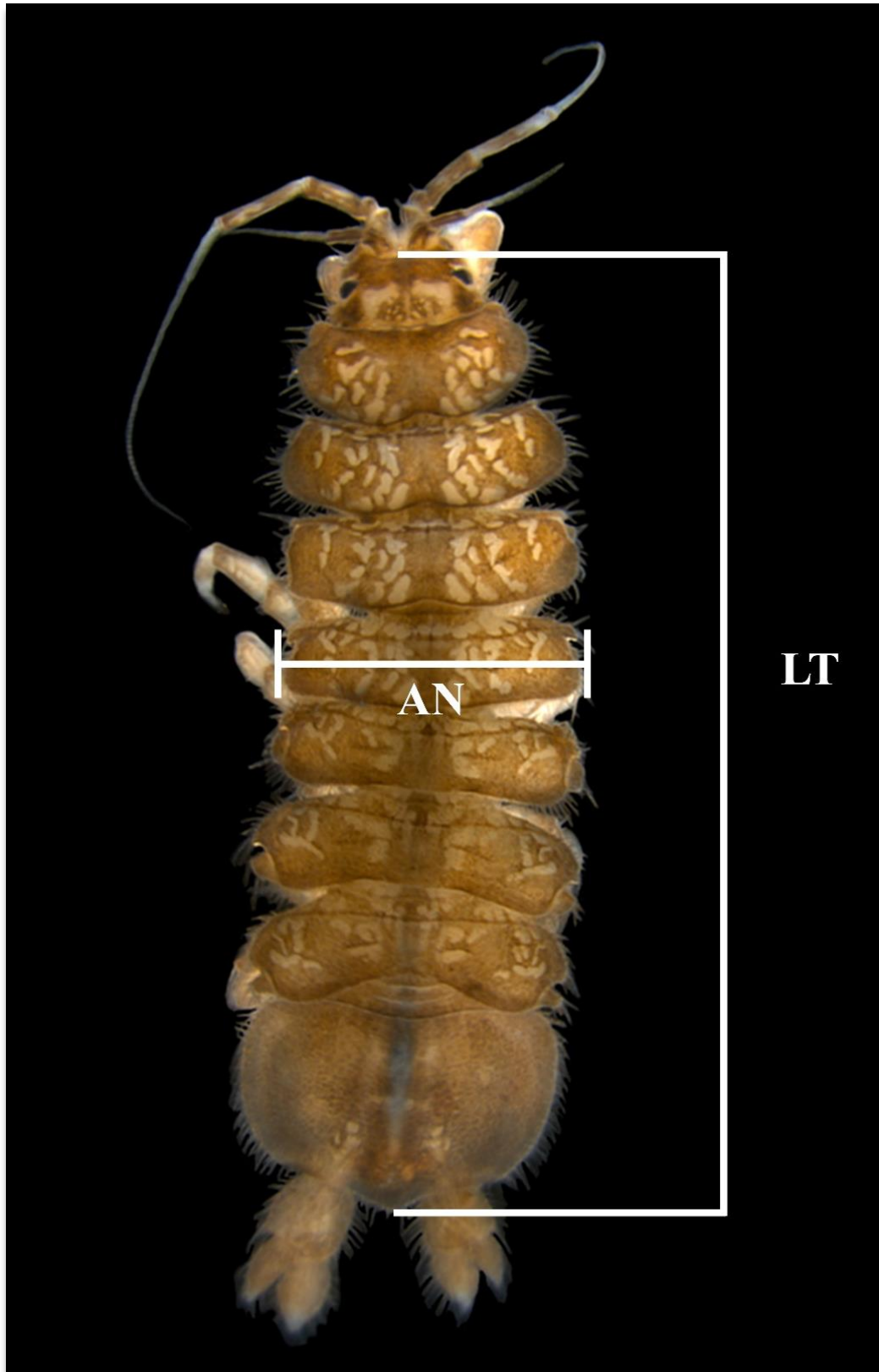


Figura 73. Macho de la especie *C. camaxtli*. Sitios anatómicos donde fueron tomadas las medidas corporales. Longitud total = LT, Ancho al nivel del pereonito IV = AN.

RESULTADOS

Tabla 17. Posición taxonómica del género *Caecidotea* dentro de la clasificación para los artrópodos del subphylum Crustacea basada en Ahyong *et al.* (2011).

Los grupos taxonómicos que contienen al género *Caecidotea* se presentan en negritas. Entre paréntesis se muestra la composición de cada nivel taxonómico, así como los ambientes en donde se distribuyen (WoRMS, 2019).

Phylum Arthropoda von Siebold, 1848
Subphylum Crustacea Brünnich, 1772 (Marinos, salobres, dulceacuícolas, terrestres)
Clase Malacostraca Latreille, 1802 (3 subclases, marinos, salobres, dulceacuícolas, terrestres)
Subclase Eumalacostraca Grobben, 1892 (3 superordenes, marinos, salobres, dulceacuícolas, terrestres)
Superorden Peracarida Calman, 1904 (13 Ordenes, marinos, salobres, dulceacuícolas, terrestres)
Orden Isopoda Latreille, 1817 (12 subordenes, marinos, salobres, dulceacuícolas, terrestres)
Suborden Asellota Latreille, 1802 (4 superfamilias, marinos, salobres y dulceacuícolas)
Superfamilia Aselloidea Latreille, 1802 (2 familias, marinos y dulceacuícolas)
Familia Asellidae Latreille, 1802 (20 géneros, 393 especies, dulceacuícolas)
Género <i>Caecidotea</i> Packard, 1871 (93 especies y 3 subespecies, dulceacuícolas, García-Vázquez, 2019) (92 especies y 5 subespecies de las cuales 70 spp. y 1 subespecie provienen de hábitats subterráneos, 22 spp. epigeas y 5 subespecies de ambientes epigeos, este estudio).

Presentamos un checklist de las especies y subespecies válidas para EE. UU., México y Guatemala, separándolas por ambiente epigeo (tabla 18) y subterráneos (tabla 19).

Tabla 18. Especies y subespecies epigeas válidas de *Caecidotea* para EE. UU. y México.

Especie	País
1. <i>Caecidotea attenuata</i> * (Richardson, 1900)	EE. UU.
2. <i>Caecidotea brevicauda</i> * (Forbes, 1876)	EE. UU.
3. <i>Caecidotea communis</i> * (Say, 1818)	EE. UU.
4. <i>Caecidotea dentadactyla</i> * (Mackin y Hubricht, 1938)	EE. UU.
5. <i>Caecidotea forbesi</i> * (Williams, 1970)	EE. UU.
6. <i>Caecidotea foxi</i> * (Fleming, 1972)	EE. UU.
7. <i>Caecidotea holti</i> * (Fleming, 1972)	EE. UU.
8. <i>Caecidotea intermedia</i> * (Forbes, 1876)	EE. UU.
9. <i>Caecidotea kenki</i> * (Bowman, 1967)	EE. UU.
10. <i>Caecidotea laticaudata</i> * (Williams, 1970)	EE. UU.
11. <i>Caecidotea montana</i> * (Mackin y Hubricht, 1938)	EE. UU.
12. <i>Caecidotea nodula</i> * (Williams, 1970)	EE. UU.
13. <i>Caecidotea obtusa</i> * (Williams, 1970)	EE. UU.
14. <i>Caecidotea occidentalis</i> * (Williams, 1970)	EE. UU.
15. <i>Caecidotea oculata</i> * Mackin y Hubricht, 1940	EE. UU.
16. <i>Caecidotea racovitzai</i> * (Williams, 1970)	EE. UU.
17. <i>Caecidotea scrupulosa</i> * (Williams, 1970)	EE. UU.
18. <i>Caecidotea tomalensis</i> * (Harford, 1876)	EE. UU.
Subespecies	País
19. <i>Caecidotea australis racovitzai</i> * (Williams, 1970)	EE. UU.
20. <i>Caecidotea bivittatus brevicauda</i> (Walker, 1961)	EE. UU.
21. <i>Caecidotea brevicauda brevicauda</i> * (Forbes, 1876)	EE. UU.
22. <i>Caecidotea racovitzai racovitzai</i> * (Williams, 1970)	EE. UU.
Especie	País
23. <i>Caecidotea camaxtli</i> * García-Vázquez, Rodríguez-Almaráz y Pedraza-Lara 2019	México
24. <i>Caecidotea puebla</i> * (Cole y Minckley, 1968)	México
25. <i>Caecidotea williamsi</i> * Escobar-Briones y Alcocer, 2002	México
26. <i>Caecidotea xochimilca</i> * Rocha-Ramírez y Peñaloza-Daniel, 2011	México

Tabla 19. Especies válidas de ambientes subterráneos de *Caecidotea* para EE. UU., México y Guatemala.

Especie	País
1. <i>Caecidotea acuticarpa</i> * Mackin y Hubricht, 1940	EE. UU.
2. <i>Caecidotea adenta</i> * Mackin y Hubricht, 1940	EE. UU.
3. <i>Caecidotea alabamensis</i> * (Stafford, 1911)	EE. UU.
4. <i>Caecidotea alleghenyensis</i> * Lewis, Bowman y Feller, 2011	EE. UU.
5. <i>Caecidotea ancyla</i> * (Fleming, 1972)	EE. UU.
6. <i>Caecidotea antricola</i> * Creaser, 1931	EE. UU.
7. <i>Caecidotea barri</i> * (Steeves, 1965)	EE. UU.
8. <i>Caecidotea beattyi</i> * Lewis y Bowman, 1981	EE. UU.
9. <i>Caecidotea bicrenata</i> (Steeves, 1963)	EE. UU.
10. <i>Caecidotea bilineata</i> * Lewis y Bowman, 1996	EE. UU.
11. <i>Caecidotea bowmani</i> * Lewis, 1980	EE. UU.
12. <i>Caecidotea cannula</i> * (Steeves, 1963)	EE. UU.
13. <i>Caecidotea carolinensis</i> * Lewis y Bowman, 1977	EE. UU.
14. <i>Caecidotea catachaetus</i> * (Fleming y Steeves, 1972)	EE. UU.
15. <i>Caecidotea circulus</i> * (Steeves y Holsinger, 1968)	EE. UU.
16. <i>Caecidotea cumberlandensis</i> * Lewis, 2000	EE. UU.
17. <i>Caecidotea cyrtorhynchus</i> (Fleming y Steeves, 1972)	EE. UU.
18. <i>Caecidotea dauphina</i> * Modlin, 1986	EE. UU.
19. <i>Caecidotea dimorpha</i> * (Mackin y Hubricht, 1940)	EE. UU.
20. <i>Caecidotea dunlaporum</i> * Lewis, 2015	EE. UU.
21. <i>Caecidotea extensolinguala</i> (Fleming, 1972)	EE. UU.
22. <i>Caecidotea filicispeluncae</i> * Bowman y Hobbs, 1983	EE. UU.
23. <i>Caecidotea fonticulus</i> * Lewis, 1983	EE. UU.
24. <i>Caecidotea franzi</i> * (Holsinger y Steeves, 1971)	EE. UU.
25. <i>Caecidotea fustis</i> * Lewis, 1981	EE. UU.
26. <i>Caecidotea henroti</i> * (Bresson, 1955)	EE. UU.
27. <i>Caecidotea hobbsi</i> * (Maloney, 1939)	EE. UU.
28. <i>Caecidotea hoffmani</i> * Lewis, 2009	EE. UU.
29. <i>Caecidotea holsingeri</i> * (Steeves, 1963)	EE. UU.
30. <i>Caecidotea incurva</i> * Steeves y Holsinger, 1968	EE. UU.
31. <i>Caecidotea insula</i> Lewis, 2013	EE. UU.
32. <i>Caecidotea jeffersoni</i> * Lewis, 2009	EE. UU.
33. <i>Caecidotea jordani</i> * (Eberly, 1966)	EE. UU.
34. <i>Caecidotea kendeighi</i> * (Steeves y Seidenberg, 1971)	EE. UU.
35. <i>Caecidotea lesliei</i> Lewis y Bowman, 1981	EE. UU.
36. <i>Caecidotea mackini</i> * Lewis, Graening, Fenolio y Bergey 2006	EE. UU.
37. <i>Caecidotea macropropoda</i> * Chase y Blair, 1937	EE. UU.
38. <i>Caecidotea mausi</i> * Lewis, 2009	EE. UU.
39. <i>Caecidotea metcalfi</i> (Fleming, 1972)	EE. UU.
40. <i>Caecidotea nickajackensis</i> * Packard, 1881	EE. UU.
41. <i>Caecidotea nordeni</i> * Lewis y Bowman, 2010	EE. UU.
42. <i>Caecidotea nortoni</i> * (Steeves, 1966)	EE. UU.
43. <i>Caecidotea packardi</i> * Mackin y Hubricht, 1940	EE. UU.
44. <i>Caecidotea pauotrigona</i> * (Fleming, 1972)	EE. UU.

45. <i>Caecidotea phreatica</i> * Lewis y Holsinger, 1985	EE. UU.
46. <i>Caecidotea pricei</i> * Levi, 1949	EE. UU.
47. <i>Caecidotea putea</i> * Lewis, 2009	EE. UU.
48. <i>Caecidotea recurvata</i> * (Steeves, 1963)	EE. UU.
49. <i>Caecidotea reddelli</i> * (Steeves, 1968)	EE. UU.
50. <i>Caecidotea richardsonae</i> * Hay, 1901	EE. UU.
51. <i>Caecidotea rotunda</i> * Bowman y Lewis, 1984	EE. UU.
52. <i>Caecidotea salemensis</i> * Lewis, 1981	EE. UU.
53. <i>Caecidotea scypha</i> (Steeves y Holsinger, 1968)	EE. UU.
54. <i>Caecidotea sequoiae</i> * Bowman, 1975	EE. UU.
55. <i>Caecidotea serrata</i> * (Fleming, 1972)	EE. UU.
56. <i>Caecidotea simonini</i> * (Bresson, 1955)	EE. UU.
57. <i>Caecidotea simulator</i> * Lewis, 1999	EE. UU.
58. <i>Caecidotea sinuncus</i> (Steeves, 1965)	EE. UU.
59. <i>Caecidotea spatulata</i> * Mackin y Hubricht, 1940	EE. UU.
60. <i>Caecidotea steevesi</i> * (Fleming, 1972)	EE. UU.
61. <i>Caecidotea stiladactyla</i> * Mackin y Hubricht, 1940	EE. UU.
62. <i>Caecidotea stygia</i> * Packard, 1871	EE. UU.
63. <i>Caecidotea teresae</i> * Lewis, 1982	EE. UU.
64. <i>Caecidotea tridentata</i> * Hungerford, 1922	EE. UU.
65. <i>Caecidotea vandeli</i> * (Bresson, 1955)	EE. UU.
Subspecie	País
66. <i>Caecidotea bicrenata whitei</i> * Lewis y Bowman, 1981	EE. UU.
Especie	País
67. <i>Caecidotea chiapas</i> * Bowman, 1975	México
68. <i>Caecidotea pasquinii</i> (Argano, 1972)	México
69. <i>Caecidotea vomeroi</i> Argano, 1977	México
70. <i>Caecidotea zullini</i> Argano, 1977	México
Especie	País
71. <i>Caecidotea mitchelli</i> Argano, 1977	Guatemala

***Las especies que incluyen un asterisco fueron fotografiadas en este estudio.**

Caecidotea acuticarpa Mackin y Hubricht, 1940

Fig. 75

Material Tipo: Cotipos: USNM 71476 y colecciones personales de los autores.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Mackin y Hubricht. Fecha 2 Dic 1930.

Localidad Tipo: Oklahoma: Byrds Mill Spring, Spring at Roff; Johnson County (Figura 74).

Otro material examinado: Oklahoma: Murray County, Arbuckle Mountains, 0.25 Mile NW of Turner Falls. National Museum of Natural History, Smithsonian Institution USNM 108613, macho 9.7 mm longitud, 1.4 mm ancho (Figura 75).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Hubricht, L. Fecha 23 Abr 1936.

Etimología: Llamado así por el carpo característico de la especie, ya que es largo y agudo con forma punta de flecha.

Grupo: Hobbsi.



Figura 74. Localidad tipo *C. acuticarpa*.

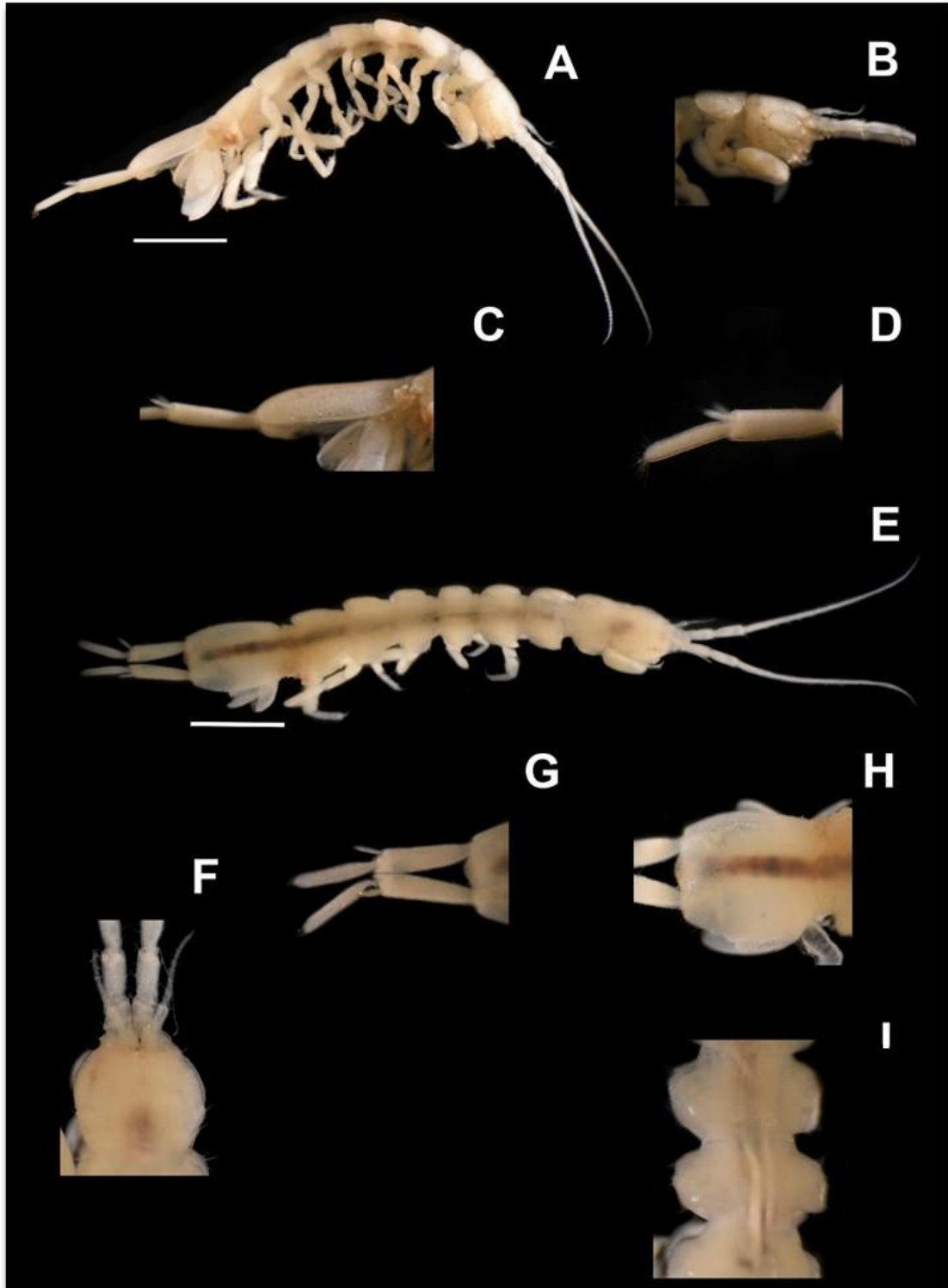


Figura 75. Macho *C. acuticarpa* USNM 108613, 9.7 mm de longitud, 1.4 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, urópodo vista lateral; E, cuerpo vista dorsal; F, cabeza vista dorsal; G, urópodos vista dorsal; H, pleotelson vista dorsal; I, vista dorsal pereionitos IV v V. Escalas A v E = 2 mm.

Caecidotea adenta (Mackin y Hubricht, 1940)

Fig. 77

Material Tipo: Cotipos: USNM 74845; and collections of the authors.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Mackin, J. G. Fecha Nov 1936.

Localidad Tipo: Oklahoma: Bottom of a deep limestone sink cave 15 miles south of Mountain View, Kiowa County (Figura 76).

Otro material examinado: Oklahoma: Murray County, Small Cave, 2 Mile Upstream From Turner Falls. National Museum of Natural History, Smithsonian Institution USNM 230609, macho 5.2 mm longitud, 1.2 mm ancho (Figura 77).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Norton, R. M. Fecha 24 Jun 1964.

Etimología: Llamado así por la ausencia de procesos en la palma del propodio.

Grupo: Hobbsi.

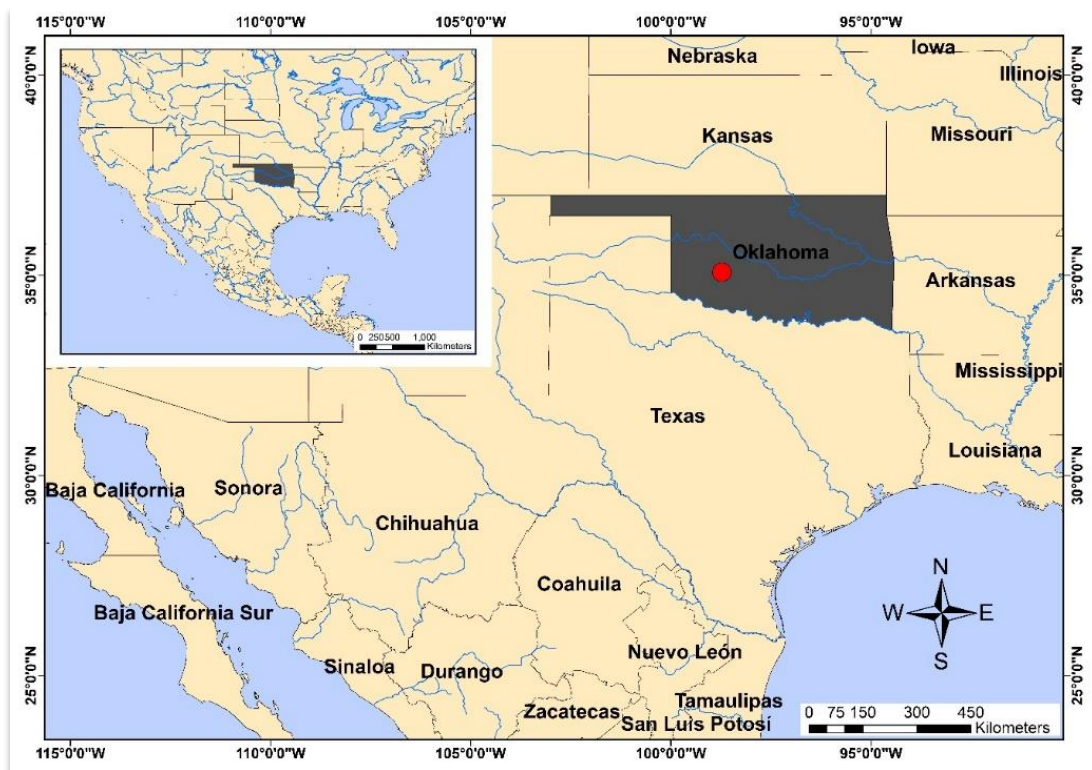


Figura 76. Localidad tipo *C. adenta*.

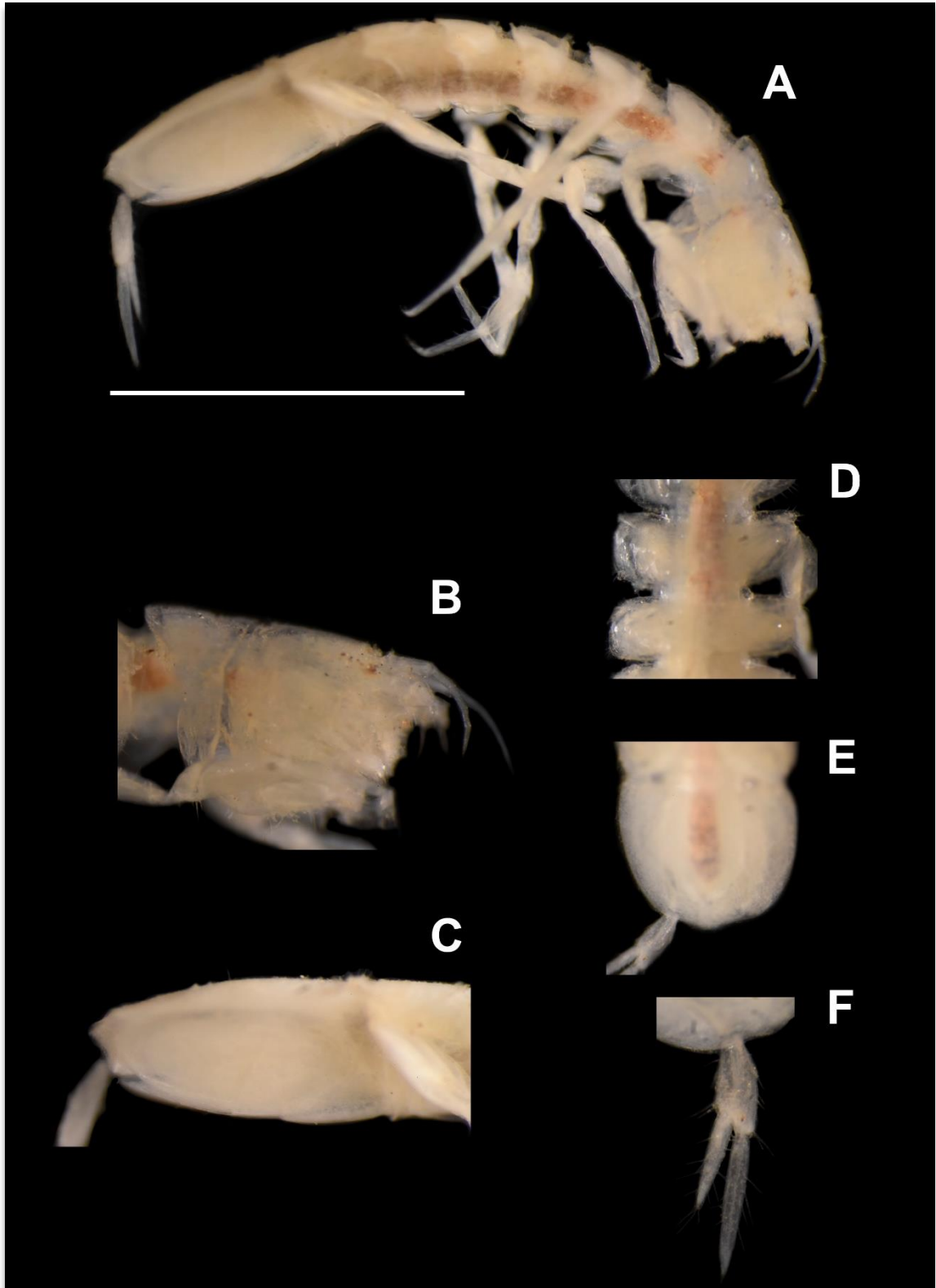


Figura 77. Macho *C. adenta* USNM 230609, 5.2 mm de longitud, 1.2 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, vista dorsal pereionitos IV y V; E, pleotelson vista dorsal; F, urópodos vista dorsal. Escala A = 2 mm.

Caecidotea alabamensis (Stafford, 1911)

Fig. 79

Material Tipo: La descripción original no menciona el depósito de ningún espécimen.

Observaciones del Material Tipo: La descripción no menciona dónde se depositó el material tipo.

Localidad Tipo: Alabama: Well in Auburn (Figura 78).

Otro material examinado: Tennessee: Rutherford County, Echo Cave, 1.2 Mile N of Rockvale. National Museum of Natural History, Smithsonian Institution USNM 230858, macho 10.1 mm longitud, 1.96 mm ancho (Figura 79).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Barr, T. C. Fecha:

Etimología: Nombrada como el estado de Alabama.

Grupo: Stygius.

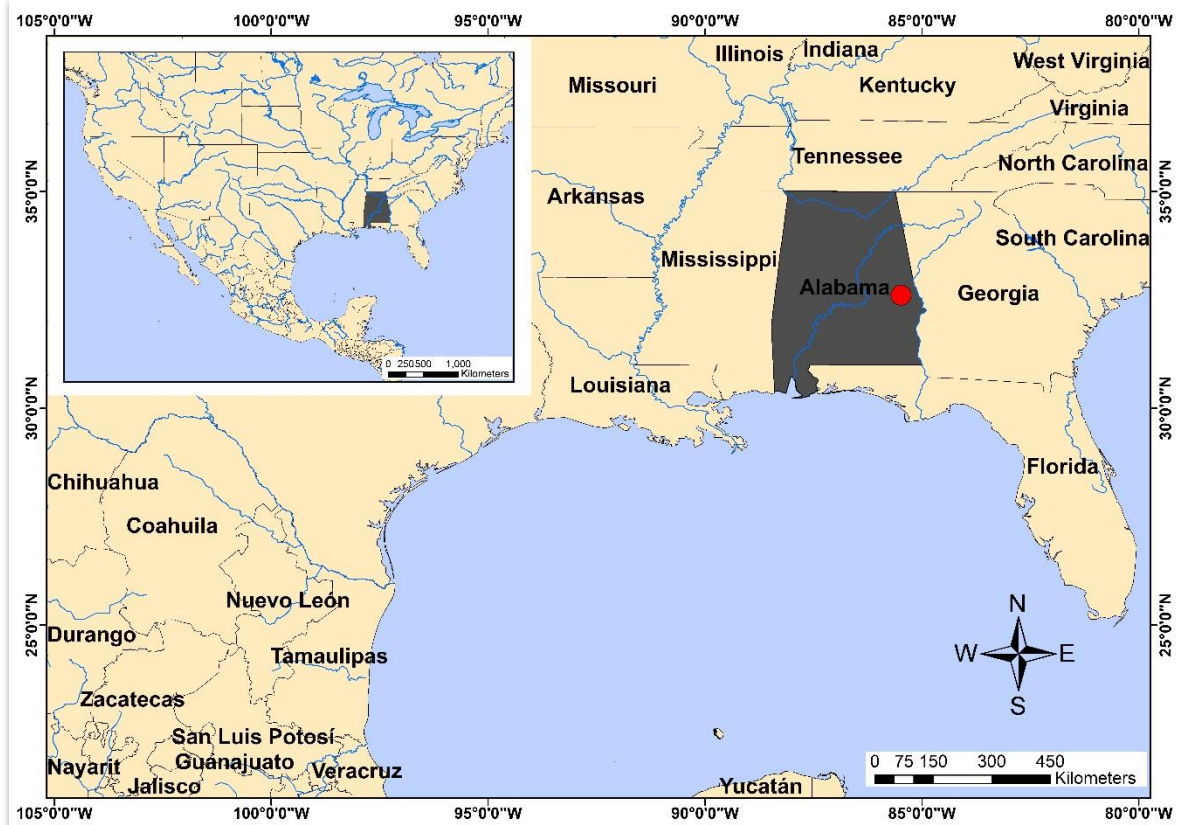


Figura 78. Localidad tipo *C. alabamensis*.

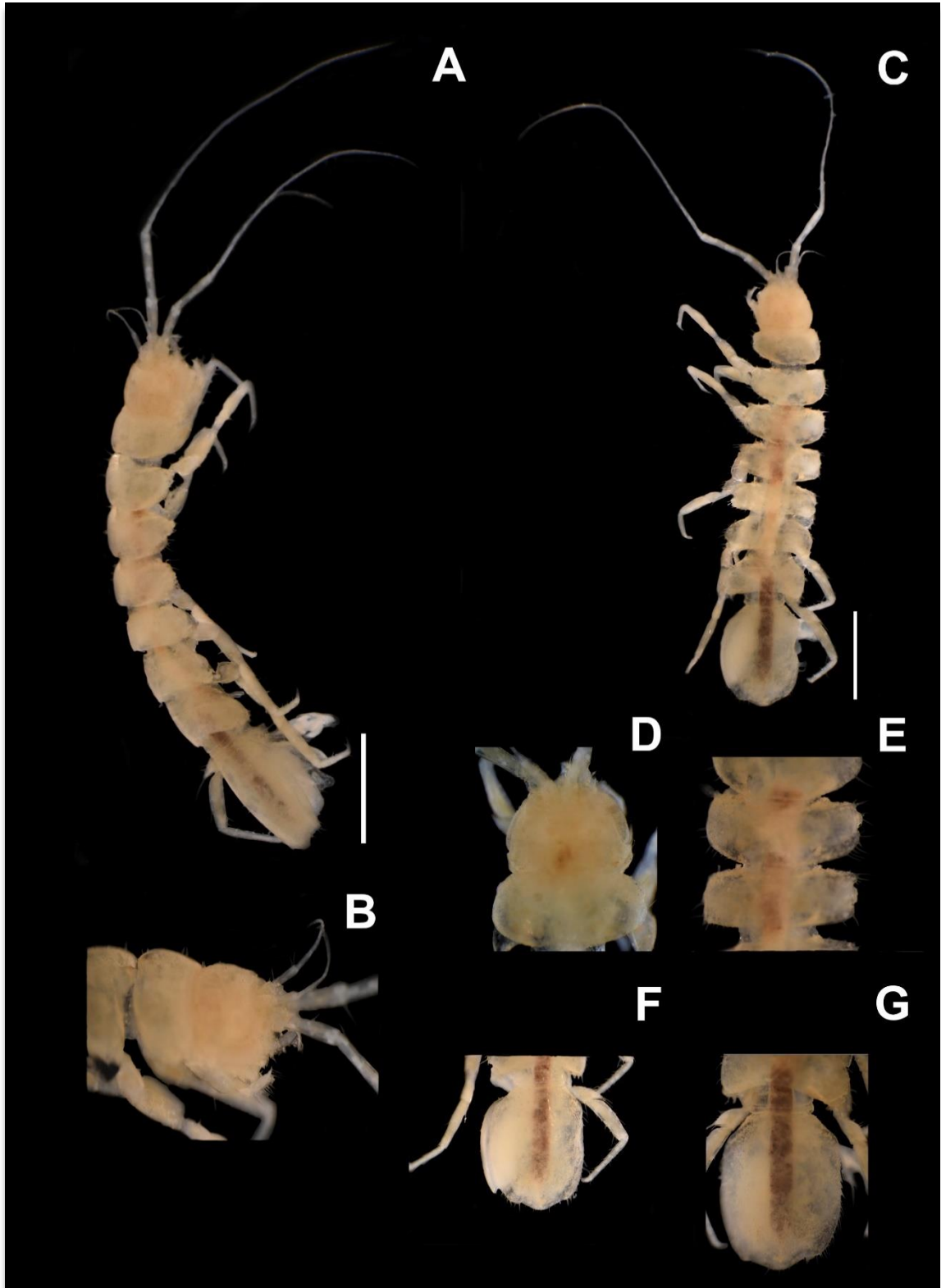


Figura 79. Macho *C. alabamensis* USNM 230858, 10.1 mm de longitud, 1.96 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, cuerpo vista dorsal; D, cabeza vista dorsal; E vista dorsal pereionitos IV y V; F y G, pleotelson vista dorsal. Escalas A y C = 2 mm.

Caecidotea alleghenyensis Lewis, Bowman y Feller, 2011

Fig. 81

Material Tipo: Holotipo: United States National Museum USNM 1138994.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Feller, D. J. Fecha: 20 May 1992.

Localidad Tipo: Maryland: Swallow Falls State Park, spring #1, Garret County (Figura 80).

Otro material examinado: Maryland: Garrett County, Spring 35 meters south of Swallow Falls Road, opposite entrance to Maple Glade Road, 7.4 km S of Sang Run. National Museum of Natural History, Smithsonian Institution USNM 1138999, macho 5.2 mm longitud, 1.2 mm ancho (Figura 81).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Feller, D. J. Fecha: 16 May 1987.

Etimología: El nombre se refiere a las montañas Allegheny. El nombre vernacular es el isópodo del manantial Allegheny.

Grupo: Hobbsi.

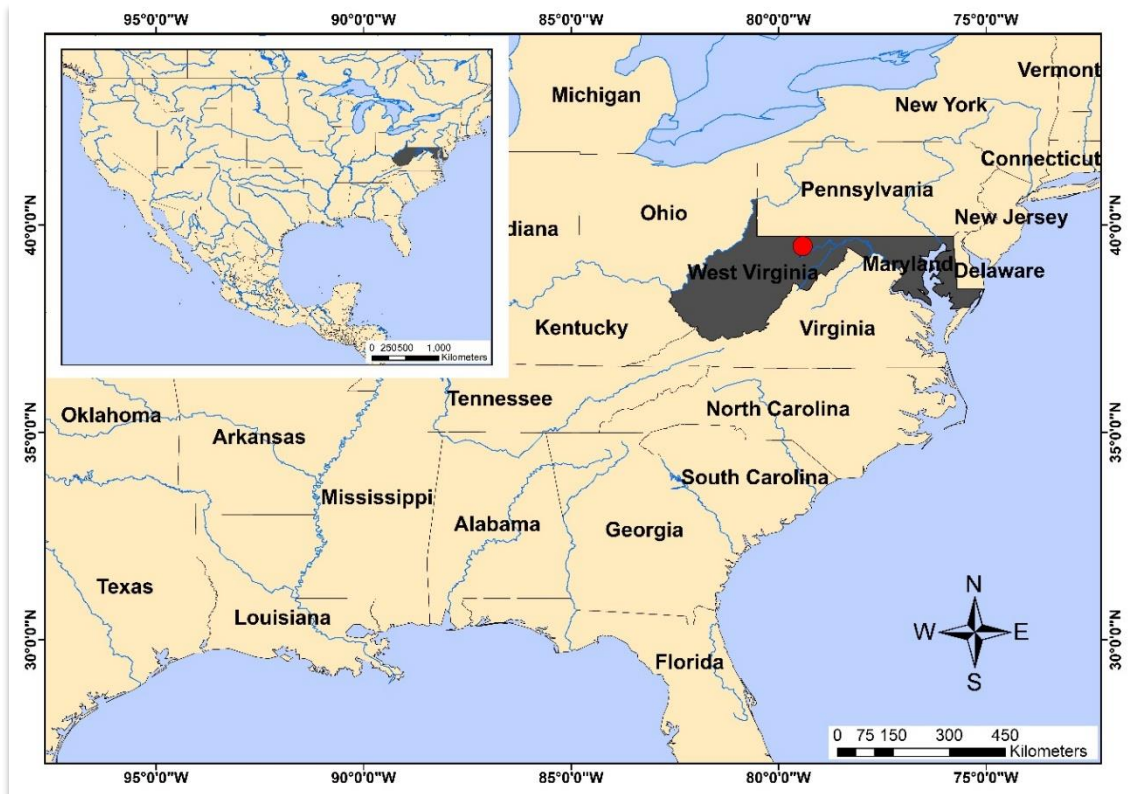


Figura 80. Localidad tipo *C. alleghenyensis*.

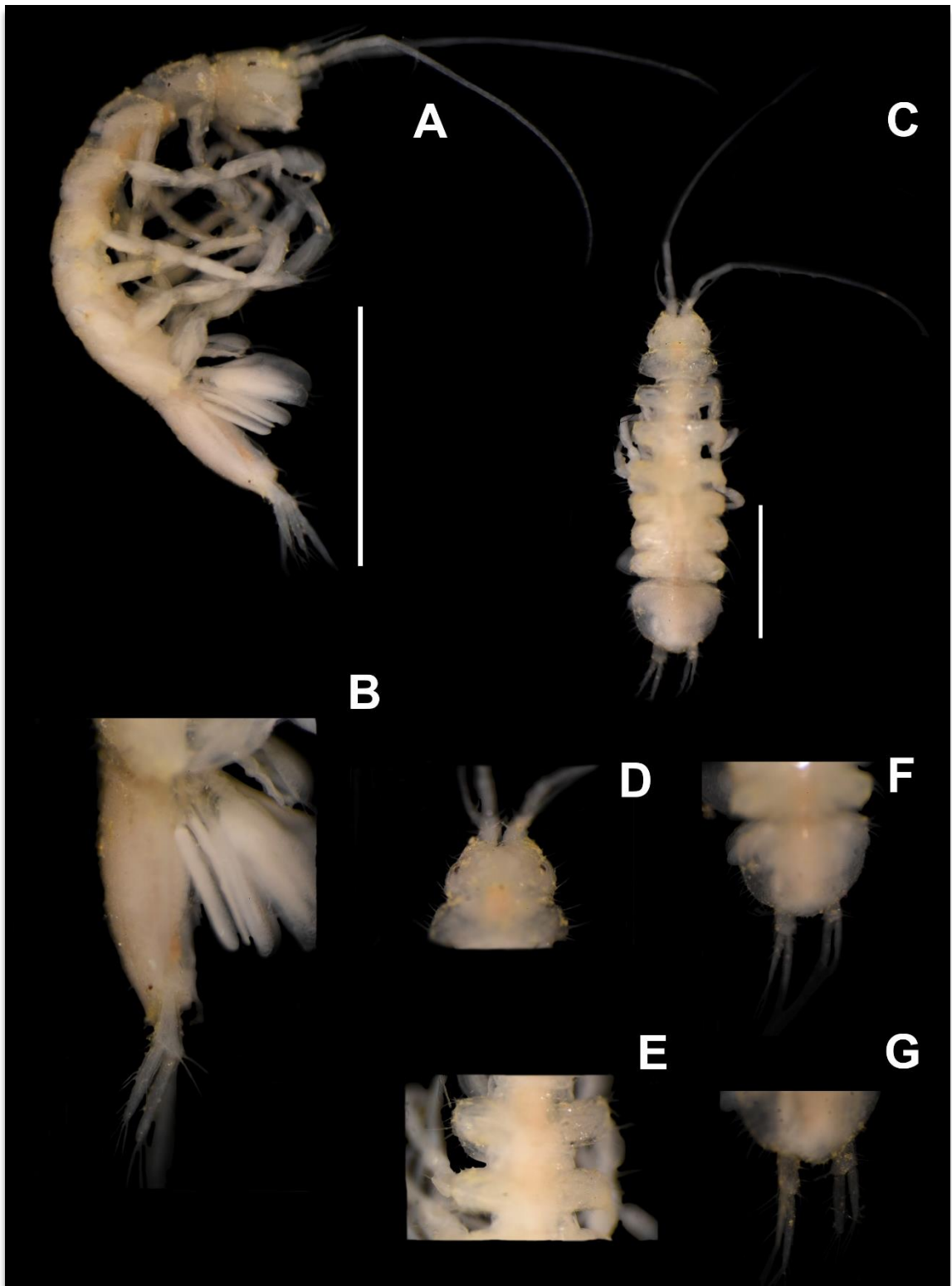


Figura 81. Macho *C. alleghenyensis* USNM 1138999, 5.2 mm de longitud, 1.2 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, pleotelson vista lateral; C cuerpo vista dorsal; D, cabeza vista dorsal; E, vista dorsal pereionitos IV y V; F, pleotelson vista dorsal; G, urópodos vista dorsal. Escalas A y C = 2 mm.

Caecidotea ancyla (Fleming, 1972B)

Fig. 83

Material Tipo: Holotipo: United States National Museum USNM 135254.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Holsinger, J. Fecha: 26 Jun 1964.

Localidad Tipo: Arkansas: Brewer Cave, in mud bottom of stream, Boone County (Figura 82).

Otro material examinado: Arkansas: Benton County, Spaview Creek Cave. National Museum of Natural History, Smithsonian Institution USNM 108529 and USNM 108528. 5.1 mm longitud, 0.9 mm ancho (Figura 83).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Hubricht, L. Fecha: 27 Jul 1941
Colector: Dearolf, K. Fecha 27 Jun 1938.

Etimología: ancyl del griego = torcido, doblado, refiriéndose a la forma torcida o recurvada del proceso lateral de la punta del endopodito del macho.

Grupo: Sin grupo



Figura 82. Localidad tipo *C. ancyla*.

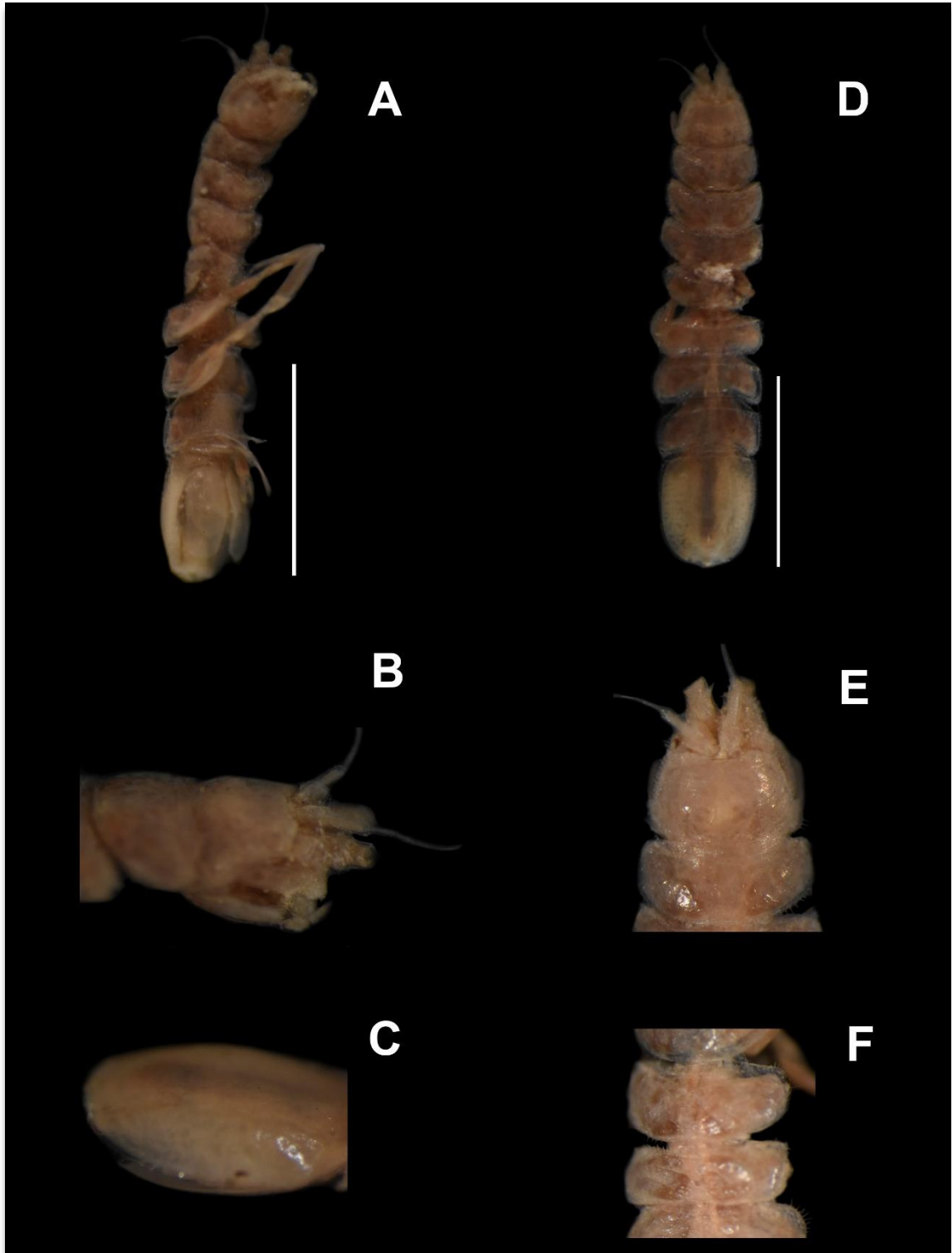


Figura 83. Macho *C. ancyla* USNM 108529 y USNM 108528. 5.1 mm de longitud, 0.9 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, vista dorsal pereionitos IV y V. Escalas A y D = 2 mm.

Caecidotea antricola Creaser, 1931

Fig. 85

Material Tipo: Holotipo: University of Michigan Museum of Zoology, Catalog No. 53259.

Observaciones del Material Tipo: Colector: E. B. Williamson.; E. P. Creaser. Fecha: 19 Ago 1930.

Localidad Tipo: Missouri: River Cave on Snyder Estate, Hahatonka, Camden County (Figura 84).

Otro material examinado: Illinois: Alexander County, Sexton Creek, 4.8km SSE McClure, just downstream of road bridge, under large chunk of concrete buried well in gravel stream bed. National Museum of Natural History, Smithsonian Institution USNM 108855, macho 19.7 mm longitud, 3.4 mm ancho (Figura 85).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Hubricht, L. Fecha: 7 Jul 1940.

Etimología: El autor no menciona a que se debe el nombre de la especie.

Grupo: Sin grupo



Figura 84. Localidad tipo *C. antricola*.

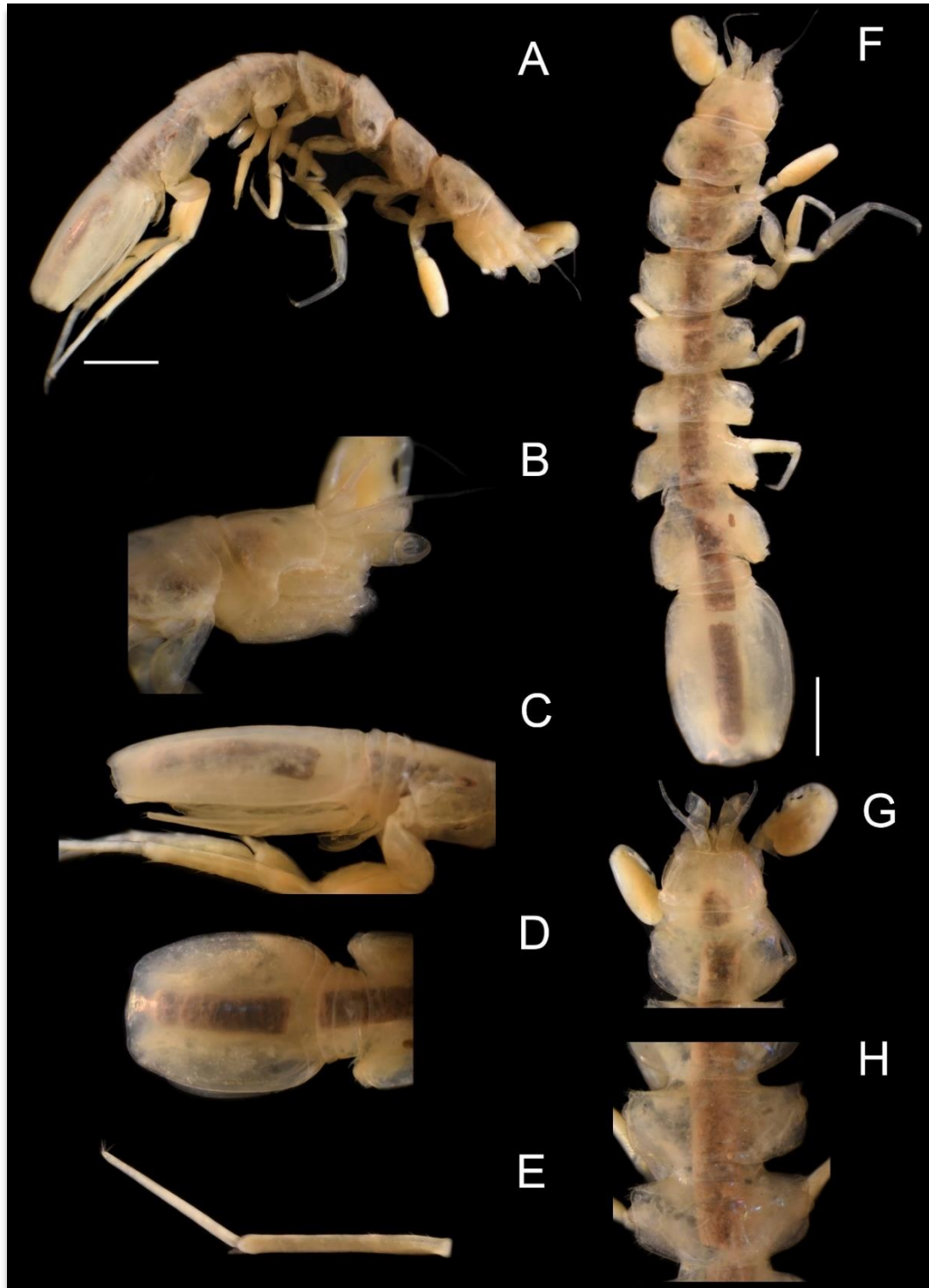


Figura 85. Macho *C. antricola* USNM 108855, 19.7 mm de longitud, 3.4 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, pleotelson cista dorsal; E, urópodo derecho; F, cuerpo vista dorsal; G, cabeza vista dorsal; H, vista dorsal pereionitos IV y V. Escalas A y F = 2 mm.

Caecidotea attenuata (Richardson, 1900)

Fig. 87

Material Tipo: Holotipo: United States National Museum USNM 23910.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Palmer; Bartsch, P. Fecha: 9 Jun 1899.

Localidad Tipo: Virginia: Washington Dith, Dismal Swamp (Figura 86).

Otro material examinado: Virginia: Princess Anne County, North Landing Reservoir. National Museum of Natural History, Smithsonian Institution USNM 108566, macho 6.2 mm longitud, 1.5 mm ancho (Figura 87).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Hubricht, L. Fecha: 10 Oct 1943.

Etimología: El autor no menciona porqué nombró así la especie.

Grupo: Sin grupo.



Figura 86. Localidad tipo *C. attenuata*.

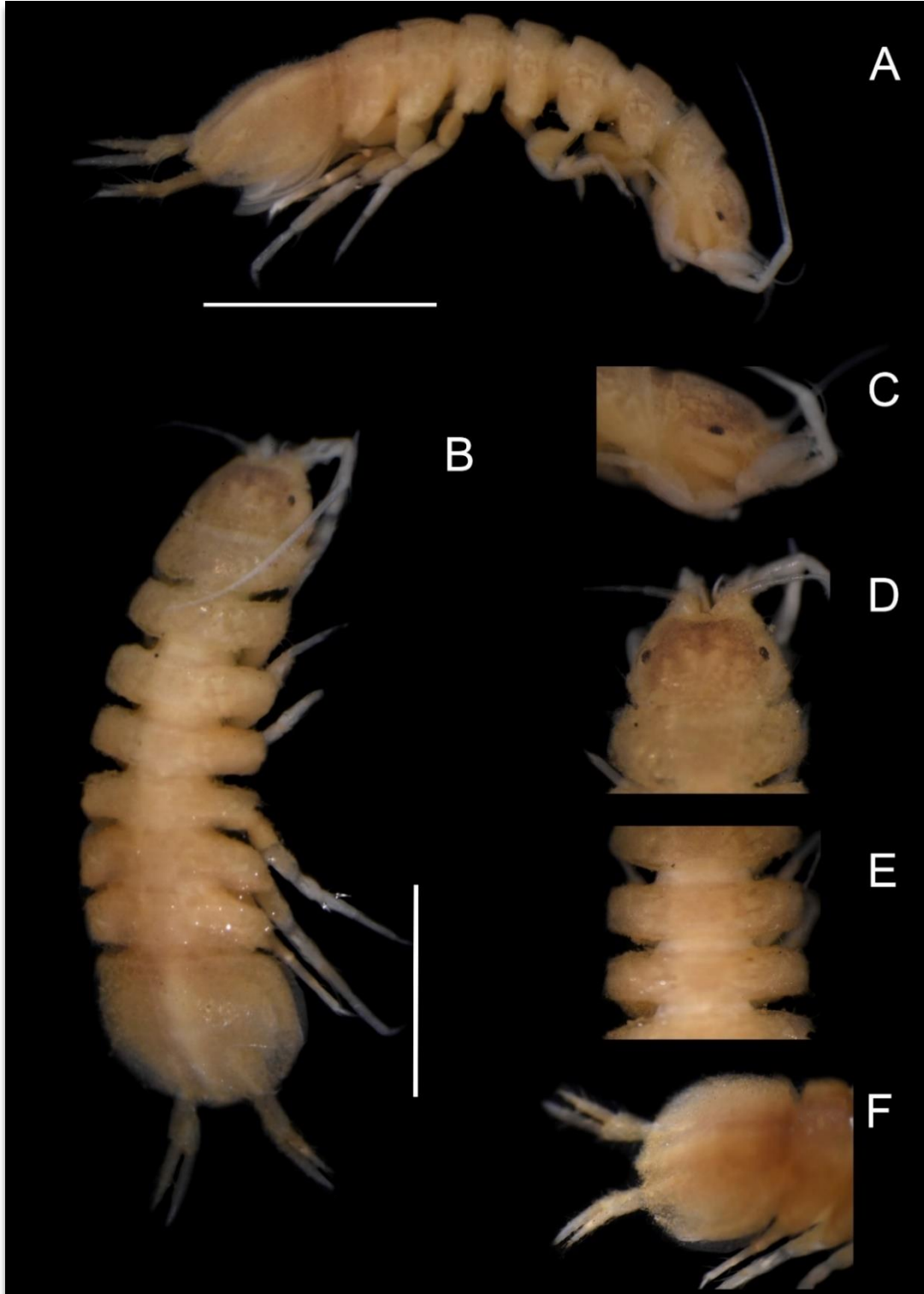


Figura 87. Macho *C. attenuata* USNM 108566, 6.2 mm de longitud, 1.5 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cuerpo vista dorsal; C, cabeza vista lateral; D, cabeza vista dorsal; E, vista dorsal pereionitos IV y V; F, pleotelson vista dorsal. Escalas A y B = 2 mm.

Caecidotea barri (Steeves, 1965)

Fig. 89

Material Tipo: Holotipo: United States National Museum USNM 111145.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Holsinger, J. R. Fecha: 24 Jun 1963.

Localidad Tipo: Kentucky: Clifton Cave, 4 miles W of Versailles, Woodford Co (Figura 88).

Otro material examinado: Indiana: Woodford County, Clifton, 0.6 mi east, inside valley above waterfall. National Museum of Natural History, Smithsonian Institution USNM 1011535, macho 6.0 mm longitud, 0.9 mm ancho (Figura 89).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Lewis, J. J; Lewis, J. J; Lewis, V.; Tilford, A. Fecha: 19 Feb 1995.

Etimología: Nombrado en honor del Dr. Thomas C. Barr, Zoology Department, University of Kentucky, Lexington.

Grupo: Stygius.



Figura 88. Localidad tipo *C. barri*.

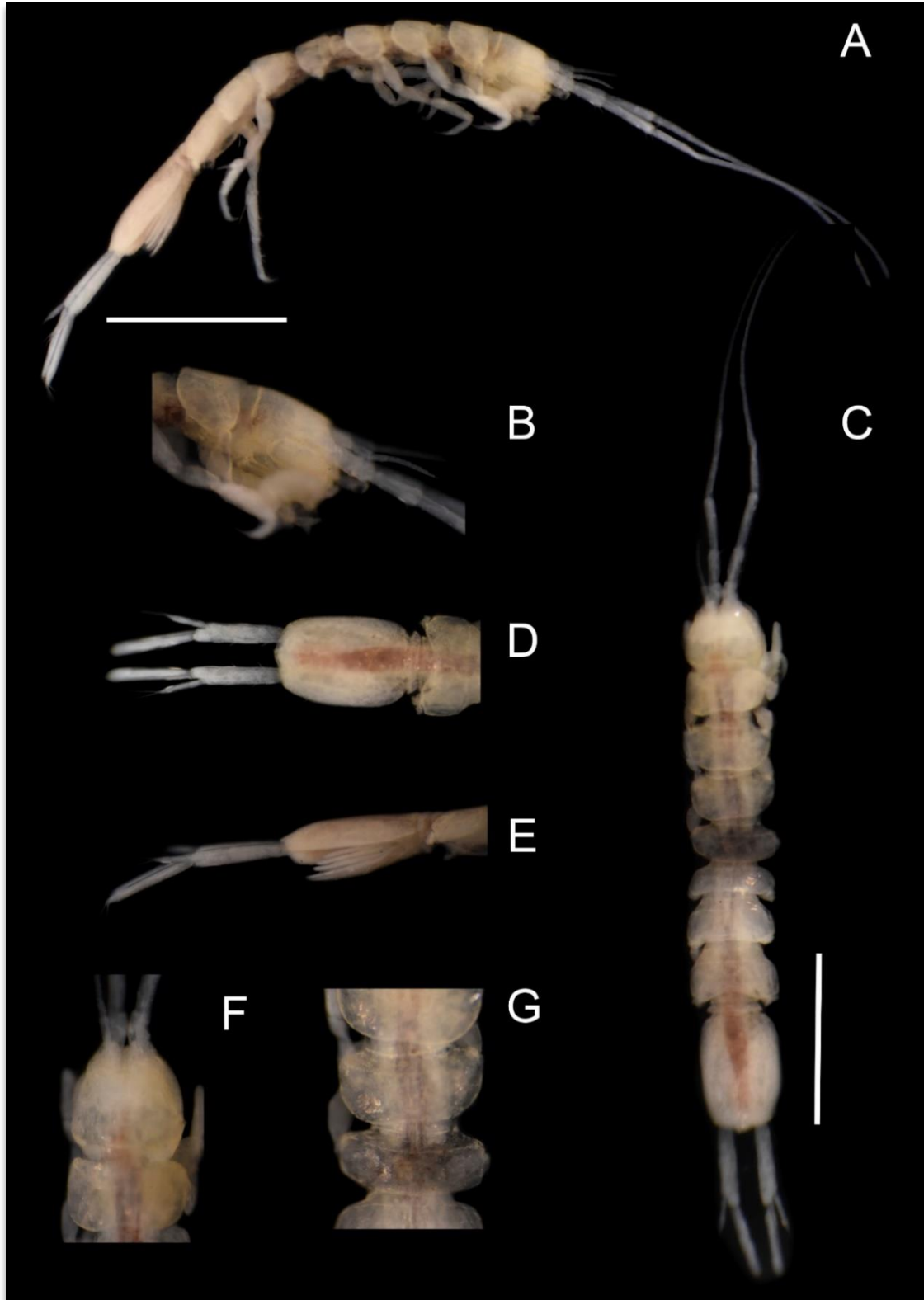


Figura 89. Macho *C. barri* USNM 1011535, 6.0 mm de longitud, 0.9 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, cuerpo vista dorsal; D, pleotelson vista dorsal; E, pleotelson vista lateral; F, cabeza vista dorsal; G, vista dosal pereionitos IV y V. Escalas A y C = 2 mm.

Caecidotea beattyi Lewis y Bowman, 1981

Fig. 90

Material Tipo: Holotipo: United States National Museum USNM 172789.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Lewis, J. J. Fecha: 17 Jul 1976.

Localidad Tipo: Illinois: Dixon Springs State Park, run off stream from wellhouse, leg (Figura 90).

Otro material examinado: Indiana: Vanderburgh County, Darmstadt, Schillinger Road, approx. 2.3 miles north of Darmstadt. National Museum of Natural History, Smithsonian Institution USNM 1156698, macho 7.1 mm longitud, 0.8 mm ancho (Figura 91).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Lewis, J. J. Fecha: 19 feb 2011.

Etimología: Nombrado en honor al Dr. Joseph A. Beatty, Southern Illinois University.

Grupo: Sin grupo.



Figura 90. Localidad tipo *C. beattyi*.

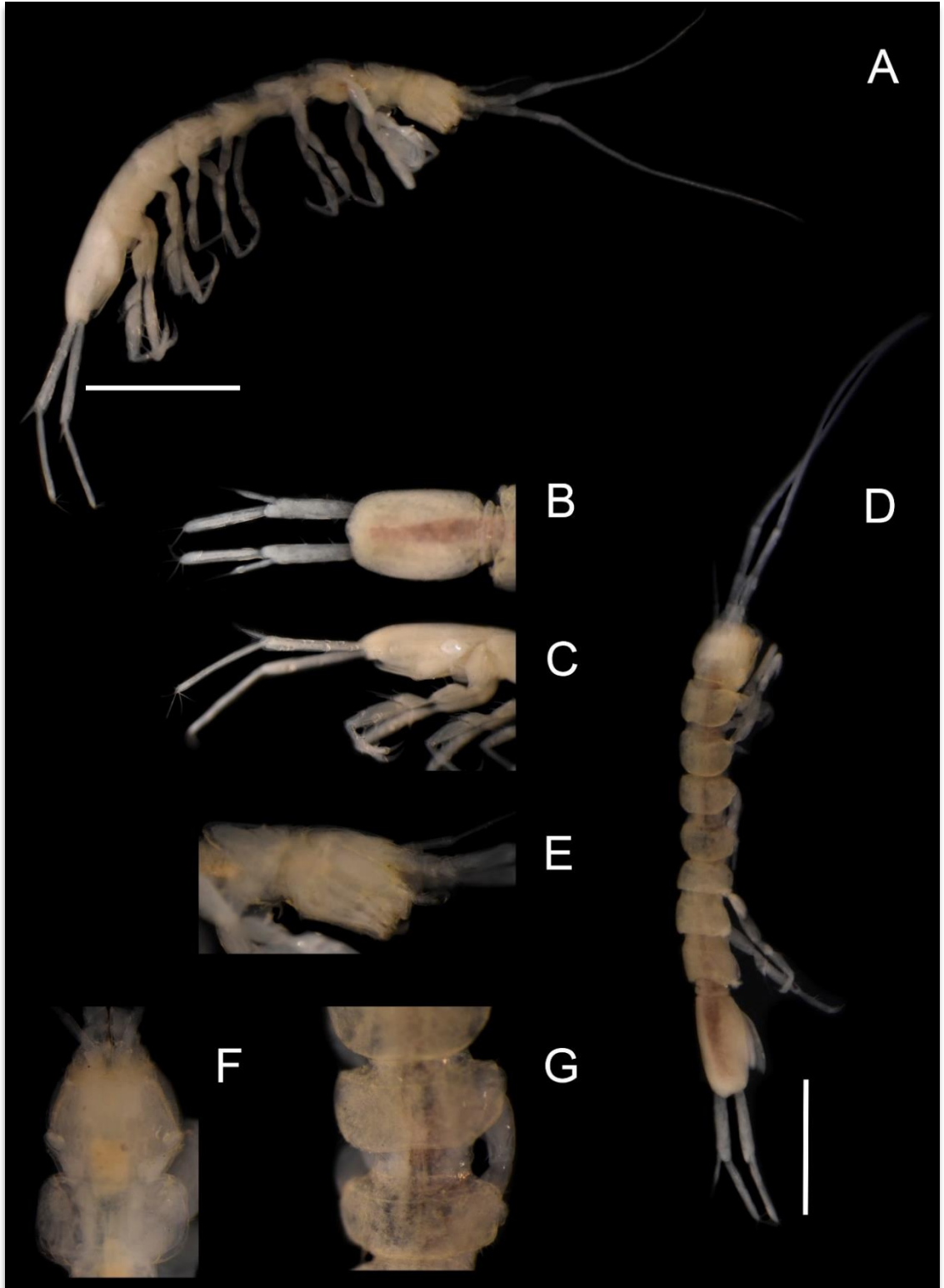


Figura 91. Macho *C. beattyi* USNM 1156698, 7.1 mm de longitud, 0.8 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, pleotelson vista dorsal; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista lateral; F, cabeza vista dorsal; G, vista dorsal pereopodios IV y V. Escalas A y D = 2 mm.

Caecidotea bicrenata bicrenata (Steeves, 1963A)

Fig. 93

Material Tipo: Holotipo: United States National Museum USNM 107793.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Steeves III, H. R. Fecha: Dic 1958.

Localidad Tipo: Alabama: Guffey Cave, 1.25 mi. NW of Grant, Marshall Co. (Figura 92).

Otro material examinado: Kentucky: Caldwell County, Hayes Spring. National Museum of Natural History, Smithsonian Institution USNM 230705, hembra 6.5 mm longitud, 1.1 mm ancho (Figura 93).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Holsinger, J. R. Fecha: 9 Jul 1965.

Etimología: Bicrenatus, latín= bi, dos; crena, muesca; llamado así por los dos procesos con muescas en el margen palmar del propodio del macho.

Grupo: Stygius.

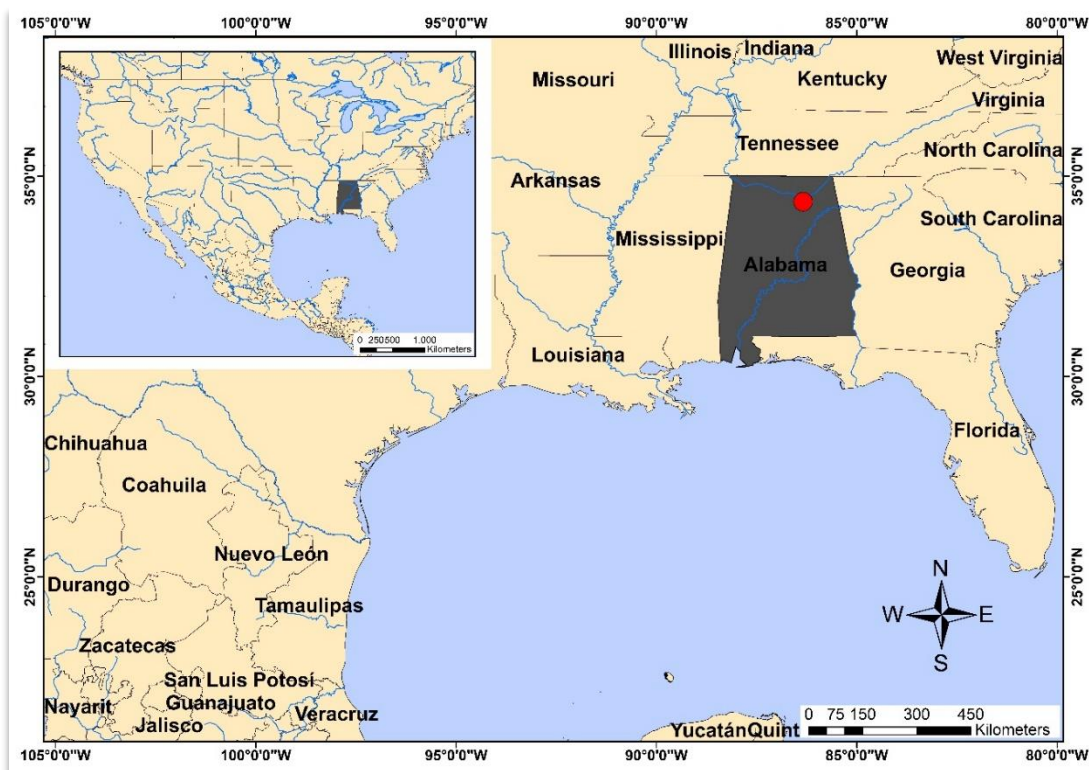


Figura 92. Localidad tipo *C. bicrenata bicrenata*.

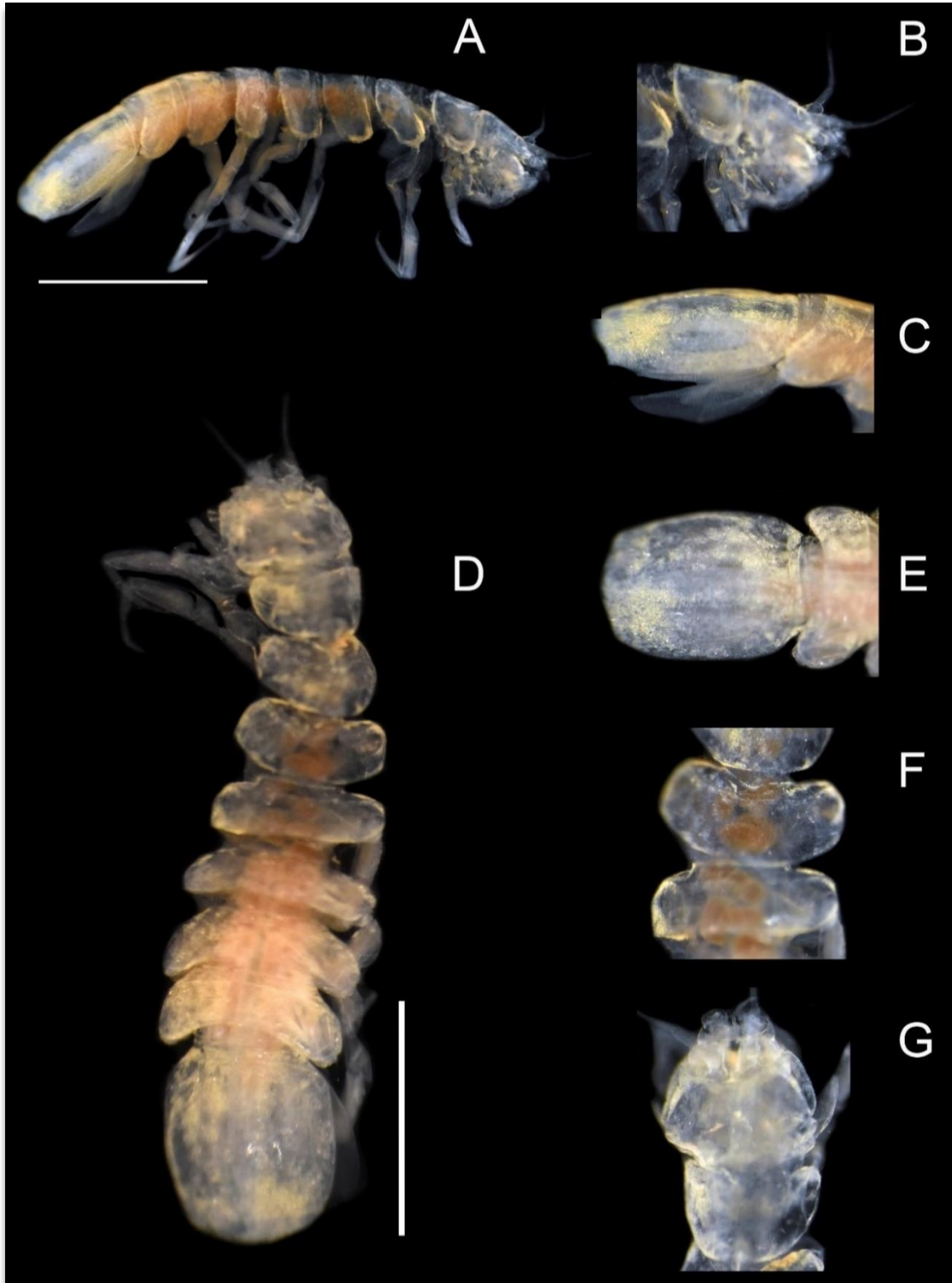


Figura 93. Hembra *C. bicrenata* USNM 230705, 6.5 mm de longitud, 1.1 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, pleotelson vista dorsal; F, vista dorsal pereionitos IV y V; G, cabeza vista dorsal. Escalas A y D = 2 mm.

Caecidotea bicrenata whitei Lewis y Bowman, 1981

Fig. 95

Material Tipo: Holotipo: United States National Museum USNM 172775.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Lewis, J. J. Fecha: 27 Jul 1976.

Localidad Tipo: Illinois: Cricket Cave, Union Co. (Figura 94)

Otro material examinado: Kentucky: Edmonson County, Mammoth Cave National Park, Mammoth Cave. Museum of Natural History, Smithsonian Institution USNM 277788, macho 9.0 mm longitud, 2.0 mm ancho. **Tennessee:** Jackson County, Cater Cave. Museum of Natural History, Smithsonian Institution USNM 230299, macho 4.8 mm longitud, 0.9 mm ancho (Figura 95).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Lewis, J. J.; Eckstein, J. Fecha: 6 Sep 1981. Colector: Cooper; Cooper. Fecha: 21 Sep 1968.

Etimología: Lleva el nombre de John White, destacado espeleólogo de Illinois.

Grupo: Sin grupo.

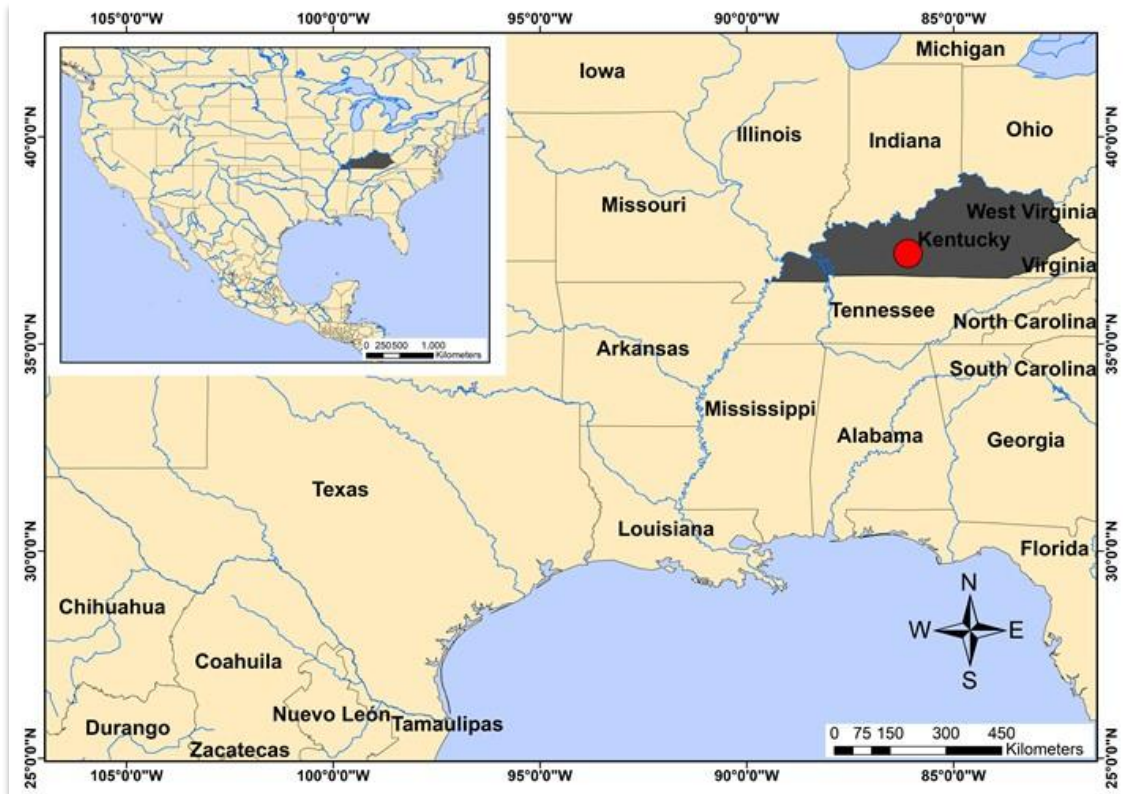


Figura 94. Localidad tipo *C. bicrenata whitei*.

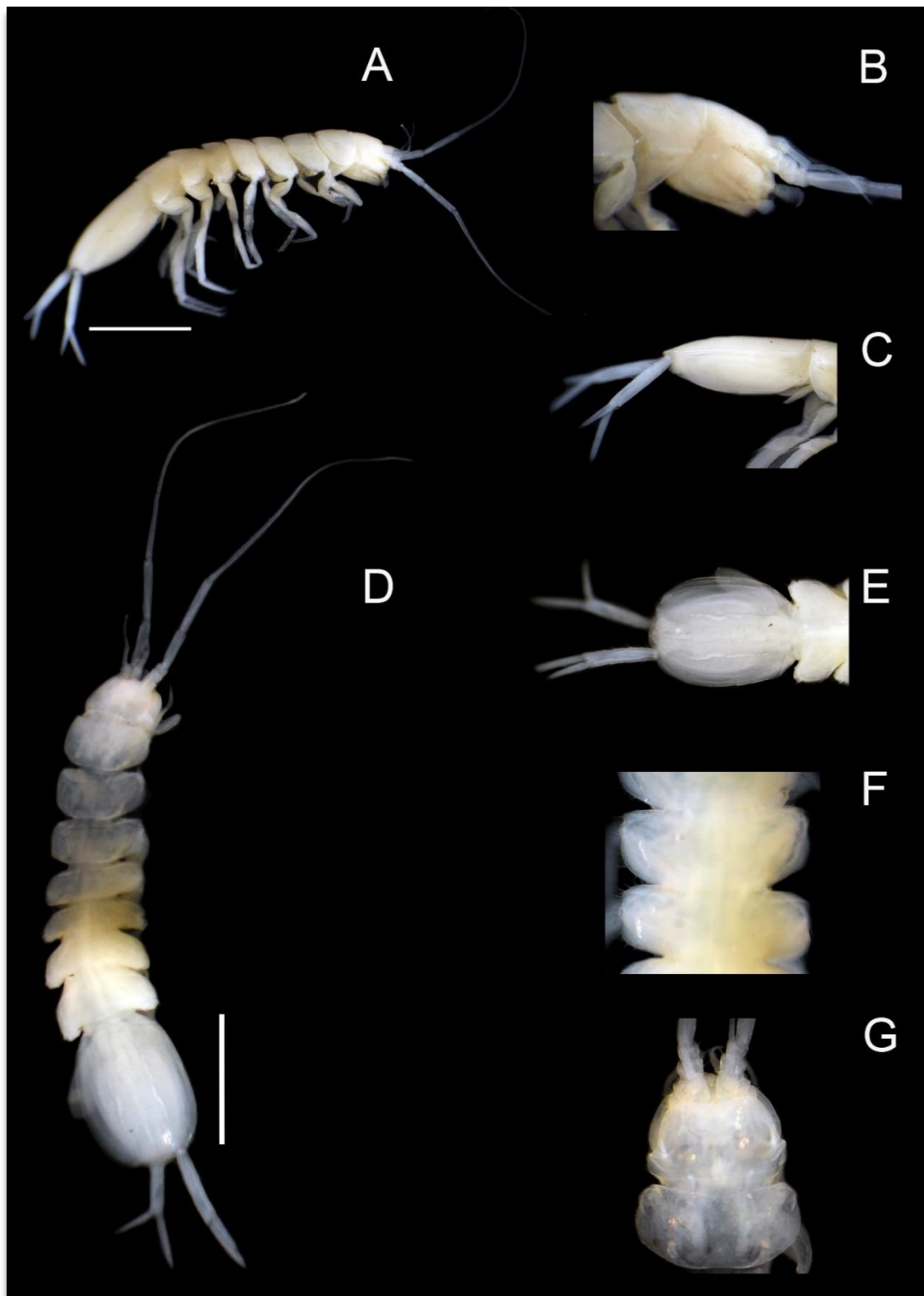


Figura 95. Macho *C. bicrenata whitei* USNM 230299, 4.8 mm de longitud, 0.9 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, pleotelson vista dorsal; F, vista dorsal pereionitos IV y V; G, cabeza vista dorsal. Escalas A y D = 2 mm.

Caecidotea bilineata Lewis y Bowman, 1996

Fig. 97

Material Tipo: Holotipo: United States National Museum USNM 264052.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Mauldin, M. Fecha: 12 Jul 1985.

Localidad Tipo: Texas: Bell Co., Tahuaya Springs, Camp Tahuaya (Figura 96).

Otro material examinado: Texas: Collin County, crayfish burrow, Parkhill Prairie. Museum of Natural History, Smithsonian Institution USNM 1436164, macho 5.7 mm longitud, 1.4 mm ancho (Figura 97).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Hall, B. Fecha: 30 Ago 1995.

Etimología: El nombre se refiere a las dos líneas de sutura del pleópodo IV en el exopodito., bi=dos, lineata= línea.

Grupo: Cannula.



Figura 96. Localidad tipo *C. bilineata*.

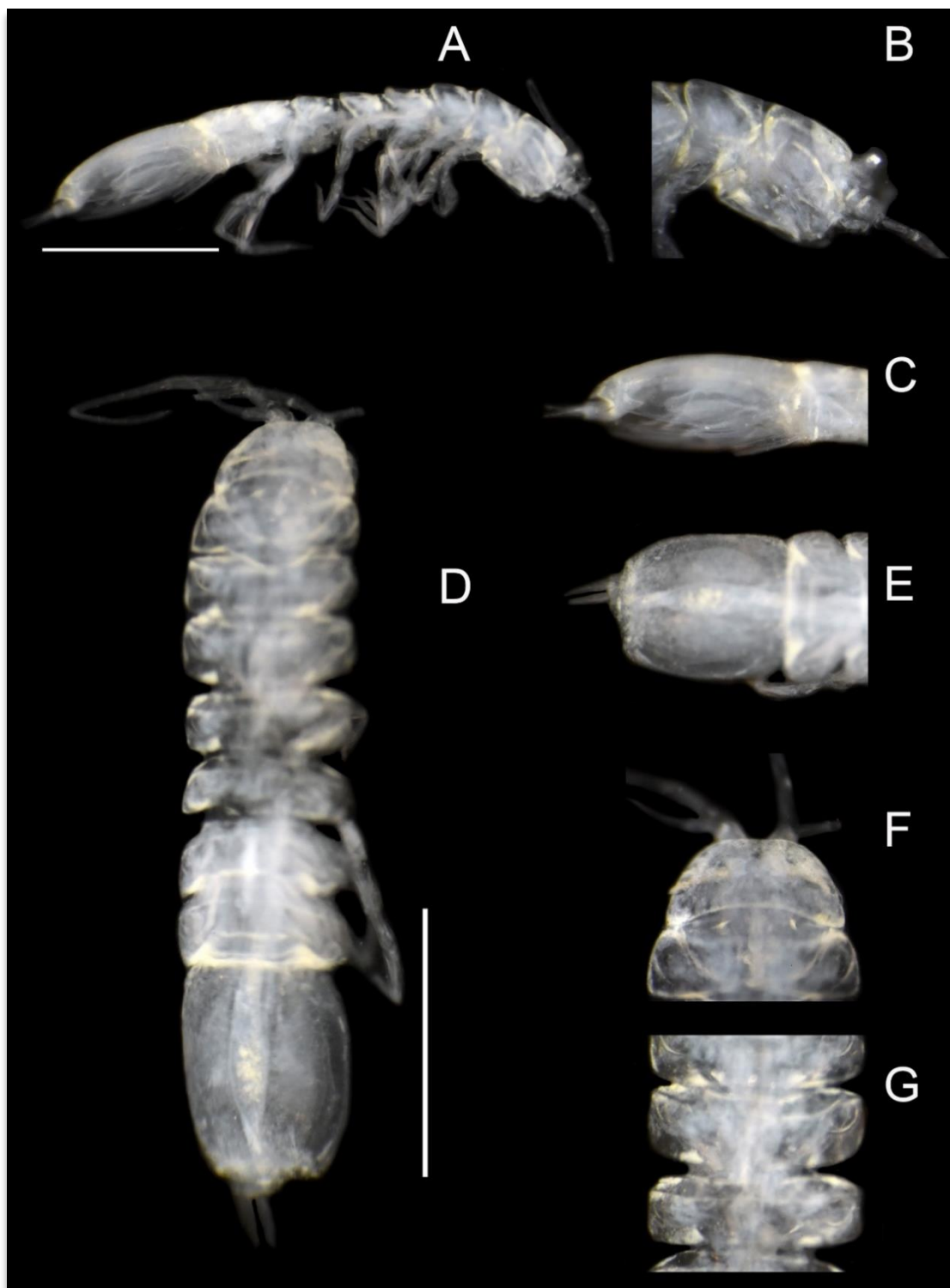


Figura 97. Macho *C. bilineata* USNM 1436164, 5.7 mm de longitud, 1.4 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, pleotelson vista dorsal; F, cabeza vista dorsal; G, vista dorsal pereopodios IV y V. Escalas A y D = 2 mm.

Caecidotea bowmani Lewis, 1980

Fig. 99

Material Tipo: Holotipo: United States National Museum USNM 172995.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Lewis, J. J. Fecha: 20 May 1977.

Localidad Tipo: Virginia: Rockbridge Co., drain tile next to trail in park at Natural Bridge (Figura 98).

Otro material examinado: Virginia: Botetourt County, Purgatory Creek Cave, 2 Mile NW of Bucharan. Museum of Natural History, Smithsonian Institution USNM 251667, macho 5.2 mm longitud, 0.8 mm ancho (Figura 99).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Hubbard, P. A. Fecha: 27 Abr 1991.

Etimología: Nominada en honor del Dr. Thomas E. Bowman, Curator of Crustacea, National Museum of Natural History.

Grupo: Cannula.



Figura 98. Localidad tipo *C. bowmani*.

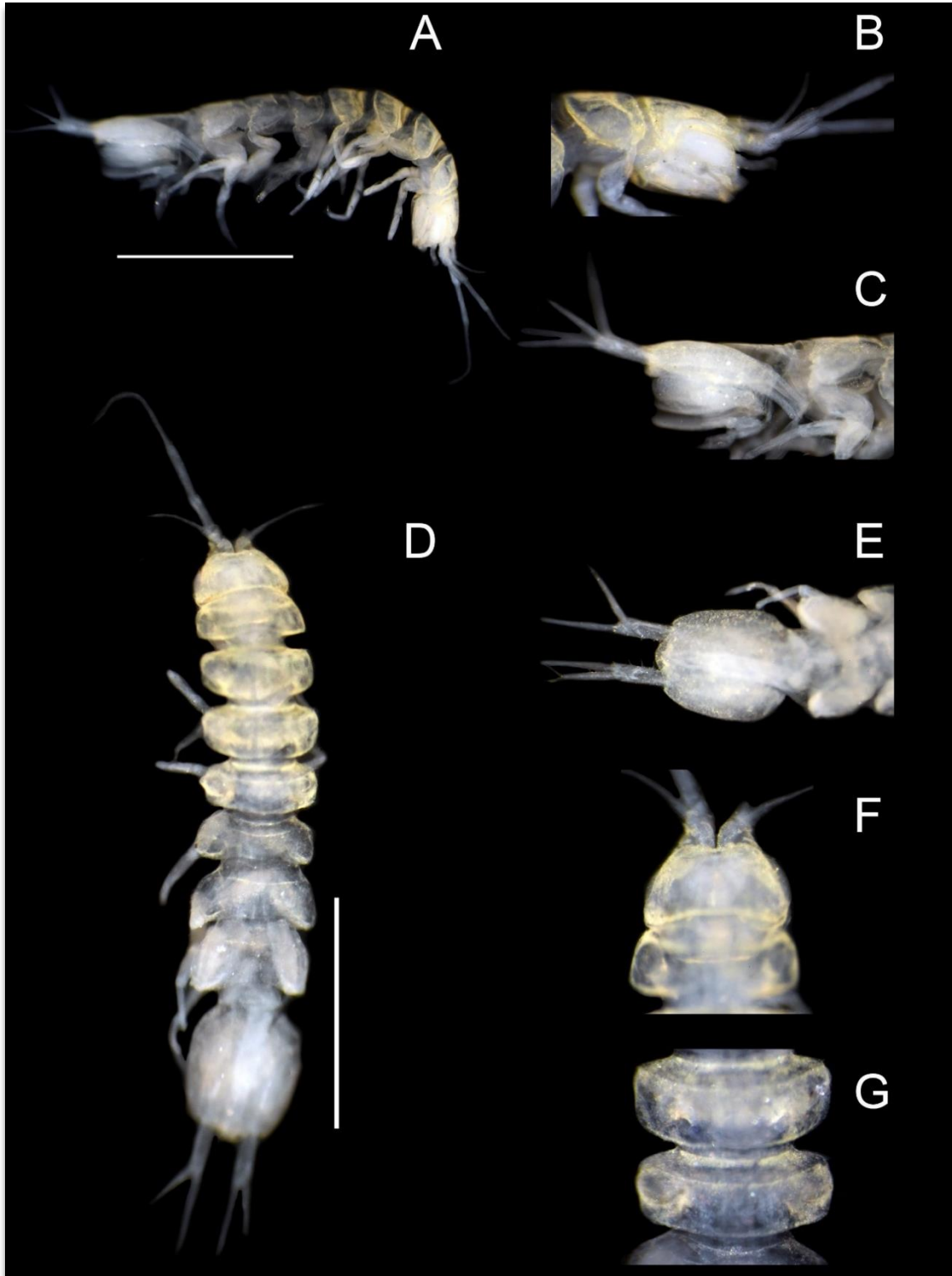


Figura 99. Macho *C. bowmani* USNM 251667, 5.2 mm de longitud, 0.8 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, pleotelson vista dorsal; F, cabeza vista dorsal; G, vista dorsal pereionitos IV y V. Escalas A y D = 2 mm.

Caecidotea brevicauda (Forbes, 1876)

Fig. 101

Material Tipo: Lectotipo: MCZ - Museum of Comparative Zoology, Harvard University, Cambridge, Massachusetts 02138, USA. Catalog number 6800.

Observaciones del Material Tipo: Colector: S. A. Forbes. Fecha: 30 Jul 1876. Acerca de la información morfológica dada por Williams (1970: 18-23), está describiendo una especie de *Lirceus* principalmente por los lóbulos postmandibulares grandes, prominentes y redondeados.

Localidad Tipo: Illinois: Jackson and Union Counties, Southern Illinois (Figura 100).

Otro material examinado: Illinois: Union County, Cave Spring Cave. Museum of Natural History, Smithsonian Institution USNM 1444256, macho 9.5 mm longitud, 3.7 mm ancho (Figura 101).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Lewis, J. J. Fecha: 14 Ene 1975.

Grupo: Hobbsi.

Observaciones: Es necesario revisar la sutura del pleópodo III solo como una confirmación de la identidad de la especie, ya que esto permitirá realizar la reasignación al género *Lirceus*, pues no fue posible efectuar la disección de este espécimen por falta de autorización del museo.



Figura 100. Localidad tipo *C. brevicauda*.

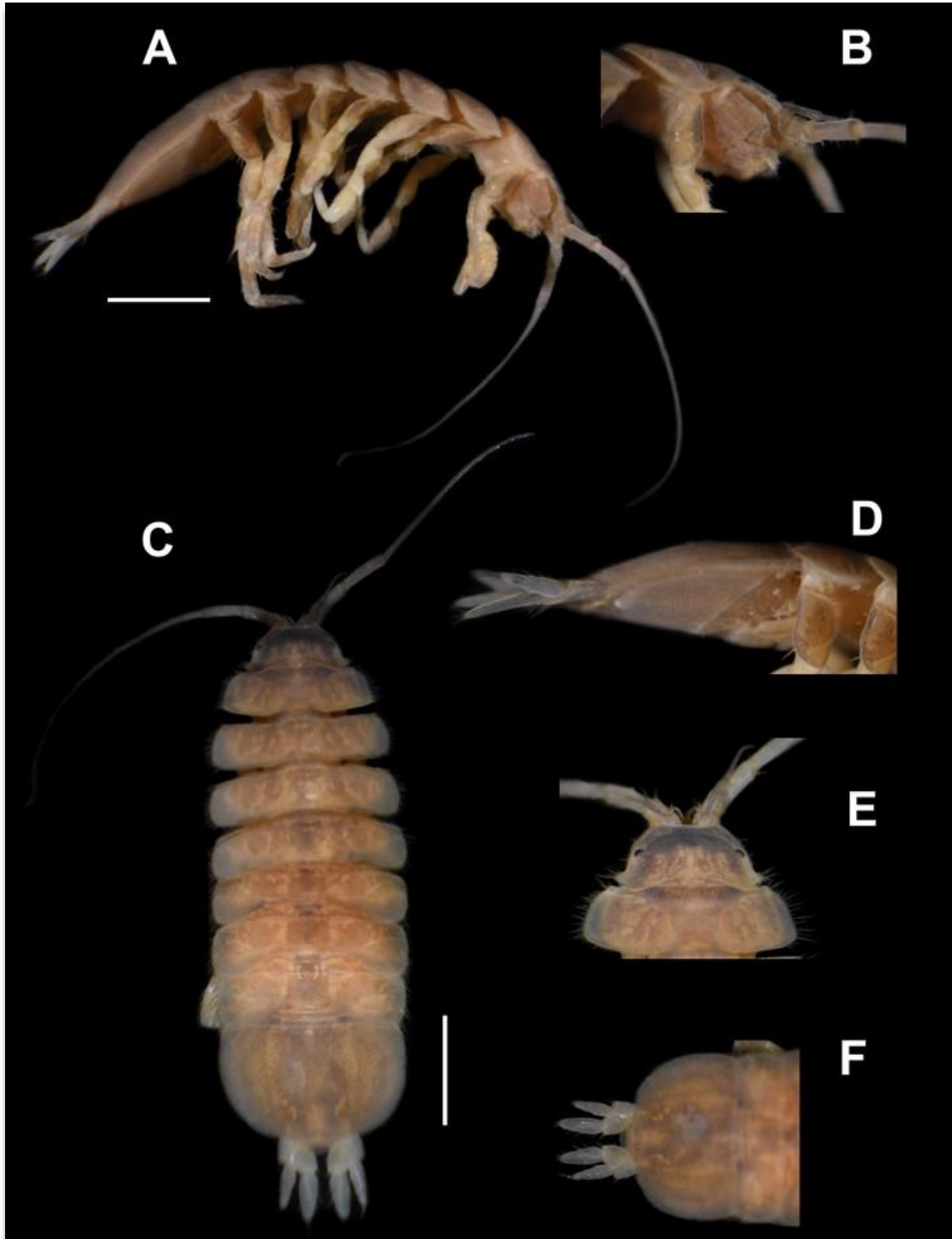


Figura 101. Macho *C. brevicauda* USNM 1444256, 9.5 mm de longitud, 3.7 mm de ancho. A. cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, cuerpo vista dorsal; D, pleotelson y urópodos vista lateral; E, cabeza vista dorsal; F, pleotelson y urópodos vista dorsal; Escalas A y D = 2 mm.

Caecidotea brevicauda brevicauda (Forbes, 1876)

Fig. 103

Material Tipo: Lectotipo: MCZ - Museum of Comparative Zoology, Harvard University, Cambridge, Massachusetts 02138, USA. Catalog number 6800.

Observaciones del Material Tipo: Colector: S. A. Forbes. Fecha: 30 Jul 1876. Acerca de la información morfológica dada por Williams (1970: 18-23), está describiendo una especie de *Lirceus* principalmente por los lóbulos postmandibulares grandes, prominentes y redondeados.

Localidad Tipo: Illinois: Jackson and Union Counties, Southern Illinois (Figura 102).

Otro material examinado: Illinois: Union County, Cave Spring Cave. Museum of Natural History, Smithsonian Institution USNM 1444261, macho 9.5 mm longitud, 3.7 mm ancho (Figura 103).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Lewis, J. J. Fecha: 14 Ene 1975.

Grupo: Hobbsi.

Observaciones: Al igual que la especie anterior, recomendamos revisar la sutura del pleópodo III para la confirmación de la identidad de la especie, ya que esto permitirá realizar la reasignación al género *Lirceus*.

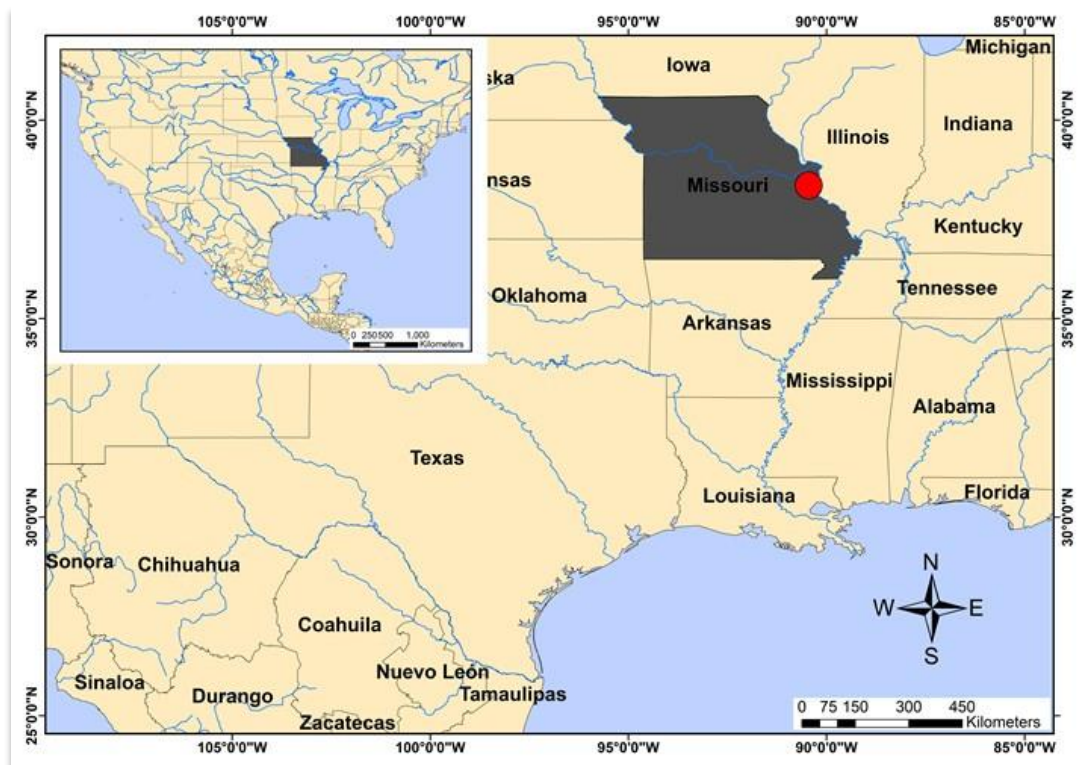


Figura 102. Localidad tipo *C. brevicauda brevicauda*.

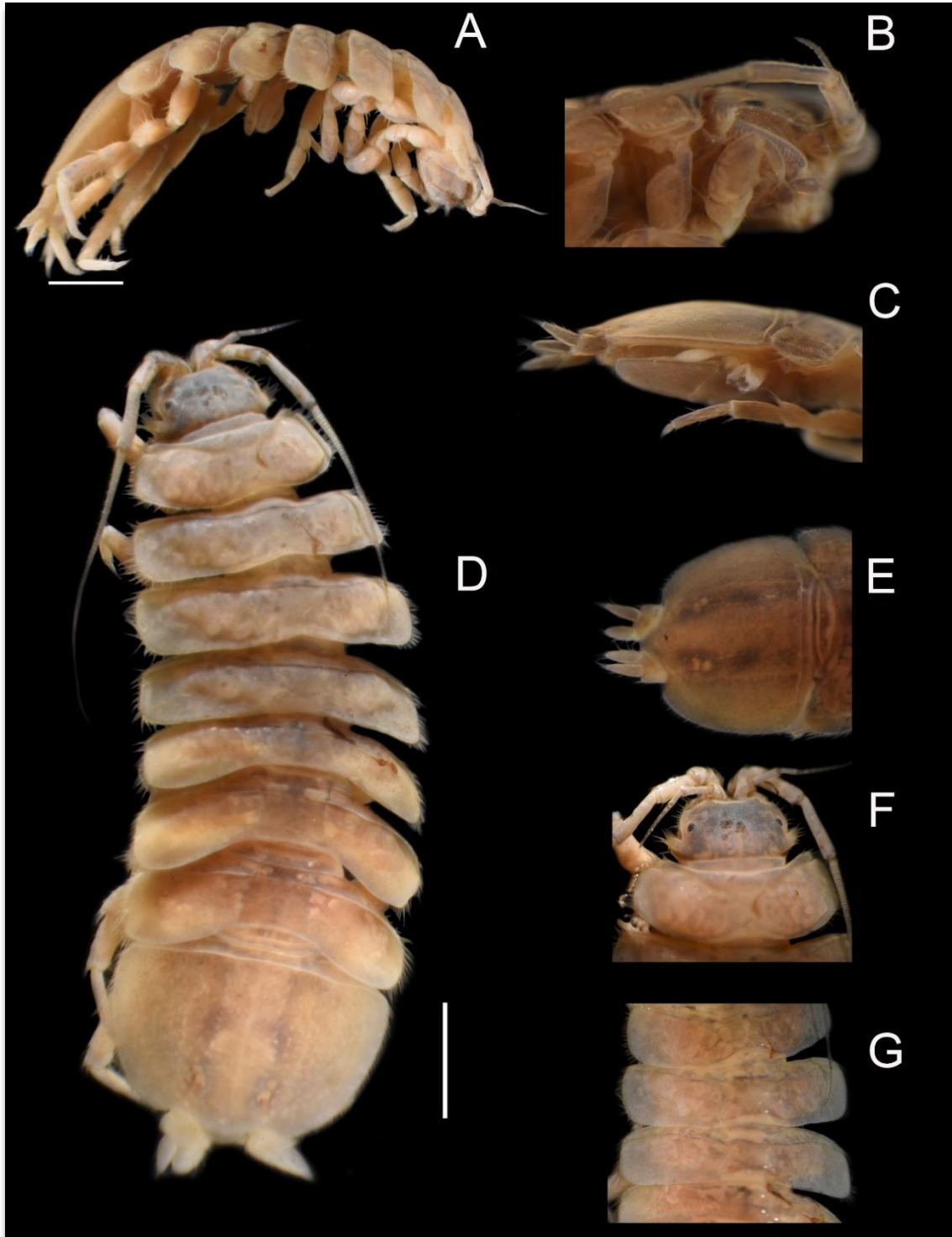


Figura 103. Macho *C. brevicauda brevicauda* USNM 1444261, 9.5 mm de longitud, 3.7 mm de ancho. A. cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, pleotelson vista dorsal; F, cabeza vista dorsal; G, vista dorsal pereionitos IV y V. Escalas A y D = 2 mm.

Caecidotea brevicauda bivittatus (Walker, 1961)

Material Tipo: Holotipo: United States National Museum USNM 107465.

Observaciones del Material Tipo: Colector: W. L. Minckley. Fecha: 24 Oct 1959.

Localidad Tipo: Kentucky: Doe Run, Meade Co. approximately 3 miles east and 0.4 miles north of Ekron (Figura 104).

Otro material examinado: Ninguno.

Grupo: Sin grupo.

Observaciones: Como fue visto por Williams (1970), las principales diferencias entre la subespecie *C. brevicauda brevicauda* y *C. brevicauda bivittatus* es que la primera es más ancha en relación con la longitud que en la subespecie nominada, así como las espinas en los uropodos en *C. bivittatus* son más largas, los flagelos de las antenas y anténulas son más cortos. El gnatópodo carece de proceso mesial.

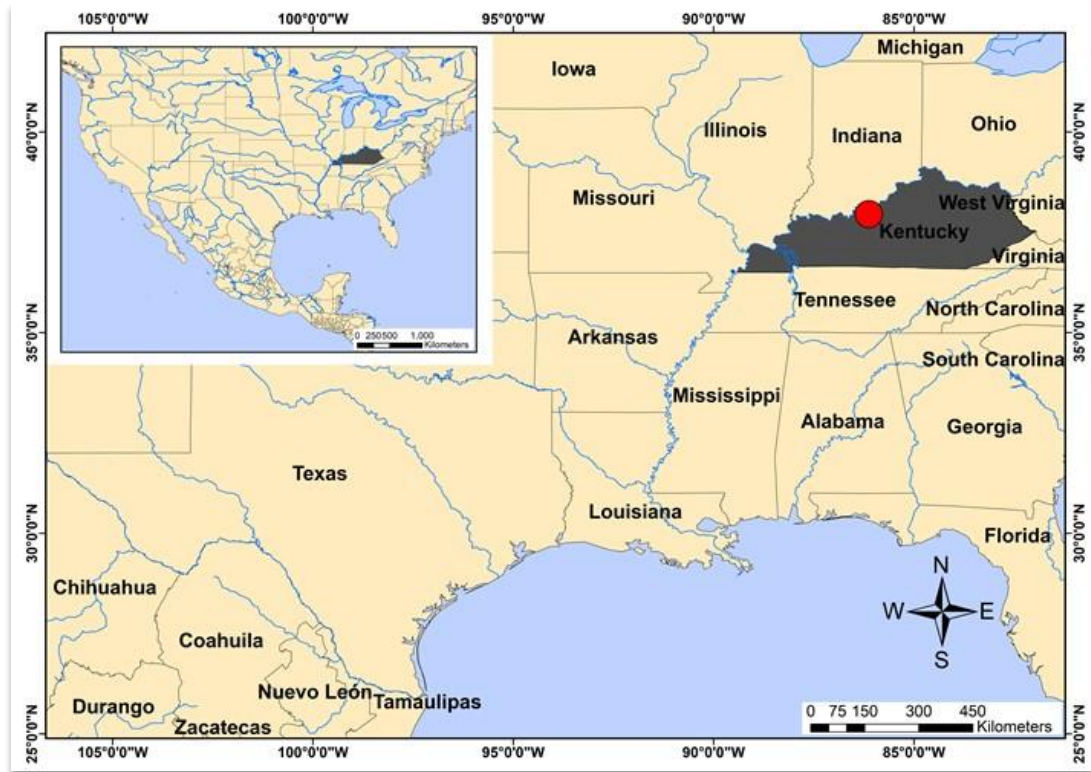


Figura 104. Localidad tipo *C. brevicauda bivittatus*.

Caecidotea cannula (Steeves, 1963B)

Fig. 106

Material Tipo: Holotipo: United States National Museum USNM 110311.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Holsinger, J. R. Fecha: 2 Jun 1962.

Localidad Tipo: West Virginia: Cave Hollow Cave, Tucker Co (Figura 105).

Otro material examinado: West Virginia: Tucker County. Museum of Natural History, Smithsonian Institution USNM 230379, macho 7.3 mm longitud, 1.7 mm ancho (Figura 106).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Holsinger, J. R. Fecha: 2 Jul 1963.

Etimología: Nombrada así por su cánula extremadamente larga y delgada.

Grupo: Cannula.

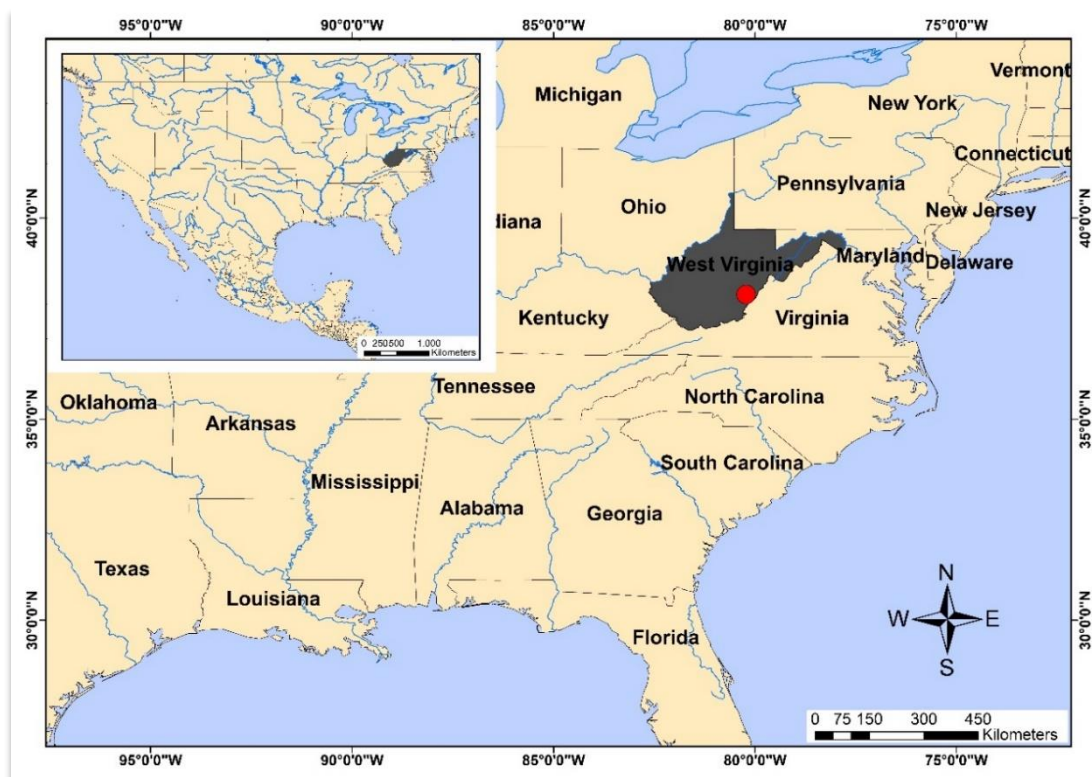


Figura 105. Localidad tipo *C. cannula*.

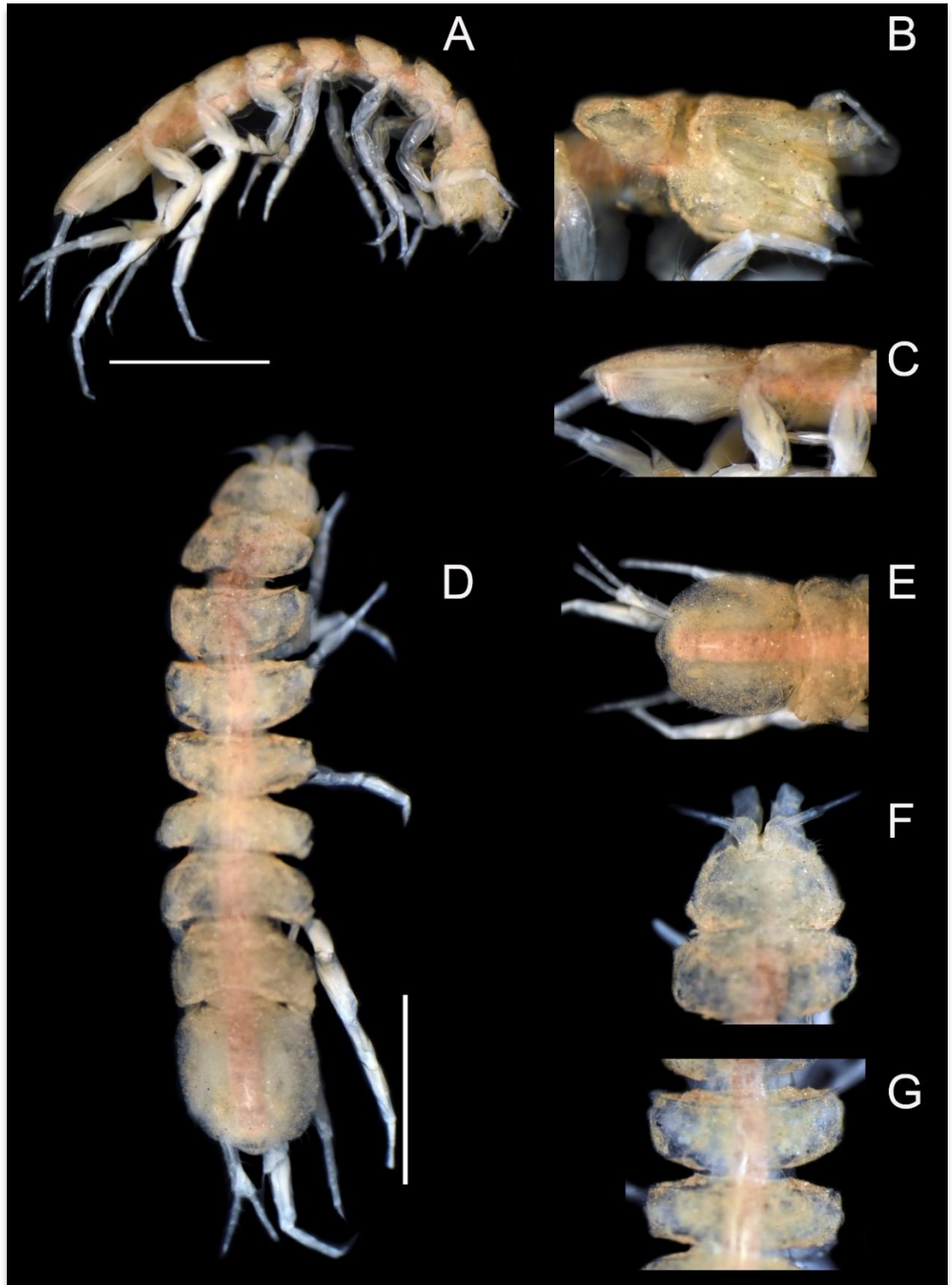


Figura 106. Macho *C. cannula* USNM 230379, 7.3 mm de longitud, 1.7 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, pleotelson vista dorsal; F, cabeza vista dorsal; G, vista dorsal pereionitos IV y V. Escalas A y D = 2 mm.

Caecidotea carolinensis Lewis y Bowman, 1977

Fig. 108

Material Tipo: Holotipo: United States National Museum USNM 169989.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Holler, C. O. Fecha: 19 Mar 1977.

Localidad Tipo: North Carolina: McDowell Co. Bennett's Mill Cave, ca. 6 miles (9.7 km) E of Marion, leg (Figura 107).

Otro material examinado: South Carolina: Santee Caves, Parlar Cave, In Stream Under Log. Museum of Natural History, Smithsonian Institution USNM 291469, hembra 5.6 mm longitud, 1.1 mm ancho (Figura 108).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Reeves, W. K. Fecha: 30 Mar 1999.

Etimología: Nombrada como el estado de Carolina del Norte.

Grupo: Sin grupo.

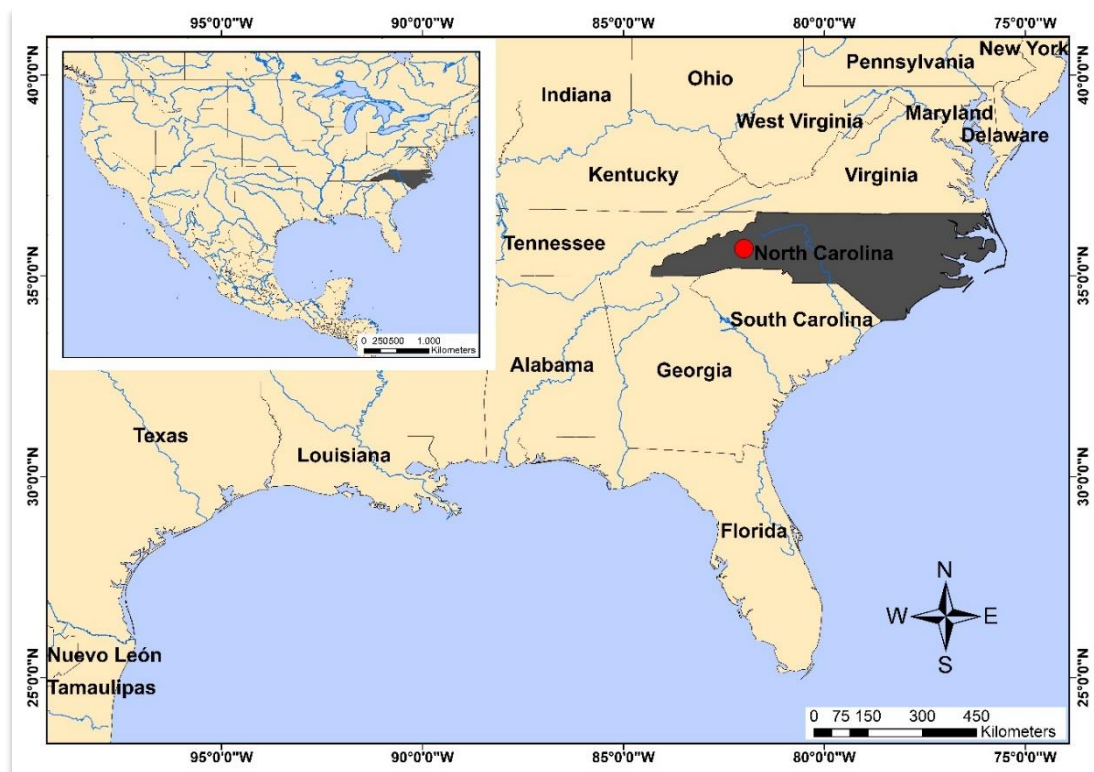


Figura 107. Localidad tipo *C. carolinensis*.

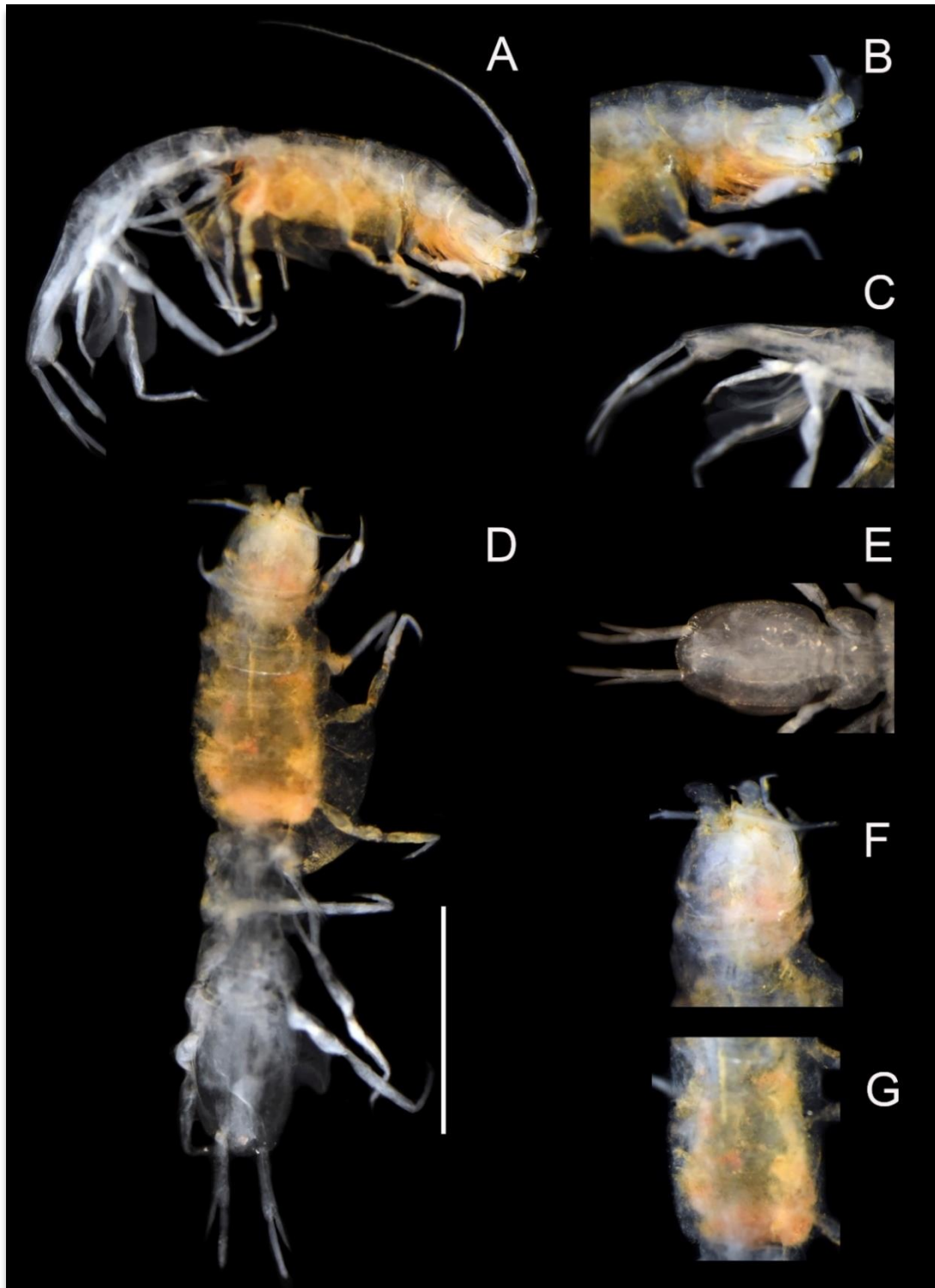


Figura 108. Hembra *C. carolinensis* USNM 291469, 5.6 mm de longitud, 1.1 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, pleotelson vista dorsal; F, cabeza vista dorsal; G, vista dorsal pereionitos IV y V. Escalas A y D = 2 mm.

Caecidotea catachaetus (Fleming y Steeves, 1972)

Fig. 110

Material Tipo: Holotipo: National Museum of Natural History NMNH 135256.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Holsinger, J. Fecha: 12 Jun 1967.

Localidad Tipo: Georgia: 1-mile NE of Adairsville, Baron Co (Figura 109).

Otro material examinado: Alabama: Blount County, Cedar Grove River Cave. Museum of Natural History, Smithsonian Institution USNM 230189, macho 5.7 mm longitud, 1.0 mm ancho (Figura 110).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Peck, S. Fecha: 19 Mar 1966.

Etimología: Se refiere a las setas que se proyectan hacia abajo del ápice del lóbulo lateral exopodito del pleópodo I. cata, griego = hacia abajo; chaet, griego = cerdas.

Grupo: Stygius.



Figura 109. Localidad tipo *C. catachaetus*.

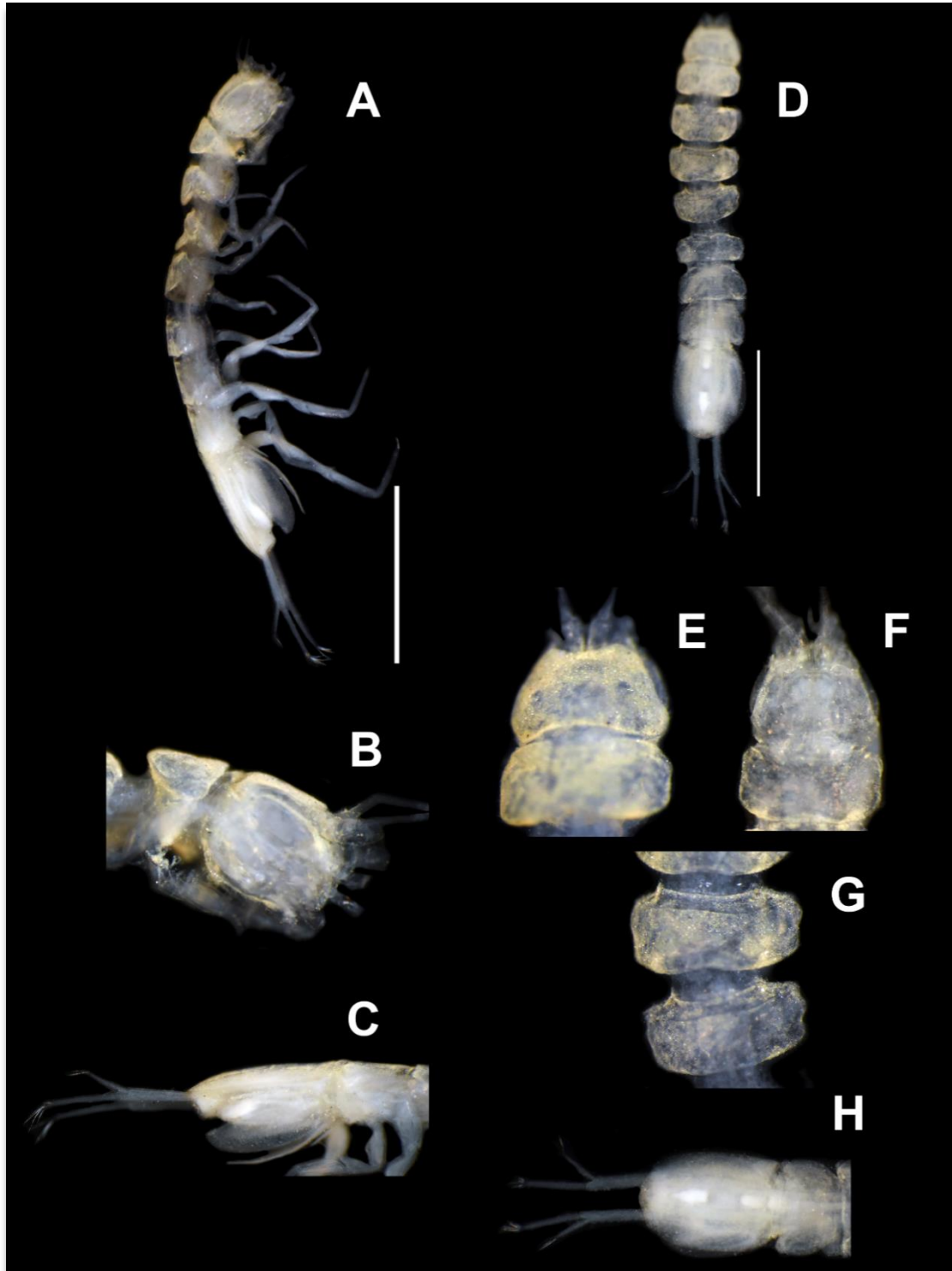


Figura 110. Macho *C. catachaetus* USNM 230189, 5.7 mm de longitud, 1.0 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E y F, cabeza vista dorsal; G, vista dorsal pereionitos IV y V; H, Pleotelson vista dorsal. Escalas A y D = 2 mm.

Caecidotea chiapas Bowman, 1975

Fig. 112

Material Tipo: Holotipo: United States National Museum. USNM 152766.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Cooke, J.; R. Mitchell. Fecha: 29 Ago 1972.

Localidad Tipo: Chiapas: Cueva de los Murcielagos, 15 km ESE of San Cristobal de las Casas, Mexico (Figura 111).

Otro material examinado: USNM 152767; Cotipos dañados en la Colección Nacional de Crustáceos CNCR 26911, el autor de este manuscrito en su tesis de licenciatura (2013) ha disecado un paratipo y ha tomado micrografías de SEM en el ápice del pleópodo II (Figura 112).

Etimología: Nombrada como el estado mexicano de Chiapas.

Grupo: Chiapas.



Figura 111. Localidad tipo *C. chiapas*.

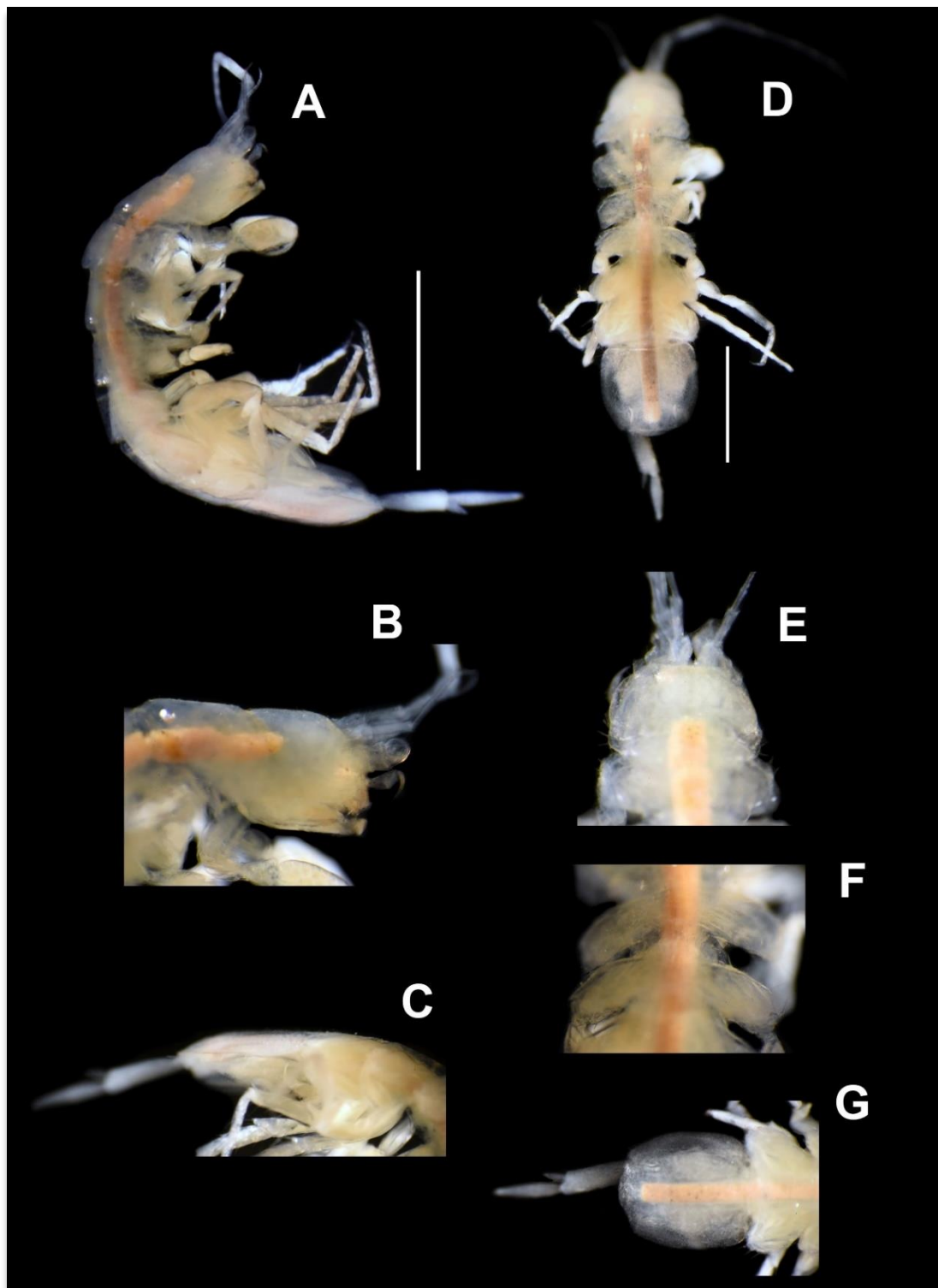


Figura 112. Macho *C. chiapas* USNM 152767. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, vista dorsal pereionitos IV y V; G, pleotelson vista dorsal. Escalas A y D = 2 mm.

Caecidotea circulus (Steeves y Holsinger, 1968)

Fig. 114

Material Tipo: Holotipo: United States National Museum USNM 239048.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Norton, R. M. Fecha: 29 Dic 1965.

Localidad Tipo: Tennessee: Cumberland, Co. Jewett Cave (Figura 113).

Otro material examinado: Tennessee: Cumberland County, Jewett Cave. Museum of Natural History, Smithsonian Institution USNM 229774. No hay especímenes en el frasco, solo tiene presencia de anfípodos, los especímenes están perdidos, solo existen preparaciones semipermanentes con algunas estructuras disecadas, pero no son útiles en este estudio. (Figura 114).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Norton, R. M. Fecha: 29 Dic 1965.

Etimología: *circulus*, latín=círculo; llamado así por el círculo completo inscrito por la cánula.

Grupo: Cannula.



Figura 113. Localidad tipo *C. circulus*.

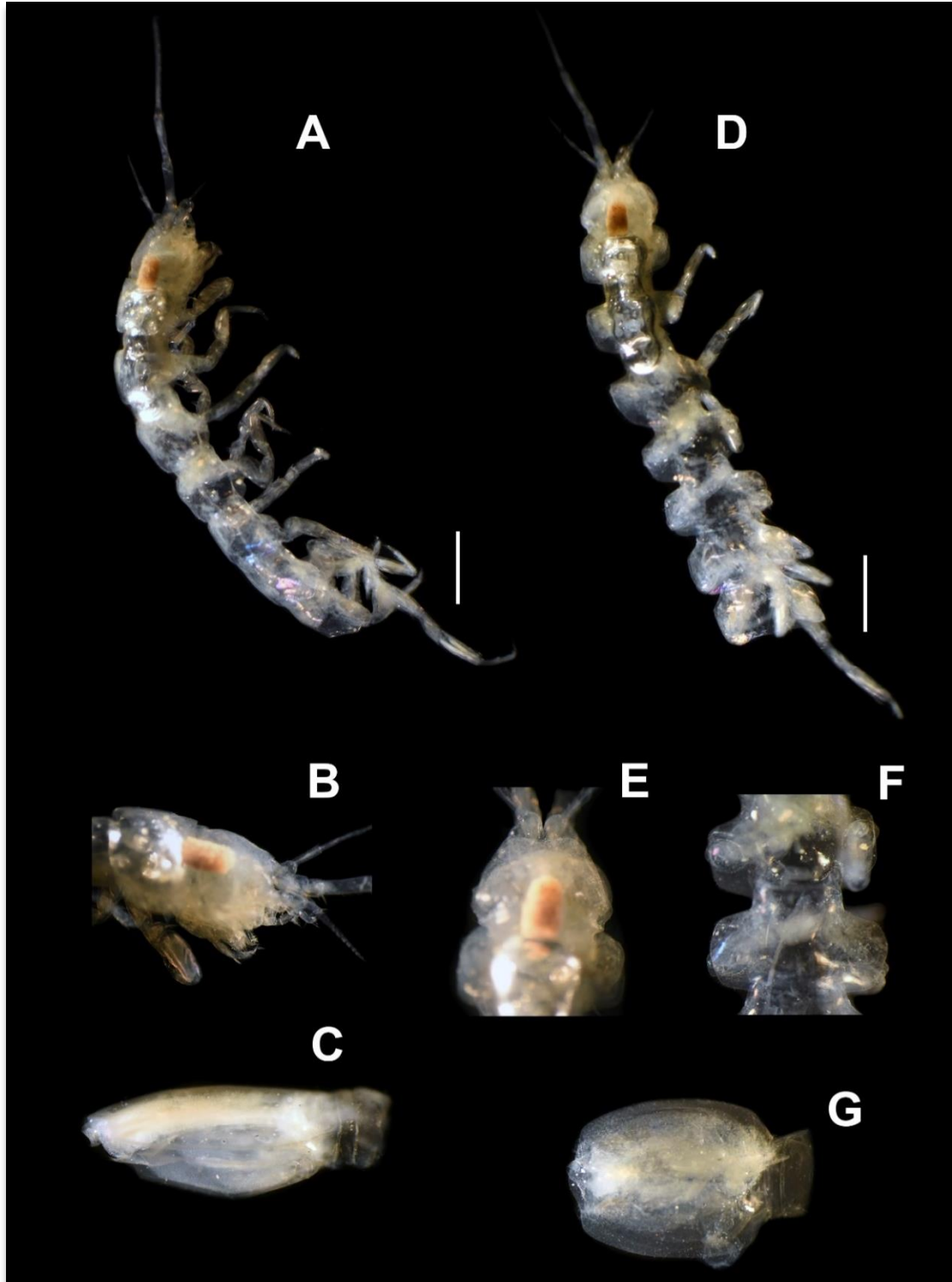


Figura 114. Macho *C. circulus* USNM 229774. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, vista dorsal pereionitos IV y V; G, pleotelson vista dorsal. Escalas A y D = 2 mm.

Caecidotea communis (Say, 1818)

Fig. 116

Material Tipo: Neotipo: Academy of Natural Sciences of Philadelphia Catalog number 7300.

Observaciones del Material Tipo: Colector: W. D. Williams. Fecha 14 Abr 1967.

Localidad Tipo: Pennsylvania: Valley Forge Creek, near Philadelphia (Figura 115).

Otro material examinado: Ontario: Essex County, Harrow, From Spring, 5 Mile E. Museum of Natural History, Smithsonian Institution USNM 108337, macho 9.2 mm longitud, 2.9 mm ancho. This specimen is misidentified, the micrographies show structures of *Caecidotea racovitzai racovitzai*. **Pennsylvania:** Chester County, From Spring, 1-mile W of Exton. Museum of Natural History, Smithsonian Institution USNM 108338, Macho 5.3 mm longitud, 1.4 mm ancho (Figura 116). **New Jersey:** Burlington County, From Slough, 0.8 km SW of Riverside. Museum of Natural History, Smithsonian Institution USNM 108850, Macho 14.3 mm longitud, 3.4 mm ancho. **Oregon:** Clackamas, Oregon Fish Hatchery Lab, Spring Fed Pond, Oregon Fish Hatchery Lab. Museum of Natural History, Smithsonian Institution USNM 169602, Macho 7.9 mm longitud, 2.3 mm ancho. Este espécimen fue identificado erróneamente, las micrografías mostraron estructuras de la especie *Caecidotea tomalensis*. **Pennsylvania:** Lebanon County, Richland, Willow Spring Quarry. Museum of Natural History, Smithsonian Institution USNM 231000, Macho 10.8 mm longitud, 2.2 mm ancho. **California:** Marin County, Tomales Bay, Paper Mill. Museum of Natural History, Smithsonian Institution USNM 233370, Macho 14.7 mm longitud, 4.6 mm ancho without colector and date. **Iowa:** Sugar Creek Near Koekuk, Within 3 Kilom. Of Mouth. Museum of Natural History, Smithsonian Institution USNM 86727, Macho 17.5 mm longitud, 6.6 mm ancho. **Maryland:** Anne Arundel County, Smithsonian Enviromental Research Center, Horseshoe Bog. Museum of Natural History, Smithsonian Institution USNM 1463313, Macho 10.1 mm longitud, 2.7 mm ancho.

Observaciones en otro material examinado: Colector: Hubricht, L. Fecha: 21 Jul 1946. Colector: Hubricht, L. Fecha: 18 Jul 1939. Colector: Hubricht, L. Fecha: 12 Mar 1938. Colector: Ellis, R. J. Fecha: 9 May 1960. Colector: Meres, N. Fecha: Dic 1985. Colector: National Marine Fisheries Service. Fecha: 21 Mar 1916. Colector: Aguilar, R. Fecha: 21 Feb 2016.

Etimología: Los autores no mencionaron una etimología específica de la especie.

Grupo: Communis.

Discusión: El estatus particular de la especie *C. communis* debe ser abordado con reservas pues los análisis morfológicos efectuados en este estudio permitieron dilucidar la presencia de un complejo de especies localizado al interior de esta especie, al cual a partir de ahora nos referiremos como complejo *C. communis*, pues se trata de una especie ampliamente distribuida en Canadá, EE. UU. y México, la cual se ha ido enriqueciendo por decenas de nuevos registros, que podrían deberse en primera instancia a identificaciones erróneas. Este análisis continuará en el capítulo IV específico para la especie *C. communis*.



Figura 115. Localidad tipo *C. communis*.

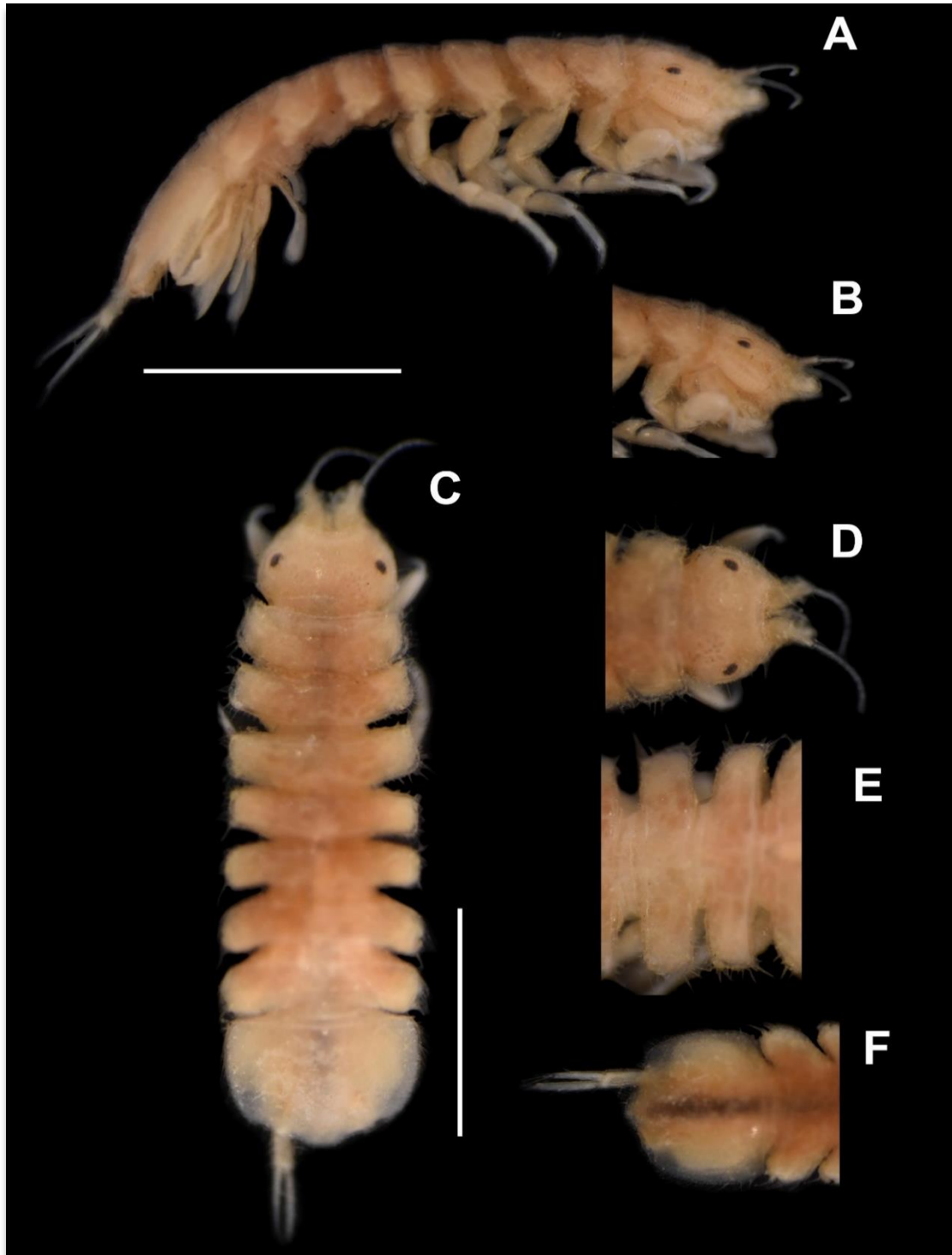


Figura 116. Macho *C. communis* USNM 108338. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, cuerpo vista dorsal; D, cabeza vista dorsal; E, vista dorsal pereionitos IV y V; F, pleotelson vista dorsal.

Caecidotea cumberlandensis Lewis, 2000

Fig. 118

Material Tipo: Holotipo: United States National Museum USNM 291204.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Hubbard, D. A. Fecha: 16 Mar 1993.

Localidad Tipo: Virginia: Lee Co. Indian Cave (Figura 117).

Otro material examinado: Virginia: Lee County, Cumberland National Historic Park, Indian Cave. Museum of Natural History, Smithsonian Institution USNM 291205, macho 5.3 mm longitud, 1.1 mm ancho (Figura 118).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Hubbard, D. A. Fecha: 16 Mar 1993.

Etimología: El nombre se refiere al área de Cumberland Gap en la que se encuentra la especie.

Grupo: Sin grupo.



Figura 117. Localidad tipo *C. cumberlandensis*.

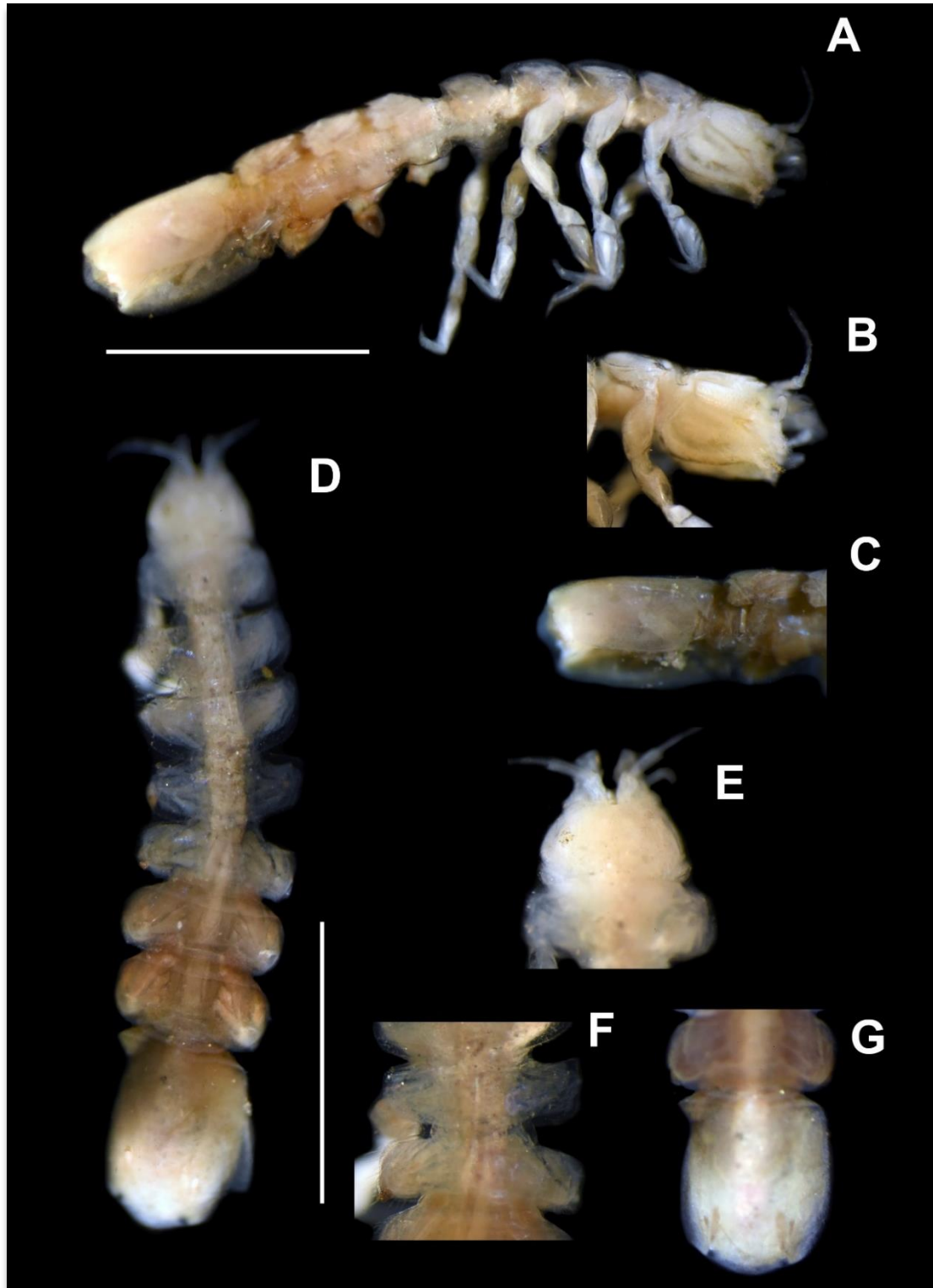


Figura 118. Macho *C. cumberlandensis* USNM 291205, 5.3 mm de longitud, 1.1 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, vista dorsal pereionitos IV y V; G pleotelson vista dorsal. Escalas A y D = 2 mm.

Caecidotea cyrtorhynchus (Fleming y Steeves, 1972)

Material Tipo: Holotipo: National Museum of Natural History NMNH 135258.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Holsinger, J. Fecha: 10 Jun 1967.

Localidad Tipo: Georgia: Pettijohn Cave, 5 miles SW of Lafayette, Walker Co (Figura 119).

Otro material examinado: Ninguno.

Etimología: *cyрто*, griego=curvado, *rhyncus*, griego=pico. Se refiere a la condición curva del pico del proceso caudal de la punta del endopodito del pleópodo II del macho.

Grupo: Hobbsi.



Figura 119. Localidad tipo *C. cyrtorhynchus*.

Caecidotea dauphina Modlin, 1986

Fig. 121

Material Tipo: Holotipo: United States National Museum USNM 227076.

Observaciones del Material Tipo: Holotipo parcialmente disecado en laminillas.

Colector: Modlin, R. F. Fecha: 9 Ago 1984.

Localidad Tipo: Alabama: Mobile Co. Dauphin Island, Audubon Sanctuary (Figura 120).

Otro material examinado: Alabama: Mobile Bay, Dauphin Island, Audubon Sanctuary. Museum of Natural History, Smithsonian Institution Paratipo USNM 227076, macho 7.2 mm longitud, 1.3 mm ancho (Figura 121).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Modlin, R. F. Fecha: 9 Ago 1984.

Etimología: El nombre de la especie se refiere a la isla Dauphin, Alabama, donde se recolectaron los especímenes.

Grupo: Hobbsi.

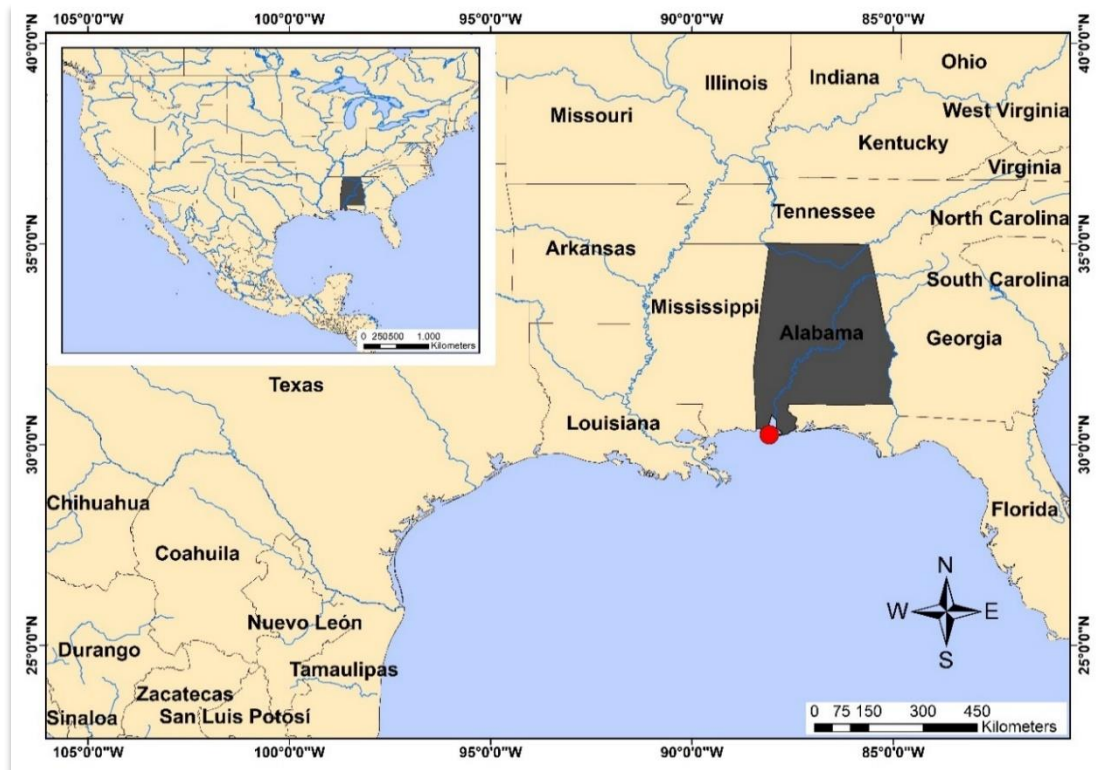


Figura 120. Localidad tipo *C. dauphina*.

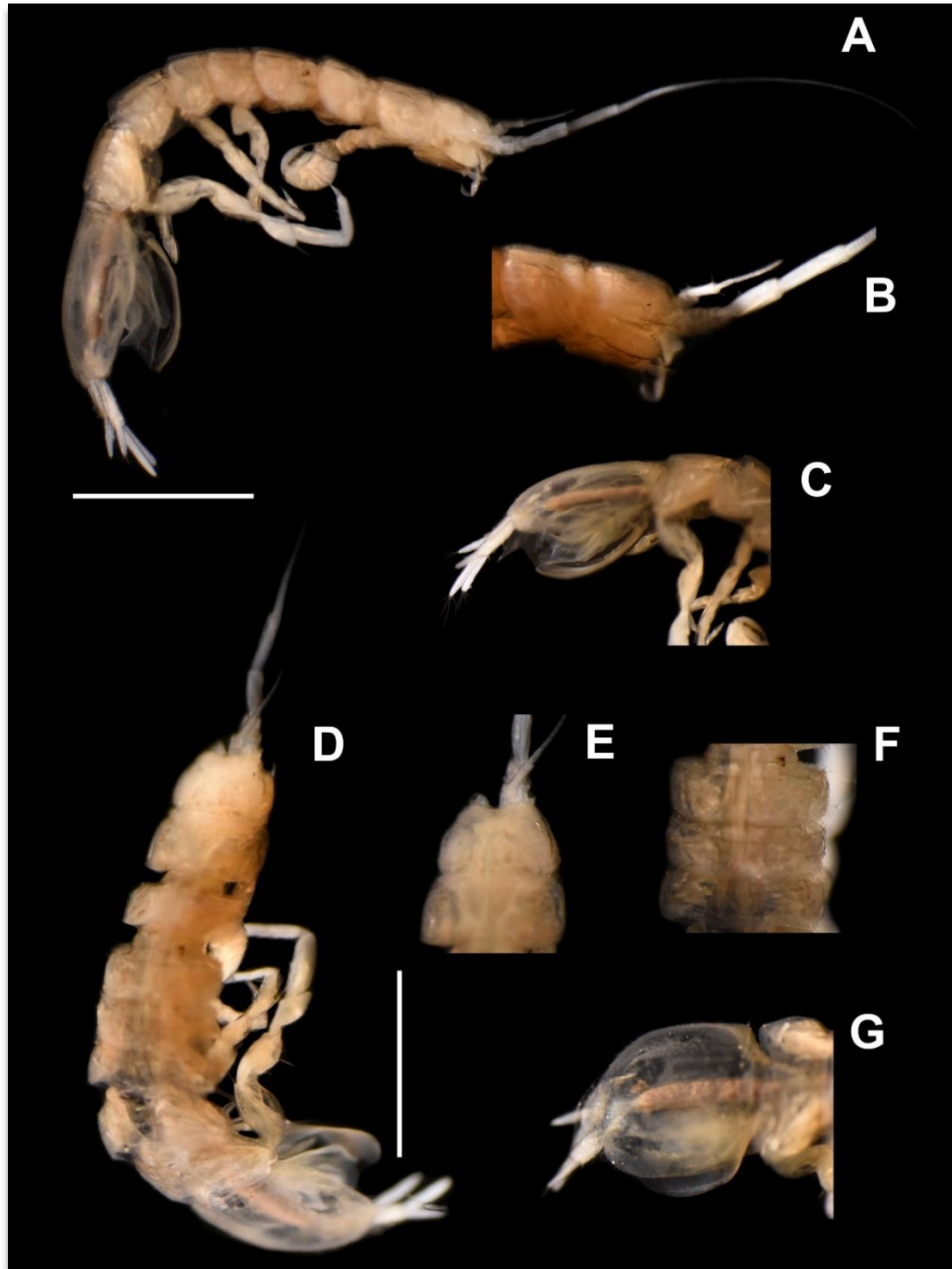


Figura 121. Macho *C. dauphina* USNM 227076, 7.2 mm de longitud, 1.3 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, vista dorsal pereionitos IV y V; G, pleotelson vista dorsal. Escalas A y D = 2 mm.

Caecidotea dentadactyla (Mackin y Hubricht, 1938)

Fig. 123

Material Tipo: Cotipos: United States National Museum USNM 74841.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Hubricht, L. Fecha: 11 Abr 1936.

Localidad Tipo: Arkansas: Jefferson Co., small creek, 0.5 mile south of Locust Cottage (Figura 122).

Otro material examinado: Arkansas: Grant County, Stream on Road 8 Mile S of junction of US 65 With State Route 865. Museum of Natural History, Smithsonian Institution USNM 171444, macho 10.4 mm longitud, 2.6 mm ancho (Figura 123).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Fleming, L. E. Fecha: 27 Dic 1970.

Etimología: Los autores no brindaron una exolicación al respecto de la etimología de la especie, sin embargo, el nombre podría referirse al ornamento del dactilo que en la descripción se menciona como "propodio", con una fila de dientes delgados en el borde del margen palmar.

Grupo: Hobbsi.



Figura 122. Localidad tipo *C. dentadactyla*.

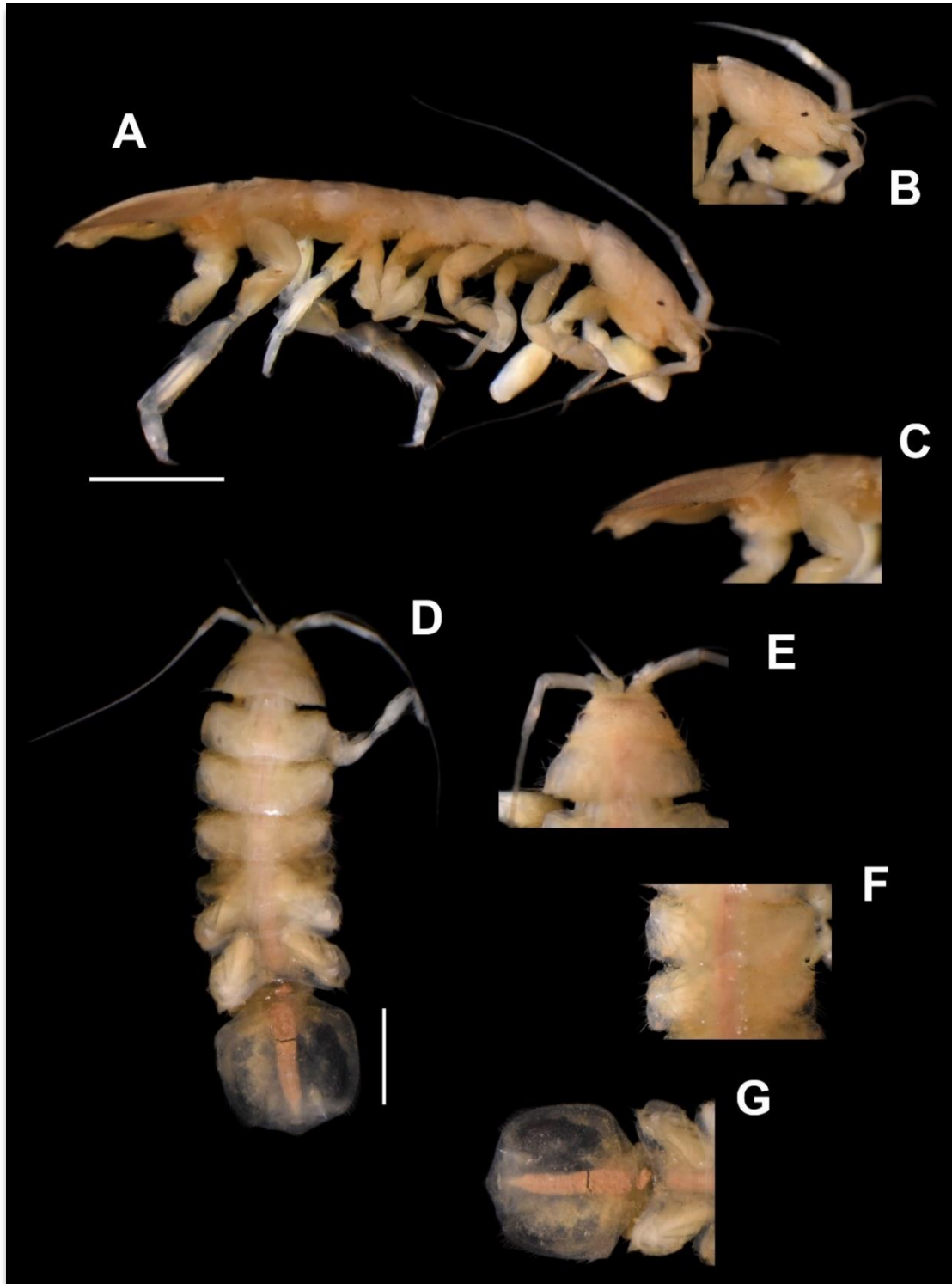


Figura 123. Macho *C. dentadactyla* USNM 171444, 10.4 mm de longitud, 2.6 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, vista pereionitos IV y V; G, pleotelson vista dorsal. Escalas A y D = 2 mm.

Caecidotea dimorpha (Mackin y Hubricht, 1940)

Fig. 125

Material Tipo: Cotipos: United States National Museum USNM 76269.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Hubricht, L. Fecha: 10 Abr 1936.

Localidad Tipo: Arkansas: Seep, one-half mile south of Greenville, Wayne Co., Missouri; small spring, on hillside, one and one-half miles southwest of Olyphant, Jackson Co (Figura 124).

Otro material examinado: Arkansas: Elm Cave. Museum of Natural History, Smithsonian Institution USNM 76269, macho 7.2 mm longitud, 0.7 mm ancho (Figura 125).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Hubricht, L. Fecha: 10 Abr 1936.

Etimología: El nombre hace referencia a las manchas de pigmento ocular que están presentes en especímenes de Wayne Co. Missouri, pero ausentes en especímenes de Jackson Co. Arkansas.

Grupo: Sin grupo.



Figura 124. Localidad tipo *C. dimorpha*.

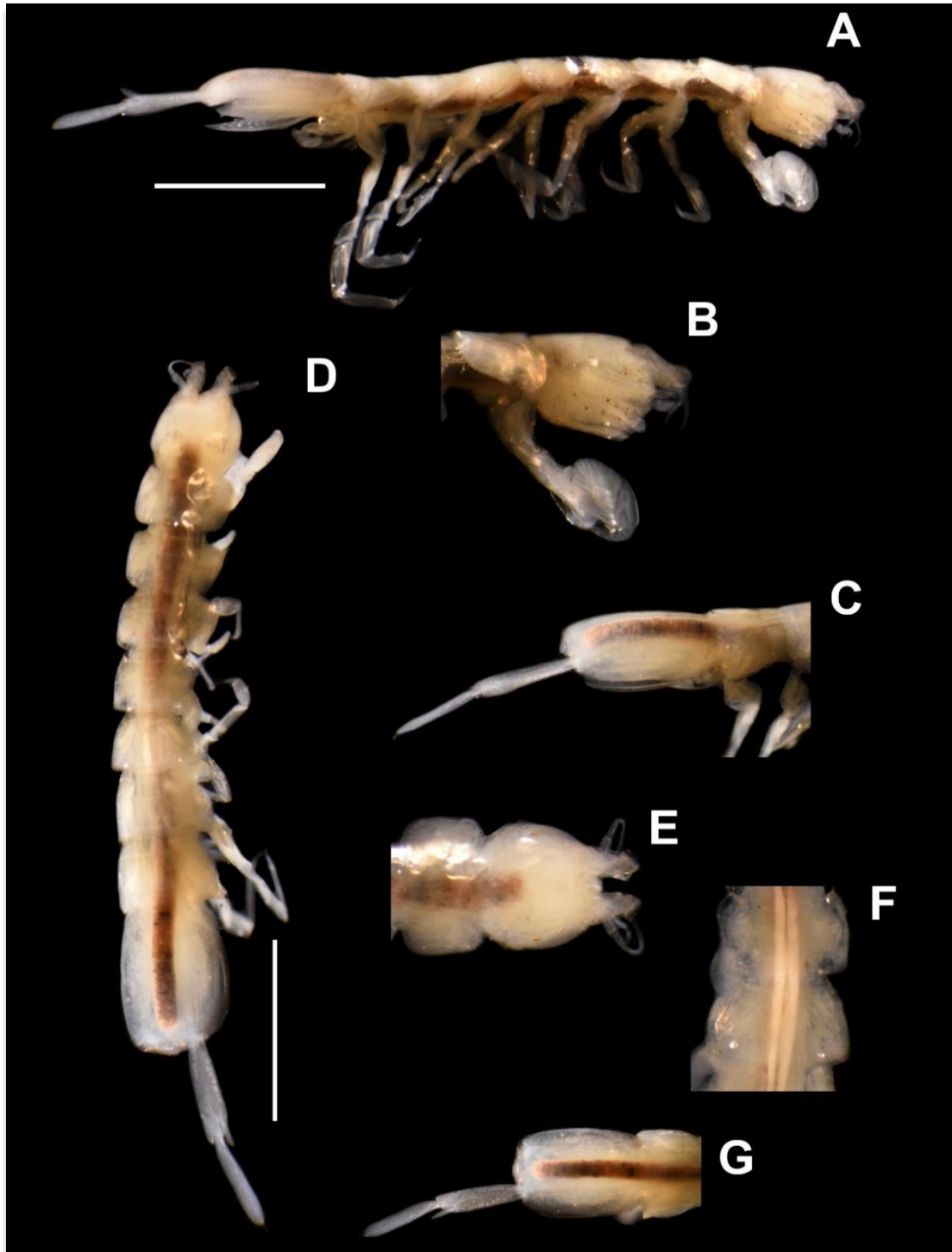


Figura 125. Macho *C. dimorpha* USNM 76269, 7.2 mm de longitud, 0.7 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, vista pereionitos IV y V; G, pleotelson vista dorsal. Escalas A y D = 2 mm.

Caecidotea dunlaporum Lewis, 2015

Fig. 127

Material Tipo: Holotipo: United States National Museum USNM 1251844.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Lewis, J. J. Fecha: 11 Mar 2012.

Localidad Tipo: Indiana, Bartholomew Co., drain outlet on E side of Highway 31 approximately 1-mile (1.6 km) S intersection with Highway 7 (Figura 126).

Otro material examinado: Indiana: Daviess County, drain tile outlet, near intersection Thomson Ditch and CR 750N, 9.8 miles northeast Washington. Museum of Natural History, Smithsonian Institution USNM 1251848, macho 10.2 mm longitud, 1.1 mm ancho (Figura 127).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Lewis, J. J. Fecha: 13 Abr 2014.

Etimología: Esta especie es nombrada en honor de Keith Dunlap y su hermana Cynthia Rothrock en reconocimiento a su administración de la tierra y su dedicación de por vida a la conservación del karst.

Grupo: Sin grupo.

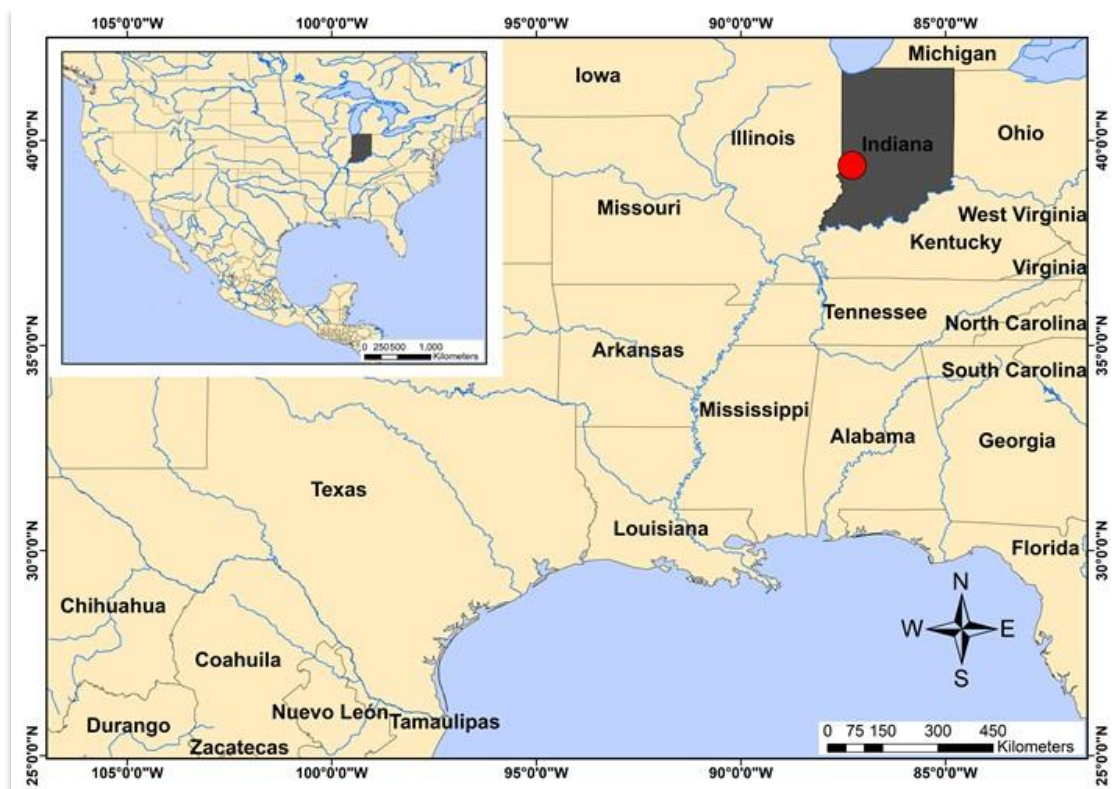


Figura 126. Localidad tipo *C. dunlaporum*.

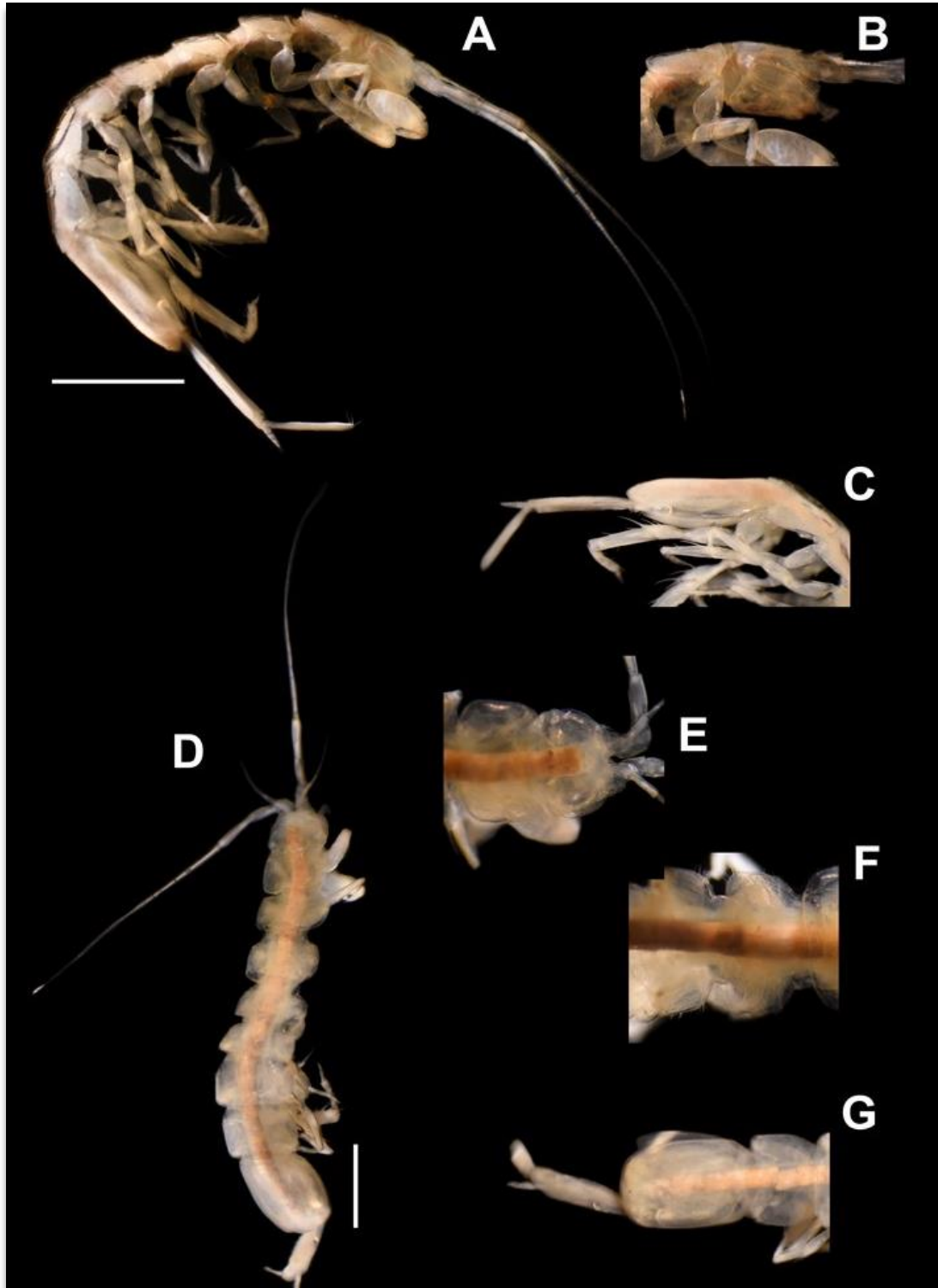


Figura 127. Macho *C. dunlaporum* USNM 1251844, 10.2 mm de longitud, 1.1 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson y urópodos vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, vista dorsal pereionitos IV v V; G, pleotelson v urópodo derecho vista dorsal.

Caecidotea extensolinguala (Fleming, 1972)

Material Tipo: Holotipo: United States National Museum USNM 108576.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Hubricht, L. Fecha: 5 Abr 1941.

Localidad Tipo: Missouri: Intermittent stream, 5.0 miles south of the town of Mill Creek, Madison County (Figura 128).

Otro material examinado: Ninguno.

Etimología: *extensus*, latín=extendido, *lingua*=lengua, refiriéndose al proceso lateral extendido similar a la lengua de la punta de ápice del endopodito del pleópodo II del macho.

Grupo: Stygius.



Figura 128. Localidad tipo *C. extensolinguala*.

Caecidotea filicispeluncae Bowman y Hobbs, 1983

Fig. 130

Material Tipo: Holotipo: United States National Museum USNM 195368.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Flynn, M. Fecha: 12 Jun 1980.

Localidad Tipo: Ohio: Adams Co. Fern Cave (38°42'23"N, 83°22'06"W) (Figura 129).

Otro material examinado: Ohio: Adams County, Fern Cave. Museum of Natural History, Smithsonian Institution USNM 195369, macho 6.2 mm longitud, 1.3 mm ancho.

Observaciones en otro material examinado: Colector: Flynn, M. Fecha: 12 Jun 1980 (Figura 130).

Etimología: Del latín "*filix, -icis*" (helecho) plus "*spelunca*" (cueva), refiriéndose a la localidad tipo, Fern Cave.

Grupo: Stygius.



Figura 129. Localidad tipo *C. filicispeluncae*.

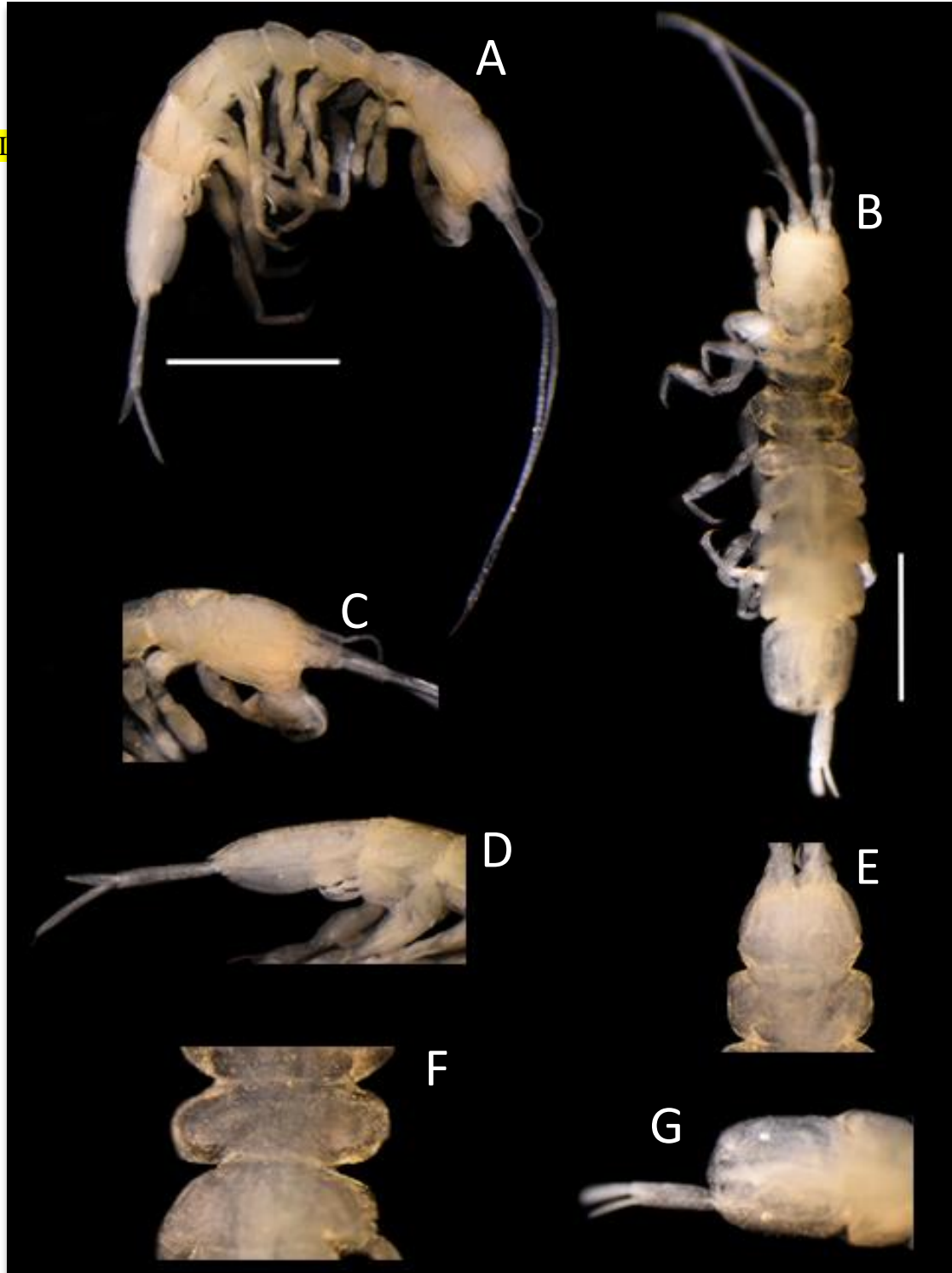


Figura 130. Macho *C. filicispeluncae* USNM 195369 6.2 mm de longitud, 1.3 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cuerpo vista dorsal; C, cabeza vista lateral; D, pleotelson y urópodos vista lateral; E, cabeza vista dorsal; F, vista pereonitos IV y V; G, pleotelson y urópodo derecho vista dorsal.

Caecidotea fonticulus Lewis, 1983

Fig. 132

Material Tipo: Holotipo: United States National Museum USNM 191128.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Lewis, J. J.; Lewis. Fecha: 31 May 1981.

Localidad Tipo: Arkansas: Polk Co. Abernathy Spring, 0.8 mi. W of Polk-Montgomery county line, on north side of Highway 8 (shown on U.S.G.S. Big Fork, Arkansas 7.5 minutes quadrangle) (Figura 131).

Otro material examinado: Arkansas: Polk County, Abernathy Springs, 0.8 Mile W of Montgomery Polk County Line, North Side of Highway 8. Smithsonian Institution USNM 191129, macho 4.9 mm longitud, 0.9 mm ancho (Figura 132).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Robson, H. W. Fecha: 21 May 1980.

Etimología: El nombre fue propuesto como un sustantivo, se deriva del latín "fonticulus" (una pequeña fuente o manantial) en referencia a la localidad tipo.

Grupo: Hobbsi.



Figura 131. Localidad tipo *C. fonticulus*.

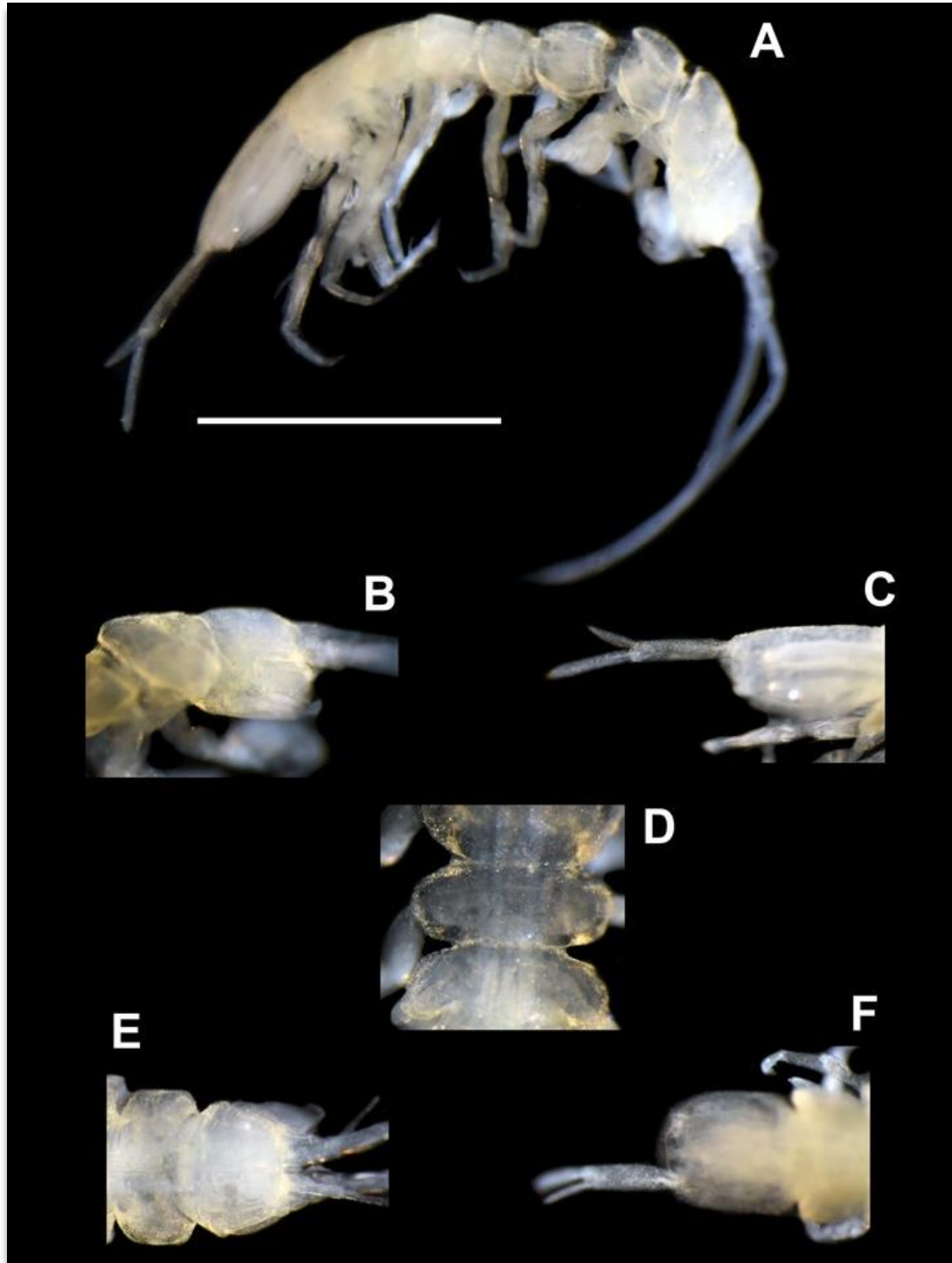


Figura 132. Macho *C. fonticulus* USNM 191129, 4.9 mm de longitud, 0.9 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson y urópodos vista lateral; D, vista dorsal pereionitos IV y V; E, cabeza vista dorsal; F, pleotelson y urópodo derecho vista dorsal

Caecidotea forbesi (Williams, 1970)

Fig. 134

Material Tipo: Holotipo: United States National Museum USNM 122052.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Weaver, A. Fecha: 28 Mar 1967.

Localidad Tipo: Virginia: Flood pool of Rappahannock River, Culpeper County (Figura 133).

Otro material examinado: Maryland: Linden, Rock Creek, From Ice Pond. Smithsonian Institution USNM 123799, macho 9.0 mm longitud, 2.7 mm ancho (Figura 134).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Hall, E. T.; Hobbs, H. H. Fecha: 18 Abr 1966.

Etimología: Nombrado en honor de S. A. Forbes.

Grupo: Sin grupo.



Figura 133. Localidad tipo *C. forbesi*.

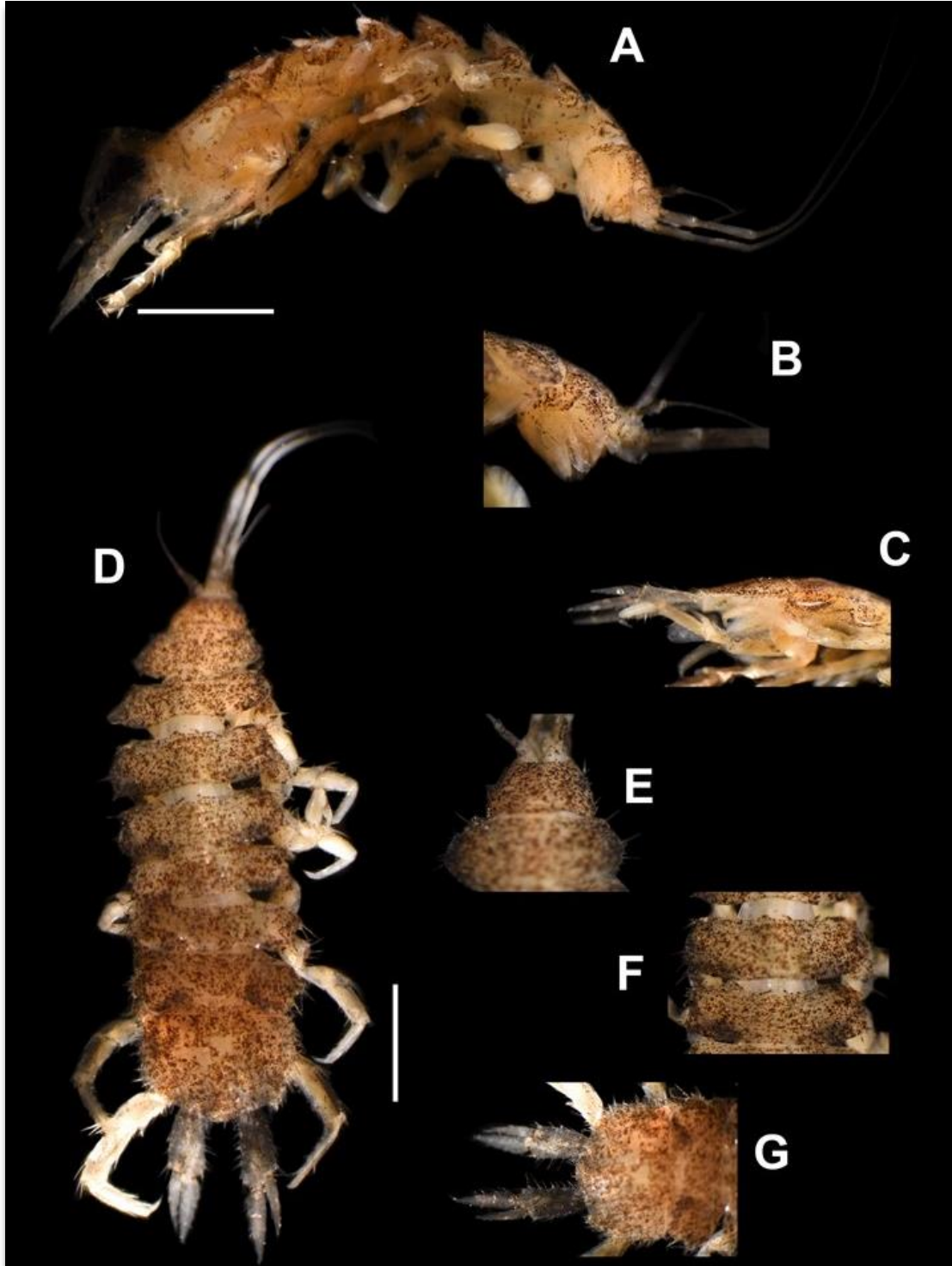


Figura 134. Macho *C. forbesi* USNM 123799, 9.0 mm de longitud, 2.7 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson y urópodos vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, vista dorsal pereionitos IV y V; G, pleotelson y urópodos vista dorsal.

Caecidotea foxi (Fleming, 1972A)

Fig. 136

Material Tipo: Holotipo: United States National Museum USNM 138280.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Tomson, O. H. Fecha: 5 Abr 1968.

Localidad Tipo: Mississippi: Taken from One Mile Beach in Pass Christian on 28th Street, Harrison County (Figura 135).

Otro material examinado: Arkansas: Ouachita County, White Oak Creek, Bridge On 24, 4 Mile W of Chinester. Smithsonian Institution USNM 171443, macho 8.2 mm longitud, 2.1 mm ancho (Figura 136).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Fleming, L. E. Fecha: 26 Dic 1970.

Etimología: Esta especie fue nombrada en honor del Sr. Richard S. Fox, biólogo y coleccionista de anfípodos e isópodos.

Grupo: Communis.

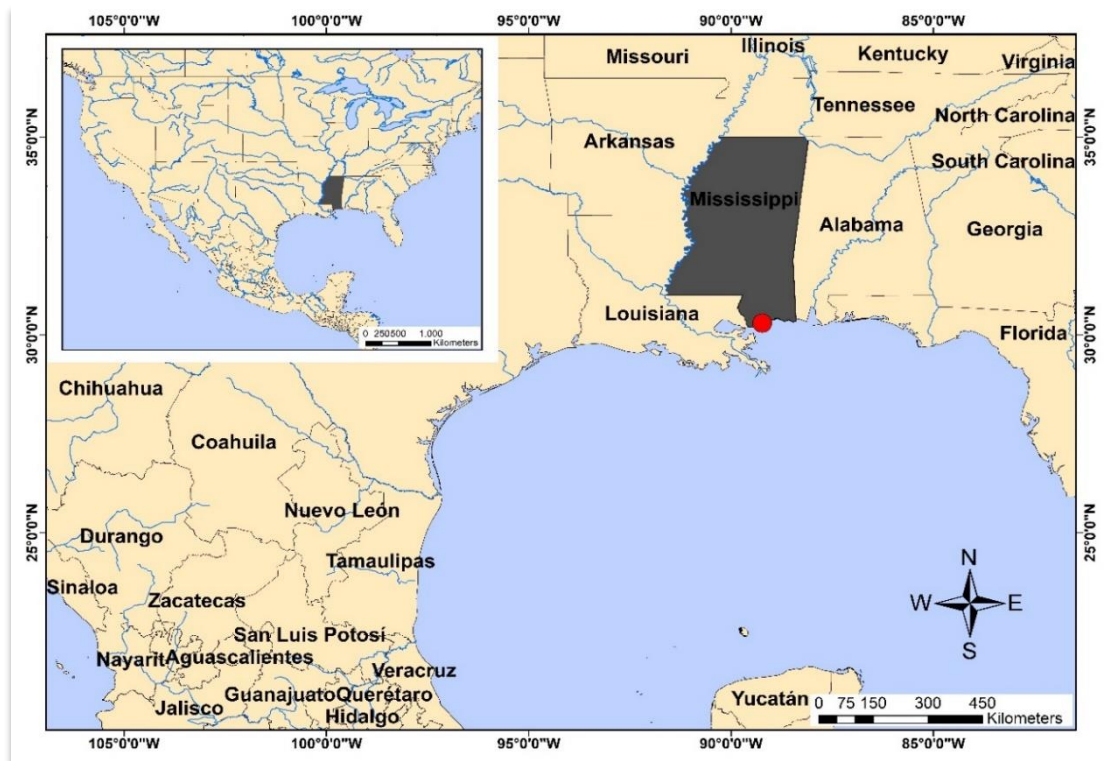


Figura 135. Localidad tipo *C. foxi*.

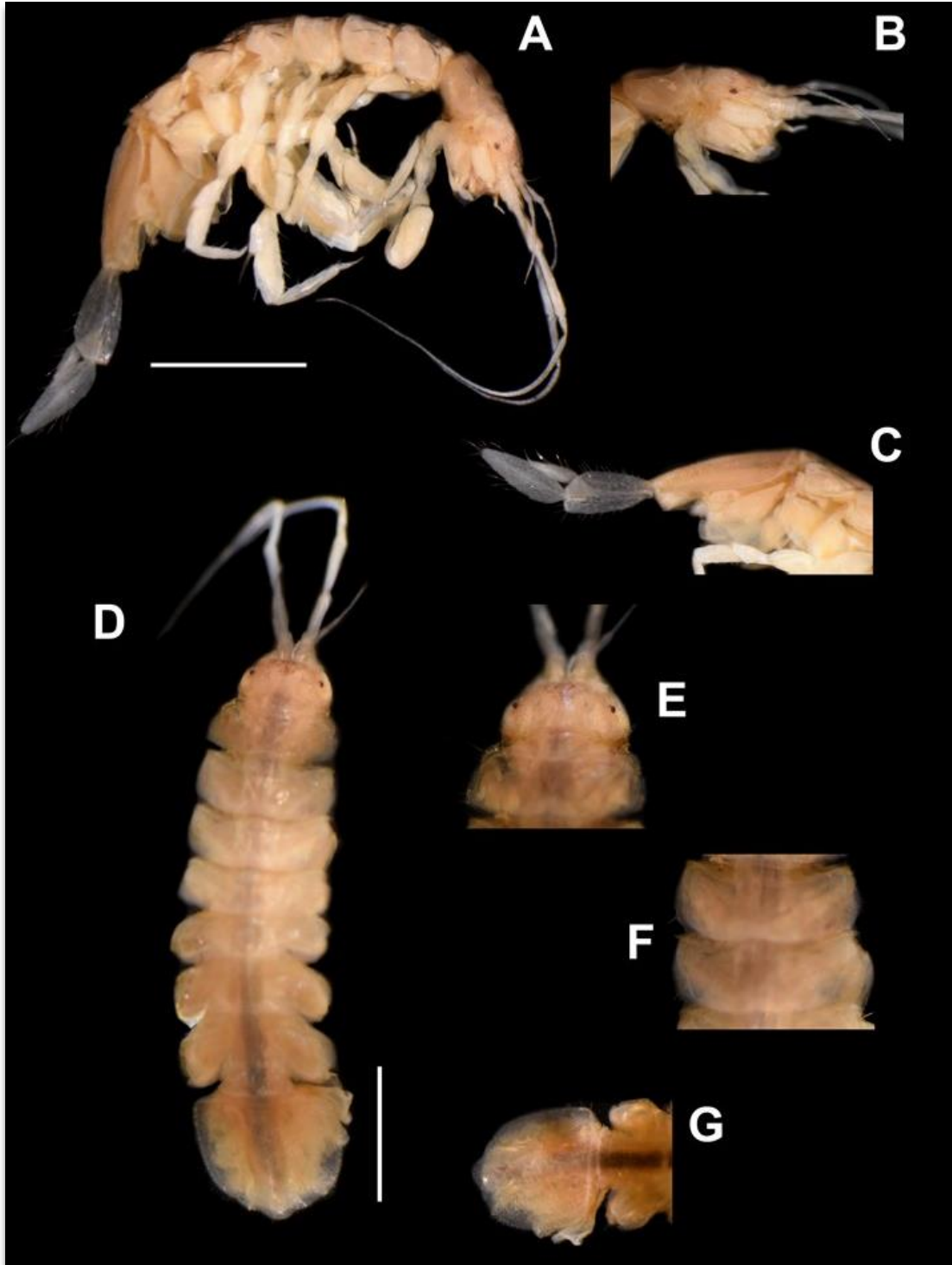


Figura 136. Macho *C. foxi* USNM 171443, 8.2 mm de longitud, 2.1 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson y urópodo derecho vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, vista pereionitos IV y V; G, pleotelson vista dorsal.

Caecidotea franzi (Holsinger y Steeves, 1971)

Fig. 138

Material Tipo: Holotipo United States National Museum USNM 230399.

Observaciones del Material Tipo: Según la descripción original, el holotipo corresponde al catálogo USNM 230399, para la fecha de recolecta y está registrada en la base de datos del Invertebrate Zoology Catalog of the Smithsonian National Museum of Natural history.

Localidad Tipo: Pennsylvania: Centre County, Millers Cave (Figura 137).

Otro material examinado: Pennsylvania: Centre County, Miller Cave. Smithsonian Institution USNM 230399, macho 4.4 mm longitud, 0.9 mm ancho (Figura 138).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Holsinger, J. R. Fecha: 18 May 1965.

Etimología: Nombrada en honor al Sr. Richard Franz, director del Maryland Cave Survey, quien ha sido muy activo en la exploración biológica de las cuevas de Maryland.

Grupo: Stygius.



Figura 137. Localidad tipo *C. franzi*.

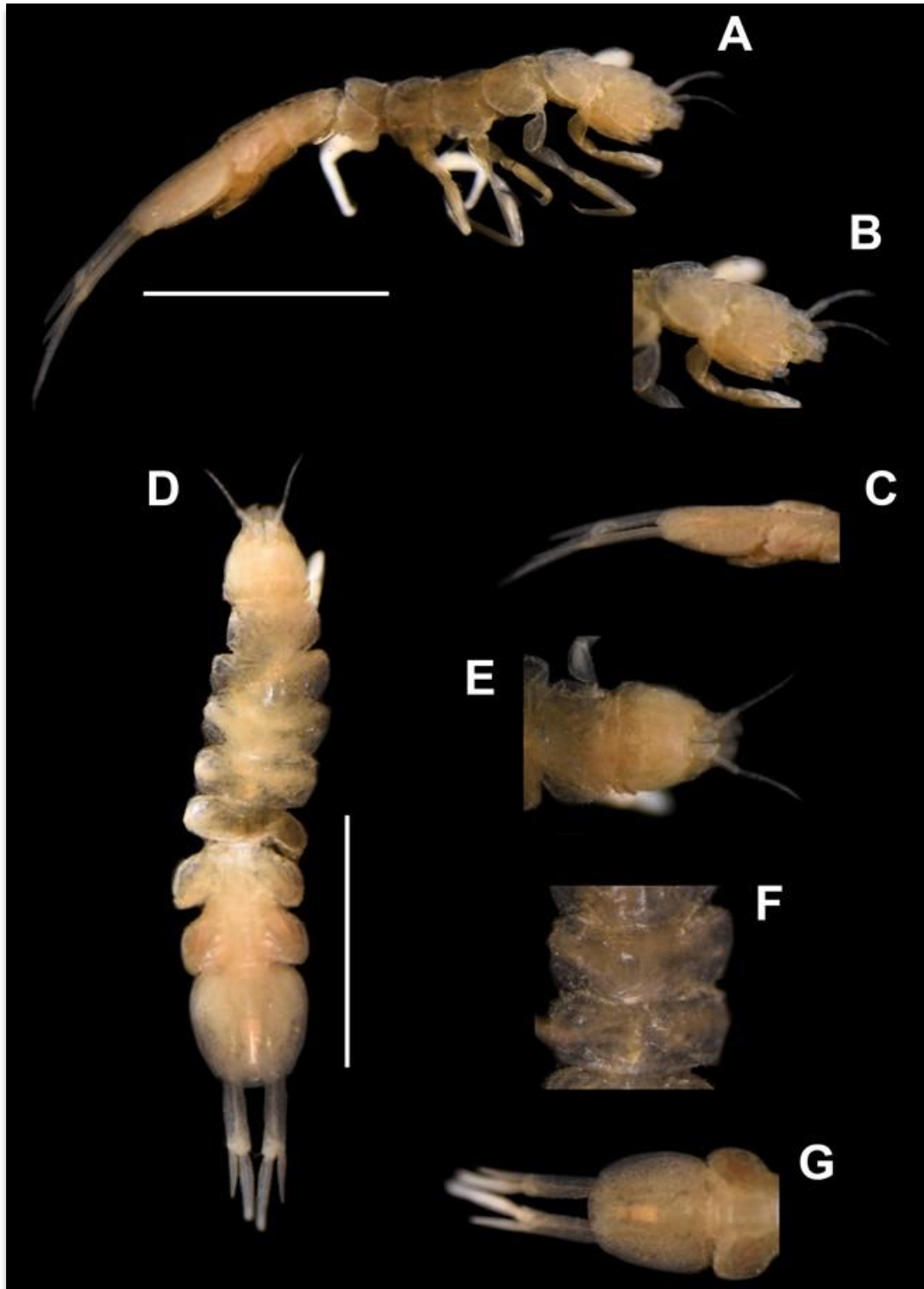


Figura 138. Macho *C. franzi* USNM 230399, 4.4 mm de longitud, 0.9 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson y urópodos vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, vista dorsal pereonitos IV y V; G, pleotelson y urópodos vista dorsal.

Caecidotea fustis Lewis, 1981

Fig. 140

Material Tipo: Holotipo: United States National Museum USNM 181301.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Hubricht, L. Fecha: 16 Dic 1939.

Localidad Tipo: Missouri: Franklin Co., Meramec Caverns, drip pools, 2.5 mi SE Stanton (Figura 139).

Otro material examinado: Missouri: Pulaski County, Ramsey Cave, 3.5 Mile ESE Fort Leonard Wood Base. Smithsonian Institution USNM 250611, macho 7.8 mm longitud, 1.4 mm ancho (Figura 140).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Gardner, J. E. Fecha: 27 Sep 1984.

Etimología: El nombre fue propuesto como un sustantivo, se deriva del latín "*fustis*" (= club), que se refiere a la aparición de los urópodos en los machos maduros.

Grupo: Hobbsi.



Figura 139. Localidad tipo *C. fustis*.

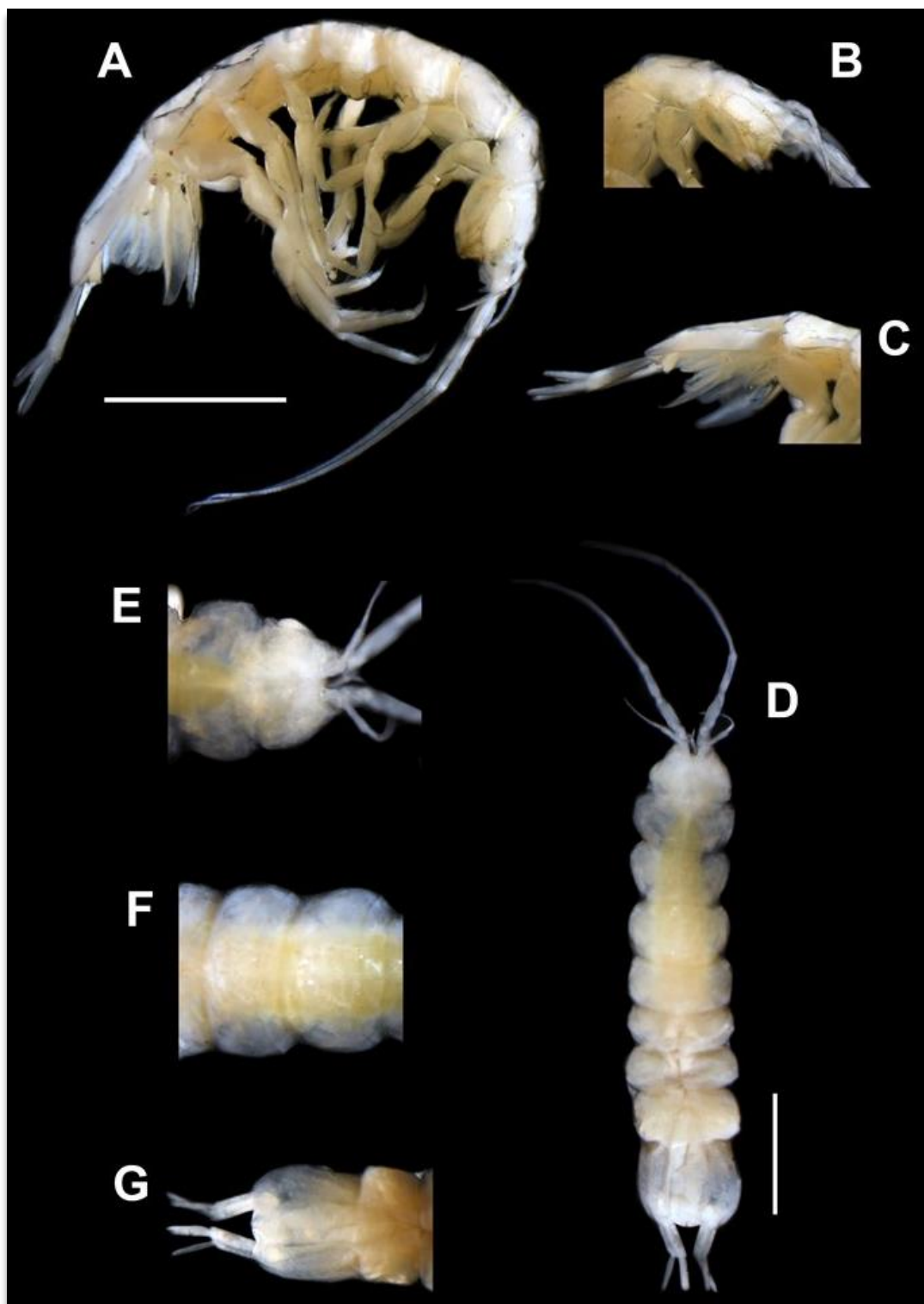


Figura 140. Macho *C. fustis* USNM 250611, 7.8 mm de longitud, 1.4 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson y urópodos vista lateral D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, vista pereionitos IV y V vista dorsal; G, pleotelson y urópodos vista dorsal.

Caecidotea henroti (Bresson, 1955)

Fig. 142

Material Tipo: Le Laboratoire de Zoologie générale de la Faculté des Sciences de Nancy possède de la région paléarctique et de la région néarctique des échantillons, provenant de ces deux régions, qui ont été mis à ma disposition par le Pr. P. A. Remy.

Localidad Tipo: Virginia: Smoke Hole, dans Sinking Creek, à 2 miles de Newport, Montgomery County, dans la rivière souterraine (Figura 141).

Otro material examinado: Virginia: Pulaski County, Maze Cave. Smithsonian Institution USNM 1405919, macho 4.1 mm longitud, 0.8 mm ancho (Figura 142).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Fecha: 8 Nov 2013.

Etimología: Podría deberse a lo dicho por Bresson "La collection que j'ai étudiée renferme aussi des *Asellus* récoltés dans des grottes des États-Unis en 1946 par le Dr. H. Henrot qui les avait envoyés au Pr. A. Vandel; celui-ci les a transmis au Pr. P. A. Remy".

Grupo: Cannula.

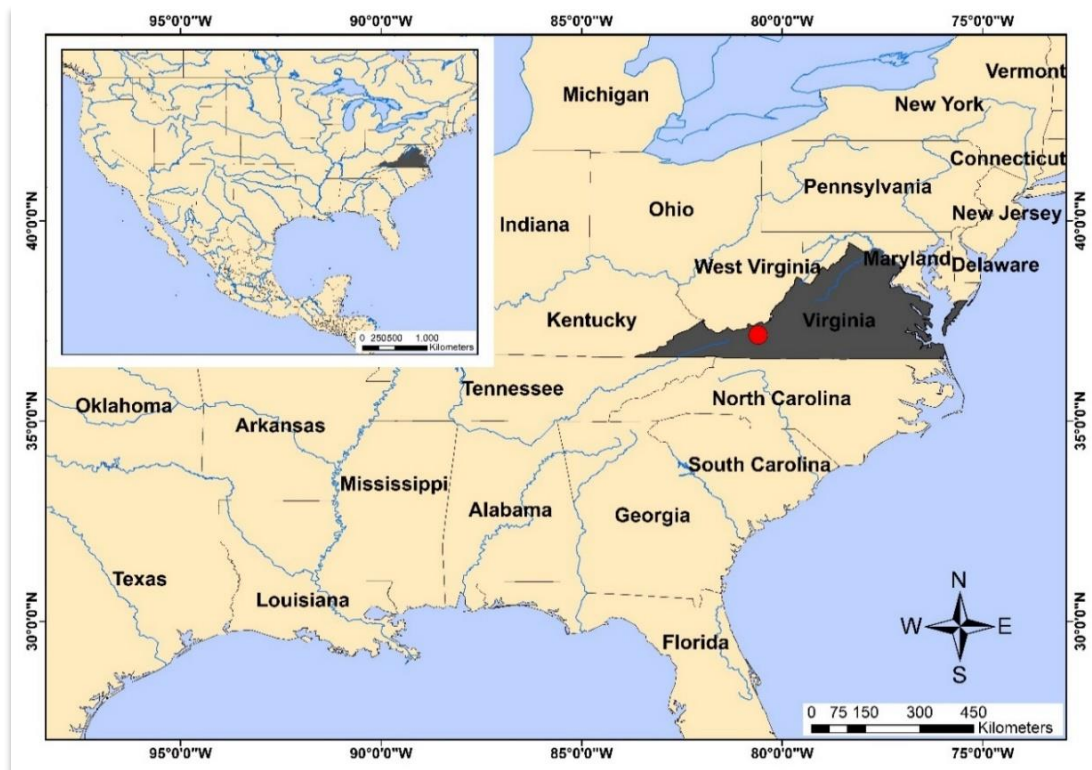


Figura 141. Localidad tipo *C. henroti*.

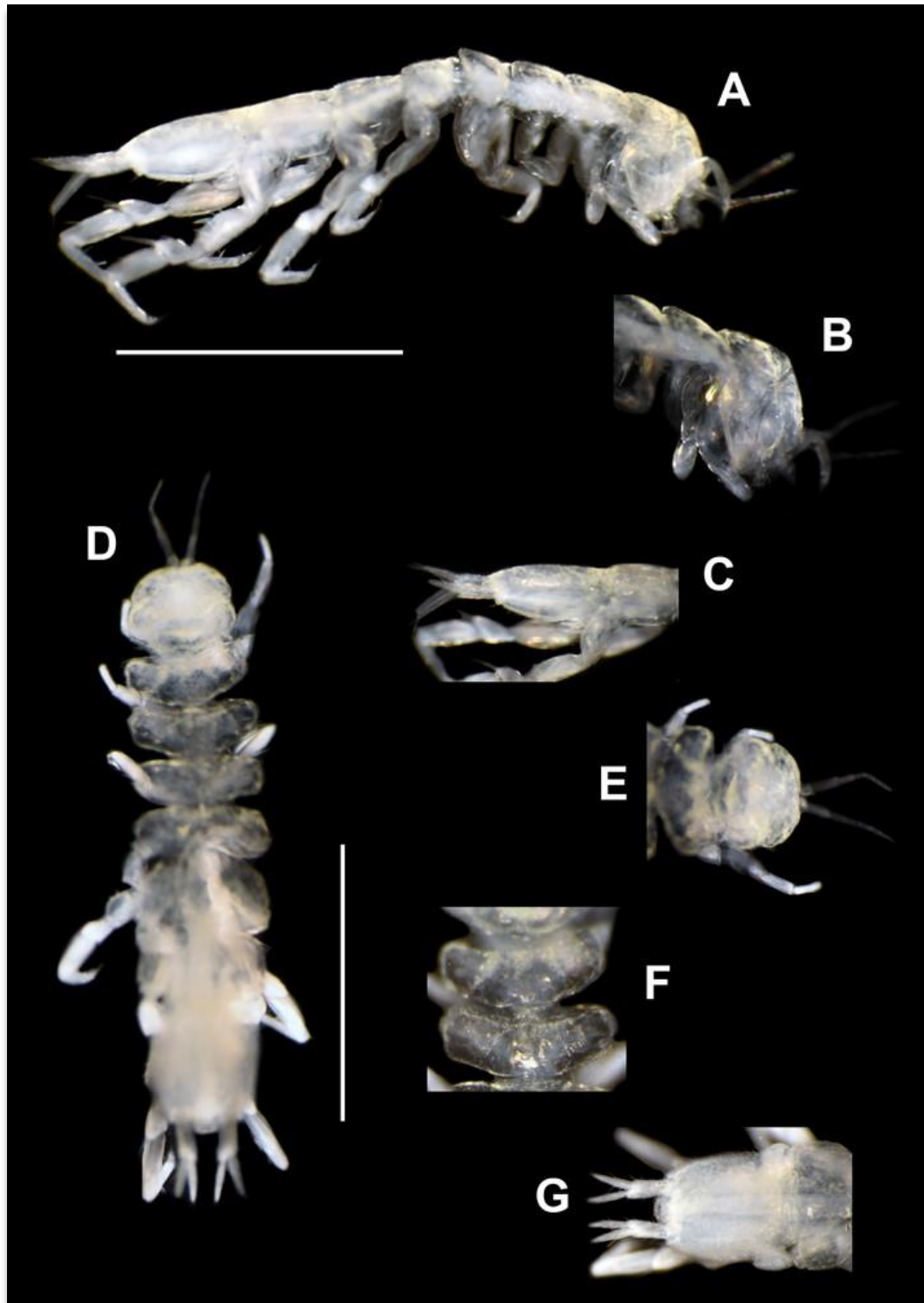


Figura 142. Macho *C. henroti* USNM 1405919, 4.1 mm de longitud, 0.8 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson y urópodos vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, vista dorsal pereionitos IV v V; G, pleotelson v urópodos vista dorsal.

Caecidotea hobbsi (Maloney, 1939)

Fig. 144

Material Tipo: Holotipo: United States National Museum USNM 76434.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Hobbs, H. H. Fecha: 31 Oct 1937.

Localidad Tipo: Florida, Dudley Cave, Gainesville, Alachua County (Figura 143).

Otro material examinado: Florida: Orange County, Rock Springs, Kelly Park. Smithsonian Institution USNM 1436171, macho 6.3 mm longituditud, 1.2 mm ancho.

Observaciones en otro material examinado: Colector: Cambrian Foundation Dive Tea. Fecha: 6 Feb 2009 (Figura 144).

Etimología: Nombrado en honor del colector Dr. Hobbs University of Florida.

Grupo: Hobbsi.

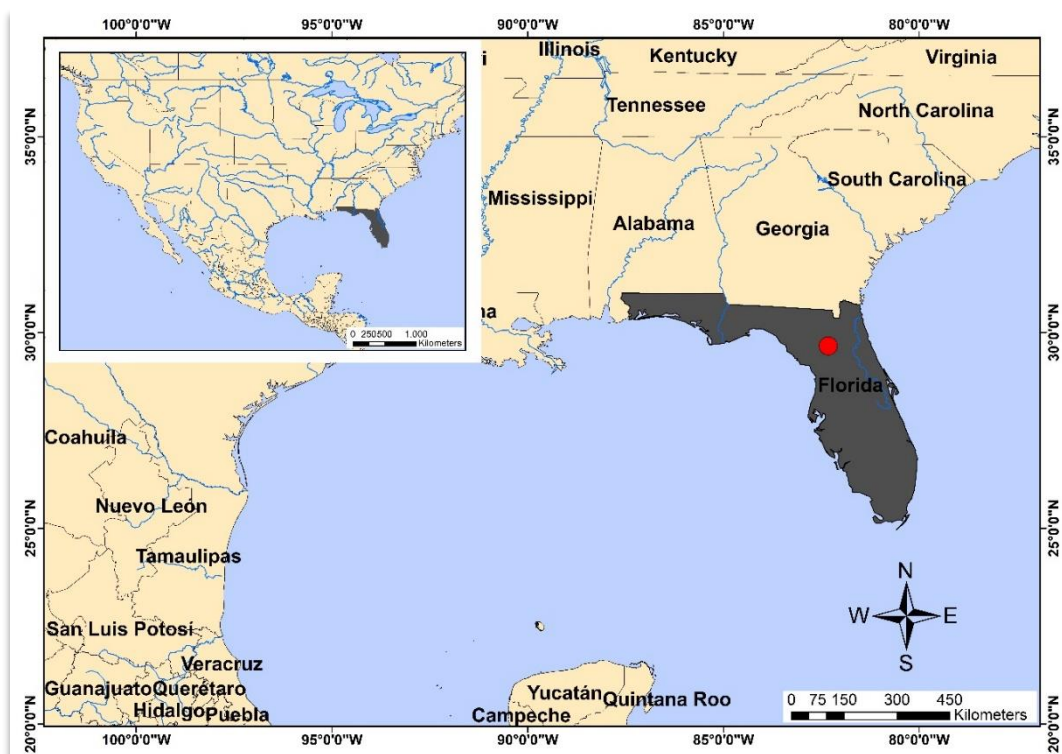


Figura 143. Localidad tipo *C. hobbsi*.

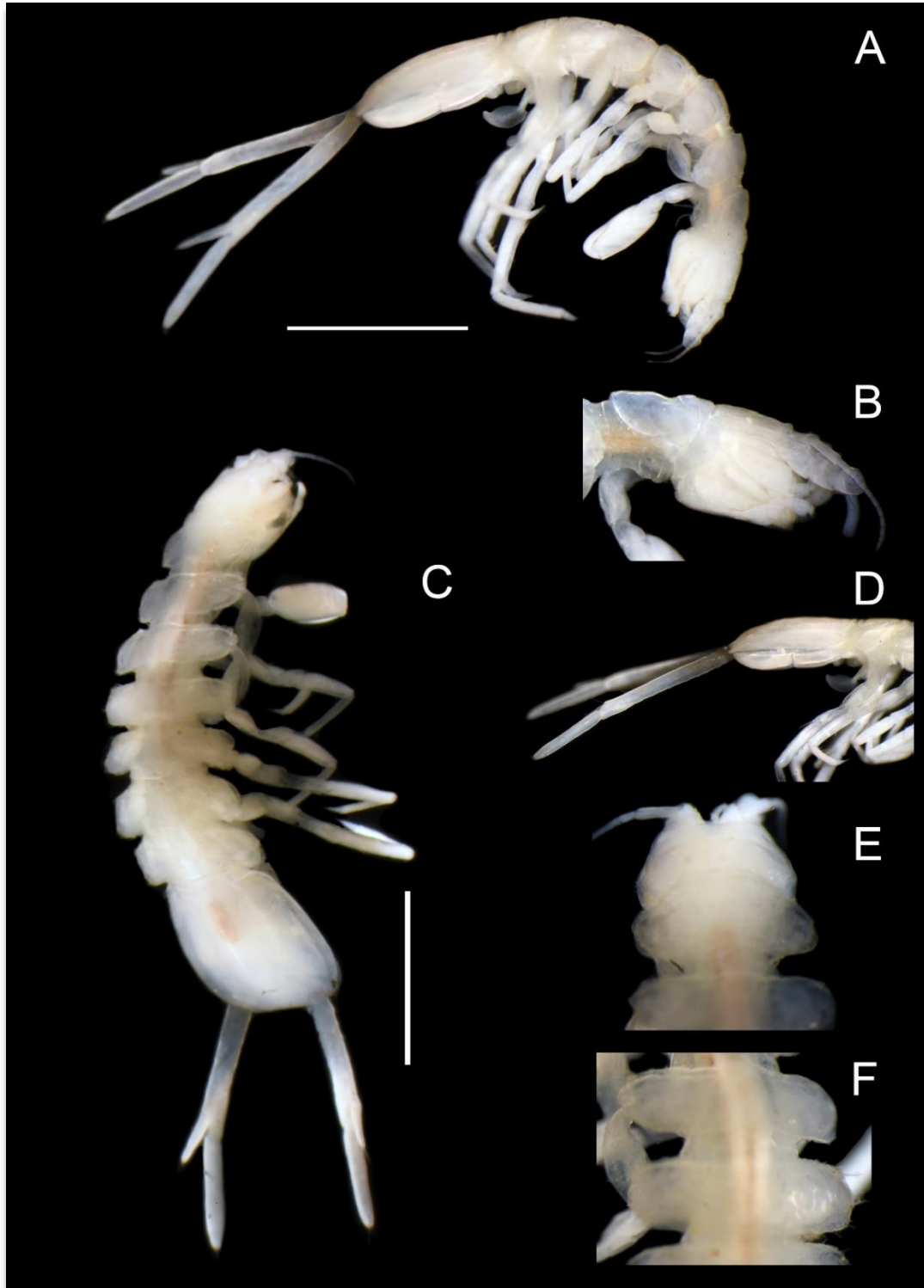


Figura 144. Macho *C. hobbsi* USNM 1436171, 6.3 mm, 1.2 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, cuerpo vista dorsal; D, pleotelson y urópodos vista lateral; E, cabeza vista dorsal; F, vista dorsal pereionitos IV y V.

Caecidotea hoffmani Lewis, 2009

Fig. 146

Material Tipo: Holotipo: United States National Museum USNM 99089.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Rageot, R. Fecha: 2 Mar 1954.

Localidad Tipo: Virginia: Nansemond Co., (Now City of Suffolk), Magnolia (Figura 145).

Otro material examinado: Virginia: Nansemond County, Magnolia. Smithsonian Institution Paratipo USNM 99091, macho 9.6 mm longitud, 2.3 mm ancho (Figura 146).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Rageot, R. Fecha: 26 Ene 1954.

Etimología: Nombrada en honor del Dr. Richard Hoffman (Curator of Recent Invertebrates, Virginia Museum of Natural History) en el simposio Hoffman en reconocimiento a su cumpleaños 80.

Grupo: Hobbsi.

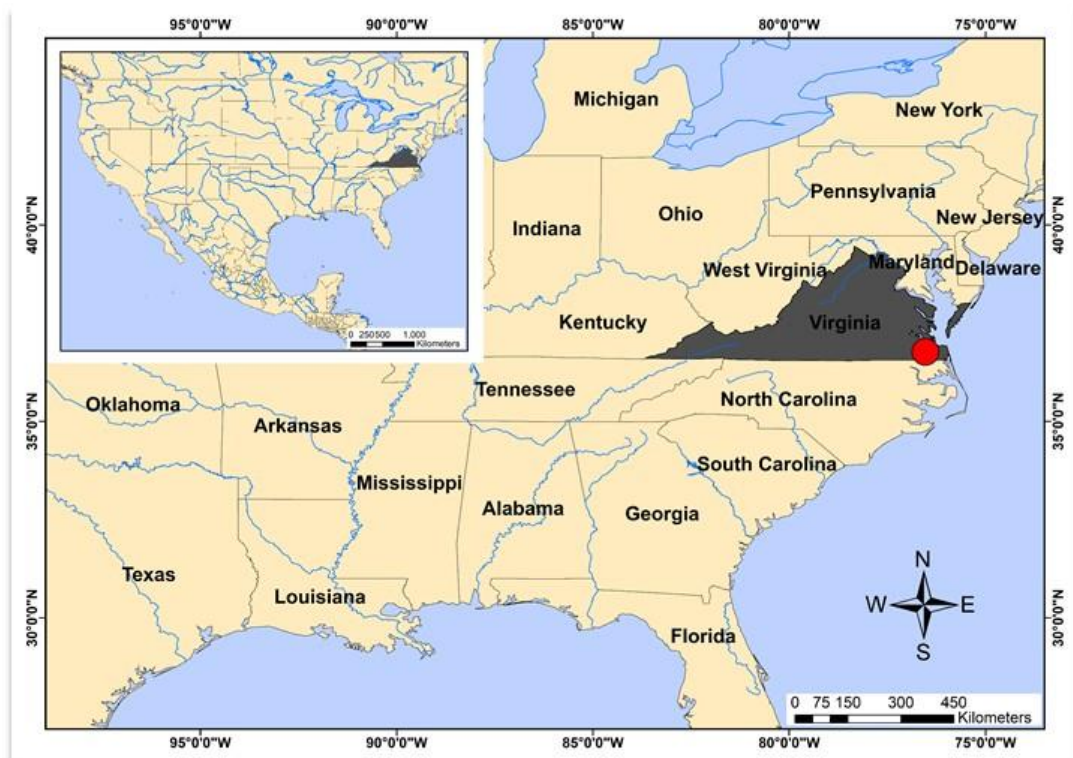


Figura 145. Localidad tipo *C. hoffmani*.

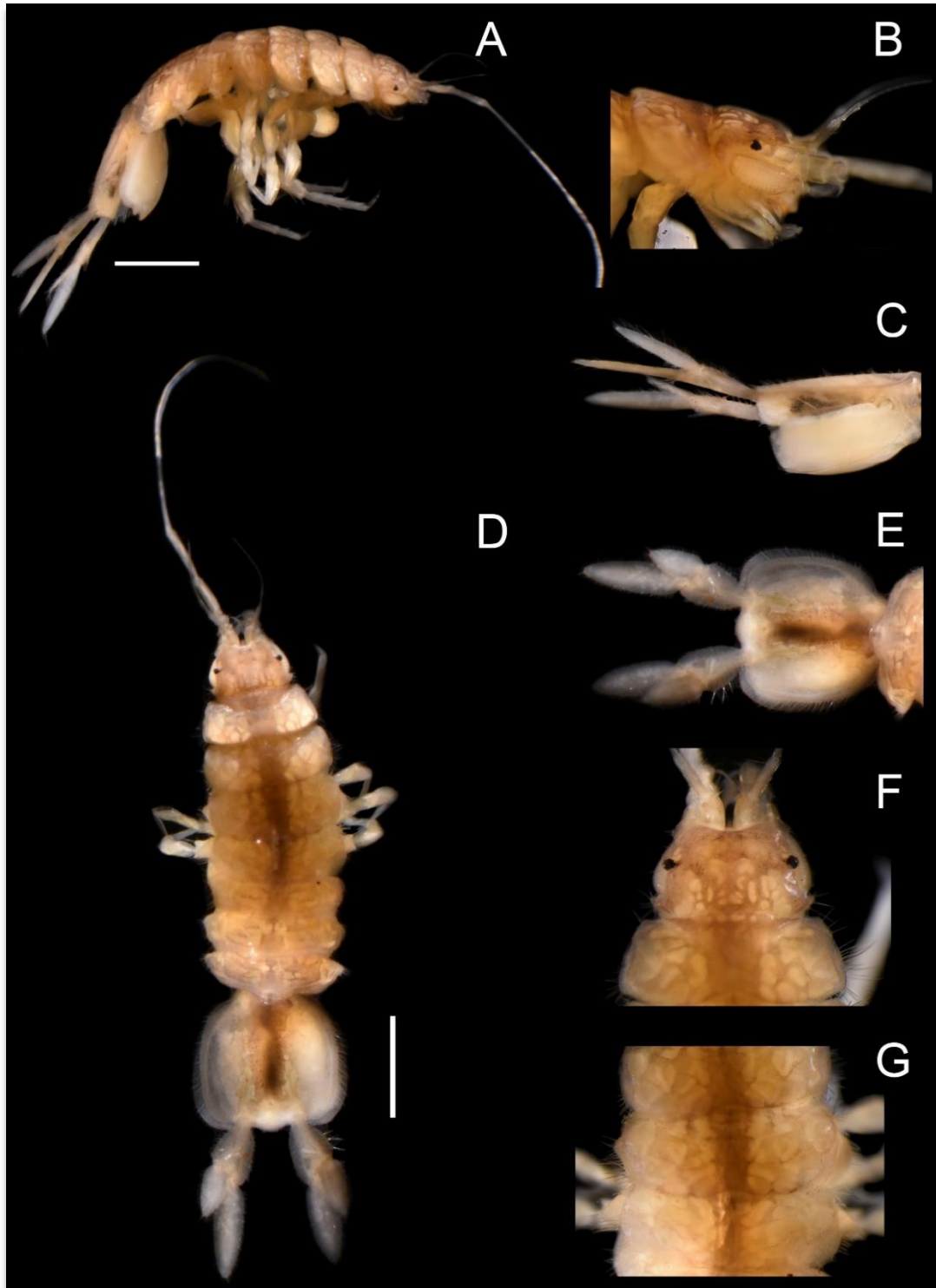


Figura 146. Macho *C. hoffmani* USNM 99091, 9.6 mm de longitud, 2.3 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cuerpo vista dorsal; C, cabeza vista lateral; D, pleotelson y urópodos vista lateral; E, cabeza vista dorsal; F, vista pereionitos IV y V; G, pleotelson y urópodo derecho vista dorsal.

Caecidotea holsingeri (Steeves, 1963B)

Fig. 148

Material Tipo: Holotipo: United States National Museum USNM 110310.

Observaciones del Material Tipo: El Holotipo está registrado en el Invertebrate Zoology National Museum of Natural History USNM 110310. Colector: John R. Holsinger. Fecha: 14 Ene 1961.

Localidad Tipo: West Virginia: Organ Hendrick's Cave, Greenbrier Co (Figura 147).

Otro material examinado: Virginia: Highland County, Bobcat Cave, 2.5 miles from Burnsville. Smithsonian Institution USNM 1453511, macho 7.6 mm longitud, 1.5 mm ancho (Figura 148).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Ficco, K.; Lorenzin, L.; Broome, M.; Winter, P.; Broderick, J. Fecha: 19 Feb 2017.

Etimología: Nombrada en honor de su colector Sr. John R. Holsinger espeleólogo.

Grupo: Cannula.

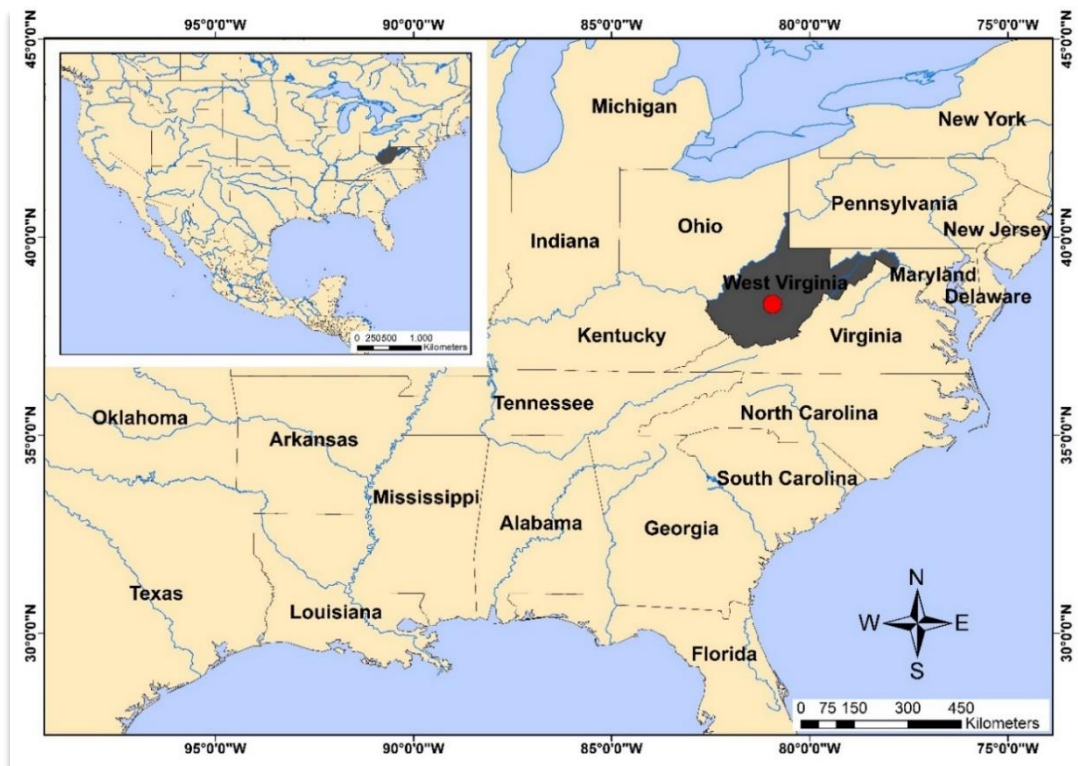


Figura 147. Localidad tipo *C. holsingeri*.

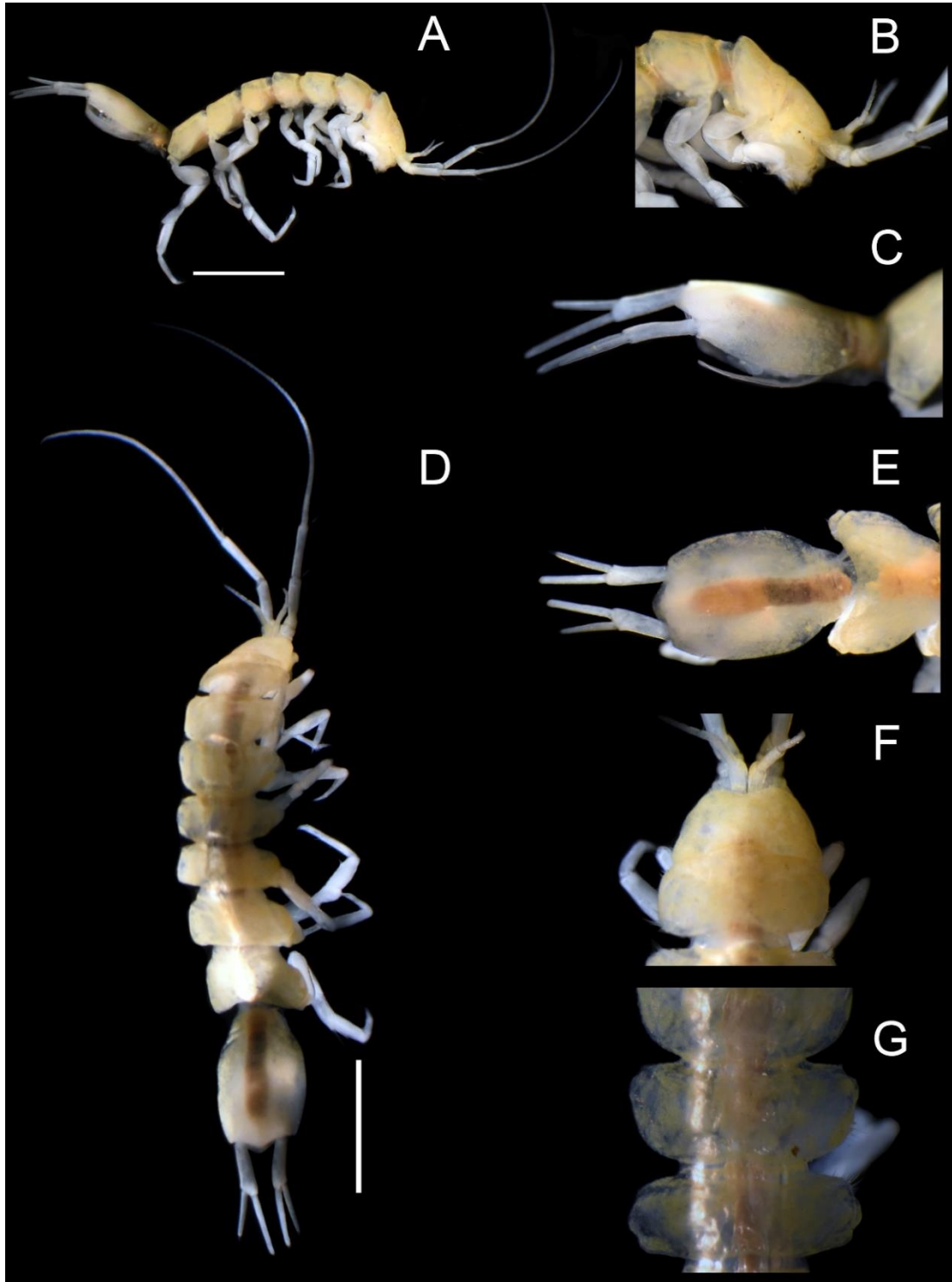


Figura 148. Macho *C. holsingeri* USNM 1453511, 7.6 mm de longitud, 1.5 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson y urópodos vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, pleotelson y urópodos vista dorsal; F, cabeza vista dorsal; G, vista dorsal pereionitos IV y V.

Caecidotea holti (Fleming, 1972A)

Fig. 150

Material Tipo: Holotipo: United States National Museum USNM 79308.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Hubricht, L. Fecha: 4 May 1940.

Localidad Tipo: Arkansas: small stream, 1.8 miles east of Casa, Perry County (Figura 149).

Otro material examinado: Arkansas: Perry County, Small Stream 1.8 Mile E of Casa. Smithsonian Institution USNM 108330, macho 5.6 mm longitud, 1.5 mm ancho (Figura 150).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Hubricht, L. Fecha: 4 May 1940.

Etimología: Nombrada en honor del Dr. Perry C. Holti por sus importantes contribuciones en el conocimiento de los invertebrados.

Grupo: Sin grupo.

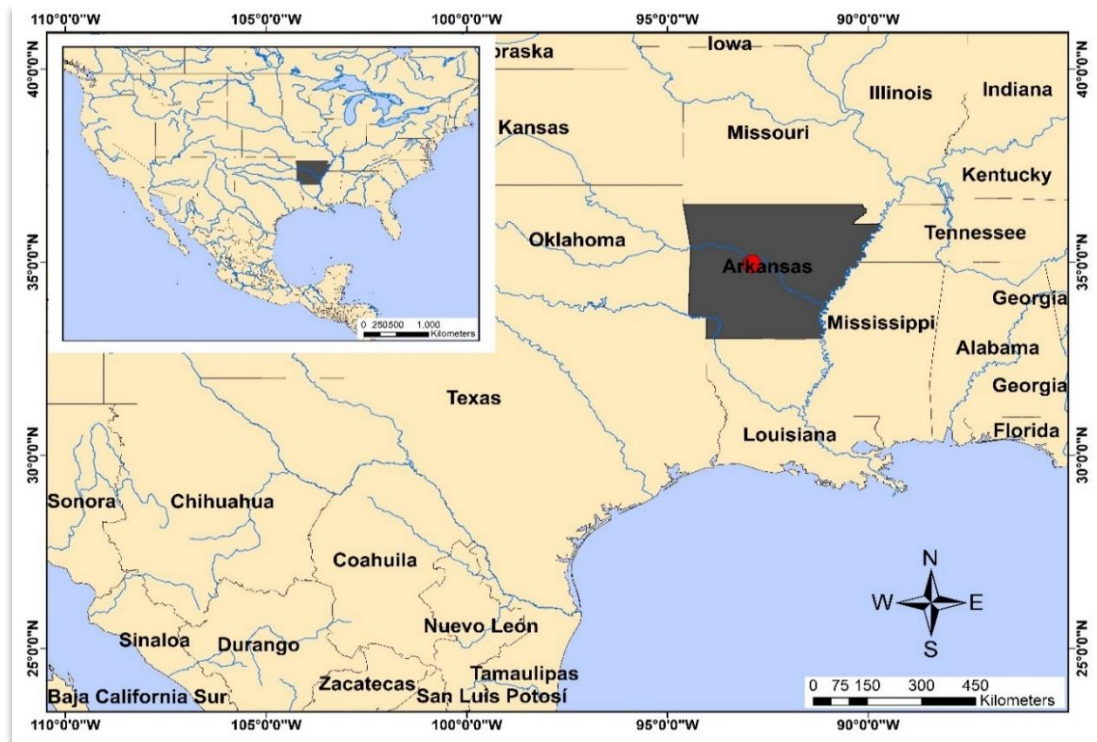


Figura 149. Localidad tipo *C. holti*.

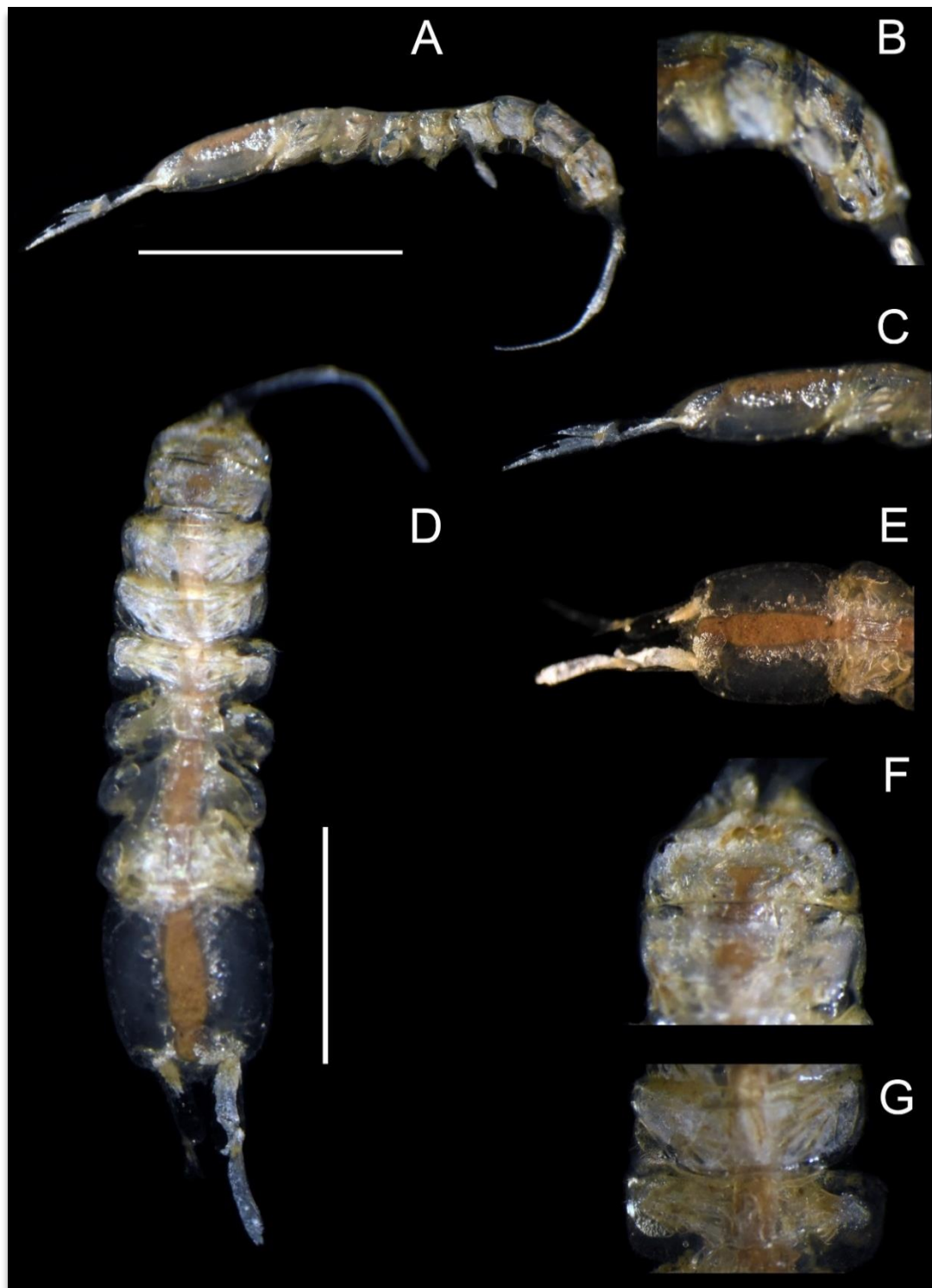


Figura 150. Macho *C. holti* USNM 108330, 7.6 mm de longitud, 1.5 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson y urópodos vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, pleotelson y urópodo derecho vista dorsal.; F, cabeza vista dorsal; G, vista pereionitos IV y V.

Caecidotea incurva Steeves y Holsinger, 1968

Fig. 152

Material Tipo: Holotipo: United States National Museum USNM 170465.

Observaciones del Material Tipo: The original description did not mention the catalog number of the holotype. Colector: Norton, B. Fecha: 15 Jul 1964.

Localidad Tipo: Tennessee: Roane Co. Berry Cave, medium-sized, stream passage cave developed in limestone of the Newala Formation (Ordovician age) (Figura 151).

Otro material examinado: Virginia: Wythe County, Pools in Cave Hill Cave, 0.6 Mile SW of Speedwell. Smithsonian Institution USNM 230371, macho 11.7 mm longitud, 2.6 mm ancho (Figura 152).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Hubricht, L. Fecha: 6 Ago 1949.

Etimología: *incurvus*, latín=Torcido (espiral); llamado así por el espiral torcido del endopodito del pleópodo II del macho.

Grupo: Cannula.

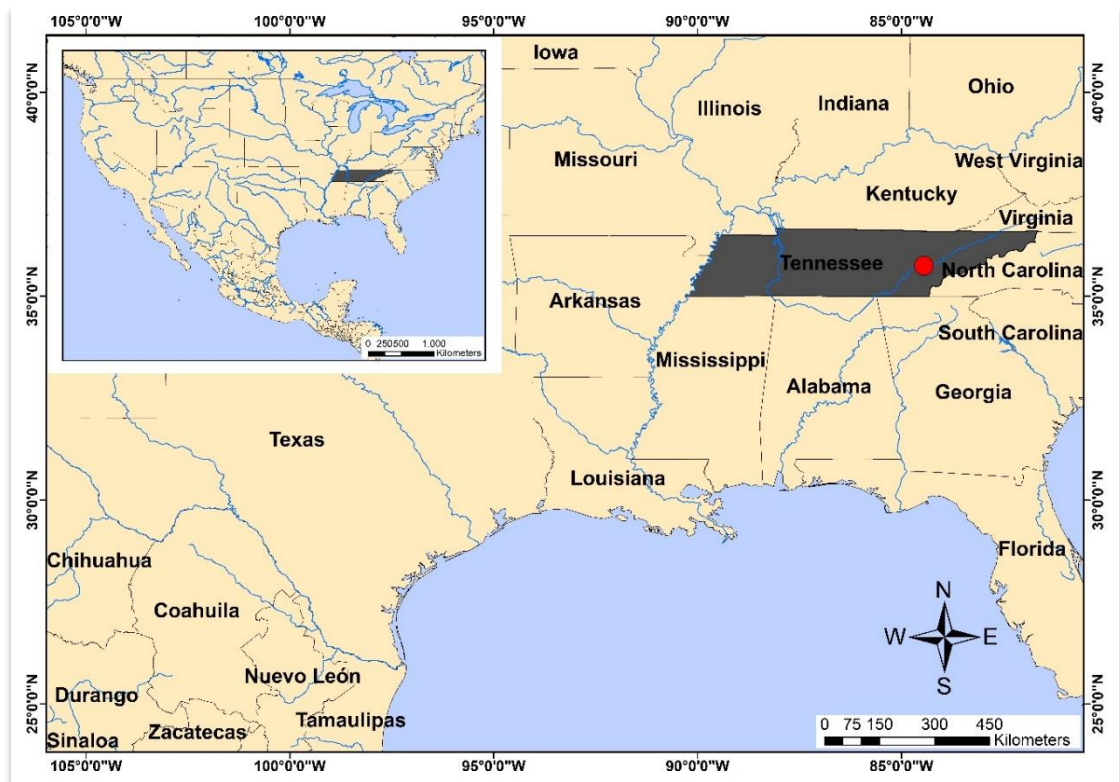


Figura 151. Localidad tipo *C. incurva*.

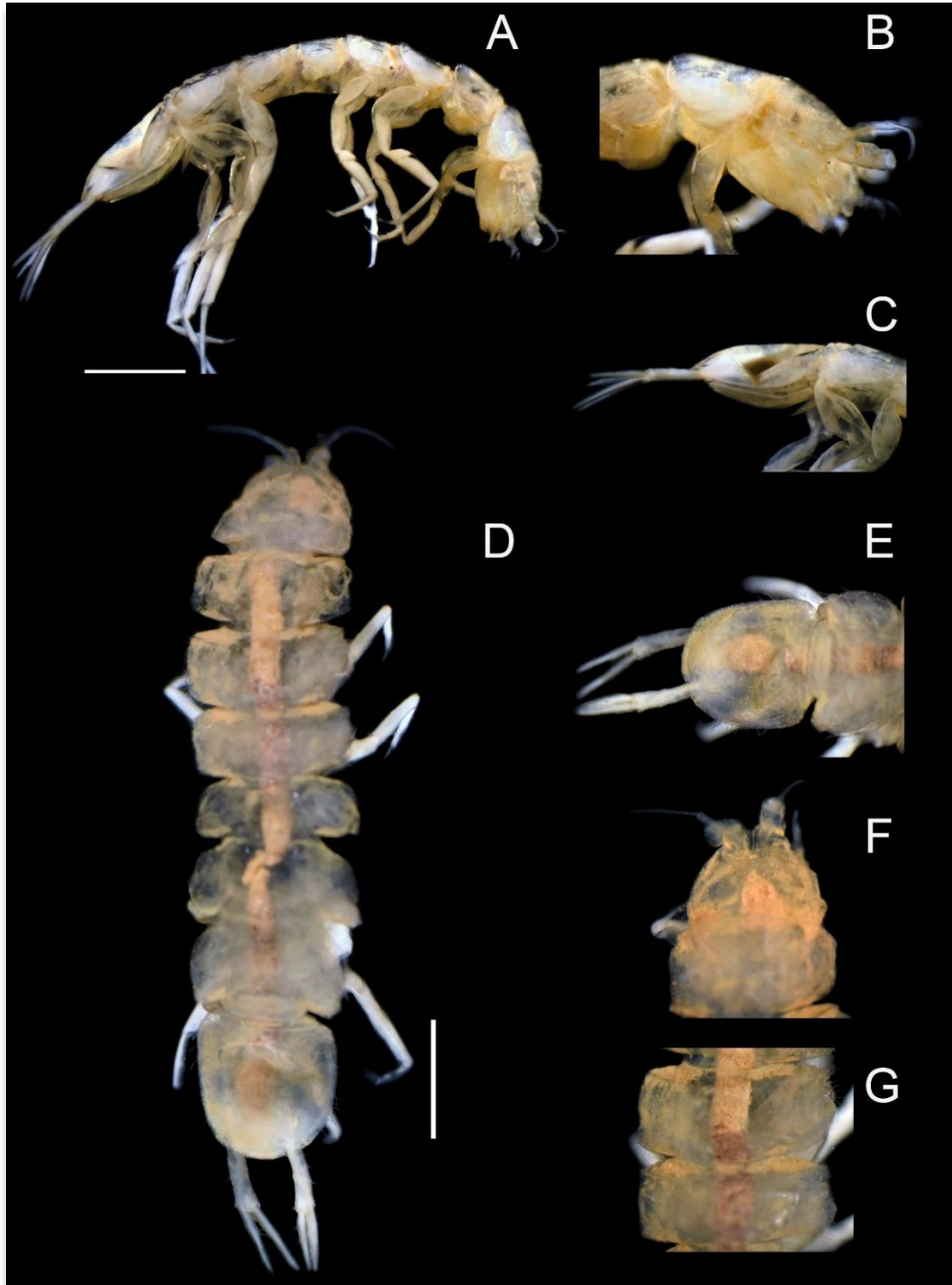


Figura 152. Macho *C. incurva* USNM 230371, 11.7 mm de longitud, 2.6 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, pleotelson vista dorsal; F, cabeza vista dorsal; G, vista dorsal pereionitos IV y V. Escalas A y D = 2 mm.

Caecidotea insula Lewis, 2013

Material Tipo: Holotipo: United States National Museum USNM.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Wittenberg University Speleological Society. Fecha: 5 Ago 2007.

Localidad Tipo: Ohio: Ottawa County, drip pool in Kindt's Cave I, town of Put-in-Bay, near center of southern half of South Bass Island (Figura 153).

Otro material examinado: Ninguno.

Observaciones en otro material examinado: Ninguno.

Etimología: El nombre proviene del sustantivo en latín *insula* = isla, refiriéndose a la localidad tipo South Bass Island.

Grupo: Forbesi.



Figura 153. Localidad tipo *C. insula*.

Caecidotea intermedia (Forbes, 1876)

Fig. 155

Material Tipo: Lectotipo: Illinois Natural History Survey, Urbana; el material no está catalogado, la referencia es "INHS (sin catalogar)".

Observaciones del Material Tipo: Colector: S. A. Forbes. Fecha: 30 May 1876.

Localidad Tipo: Illinois: Callahan Cr. Cobden (Figura 154).

Otro material examinado: Indiana: Allen County, ravine stream below drain tile, Bluecast Spring N. P. Smithsonian Institution USNM 1405921, macho 13.1 mm longitud, 4.2 mm ancho (Figura 155).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Lewis, J. J.; Lewis, S. Fecha: 30 Mar 2016.

Etimología: Esta especie fue nombrada debido a las similitudes entre *C. communis* y *C. brevicauda*.

Grupo: Sin grupo.

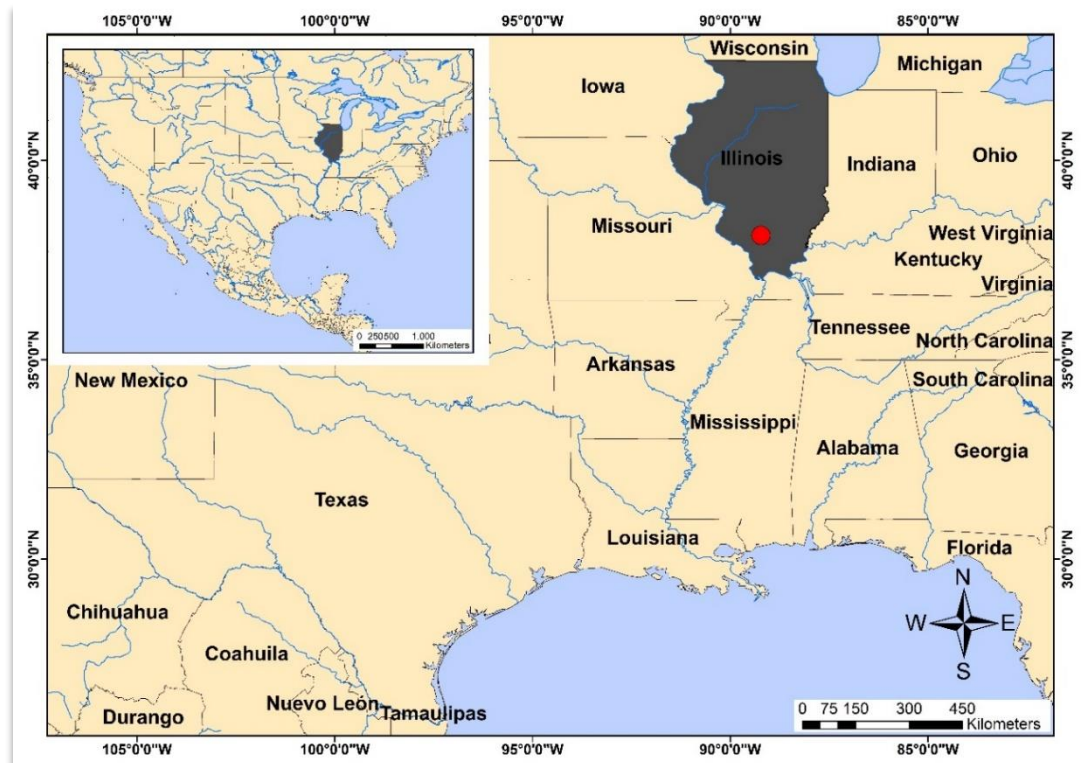


Figura 154. Localidad tipo *C. intermedia*.

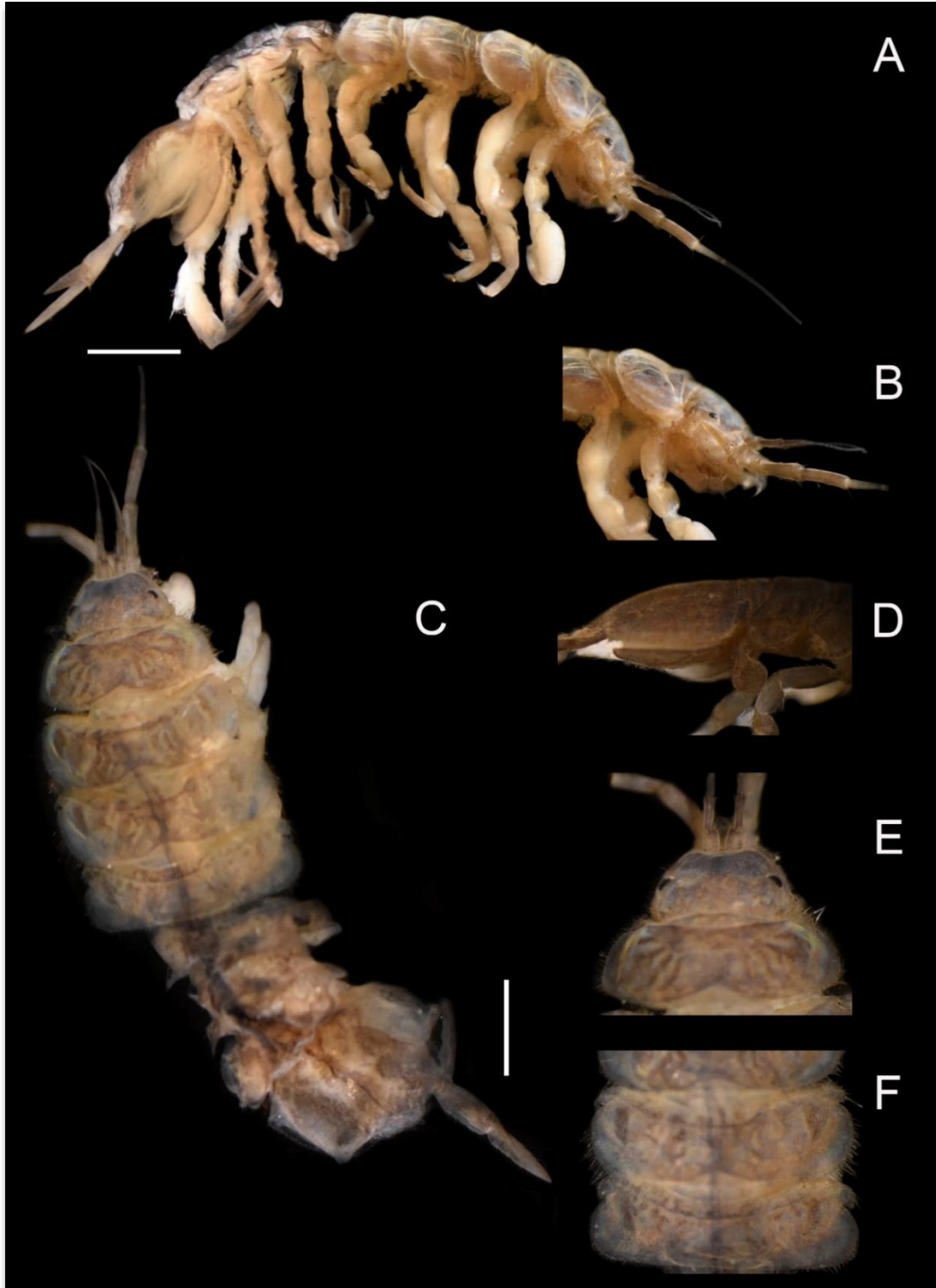


Figura 155. Macho *C. intermedia* USNM 1405921, 13.1 mm de longitud, 4.2 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, cuerpo vista dorsal; D, pleotelson vista lateral; E, cabeza vista dorsal; F, vista dorsal pereionitos IV y V. Escalas A y C = 2 mm.

Caecidotea jeffersoni Lewis, 2009

Fig. 157

Material Tipo: Holotipo: United States National Museum USNM 1132419.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Chris Hobson. Fecha: 11 Abr 2000.

Localidad Tipo: Virginia: Westmoreland Co., seep, Voorhees Nature Preserve, 8 km S oak Hill (Figura 156).

Otro material examinado: Virginia: Westmoreland County, Voorhees Nature Preserve, seep, 8 km S Oak Hill. Smithsonian Institution USNM 1132420, macho 7.1 mm longitud, 1.4 mm ancho (Figura 157).

Observaciones en otro material examinado: Paratipo. Colector: Hobson, C. Fecha: 11 Abr 2000.

Etimología: Esta especie es nombrada en honor de Thomas Jefferson, presidente de los Estados Unidos de 1801-1809.

Grupo: Hobbsi.

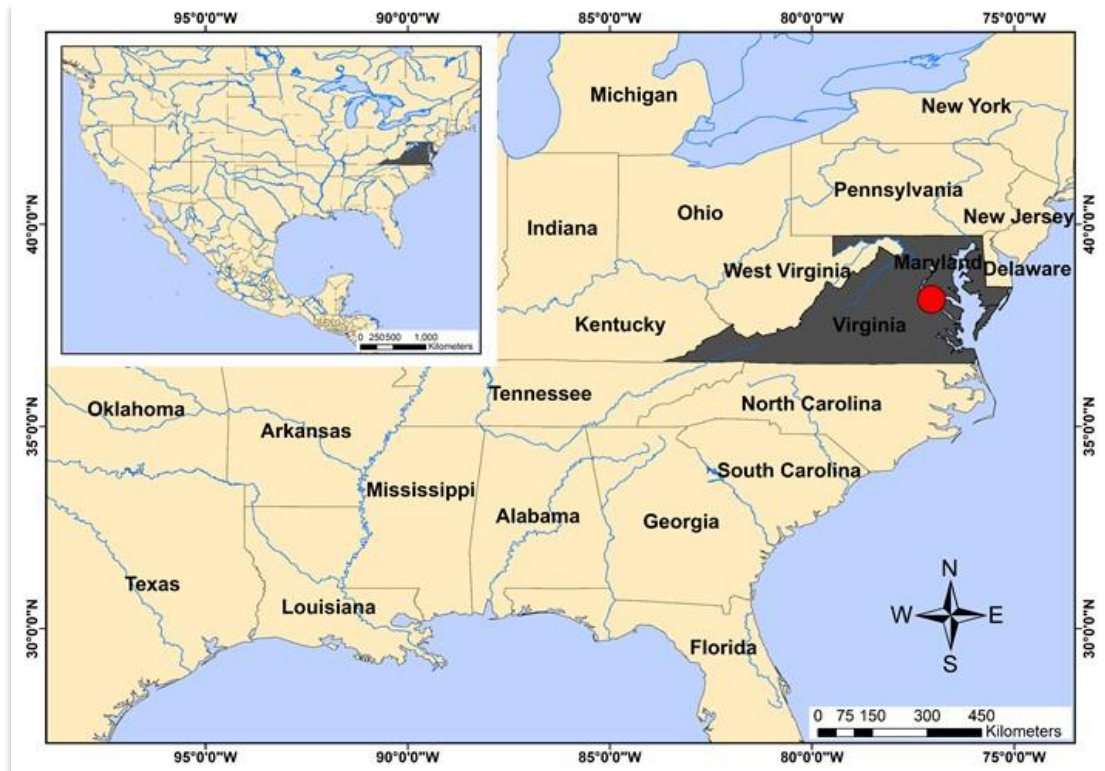


Figura 156. Localidad tipo *C. jeffersoni*.

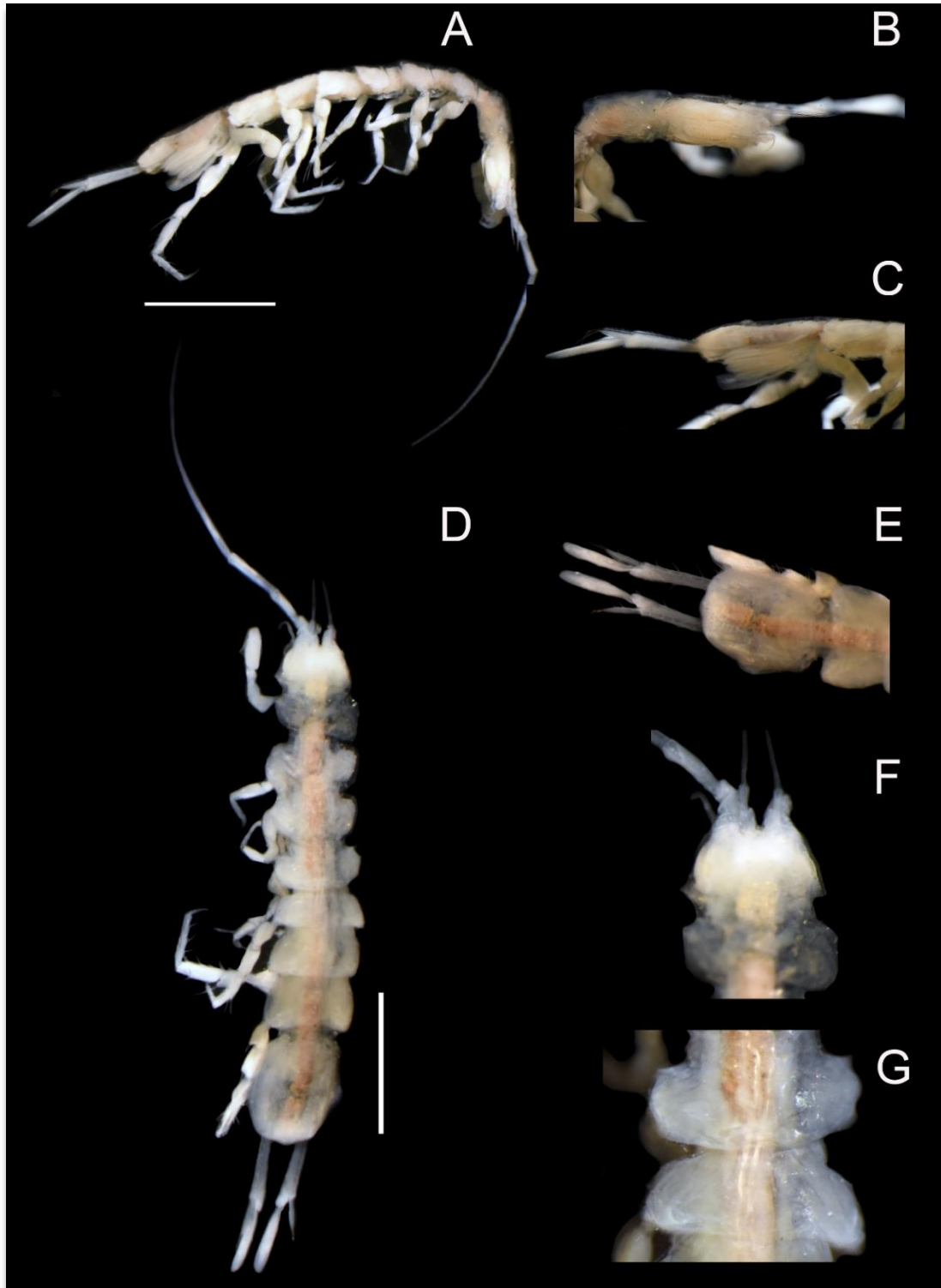


Figura 157. Macho *C. jeffersoni* USNM 1132420, 7.1 mm de longitud, 1.4 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, pleotelson vista dorsal; F, cabeza vista dorsal; G, vista dorsal pereionitos IV y V. Escalas A y D = 2 mm.

Caecidotea jordani (Eberly, 1966)

Fig. 159

Material Tipo: Holotipo: United States National Museum USNM 113604.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Mr. John de Costa. Fecha: Mar 1960.

Colector: Eberly, W. R. Fecha: Feb 1961.

Localidad Tipo: Indiana: Seep in sub-basement of Jordan Hall, Indiana University, Bloomington (Figura 158).

Otro material examinado: Indiana: Lawrence County, Chase Cave Buddha Nature Preserve ca. 5 miles NE Mitchell. Smithsonian Institution USNM 1100333, macho 7.5 mm longitud, 1.0 mm ancho (Figura 159).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Lewis, J. J. Fecha: 1 Oct 2006.

Etimología: Nombrado en honor de David Starr Jordan, famoso ictiólogo y profesor de biología en la Universidad de Indiana, por quien también se nombra el auditorio Jordan Hall.

Grupo: Stygius.

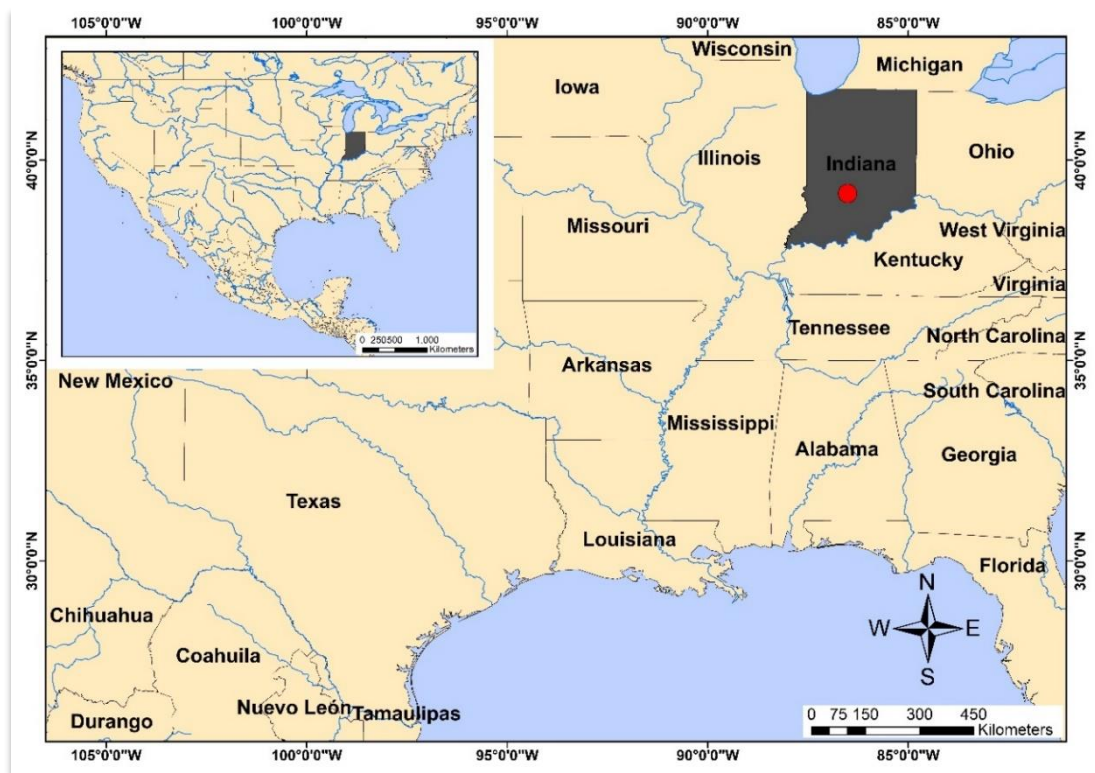


Figura 158. Localidad tipo *C. jordani*.

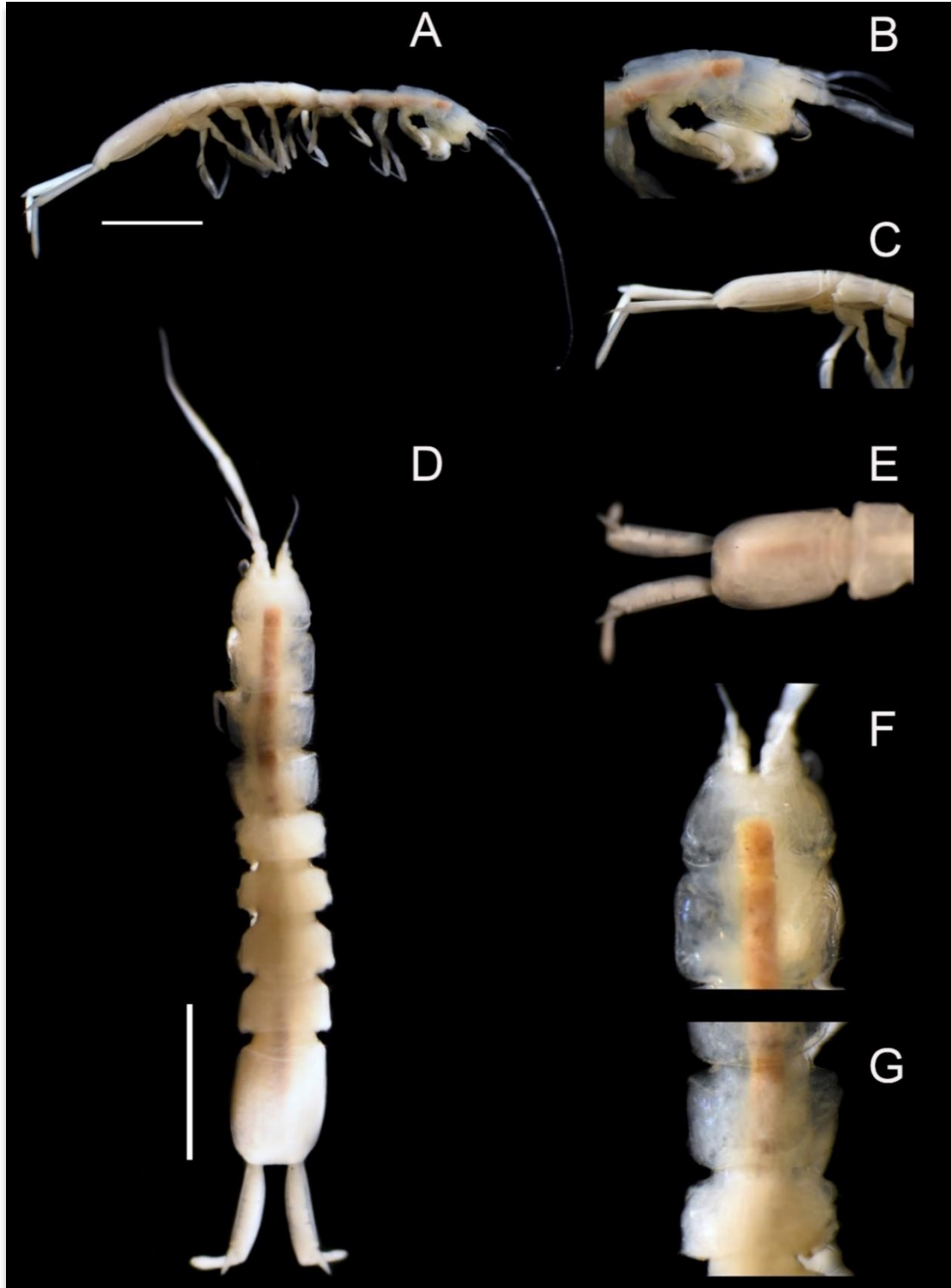


Figura 159. Macho *C. jordani* USNM 1100333, 7.5 mm de longitud, 1.0 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, pleotelson vista dorsal; F, cabeza vista dorsal; G, vista dorsal pereopodios IV y V. Escalas A y D = 2 mm.

Caecidotea kendeighi (Steeves y Seidenberg, 1971)

Fig. 161

Material Tipo: Holotipo: United States National Museum USNM. See Observaciones del Material Tipo.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Seidenberg, A. J. Fecha: 23 Abr 1967. This Catalog number is not recorded in the original description but this catalog USNM 230297 has the same type locality and the Colector is the second author.

Localidad Tipo: Illinois: Champaign Co., Subsurface water discharge to wet weather drainage ditch 3.0 mi N of Mayview (T20N, R10E, Sects. 29, 35) (Figura 160).

Otro material examinado: Indiana: Vermillion County, approx. 2 miles east of St. Bernice, intersection CR 200S & CR 100w. Smithsonian Institution USNM 1156703, macho 7.2 mm longitud, 1.2 mm ancho (Figura 161).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Lewis, J. J. Fecha: 16 Abr 2011.

Etimología: Nombrado en honor del Dr. S. Charles Kendeigh, quien ha hecho mucho para promover el estudio de la ecología en Illinois.

Grupo: Hobbsi.

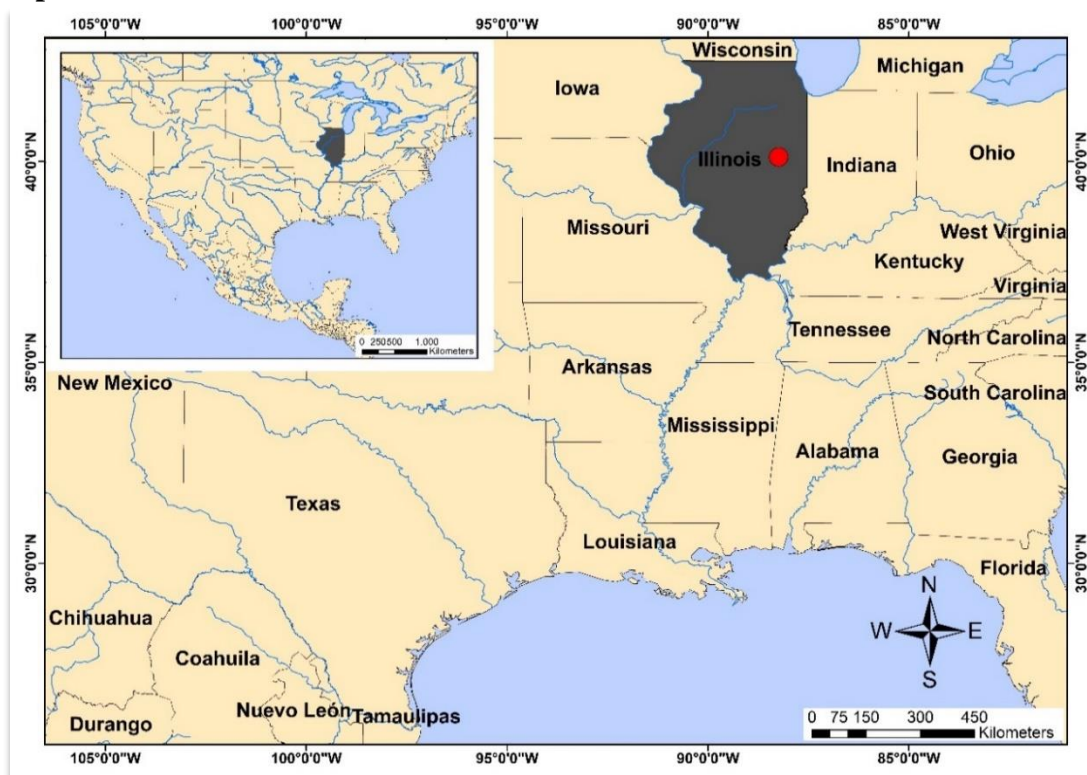


Figura 160. Localidad tipo *C. kendeighi*.

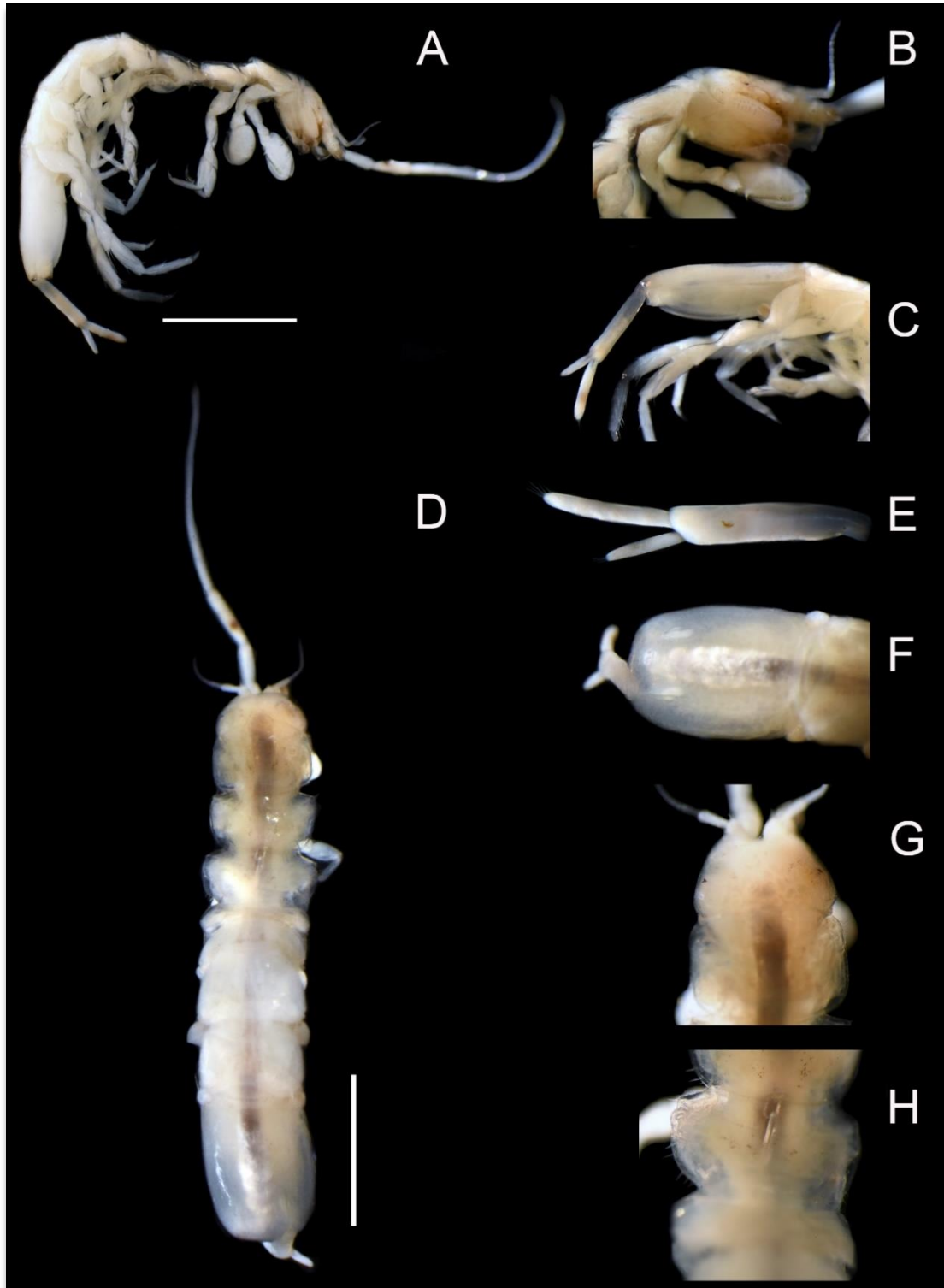


Figura 161. Macho *C. kendeighi* USNM 1156703, 7.2 mm de longitud, 1.2 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, urópodo derecho F, pleotelson vista dorsal; G, cabeza vista dorsal; H, vista dorsal pereionitos IV y V. Escalas A

Caecidotea kenki (Bowman, 1967)

Fig. 163

Material Tipo: Holotipo: United States National Museum USNM 119808.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Bowman, T. E. Fecha: Ago 1966.

Localidad Tipo: Washington D.C: The spring is located about 0.9km SSW of the Nature Center, Rock Creek Park (Figura 162).

Otro material examinado: District of Columbia: Washington, W Georgetown, Wetzel's Spring. Smithsonian Institution USNM 119814, macho 8.6 mm longitud, 2.3 mm ancho (Figura 163).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Pizzini, A. D. Fecha: 5 Mar 1933.

Etimología: Nombrado en honor del Dr. Roman Kenk, Investigador Asociado, División de Gusanos.

Grupo: Hobbsi.

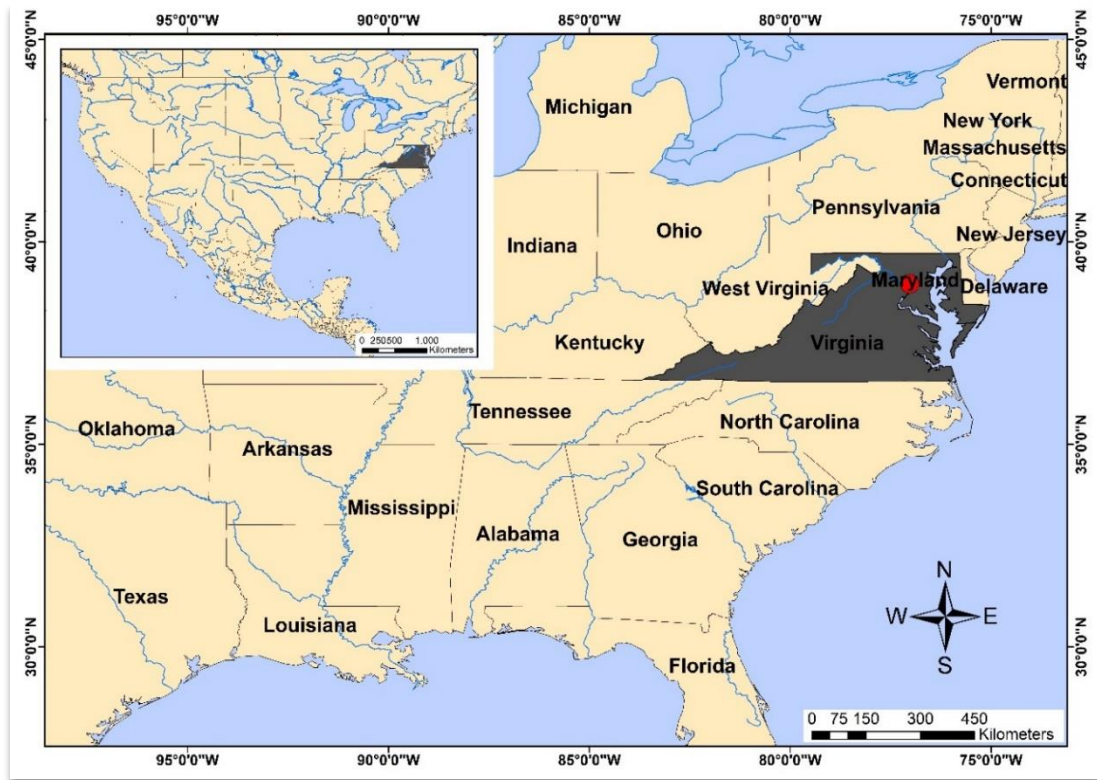


Figura 162. Localidad tipo *C. kenki*.

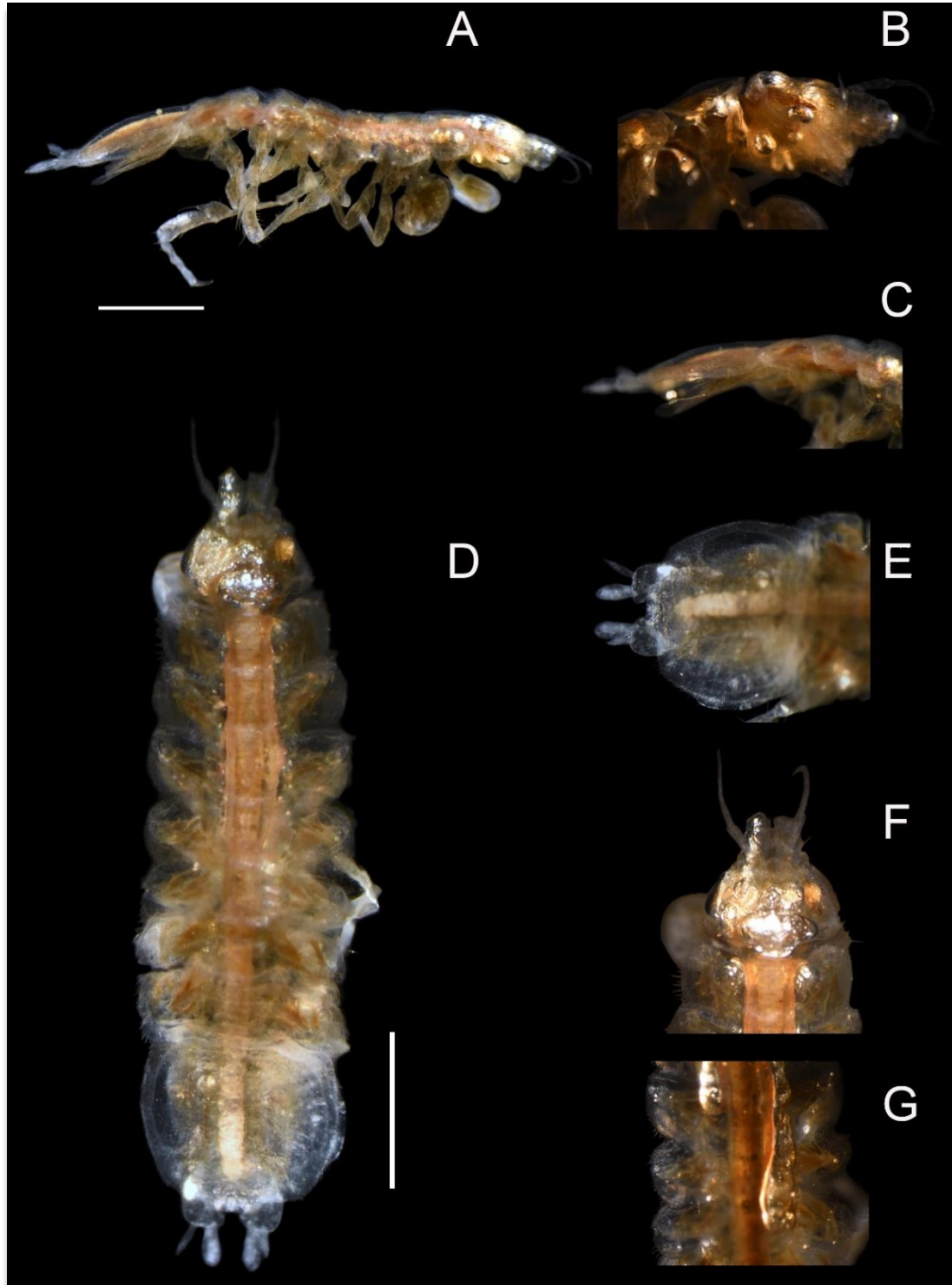


Figura 163. Macho *C. kenki* USNM 119814, 8.6 mm de longitud, 2.3 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, pleotelson vista dorsal; F, cabeza vista dorsal; G, vista dorsal pereionitos IV y V. Escalas A y D = 2 mm.

Caecidotea laticaudata (Williams, 1970)

Fig. 165

Material Tipo: Holotipo: United States National Museum USNM 122055.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Moore, W. G. Fecha: 29 Abr 1961.

Localidad Tipo: Louisiana: Roadside ditch near Haynes Boulevard, New Orleans, Orleans Parish (Figura 164).

Otro material examinado: Louisiana: Tangipahoa Parish, 0.7 Mile N of Junction 51 On Route 55. Smithsonian Institution USNM 230575, macho 7.0 mm longitud, 1.2 mm ancho (Figura 165).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Fleming, L. E. Fecha: 27 Dic 1968.

Etimología: Del latín = latus, ancho y caudatus, que tiene una cola.

Grupo: Sin grupo.

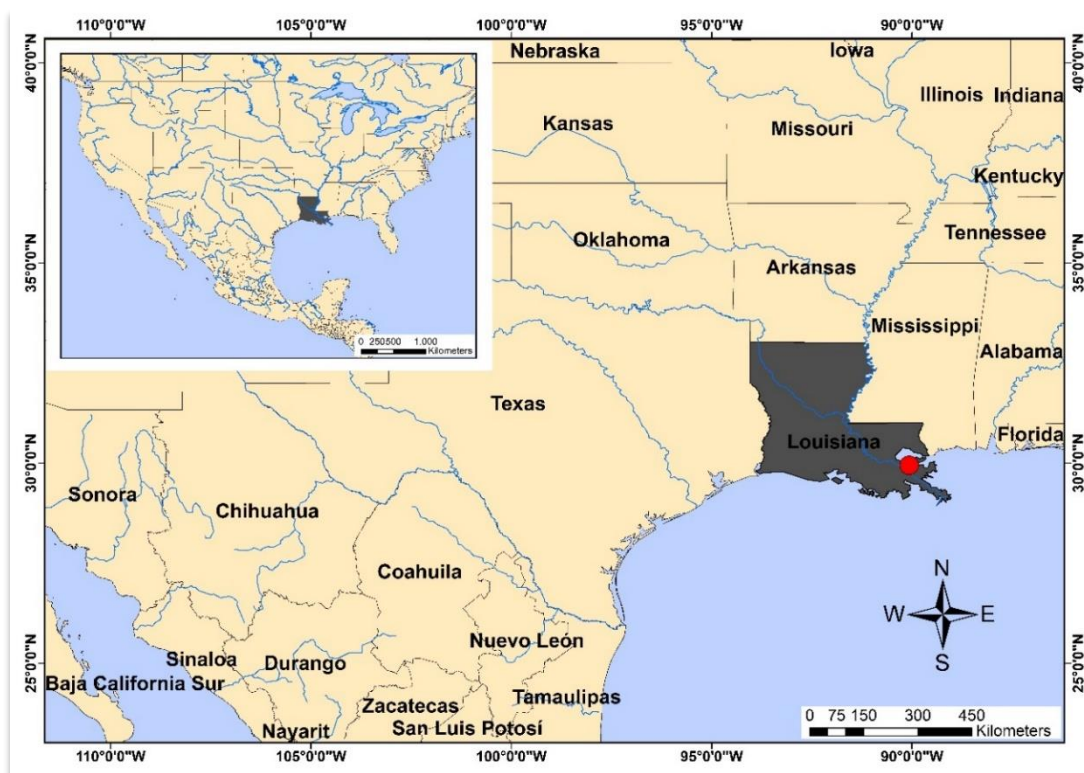


Figura 164. Localidad tipo *C. laticaudata*.

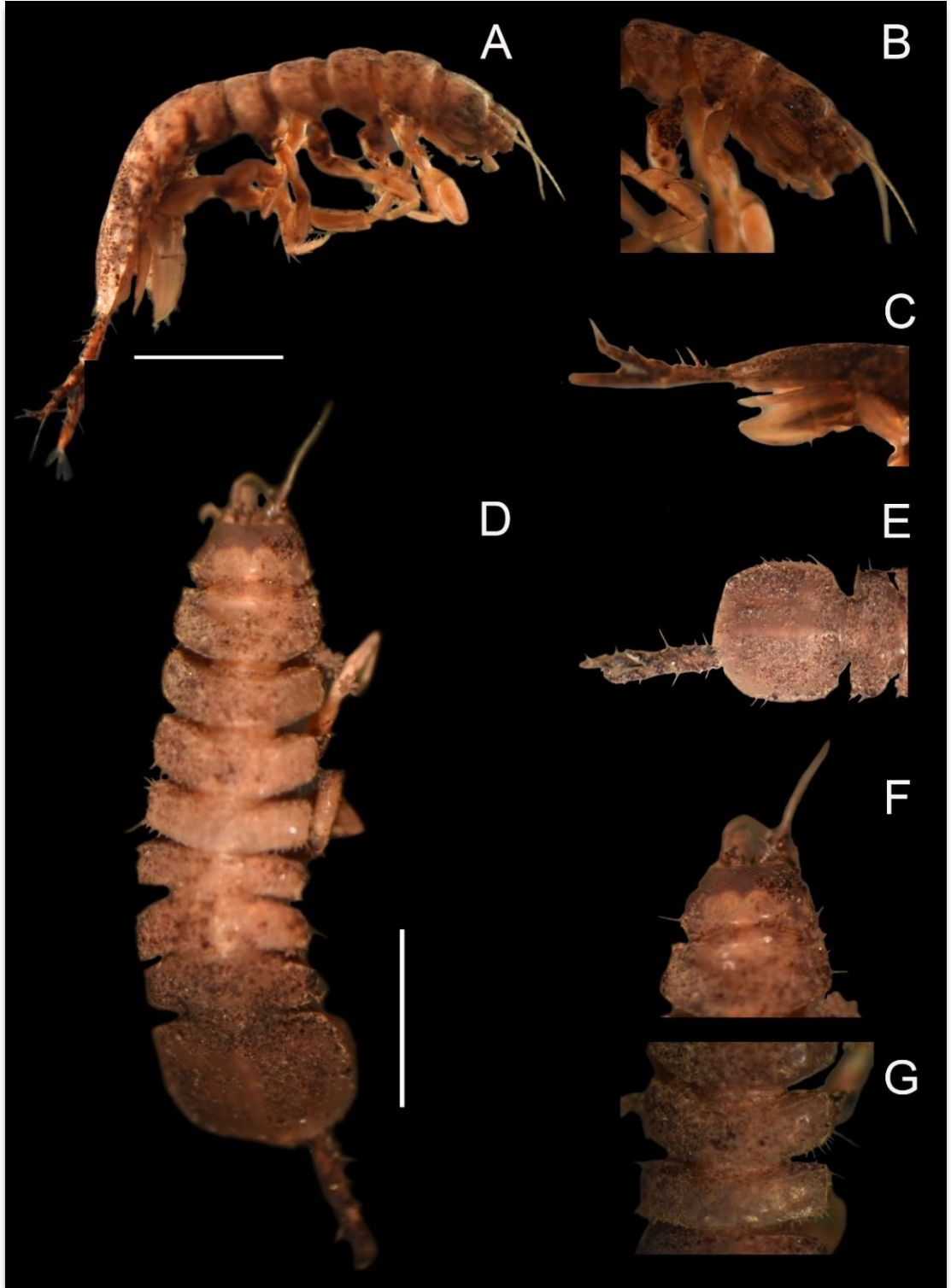


Figura 165. Macho *C. laticaudata* USNM 230575, 7.0 mm de longitud, 1.2 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, pleotelson vista dorsal; F, cabeza vista dorsal; G, vista dorsal pereionitos IV y V. Escalas A y D = 2 mm.

Caecidotea lesliei Lewis y Bowman, 1981A

Material Tipo: Holotipo: United States National Museum USNM 172788.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Hubricht, L. Fecha: 4 May 1941.

Localidad Tipo: Illinois: McDonough Co., Outlet of field drain tile, 3.0 mi (4.8 km) S of Colmar, leg (Figura 166).

Otro material examinado: Missouri: Nodaway County, Well, 50 Ft Deep at Conception Junction. Smithsonian Institution USNM 230375. Especímenes dañados, inservibles para este estudio.

Observaciones en otro material examinado: Colector: Noah, H. E. Fecha: Oct 1923.

Etimología: Nombrada en honor de Leslie Hubricht en reconocimiento a sus numerosas contribuciones a la bioespeleología.

Grupo: Hobbsi.

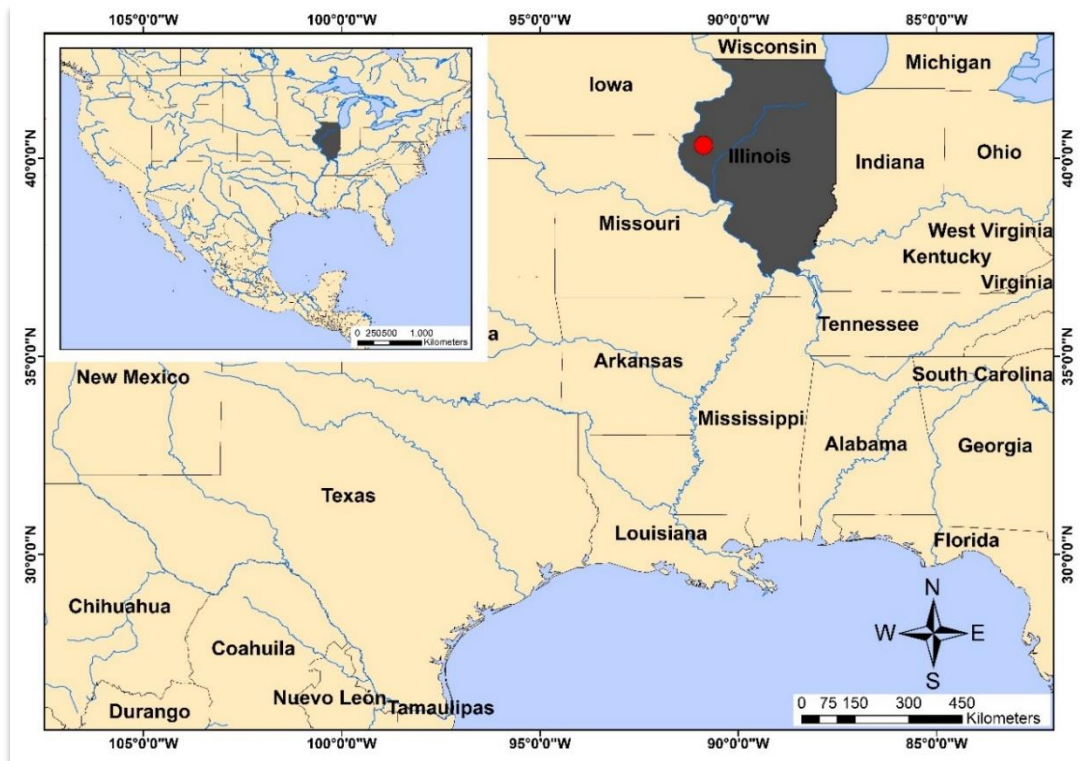


Figura 166. Localidad tipo *C. lesliei*.

Caecidotea mackini Lewis et al. 2006

Fig. 168

Material Tipo: Holotipo: National Museum of Natural History USNM 1087371.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Graening, G. O.; Slay, M. E. Fecha: 26 Jul 2005.

Localidad Tipo: Oklahoma: Delaware Co., Long's Cave, ca. 7.5 mi (12 km) south of Jay (Figura 167).

Otro material examinado: Oklahoma: Delaware County, Long's Cave; 12 KM South of Jay. Smithsonian Institution USNM 1087372, macho 9.2 mm longitud, 1.9 mm ancho (Figura 168).

Observaciones en otro material examinado: Paratipo. Colector: Graening, G. O.; Slay, M. E. Fecha: 26 Jul 2005.

Etimología: Nombrada en honor de J. G. Mackin, por su trabajo pionero en la fauna de los asélidos de Oklahoma.

Grupo: Hobbsi.



Figura 167. Localidad tipo *C. mackini*.

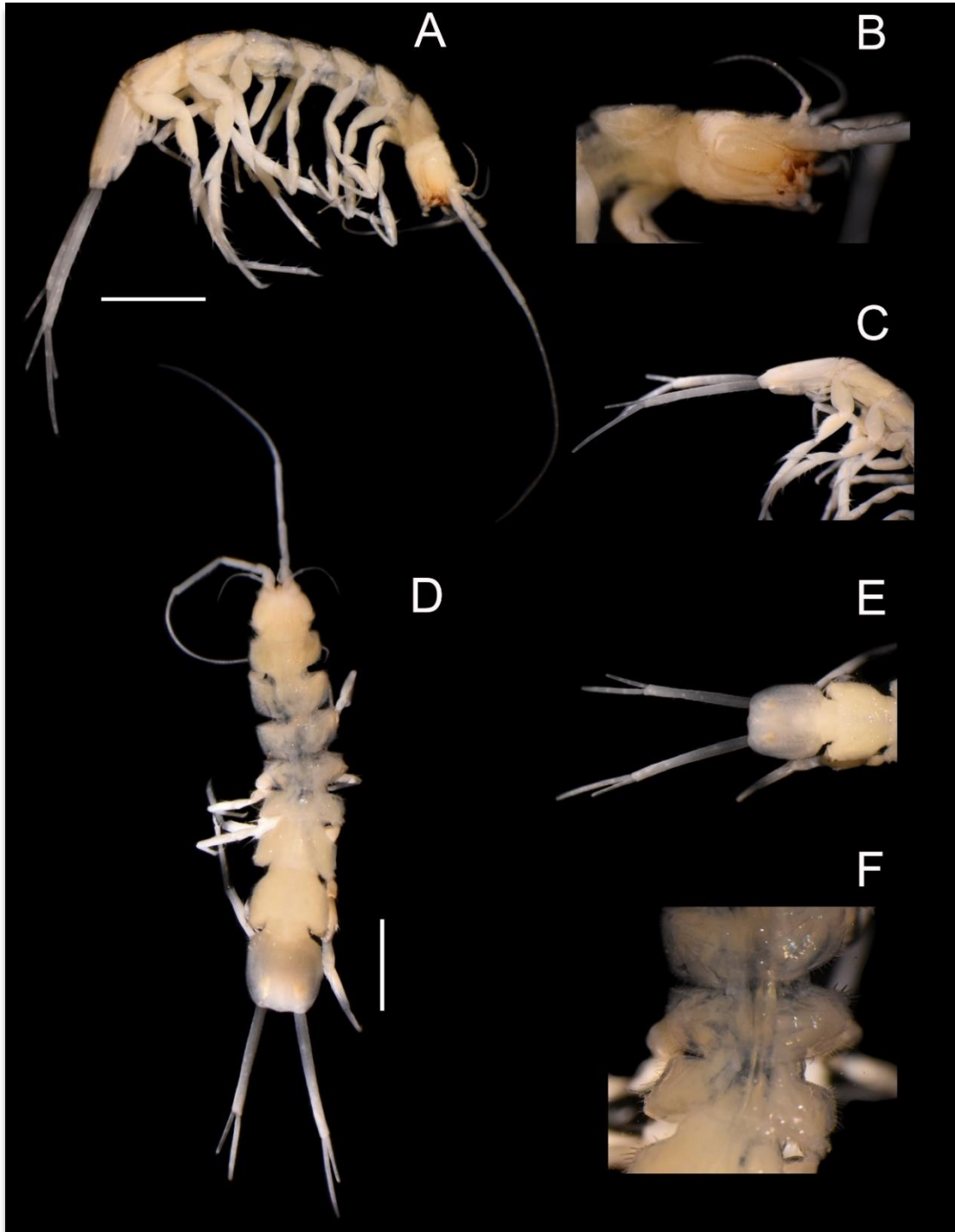


Figura 168. Macho *C. mackini* USNM 1087372, 9.2 mm de longitud, 1.9 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, pleotelson vista dorsal; F, vista dorsal pereionitos IV y V. Escalas A y D = 2 mm.

Caecidotea macropoda Chase y Blair, 1937

Fig. 170

Material Tipo: No hay registros sobre la deposición del holotipo.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Chase H. D. Fecha: 26 Dic 1935. La descripción original no menciona el número de catálogo, sino en la base de datos del Invertebrate Zoology Department of the Smithsonian Museum aparece este registro de la localidad tipo USNM 108624.

Localidad Tipo: Oklahoma: Cave five miles south of Kansas (Figura 169).

Otro material examinado: Arkansas: Johnson County, Bull Flats Spring. Smithsonian Institution USNM 1444278, macho 5.7 mm longitud, 1.3 mm ancho (Figura 170).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Robison, H. W. Fecha: 25 May 1993.

Etimología: Los autores eligieron llamarle al isópodo más grande *Caecidotea macropoda*.

Grupo: Hobbsi.



Figura 169. Localidad tipo *C. macropoda*.



Figura 170. Macho *C. macropoda* USNM 1444278, 5.7 mm de longitud, 1.3 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, cuerpo vista dorsal; D, cabeza vista dorsal; E, pleotelson vista dorsal. Escalas A y C = 2 mm.

Caecidotea mausi Lewis, 2009

Fig. 172

Material Tipo: Holotipo: United States National Museum of Natural History USNM 1132421.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Orndorff, W.; Orndorff, Z. Fecha: 24 Mar 2002.

Localidad Tipo: Virginia: Warren Co., Brother Dave's Cave, 1-mile (1.6 km) NE Riverton (Figura 171).

Otro material examinado: Maryland: Washington County, 3 Mile SW of Hancock, Roundtop Mines. Smithsonian Institution USNM 241869, macho 4.5 mm longitud, 1.3 mm ancho (Figura 172).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Norden, A. Fecha: 29 Jun 1987.

Etimología: Llamado así en honor de Charles W. Maus, defensor desde hace mucho tiempo de la conservación de cuevas en los Apalaches, especialmente a través de su liderazgo en el Cave Conservancy of the Virginias.

Grupo: Cannula.

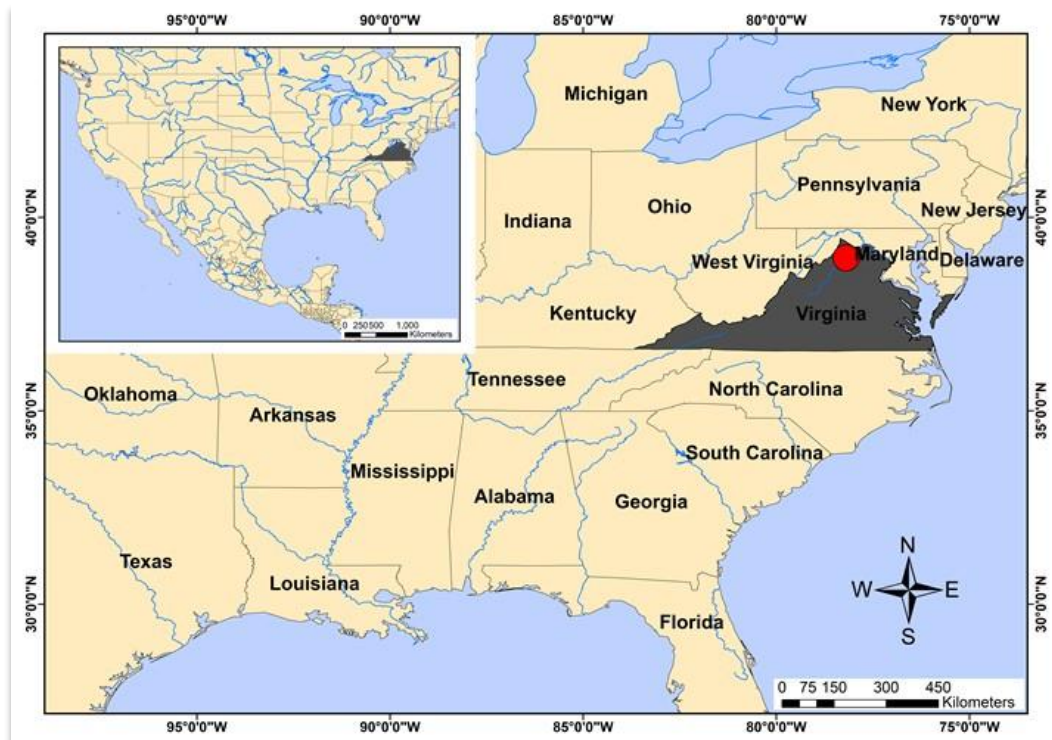


Figura 171. Localidad tipo *C. mausi*.

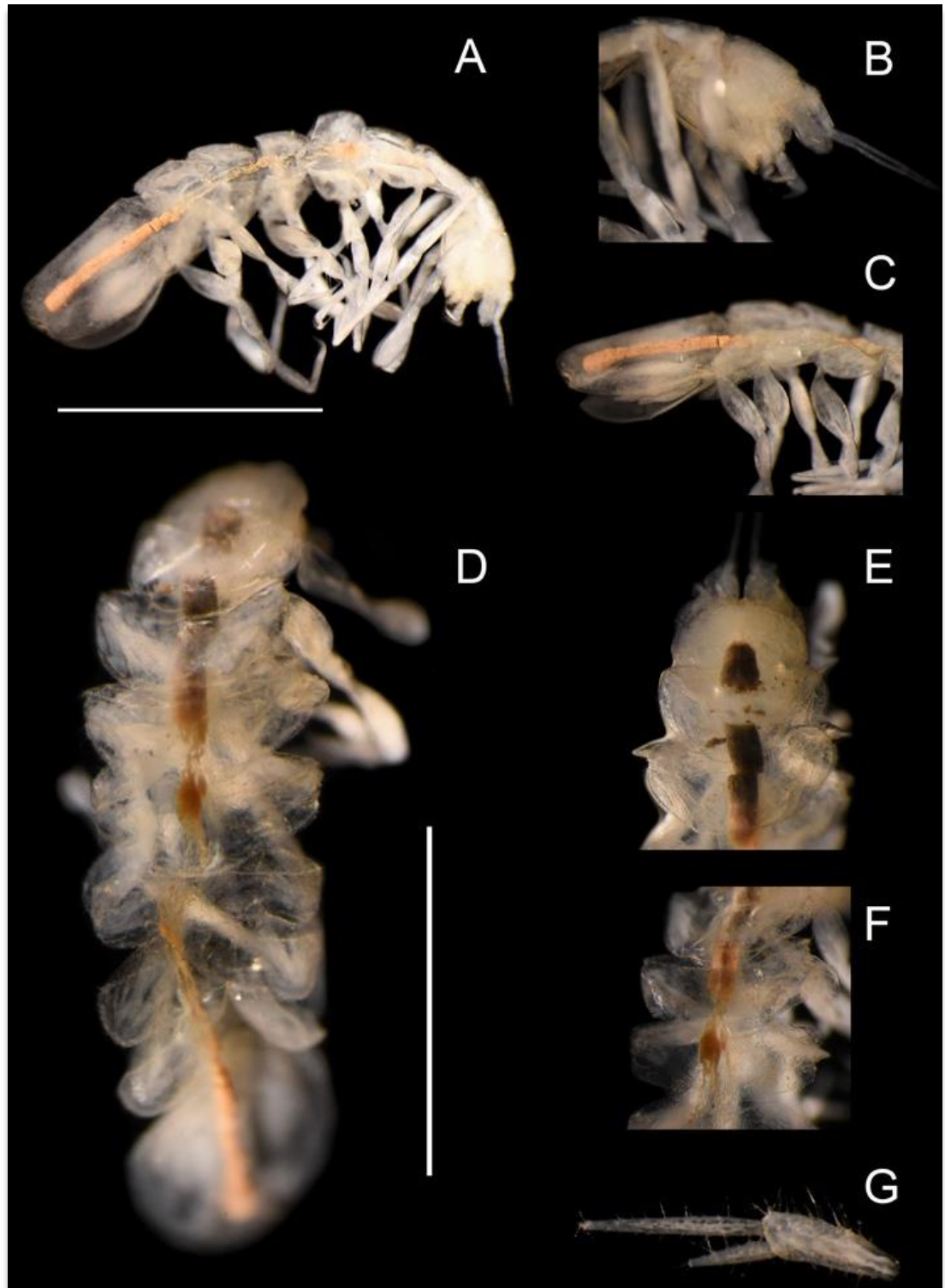


Figura 172. Macho *C. mausi* USNM 241869, 4.5 mm de longitud, 1.3 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, vista dorsal pereionitos IV y V; G urópodo izquierdo. Escalas A y D = 2 mm.

Caecidotea metcalfi (Fleming, 1972)

Material Tipo: Holotipo: United States National Museum USNM 135263.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Metcalf, A. L. Fecha: sin datos.

Localidad Tipo: Kansas: Taken from well about 30 feet west of A. C. Metcalf farmhouse about 8 miles southeast of Dexter, 1/4 mile south, center, section 4T., 34S., R. 7E., Cowley County (Figura 173).

Otro material examinado: Ninguno.

Etimología: Nombrado en honor del Sr. A. C. Metcalf en cuya propiedad se encuentra el pozo que contiene los isópodos.

Grupo: Sin grupo.

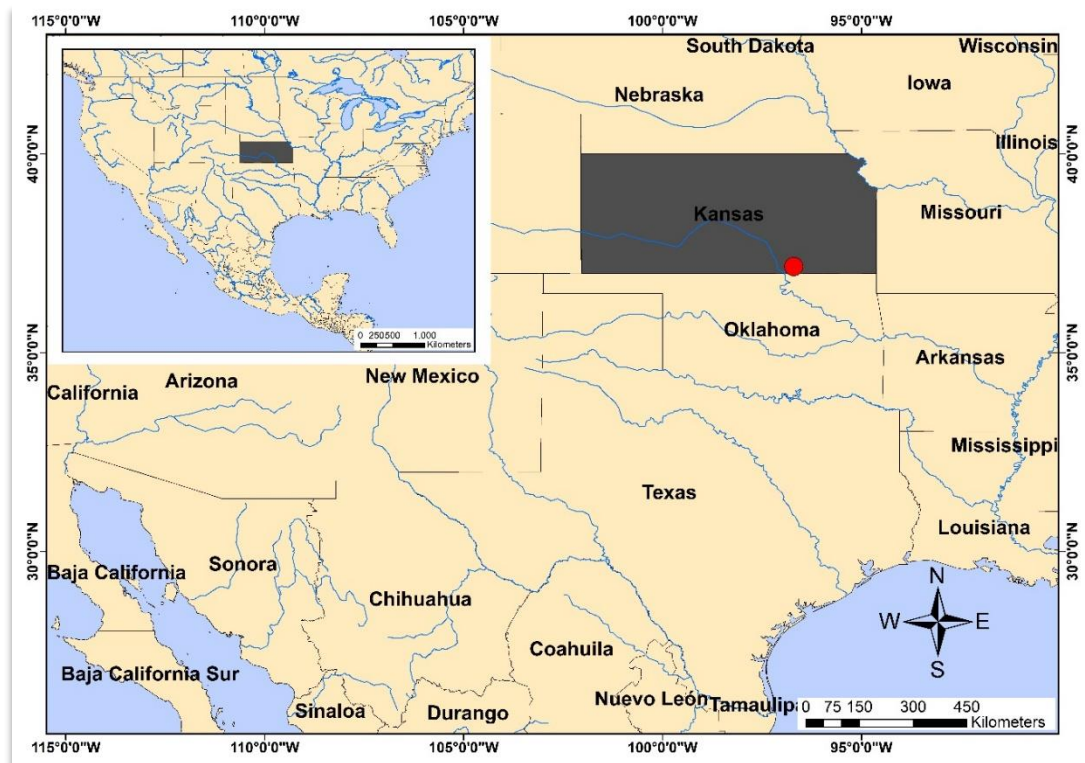


Figura 173. Localidad tipo *C. metcalfi*.

Caecidotea mitchelli Argano, 1977

Material Tipo: Holotipo: Temporarily deposited in the Istituto di Zoologia dell'Università di Roma.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Argano; Sbordonni; Vomero; Zullini. Fecha 17 Sep 1975.

Localidad Tipo: Huehuetenango: Cueva de los Resadores, Santa Eulalia, Guatemala, 2500 msnm (Figura 174).

Otro material examinado: Ninguno.

Etimología: Nombrada en honor del Prof. Robert Mitchell, Texas Technological College of Lubbock.

Grupo: Chiapas.



Figura 174. Localidad tipo *C. mitchelli*.

Caecidotea montana (Mackin y Hubricht, 1938)

Fig. 176

Material Tipo: Cotipos: United States National Museum USNM 74842.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Hubricht, L. Fecha: 27 Abr 1936.

Localidad Tipo: Arkansas: Scott Co. creek, Y-City, 4 miles south of Boles (Figura 175).

Otro material examinado: Arkansas: Lawrence County, From Roadside Slough, 2 Mile SW of Minturn. Smithsonian Institution USNM 108524, macho 11.3 mm longitud, 3.3 mm ancho (Figura 176).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Hubricht, L. Fecha: 10 Abr 1936.

Etimología: Los autores no mencionaron la etimología.

Grupo: Sin grupo.



Figura 175. Localidad tipo *C. montana*.

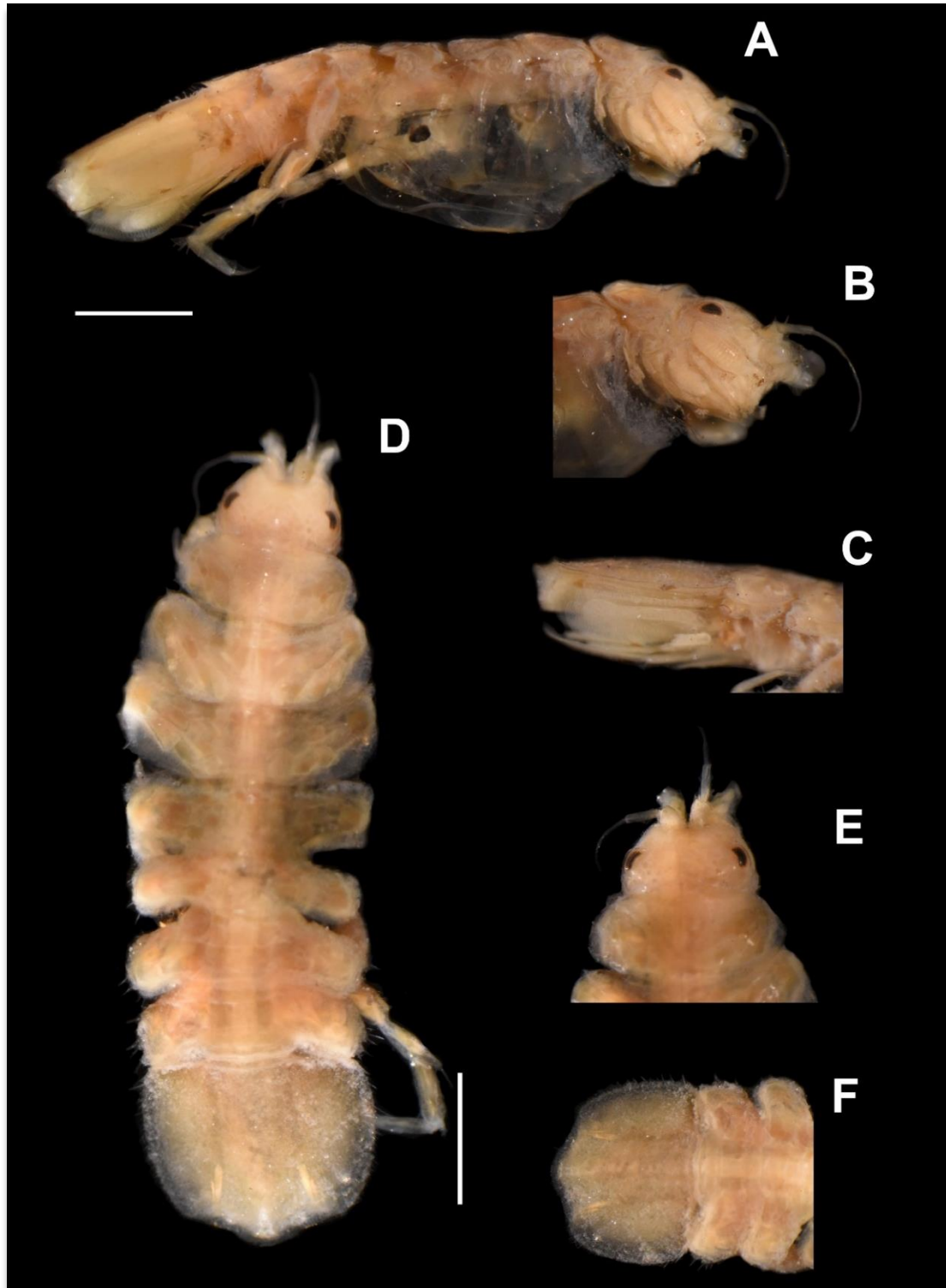


Figura 176. Hembra *C. montana* USNM 108524, 11.3 mm de longitud, 3.3 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, pleotelson vista dorsal. Escalas A y D = 2 mm.

Caecidotea nickajackensis Packard, 1881

Fig. 178

Material Tipo: No hay información sobre la deposición del material tipo.

Localidad Tipo: Kentucky: Mammoth Cave, the cave is in a hill of the subcarboniferous limestone formation in Edmondson County, a little to the west and south of the centre of Kentucky, the species was found four or five miles from the mouth of the cave in a shallow pool of water (Figura 177).

Otro material examinado: Tennessee: Marion County, Nickajack Cave, Shell Mound. Smithsonian Institution USNM 1137632, hembra 10 mm longitud, 1.7 mm ancho (Figura 178).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Norton, R. Fecha: 8 Ene 1964.

Etimología: El autor no mencionó la etimología.

Grupo: Hobbsi.

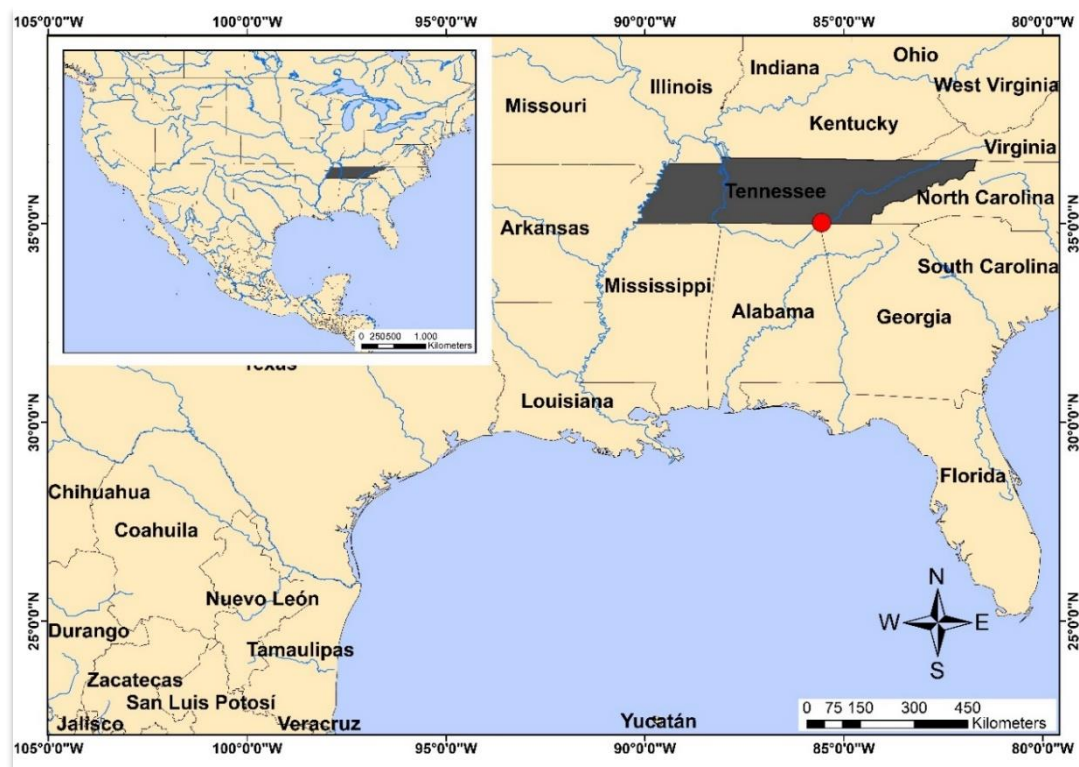


Figura 177. Localidad tipo *C. nickajackensis*.

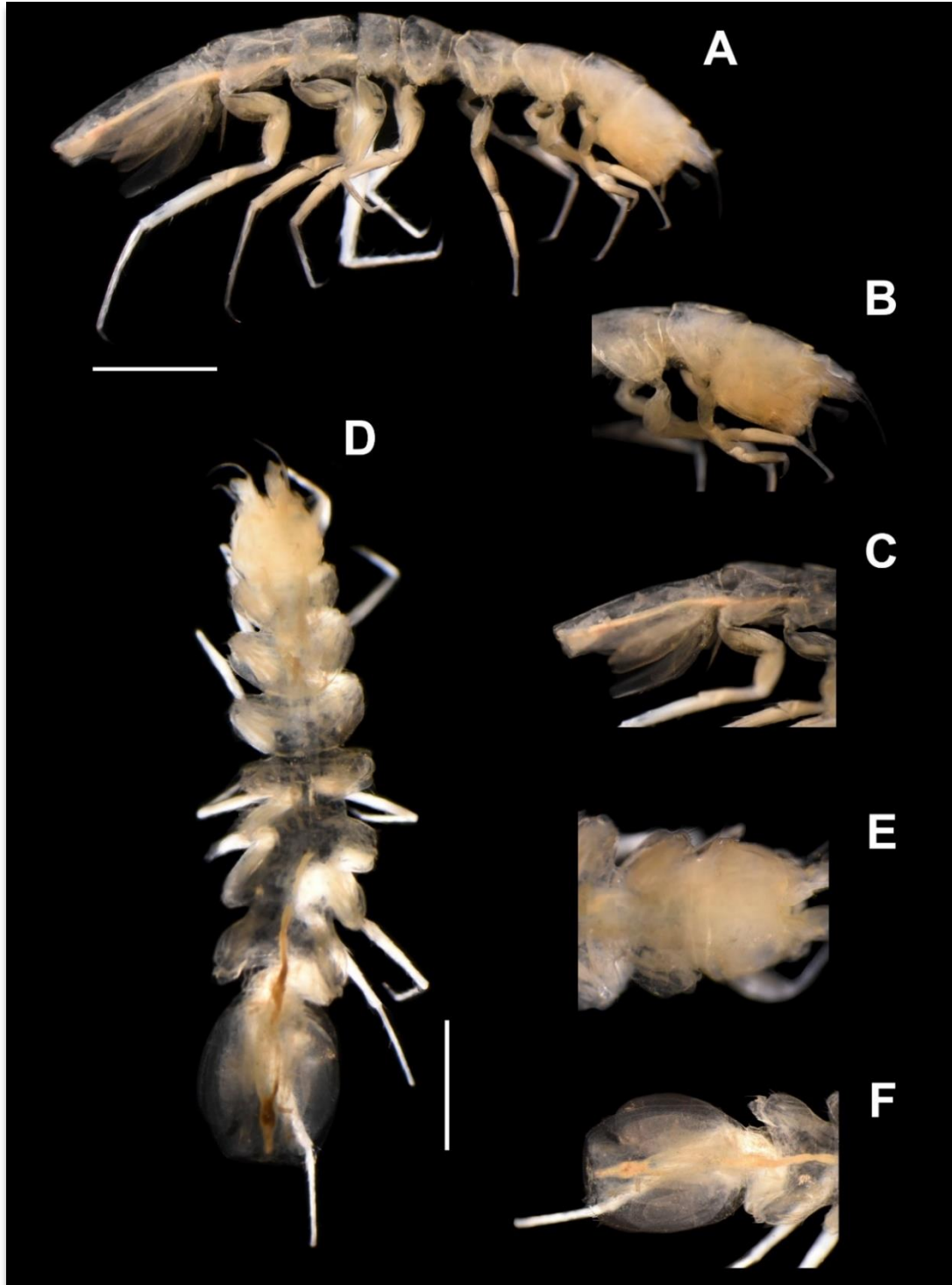


Figura 178. Hembra *C. nickajackensis* USNM 1137632, 10 mm de longitud, 1.7 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, pleotelson vista dorsal. Escalas A y D = 2 mm.

Caecidotea nodula (Williams, 1970)

Fig. 180

Material Tipo: Holotipo: United States National Museum USNM 122058.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Shoemaker, C. R. Fecha: 17 Abr 1938.

Localidad Tipo: Maryland: Calvert County. boggy ground in Gray's Cypress Swamp, below Prince Frederick (Figura 179).

Otro material examinado: Virginia: Fairfax County, trash dump seep. Smithsonian Institution USNM 1436190, macho 9.8 mm longitud, 2.2 mm ancho. Dos machos fueron fotografiados por la dificultad de obtener las posiciones corporales adecuadas (Figura 180).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Fecha: 9 Ene 2013.

Etimología: Del latín *nodulus*= noblemente.

Observaciones: Endopodito de los urópodos es más longitud que la longitud del pleotelson.

Grupo: Sin grupo.

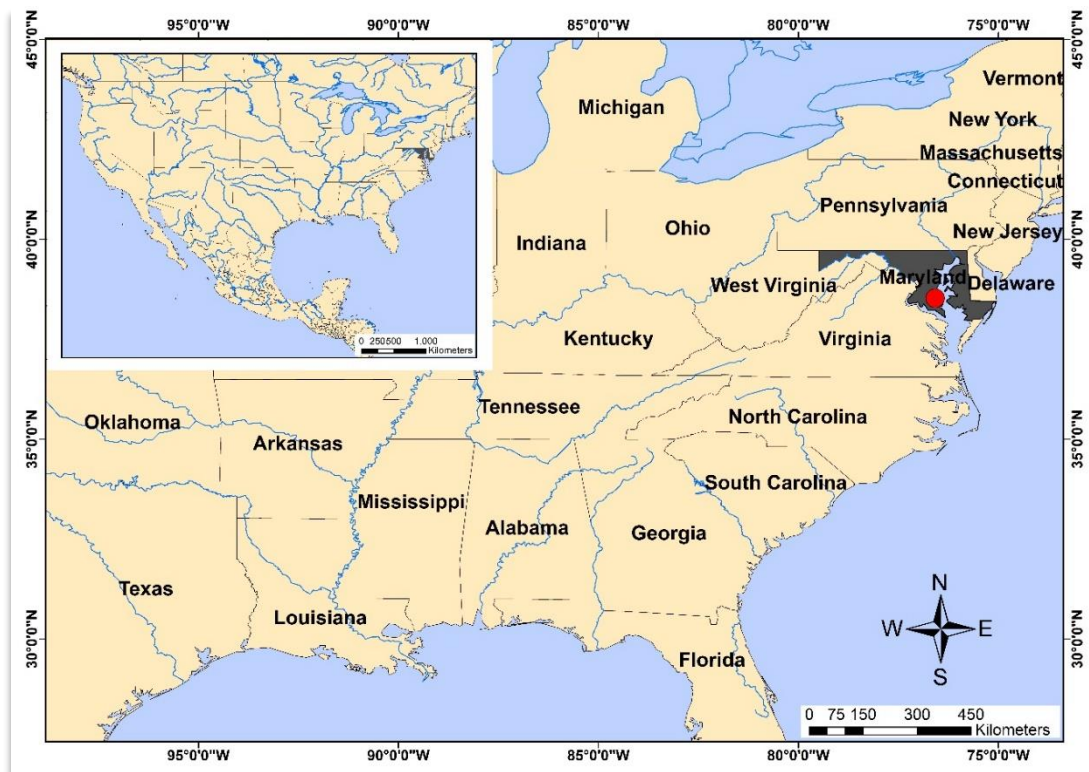


Figura 179. Localidad tipo *C. nodula*.

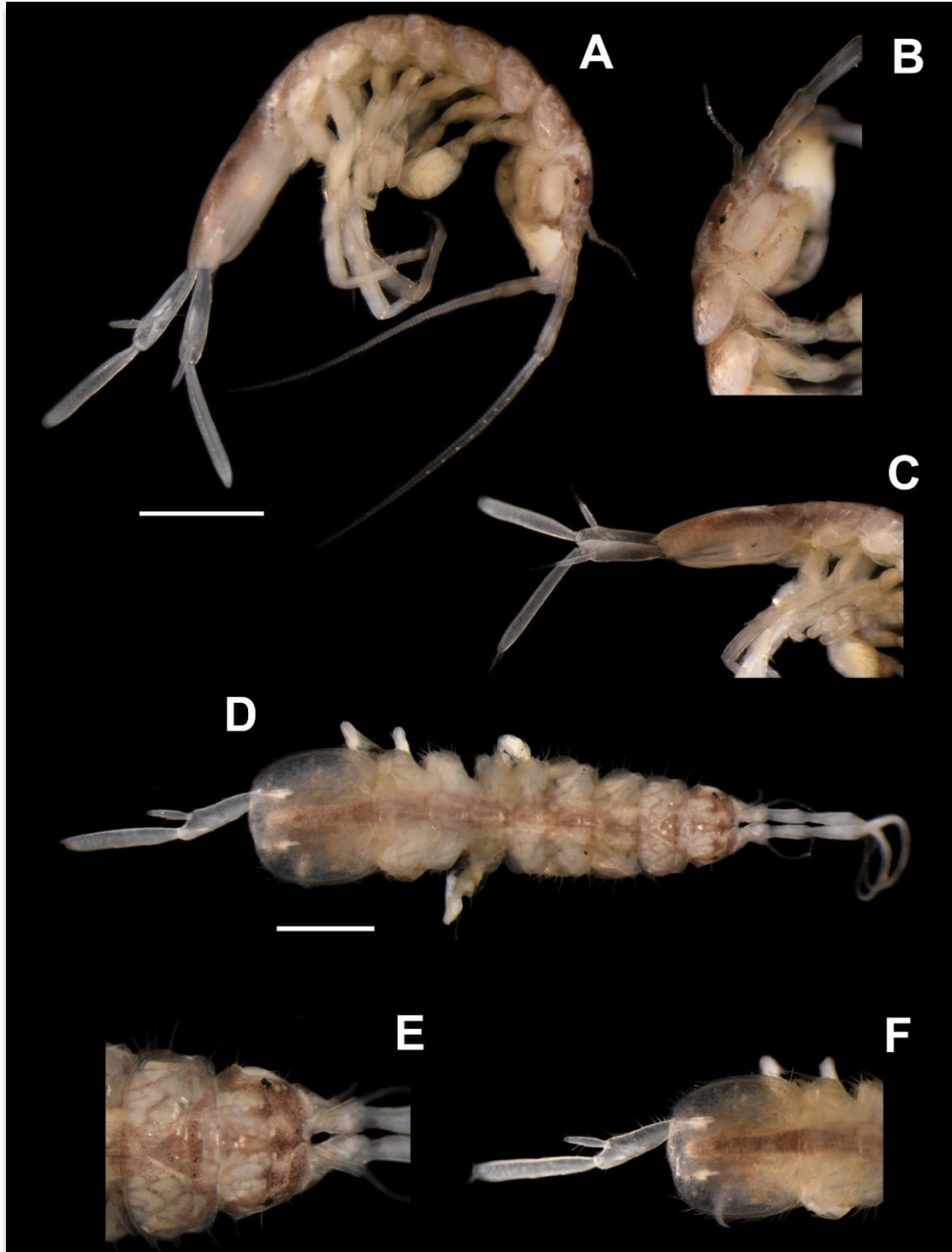


Figura 180. Macho *C. nodula* USNM 1436190, 9.8 mm de longitud, 2.2 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, pleotelson vista dorsal. Escalas A y D = 2 mm.

Caecidotea nordeni Lewis y Bowman, 2010

Fig. 182

Material Tipo: Holotipo: National Museum of Natural History USNM 230110.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Norden, A. Fecha: 5 Abr 1980. A mistake was found, in the original description the catalog number of the Holotipo is USNM 337163 but in the database in the collection of the National Museum of Natural History, Smithsonian Institution has another catalog number USNM 230110.

Localidad Tipo: Maryland: Washington Co., under rocks in stream, 15.2 km SSE Hancock (Figura 181).

Otro material examinado: Maryland: Washington County, Stream, Ernstville (9.5 Mile SSE Hancock). Smithsonian Institution USNM 230110, macho 6.7 mm largo, 1.6 mm ancho (Figura 182).

Observaciones en otro material examinado: Holotipo fotografiado. Colector: Norden, A. Fecha: 5 Abr 1980.

Etimología: Esta especie lleva el nombre en honor del colector Sr. Arnold Norden.

Grupo: Hobbsi.



Figura 181. Localidad tipo *C. nordeni*.

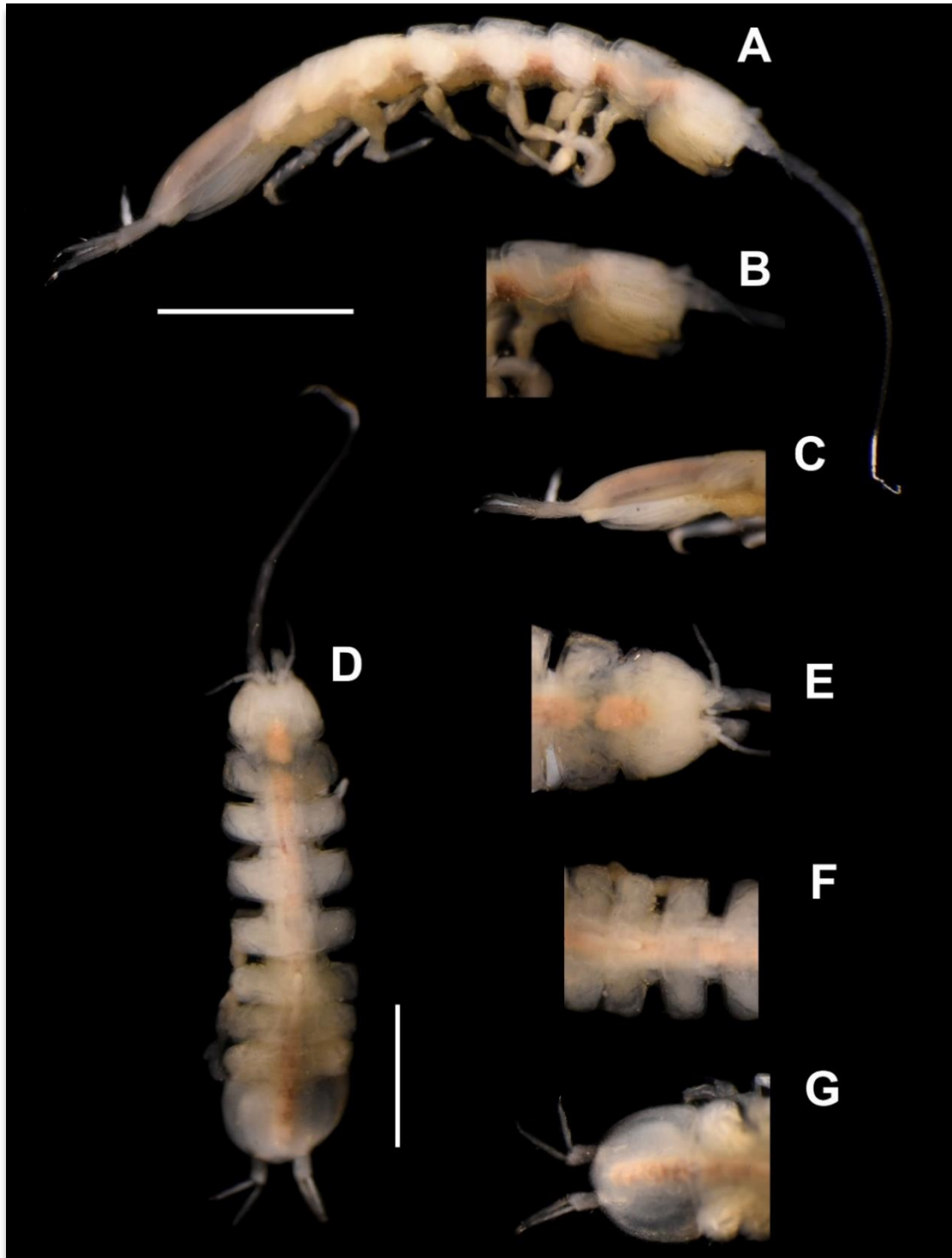


Figura 182. Macho *C. nordeni* USNM 230110, 6.7 mm de longitud, 1.6 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, vista dorsal pereionitos IV y V; G, pleotelson vista dorsal. Escalas A y D = 2 mm.

Caecidotea nortoni (Steeves, 1966)

Fig. 183

Material Tipo: Holotipo: National Museum of Natural History USNM 171234.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Norton, R. M. Fecha: 25 Jul 1964.

Localidad Tipo: Tennessee: Cedar Creek Cave, 1.0 mi S of Cedar Creek Community, at the base of Chucky Mountain, at the head of the main branch of Cedar Creek, Green Co (Figura 183).

Otro material examinado: Tennessee: Washington County, Johnson City, Seep off Talapooece Road. Smithsonian Institution USNM 229762, hembra 8.5 mm longitud, 1.2 mm ancho (Figura 184).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Holsinger, J. R. Fecha: 28 Abr 1967.

Etimología: Nombrada en honor de su colector, Russell M. Norton.

Grupo: Cannula.

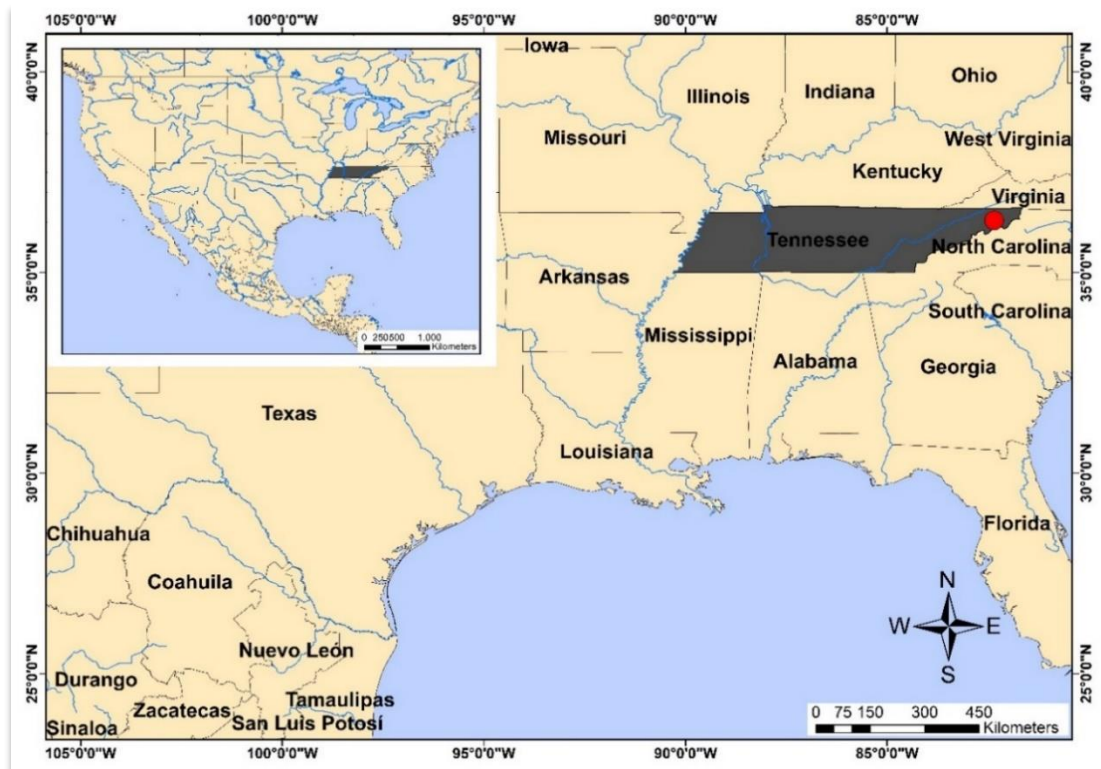


Figura 183. Localidad tipo *C. nortoni*.

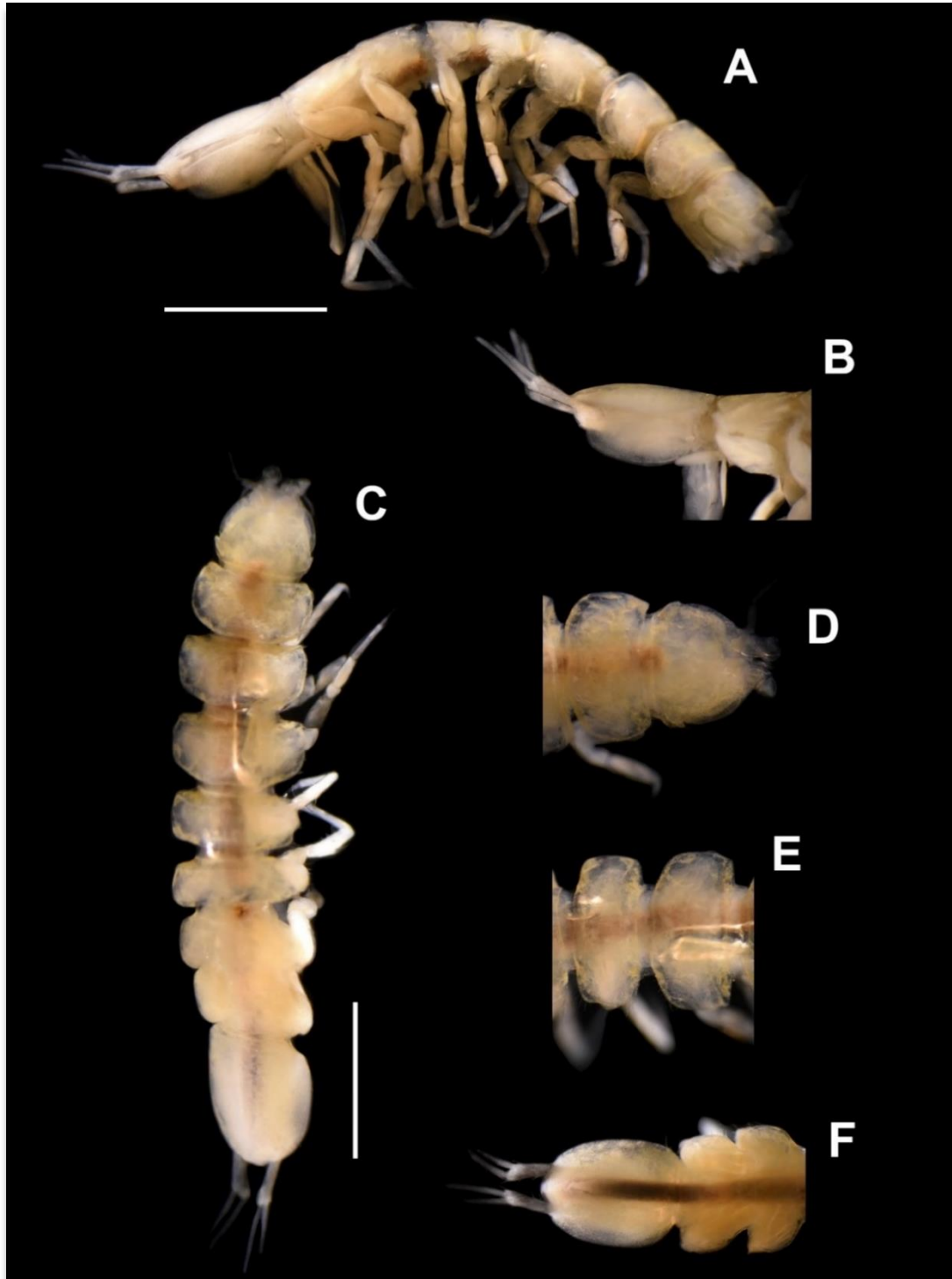


Figura 184. Hembra *C. nortoni* USNM 229762, 8.5 mm de longitud, 1.2 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, pleotelson vista lateral; C, cuerpo vista dorsal; D, cabeza vista dorsal; E, vista dorsal pereionitos IV y V; F, pleotelson vista dorsal. Escalas A y D = 2 mm.

Caecidotea obtusa (Williams, 1970)

Fig. 186

Material Tipo: Holotipo: National Museum of Natural History USNM 122060.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Moore, W. G. Fecha: 26 Feb 1966.

Localidad Tipo: Louisiana: temporary pond, Florenville, St. Tammary Parish (Figura 185).

Otro material examinado: Missouri: St. Louis County, 2 Mile N of Fenton, From Temporary Pond. Smithsonian Institution USNM 108877, macho 14.5 mm longitud, 3.7 mm ancho (Figura 186).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Hubricht, L. Fecha: 12 Ene 1936.

Etimología: Del latín *obtusus*= contundente.

Grupo: Sin grupo.



Figura 185. Localidad tipo *C. obtusa*.



Figura 186. Macho *C. obtusa* USNM 108877, 14.5 mm de longitud, 3.7 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, vista pereionitos IV v V; G, pleotelson vista dorsal. Escalas A v D = 2 mm.

Caecidotea occidentalis (Williams, 1970)

Fig. 188

Material Tipo: Holotipo: National Museum of Natural History USNM 122063.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Mr. W. C. Johnson. Fecha: 16 Nov 1965.

Localidad Tipo: Oregon: Klamath River, near Falls between Lake Ewuana and Upper Klamath Lake (Figura 187).

Otro material examinado: Oregon: Clatsop County, Klaskanine River, South Fork, 4 Mile S of Olney, Pond in Old River Channel. Smithsonian Institution USNM 213083, macho 9.5 mm longitud, 2.8 mm ancho (Figura 188).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Ellis, R. J. Fecha: 22 Mar 1961.

Etimología: Del latín *occidentalis*, occidente.

Observaciones: Esta especie podría estar estrechamente relacionada con el género *Lirceus* por la conformación de los lóbulos postmandibulares producidos y la estructura del pleotelson.

Grupo: Sin grupo.

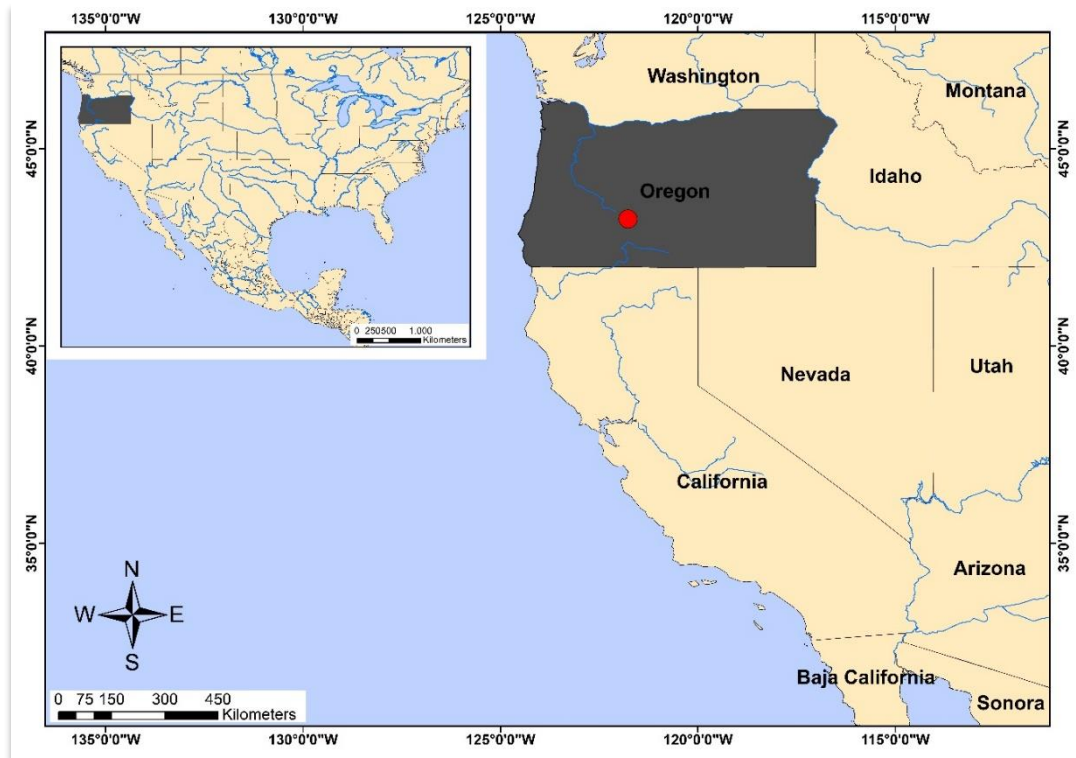


Figura 187. Localidad tipo *C. occidentalis*.

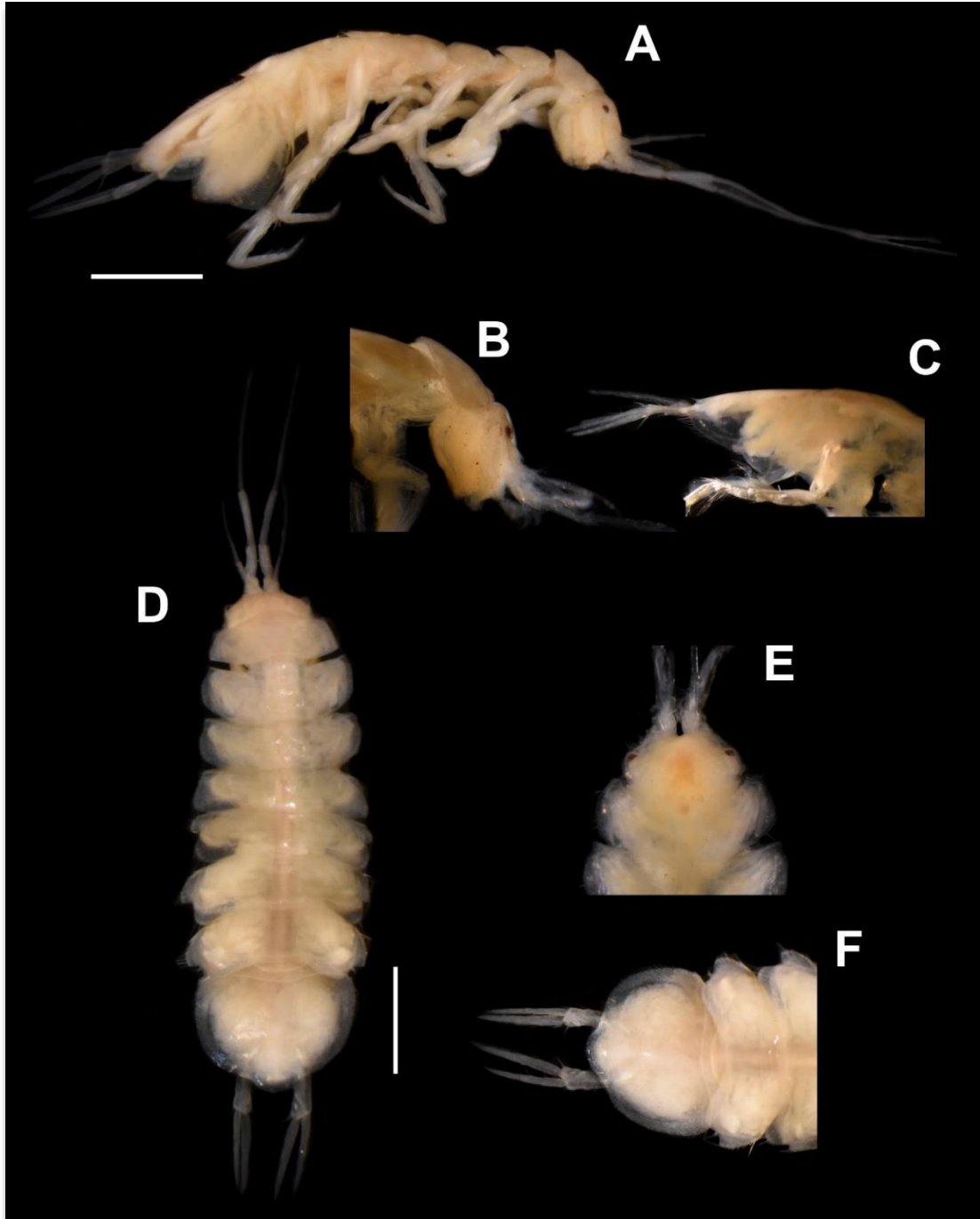


Figura 188. Macho *C. occidentalis* USNM 213083, 9.5 mm de longitud, 2.8 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, pleotelson vista dorsal. Escalas A y D = 2 mm.

Caecidotea oculata Mackin y Hubricht, 1940

Fig. 190

Material Tipo: Holotipo: National Museum of Natural History USNM 77811.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Hubricht, L. Fecha: 26 Abr 1936.

Localidad Tipo: Arkansas: Springs, Rich Mountain at Rich Mountain station, Polk Co (Figura 189).

Otro material examinado: Arkansas: Polk County, Rich Mountain Station. Smithsonian Institution USNM 77811, hembra 7.1 mm longitud, 1.1 mm ancho (Figura 190).

Observaciones en otro material examinado: Se examinó el holotipo.

Etimología: Como su nombre lo indica, esta especie posee ojos.

Grupo: Sin grupo.



Figura 189. Localidad tipo *C. oculata*.

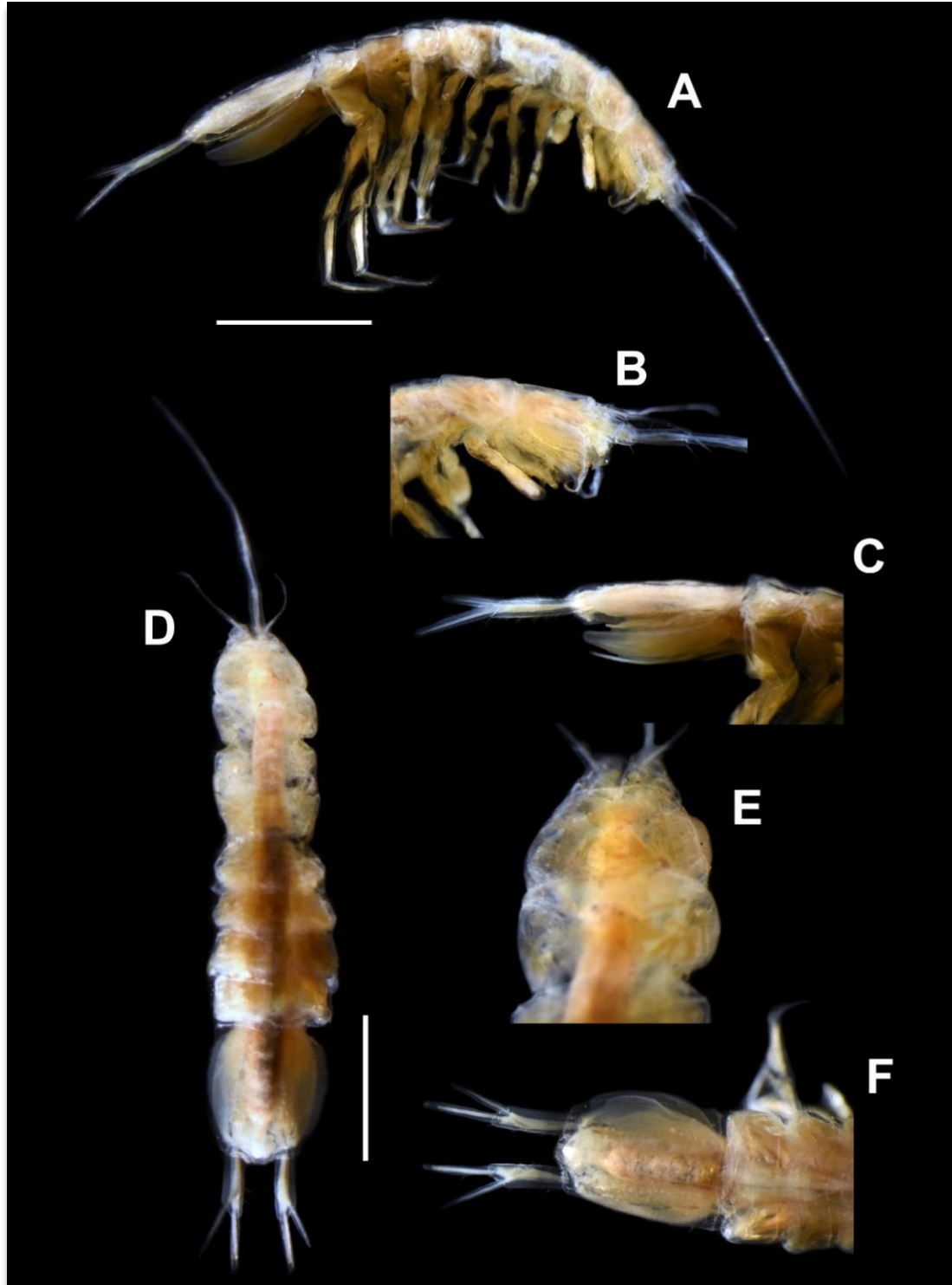


Figura 190. Hembra *C. oculata* USNM 77811, 7.1 mm de longitud, 1.1 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, pleotelson vista dorsal. Escalas A y D = 2 mm.

Caecidotea packardi Mackin y Hubricht, 1940

Fig. 192

Material Tipo: Sintipo: National Museum of Natural History USNM 77801.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Hubricht, L. Fecha: 6 Nov 1937.

Localidad Tipo: Illinois: Monroe Co., Morrison's Cave, 2 miles south of Burksville (Figura 191).

Otro material examinado: Illinois: Monroe County, Danes Entrance, Paulter Cave System. Smithsonian Institution USNM 1436192, macho 12.7 mm longitud, 2.3 mm ancho (Figura 192).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Lewis, J.; Moss, P. Fecha: 5 Sep 1998.

Etimología: Los autores no mencionaron la etimología, pero el nombre podría estar relacionado con Packard, quien realizó la descripción de la especie tipo para el género en 1871.

Grupo: Hobbsi.

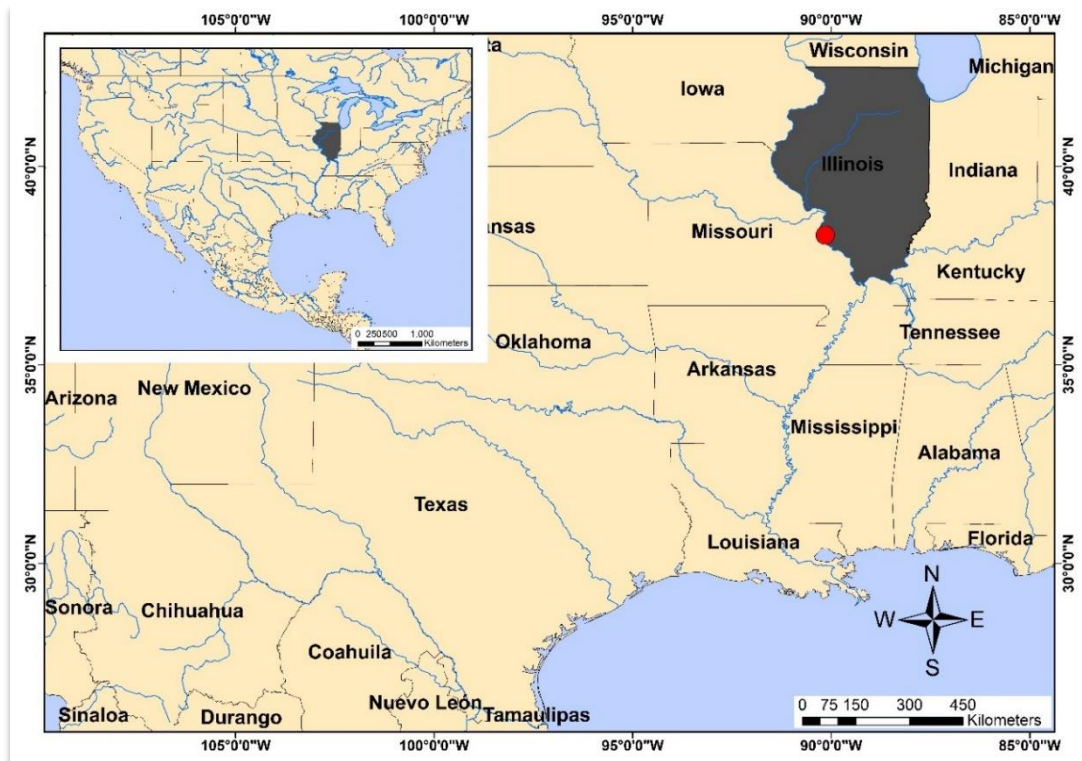


Figura 191. Localidad tipo *C. packardi*.

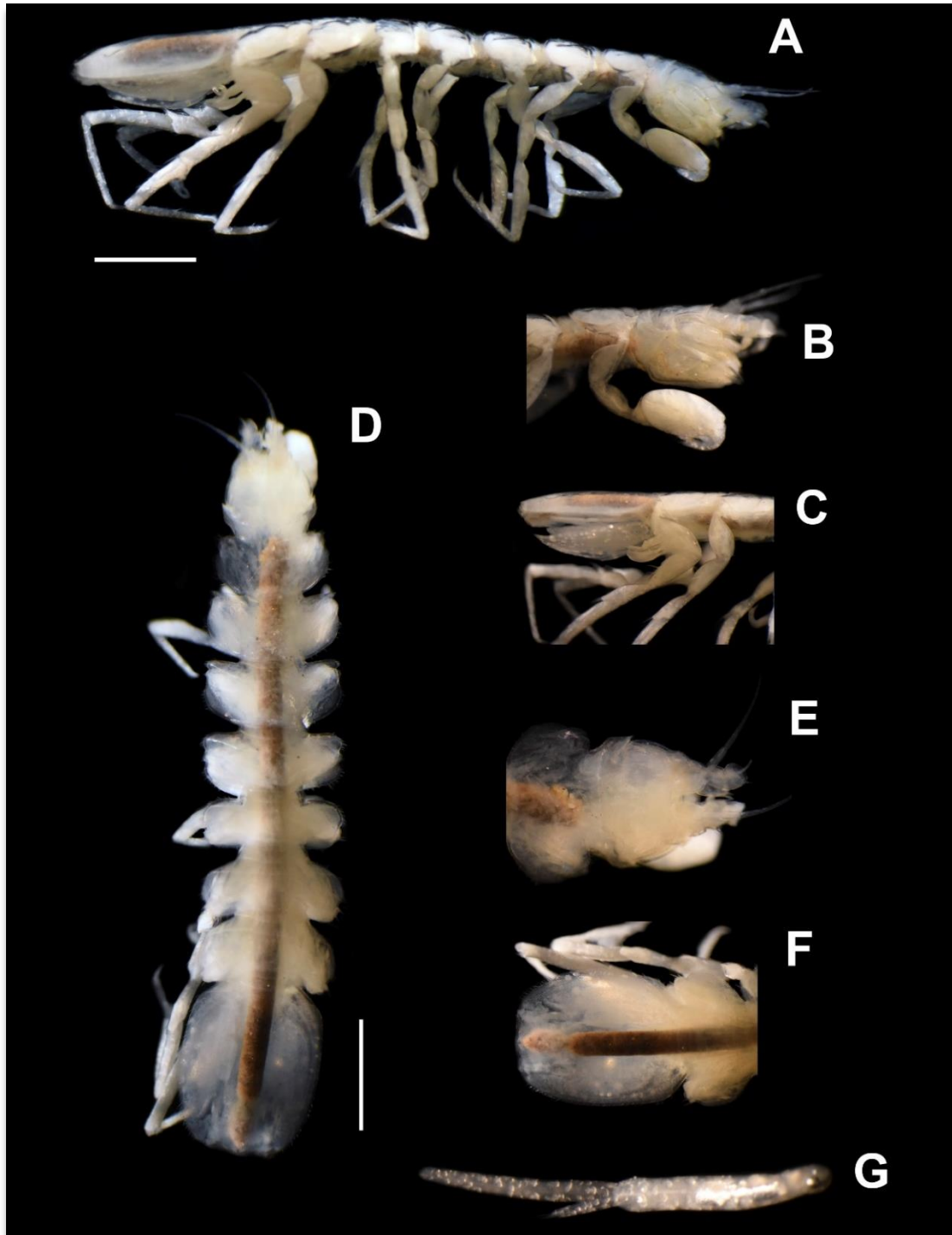


Figura 192. Macho *C. packardii* USNM 1436192, 12.7 mm de longitud, 2.3 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, pleotelson vista dorsal; G, urópodo derecho. Escalas A y D = 2mm.

Caecidotea pasquinii (Argano, 1972)

Material Tipo: Holotipo: Natural History Museum In Verona.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Argano, R.; Sbordoni, V. Fecha 4 Nov 1969.

Localidad Tipo: Veracruz: Well in pueblo of San Juan de la Punta, on the road between Veracruz and Cordoba, Mexico (Figura 193).

Otro material examinado: Ninguno.

Observaciones en otro material examinado: Los autores de este estudio visitaron la localidad tipo San Juan de la Punta, en el camino entre Veracruz y Córdoba, Veracruz, México, pero no logramos encontrar la especie. La urbanización del pueblo ha provocado que los pozos de la localidad se hayan secado y en los comentarios de los habitantes del pueblo mencionan que se depositaron químicos en los pozos para evitar la propagación de mosquitos.

Etimología: Dedicada al Prof. Pasquale Pasquini, Director of the Institute of Zoology of Rome University.

Grupo: Chiapas.



Figura 193. Localidad tipo *C. pasquinii*.

Caecidotea paurotrigona (Fleming, 1972)

Fig. 195

Material Tipo: Holotipo: National Museum of Natural History USNM 135726.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Thornhill, T. D. Fecha: 26 Mar 1969.

Localidad Tipo: Mississippi: Taken from ditch under Homochitto River bridge on U.S. 61 at Wilkinson-Adams County line, Adams County (Figura 194).

Otro material examinado: Louisiana: St. Mary Parish, Burn's Point, forest edge beside road just outside entrance to Parish park at end of LA Hwy 717. Smithsonian Institution USNM 1011538, hembra 5.0 mm longitud, 1.2 mm ancho (Figura 195).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Fecha 23 Ago 1981.

Etimología: pauro, griego = pequeño, trigón, griego = triángulo, refiriéndose a la forma del proceso caudal de la punta del endopodito del macho que se asemeja a un pequeño triángulo.

Grupo: Stygius.

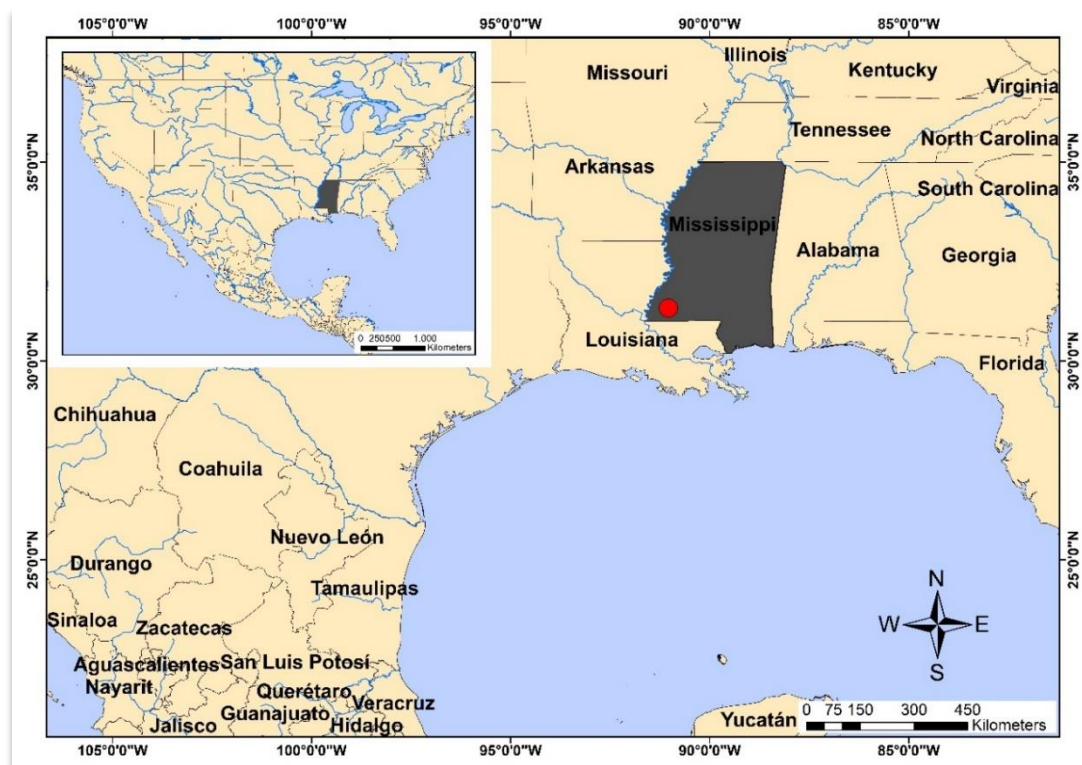


Figura 194. Localidad tipo *C. paurotrigona*.

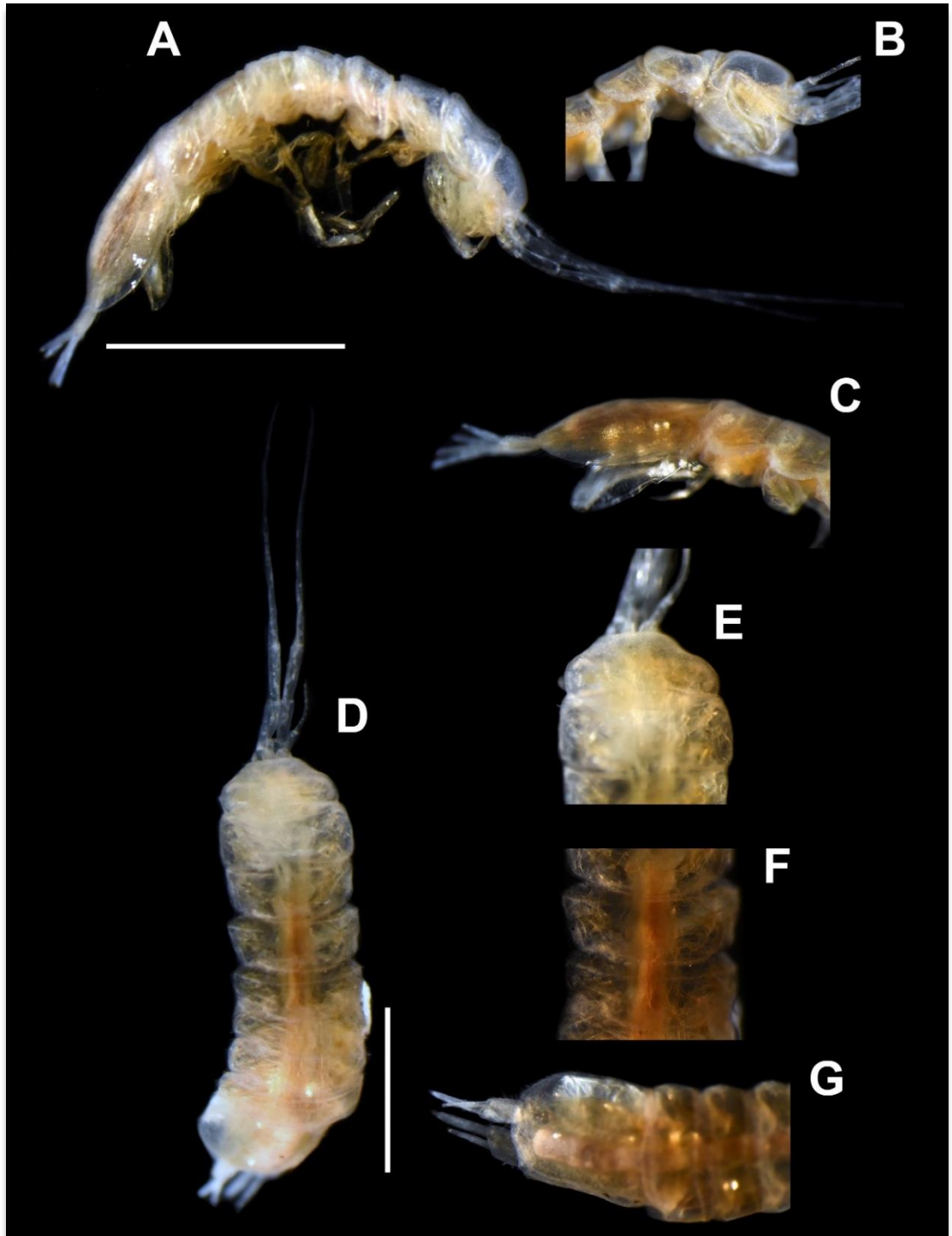


Figura 195. Hembra *C. paurotrigona* USNM 1011538, 5.0 mm de longitud, 1.2 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, vista pereionitos IV y V; G, pleotelson vista dorsal. Escalas A y D = 2 mm.

Caecidotea phreatica Lewis y Holsinger, 1985

Fig. 197

Material Tipo: Holotipo: National Museum of Natural History USNM 227038.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Holsinger, J. R. Fecha: 24 Abr 1983.

Localidad Tipo: Virginia: seep-fed pool in woods, 4.8 km NW of Suffolk and 0.5 km W of Murphy's Ponds, Nansemond Co (Figura 196).

Otro material examinado: Virginia: Nansemond County, Outlet of Drain, 4.8 Km NW of Suffolk. Smithsonian Institution USNM 259866, macho 8.4 mm longitud, 1.2 mm ancho (Figura 197).

Observaciones en otro material examinado: Paratipo. Colector: Hubricht, L. Fecha: 23 Feb 1945.

Etimología: El nombre se deriva de la palabra griega phreatos, que significa "pozo" o "reservorio".

Grupo: Hobbsi.



Figura 196. Localidad tipo *C. phreatica*.

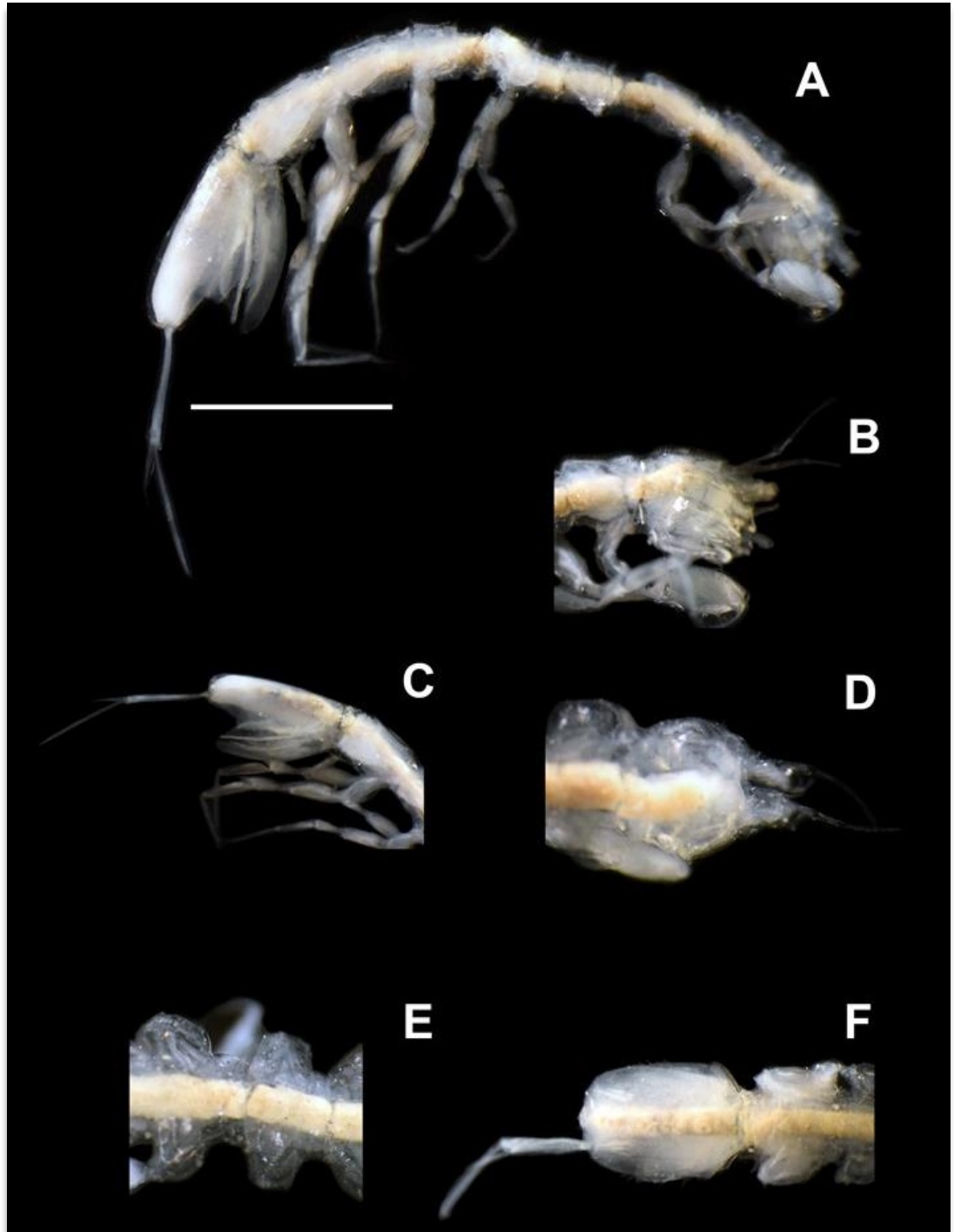


Figura 197. Hembra *C. phreatica* USNM 259866, 8.4 mm de longitud, 1.2 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cabeza vista dorsal; E, vista dorsal pereionitos IV y V; F, pleotelson vista dorsal. Escala A = 2 mm.

Caecidotea pricei Levi, 1949

Fig. 199

Material Tipo: Holotipo: Academy of Natural Sciences of Philadelphia. Type number 5409.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Mr. John L. Blum.; Mr. John Price. Fecha sin datos.

Localidad Tipo: Pennsylvania: Refton Cave, Lancaster County (Figura 198).

Otro material examinado: Virginia: Warren, Brother Daves Cave. Smithsonian Institution USNM 1405927, macho 14.7 mm longitud, 2.4 mm ancho (Figura 199).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Orndorff, W. Fecha: 9 Sep 2015.

Etimología: La especie lleva el nombre del Sr. Price, que ha realizado un gran trabajo en la fauna de la cueva.

Grupo: Hobbsi.



Figura 198. Localidad tipo *C. pricei*.

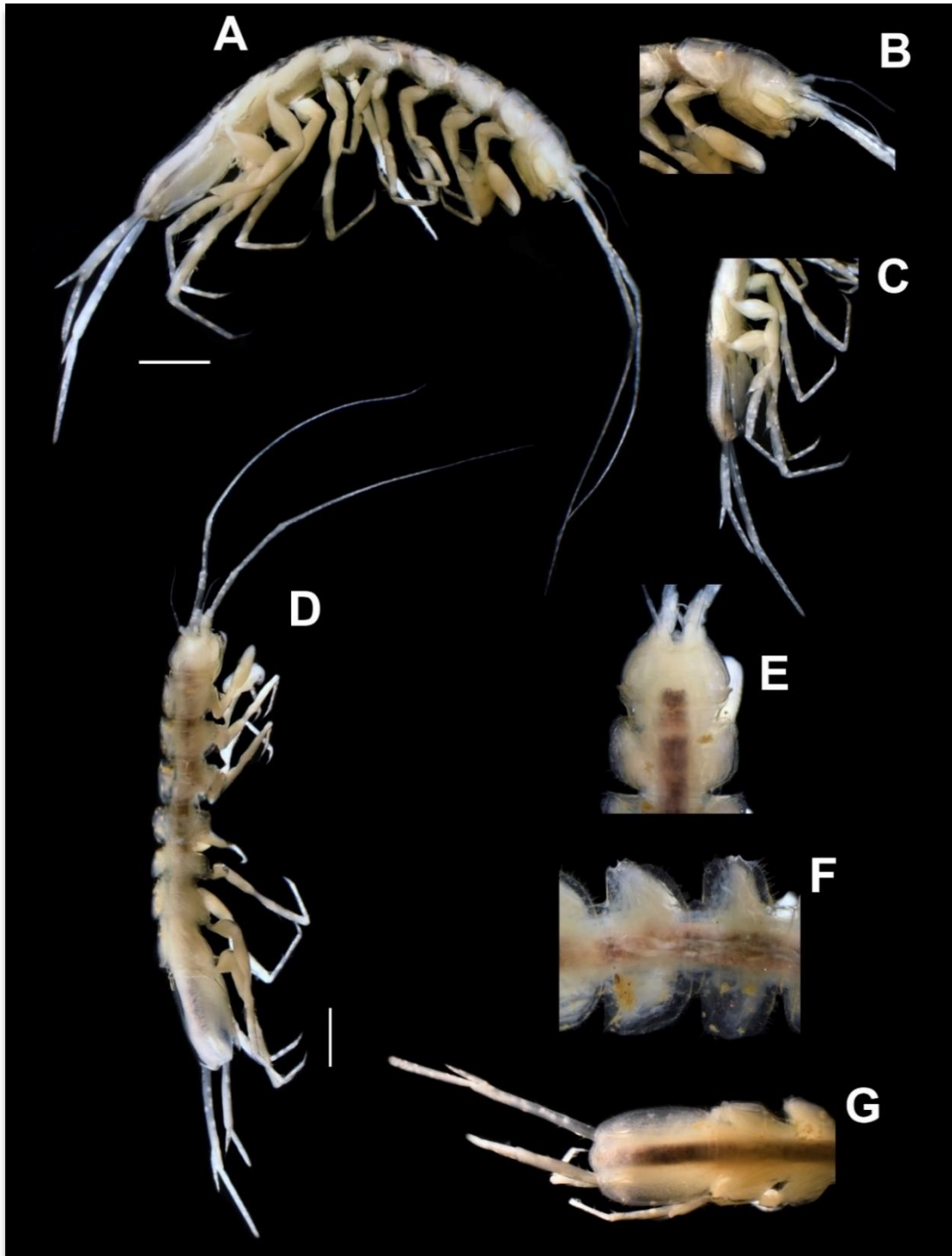


Figura 199. Macho *C. pricei* USNM 1405927, 14.7 mm de longitud, 2.4 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, vista pereionitos IV y V; G, pleotelson vista dorsal. Escalas A y D = 2 mm.

Caecidotea puebla (Cole y Minckley, 1968)

Fig. 201

Material Tipo: Holotipo: United States National Museum USNM 123803.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Miller; Minckley. Fecha: 18 Dic 1966.

Localidad Tipo: Puebla: Rio Cosala, west edge of San Martín Texmelucan, Mexico (Figura 200).

Otro material examinado: Hidalgo: Cueva De El Salto, 3 Km E of Zoquizoquiapan. Smithsonian Institution USNM 184993, macho 6.2 mm longitud, 1.3 mm ancho (Figura 201).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Reddell, J. Fecha: 18 Mar 1981.

Etimología: El nombre "*puebla*" es debido a la meseta intermontana de la que se conoce la nueva especie.

Grupo: Sin grupo.



Figura 200. Localidad tipo *C. puebla*.

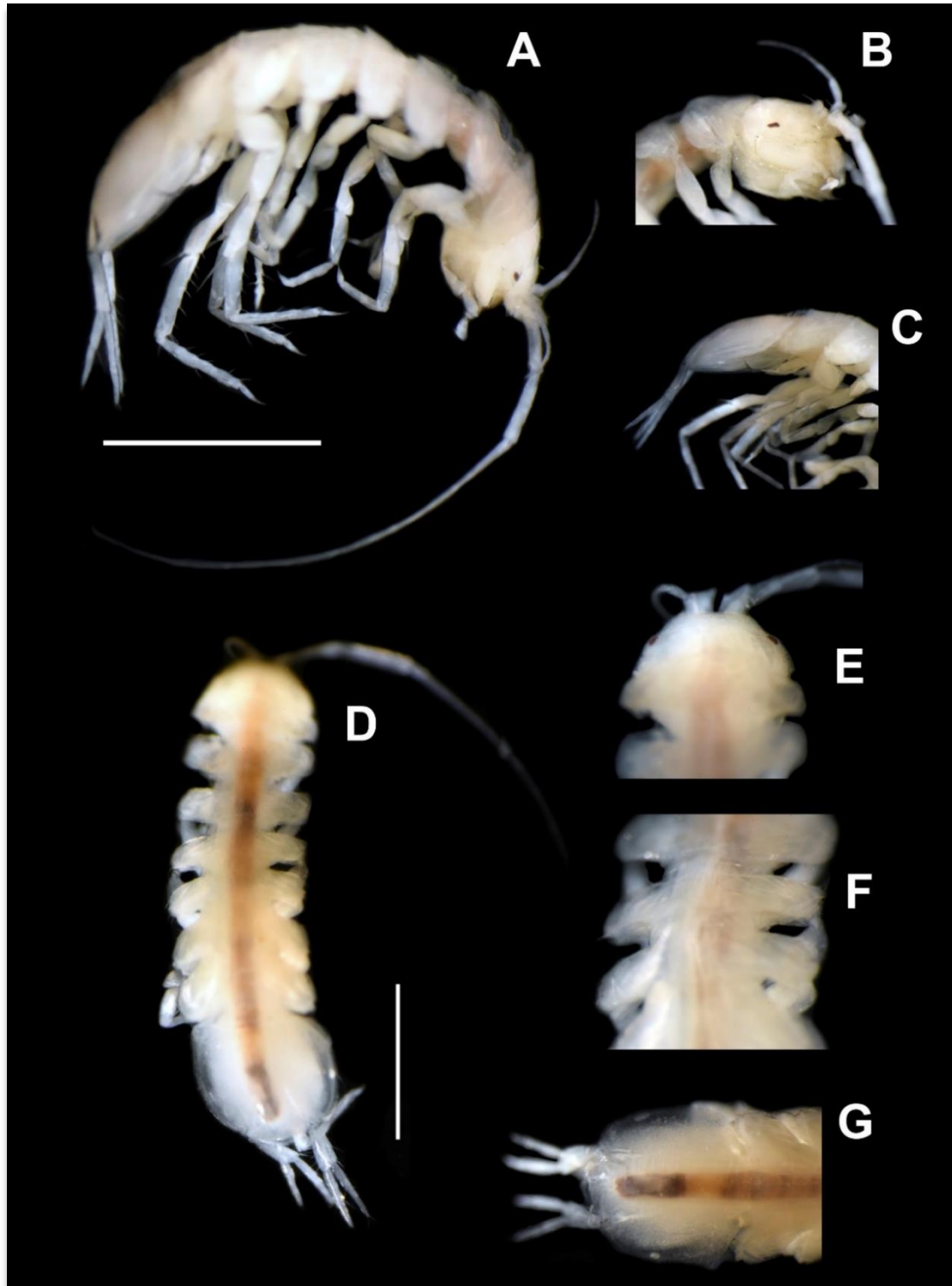


Figura 201. Macho *C. puebla* USNM 184993, 6.2 mm de longitud, 1.3 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, vista pereionitos IV y V; G, pleotelson vista dorsal. Escalas A y D = 2 mm.

Caecidotea putea Lewis, 2009

Fig. 203

Material Tipo: Holotipo: United States National Museum USNM 31268

Observaciones del Material Tipo: Colector R. J. Redding, 1 macho, Fecha sin datos.

Localidad Tipo: Thomas Co., Experimental Station, from wells, Metcalf, (Figura 202).

Otro material examinado: Hole in Wall Cave, 7 km east of Mariana, Florida, Jackson Co. USNM 1405928, macho 7.2 mm longitud, 1.3 mm ancho (Figura 203).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Sawicki, T. R. Fecha, 2 Ene 2009.

Etimología: Derivado del latín, puteus = pozo, en referencia al sitio de recolección de la especie.

Grupo: Sin grupo.

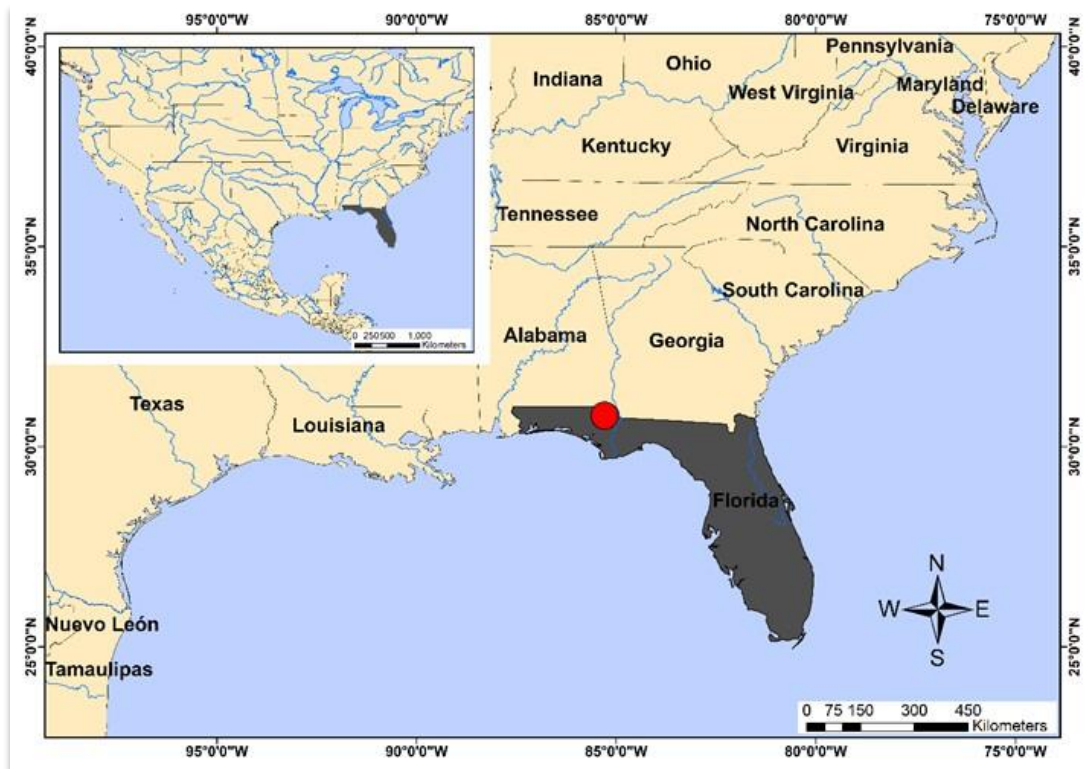


Figura 202. Localidad tipo *C. putea*.

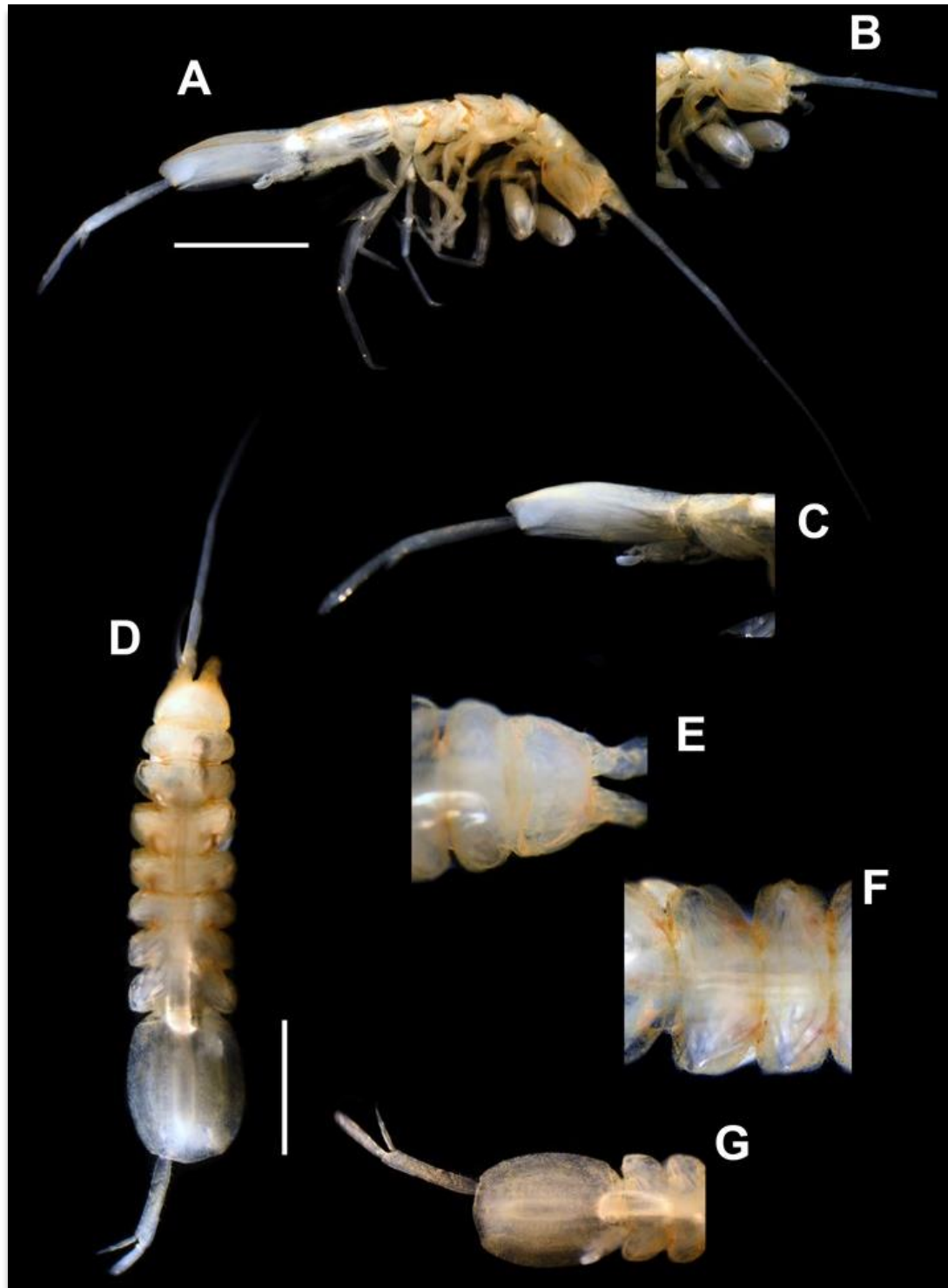


Figura 203. Macho *C. putea* USNM 1405928, 7.2 mm de longitud, 1.3 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, vista pereionitos IV v V; G, pleotelson vista dorsal. Escalas A v D = 2 mm.

Caecidotea racovitzai (Williams, 1970)

Fig. 205

Material Tipo: Holotipo: United States National Museum USNM 122066.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Hay, W. P. Fecha: 15 Mar 1896.

Localidad Tipo: Virginia: Arlington County, Edge of Potomac River, Below Aqueduct Bridge (Figura 204).

Otro material examinado: Maryland: Harford County, Spring-Seep on W Side of Atkisson Reservoir. Smithsonian Institution USNM 230981, macho 13.0 mm longitud, 3.8 mm ancho (Figura 205).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Norden, A. Fecha: 29 Feb 1984.

Discusión: Especie ampliamente distribuida en Ontario, Quebec, Distrito de Columbia, Indiana, Maryland, Massachusetts, Michigan, Vermont, Washington (Williams 1970), la distribución es muy similar a *C. communis* en el sureste de Canadá y noreste de EE. UU., estas dos especies se han registrado en simpatria en Echo Lake, condado de King, Washington (Williams 1970).

Grupo: Sin grupo.

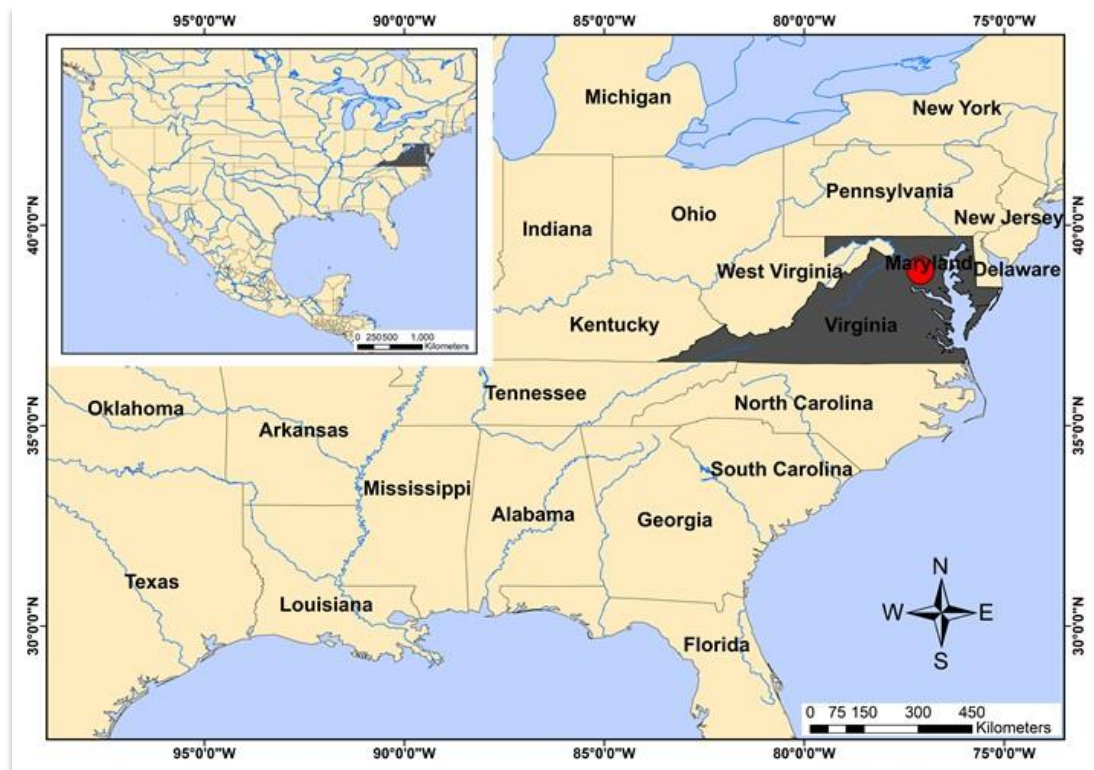


Figura 204. Localidad tipo *C. racovitzai*.

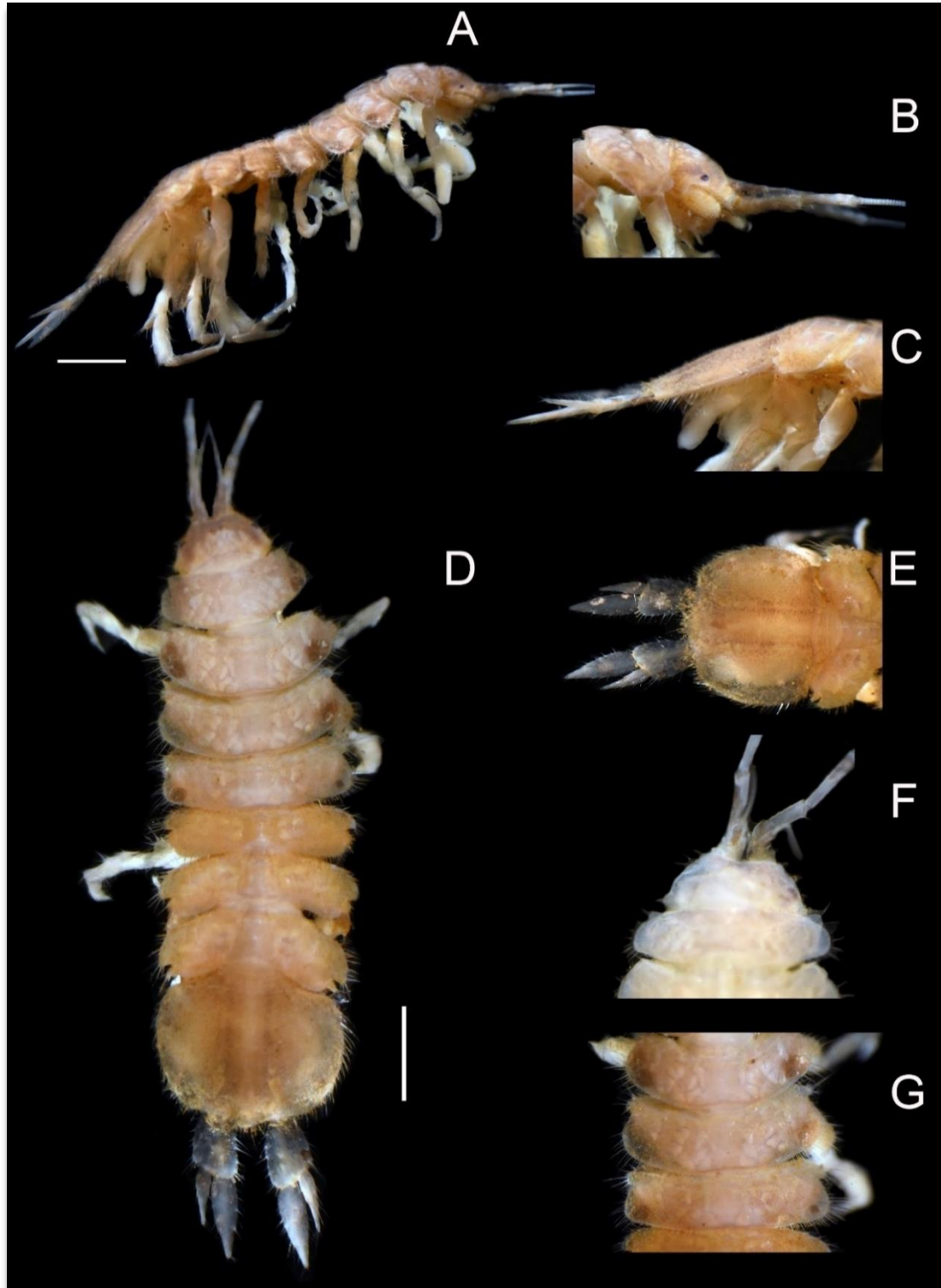


Figura 205. Macho *C. racovitzai* USNM 230981, 13.0 mm de longitud, 3.8 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, pleotelson vista dorsal; F, cabeza vista dorsal; G, vista dorsal pereionitos IV y V. Escalas A y D = 2 mm.

Caecidotea racovitzai racovitzai (Williams, 1970)

Fig. 207

Material Tipo: Holotipo: United States National Museum USNM 122066.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Hay, W. P. Fecha: 15 Mar 1896.

Localidad Tipo: Virginia: Edge of Potomac River just below aqueduct bridge (Washington, D.C.) Virginia side (Figura 206).

Otro material examinado: Maryland: Marshall Hall, On Floating Log. Smithsonian Institution USNM 122652, hembra 3.0 mm length, 0.7 mm ancho. **Virginia:** Northumberland County, Headwater of Coan River, 5.2 Mile E of Callao On US Highway 360, USNM 96066 (Macho pictures taken by Michelle Brown D-F). (Figura 207).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Pizzini, A. D. Fecha: 26 May 1934. Holthuis, L. B.

Discusión: Especie ampliamente distribuida en Ontario, Quebec, Distrito de Columbia, Indiana, Maryland, Massachusetts, Michigan, Vermont, Washington (Williams 1970), la distribución es muy similar a *C. communis* en el sureste de Canadá y noreste de EE. UU., estas dos especies se han registrado en simpatria en Echo Lake, condado de King, Washington (Williams 1970).

Grupo: Sin grupo.

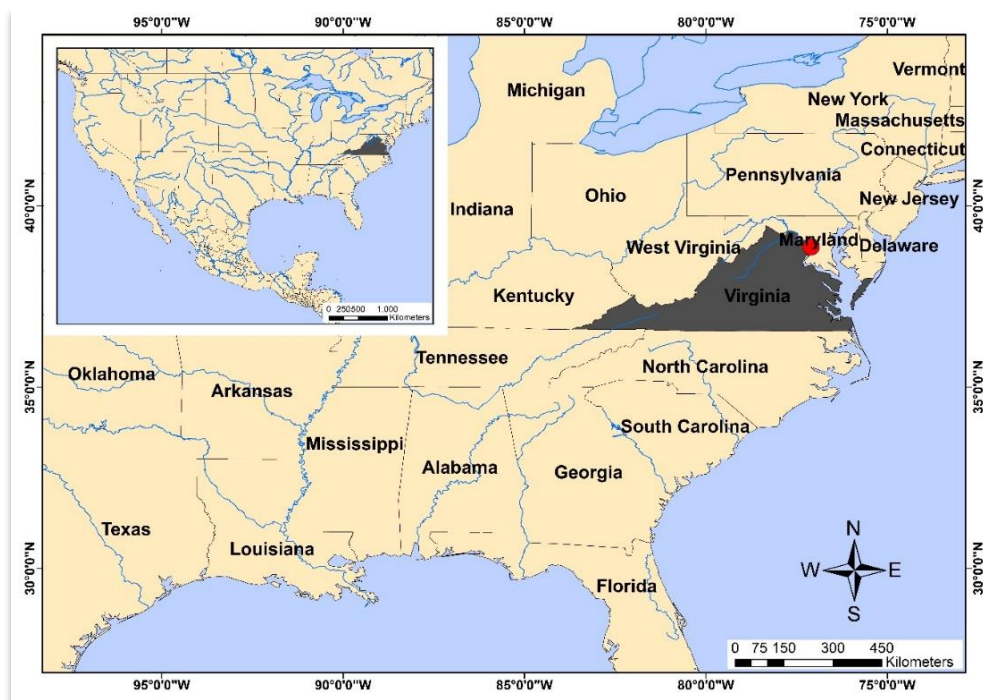


Figura 206. Localidad tipo *C. racovitzai racovitzai*.

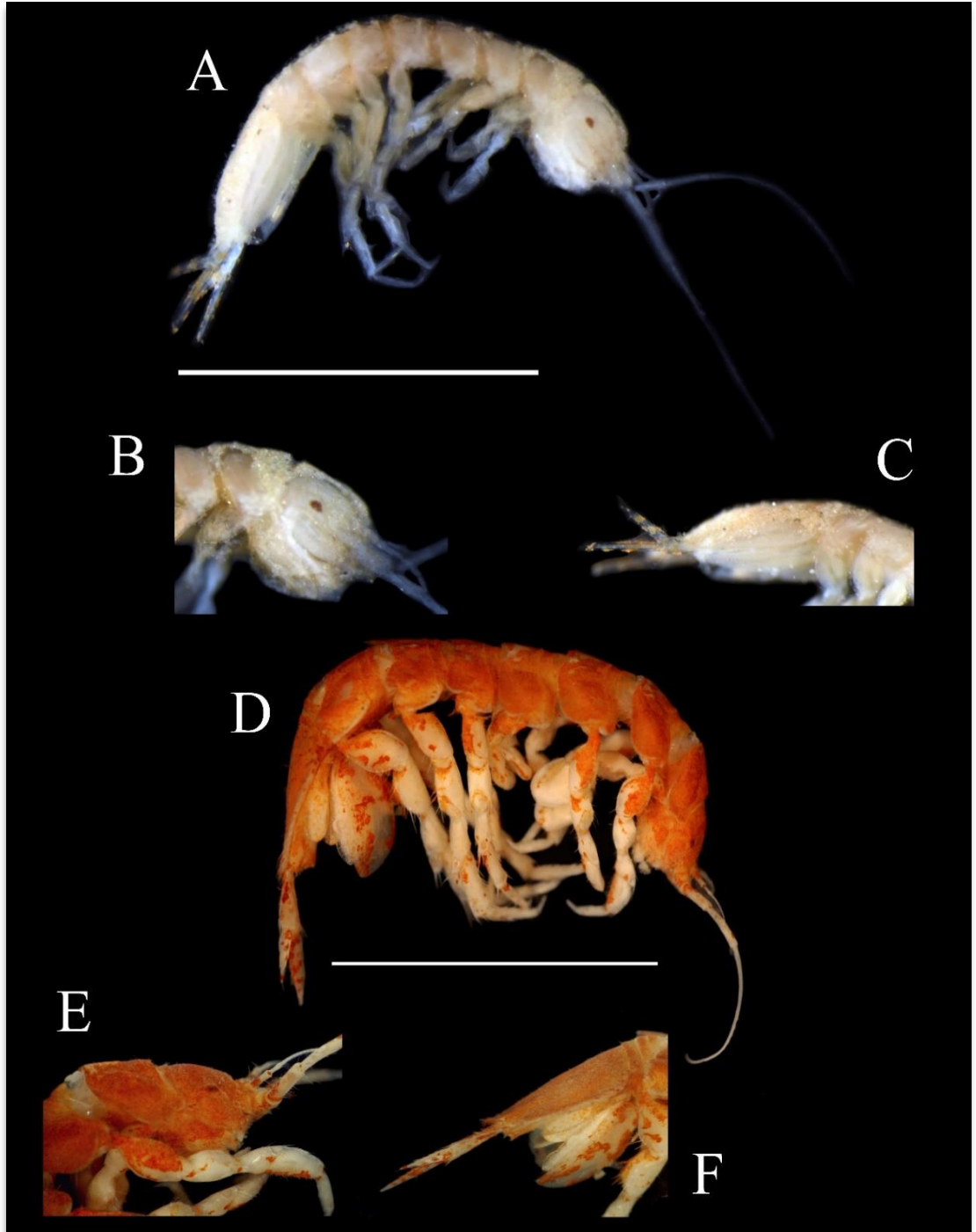


Figura 207. Hembra *C. racovitzai racovitzai* USNM 122652, 3.0 mm de longitud, 0.7 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, pleotelson vista dorsal; F, cabeza vista dorsal; G, vista dorsal pereionitos IV y V. Escalas A y D = 2 mm. *C. racovitzai racovitzai* macho USNM 96066 2.3 mm de longitud. Escalas A = 1 cm. Fotografías tomadas del sitio del Smithsonian National Museum of Natural History (Fotografías de Michelle Brown).

Caecidotea racovitzai australis (Williams, 1970)

Fig. 209

Material Tipo: Holotipo: United States National Museum USNM 122687.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Beck, W. M. Fecha: 10 Abr 1963.

Localidad Tipo: Florida: Small spring run, Leon County (Figura 208).

Otro material examinado: Ninguno, pero el Dr. A. Campanaro obsequiado algunas fotos de la especie (Figura 209).

Etimología: Del latín *australis*, sureño.

Discusión: Sugerimos un análisis molecular para revelar la verdadera identidad y separar las subespecies, así como microfotografías de SEM sobre el endopodito del pleópodo II para ambas especies *C. racovitzai australis* de *C. racovitzai racovitzai*.



Figura 208. Localidad tipo *C. racovitzai australis*.

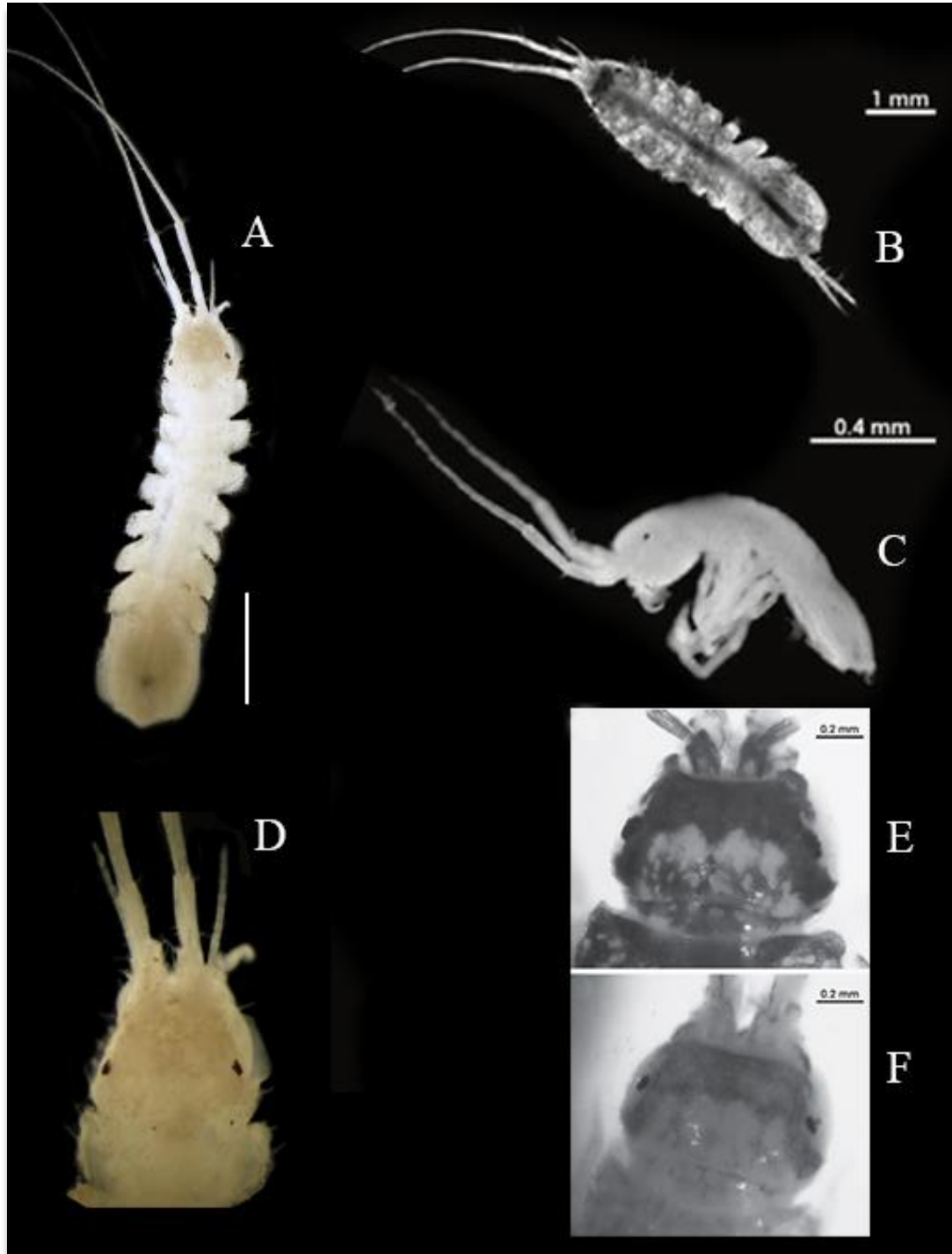


Figura 209. Macho *C. racovitzai australis*, 3.6 mm de longitud, 0.8 mm de ancho. A, cuerpo vista dorsal Morfo B colectado en un hoyo de acocil en Pineland (ENP); B, cuerpo vista lateral localidad Wekiwa Spring (Seminole County); C, cuerpo vista lateral Morfo B (Wekiwa spring); D, cabeza vista dorsal Morfo B; E, espécimen colectado en Econlockhatchee River (Florida Central) morfo epígeo; F, cabeza vista dorsal morfo B forma estigofila; . Escalas A = 1 mm. Fotografías a color donadas por el Dr. Campanaro. Figuras B, C, E v F. fueron tomadas v modificadas de Campanaro v Bruno (2007).

Caecidotea recurvata (Steeves, 1963)

Fig. 211

Material Tipo: Holotipo: United States National Museum USNM.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Mr. John R. Holsinger.; Mr. Harrison R. Steeves Jr.; Dr. Thomas Barr. Fecha: Sin datos.

Localidad Tipo: Virginia: Unthank Cave, near Jonesville, Lee Co (Figura 210).

Otro material examinado: Virginia: Lee County, Unthanks Cave, 0.8 mile from Phoebe Butt. Smithsonian Institution USNM 1453515, macho 8.7 mm longitud, 1.3 mm ancho (Figura 211).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Malabad, T.; Orndorff, W. Fecha: 15 Nov 2016.

Etimología: recurvatus, latín = recurvus, recurvada; llamado así debido a la porción distal del segmento distal del pleópodo I.

Grupo: Stygius.



Figura 210. Localidad tipo *C. recurvata*.

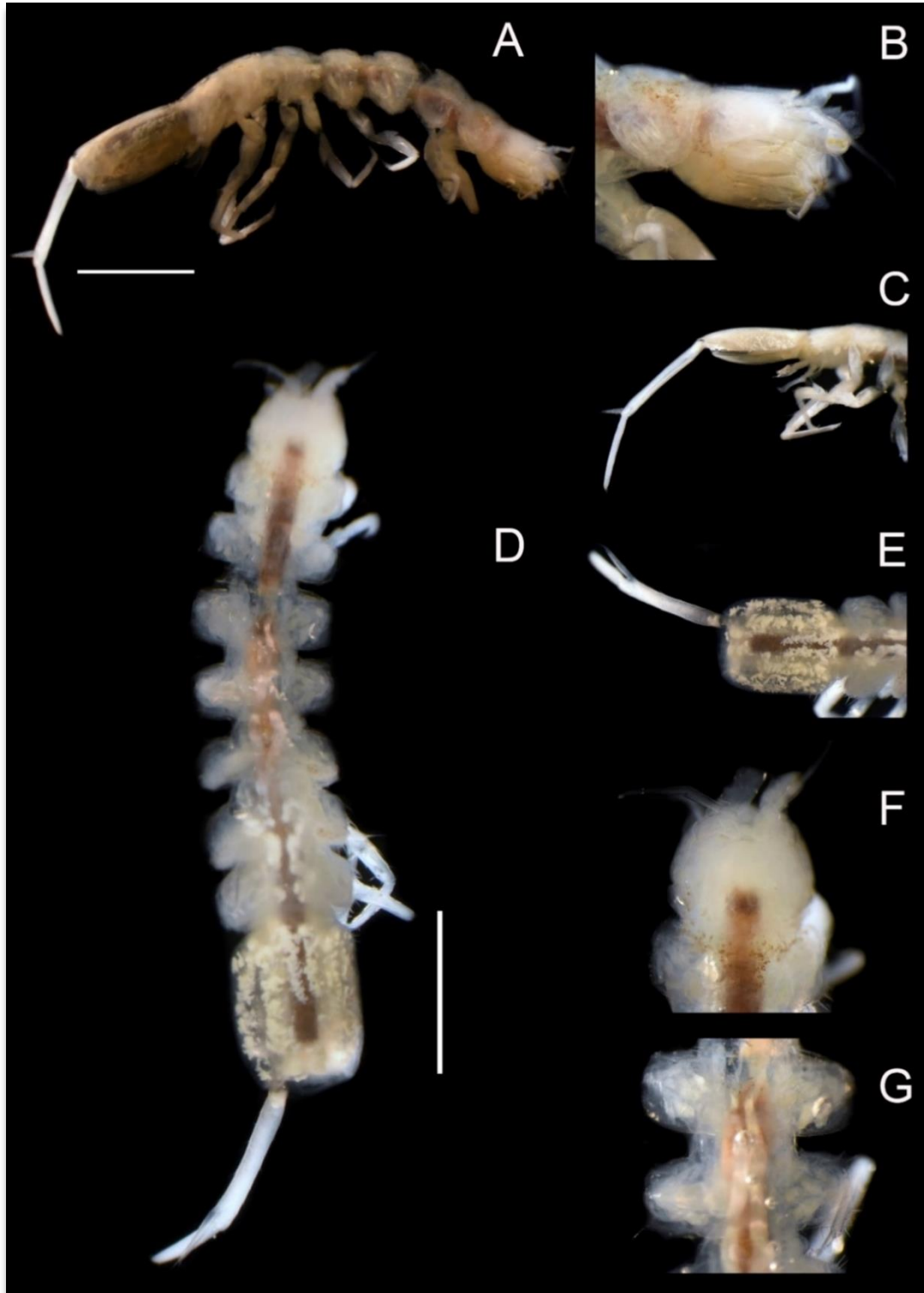


Figura 211. Macho *C. recurvata* USNM 1453515, 8.7 mm de largo, 1.3 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, pleotelson vista

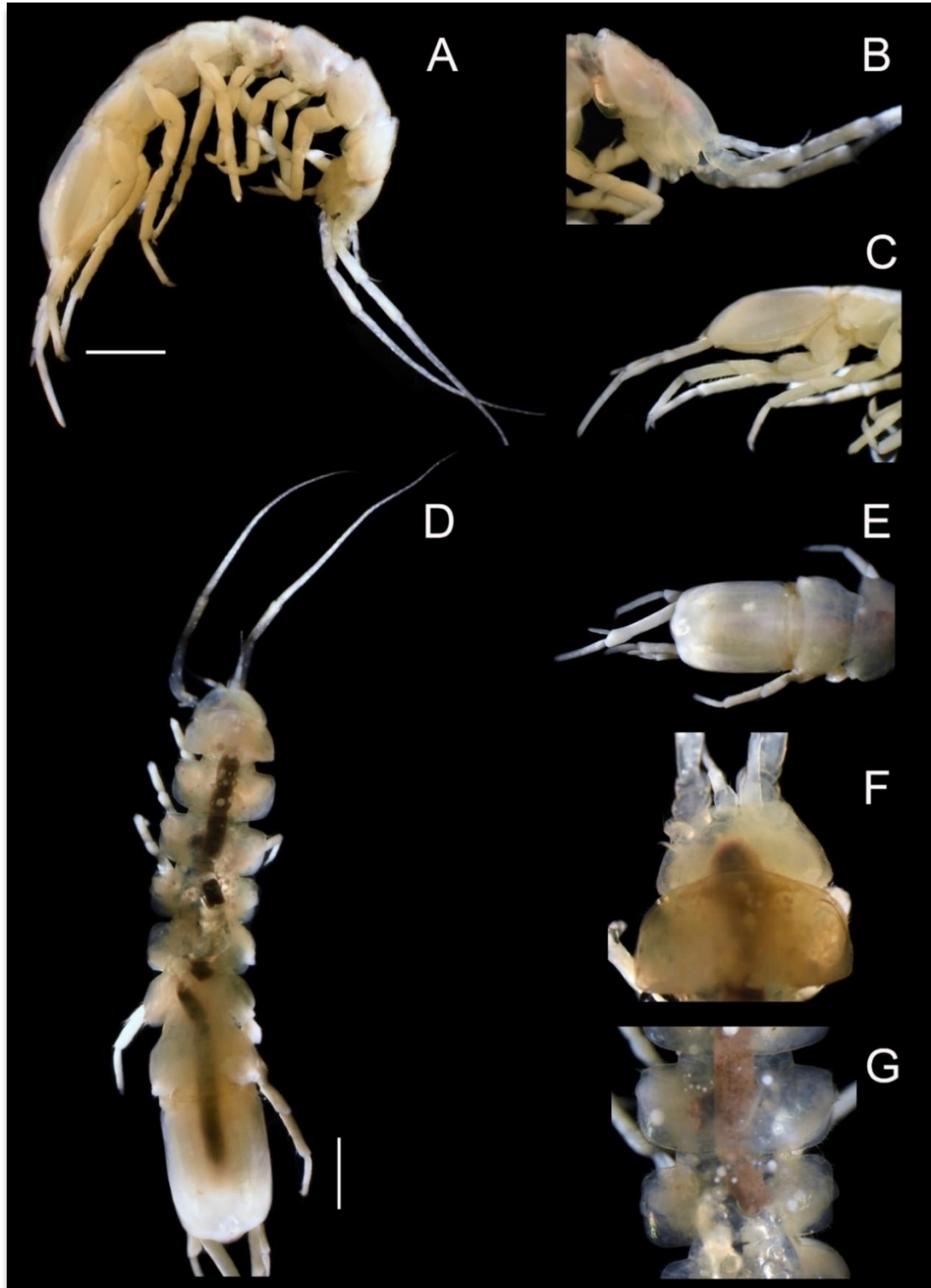


Figura 213. Macho *C. reddelli* USNM 230140, 15.3 mm de longitud, 2.9 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, pleotelson vista dorsal; F, cabeza vista dorsal; G, vista dorsal pereionitos IV y V. Escalas A y D = 2 mm.

Caecidotea richardsonae Hay, 1901

Fig. 215

Material Tipo: Holotipo: United States National Museum USNM.

Localidad Tipo: Tennessee: Nickajack Cave (Figura 214).

Otro material examinado: Virginia: Russell County, Trooper Said Cave. Smithsonian Institution USNM 1436197, macho 8.0 mm longitud, 0.8 mm ancho (Figura 215).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Orndorff, W. Fecha: 29 May 2008.

Etimología: Llamado así por la señorita Harriet Richardson, cuyos documentos sobre isópodos norteamericanos son reconocidos.

Grupo: Stygius.

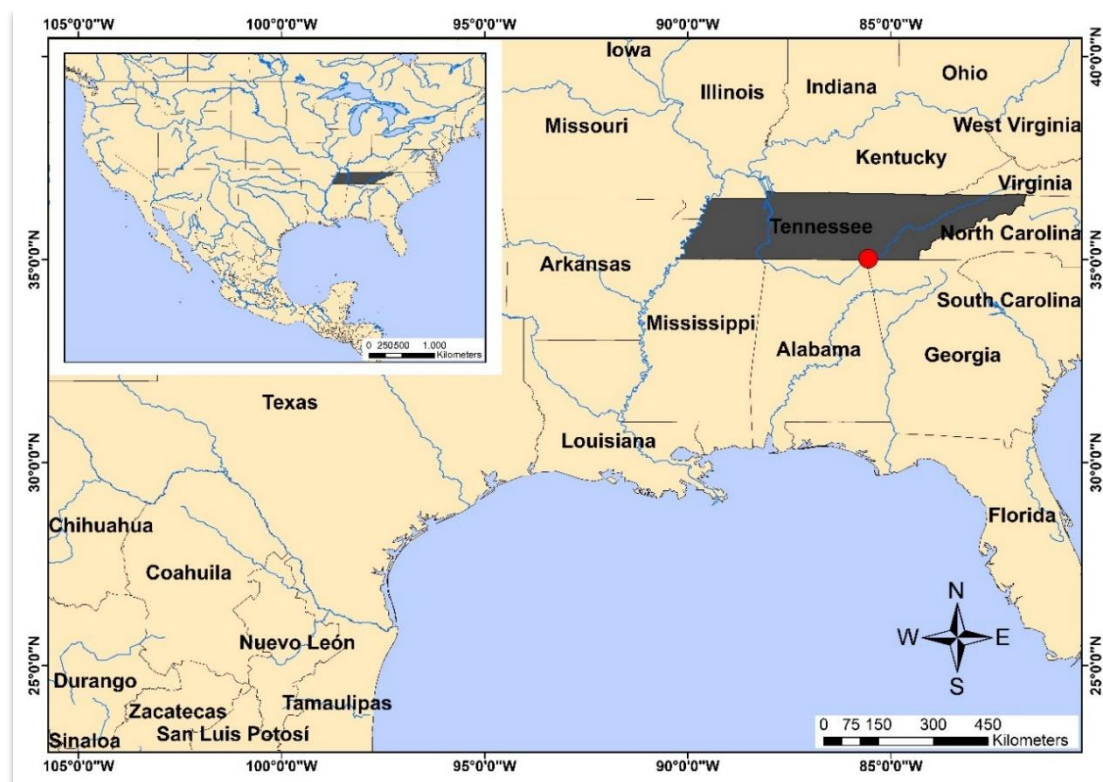


Figura 214. Localidad tipo *C. richardsonae*.

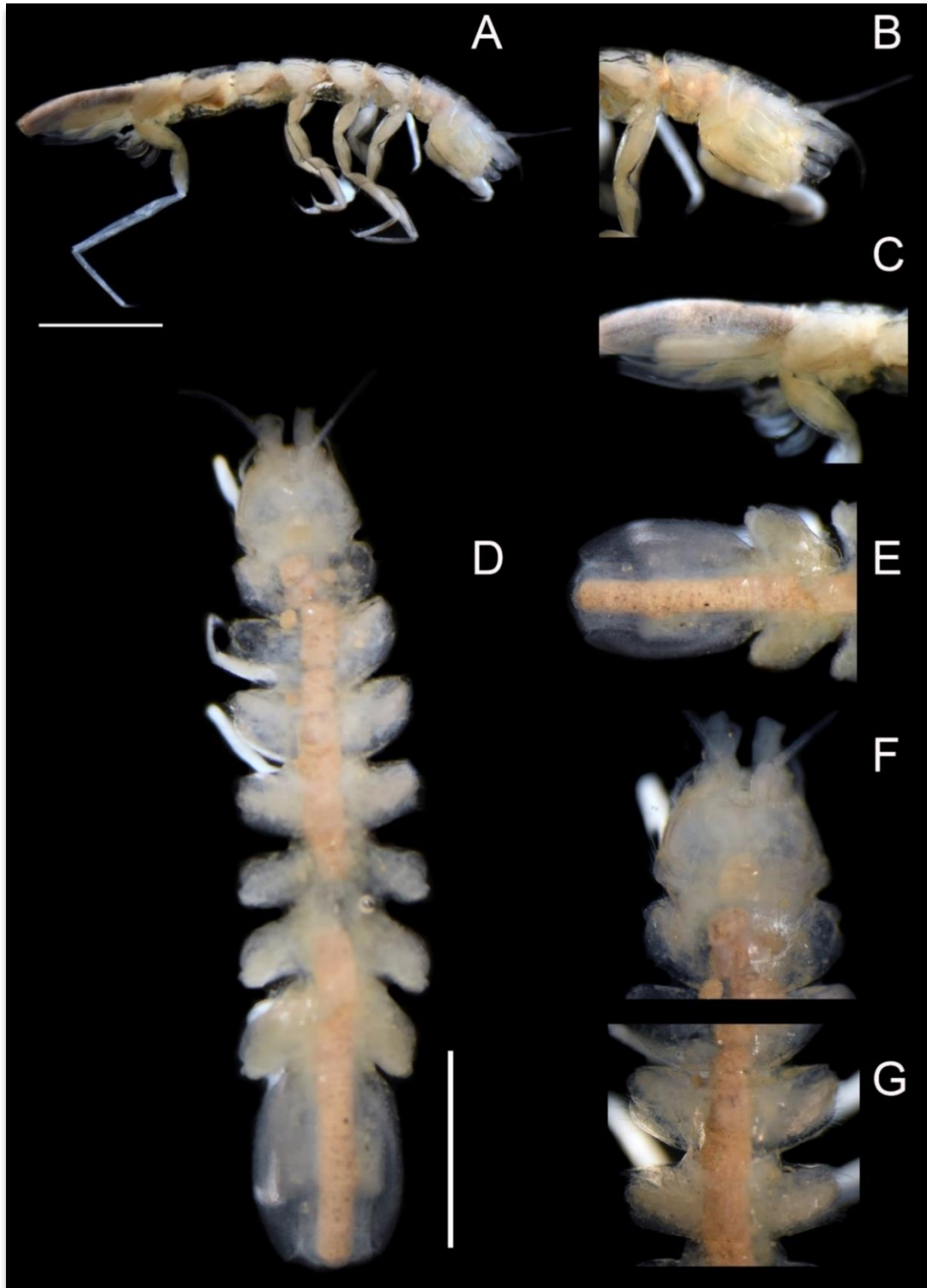


Figura 215. Macho *C. richardsonae* USNM 1436197, 8.0 mm de longitud, 0.8 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, pleotelson vista dorsal; F, cabeza vista dorsal; G, vista dorsal pereionitos IV y V. Escalas A y D =

Caecidotea rotunda Bowman y Lewis, 1984

Fig. 217

Material Tipo: Holotipo: United States National Museum USNM 210515.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Hobbs, H. H. Fecha: 11 Sep 1982.

Localidad Tipo: Ohio: Pike Co. Frost Cave (Figura 216).

Otro material examinado: Ohio: Highland County, Cave of The Springs. Smithsonian Institution USNM 1462019, macho 3.7 mm longitud, 0.6 mm ancho (Figura 217).

Etimología: Del latín "rotundus" significa "redondeado", refiriéndose al margen distal redondeado del pleópodo I del macho.

Grupo: Stygius.



Figura 216. Localidad tipo *C. rotunda*.

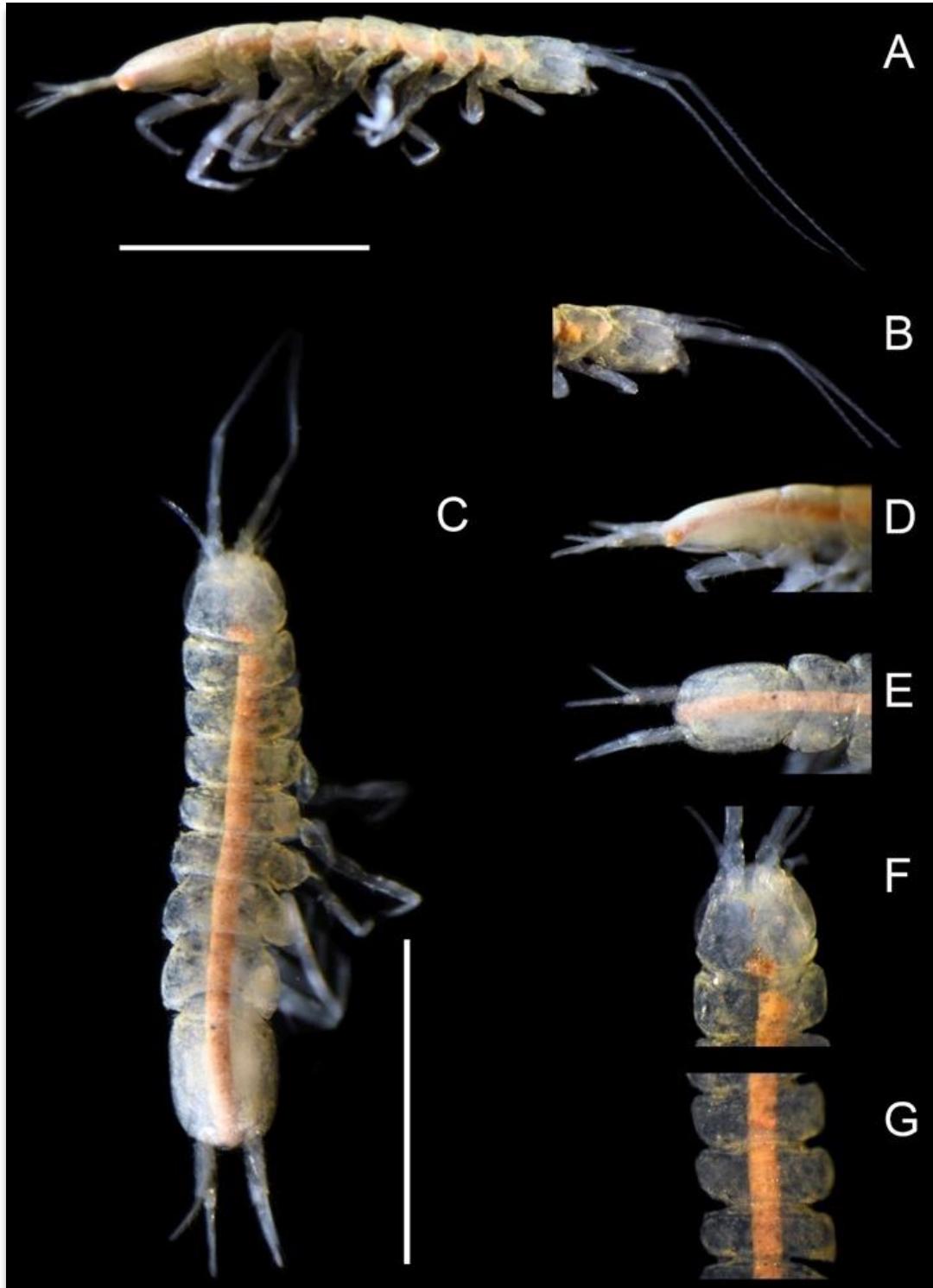


Figura 217. Macho *C. rotunda* USNM 1462019, 3.7 mm de longitud, 0.6 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, pleotelson vista dorsal; F, cabeza vista dorsal; G, vista dorsal pereionitos IV y V. Escalas A y D = 2 mm.

Caecidotea salemensis Lewis, 1981

Fig. 219

Material Tipo: Holotipo: United States National Museum USNM 59263.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Marshall, B. C. Fecha: 29 Ago 1925.

Localidad Tipo: Arkansas: Lawrence Co., Imboden, deep cistern (Figura 218)

Otro material examinado: Missouri: Crawford County, Saloon Cave. Smithsonian Institution USNM 1436198, macho 5.1 mm longitud, 0.7 mm ancho (Figura 219).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Kaufmann, K. Fecha: 21 Sep 2005.

Etimología: El nombre de la meseta de Salem.

Grupo: Hobbsi.

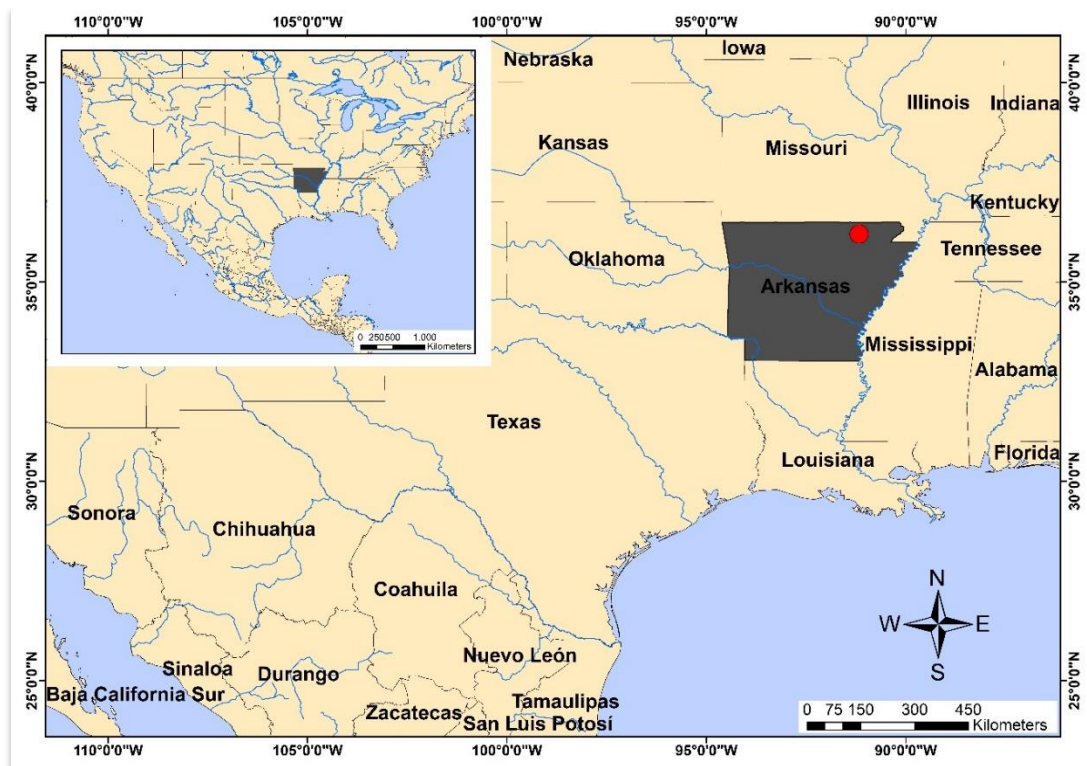


Figura 218. Localidad tipo *C. salemensis*.

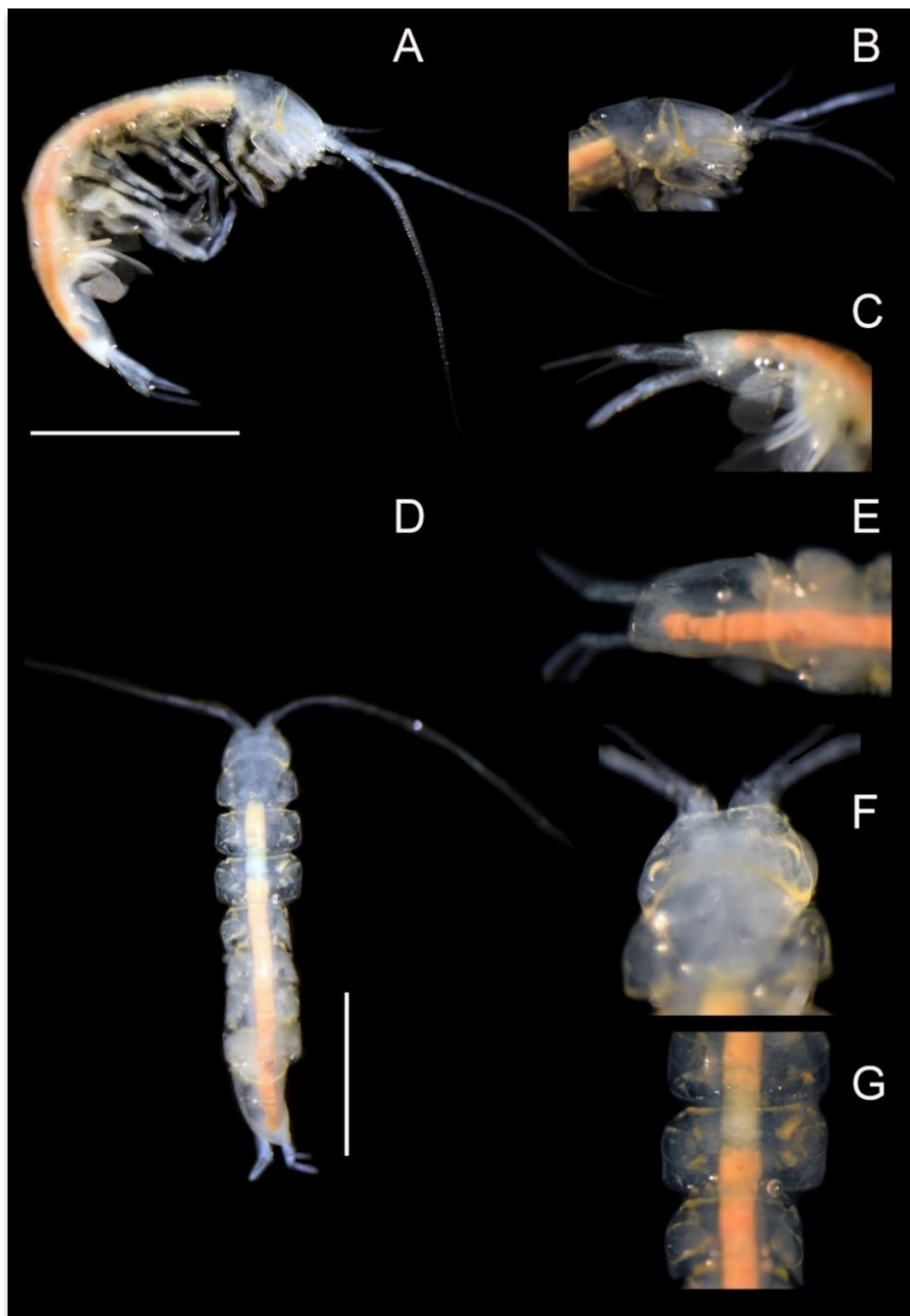


Figura 219. Macho *C. salemensis* USNM 1436198, 5.1 mm de longitud, 0.7 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, pleotelson vista dorsal; F, cabeza vista dorsal; G, vista dorsal pereionitos IV y V. Escalas A y D = 2 mm.

Caecidotea scrupulosa (Williams, 1970)

Fig. 221

Material Tipo: Holotipo: United States National Museum USNM 122069.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Shear, W. A. Fecha: 19 Mar 1966.

Localidad Tipo: West Virginia: Lick Creek Road, Summers, 5 miles NE of Athens (Figura 220).

Otro material examinado: Maryland: Harford County, Edgewood, in Vernal Pools in Woods Along Beach Road. Smithsonian Institution USNM 250425, macho 11 mm longitud, 2.9 mm ancho (Figura 221).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Norden, A. Fecha: 15 Mar 1990.

Etimología: Del latín srupulosus.

Grupo: Hobbsi.

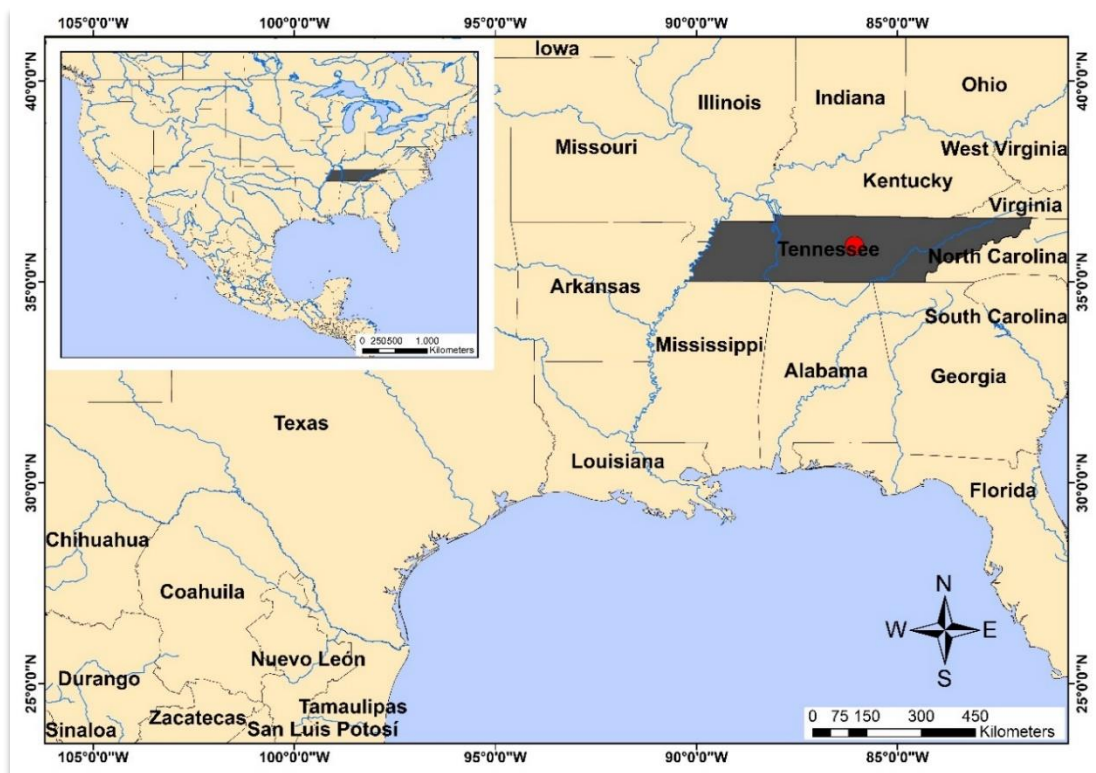


Figura 220. Localidad tipo *C. scrupulosa*.

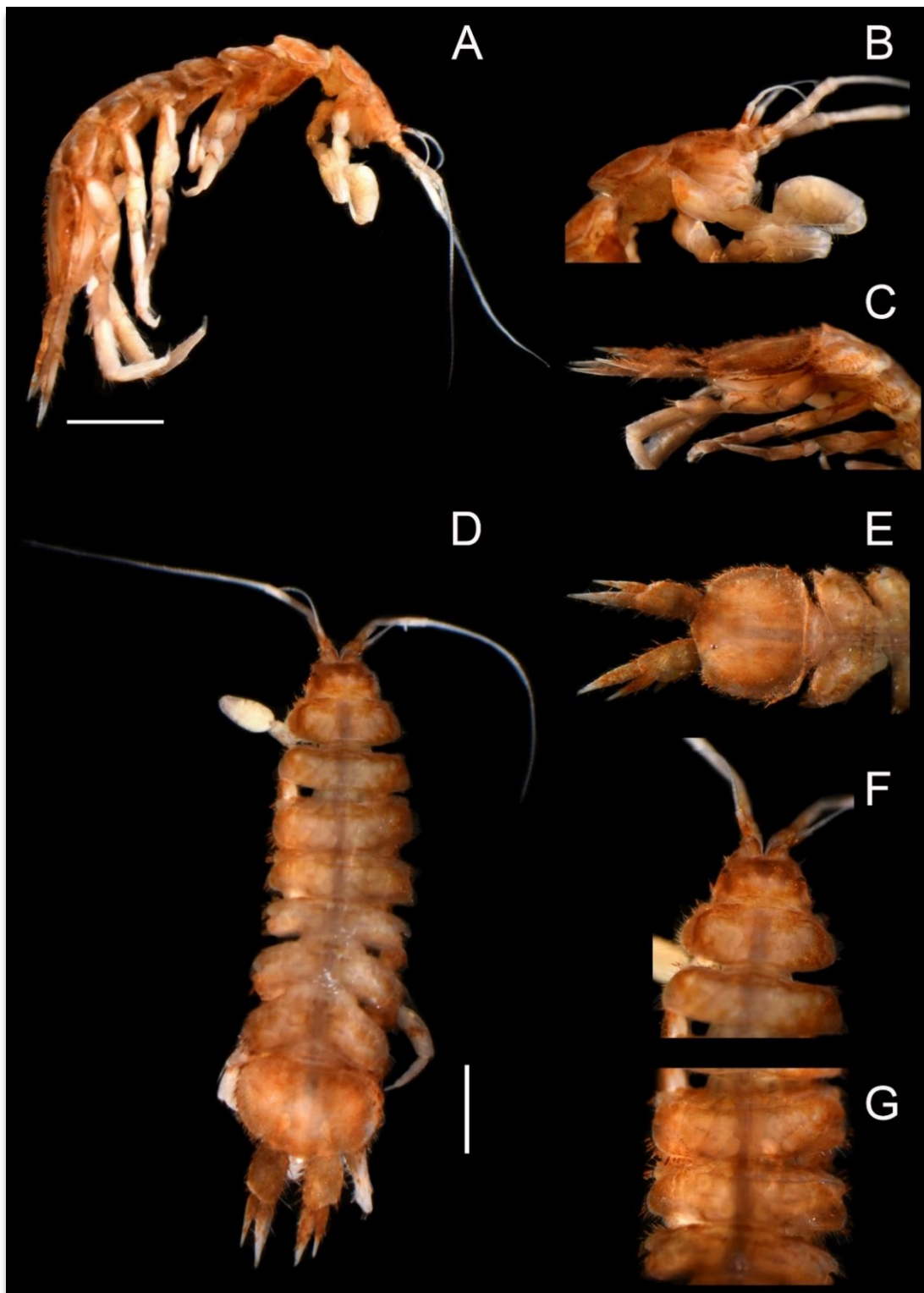


Figura 221. Macho *C. scrupulosa* USNM 250425, 11 mm de longitud, 2.9 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, pleotelson vista dorsal; F, cabeza vista dorsal; G, vista dorsal pereionitos IV y V. Escalas A y D = 2 mm.

***Caecidotea scypha* (Steeves y Holsinger, 1968)**

Material Tipo: Holotipo: United States National Museum USNM 170471.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Norton, R. Fecha: 15 Ago 1964.

Localidad Tipo: Tennessee: Cumberland Co. Blowhole Cave, located 3.5 mi NNE of Jewett Cave, is a deeply excavated cave with a vertical entrance drop of 75 m. It is situated on the eastern side of Brady Mountain at an elevation of 588 m and is developed in Mississippian limestone which forms the floor and sides of a huge sinkhole known geographically as Grassy Cove (Figura 222).

Otro material examinado: Ninguno.

Etimología: scyphus, latín = copa; llamado así por la porción basal en forma de copa de la cánula.

Grupo: Cannula.

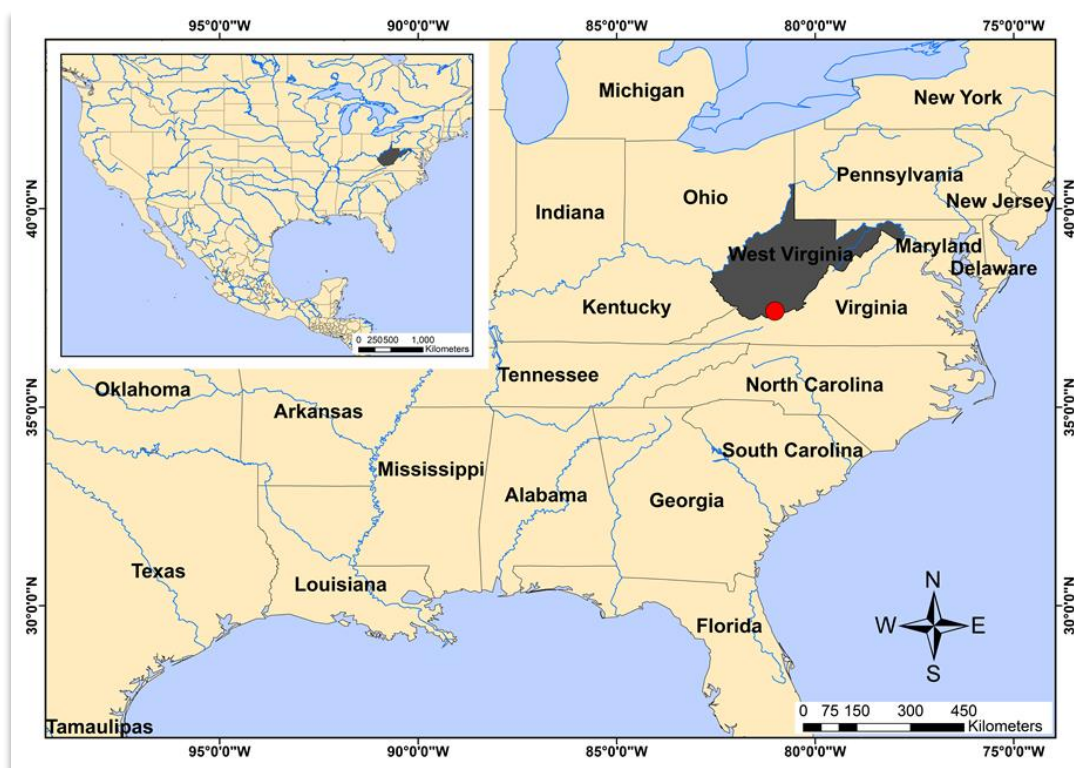


Figura 222. Localidad tipo *C. scypha*.

Caecidotea sequoiae Bowman, 1975

Fig. 224

Material Tipo: Holotipo: United States National Museum USNM 152769.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Shimek, S. J. Fecha: 13 Oct 1974.

Localidad Tipo: California: Tulare Co., Sequoia National Park: Liburn Cave (Figura 223).

Otro material examinado: California: Tulare County, Kings Canyon National Park, Lilburn Cave, Lake Room. Smithsonian Institution USNM 213081, hembra 4.3 mm longitud, 0.7 mm ancho (Figura 224).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Campbell, T. Fecha: 2 Sep 1978.

Etimología: El nombre específico se refiere a la aparición de la nueva especie en el Parque Nacional Sequoia.

Grupo: Sin grupo.



Figura 223. Localidad tipo *C. sequoiae*.

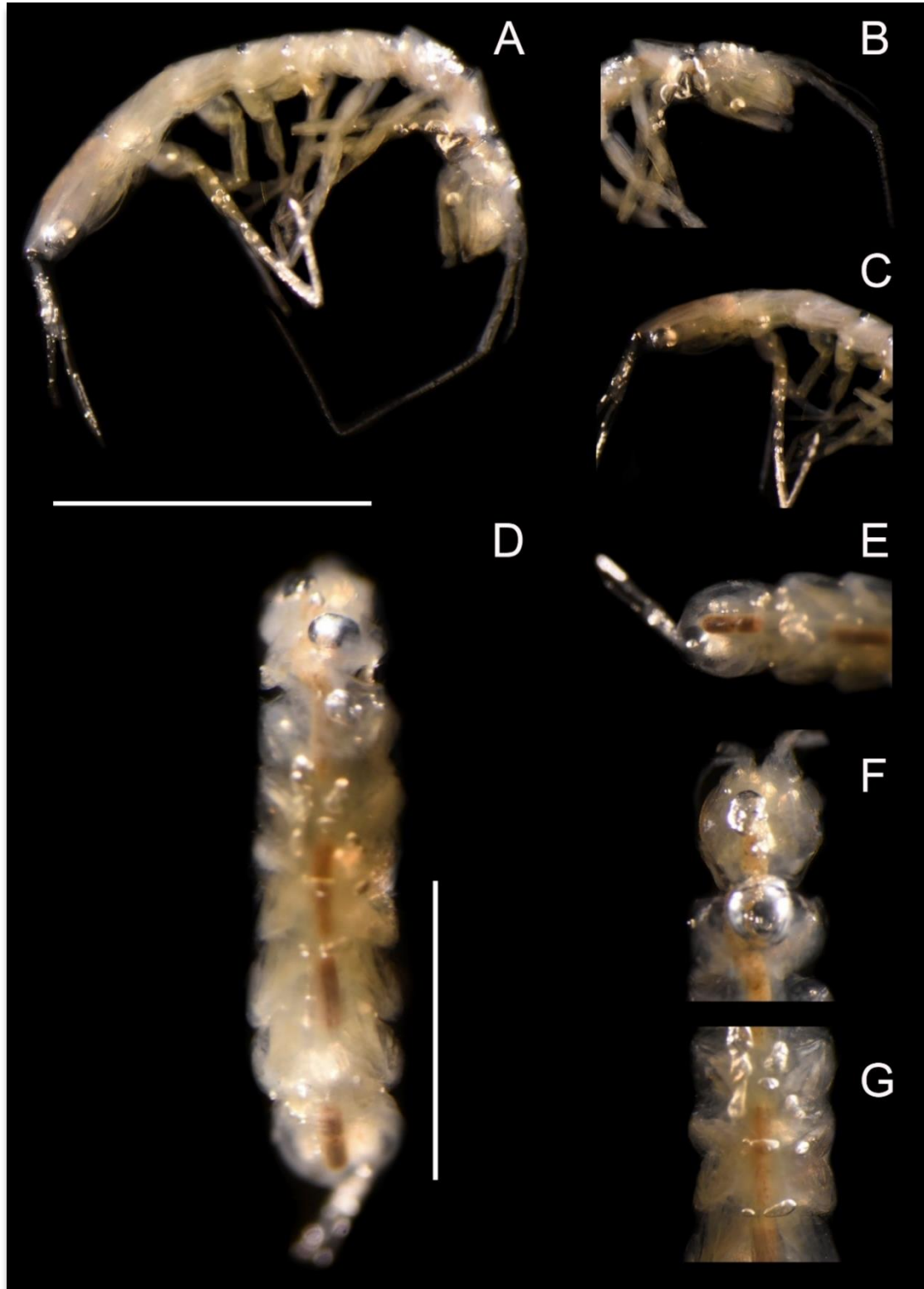


Figura 224. Hembra *C. sequoiae* USNM 213081, 4.3 mm de longitud, 0.7 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, pleotelson vista dorsal; F, cabeza vista dorsal; G, vista dorsal pereionitos IV y V. Escalas A y D = 2 mm.

Caecidotea serrata (Fleming, 1972)

Fig. 226

Material Tipo: Holotipo: United States National Museum USNM 79317.

Observaciones del Material Tipo: Sintipo. Colector: Hubricht, L. Fecha: 31 Ago 1940.

Localidad Tipo: Missouri: Taken from a small stream in Branson Cave, one-mile northwest of Alley, Shannon County (Figura 225).

Otro material examinado: Missouri: Shannon County, Cave Hollow Cave Stream, Near Ebb and Flow Spring, 6 Mile N of Montier. Smithsonian Institution USNM 180499, macho 1.8 mm longitud, 0.3 mm ancho (Figura 226).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Hubricht, L. Fecha: 6 Jul 1940.

Etimología: serratus, latín = pasado participio de serrare, a la sierra, refiriéndose a las espinas en forma de sierra en el borde lateral del basipodito del pleópodo II del macho que le da una apariencia de sierra a la estructura.

Grupo: Dimorphus.



Figura 225. Localidad tipo *C. serrata*.

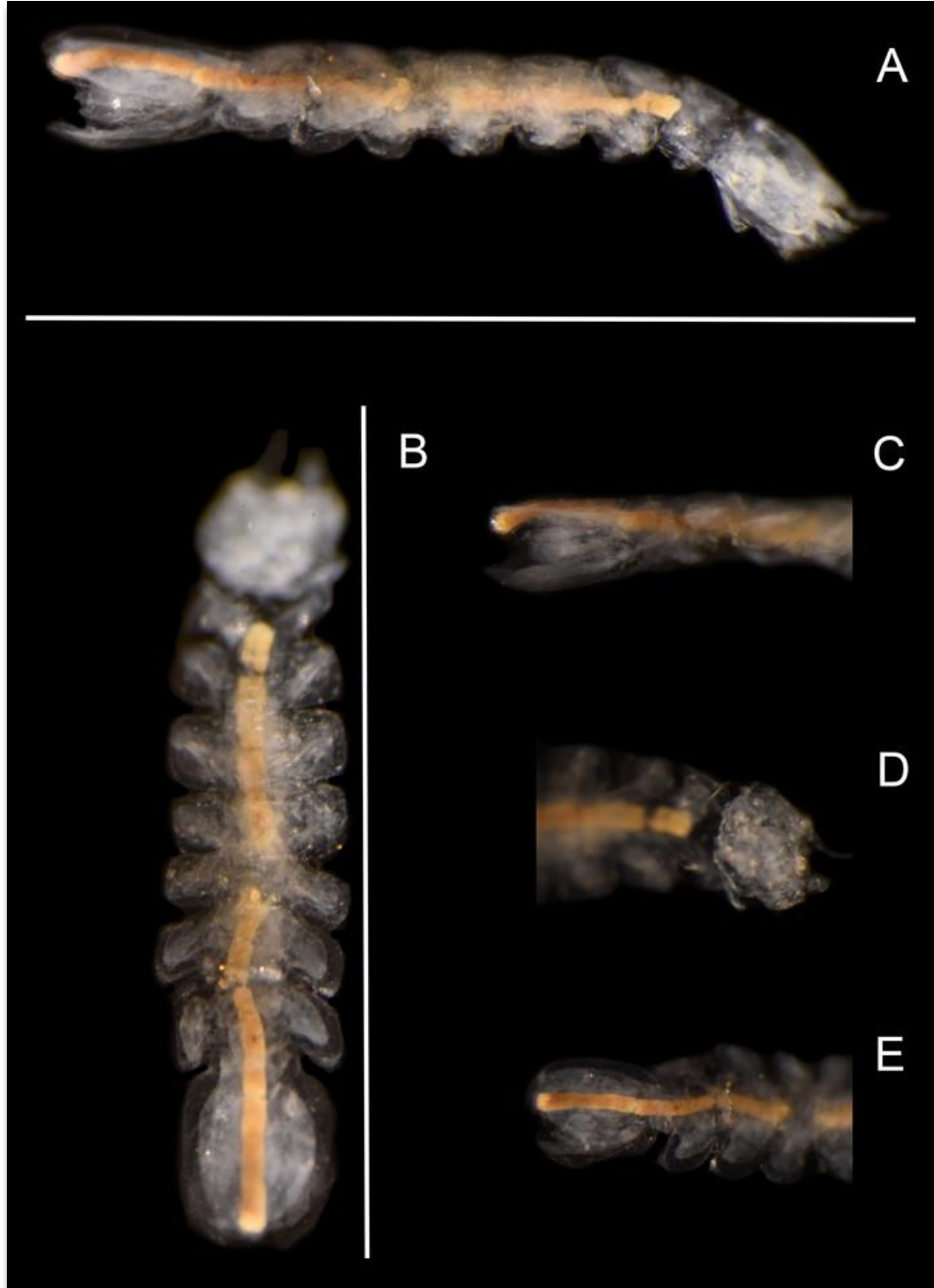


Figura 226. Macho *C. serrata* USNM 180499, 1.8 mm de longitud, 0.3 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cuerpo vista dorsal; C, pleotelson vista lateral; D, cabeza vista dorsal; E, pleotelson vista dorsal. Escalas A y B = 2 mm.

Caecidotea simonini (Bresson, 1955)

Fig. 228

Material Tipo: Holotipo: Le genre *Asellus* est représenté dans les eaux douces épigées et souterraines de la région paléarctique et de la région néarctique. Le Laboratoire de Zoologie générale de la Faculté des Sciences de Nancy possède des échantillons, provenant de ces deux régions, qui ont été mis à ma disposition par le Pr. P. A. Remy.

Localidad Tipo: West Virginia: Hermit Cave, 1/2 mile before "the sinks of Gandy Creek" when coming from Davis to Harman, Randolph County, in the underground river (Figura 227).

Otro material examinado: West Virginia: Randolph County, Flower Pot Cave. Smithsonian Institution USNM 257071, macho 7.4 mm longitud, 1.8 mm ancho (Figura 228).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Feller, D. J. Fecha: Sin datos.

Etimología: Especie dedicada a Raoul Simonin del grupo espeleológico luron, como homenaje a su memoria.

Grupo: Cannula.



Figura 227. Localidad tipo *C. simonini*.

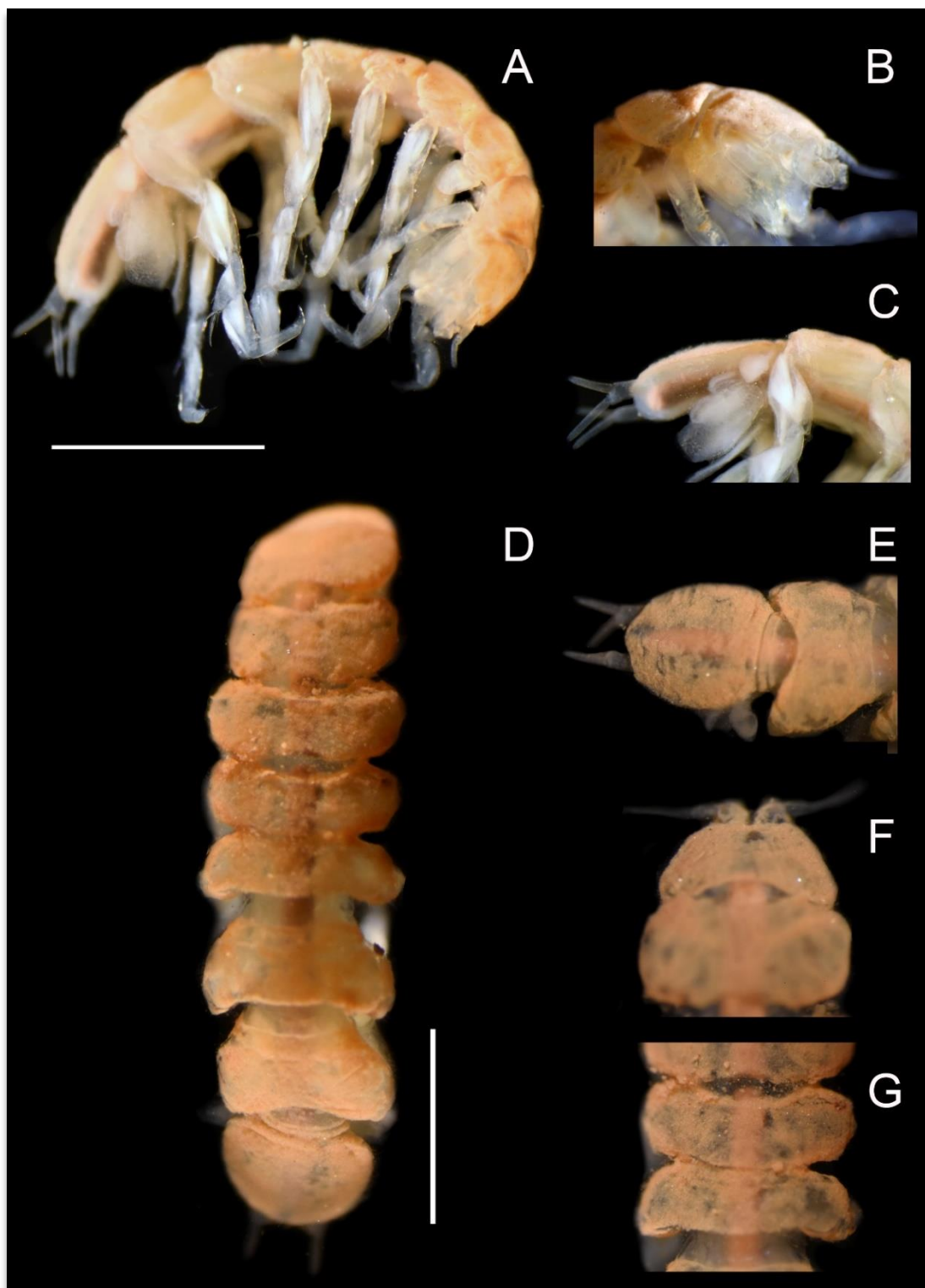


Figura 228. Macho *C. simonini* USNM 257071, 7.4 mm de longitud, 1.8 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, pleotelson vista dorsal; F, cabeza vista dorsal; G, vista dorsal nereionitos IV v V. Escalas A v D = 2 mm.

Caecidotea simulator Lewis, 1999

Fig. 230

Material Tipo: Holotipo: United States National Museum USNM 216971.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Holsinger, J. R. Fecha: 12 Jun 1964.

Localidad Tipo: Kansas: Baxter Springs, seeps of 7th Avenue, Cherokee County (Figura 229).

Otro material examinado: Kansas: Cherokee County, Baxter Springs, Seeps of Seventh Street. Smithsonian Institution USNM 1100401, macho 12.7 mm longitud, 1.6 mm ancho (Figura 230).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Graening, G. O.; Slay, M.; Fenolio, D. Fecha: 14 Dic2004.

Etimología: El sustantivo "*simulator*" del latín que significa imitador o simulador, indica el parecido cercano de *C. simulator* a *C. steevesi*.

Grupo: Hobbsi.

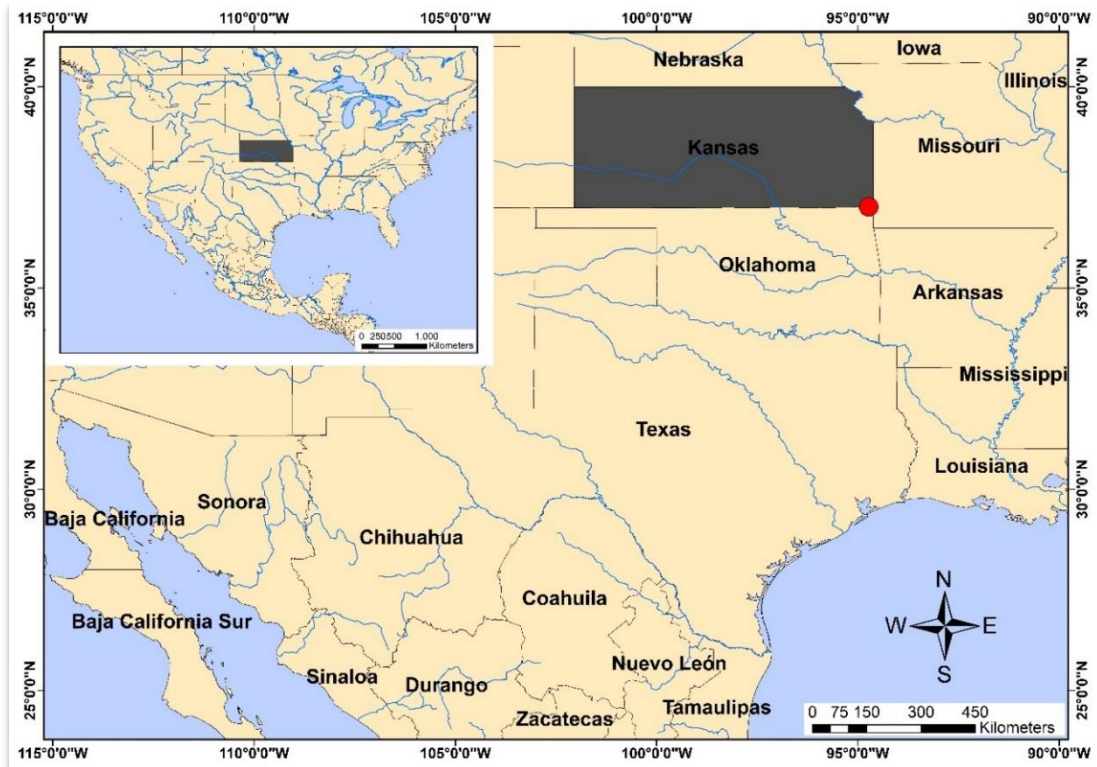


Figura 229. Localidad tipo *C. simulator*.

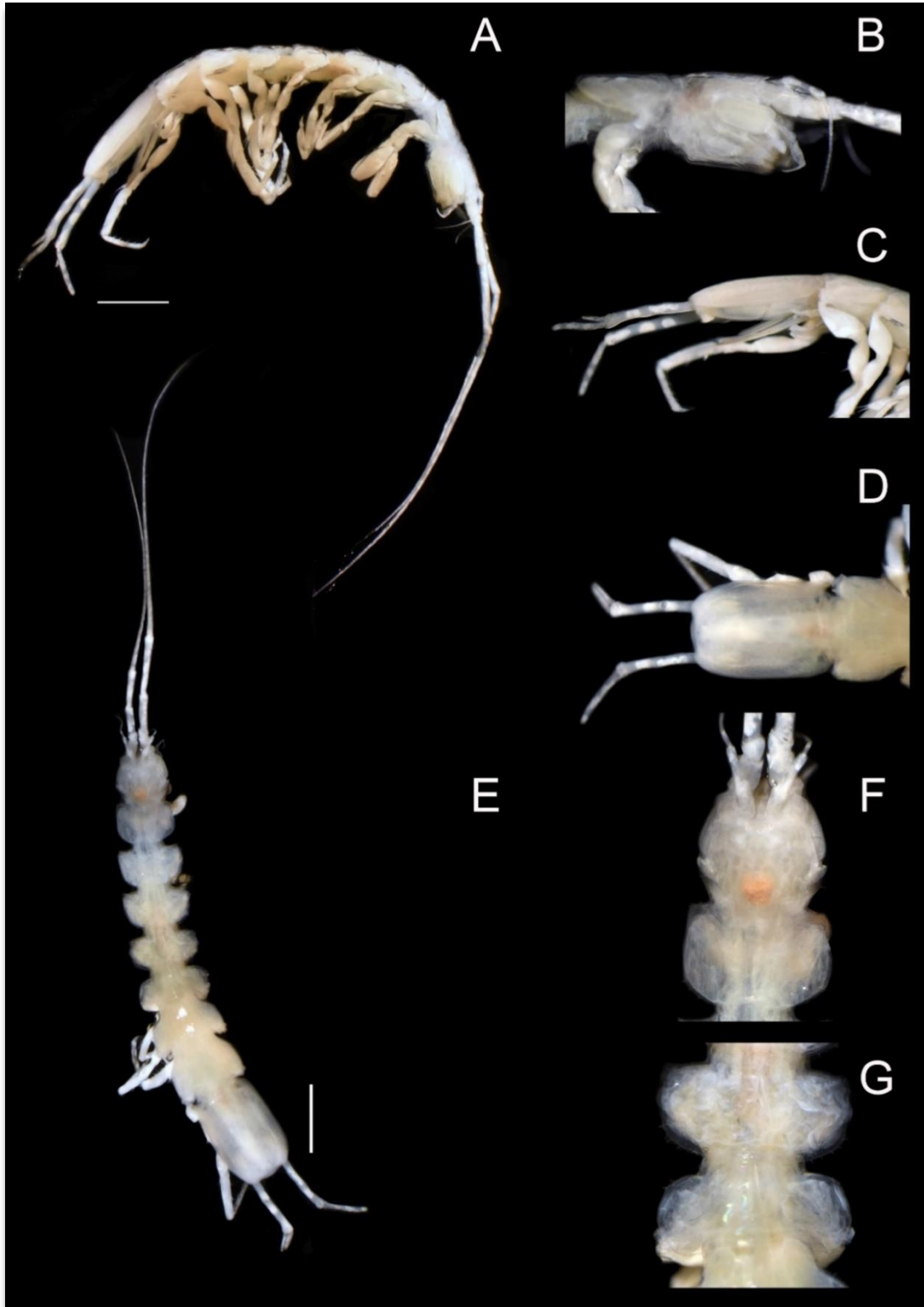


Figura 230. Macho *C. simulator* USNM 1100401, 12.7 mm de longitud, 1.6 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, pleotelson vista dorsal; F, cabeza vista dorsal; G, vista dorsal pereionitos IV y V. Escalas A y D = 2 mm.

Caecidotea sinuncus (Steeves, 1965)

Material Tipo: Holotipo: United States National Museum USNM 111144.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Holsinger, J. R. Fecha: 3 Ago 1963.

Localidad Tipo: West Virginia: Mystic Cave, 13 miles W of Franklin, Pendleton Co. (Figura 231).

Otro material examinado: West Virginia: Pendleton County, Blowhole Cave, 1.5 Mile SSE of Onego. Smithsonian Institution USNM 238952.

Observaciones en otro material examinado: Muestras perdidas, preparaciones semipermanentes con algunas estructuras. Colector: Holsinger, J. R. Fecha: 14 Ago 1973.

Etimología: *sinuncus*, latín =*sin*; *uncus*, gancho; llamado así debido a la ausencia de ganchos de acoplamiento en el margen mesial del segmento proximal del pleópodo I del macho.

Grupo: Cannula.



Figura 231. Localidad tipo *C. sinuncus*.

Caecidotea spatulata Mackin y Hubricht, 1940

Fig. 233

Material Tipo: Cotipos: United States National Museum USNM 76270.

Observaciones del Material Tipo: Sintipo. Colector: Hubricht, L. Fecha: 18 Abr 1937.

Localidad Tipo: Illinois: St Clair Co., swales, one mile south of Falling Spring (Figura 232).

Otro material examinado: Illinois: Carroll County, Smith Park Cave, 1-mile W of Mountain Carroll. Smithsonian Institution USNM 230293, macho 9.2 mm longitud, 1.4 mm ancho (Figura 233).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Peck, S. Fecha: 1 Nov 1965.

Etimología: Los urópodos son notables por ser muy anchos y aplanados, ensanchándose distalmente, lo que sugiere el nombre específico espatulado.

Grupo: Hobbsi.

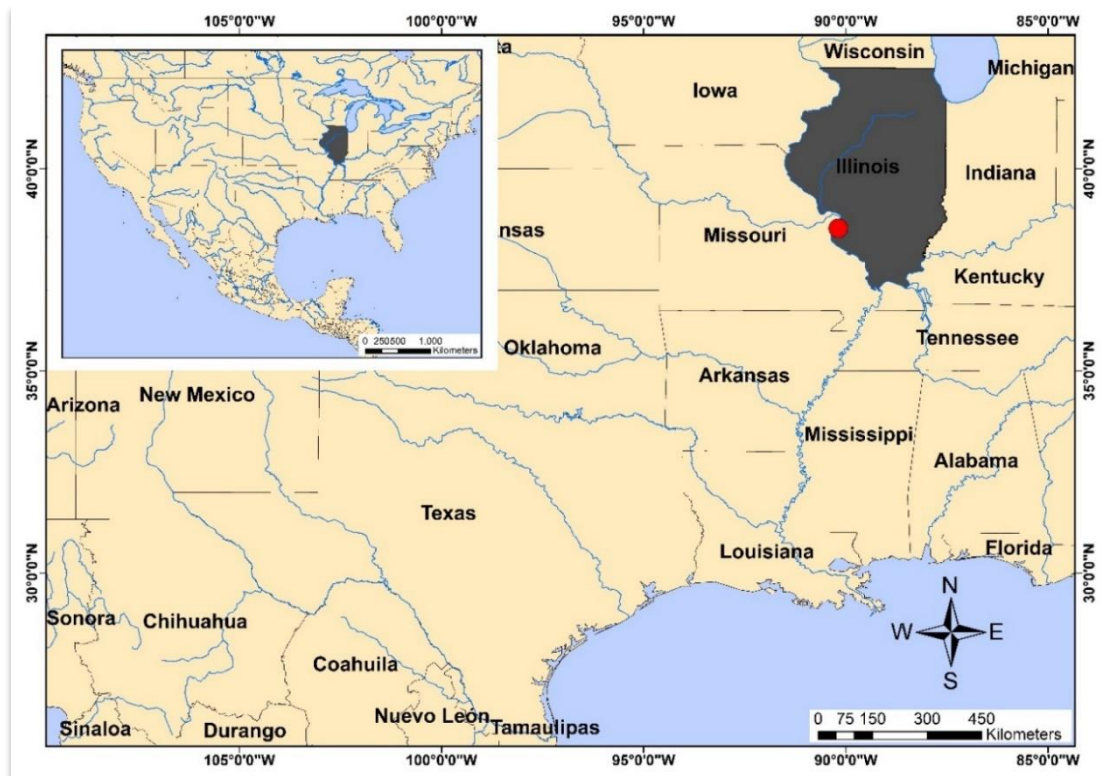


Figura 232. Localidad tipo *C. spatulata*.

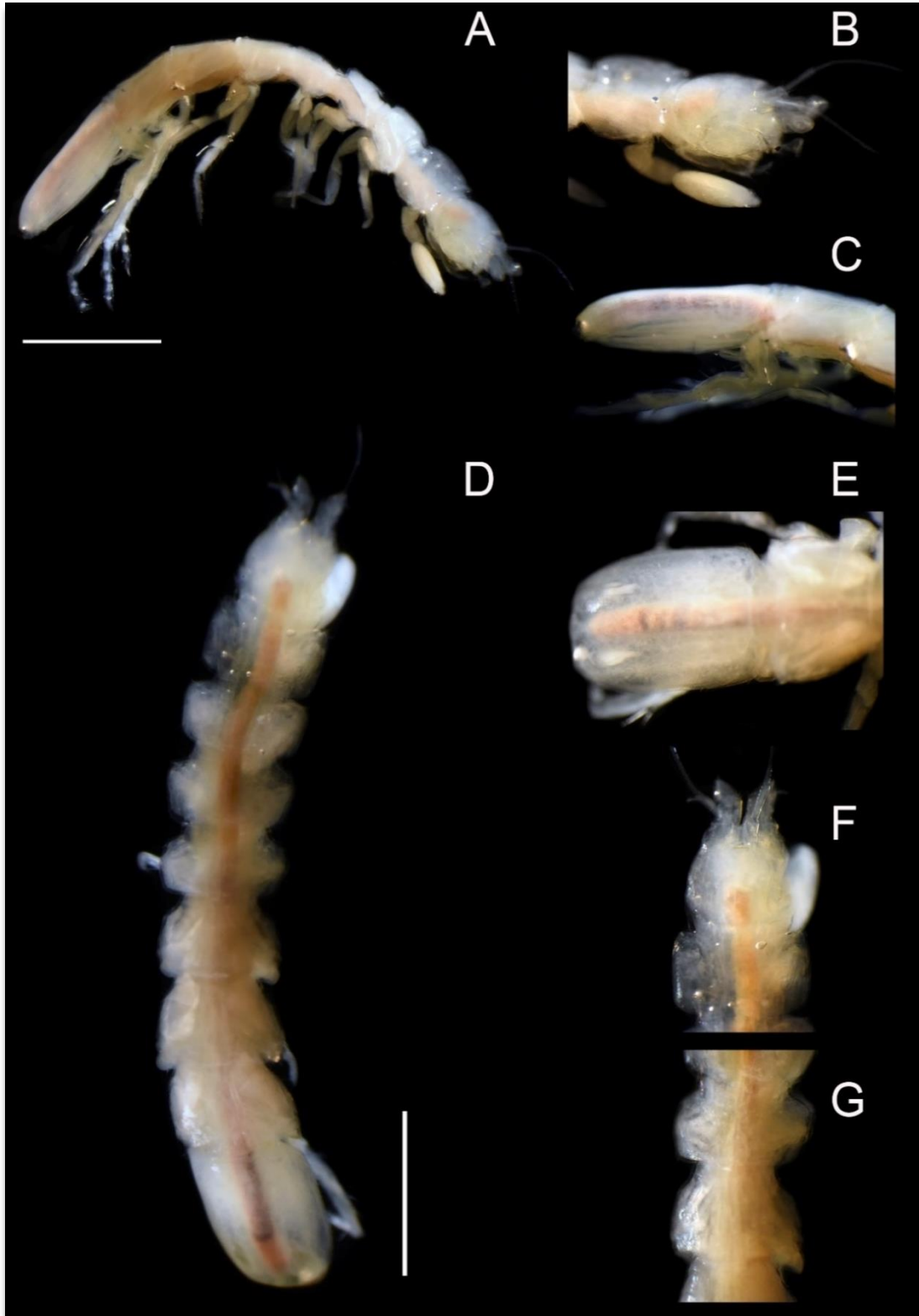


Figura 233. Macho *C. spatulata* USNM 230293, 9.2 mm de longitud, 1.4 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, pleotelson vista dorsal; F, cabeza vista dorsal; G, vista dorsal pereionitos IV y V. Escalas A y D = 2 mm.

Caecidotea steevesi (Fleming, 1972)

Fig. 235

Material Tipo: Holotipo: United States National Museum USNM 135727.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Holsinger; Norton Fecha: 20 Ago 1968.

Localidad Tipo: Missouri: Taken from Carrico Cave, Dade County (Figura 234).

Otro material examinado: Oklahoma: Adair County, Gallcatcher Cave. Smithsonian Institution USNM 1087448, macho 12.4 mm longitud, 2.0 mm ancho (Figura 235).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Graening, G. O.; Fenelio, D. F. Fecha: 2 May 2004.

Etimología: Esta especie lleva el nombre en honor del Dr. Harrison R. Steeves III, que ha contribuido enormemente a nuestro conocimiento de los asélidos troglobíticos de los Estados Unidos.

Grupo: Sin grupo.



Figura 234. Localidad tipo *C. steevesi*.

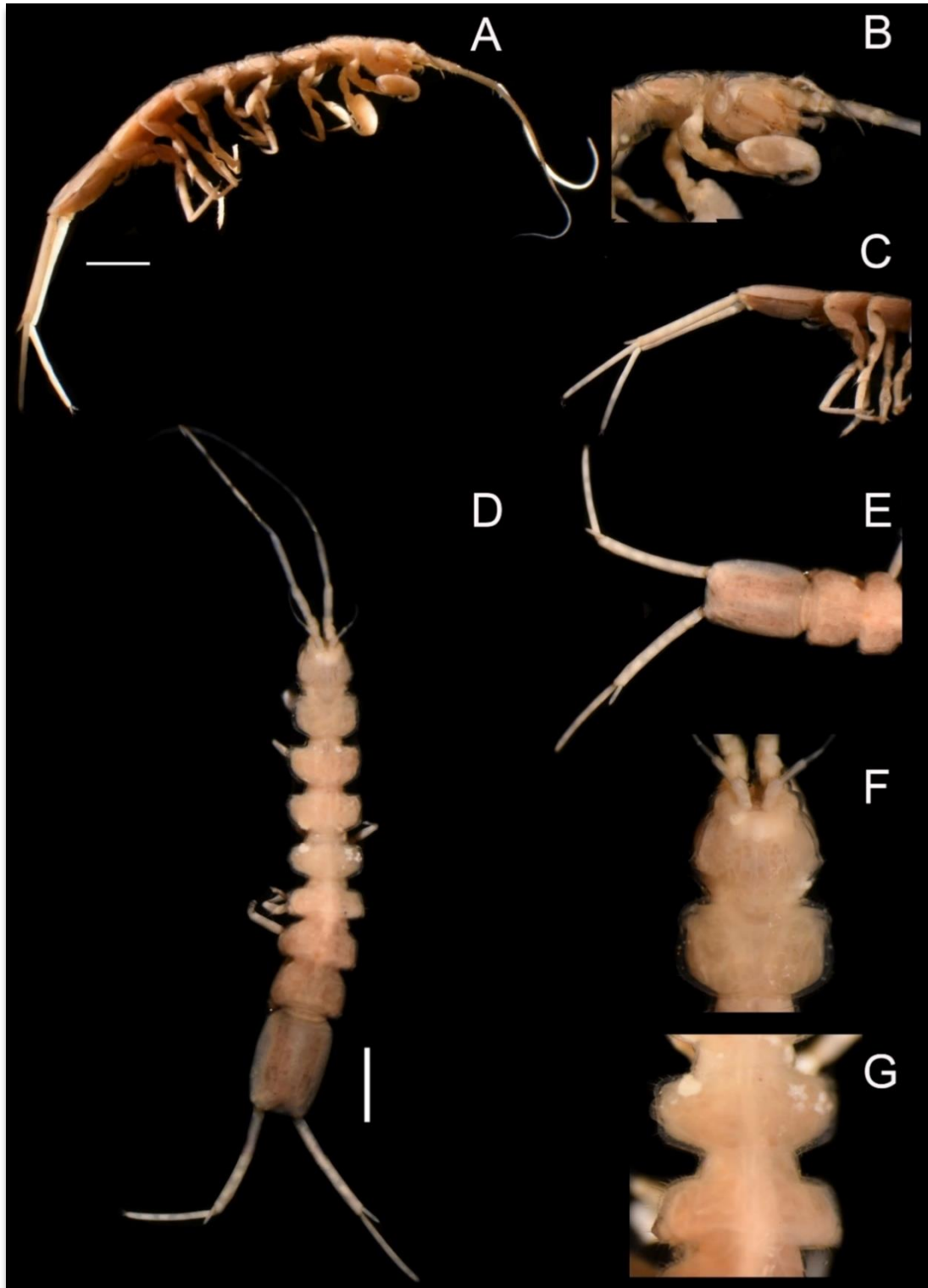


Figura 235. Macho *C. steevesi* USNM 1087448, 12.4 mm de longitud, 2.0 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, pleotelson vista dorsal; F, cabeza vista dorsal; G, vista dorsal pereionitos IV y V. Escalas A y D = 2 mm.

Caecidotea stiladactyla Mackin y Hubricht, 1940

Fig. 237

Material Tipo: Holotipo: United States National Museum USNM 77809.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Hubricht, L. Fecha: 29 Abr 1936.

Localidad Tipo: Arkansas: Small spring on roadside three and one-half miles south of Jasper, Newton Co (Figura 236).

Otro material examinado: Oklahoma: Delaware County, Spavinaw Bat Cave. Smithsonian Institution USNM 1087445, macho 11.0 mm longitud, 1.6 mm ancho (Figura 237).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Graening, G. O.; Fenolio, D. F.; Slay, M. Fecha: 18 Ene 2006.

Etimología: Los autores no mencionaron la etimología.

Grupo: Sin grupo.



Figura 236. Localidad tipo *C. stiladactyla*.

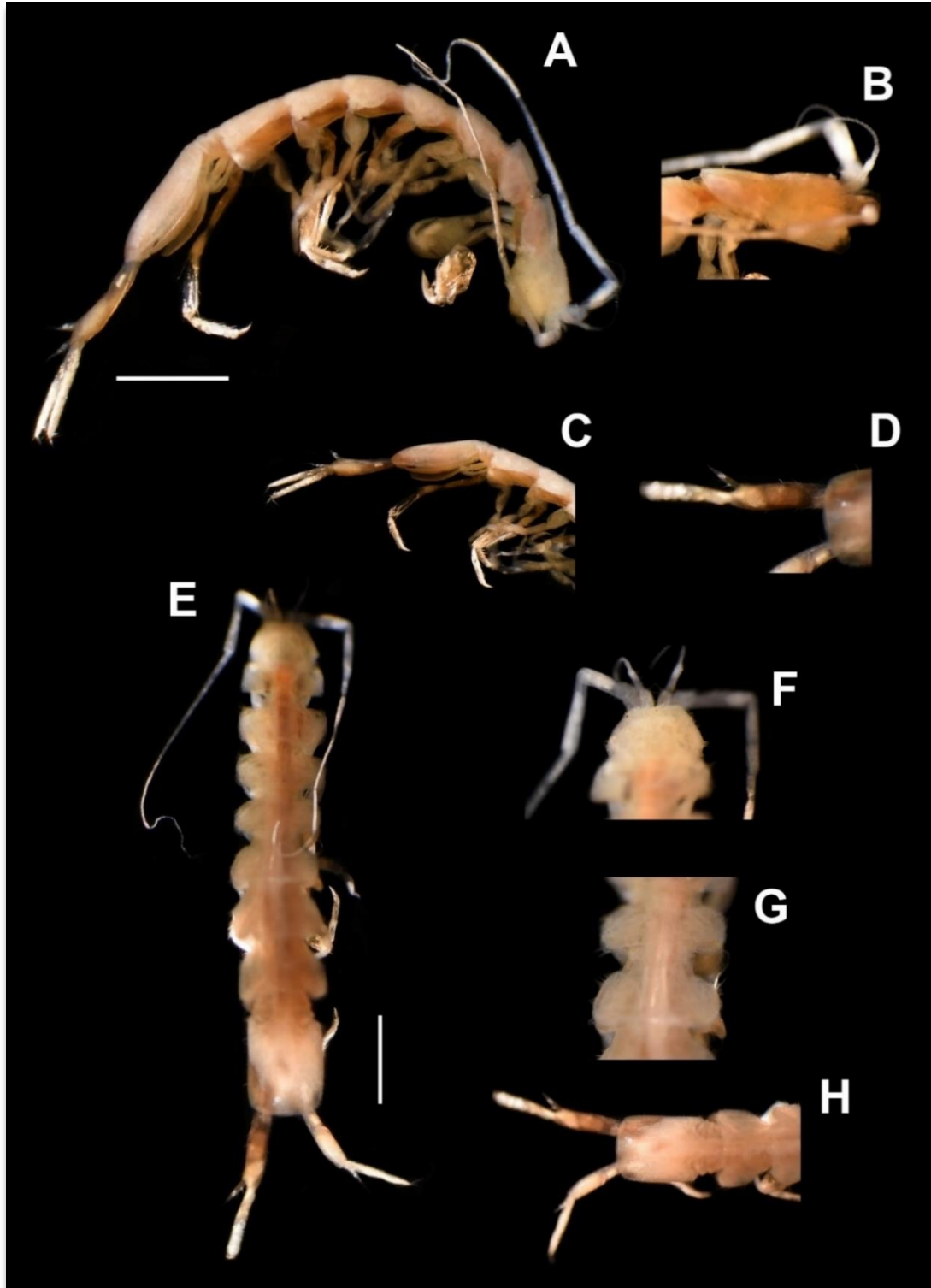


Figura 237. Macho *C. stiladactyla* USNM 1087445, 11.0 mm de longitud, 1.6 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, urópodo izquierdo; E, cuerpo vista dorsal; E, pleotelson vista dorsal; F, cabeza vista dorsal; G, vista dorsal pereionitos IV y V; H, pleotelson vista dorsal. Escalas A y D = 2 mm.

Caecidotea stygia Packard, 1871

Fig. 239

Material Tipo: The author did not mention the deposition of the specimen.

Observaciones del Material Tipo: Collected in the sandy bottom with Campodea in a shallow pool of water. Colector: Mr. C. Cooke. Fecha Ago 1871.

Localidad Tipo: Kentucky: Edmonson Co., Mammoth Cave. "It was found creeping over the fine sandy bottom, in company with the Campodea, in a shallow pool of water four or five miles from the mouth of the cave." (Packard, 1871) (Figura 238).

Otro material examinado: Ohio: Hamilton County, Mt. Airy Forest Park, picnic area 24 spring. National Museum of Natural History, Smithsonian Institution USNM 1436232, macho 20.5 mm longitud, 3.6 mm ancho, hembra 19,4 mm longitud, 3,5 mm ancho (Figura 239).

Observaciones en otro material examinado: Pleópodo III del macho dañado. Colector: Lewis, J. J. Fecha 5 May 2014.

Etimología: El autor no mencionó la etimología, solo se refiere a que "nuestro habitante de la cueva está casi aliado con Idotea, pero difiere en ser ciego y en otros detalles, y puede ser llamado *Caecidotea stygia*".

Grupo: Stygius.



Figura 238. Localidad tipo *C. stygia*.

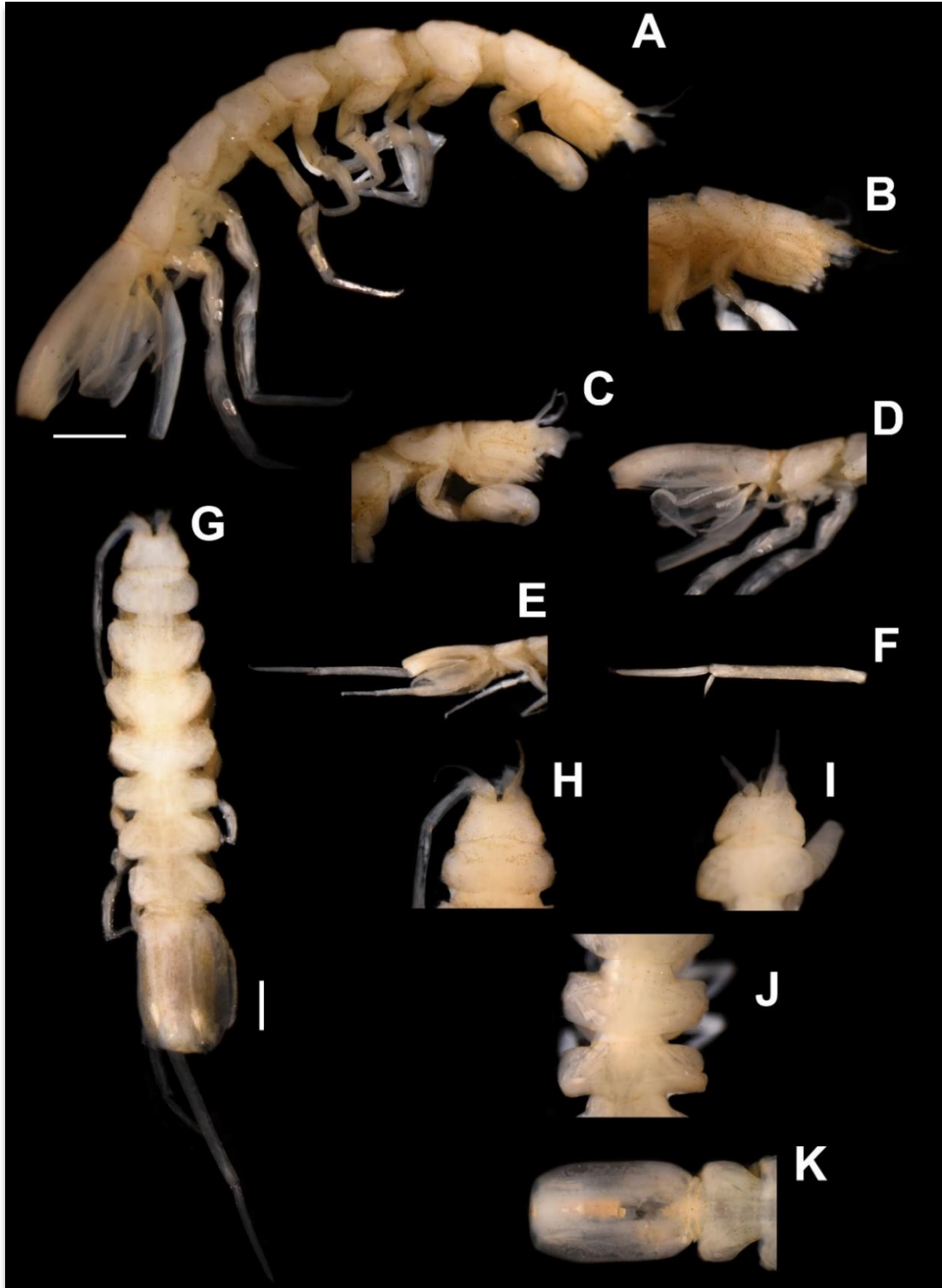


Figura 239. Macho *C. stygia*, USNM 1436232. A, cuerpo vista lateral, B, cabeza lateral, D, pleotelson vista lateral; F, urópodo; I, cabeza vista dorsal; J, pereionitos IV y V vista dorsal; K, pleotelson macho; G, hembra lateral; C, cabeza vista lateral; H, cabeza vista dorsal; E, pleotelson y urópodo izquierdo.

Caecidotea teresae Lewis, 1982

Fig. 241

Material Tipo: Holotipo: United States National Museum USNM 189468.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Lewis; Everitt Fecha: 19 Nov 1977.

Localidad Tipo: Indiana: Floyd Co., Indiana University Southeast campus, New Albany, drain tile near parking lot below Natural Sciences Building (Figura 240).

Otro material examinado: Indiana: Floyd County, New Albany, Indiana University, across street from, southeast, taken from old well. Smithsonian Institution USNM 1011500, macho 10.4 mm longitud, 1.4 mm ancho (Figura 241).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Lewis, J. J. Fecha: 28 Abr 1995.

Etimología: El autor no mencionó la etimología, pero podría estar relacionado con su esposa Teresa M. Lewis por su ayuda para hacer numerosas colecciones en los Ozarks y Ouachitas.

Grupo: Hobbsi.



Figura 240. Localidad tipo *C. teresae*.

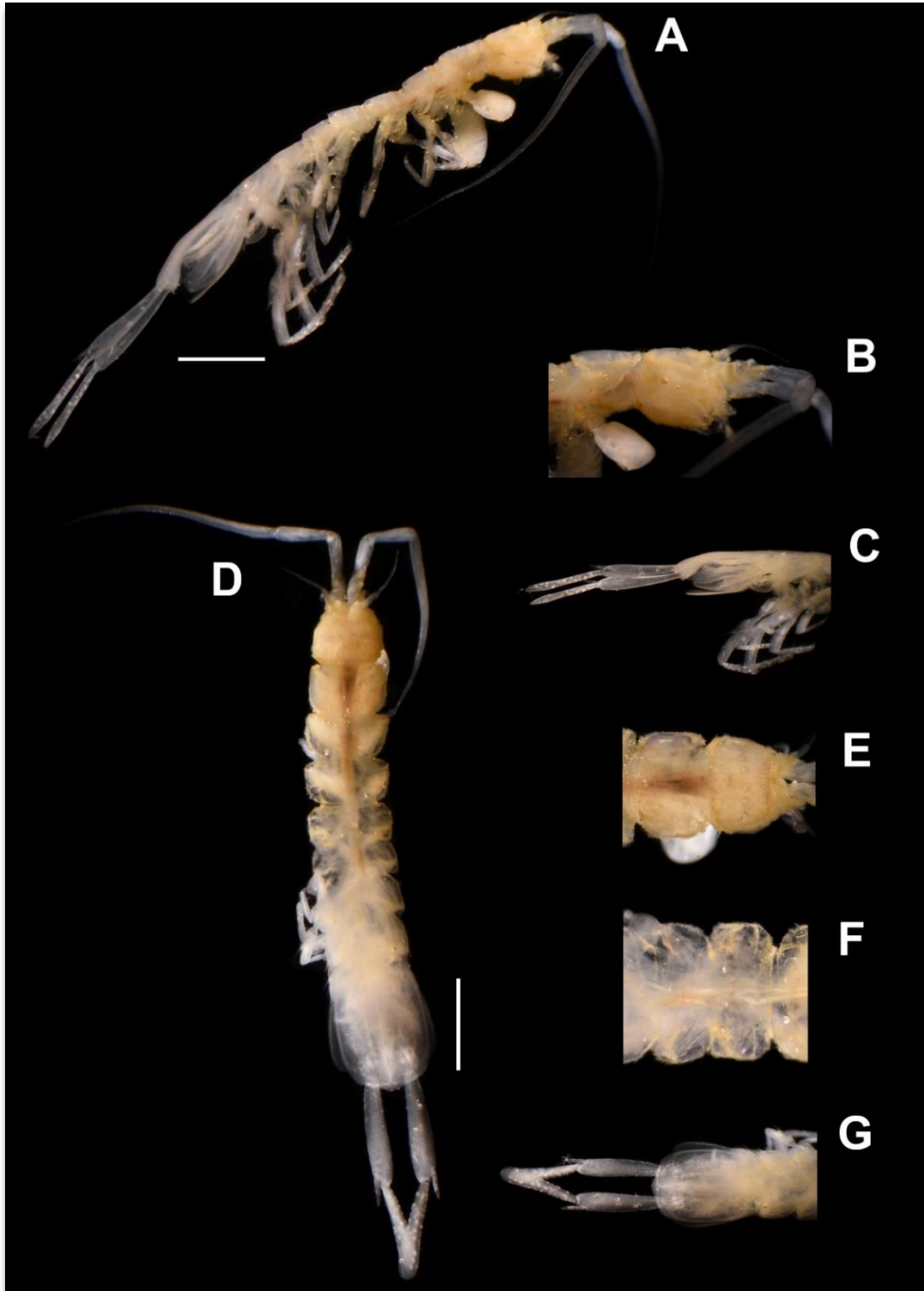


Figura 241. Macho *C. teresae* USNM 1011500, 10.4 mm de longitud, 1.4 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, vista pereionitos IV y V; G, pleotelson vista dorsal. Escalas A y D = 2 mm.

Caecidotea tomalensis (Harford, 1876)

Fig. 243

Material Tipo: Topotipo: United States National Museum USNM 141809.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Iverson; Carlton Fecha: 21 Feb 1972.

Localidad Tipo: California: Shallow freshwater pond on Audubon Canyon Ranch, Volunteer Canyon (one of several canyons leading from Bolinas Ridge to Bolinas Lagoon) Maryn County (Figura 242).

Otro material examinado: California: Sonoma County, Cheney Gulch 3 Mile SE Bodega Bay, Highway #1. Smithsonian Institution USNM 233379, macho 7.7 mm longitud, 2.3 mm ancho (Figura 243).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Brill, J. Fecha: Sep 1967.

Etimología: Los autores no mencionan la etimología, pero, podrían referirse a la localidad donde se recolectó la especie, Tomalless Bay, al norte de San Francisco.

Grupo: Sin grupo.

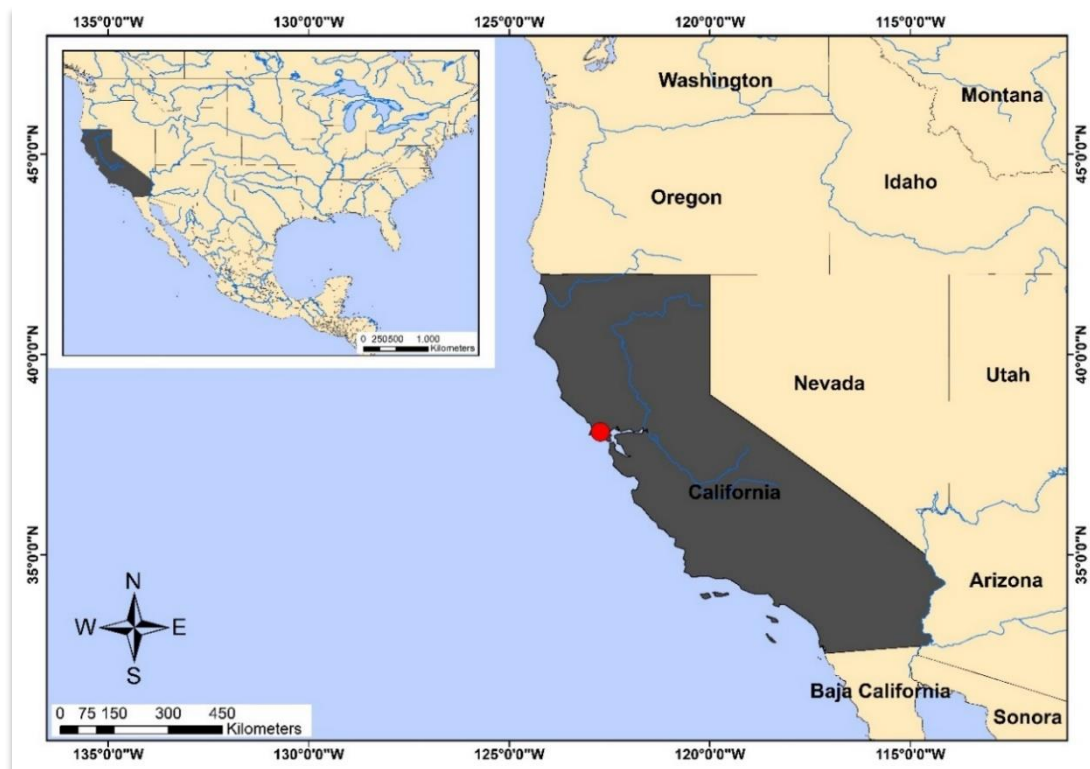


Figura 242. Localidad tipo *C. tomalensis*.

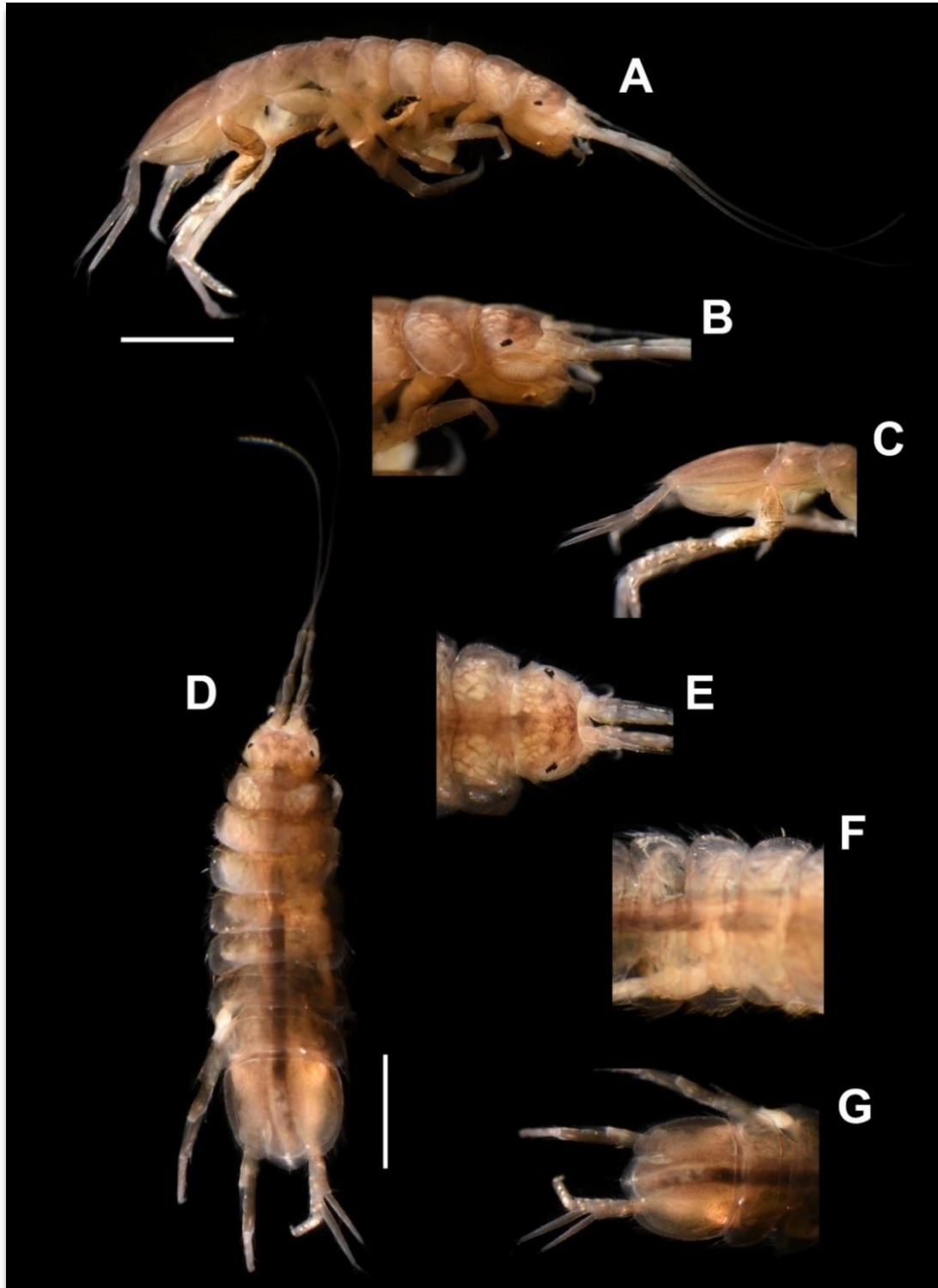


Figura 243. Hembra *C. tomalensis* USNM 233379, 7.7 mm de longitud, 2.3 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, vista pereionitos IV y V; G, pleotelson vista dorsal. Escalas A y D = 2 mm.

Caecidotea tridentata Hungerford, 1922

Fig. 245

Material Tipo: Holotipo: Kansas University Collection.

Localidad Tipo: Kansas: Cistern in Lawrence (Figura 244).

Otro material examinado: Oklahoma: Mayes County, Girl Scout Camp, Seep, 3.2 Mile S of Locust Grove. Smithsonian Institution USNM 189487, macho 9.0 mm longitud, 1.7 mm ancho (Figura 245).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Hubricht, L. Fecha: 21 May 1942.

Etimología: El autor no mencionó la etimología, pero esto podría referirse como dice en su clave de identificación "Propodio del primer par de patas armado con tres procesos triangulares".

Grupo: Hobbsi.



Figura 244. Localidad tipo *C. tridentata*.

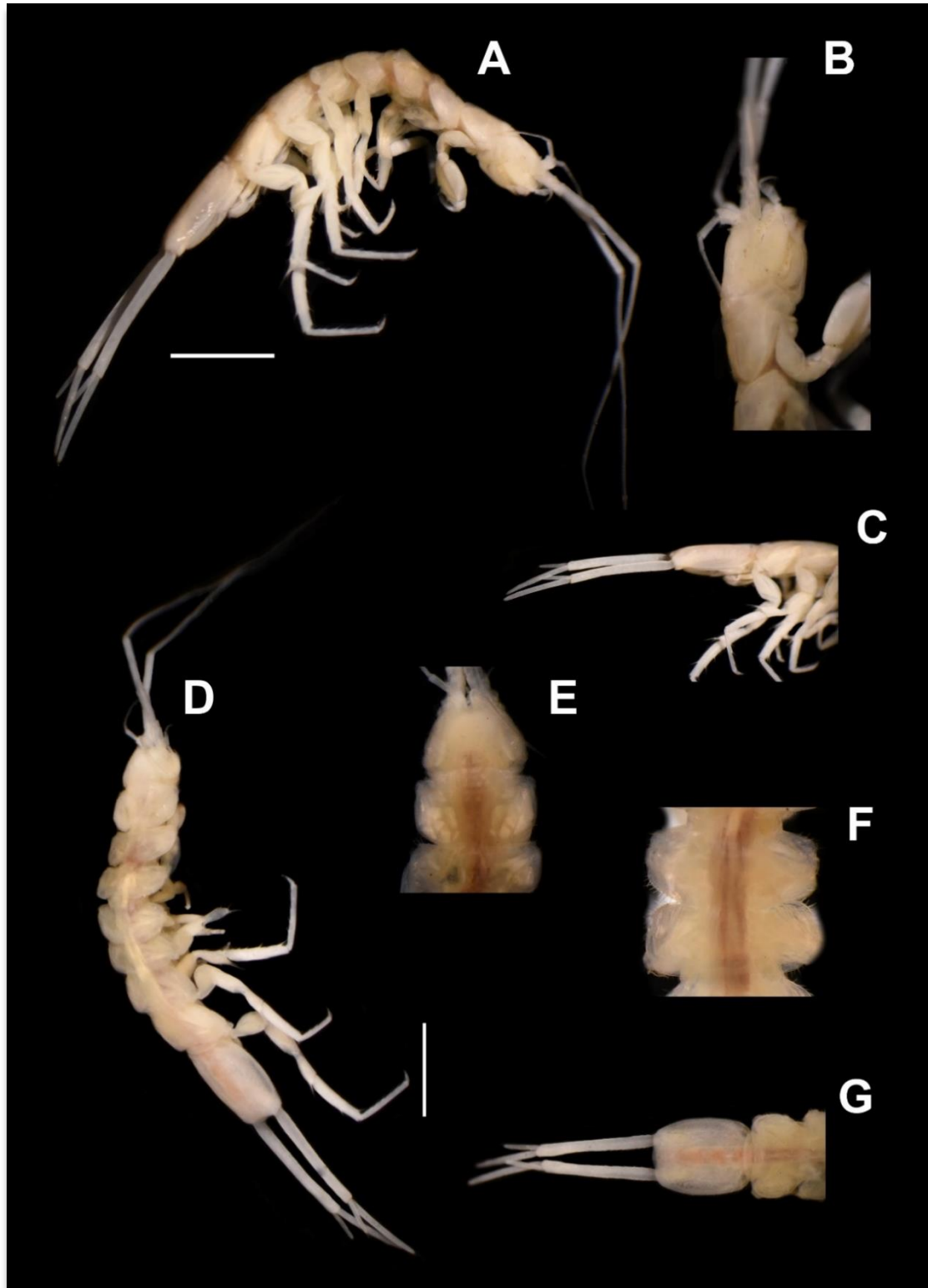


Figura 245. Macho *C. tridentata* USNM 189487, 9.0 mm de longitud, 1.7 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, vista pereionitos IV y V; G, pleotelson vista dorsal. Escalas A y D = 2 mm.

Caecidotea vandeli (Bresson, 1955)

Fig. 247

Material Tipo: Holotipo: Le Laboratoire de Zoologie générale de la Faculté des Sciences de Nancy possède des échantillons, provenant de ces deux régions, qui ont été mis à ma disposition par le Pr. P. A. Remy.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Dr. H. Henrot. Fecha: 6 Ago 1946.

Localidad Tipo: Virginia: Erhardt's Cave, at Ellet near Christianburg, Montgomery County (Figura 246).

Otro material examinado: Virginia: Giles, Canoe Cave. Smithsonian Institution USNM 1405941, macho 3.2 mm longitud, 0.4 mm ancho (Figura 247).

Observaciones en otro material examinado: Colector: Orndorff, W. Fecha: 29 Nov 2015.

Etimología: Especie dedicada al Profesor A. Vandel, Director del Laboratorio Subterráneo del Centro Nacional de Investigación Científica, Moulis (Ariège).

Grupo: Cannula.



Figura 246. Localidad tipo *C. vandeli*.

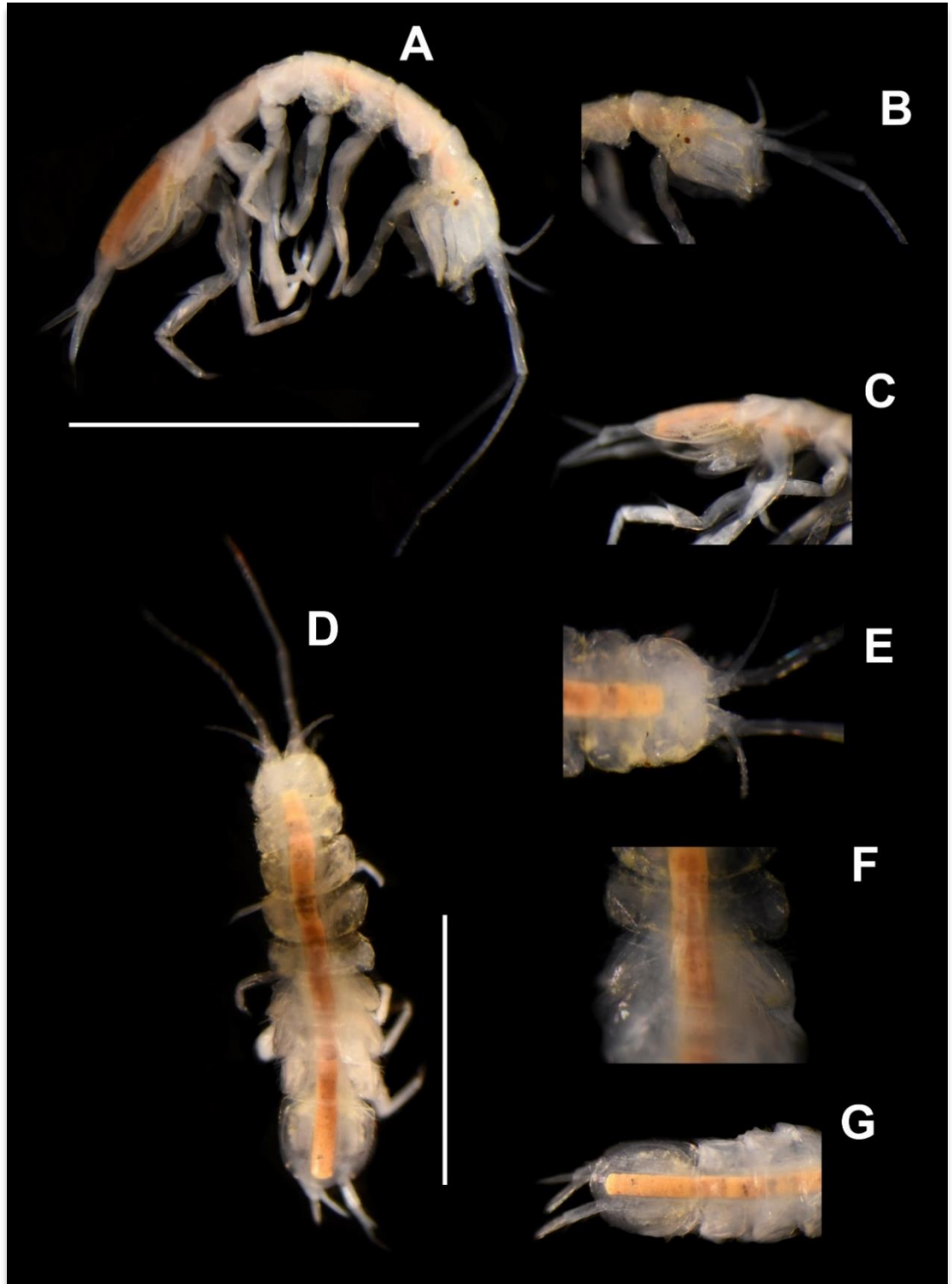


Figura 247. Macho *C. vandeli* 1405941, 3.2 mm de longitud, 0.4 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, pleotelson vista lateral; D, cuerpo vista dorsal; E, cabeza vista dorsal; F, vista pereionitos IV v V; G, pleotelson vista dorsal. Escalas A v D = 2 mm.

Caecidotea vomeroi Argano, 1977

Material Tipo: Holotipo: Conservado temporalmente presso l'Istituto di Zoologia dell'Università di Roma.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Argano; Vomero. Fecha: 28 Sep 1975.

Localidad Tipo: Chiapas: Cueva de Chital n. 2 (México, Ocosingo), 1390 MSNM (Figura 248).

Otro material examinado: Ninguno.

Etimología: La especie está dedicada a Vincenzo Vomero, quien ha participado en las últimas dos misiones bioespeleológicas en México y a cuya constante dedicación debemos gran parte de los resultados obtenidos.

Grupo: Chiapas.



Figura 248. Localidad tipo *C. vomeroi*.

Caecidotea camaxtli García-Vázquez, Ródriguez-Almaráz y Pedraza-Lara 2019

Fig. 250

Material Tipo: Holotipo macho, 16 mm de longitud, CNCR 34391 (Colección Nacional de Crustáceos (CNCR), Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México). Paratipos: 30 muestras, CNCR 34394; 20 especímenes (10 Machos, 10 hembras) FCB-UANL-C440-08177 (Colección Carcinológica de la Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, México).

Observaciones del Material Tipo: Holotipo el pleópodo II fue disecado y fotografiado utilizando microscopía electrónica de barrido. Colectores: García-Vázquez, L.; García, V. J.; Martínez, S. Fecha: 2 Abr 2017.

Localidad Tipo: Tlaxcala, Manantial El Ojito (19° 26' 11.10" N, 98° 07' 06.39" W; 2418 msnm), Municipio de Apizaco; Recols. García-Vázquez, L.; García, V. J.; Martínez, S.; 2 Abr 2017 (Fig. 249).

Otro material examinado: CNCR 34394, FCB-UANL-C440-08177. mismos datos de localidad, recolectores y fecha que el material tipo.

Etimología: Esta especie lleva el nombre de Camaxtli, el dios de la guerra tlaxcalteca, la fe y la caza que forma parte de la mitología del valle de Tlaxcala.

Grupo: Sin grupo.



Figura 249. Localidad tipo *C. camaxtli*.

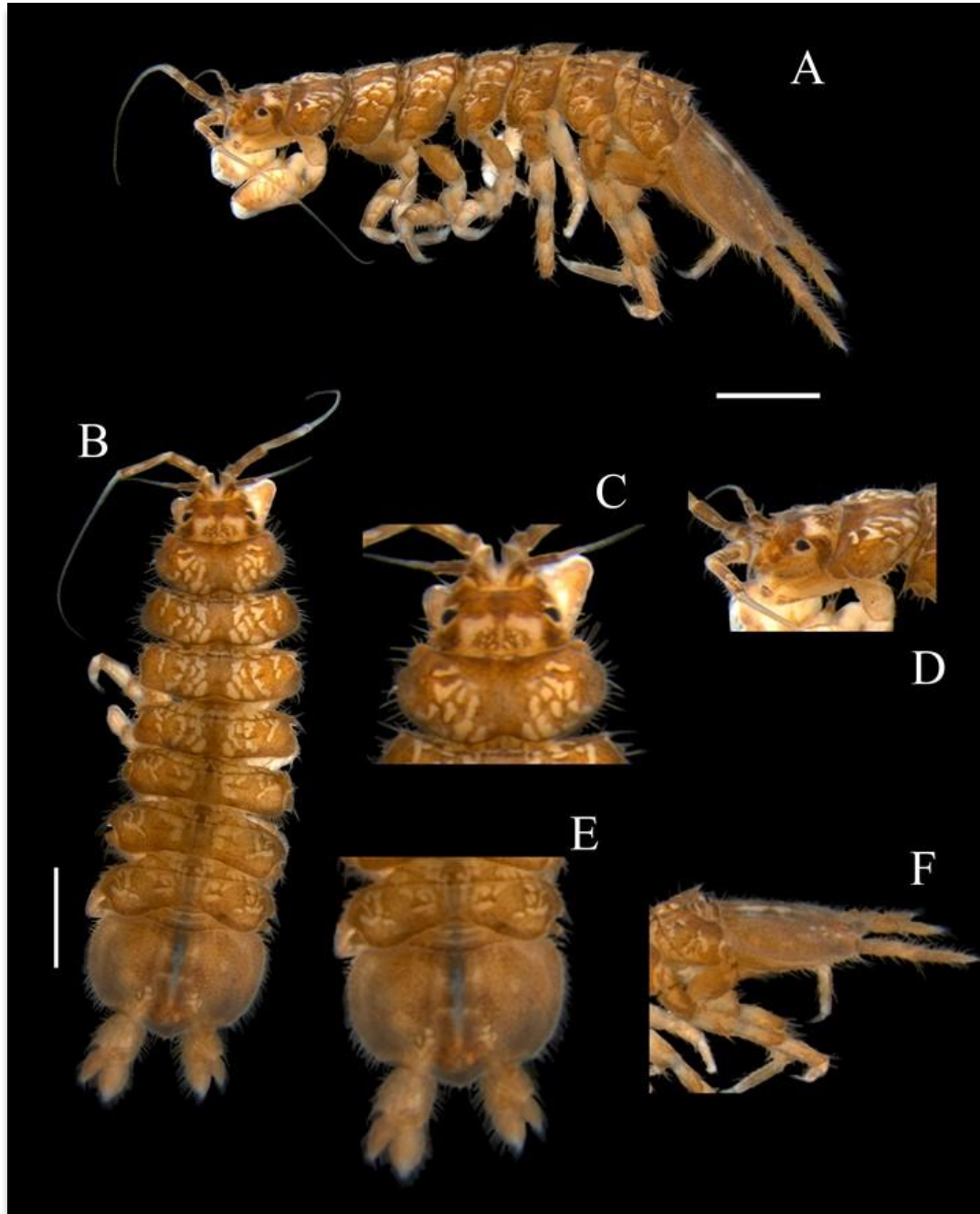


Figura 250. Macho *C. camaxtli* CNCR 34391, 16 mm de longitud, 4 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cuerpo vista dorsal; C, cabeza vista lateral; D, cabeza vista dorsal; E, pleotelson vista dorsal; F, pleotelson vista dorsal. Escalas A v B = 2.5 mm.

Caecidotea williamsi Escobar-Briones y Alcocer, 2002

Fig. 252

Material Tipo: Holotipo CNCR 18628.

Observaciones del Material Tipo: Recol. E. Escobar; Oct 1996.

Localidad Tipo: Puebla, Lago cráter de Alchichica (19° 24' 53.05" N, 97° 24' 10.71" W; 2322 msnm), Municipio de Tepeyahualco, México (Fig. 251).

Otro material examinado: Macho 6.2 mm longitud CNCR 11455 (Figura 252).

Observaciones en otro material examinado: Recols. García-Vázquez, L.; García, V. J.; Martínez, S.; 1 Abr 2017. Se sugiere la redescrición de la especie *C. williamsi*, pues morfológicamente la descripción original presenta inconsistencias (ver Escobar-Briones y Alcocer, 2002).

Etimología: Nombrada en honor del Dr. William D. Williams, de la Universidad de Adelaide, distinguido especialista en lagos salinos y autor de varios trabajos sobre los asélidos de Norte América.

Grupo: Sin grupo.



Figura 251. Localidad tipo *C. williamsi*.

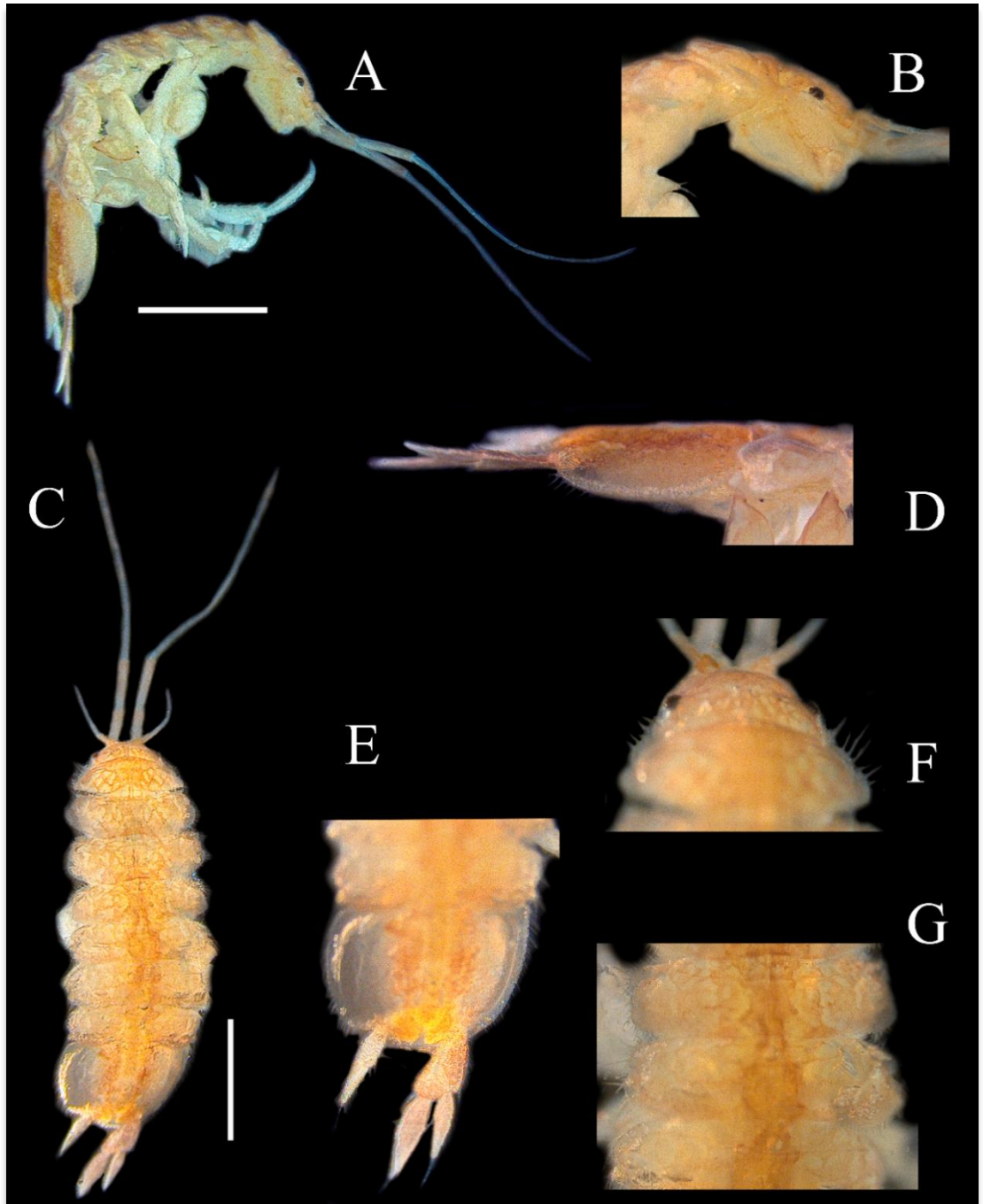


Figura 252. Macho *C. williamsi* CNCR 11455, 6.2 mm de longitud, A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, cuerpo vista dorsal; D, pleotelson vista lateral; E, pleotelson vista dorsal; F, Cabeza vista dorsal; G, pereionitos IV y V vista dorsal. Escalas A y C = 2 mm.

Caecidotea xochimilca Rocha-Ramírez y Peñaloza-Daniel, 2011

Fig. 254

Material Tipo: Holotipo: National Crustacean Collection IB-UNAM CNCR 25953.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Mauricio Padilla. Fecha: Abr 2008.

Localidad Tipo: Mexico City: Canal de Cuemanco, Lake Xochimilco, 19°17' 7.4"N 99°06' 8.3" W; altitude 2270 m (Figura 253).

Otro material examinado: CNCR 26876 macho, 5.2 mm longitud, 1.6 mm ancho (Figura 254).

Observaciones en otro material examinado: Colector: García-Vázquez, L.; García, V. J.; García, G. H. Fecha: 2017.

Etimología: El nombre de la especie se refiere a los primeros habitantes de una tribu náhuatl en el lago Xochimilco, en la Ciudad de México, que significa "plantación de flores"; allí se recolectó la especie. El nombre se usa como un adjetivo que coincide en género con el nombre genérico (femenino).

Grupo: Sin grupo.



Figura 253. Localidad tipo *C. xochimilca*.

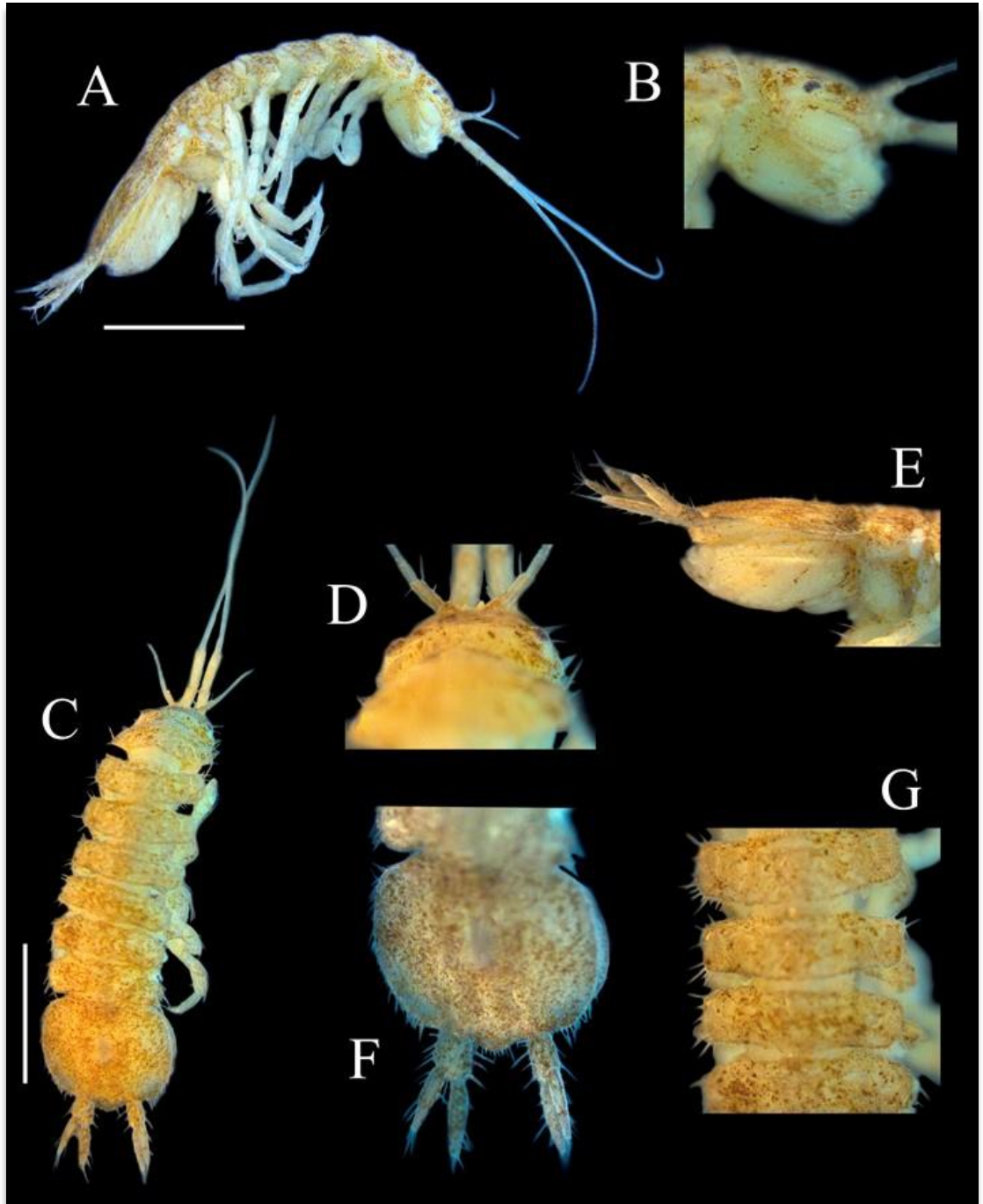


Figura 254. Macho *C. xochimilca* CNCR 26876, 5.2 mm de longitud, 1.6 mm de ancho. A, cuerpo vista lateral; B, cabeza vista lateral; C, cuerpo vista dorsal; D, cabeza vista dorsal; E, pleotelson vista lateral; F, pleotelson vista dorsal; G, vista dorsal pereionitos IV y V. Escalas A y C = 2 mm.

Caecidotea zullini Argano, 1977

Material Tipo: Holotipo: Temporary deposited in Instituto di Zoologia dell'Universita di Roma.

Observaciones del Material Tipo: Colector: Argano; Sbordon; Vomero; Zullini. Fecha: 29 Sep 1975.

Localidad Tipo: Chiapas: Cueva de Chanchanptic (Mexico, Sitala), 1200 MSNM (Figura 255).

Otro material examinado: Ninguno.

Observaciones en otro material examinado: Ninguno.

Etimología: El autor no mencionó la etimología, pero podría estar relacionada con su colega A. Zullini.

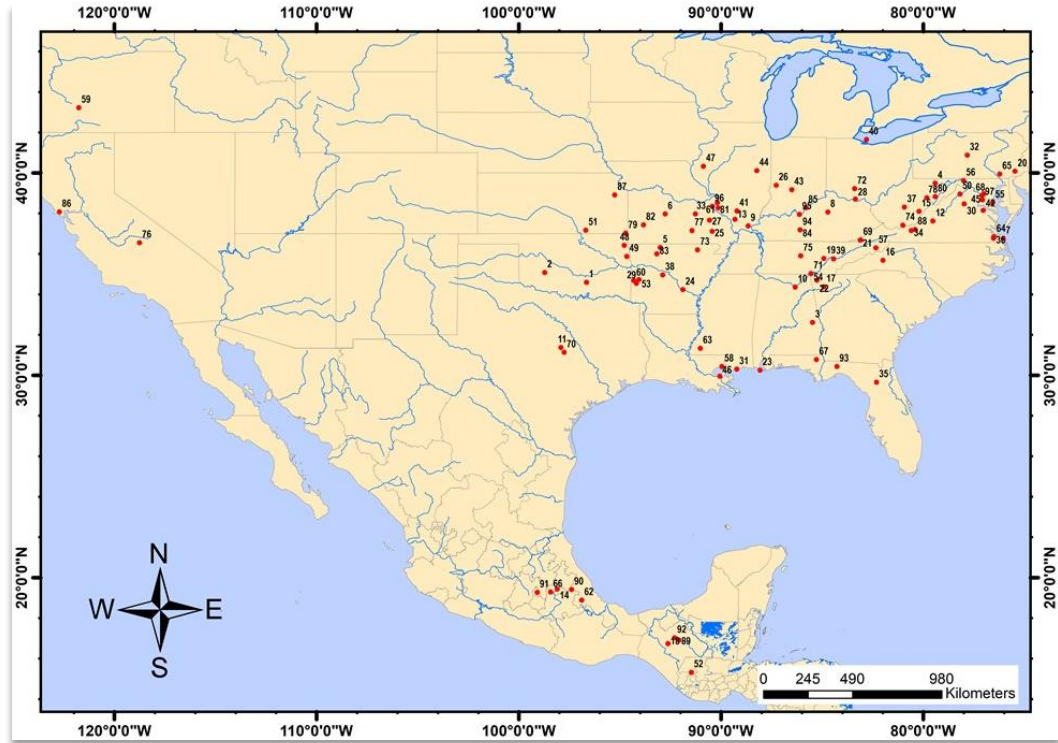
Grupo: Chiapas.



Figura 255. Localidad tipo *C. zullini*.

Distribución del género *Caecidotea* en América

El siguiente mapa concentra todas las especies y subespecies del género *Caecidotea* válidas en América (Figura 256).



Especies válidas y subespecies del género *Caecidotea*

- | | | | | |
|-----------------------------|-------------------------------|------------------------------|----------------------------|-------------------------------------|
| 1. <i>C. acuticarpa</i> | 21. <i>C. cumberlandensis</i> | 41. <i>C. intermedia</i> | 61. <i>C. packardi</i> | 81. <i>C. spatulata</i> |
| 2. <i>C. adenta</i> | 22. <i>C. cyrtorhynchus</i> | 42. <i>C. jeffersoni</i> | 62. <i>C. pasquinii</i> | 82. <i>C. steevesi</i> |
| 3. <i>C. alabamensis</i> | 23. <i>C. dauphina</i> | 43. <i>C. jordani</i> | 63. <i>C. paurotrigona</i> | 83. <i>C. stiladactyla</i> |
| 4. <i>C. alleghenyensis</i> | 24. <i>C. dentadactyla</i> | 44. <i>C. kendeighi</i> | 64. <i>C. phreatica</i> | 84. <i>C. stygia</i> |
| 5. <i>C. ancyla</i> | 25. <i>C. dimorpha</i> | 45. <i>C. kenki</i> | 65. <i>C. pricei</i> | 85. <i>C. teresae</i> |
| 6. <i>C. antricola</i> | 26. <i>C. dunlaporum</i> | 46. <i>C. laticaudata</i> | 66. <i>C. puebla</i> | 86. <i>C. tomalensis</i> |
| 7. <i>C. attenuata</i> | 27. <i>C. extensolinguala</i> | 47. <i>C. lesliei</i> | 67. <i>C. putea</i> | 87. <i>C. tridentata</i> |
| 8. <i>C. barri</i> | 28. <i>C. filicispeluncae</i> | 48. <i>C. mackini</i> | 68. <i>C. racovitzai</i> | 88. <i>C. vandeli</i> |
| 9. <i>C. beattyi</i> | 29. <i>C. fonticulus</i> | 49. <i>C. macropropoda</i> | 69. <i>C. recurvata</i> | 89. <i>C. vomeroi</i> |
| 10. <i>C. bicrenata</i> | 30. <i>C. forbesi</i> | 50. <i>C. mausi</i> | 70. <i>C. reddelli</i> | 90. <i>C. williamsi</i> |
| 11. <i>C. bilineata</i> | 31. <i>C. foxi</i> | 51. <i>C. metcalfi</i> | 71. <i>C. richardsonae</i> | 91. <i>C. xochimilca</i> |
| 12. <i>C. bowmani</i> | 32. <i>C. franzi</i> | 52. <i>C. mitchelli</i> | 72. <i>C. rotunda</i> | 92. <i>C. zullini</i> |
| 13. <i>C. brevicauda</i> | 33. <i>C. fustis</i> | 53. <i>C. montana</i> | 73. <i>C. salemensis</i> | 93. <i>C. australis racovitzai</i> |
| 14. <i>C. camaxtli</i> | 34. <i>C. henroti</i> | 54. <i>C. nickajackensis</i> | 74. <i>C. scrupulosa</i> | 94. <i>C. bicrenata whitei</i> |
| 15. <i>C. cannula</i> | 35. <i>C. hobbsi</i> | 55. <i>C. nodula</i> | 75. <i>C. scypha</i> | 95. <i>C. bivittatus brevicauda</i> |
| 16. <i>C. carolinensis</i> | 36. <i>C. hoffmani</i> | 56. <i>C. nordeni</i> | 76. <i>C. sequoiae</i> | 96. <i>C. brevicauda brevicauda</i> |
| 17. <i>C. catachaetus</i> | 37. <i>C. holsingeri</i> | 57. <i>C. nortoni</i> | 77. <i>C. serrata</i> | 97. <i>C. racovitzai racovitzai</i> |
| 18. <i>C. chiapas</i> | 38. <i>C. holti</i> | 58. <i>C. obtusa</i> | 78. <i>C. simonini</i> | |
| 19. <i>C. circulus</i> | 39. <i>C. incurva</i> | 59. <i>C. occidentalis</i> | 79. <i>C. simulator</i> | |
| 20. <i>C. communis</i> | 40. <i>C. insula</i> | 60. <i>C. oculata</i> | 80. <i>C. sinuncus</i> | |

Figura 256. Distribución de las especies válidas pertenecientes al género *Caecidotea* de América. En la parte inferior del mapa se encuentran listadas las especies que aparecen en el mismo.

DISCUSIÓN

El género *Caecidotea* de acuerdo con García-Vázquez *et al et al.* (2019), se encuentra conformado por 93 especies y 3 subespecies, sin embargo, en su publicación no brindan un listado de las especies que ellos consideraron como válidas, es por ello que este estudio ofrece un listado con las especies válidas hasta hoy, en el cual se contabilizaron 70 especies y una subespecie restringidas a ambientes subterráneos, 21 especies y cuatro subespecies de ambientes epigeos, para un nuevo total de 92 especies y cinco subespecies. De estas, 66 y una subespecie pertenecen a cuevas localizadas en los EE. UU. cuatro especies de cuevas localizadas en México y una especie subterránea en Guatemala. Para el caso de las especies epigeas EE. UU. registra 17 especies y cuatro subespecies, mientras que México únicamente tiene presencia de cuatro especies.

De las 82 especies depositadas en la colección del USNM fue posible fotografiar únicamente 80 especies y cuatro subespecies. Las siguientes especies no fueron localizadas, *C. circulus* (el lote no tenía presencia de asélidos, únicamente anfípodos), *C. insula* descrita por Lewis (2013), en su publicación no incluye números de catálogo por lo que se le solicitó al autor los números de acceso a los especímenes de la serie tipo que son los siguientes UNSM 1156543 y USNM 1156544, pero esta especie no pudo ser localizada durante la estancia, por ello no se incluye su lámina fotográfica. *C. lesliei* (los especímenes localizados en el lote se encontraban incompletos y resultaron inservibles para fotografiar). *C. sinuncus* (especímenes perdidos, preparaciones con apéndices disecados, recomendamos la designación de un nuevo topotipo).

En la CNCR se encuentran depositadas cuatro especies, todas fueron fotografiadas. De las especies registradas para México no fue posible fotografiar aquellas las provenientes de cuevas, pues muchas de ellas no fueron depositadas en una colección nacional de México, los especímenes de *C. pasquinii* de la serie tipo se encuentran en el Museo de Historia Natural de Verona, Italia, los tipos de la especie *C. vomeroi* en el Instituto de Zoología de la Universidad de Roma al igual que *C. zullini*.

Dentro del catálogo es posible apreciar que una gran parte del material fotografiado se encuentra en mal estado de curación, principalmente en la colección del USNM, mientras que en la CNCR el material biológico en general se encuentra bien preservado.

En este punto sugerimos que para futuras descripciones de especies se incluyan fotografías tal y como se abordaron las láminas en el presente catálogo, pues esto permitirá que, si los especímenes de la serie tipo o paratipos llegasen a sufrir daños o el material tipo está extraviado, al menos se cuente con el registro fotográfico de la especie para consulta en un acervo digital de la colección o dentro de la misma descripción de la especie. Esto permitirá designar con mayor certeza un Neotipo y con ello fijar la identidad de la especie.

El Código Internacional de Nomenclatura Zoológica (CINZ), no contiene un apartado referente a este punto como tal a fotografía, sin embargo, podría proponerse algo similar a lo empleado en Código Internacional de Nomenclatura para Algas, Hongos, y plantas (Código de Zhenzhen) (2018) en donde en su Capítulo II sobre el Estatus, Tipificación y Prioridad de Nombres en la Sección 1, Definiciones de Estatus, Artículo 6, Apartado 6.1 cita “Aquí y en otras partes de este Código, el término "ilustración" designa una obra de arte o **una fotografía** que representa una característica o características de un organismo, p. un dibujo, una imagen de una muestra de herbario o una micrografía electrónica de barrido”, y tal tema dentro del Código Internacional de Nomenclatura Zoológica (1999), no ha sido abordado de la misma forma, únicamente se menciona dentro del capítulo 4 de los Criterios de Disponibilidad dentro del Artículo 10 sobre las Disposiciones que confieren disponibilidad en la Recomendación 10A de la Responsabilidad de redactores y editores, se cita textualmente “ Un redactor debiera asegurarse de que el conjunto de descripción e ilustraciones relativas a un nuevo taxón nominal y concretamente cualquier acto nomenclatural o dato necesario para hacer disponible un nombre, se publiquen en la misma obra y el mismo día”, sin embargo no menciona algo relacionado a fotografías. En este punto, basados en la recomendación 16F del CINZ 4^a ed., que a la letra menciona *“Ilustraciones de los ejemplares tipo. Siempre que sea posible, en la obra en que se describa el nuevo taxón nominal, se deberían incluir ilustraciones del holotipo o de los sintipos, en las que se muestren los caracteres distintivos del taxón.”* En nuestra sugerencia, solicitamos la inclusión de fotografías en vista dorsal y lateral del Holotipo, solo como apoyo visual sin afán de sustituir a los especímenes tipo ya que en la sección 73.1.4. menciona que *“el hecho de que el ejemplar ya no exista o no se pueda encontrar no invalida la designación de por sí”*, si tomamos en cuenta una fotografía como ilustración.

Existen al menos dos especies de amplia distribución en EE. UU. *C. communis* y *C. racovitzai*, las cuales han sido encontradas en simpatria en los estados de Arkansas, California, Carolina del Norte, Connecticut, Florida, Georgia, Indiana, Maine, Maryland, Massachussets, Michigan, Misisipi, Nueva York, Pensilvania, Virginia, Vermont, Washington, (Williams, 1970; Lewis, 2009; Lewis *et al.* 2011; Graening *et al.* 2012), sin embargo, esta amplitud en el rango de distribución puede deberse a identificaciones erróneas de ambas especies, por lo que podría hablarse de dos complejos de especies en donde el complejo de *C. communis* fue propuesto por Argano (1977) para México, sin embargo, esta hipótesis ha sido puesta en duda en el trabajo de García-Vázquez *et al.* (2019) en el que mencionan que la especie *C. communis sensu stricto* podría no estar presente en México, además de lo realizado en este mismo estudio en los dos primeros capítulos, tanto en la caracterización molecular de las especies epigeas como en la descripción de los nuevos endemismos, ninguno coincide con la morfología de *C. communis*. La amplia distribución de ambas especies también pueden deberse a introducciones antrópicas de flora y fauna acuáticas de importancia económica como ornato en el caso de las plantas o pesquera como en los peces en la que una gran diversidad de invertebrados acuáticos forman parte de la fauna de acompañamiento las cuales son vertidas en nuevos sitios y que como se ha estudiado en otros grupos de crustáceos dulceacuícolas (principalmente en decápodos), estas se conocen como especies invasoras, las cuales se caracterizan por ser depredadoras activas, por lo que se establecen exitosamente en nuevos sitios y comienzan a desplazar a las especies nativas ocasionando su declive poblacional (Aguirre *et al.* 2009; Alvarez *et al.* 2014).

Como se observó a lo largo de este catálogo, la diversidad de especies de EE. UU. es 8.6 veces mayor que en México, lo que está directamente relacionado al reducido número de estudios que se han desarrollado para este grupo de isópodos conducidos hasta la fecha, por lo que esperamos que futuros estudios taxonómicos enfocados al género *Caecidotea* tanto de poblaciones epigeas hacia ambos lados de la Faja Volcánica Transmexicana, como dentro de hábitats acuáticos en cuevas de las zonas kársticas de México, contribuirán con nuestro entendimiento sobre la biología, conducta, distribución e historias de vida de las distintas especies que conforman este género en territorio mexicano.

CONCLUSIONES

- Se validan 92 especies y 5 subespecies del género *Caecidotea*, de las cuales, 70 spp. y 1 subespecie provienen de hábitats subterráneos, 22 spp. epigeas y 5 subespecies de ambientes epigeos. Este catálogo incluyó 80 especies y cuatro subespecies.
- Se necesita fotografiar las siguientes especies, *C. bicrenata*, *C. cyrtorhynchus*, *C. extensolinguala*, *C. insula*, *C. lesliei*, *C. metcalfi*, *C. mitchelli*, *C. pasquinii*, *C. scypha*, *C. sinuncus*, *C. vomeroi* y *C. zullini*, y la subespecie *Caecidotea bivittatus brevicauda*, esto porque no están depositadas en el USNM o no fueron localizadas en la colección.
- Proponemos que se incluyan fotografías como en las láminas de este trabajo en futuras descripciones de especies.
- Se necesita un mejor proceso de curación en la colección del USNM en este grupo de isópodos.
- Se propone la realización de recolectas de aquellas especies que no están depositadas en la CNCR, *C. chiapas*, *C. pasquinii*, *C. vomeroi* y *C. zullini* para que pasen a formar parte del acervo biológico nacional y con esto se complemente el catálogo fotográfico, además de la posibilidad de ser empleadas en futuros estudios de análisis genéticos.
- Las especies *C. communis* y *C. racovitzai* pueden considerarse dos complejos de especies debido a su amplia distribución.
- La subespecie *C. brevicauda brevicauda* está más cercanamente relacionada al género *Lirceus* por su morfología que al género *Caecidotea*, por lo que debería realizarse una reasignación genérica.

LITERATURA CITADA

- Aguirre MA, Mendoza R, Arredondo H, Arriaga L, Campos E, Contreras S, Elías M, Espinosa FJ, Fernández I, Galaviz L, García de León FJ, Lazcano D, Martínez M, Meave ME, Medellín RA, Naranjo E, Olivera MT, Pérez M, Rodríguez G, Salgado G, Samaniego A, Suárez E, Vibrans H, Zertuche JA. 2009. Especies exóticas invasoras: impactos sobre las poblaciones de flora y fauna, los procesos ecológicos y la economía. Pp. 277-318. In: R. Dirzo, R. González y I. J. March (comps.). Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), México, 821 pp.
- Ahyong S, Lowry J, Alonso M, Bamber R, Boxshall G, Castro P, Gerken S, Karaman G, Goy J, Jones D, Meland K, Rogers D, Svavarsson J. 2011. Subphylum Crustacea Brünnich, 1772. In: Zhang Z-Q (ed.) Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness. Zootaxa, 3148: 165–191.
- Alvarez F, Bortolini JL, Villalobos JL, García L. 2014. La presencia del acocil australiano *Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1868) en México. A.M. Low-Pfeng, P.A. Quijón, E. Peters-Recagnos (Eds.), Especies invasoras acuáticas: casos de estudio en ecosistemas de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México D.F. p. 603
- Argano R. 1972. An asellid of the subterranean waters of Veracruz, Mexico (Crustacea, Isopoda). Accademia Nazionale dei Lincei Quaderno. 171: 35–42.
- Argano R. 1977. Asellota del Messico meridionale e Guatemala (Crustacea, Isopoda). Accademia Nazionale dei Lincei. 171: 101–124.
- Barnes R. D. 1963. Invertebrate Zoology. Saunders & Co., Philadelphia, p. 295.
- Birstein YA. 1951. Freshwater Isopods (Asellota). Fauna of USSR. Zoological Institute of the Academy of Sciences of the USSR. 7 (5) 1:151.
- Blanco JF. 2009. Darwin y la paradoja de las islas vacías. Acta Biológica Colombiana. 14(4):269–282).
- Bovallius, C. 1886. Notes on the Family Asellidae. Bihang Kungliga Svenska Vetenskapakademiens Handlingar. 11: 1–54.
- Bowman TE. 1967. *Asellus kenki*, a new isopod crustacean from springs in eastern United States. Proceedings of the Biological Society of Washington. 80: 131–140.
- Bowman TE. 1975. Three new troglobitic asellids from Western North America (Crustacea: Isopoda: Asellidae). *International Journal of Speleology*. 7: 339-356.
- Bowman TE, Hobbs HH. 1983. *Caecidotea filicispeluncae*, a new troglobitic asellid isopod from Ohio. Proceedings of the Biological Society of Washington. 96 (4): 693–697.
- Bowman TE, Lewis JJ. 1984. *Caecidotea rotunda*, a new troglobitic asellid from Indiana and Ohio (Crustacea, Isopoda, Asellidae). Proceedings of the Biological Society of Washington. 97 (2): 425–431.
- Bresson J. 1955 Aselles de sources et de grottes d'Eurasie et D'Amérique du Nord. Archives de Zoologie Experimentale et Generale. 92 (2): 45–77.

- Campanaro A, Bruno MC. 2007. Adaptations in morphology and life cycle of subterranean populations of *Caecidotea racovitzai australis* from South Florida (Isopoda: Asellidae). *Subterranean Biology*. 5: 1–8.
- Chase H, Blair A. 1937. Two new blind isopods from north- eastern Oklahoma. *American Midland Naturalist*. 18: 220–224.
- Cole GA, Minckley WL. 1968. A new species of aquatic isopod crustacean (genus *Asellus*) from the Puebla Plateau, central Mexico. *Proceedings of the Biological Society of Washington*. 81: 755–760.
- Comisión Internacional de Nomenclatura Zoológica. 1999. Código Internacional de Nomenclatura Zoológica. 4ª ed. Adoptada por la Unión Internacional de Ciencias Biológicas. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Caja España, The International Commission on Zoological Nomenclature y Sociedad de Amigos del Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. 156 p.
- Creaser EP. 1931. A new blind isopod of the genus *Caecidotea* from a Missouri Cave. *Occasional Papers of the Museum of Zoology, University of Michigan*. 222: 1–7.
- Eberly W. 1966. A new troglobitic isopod (Asellidae) from southern Indiana. *Proceedings of the Indiana Academy of Science*. 75: 286–288.
- Ellis RJ. 1961. A Life History Study of *Asellus intermedius* Forbes. *Transactions of the American Microscopical Society*. 80: 80–102.
- Ellis RJ. 1971. Notes on the biology of the isopod *Asellus tomalensis* Harford in an intermittent pond. *Transactions of the American Microscopical Society*. 90: 51–61.
- Escobar BE, Alcocer J. 2002. *Caecidotea williamsi* (Crustacea: Isopoda: Asellidae), a new species from a saline crater-lake in the eastern Mexican plateau. *Hydrobiologia*. 477: 93–105.
- Fleming LE. 1972A. The evolution of the eastern North America isopods of the genus *Asellus* (Crustacea: Asellidae). Part I. *International Journal of Speleology*. 4: 221-256.
- Fleming LE. 1972B. Four new species of troglobitic asellids (Crustacea: Isopoda) from the United States. *Proceedings of the Biological Society of Washington*. 84 (57): 489–500.
- Fleming LE, Steeves III HR. 1972. Two new species of troglobitic asellids (Crustacea: Isopoda) from the United States. *American Midland Naturalist*. 87 (1): 245–249.
- Forbes SA. 1876. List of Illinois Crustacea, with descriptions of new species. *Bulletin of the Illinois Museum of Natural History*. 1:3–25.
- García VL, Rodríguez AG, Pedraza LC. 2019. *Caecidotea camaxtli* (Isopoda: Asellidae) a new species from the Tlaxcala valley, Mexico. *Zootaxa*. 4624 (3): 377–386
- Harford WGW. 1876. Description of a new genus and three new species of sessile eyed Crustacea. *Proceedings of the California Academy of Sciences*. 7: 53-55.

- Hatchett, SP. 1947. Biology of the Isopoda of Michigan. Ecological Monographs. 17: 47–79.
- Hay WP. 1901. (*Caecidotea richardsonae*).
- Henry JP, Lewis JJ, Magniez G. 1982. Isopoda: Asellota: Aselloidea, Gnathostenetroidoidea, Stenetrioidea. In: Botosaneanu L. (ed.). Stygofauna Mundi. E. J. Brill / Dr. W. Backhuys, Leiden. p. 434–464.
- Holsinger JR. 1966. Subterranean amphipods of the genus *Stygonectes* (Gammaridae) from Texas. American Midland Naturalist. 76: 100–124.
- Holsinger JR. 1967. Systematics, speciation and distribution of the subterranean amphipod genus *Stygonectes* (Gammaridae). Bulletin of the United States National Museum. 239:1–176.
- Holsinger JR. 1969. Biogeography of the freshwater amphipod crustaceans (Gammaridae) of the central and southern Appalachians. 19-50 pp. The biota of the southern Appalachians. Part I: Invertebrates. Research Division Monograph 1. Virginia Polytechnic Institute and State University.
- Holsinger JR, Steeves HR. 1971. A new species of subterranean isopod crustacean (Asellidae) from the central Appalachians, with remarks on the distribution of other isopods of the region. Proceedings of the Biological Society of Washington. 84 (23): 189–200.
- Hungerford HB. 1922. A new subterranean isopod. Kansas University Science Bulletin. 14: 175–181.
- Kerr JR. 1978. Some aspects of life history and ecology of the isopod *Asellus* R. *racovitzai* in western and central Lake Erie. Ohio Academy of Science. 78: 298–300.
- Kummel B. 1961. History of the Earth. 610 pp.
- Leonard AB, y Ponder, LH. 1949. Crustacea in Eastern Kansas. Transactions of the Kansas Academy of Science. 52 (2): 168–204.
- Levi H. 1949. Two new species of cave isopods from Pennsylvania. Proceedings of the Academy of Natural Sciences, Philadelphia. 220: 1–6.
- Lewis JJ, Bowman TE. 1977. *Caecidotea carolinensis*, n. sp., the first subterranean water slater from North Carolina (Crustacea: Isopoda: Asellidae). Proceedings of the Biological Society of Washington. 90 (4): 968–974.
- Lewis JJ. 1980. A comparison and *Pseudobaicalasellus* and *Caecidotea*, with a description of *Caecidotea bowmani*, n. sp. (Crustacea: Isopoda: Asellidae). proceedings of the Biological Society of Washington. 93 (2): 314–326.
- Lewis JJ, Bowman TE. 1981A. The subterranean Asellids (*Caecidotea*) of Illinois (Crustacea: Isopoda: Asellidae). Smithsonian Contributions to Zoology. 335: 1–66.
- Lewis JJ. 1981. *Caecidotea salemensis* and *C. fustis*, new subterranean asellids from the Salem Plateau (Crustacea: Isopoda: Asellidae). Proceedings of the Biological Society of Washington. 94 (2): 579–590.

- Lewis JJ. 1982. A diagnosis of the Hobbsi group, with descriptions of *Caecidotea teresae*, n. sp., and *C. macropropoda* Chase and Blair (Crustacea: Isopoda: Asellidae). Proceedings of the Biological Society of Washington. 95 (2): 338–346.
- Lewis JJ. 1983. *Caecidotea fonticulus*, the first troglobitic asellid from the Ouachita Mountains (Crustacea: Isopoda: Asellidae). Proceedings of the Biological Society of Washington. 96 (1): 149–153.
- Lewis JJ, Holsinger JR. 1985. *Caecidotea phreatica*, a new phreatobitic isopod crustacean (Asellidae) from southeastern Virginia. Proceedings of the Biological Society of Washington. 98 (4): 1004–1011.
- Lewis JJ, Bowman TE. 1996. The subterranean asellids of Texas. Proceedings of the Biological Society of Washington. 109 (3): 482–500.
- Lewis JJ. 1999. *Caecidotea simulator*, a new subterranean isopod from the Ozark Springfield Plain (Crustacea: Isopoda: Asellidae). Proceedings of the Biological Society of Washington. 112 (1): 175–180.
- Lewis JJ. 2000. *Caecidotea cumberlandensis*, a new species of troglobitic isopod from Virginia, with new records of other subterranean *Caecidotea* (Crustacea: Isopoda: Asellidae) Proceedings of the Biological Society of Washington. 113 (2): 458–464.
- Lewis JJ, Graening GO, Fenolio DB, Bergey EA. 2006. *Caecidotea mackini*, new species, with a synopsis of the subterranean asellids of Oklahoma (Crustacea: Isopoda: Asellidae). Proceedings of the Biological Society of Washington. 119 (4): 563–575.
- Lewis JJ. 2009. Three new species of *Caecidotea*, with a synopsis of the asellids of Virginia (Crustacea: Isopoda: Asellidae). In Roble SM, Mitchell JC, eds. A lifetime of contributions to Myriapodology and the natural history of Virginia: A festschrift in honor of Richard L. Hoffman's 80th birthday, Martinsville, Va., Virginia Museum of Natural History Special Publication no. 16, Martinsville, Va., 251–266.
- Lewis JJ, Bowman TE. 2010. The subterranean asellids of Maryland: description of *Caecidotea nordeni*, new species, and new records of *C. holsingeri* and *C. franzi* (Crustacea: Malacostraca: Isopoda). Journal of Cave and Karst Studies. 72 (2): 100–104.
- Lewis JJ, Bowman TE, Feller DJ. 2011. A synopsis of the subterranean asellids of Maryland, U.S.A., with description of *Caecidotea alleghenyensis*, new species (Crustacea: Isopoda: Asellota). Zootaxa. 2769: 54–64.
- Lewis JJ. 2013. *Caecidotea insula*, a new species of subterranean asellid from Lake Erie's South Bass Island, Ohio (Crustacea: Isopoda: Asellidae). Journal of Cave and Karst Studies. 75 (1): 64–67.
- Lewis JJ. 2015. The subterranean asellids of Indiana (Isopoda), with the description of *Caecidotea dunlaporum*, new species. Journal of Cave and Karst Studies. 77 (2): 99–107.

- Mackin JG, Hubricht L. 1938. Records of distribution of species of isopods in central and southern United States, with description of four new species of *Mancasellus* and *Asellus*. *American Midland Naturalist*. 19: 628–637.
- Mackin JG, Hubricht L. 1940. Descriptions of seven new species of *Caecidotea* (Isopod, Asellidae) from the central United States. *Transactions of the American Microscopical Society*. 59 (3): 383–397.
- Magniez GJ. 1981. Biogeographical and paleobiogeographical problems in Stenasellids (Crustacea Isopoda Asellota of underground waters). *International Journal of Speleology*, 11: 71–81.
- Maloney JO. 1939. A new cave isopod from Florida. *Proceedings of the U. S. National Museum*. 36: 457–459.
- Missouri Department of Conservation. 2019. Disponible en: <https://nature.mdc.mo.gov/discover-nature/field-guide/aquatic-pillbugs-and-sowbugs-aquatic-isopods>.
- Modlin R. 1986. *Caecidotea dauphina*, a new subterranean isopod from a barrier island in the northern Gulf of Mexico (Crustacea: Isopoda: Asellidae) *Proceedings of the Biological Society of Washington*. 99 (2): 316–322.
- Morrone JJ. 2001. *Biogeografía de América Latina y el Caribe*. M&T- Manuales & Tesis SEA, vol. 3. Zaragoza. 148 pp.
- Morvan, C, Malard F, Paradis E, Lefébure T, Konecny-Dupré L, Douady C. 2013. Timetree of Aselloidea reveals species diversification dynamics in groundwater *Systematic Biology*. 62: 512–522
- Packard AS. 1871. On the crustaceans and insects. Pages 744-761 In: Packard AS, Putnam (eds). *The Mammoth Cave and its Inhabitants*. *American Naturalist*. 5 (12):739–761.
- Packard AS. 1881. Pages 879-880 In: Cope, Packard. *The fauna of the Nickajack Cave*. *American Naturalist*. 15 (11):877–882.
- Piccini L, Mecchia M, Forti P. 2007. Preliminary notes on the karst of Sierra Mixteca-Zapoteca, South of Tehuacan, Mexico. *Proceedings of V Congr. FEALC – Puerto Rico, Focus*: 25–36.
- Orrel T. 2019. NMNH Extant Specimen Records. Version 1.20. National Museum of Natural History, Smithsonian Institution. Occurrence dataset. Disponible en: <https://doi.org/10.15468/hnhrg3>
- Richardson H. 1901. Key to the isopods of the Atlantic coast of North America with descriptions of new and little-known species. *Proceedings of the United States National Museum*. 23:493-579. *Asellus attenuatus*. *American Naturalist*. *Proceedings of the United States National Museum*. 1900. 34: 552–553.
- Ridley M. 1983. *The Explanation of Organic Diversity: The Comparative Method and Adaptations for Mating*. Oxford: Clarendon Press.
- Rocha RA, Peñaloza DA. 2011. *Caecidotea xochimilca* (Isopoda, Asellidae), a new species from lake Xochimilco, Mexico, with a key to Mexican species of the genus *Caecidotea*. *Crustaceana*. 84 (1): 93–106.

- Say T. 1818. An account of the Crustacea of the United States, part 7. *Journal of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*. 1: 374–401.
- Schramm HL, Jirka KJ, Hoyer MV. 1987. Epiphytic macroinvertebrates on dominant macrophytes in two central Florida Lakes. *Journal of Freshwater Ecology*. 4:151–161.
- Schuchert C, Dunbar CO. 1950. *Outlines of Historical Geology*. 291 pp.
- Smith DG. 2001. *Pennak's freshwater invertebrates of the United States: Porifera to Crustacean*. 4th ed. Wiley y Sons, Inc. 638 p.
- Stafford BE. 1911. A new subterranean freshwater isopod. *Pomona Journal of Entomology*. 3: 572–575.
- Steel EA. 1961. Some observations on the life history of *Asellus aquaticus* (L.) and *Asellus meridianus* Racovitza (Crustacea: Isopoda). *J. Zool. (London)*. 137: 71–87.
- Steeves HR. 1963A. The troglobitic asellids of the United States: the Stygius group. *American Midland Naturalist*. 69 (2): 470–481.
- Steeves HR. 1963B. Two new troglobitic asellids from West Virginia. *American Midland Naturalist*. 70 (2): 462–465.
- Steeves HR. 1965. Two new species of troglobitic asellids from the United States. *American Midland Naturalist*. 73: 81–84.
- Steeves HR. 1966. Evolutionary aspects of the troglobitic asellids from Tennessee: The Hobbsi, Stygius, and Canulus groups. *American Midland Naturalist*. 75 (2): 392–403.
- Steeves HR. 1968. Three new species of troglobitic Asellids from Texas. *American Midland Naturalist*. 79: 183–188.
- Steeves HR, Holsinger JR. 1968. Biology of three new species of troglobitic asellids from Tennessee. *American Midland Naturalist*. 1: 75–83.
- Steeves HR, Seidenberg AJ. 1971. A new species of troglobitic asellid from Illinois. *American Midland Naturalist*. 85 (1): 231–234.
- Turland NJ, Wiersema JH, Barrie FR, Greuter W, Hawksworth DL, Herendeen PS, Knapp S, KusberW-H, Li D-Z, Marhold K, May TW, McNeill J, Monro AM, Prado J, Price MJ, Smith GF. (eds.) 2018: *International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Shenzhen Code) adopted by the Nineteenth International Botanical Congress Shenzhen, China, July 2017*. *Regnum Vegetabile* 159. Glashütten: Koeltz Botanical Books.
- Van Name WG. 1936. The American land and fresh-water isopod Crustacea. *Bulletin of the American Museum of Natural History*. 71:1–535.
- Williams WD. 1970. A revision of North American epigeal species of *Asellus* (Crustacea: Isopoda). *Smithsonian Contributions to Zoology* 49: 1–79.
- Wägele JW. 1983. On the origin of the Microcerberidae (Crustacea: Isopoda). *Zeitschrift fuer Zoologische Systematik und Evolutionsforschung*. 21 (4):249–262.
- Wägele JW. 1990. Aspects of the evolution and biogeography of stygobiontic Isopoda (Crustacea: Peracarida). *Bijdragen tot de Dierkunde*. 60 (3–4):145–150.

- Wägele JW, Voelz NJ, McArthur JV. 1995. Older than the Atlantic Ocean: Discovery of a fresh-water *Microcerberus* (Isopoda) in North America and erection of *Coxicerberus*, new genus. *Journal of Crustacean Biology*. 15: 733–745.
- Wilson GDF. 1991. Functional morphology and evolution of isopod genitalia. In: Bauer R, Martin J., eds., "Crustacean Sexual Biology," pp. 228-245. New York: University of Columbia Press, 355 pp.
- Wilson GDF. 1999. Some of the deep-sea fauna is ancient. *Crustaceana* (Leiden). 72: 1020–1030.
- Wilson GDF. 2008. Global diversity of Isopod crustaceans (Crustacea; Isopoda) in freshwater. *Freshwater Animal Diversity Assessment*. E. V. Balian, C. Lévêque, H. Segers y K. Martens. Netherlands, Springer: 231–240.

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DEL PLEÓPODO II DE *CAECIDOTEA COMMUNIS* SAY, 1818 *SENSU* WILLIAMS, 1970

RESUMEN

Se presenta el análisis morfológico con microscopía electrónica de barrido del pleópodo II de las muestras depositadas en la Colección de Crustáceos del USNM, previamente identificadas como la especie *Caecidotea communis* (Say, 1818) *sensu* Williams, 1970, y se realizaron reidentificaciones de las especies *C. brevicauda brevicauda*, *C. occidentalis* y *C. racovitzai racovitzai*, previamente identificadas como *C. communis*. Por último, se comparó la morfología del ápice del endopodito del pleópodo II de las especies mexicanas *C. camaxtli*, *C. puebla*, así como de algunas de las Formas nuevas de México (*Caecidotea* sp. Forma Catemaco y *Caecidotea* sp Forma Zacapu) y de EE. UU. (*Caecidotea* sp 8 SERC).

ABSTRACT

A morphologic analysis with scanning electron microscopy images of pleopod II of the specimens deposited in the United States National Museum and previously identified as *Caecidotea communis* (Say, 1818), *sensu* Williams, 1970, is presented. As a result of these analyses, the identifications were corrected and were recognized the species *C. brevicauda brevicauda*, *C. occidentalis*, and *C. racovitzai racovitzai*. Finally, the morphologies of the endopodite apex of pleopod II, were compared to the Mexican species *C. camaxtli*, *C. puebla*, and the new forms *Caecidotea* sp 1 of Catemaco Lake and *Caecidotea* sp 6 of Zacapu Lagoon, as well with *Caecidotea* sp 8 SERC of US.

INTRODUCCIÓN

La especie *C. communis* (Say, 1818) fue la primer especie de asélido en ser descrita en Norteamérica en la costa este de Estados Unidos (EE. UU.) en Valley Forge, cerca de 20 millas al noroeste de Filadelfia, Valley Forge Creek, Pennsylvania, en un pequeño río tributario del río Schuylkill, el cual presenta un fondo rocoso acompañado de un flujo constante de agua. La descripción de esta especie es insuficiente, pues no presenta ilustraciones que pudieran apoyar una identificación confiable, además de que no menciona dónde se depositó la serie tipo. Por lo que Williams (1970) en su revisión taxonómica de las 15 especies epigeas del género *Asellus* (en adelante, *Caecidotea*) se enfrentó al problema de la identidad de *C. communis*, y encomienda a C.W. Hart, Jr. efectuar la búsqueda de la serie tipo en las colecciones de la Academia de Ciencias Naturales de Filadelfia, por lo que en enero de 1966 Hart en comunicación personal con Williams (1970), le indica que la serie tipo identificada por Say no fue localizada, es entonces cuando Williams opta por efectuar la designación de un neotipo y una colección de topotipos.

Sobre la distribución de *C. communis* se han dado diversos registros de poblaciones disyuntas en Norteamérica en Canadá, EE. UU., Inglaterra y México (Van Name, 1936; Cole y Minckley, 1968; Fleming, 1973; Bowman, 1975; Cole, 1984; Escobar-Briones y Alcocer, 2002; Harding y Collis, 2006; Graening *et al.* 2012; García-Vázquez *et al.* 2019), sin embargo, es importante mencionar que en ninguno de estos trabajos analizaron especímenes de *C. communis sensu* Williams, 1970, por lo que siguiendo la idea del mismo autor, probablemente han existido identificaciones erróneas desde hace aproximadamente 200 años, lo cual ha originado un complejo de especies.

Tradicionalmente las descripciones de las especies de *Caecidotea* han sido realizadas con ayuda de microscopios ópticos y microscopios estereoscópicos, sin embargo, con el avance tecnológico de años recientes se han logrado emplear otras técnicas de visualización para apoyar en la tarea de identificación de especies, entre ellas la microscopía electrónica de barrido (MEB), tal y como se aprecia en la descripción de *C. camaxtli* de García-Vázquez *et al.* (2019) en la que se propuso que las futuras descripciones de especies, deberían incluir micrografías de MEB del pleópodo II y

específicamente el endopodito, pues siguiendo lo propuesto por Williams (1972) la conformación del ápice es un carácter especie específico.

Durante el año 2018, se obtuvo una beca para realizar una estancia de investigación en la Colección de Crustáceos del USNM, pues es aquí donde se localizan más del 95% de las especies de *Caecidotea* descritas a la fecha. Se efectuó una búsqueda en su base de datos de todos aquellos registros de especímenes identificados como *C. communis* y se obtuvo un listado conformado por 263 registros recolectados desde 1881 hasta el 2016 provenientes de 25 estados de EE. UU. y cinco provincias de Canadá. Esto se realizó con la finalidad de tener un panorama de la distribución de la especie. Del total de registros se optó por analizar morfológicamente especímenes de los estados de California, Iowa, Maryland, New Jersey, Oregón y Pennsylvania en EE. UU. y de la provincia de Ontario en Canadá, para verificar si la determinación taxonómica fue correcta o no, basados en la morfología del pleópodo II del macho. Debido a lo anterior, se realizó una solicitud para efectuar disecciones de especímenes de la colección del USNM que fueron identificados previamente como la especie *C. communis* provenientes de cinco estados de EE. UU. y un espécimen proveniente de una provincia de Canadá. Se analizaron especímenes de la localidad tipo Chester Co. Valley Forge Creek, Pennsylvania recolectados e identificados por Hubricht, L. el 13 de marzo de 1938, los cuáles sirvieron como comparación con el resto de las morfologías del pleópodo II.

ANTECEDENTES

Esta sección tendrá como punto medular el problema de *C. communis* y la descripción realizada por Say (1818), la cual se abordó en el capítulo III de esta tesis. Como era de esperarse dicha descripción es extremadamente breve, superficial y no cuenta con ningún tipo de ilustración, que pueda ser empleada para auxiliar en la identificación. Un problema adicional que acompaña al estatus taxonómico de esta especie es que los especímenes tipo están perdidos, aparentemente fueron depositados en la Academia de Ciencias Naturales de Filadelfia (Academy of Natural Sciences of Philadelphia), pero estos no se encuentran en la colección (Williams, 1970). Debido a la ausencia de los ejemplares descritos por Say, el mismo Williams (1970) menciona que resulta casi imposible determinar con certeza a la especie *C. communis*, por lo que muchas identificaciones realizadas en Norteamérica han sido asignadas a esta especie.

Diversas redescrpciones de *C. communis* han sido publicadas (Smith, 1874; Richardson, 1905; Racovitza, 1920; Van Name, 1936; Williams, 1970), sin embargo, quién se encargó de resolver el problema del material tipo fue Williams (1970), dentro de su revisión de las especies epigeas de *Asellus* de Norteamérica, erige un neotipo basado en las reglas del Código Internacional de Nomenclatura Zoológica (1961), así que apoyado en la información obtenida de la descripción de Say (1818), realizó una recolecta en Valley Forge Creek, 20 millas al noroeste de Filadelfia, y propuso este sitio como la localidad tipo de la especie. La recolección estuvo compuesta de tres especímenes y macho de mayor talla fue designado como neotipo (ANSP 7300) y los otros dos fueron nombrados topotipos (ANSP 7301) de *A. communis* y ambos fueron depositados en la colección de la Academia de Ciencias Naturales de Filadelfia con la siguiente leyenda textual “*Asellus communis* Say neotype and topotypic material collected from Valley Forge Creek, near Philadelphia, Pa., 14 april 1967 by W. D. Williams” (Williams 1970). Siguiendo lo propuesto por Williams (1972) en la presente tesis se incluyen micrografías de MEB del pleópodo II y específicamente el endopodito de las Formas descritas en el Capítulo II, con lo cual se mejora la visualización a mayor detalle del pleópodo II, pues con microscopía tradicional se pierde mucha información de importancia taxonómica.

Distribución geográfica de *Caecidotea communis*

Van Name (1936) menciona que *C. communis* es por mucho el isópodo dulceacuícola más abundante y ampliamente distribuido en Canadá y en la mitad del sureste de EE. UU.

Hatchett (1947) registra *C. communis* alrededor de Michigan, EE. UU. además menciona que en Washtenaw *C. intermedius* se encuentra en simpatria con *C. communis*.

Williams (1970) reafirma la distribución propuesta por Van Name (1936) además da registro de la especie en dos provincias de Canadá y en nueve estados de EE. UU.

Magnin y Leconte (1971) mencionan la presencia de *C. communis* en el Lago Saint-Louis en Montreal, Canadá.

Fleming (1972a), amplía el rango de distribución en EE. UU. de *C. communis* con nuevos registros para los estados de Michigan, Nuevo Hampshire y Nueva York.

Fleming (1973) basado en análisis morfológicos agrupa *C. puebla* con *C. communis*, debido al siguiente conjunto de características morfológicas (1) la forma y el armamento del ápice del endopodito del pleópodo II, (2) forma del pleópodo I, (3) forma y proporción de los urópodos, (4) forma y armamento del gnatópodo del macho. pues de acuerdo con la distribución mencionada por Williams (1970) donde menciona ocho localidades con presencia de *C. communis* en el área de Denver en Colorado y un registro más del lago Echo en el Condado King, Washington, por lo que Fleming menciona la hipótesis de que *C. communis* pudiera haber migrado de una o más localidades del noroeste de EE. UU. a México o viceversa, y menciona que existe la posibilidad que organismos de *C. communis* sean recolectados de áreas intermedias del noroeste de México, sin embargo, hasta la culminación de este estudio, la hipótesis de Fleming (1973) no ha sido comprobada.

Bowman (1975) menciona que una probable introducción vía antrópica de organismos de los lagos de Colorado y del Lago Echo, Washington de EE. UU. a México, pudo haber ocurrido, y que esto merece una investigación, pues discute que de otra forma lo propuesto por Fleming (1973), sobre la presencia de una población aislada de *C. communis* mexicana, sería difícil de explicar.

Argano (1977) enuncia por primera vez que *C. communis* es una especie compleja que pudo haberse originado de una forma autóctona de México en fechas antiguas. Además, menciona que *C. communis* es la única especie epigea en América Central o específicamente de México. Este autor registró diversas poblaciones a las cuales identificó como la especie *C. communis* provenientes de la región central y sur de México, en los estados de Ciudad de México (CDMX), Michoacán, Puebla y Veracruz.

Smith (1977) registra la especie *C. communis* en Massachusetts, EE. UU.

Salcedo-Soriano (1978) en su tesis de licenciatura analizó las poblaciones de invertebrados asociadas a las raíces del lirio acuático en el lago de Xochimilco, en donde identificó un isópodo que habitaba entre las raíces de la planta acuática como la especie *C. communis*.

Escobar-Briones y Alcocer (2002), mencionan que *C. communis* y *C. pasquinii* habitan en la misma región de Puebla-Veracruz.

Alcocer y Escobar-Briones (2007) confirman lo mencionado anteriormente sobre la presencia de *C. communis* y *C. pasquinii* en la meseta central del este de México.

García-Vázquez (2013) en su trabajo de licenciatura analiza diversas poblaciones de *Caecidotea* distribuidas en México, pero menciona que no localizó a *C. communis* en todas las muestras analizadas.

Jiménez-Martínez (2017) en su trabajo de grado de licenciatura compiló brevemente la distribución de la especie *C. communis* e incluyó una tabla y un mapa con las localidades registradas.

García-Vázquez *et al.* (2019) brindan un mapa de la distribución de las especies de *Caecidotea* en México el cual construyeron con los registros existentes en la literatura e incluyeron a *C. communis*. Además, mencionan la hipótesis de que esta especie no está presente México.

JUSTIFICACIÓN

Desde hace aproximadamente 200 años se han ido asignando nuevas poblaciones de isópodos dulceacuícolas del género *Caecidotea* a la especie *C. communis* en Canadá, EE. UU. y México, tal y como lo muestra la base de datos de la Colección de Crustáceos del USNM, en el que se encuentran 263 registros de esta especie. Durante la estancia de investigación realizada en este museo, se solicitó permiso para disecar algunos especímenes, con el objeto de verificar su identidad taxonómica. Varios de estos registros resultaron ser otras especies, para confirmar esto, se decidió analizar el pleópodo II con ayuda de microscopía electrónica de barrido (MEB), y con ello tener una identificación más confiable. Este es el primer estudio referente al análisis morfológico del pleópodo II de machos de *C. communis sensu* Williams (1970), a través de esta técnica de observación.

HIPÓTESIS

Debido a identificaciones erróneas, los ejemplares depositados en la Colección de Crustáceos del USNM, determinados como *C. communis* en realidad constituyen un grupo de especies distintas que se ha ido conformando a través de los años, por lo que, apoyados con una tecnología de observación nueva, como el Microscopio Electrónico de Barrido, se espera obtener imágenes más confiables, de las características de importancia diagnóstica y con ello evitar errores taxonómicos.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Analizar y describir el pleópodo II de *C. communis* (Say, 1818) *sensu* Williams, 1970, de ejemplares recolectados en los estados de California, Iowa, Maryland, New Jersey, Oregón y Pennsylvania, EE. UU., y de Ontario, Canadá, los cuales están depositados en la Colección de Crustáceos del USNM, con la finalidad de verificar las identificaciones taxonómicas y de ser el caso realizar las correcciones necesarias.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Revisar la identificación de los ejemplares reconocidos como *Caecidotea communis* (Say, 1818) *sensu* Williams, 1970.
- Efectuar una comparación morfológica entre *C. communis* de la localidad Neotípica y las especies mexicanas *C. camaxtli*, *C. puebla* (sinonimizada como *C. communis* por Fleming 1973), y las Formas recolectadas en la presente tesis, *Caecidotea* sp 1 Forma Catemaco (originalmente identificada como *C. communis* por Argano 1977) y *Caecidotea* sp 6 Forma Zacapu.

MATERIAL Y MÉTODOS

Esta parte del trabajo se desarrolló durante la estancia de investigación en la Colección de Crustáceos del USNM. La primera parte comprendió la obtención de todos los registros de la especie *C. communis* que se encuentran en el acervo de dicha Colección; se obtuvo una base de datos con 263 registros de la especie *C. communis*, recolectados desde 1881 hasta el 2016, provenientes de 25 estados de EE. UU. y cinco provincias de Canadá.

Posteriormente, se realizaron las disecciones del pleópodo II de un macho de cada localidad (Tabla 20), con la finalidad de obtener dicha estructura para ser fotografiada con apoyo de microscopía electrónica de barrido (MEB). Una vez obtenida la autorización (con la condición de emplear únicamente especímenes que estuviesen dañados o incompletos para no afectar la colección de manera innecesaria), se procedió a corroborar identificación taxonómica de la especie *C. communis*, de acuerdo con los trabajos de Williams (1970, 1972). La disección del pleópodo II se realizó con apoyo de un microscopio estereoscópico marca Meiji Techno RZ, para ello los especímenes fueron colocados dentro de una caja Petri con etanol 70%.

Tabla 20. Especímenes disecados del USNM Smithsonian.

Número de catálogo	Localidad	Estado	País
USNM86727	Sugar Creek Near Koekuk, Within 3 Kilom. Of Mouth	Iowa	EE. UU.
USNM108335	Chester County, Valley Forge, Valley Creek	Pennsylvania	EE. UU.
USNM108337	Essex County Harrow, From Spring, 5 Mile E	Ontario	Canadá
USNM108338	Chester County from Spring 1-mile W of Exton	Pennsylvania	EE. UU.
USNM108850	Burlington County	New Jersey	EE. UU.
USNM169602	Clackamas, Oregon Fish Hatchery Lab, Spring Fed Pond, Oregon Fish Hatchery Lab	Oregon	EE. UU.
USNM231000	Lebanon County	Pennsylvania	EE. UU.
USNM233370	Marin County, Tomales Bay, Paper Mill	California	EE. UU.
USNM1463313	Anne Arundel County SERC, Horseshoe Bog	Maryland	EE. UU.

Una vez que los especímenes fueron identificados se procedió a realizar la disección del pleópodo II derecho o izquierdo del macho (esto por si alguno de los dos estuviera dañado o perdido). Posteriormente cada pleópodo fue secado a temperatura ambiente, para ser montado en una platina de aluminio con papel carbón y se etiquetó la platina por la parte inferior con el número de catálogo del lote de origen. El organismo que fue disectado se etiquetó y depositó en un microvial y se regresó en su lote original.

La segunda parte del trabajo se desarrolló en el Laboratorio de Microscopía del USNM. Las platinas con su respectivo pleópodo II fueron revestidas con 3 nm de carbón evaporado y posteriormente recubiertas con una pulverización de 8-10 nm de oro:paladio (80:20) en una unidad de recubrimiento Leica ACE600, este método fue sugerido por el titular del laboratorio Scott Whittaker.

Posteriormente, cada platina fue introducida en un microscopio electrónico de barrido marca Philips modelo XL30 ESEM, con el que se tomaron fotografías en vistas dorsal y ventral del pleópodo II, endopodito y del ápice de este.

Una vez obtenidas las micrografías de MEB, las platinas fueron depositadas en una caja especial para preservar las muestras y se entregaron a la técnica del Laboratorio de Zoología de Invertebrados Dra. Karen Reed quién es la encargada del control del material que se ingresa.

Con el fin de evitar redundancia en la información, para los especímenes de México junto con el espécimen donado por la Universidad de Drexel, Pennsylvania, el tratamiento de MEB se encuentra detallado en la sección de material y métodos del capítulo II de esta tesis y los especímenes empleados para comparación, están registrados en la Tabla 21. El espécimen del lago de Catemaco, Veracruz, fue previamente identificado como la especie *C. communis* por Argano (1977), el organismo de laguna de Zacapu, Michoacán, servirá de comparación de las morfologías del pleópodo II. La especie de laguna El Ojito, Tlaxcala, es *C. camaxtli* (García-Vázquez *et al.* 2019), proveniente de la región central de México y por último se compara el pleópodo II de *C. puebla*, del manantial en el ejido Guadalupe Zaragoza, Puebla, la cual fue sinonimizada con *C. communis* por Fleming (1973).

Tabla 21. Especímenes de *Caecidotea* empleados para la comparación morfológica con *C. communis*.

Número de catálogo	Localidad	Especie	Estado	País
CNCR 35507	Lago de Catemaco, Coyame	<i>Caecidotea</i> sp 1	Veracruz	México
CNCR 35523	Laguna de Zacapu	<i>Caecidotea</i> sp 6	Michoacán	México
CNCR 35081	Laguna El Ojito, San Luis Apizaquito	<i>C. camaxtli</i>	Tlaxcala	México
CNCR 35537	Manantial Ejido Guadalupe Zaragoza	<i>C. puebla</i>	Puebla	México

Por último, para cada especie se incluyó una lámina con las fotografías del pleópodo II y del endópodo. Es importante mencionar que algunas veces el pleópodo II se encontraba en mal estado de preservación y no fue posible presentar una imagen adecuada, pero esto se mencionará en el pie de figura donde corresponda.

Material examinado: Se hará referencia al material empleado en la disección del Pleópodo II, incluirá número de catálogo, localidad, recolector y fecha de recolecta (cuando esté presente) y de ser el caso quién realizó la primera identificación, así como la fecha de identificación.

Descripción: Breve reseña sobre las características morfológicas del pleópodo II, de acuerdo con Williams (1972).

Observaciones: En este apartado se anotarán comparaciones o comentarios relevantes para la especie.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Derivado de los análisis morfológicos e identificaciones realizadas en el material proveniente del USNM y del capítulo II de esta tesis, se presentan las descripciones de los ejemplares de nueve localidades (incluyendo la del Neotipo), que fueron identificados como *Caecidotea communis*.

TAXONOMÍA

Orden Isopoda Latreille, 1817

Suborden Asellota Latreille, 1802

Familia Asellidae Rafinesque, 1815

Género *Caecidotea* Packard, 1871

Caecidotea communis Say, 1818 *sensu* Williams, 1970
Fig 257

Material examinado: Topotipo macho 7.3 mm de longitud, 1.7 mm ancho, USNM 108335. Valley Forge, Valley Creek, Chester County, Pennsylvania, United States. Recolectado e identificado por Hubricht, L. 13 Mar 1938.

Descripción: Pleópodo II, protopodito subrectangular más largo que ancho con una seta simple en el ángulo distal del borde interno. Segmento proximal del exopodito con tres setas en el ángulo externo (dobladas sobre la estructura). Segmento distal del exopodito con 21 setas marginales plumosas (23 en el neotipo) (Figs. 257A, B). Endopodito estrecho, ampliamente curvado en la superficie mesial, tan largo como los dos segmentos del exopodito, y cerca de 3.5 veces su porción más ancha; apófisis interna y externa prominentes (Figs. 257C, D). Procesos apicales del endopodito: cánula larga con los tres cuartos distales extendiéndose más allá del proceso caudal, esbelta, subcónica, como una lámina enrollada con el ápice truncado y suavemente acampanado, borde apical afilado con el extremo que se sobrepone, proyectándose en forma redondeada (Fig. 257F); proceso mesial triangular, en la base de la cánula, poco evidente; fisura entre los procesos mesial y caudal, angosta y profunda, inicia en la base de la cánula y se extiende proximalmente un poco más del largo de esta última; proceso caudal bajo, redondeado, con presencia de peines de espinas apenas notorios (señalados con el círculo rojo, Figs. 257E, F).

Observaciones: Es importante mencionar que la descripción original de Williams (1970) menciona que el proceso caudal no presenta peines de espinas, sin embargo, estas son extremadamente pequeñas y con microscopía óptica resultan casi imposibles de apreciar, contrario a lo mostrado en las micrografías de MEB, las cuales a pesar de que la estructura se encuentra en un mal estado de preservación, se pueden visualizar peines con 3-6 espinas (Figura 257E y 257F).

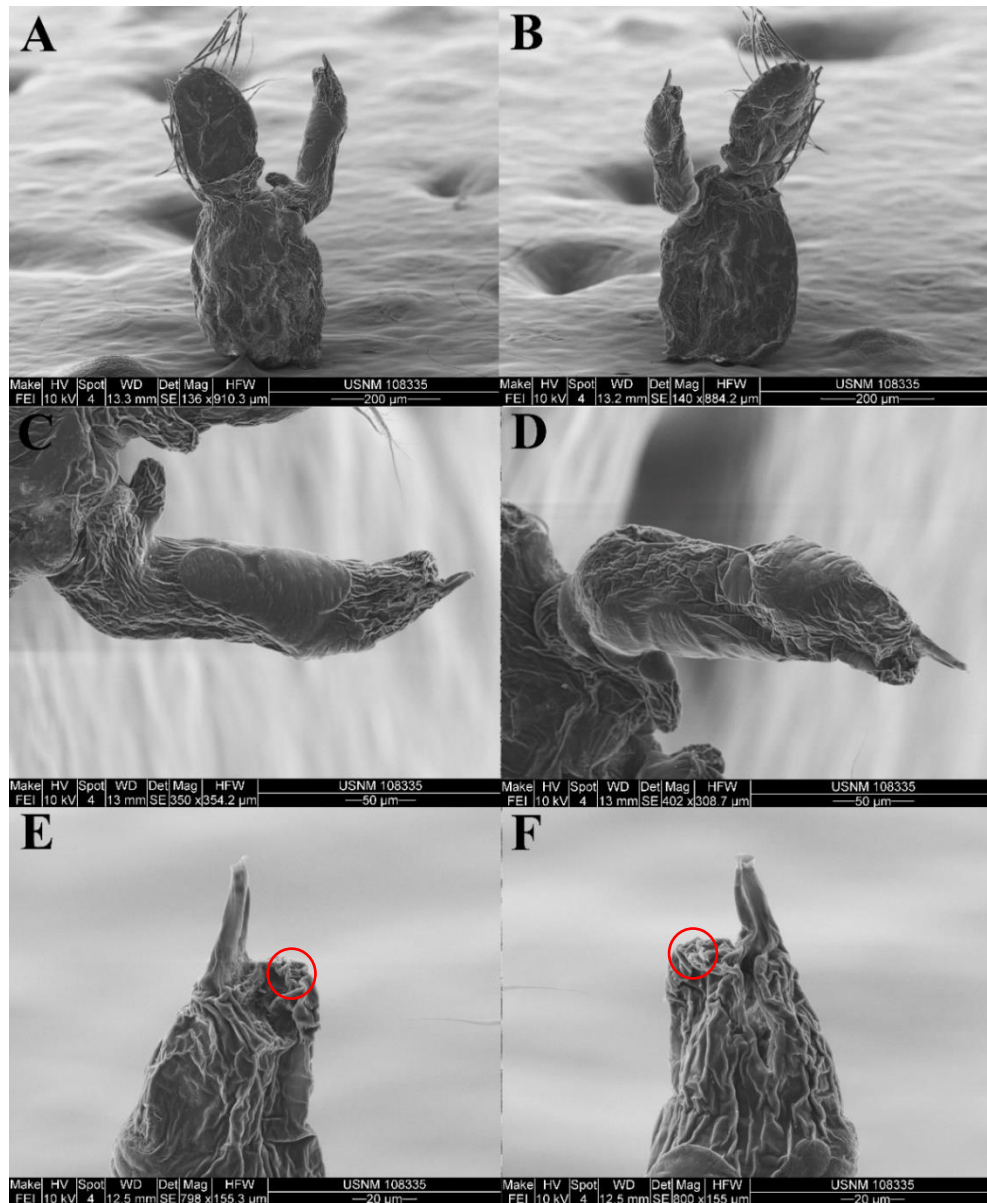


Figura 257. *C. communis* Say, 1818 *sensu* Williams, 1970. Macho USNM 108335, Valley Forge, Valley Creek, Chester County, Pennsylvania, United States. A, pleópodo II vista dorsal; B, pleópodo II vista ventral; C, endopodito vista dorsal; D, endopodito vista ventral; E, ápice del endopodito vista dorsal; F, ápice del endopodito vista ventral. Las escalas se encuentran en cada imagen. En el círculo rojo se muestran las escamas cuticulares.

***Caecidotea communis* Say, 1818 sensu Williams, 1970**
Fig 258

Material examinado: Macho 5.3 mm de longitud, 1.4 mm ancho, USNM 108338. From Spring, 1-mile W of Exton, Chester County, Pennsylvania, United States. Recolectado e identificado por Hubricht, L. 18 Jul 1939.

Descripción: Pleópodo II, protopodito subrectangular con una seta simple en el ángulo distal del borde interno. Segmento proximal del exopodito con cuatro setas en el ángulo externo. Segmento distal del exopodito con 16 setas marginales plumosas (23 en él Neotipo) (Figs. 258A, B). Endopodito superficie lisa, excepto en el ápice, esbelto, ligeramente curvado en la superficie mesial, tan largo como los dos segmentos del exopodito y 2.9 veces que su porción más ancha; procesos basales interno y externo prominentes (Figs. 258C, D). Procesos apicales del endopodito: cánula rota, aparentemente esbelta, subcónica, con la porción basal acanalada y el resto como una lámina enrollada con el ápice truncado, que sobrepasa claramente al proceso caudal (Fig. 258F); proceso mesial pequeño triangular, en la base de la cánula, poco evidente; fisura entre los procesos mesial y caudal, angosta y profunda, inicia en la base de la cánula y se extiende proximalmente un poco más del largo de esta última; superficie donde se originan la cánula y el proceso mesial, con estriaciones y surcos transversales a oblicuos; proceso caudal digitiforme, robusto, proyectándose en forma de gancho de la superficie del endopodito, con estriaciones transversas en la superficie ventral, sin peines de espinas (Figs. 258E, F). Cánula larga y simple, superando el proceso caudal. Proceso redondeado con minúsculas escamas cuticulares. Proceso mesial no evidente (Figuras 258E y 258F).

Observaciones: A pesar de que la cánula está rota, el fragmento distal aún se logra observar en la Fig. 258E-F, si se suman estas partes, superan evidentemente al proceso caudal. También destaca la forma digitiforme y robusta del proceso caudal (Fig. 258F), con estriaciones en la superficie ventral y además que no presenta peines de espinas.

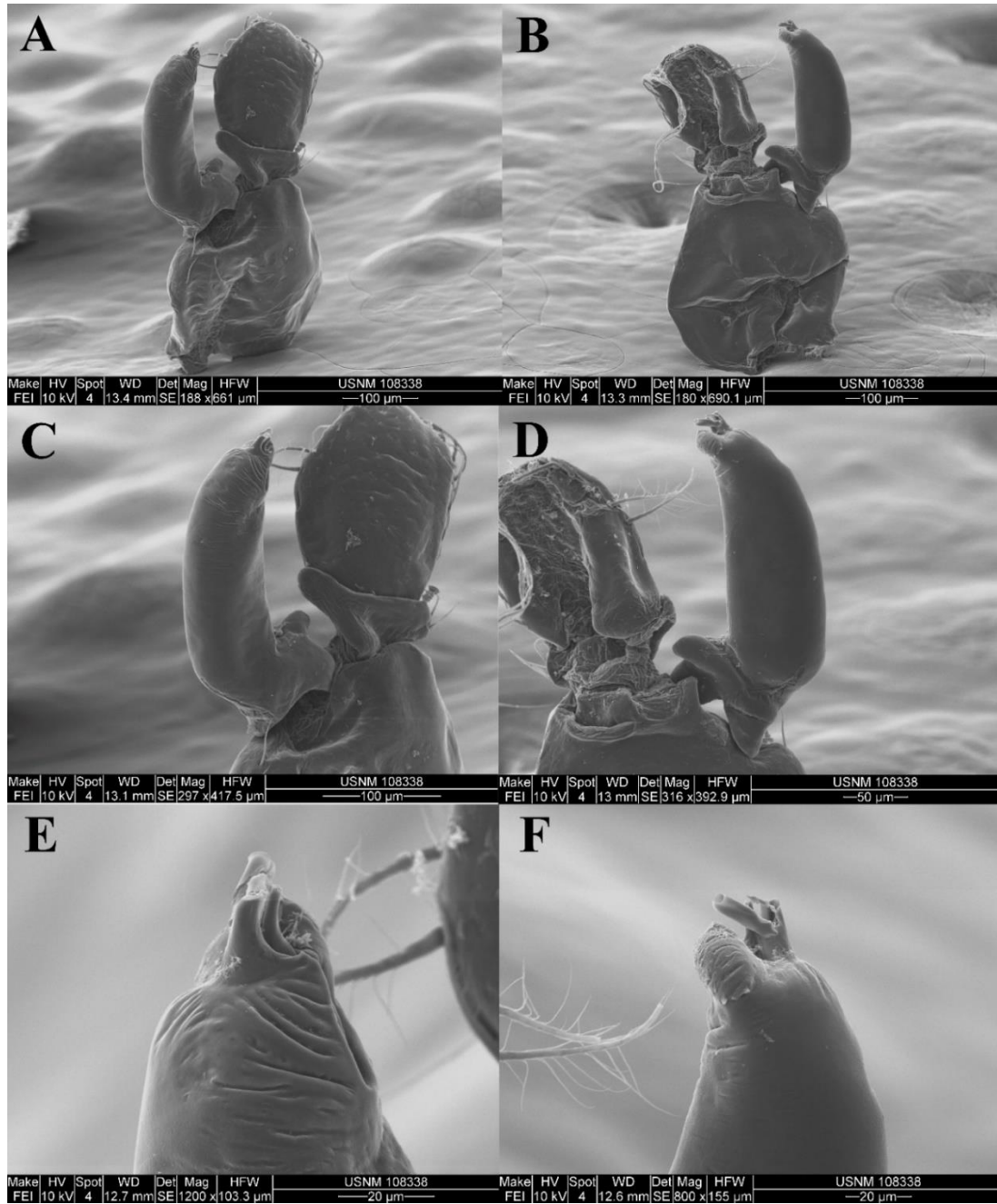


Figura 258. *C. communis* Say, 1818 *sensu* Williams, 1970. Macho USNM 108338, From Spring, 1-mile W Of Exton, Chester County, Pennsylvania, United States. A, pleópodo II vista dorsal; B, pleópodo II vista ventral; C, endopodito vista dorsal; D, endopodito vista ventral; E, ápice del endopodito vista dorsal; F, ápice del endopodito vista ventral. Las escalas se encuentran en cada imagen.

***Caecidotea communis* Say, 1818 sensu Williams 1970**

Fig 259

Material examinado: Macho 10.8 mm de longitud, 2.2 mm ancho, USNM 231000. Lebanon County, Pennsylvania, United States. Recolectado por Meres, N. Dic 1985. Identificado por Bowman, Thomas E. 1985.

Descripción: Pleópodo II, protopodito subrectangular con una seta simple en el ángulo distal del borde interno. Segmento proximal del exopodito con cuatro setas en el ángulo externo. Segmento distal del exopodito con 20 setas marginales plumosas (23 en el Neotipo) (Figs. 259A, B). Endopodito superficie reticulada a estriada, esbelto, ligeramente curvado en la superficie mesial, tan largo como los dos segmentos del exopodito y 2.7 veces que su porción más ancha; procesos basales interno y externo prominentes (Figs. 259C, D). Procesos apicales del endopodito: cánula larga, esbelta, subcónica, como una lámina acanalada, con la abertura en la superficie mesial y con el ápice truncado, mitad distal extendiéndose más allá del proceso caudal; proceso mesial triangular y pequeño, en la base de la cánula; fisura entre los procesos mesial y caudal, angosta y profunda, inicia en la base de la cánula y se extiende proximalmente cerca del largo de esta última; proceso caudal prominente, redondeado, superficie irregular con presencia de algunos peines espinas cortas en la porción basal, que distalmente se transforman en lobulaciones bajas y planas, delimitadas con surcos transversales, algunas de estas lobulaciones su borde inferior esta armado por peines de espinas cortas (Figs. 259E, F).

Observaciones: Al igual que el espécimen de la localidad tipo, este presenta 2-6 peines de espinas pequeños, dispuestos a manera de escamas cuticulares.

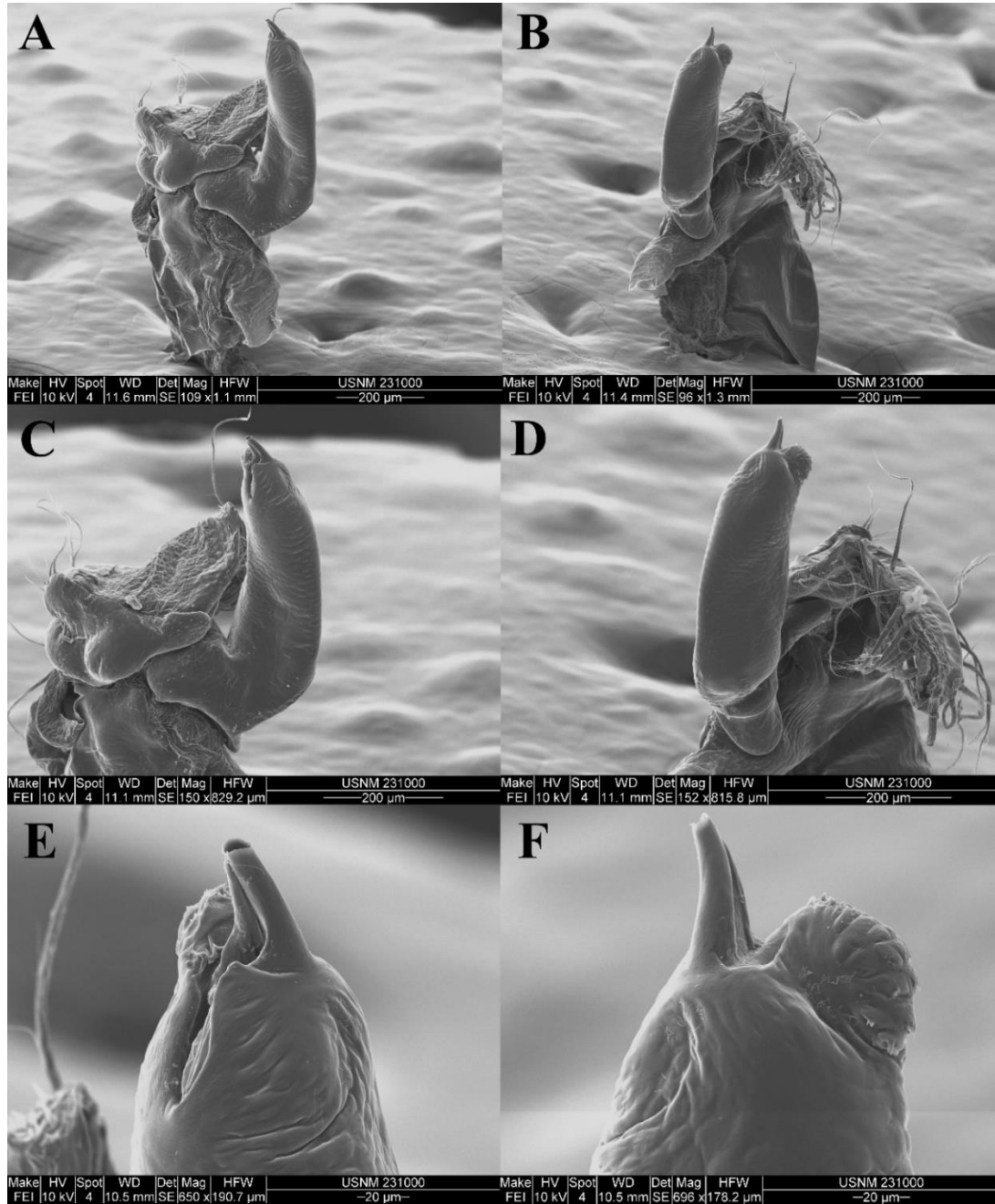


Figura 259. *C. communis* Say, 1818 *sensu* Williams, 1970. Macho USNM 231000, Lebanon County, Pennsylvania, United States. A, pleópodo II vista dorsal; B, pleópodo II vista ventral; C, endopodito vista dorsal; D, endopodito vista ventral; E, ápice del endopodito vista dorsal; F, ápice del endopodito vista ventral. Las escalas se encuentran en cada imagen.

***Caecidotea communis* Say, 1818 *sensu* Williams, 1970**
Fig 260

Material examinado: Macho 14.3 mm de longitud, 3.4 mm ancho, USNM 108850. From Slough, 0.8 km SW Of Riverside, Burlington County, New Jersey, United States. Recolectado e identificado por Hubricht, L. 12 Mar 1938.

Descripción: Pleópodo II, protopodito subcuadrado con una seta simple en el ángulo distal del borde interno. Segmento proximal del exopodito con dos setas en el ángulo externo. Segmento distal del exopodito con 22 setas marginales plumosas (23 en él Neotipo, Figs. 260A y 260B). Endopodito esbelto, ligeramente curvado en la superficie mesial, tan largo como los dos segmentos del exopodito, y cerca de 3.3 veces que su porción más ancha; apófisis interna y externa prominentes (Figs. 260C y 260D). Procesos apicales del endopodito: cánula larga, esbelta, subcónica, como una lámina enrollada en la mitad distal, pero acanalada en la mitad proximal, con la abertura en la superficie mesial y con el ápice truncado, mitad distal extendiéndose más allá del proceso caudal; proceso mesial incipiente, en la base de la cánula; fisura entre los procesos mesial y caudal, en forma de ojal, inicia en la base de la cánula y se extiende proximalmente cerca del largo de esta última; proceso caudal prominente, redondeado, superficie irregular con presencia de algunos peines espinas cortas en la porción basal, distalmente con rugosidad, delimitadas con surcos transversales (Figs. 260E, F).

Observaciones: Especimen identificado como la especie *C. communis sensu stricto* Williams (1970; 1972). La presencia de minúsculos peines de 2 escamas cuticulares se mantiene constante.

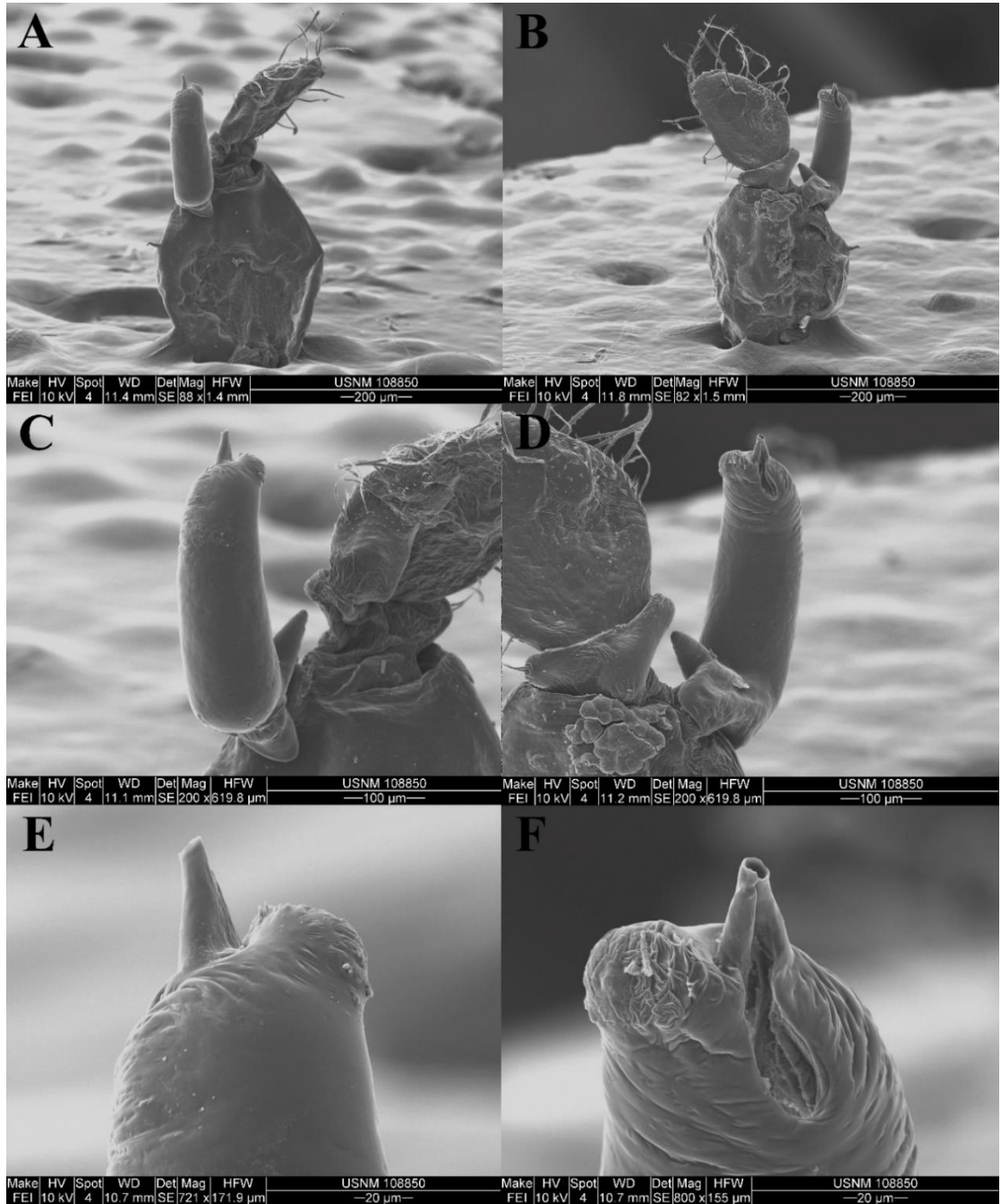


Figura 260. *C. communis* Say, 1818 *sensu* Williams, 1970. Macho USNM 108850. From Slough, 0.8 km SW Of Riverside, Burlington County, New Jersey, United States. A, pleópodo II vista dorsal; B, pleópodo II vista ventral; C, endopodito vista dorsal; D, endopodito vista ventral; E, ápice del endopodito vista dorsal; F, ápice del endopodito vista ventral. Las escalas se encuentran en cada imagen.

Caecidotea aff. brevicauda Williams, 1970

Fig 261

Material examinado: Macho 17.5 mm de longitud, 6.6 mm ancho, USNM 86727. Sugar Creek Near Koekuk, Within 3 Kilom. Of Mouth, Iowa, United States. Recolectado por National Marine Fisheries Service, 21 Mar 2016, Identificado por Maloney, J. O. 21 Mar 1916.

Descripción: Pleópodo II endopodito robusto, ligeramente curvado en la porción superior, tan largo como el exopodito; apófisis interna y externa no evidentes (Figs. 261A y 261B). Cánula ancha y subredondeada. Proceso caudal no evidente, sin escamas cuticulares. Proceso mesial no evidente (Figs. 261C y 261D).

Observaciones: A pesar del mal estado de preservación del pleópodo II, este espécimen es morfológicamente afín a *C. brevicauda* (ver Williams, 1970 p. 21 figs. B y D), por la conformación del ápice del endopodito y por qué el cuerpo de este es más robusto que el de la especie *C. communis*, esto se puede apreciar en la ficha taxonómica de *C. brevicauda* en el capítulo III de esta tesis. Por lo tanto, se puede decir que existió una identificación errónea para esta especie por parte de Maloney J. O.

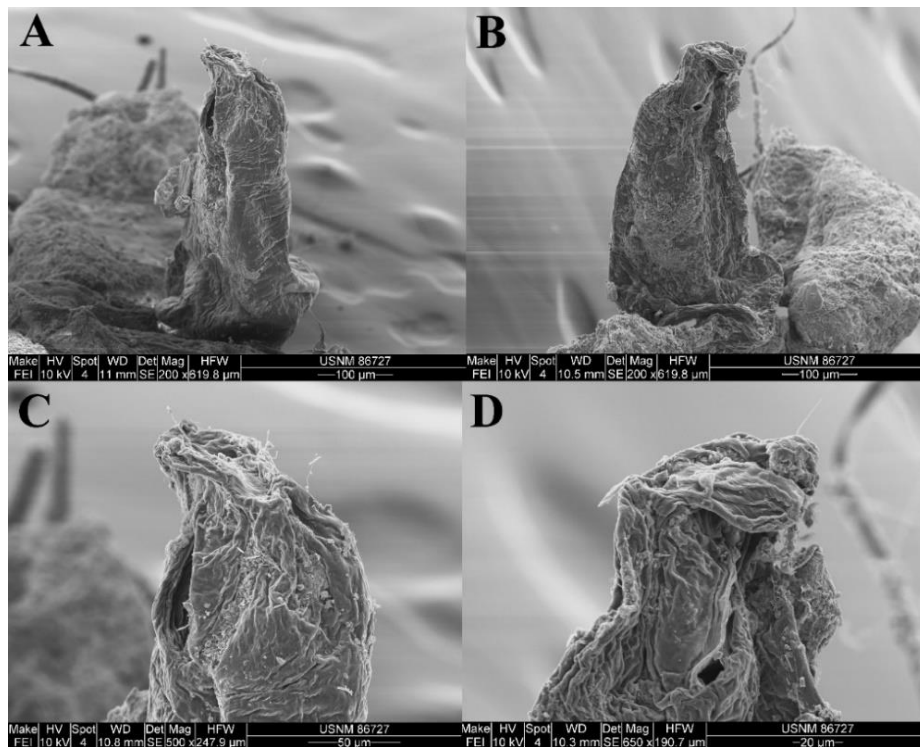


Figura 261. *C. aff. brevicauda* Williams, 1970. Macho USNM 86727. Sugar Creek Near Koekuk, Within 3 Kilom. Of Mouth, Iowa, United States. A, pleópodo II vista dorsal; B, pleópodo II vista ventral; C, endopodito vista dorsal; D, endopodito vista ventral. Las escalas se encuentran en cada imagen.

Caecidotea occidentalis sensu Williams, 1970

Fig 262

Material examinado: Macho 7.9 mm de longitud, 2.3 mm ancho, USNM 169602. Clackamas, Oregon Fish Hatchery Lab, Spring Fed Pond, Oregon Fish Hatchery Lab, Oregon, United States. Recolectado e identificado por Ellis, R. J. 9 May 1960.

Descripción: Pleópodo II, protopodito subcuadrado con cuatro setas simples en el ángulo interno del ángulo distal. Segmento distal del exopodito con 17 setas simples marginales (Figs. 262A y 262B). Endopodito robusto, ligeramente curvado en su porción basal, tan largo como los dos segmentos del exopodito, tan largo como 2.2 veces su porción más ancha; apófisis interna más prominente que la externa (Figs. 262C y 262D). Procesos mesial y caudal no desarrollados, proceso lateral presente, largo, extendiéndose más allá de la cánula y distalmente curvado (Figs. 262E y 262F).

Observaciones: Espécimen identificado con apoyo de Williams (1970) y Bowman (1974). El mismo Williams menciona que la especie *C. occidentalis* podría ser conespecífica de *C. tomalensis*, sin embargo, esto no puede ser resuelto hasta que se cuente con topotipos para efectuar una comparación confiable. Las ilustraciones que muestra Bowman (1974, p. 437, figs. 29 y 30) coinciden con lo observado en las micrografías analizadas, con excepción del número de espinas en el borde interno del protopodito, pues en el trabajo de Bowman ilustra 10 espinas y en nuestras micrografías se muestran 4, esto puede deberse a la variación poblacional. En el estudio de Ellis (1971) sobre la biología de *C. tomalensis* en realidad cometió un error de identificación y trabajó con la especie *C. occidentalis* (ver Ellis, 1971, p. 53 figs. 3 y 4).

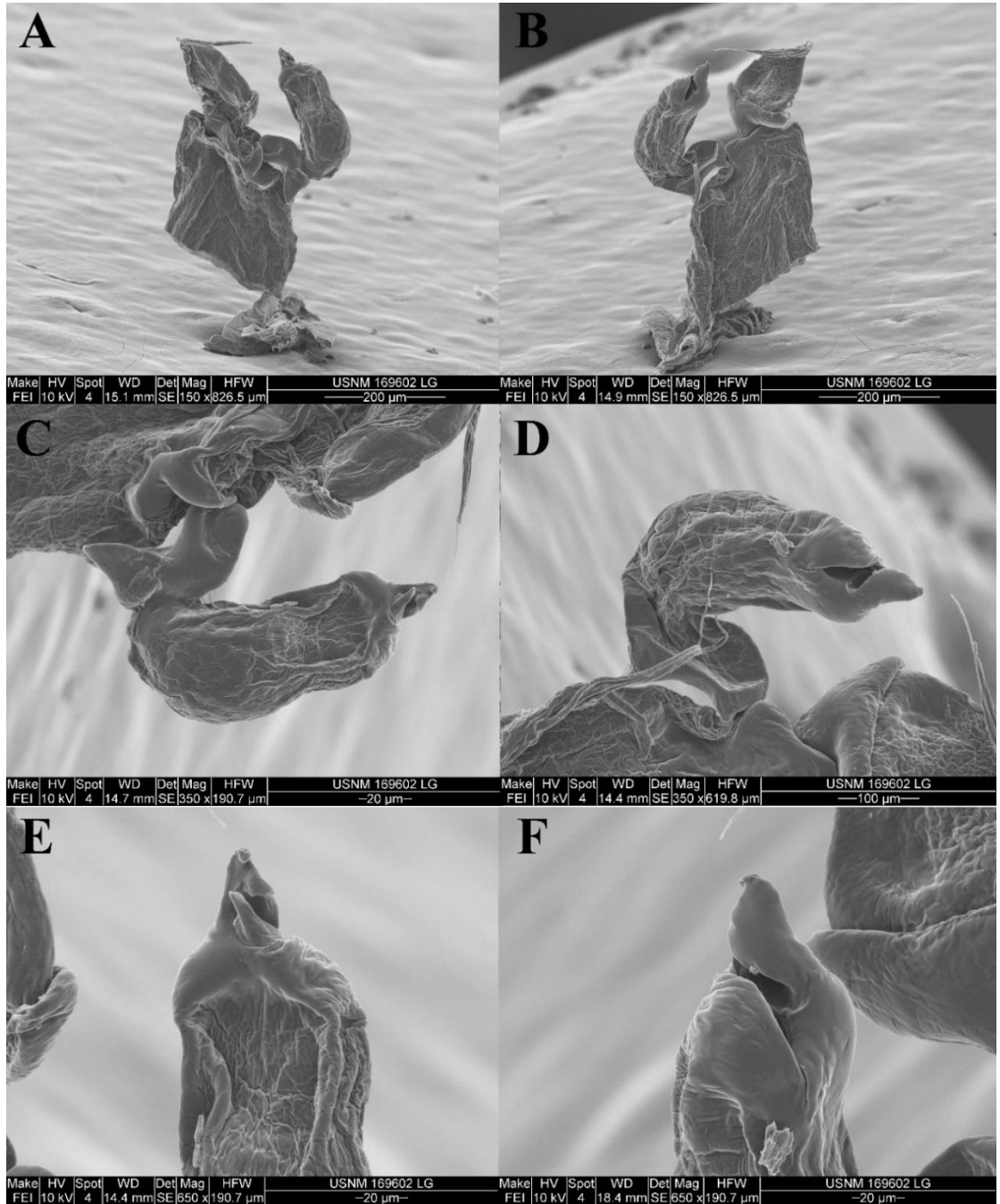


Figura 262. *C. occidentalis sensu* Williams, 1970. Macho USNM 169602. Clackamas, Oregon Fish Hatchery Lab, Spring Fed Pond, Oregon Fish Hatchery Lab, Oregon, United States. A, pleópodo II vista dorsal; B, pleópodo II vista ventral; C, endopodito vista dorsal; D, endopodito vista ventral; E, ápice del endopodito vista dorsal; F, ápice del endopodito vista ventral. Las escalas se encuentran en cada imagen.

Caecidotea racovitzai racovitzai sensu Williams, 1970

Fig 263

Material examinado: Macho 14.7 mm de longitud, 4.6 mm ancho, USNM 233370. Tomales Bay, Paper Mill, Marin County, California, United States. Identificado por Miller, M. A. Sin fecha de recolecta ni de identificación.

Descripción: Pleópodo II, protopodito subcuadrado con dos setas simples en el ángulo distal del borde interno. Segmento distal del exopodito con 24 setas plumosas marginales (Figs. 263A y 263B). Endopodito esbelto, casi recto, tan largo como los dos segmentos del exopodito y 3.0 veces su porción más ancha; apófisis interna y externa presentes (Figs. 263C y 263D). Procesos apicales del endopodito: en vista dorsal cánula cónica, formada por dos láminas triangulares sobrepuestas, sobrepasando ligeramente el proceso caudal; proceso mesial bien desarrollado, esbelto, esclerotizado, incurvado en su mitad distal y agudamente producido. En vista ventral, cánula con un surco ancho y evidente; proceso mesial esbelto y adelgazándose en forma subaguda en el tercio distal; proceso caudal largo, terminando en un ápice prominente presentando algunos peines de espinas cuticulares 1-3 (Figs. 263E y 263F).

Observaciones: Esta especie debería ser considerada “problema” pues su amplia distribución en Quebec, District Columbia, Indiana, Maryland, Massachusetts, Michigan, Vermont y Washington, EE. UU., pudiera ser debido a identificaciones incorrectas, tal y como sucedió en este caso. Originalmente fue identificada como *C. communis* por Miller, M. A, pero también es importante mencionar que esta especie fue colectada en la Bahía Tomales, California, área de distribución de *C. tomalensis*.

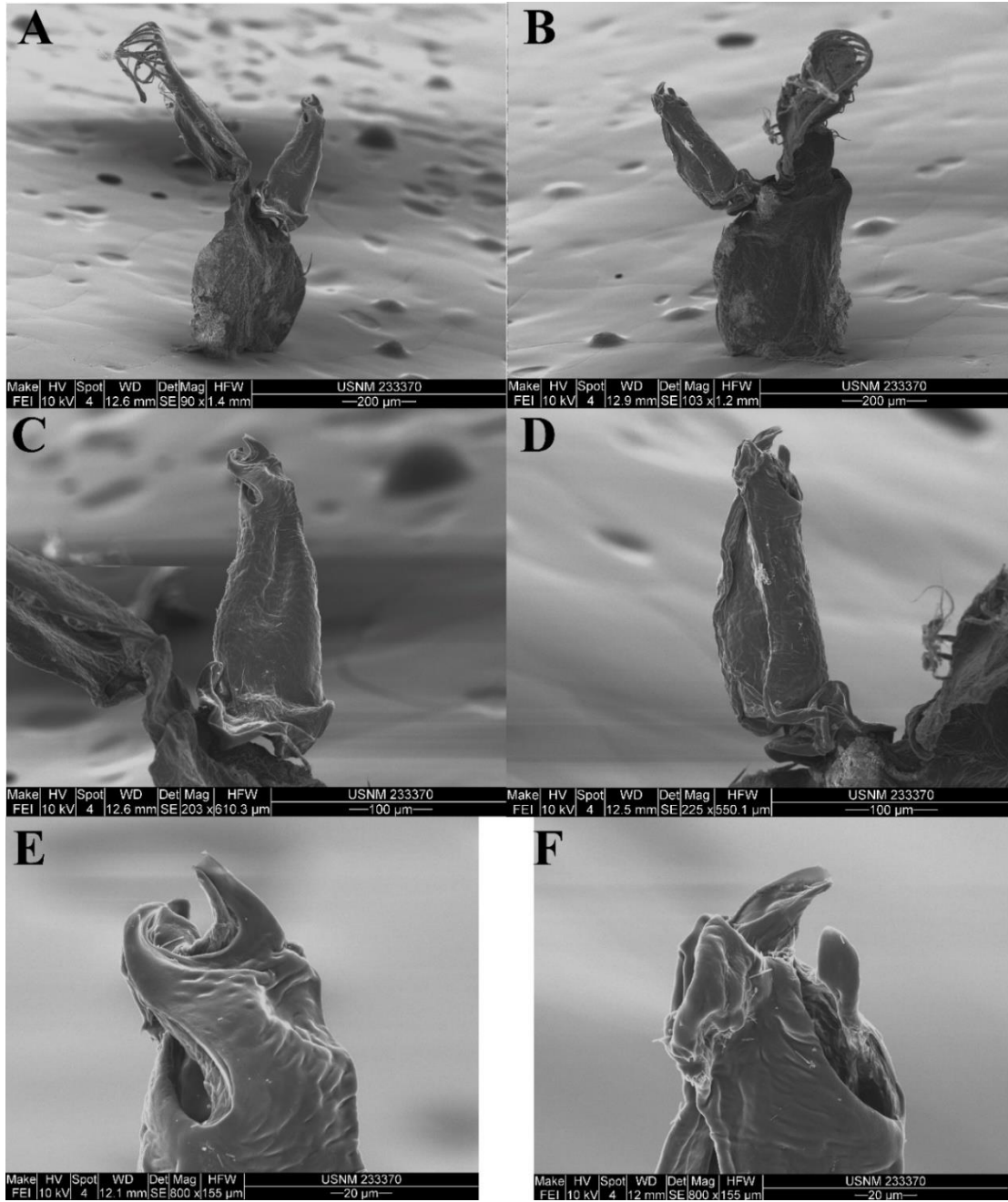


Figura 263. *C. racovitzai racovitzai sensu* Williams, 1970. Macho USNM 233370. Tomales Bay, Paper Mill, Marin County, California, United States. A, pleópodo II vista dorsal; B, pleópodo II vista ventral; C, endopodito vista dorsal; D, endopodito vista ventral; E, ápice del endopodito vista dorsal; F, ápice del endopodito vista ventral. Las escalas se encuentran en cada imagen.

***Caecidotea* sp 8**

Fig 264

Material examinado: Macho 10.1 mm de longitud, 2.7 mm ancho, USNM 1463313. SERC, Horseshoe Bog, Anne Arundel County, Maryland, United States. Recolectado por Aguilar, R. 21 Feb 2016, identificado por Aguilar, R, 2018.

Descripción: Pleópodo II, protopodito subcuadrado con una seta simple en el ángulo distal del borde interno. Segmento proximal del exopodito con cinco setas. Segmento distal del exopodito con 17 setas plumosas marginales (Figs. 264A y 264B). Endopodito estrecho, ligeramente curvado en su porción apical, más corto que los dos segmentos del exopodito, y tan largo como 3.6 veces que su porción más ancha; apófisis interna y externa prominentes (Figs. 264C y 264D). Procesos apicales del endopodito: en vista dorsal cánula cónica, larga, acanalada, ligeramente curvada y simple, extendiéndose más allá del proceso caudal; proceso mesial incipiente, ampliamente triangular, sobresaliendo en la base de la cánula; proceso caudal prominente, redondeado con presencia de pequeñas escamas cuticulares 2-4. En vista ventral, cánula cónica, con un surco ancho y evidente; proceso mesial no visible; proceso caudal robusto, terminando en un ápice subagudo, con la superficie irregular, con surcos estrechos transversales que bordean elevaciones planas y bajas, presentando algunos peines de espinas cuticulares (Figs. 264E y 264F).

Observaciones: Este espécimen fue originalmente asignado a la especie *C. communis* por R. Aguilar (2018), esto pudo deberse a la gran similitud en la conformación del ápice del endopodito de esta especie con *C. communis*, sin embargo, apoyados en otro conjunto de características morfológicas, ambas formas pueden ser claramente separadas, por ejemplo, la cabeza de *C. communis* es más redondeada que en *Caecidotea* sp. 8 donde el margen anterior de la cabeza es muy cóncavo y el pleotelson es más ancho que en *C. communis*, además de la conformación de las escamas cuticulares que en *Caecidotea* sp. 8 es de 2-4 mientras que en *C. communis* son de 3-6.

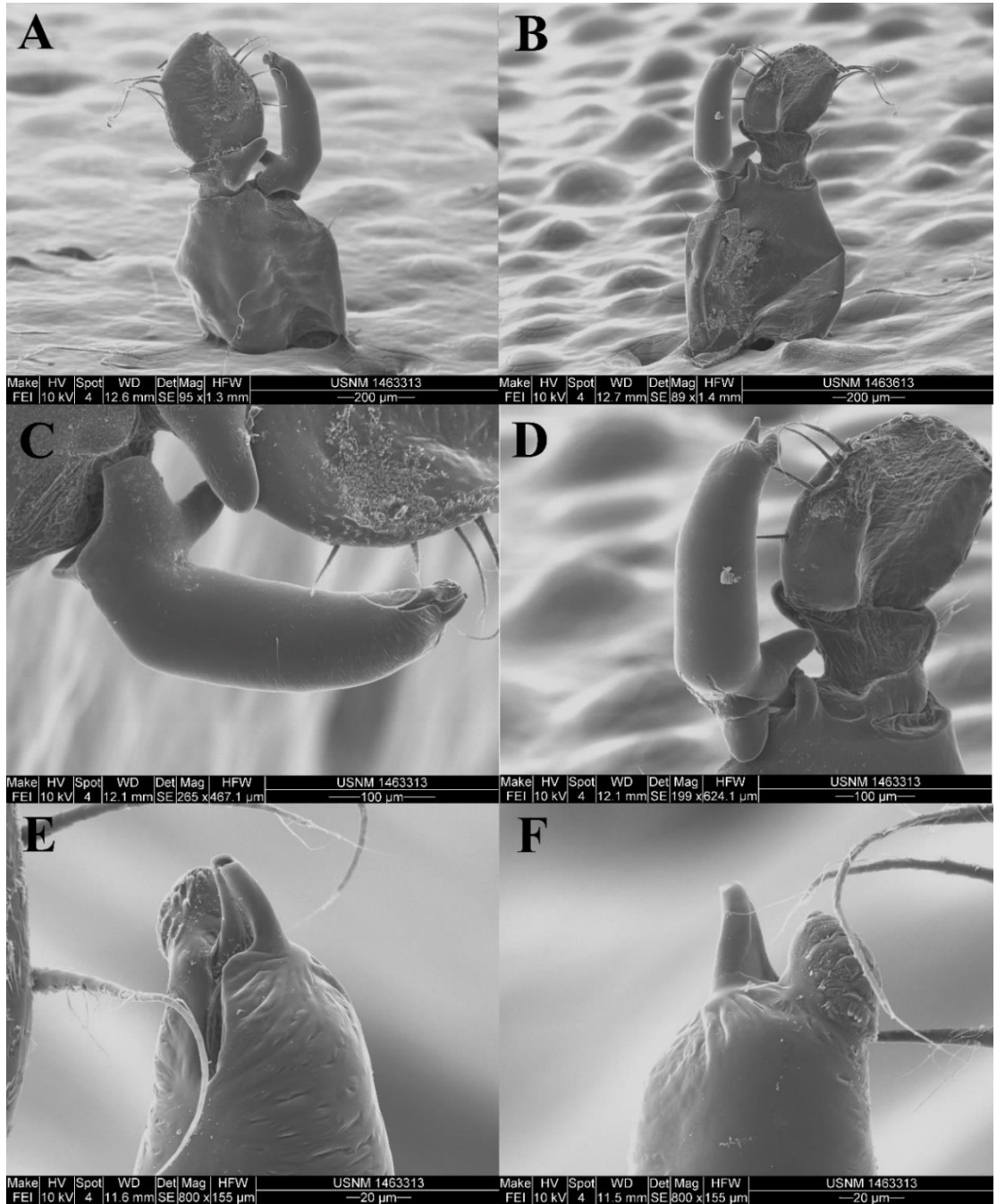


Figura 264. *Caecidotea* sp 8. Macho USNM 1463313. SERC, Horseshoe Bog, Anne Arundel County, Maryland, United States. A, pleópodo II vista dorsal; B, pleópodo II vista ventral; C, endopodito vista dorsal; D, endopodito vista ventral; E, ápice del endopodito vista dorsal; F, ápice del endopodito vista ventral. Las escalas se encuentran en cada imagen.

Caecidotea racovitzai racovitzai sensu Williams, 1970

Fig 265

Material examinado: Macho 9.2 mm de longitud, 2.9 mm ancho, USNM 108337. Harrow, From Spring, 5 Mile E Of. Essex County, Ontario, Canadá. Colector Hubricht, L. 21 Jul 1946. Identificado por Hubricht, L. Sin fecha de identificación.

Descripción: Pleópodo II, protopodito subcuadrado con dos setas simples en el ángulo distal del borde interno. Segmento distal del exopodito con 21 setas plumosas marginales (Figs. 265A y 265B). Endopodito estrecho, casi recto, tan largo como los dos segmentos del exopodito y 3.0 veces su porción más ancha; apófisis interna y externa presentes (Figs. 265C y 265D). Procesos apicales del endopodito: en vista dorsal cánula triangular, más corta que el proceso caudal; proceso mesial bien desarrollado, esbelto, incurvado, ápice con una muesca media; proceso caudal digitiforme, incurvado. En vista ventral cánula con un surco estrecho y evidente; proceso mesial no visible; proceso caudal digitiforme, alargado, incurvado, terminando en un ápice prominente presentando escamas cuticulares 1-5 (Figs. 265E y 265F).

Observaciones: Espécimen identificado con apoyo de Williams (1970). Esta especie proviene de Ontario confirmando una distribución amplia de esta especie. Sería recomendable efectuar recolectas en los sitios donde la especie ha sido registrada para realizar análisis genéticos que nos permitan registrar que tanta variación existe entre las poblaciones.

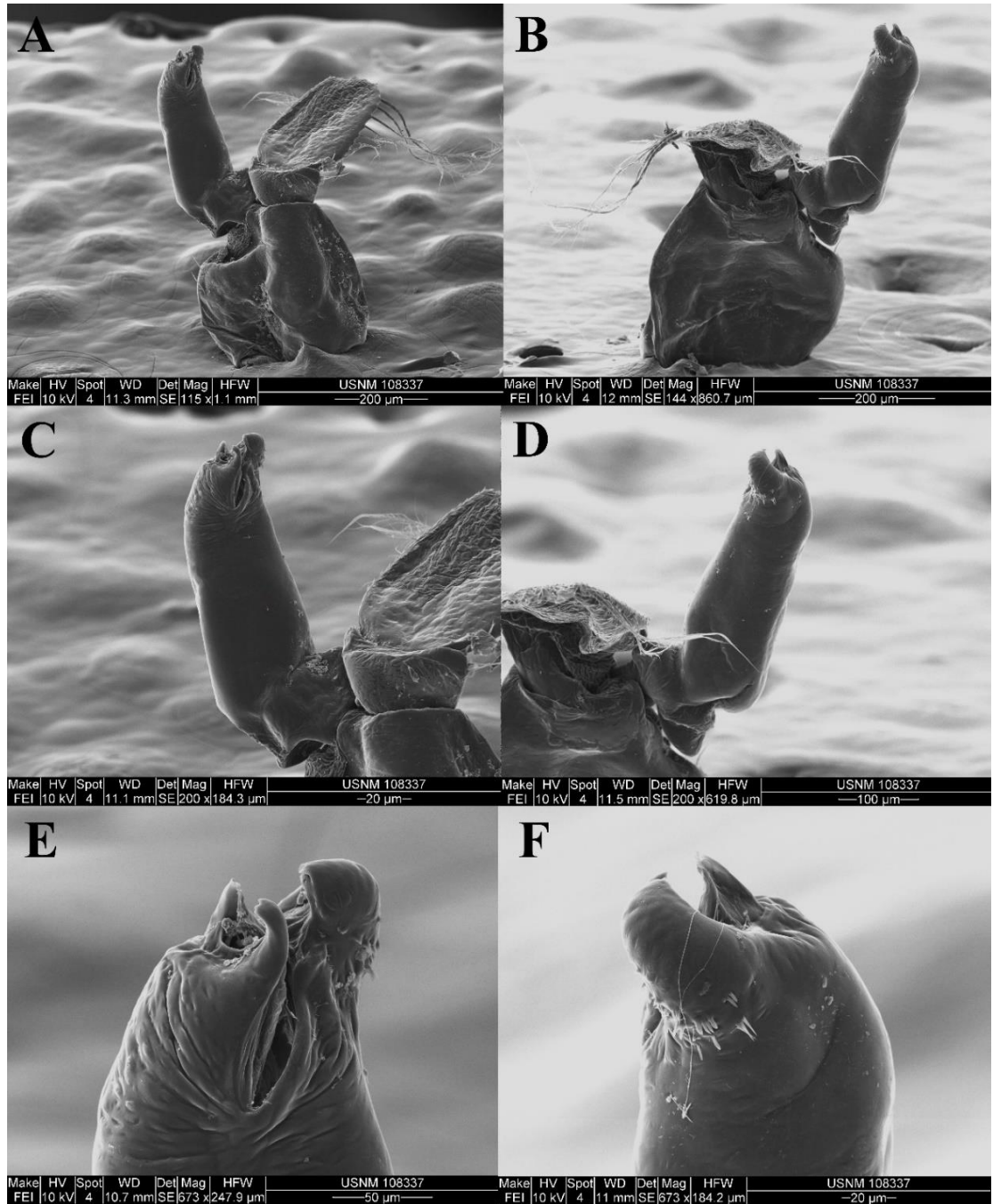


Figura 265. *C. racovitzai racovitzai sensu* Williams, 1970. Macho USNM 108337. Harrow, From Spring, 5 Mile E Of. Essex County, Ontario, Canadá. A, pleópodo II vista dorsal; B, pleópodo II vista ventral; C, endopodito vista dorsal; D, endopodito vista ventral; E, ápice del endopodito vista dorsal; F, ápice del endopodito vista ventral. Las escalas se encuentran en cada imagen.

Ápice de las diferentes especies epigeas de *Caecidotea*

La revisión morfológica del endopodito del Pleópodo II, de los machos de las especies epigeas de *Caecidotea*, permitió el reconocimiento de un patrón en donde los elementos apicales presentan diferencias entre los componentes en la forma de la cánula, así como su tamaño, ornamentación y posición dentro del ápice. Tal detalle en los componentes morfológicos solo puede ser claramente visualizado con apoyo de MEB.

En las fotografías de la porción apical del endopodito, se aprecia que la morfología de las especies epigeas comparadas se mantiene constante, sin embargo, caso particular es la especie *C. racovitzai racovitzai* (Figs. 266G y 267G), presenta el proceso mesial bien desarrollado, esbelto y alargado, tan alto como la cánula y el proceso caudal, y no mantiene el patrón del resto de las especies. Retomando el capítulo I de esta tesis sobre los análisis moleculares, genéticamente la especie es muy distante, con una divergencia del 25% en el gen COI subunidad 1.

Es importante observar la disposición y conformación de las escamas cuticulares de las especies mexicanas *C. camaxtli*, *C. puebla*, *Caecidotea* sp.1 forma Catemaco y *Caecidotea* sp. 6 forma Zacapu, ya que es muy diferente de las especies de EE. UU. Retomando los resultados de esta tesis, del capítulo I, las distancias genéticas de las especies de EE. UU. con respecto de las especies mexicanas se encuentra entre el 15-25% (COI), lo cual de acuerdo con Wetzer (2001) en isópodos, tal divergencia podría corresponder a un nivel jerárquico superior tal como sería familia (divergencia de COI entre 17.7%-33.6%), por lo tanto, México podría tener su propia familia de asélidos y EE. UU. otra, donde el principal representante de esta familia sería la especie *C. racovitzai racovitzai*, pero esto debe ser puesto a prueba con nuevos análisis moleculares y morfológicos que sustenten la creación de una nueva familia.

Debido a lo anterior, sería conveniente analizar las relaciones evolutivas de las especies epigeas de *Caecidotea* basados en la ornamentación del ápice del endopodito del pleópodo II, específicamente codificando los caracteres presentes en el ápice como número de procesos en el ápice, presencia/ausencia de escamas cuticulares, número de escamas cuticulares por peine, forma de la cánula, presencia/ausencia del proceso caudal, presencia/ausencia del proceso mesial, por mencionar algunas características tal y como

fue realizado por Steeves (1966) con las especies estigobias que conforman los grupos Cánula, Hobbsi y Stygia (Ver capítulo III de esta tesis).

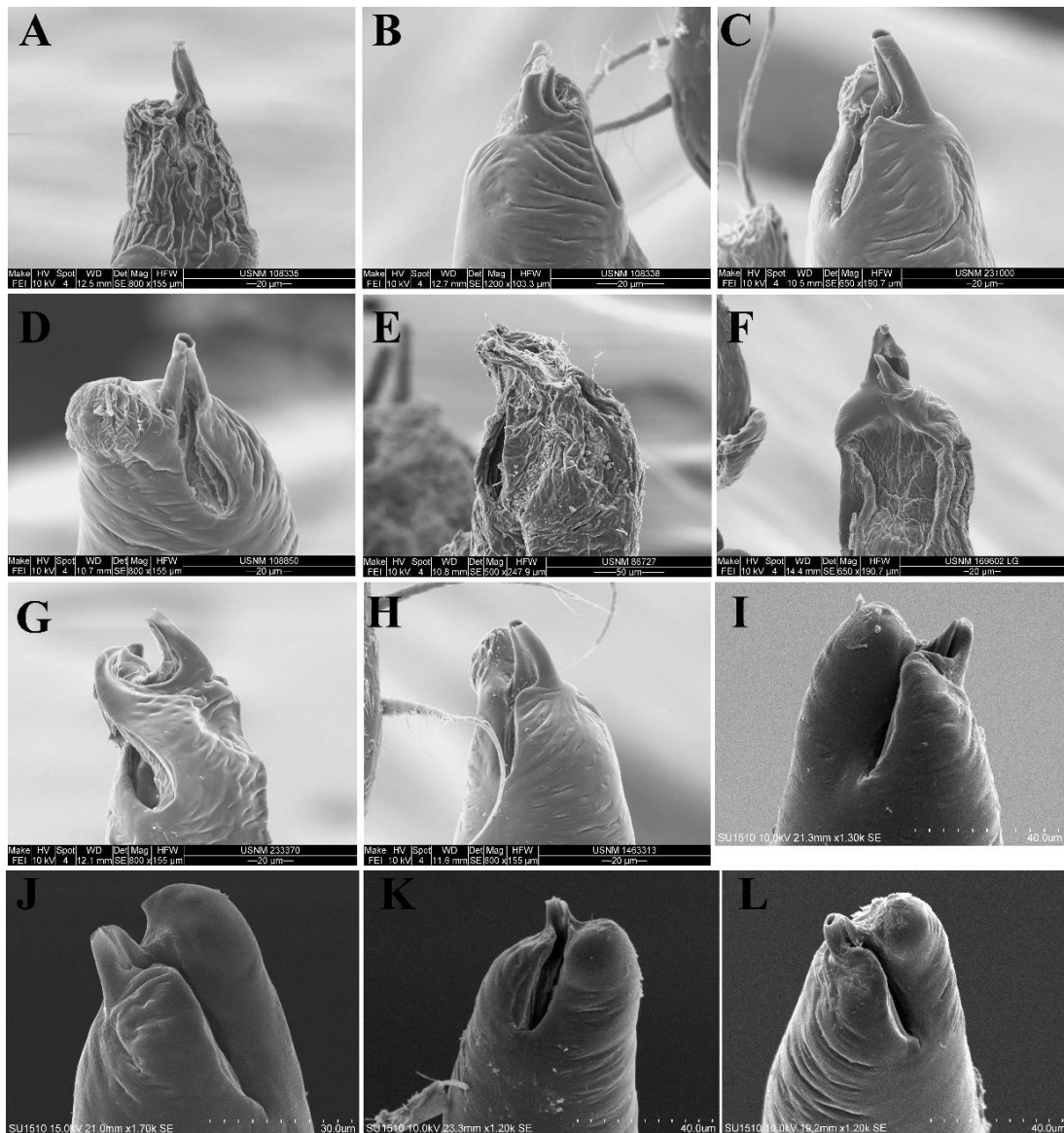


Figura 266. Ápices del endopodito del pleópodo II derecho, en vista dorsal, con excepción de *C. camaxtli* y *Caecidotea* sp 8, que presenta el izquierdo. A-D, *C. communis*; E, *Caecidotea* aff. *Brevicauda*; F, *C. occidentalis*; G, *C. racovitzae racovitzae*; H, *Caecidotea* sp 8; I, *C. camaxtli*; J, *C. puebla*; K, *Caecidotea* sp 1 (Lago de Catemaco); L, *Caecidotea* sp 6 (Laguna de Zacapu). Las escalas se encuentran en cada imagen.

La ornamentación de las escamas cuticulares sobre el proceso caudal (Fig. 267), permite apreciar, que está presente en la mayoría de las especies de *Caecidotea* comparadas, sin embargo, es importante mencionar que en la descripción de Williams (1970; 1972), menciona que la especie *C. communis* no presenta escamas cuticulares, lo cual podría deberse al tipo de microscopía empleada, pues con el MEB la resolución es a

mayor escala. Por lo tanto, se puede concluir que la especie *C. communis* si presenta diminutas escamas cuticulares de apenas un par de nanómetros (Figs. 267A, D).

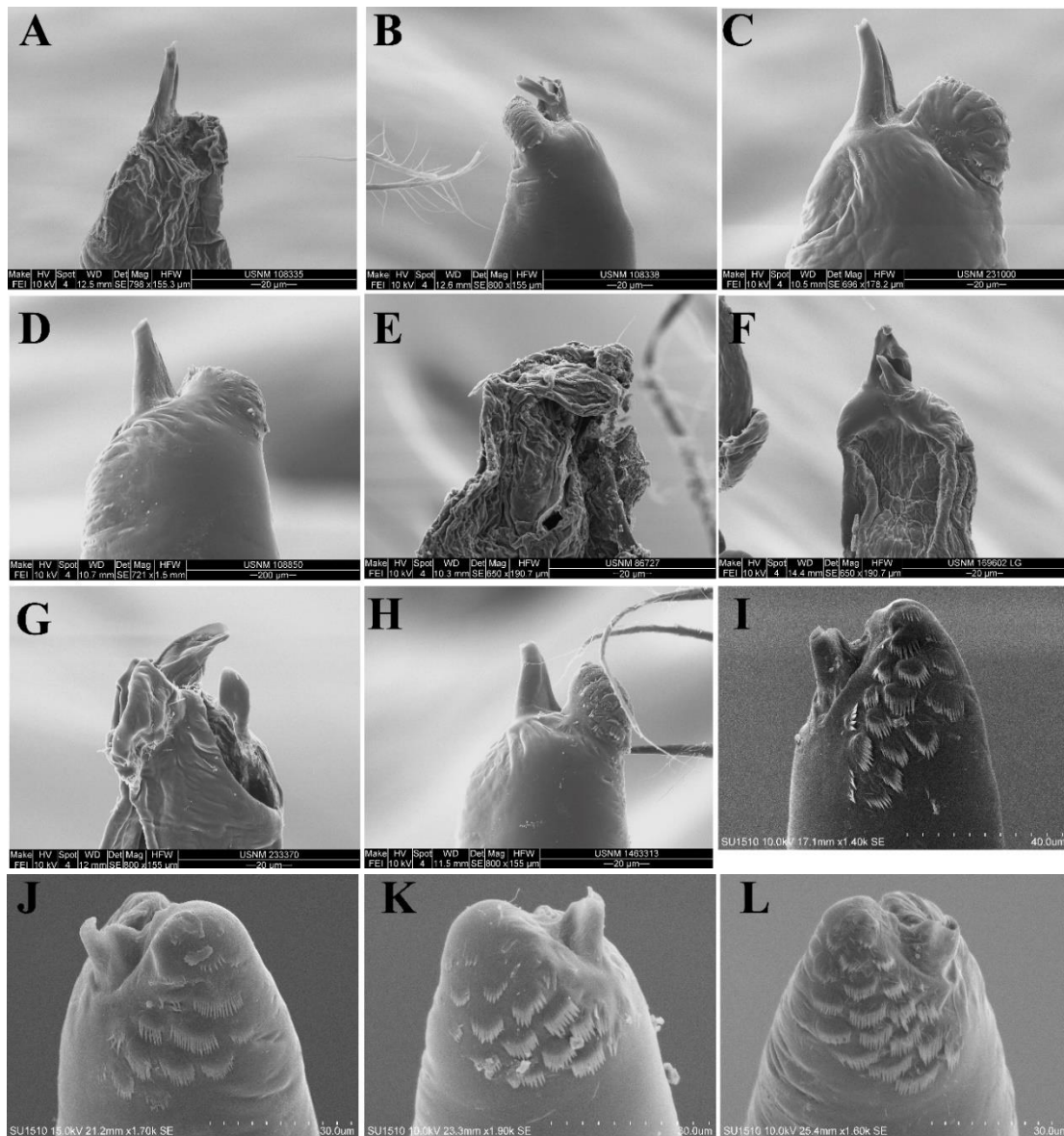


Figura 267. Ápices del endopodito del pleópodo II derecho en vista ventral con excepción de *C. camaxtli* y *Caecidotea* sp 8, que se presenta el izquierdo. A-D, *C. communis*; E, *Caecidotea* aff. *brevicauda*; F, *C. occidentalis*; G, *C. racovitzai racovitzai*; H, *Caecidotea* sp 8; I, *C. camaxtli*; J, *C. puebla*; K, *Caecidotea* sp 1 (Lago de Catemaco); L, *Caecidotea* sp 6 (Laguna de Zacapu). Las escalas se encuentran en cada imagen.

La identificación errónea de *C. communis* en territorio mexicano fue expuesta por primera vez por Rocha-Ramírez y Peñaloza-Daniel (2011), al describir *C. xochimilca* de los especímenes originalmente identificados como *C. communis* por Salcedo (1978). Sin embargo, se recomienda analizar el ápice del endopodito del pleópodo II con MEB, pues

Rocha-Ramírez y Peñaloza-Daniel, mencionan en la descripción de *C. xochimilca* que esta no presenta escamas cuticulares (referidas en el texto como ganchos asociados).

La comparación de las morfologías entre la especie *C. communis* y las especies mexicanas *C. camaxtli*, *C. puebla*, *Caecidotea* sp 1 y *Caecidotea* sp 6, pone en duda las hipótesis propuestas por Fleming (1973), Bowman (1975) y Argano (1977) sobre la presencia de esta especie en México y se sustenta lo propuesto por García-Vázquez *et al.* (2019) sobre la inexistencia de *C. communis* en territorio mexicano. En este punto se ha mostrado la evidencia genética y morfológica basada en la conformación de las escamas cuticulares permite dar sustento a esta hipótesis.

No solo en las especies epigeas han existido casos de identificaciones erróneas, sino también hay reportes de especies estigobias como lo muestra Lewis y Bowman (1981) (tabla 22).

Tabla 22. Registros de identificaciones erróneas de especies de *Caecidotea* de Illinois. Tomado y modificado de Lewis y Bowman (1981).

Identificación	Identificado por	Identificación correcta
<i>Caecidotea alabamensis</i> (Stafford, 1911)	Fleming (1972a)	<i>Caecidotea whitei</i>
<i>Caecidotea stygia</i> (Packard)	Forbes (1876)	<i>Caecidotea kendeighi</i> Steeves y Seidenberg, 1971
<i>Caecidotea stygia</i> (Packard)	Packard (1888) En parte	<i>Caecidotea kendeighi</i>
<i>Caecidotea tridentata</i> (Hungerford)	Dexter (1954)	<i>Caecidotea kendeighi</i>
<i>Caecidotea tridentata</i>	Fleming (1972a) En parte	<i>Caecidotea kendeighi</i>
<i>Caecidotea spatulata</i> (Mackin y Hubricht)	Fleming (1972a)	<i>Caecidotea kendeighi</i> (especímenes de Illinois) <i>Caecidotea nodula</i> (Williams, 1970) (especímenes de Maryland)

Otros registros más son el de la especie *C. richardsonae* de la cueva Hobbs, Maury County, Tennessee, EE. UU. por Fleming (1972a) la cual es una identificación errónea y pertenece a la especie *C. bicrenata bicrenata* de acuerdo con Lewis (1988). Un caso más es el de la especie *C. adenta* proveniente de una pequeña cueva cercana a las cataratas Turner en Murray Co. Hecho por Fleming (1972b), sin embargo, Lewis *et al.* (2006), mencionan que esta especie se encuentra dentro del rango de distribución de *C. acuticarpa* por lo que el registro de *C. adenta* debería pertenecer a *C. acuticarpa*.

CONCLUSIONES

- Se analizó con MEB y se describió por primera vez el pleópodo II de *C. communis* Say, 1818 *sensu* Williams, 1970.
- La especie *C. communis* Say, 1818 *sensu* Williams, 1970 se identificó en las muestras provenientes de los estados de New Jersey (USNM 108850) y Pensilvania EE. UU. (USNM 231000).
- Entre las muestras originalmente registradas como *C. communis*, se identificó la especie *C. brevicauda brevicauda* para el estado de Iowa (USNM 86727), *C. occidentalis sensu* Williams (1970), Bowman (1974), para el estado de Oregón (USNM 169602) y *C. racovitzai racovitzai sensu* Williams (1970), para el estado de California (USNM 233370.) y para la provincia de Ontario en Canadá (USNM 108337).
- Se identificó la especie *C. occidentalis sensu* Williams (1970) (USNM 169602), Bowman (1974), del estado de Oregón, EE. UU. también identificada como *C. communis*.
- En el estudio de Ellis (1971) sobre la biología de *C. tomalensis* en realidad cometió un error de identificación y trabajó con la especie *C. occidentalis*.
- La morfología del ápice del endopodito del pleópodo II de *C. communis sensu* Williams (1970), no ha sido localizada hasta el momento en México, lo cual coincide con lo que otros autores han citado previamente.
- La conformación del ápice del endopodito del pleópodo II de las especies mexicanas, permite separarlas claramente de sus congéneres de EE. UU. principalmente por el número de escamas cuticulares, la forma y el tamaño de la cánula.
- Las fotografías tomadas con el MEB del pleópodo II y específicamente en el ápice del endopodito, demuestran que son de gran utilidad para la discriminación entre especies.

LITERATURA CITADA

- Alcocer J, Escobar E. 2007. On the ecology of *Caecidotea williamsi* Escobar-Briones & Alcocer (Crustacea: Isopoda: Asellidae) from Alchichica saline lake, Central Mexico. *Hydrobiologia*. 576: 103–109.
- Argano R. 1977. Asellota del Messico meridionale e Guatemala (Crustacea, Isopoda). *Accademia Nazionale dei Lincei*. 171: 101–124.
- Bowman TE. 1975. Three new troglobitic asellids from Western North America (Crustacea: Isopoda: Asellidae). *International Journal of Speleology*. 7: 339–356.
- Cole GA, Minckley WL. 1968. A new species of aquatic isopod crustacean (genus *Asellus*) from the Puebla Plateau, central Mexico. *Proceedings of the Biological Society of Washington*. 81: 755–760.
- Cole GA. 1984. Crustacea from the Bolson of Cuatro Ciénegas, Coahuila, Mexico. *Journal of the Arizona-Nevada Academy of Science*, 19: 3-12.
- Ellis RJ. 1961. A Life History Study of *Asellus intermedius* Forbes. *Transactions of the American Microscopical Society*. 80: 80–102.
- Escobar E, Alcocer J. 2002. *Caecidotea williamsi* (Crustacea: Isopoda: Asellidae), a new species from a saline crater-lake in the eastern Mexican plateau. *Hydrobiologia*. 477: 93–105.
- Fleming L. 1972a. Four new species of troglobitic asellids (Crustacea: Isopoda) from the United States. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 84: 489–500.
- Fleming L. 1972b. The evolution of the eastern North American isopods of the genus *Asellus* (Crustacea: Asellidae) Part I. *International Journal of Speleology* 4: 221–256.
- Fleming L. 1973. The evolution of the eastern North American isopods of the genus *Asellus* (Crustacea: Asellidae). Part II. *International Journal of Speleology* 5: 283–310.
- García VL. 2013. Variación morfológica en isópodos del género *Caecidotea* (Packard, 1871) (Crustacea: Peracarida: Isopoda) de México. (Tesis de Licenciatura Facultad de Ciencias, Biología, Universidad Nacional Autónoma de México). 67 p.
- García VL, Rodríguez AG, Pedraza LC. 2019. *Caecidotea camaxtli* (Isopoda: Asellidae) a new species from the Tlaxcala valley, Mexico. *Zootaxa*. 4624 (3): 377–386.
- Graening GO, Fong D, Serpa L, Sharma N, Graening G. 2012. Conservation status of the Tomales Bay Isopod *Caecidotea tomalensis* (Malacostraca: Isopoda). *California Fish and Game*. 98(4): 202–213.
- Harding PT, Collis GM. 2006. The occurrence of *asellus communis* Say, 1818 (Crustacea, Isopoda) at Bolam Lake, Northumberland. *Bulletin of the British Myriapod & Isopod Group*. 21: 8–11.

- Hatchett S. 1947. Biology of the Isopoda of Michigan. *Ecological Monographs*. 17: 47–79.
- Jiménez MC. 2017. Taxonomía morfológica del género *Caecidotea* (Isopoda: Asellidae): con comentarios sobre su distribución geográfica en México. Tesis de Licenciatura Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León. 115 p.
- Lewis JJ, Bowman TE. 1981. The subterranean asellids (*Caecidotea*) of Illinois (Crustacea: Isopoda: Asellidae). *Smithsonian Contributions to Zoology*. 335:1–66.
- Lewis JJ, Graening GO, Fenolio DB, Bergey E. 2006. *Caecidotea mackini*, new species, with a synopsis of the subterranean asellids of Oklahoma (Crustacea: Isopoda: Asellidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington*. 119(4):563–575.
- Magnin E, Leconte O. 1971. Cycle vital d'*Asellus communis sensu* Racovitza (1920) (Crustacea, Isopoda) du lac Saint-Louis près de Montréal. *Canadian Journal of Zoology*. 49(5): 647–655.
- Racovitza EG. 1920. VII. Notes sur les isopodes. 6. *Asellus communis* Say. 7, Les pleopodes I et II des Asellides; Morphologie et développement. *Archives de Zoologie expérimentale et générale, Notes et Revue* 58: 79–115.
- Richardson H. 1905. A monograph of the Isopods of North America. *United States National Museum Bulletin*, 54:1–727.
- Rocha RA, Peñaloza DA. 2011. *Caecidotea xochimilca* (Isopoda, Asellidae), a new species from lake Xochimilco, Mexico, with a key to Mexican species of the genus *Caecidotea*. *Crustaceana*. 84 (1): 93–106.
- Say T. 1818. An account of the Crustacea of the United States, part 7. *Journal of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*. 1: 374–401.
- Salcedo SV. 1978. Fluctuación de las poblaciones de la fauna asociada al lirio acuático (*Eichhornia crassipes* Kunth) y su relación con la contaminación en el Lago de Xochimilco. (Tesis de Licenciatura Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México). 60 p.
- Smith SI. 1874. The Crustacea of the Fresh Waters of the United States. Report of the United States Commission of Fisheries. 2: 637–665.
- Smith DG. 1977. An occurrence of a female intersex of *Asellus communis* Say (Isopoda, Asellidae). *Crustaceana*. 32(1):89–90.
- Steeves HR. 1966. Evolutionary aspects of the troglobitic asellids from Tennessee: The Hobbsi, Stygius, and Canulus groups. *American Midland Naturalist*. 75(2): 392–403.
- Van Name WG. 1936. The American land and fresh-water isopod Crustacea. *Bulletin of the American Museum of Natural History*. 71: 1–535.
- Williams WD. 1970. A revision of North American epigeal species of *Asellus* (Crustacea: Isopoda). *Smithsonian Contributions to Zoology* 49: 1–79.
- Williams WD. 1972. Freshwater Isopods (Asellidae) of North America. *Biota of Freshwater Ecosystems Identification Manual*. U.S. Environmental Protection Agency. 7: 1–45.

RESUMEN BIOGRÁFICO

Leonardo García Vázquez

Candidato para el Grado de

Doctor en Ciencias con Acentuación en Manejo de Vida Silvestre

y

Desarrollo Sustentable

Tesis: REVISIÓN TAXONÓMICA DE LAS ESPECIES EPIGEAS DEL GÉNERO *CAECIDOTEA* PACKARD, 1871 (CRUSTACEA: ISOPODA: ASELLIDAE) DE LA REGIÓN CENTRAL DE MÉXICO.

Campo de Estudio: Taxonomía

Datos Personales: Nacido en Coyoacán, Ciudad de México el 18 de enero de 1987, hijo de Héctor García García y María Candelaria Vázquez Sánchez.

Educación: Egresado de la Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, grado obtenido Biólogo en 2013.

Maestro en Ciencias por el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México, tesis propuesta para competir por la mejor tesis de posgrado en 2015.

Experiencia Profesional: Profesor de Asignatura “A” impartiendo las asignaturas Entomología Forense y Entomología Forense Avanzada, Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México 2017-2020.

Caecidotea camaxtli (Isopoda: Asellidae) a new species from the Tlaxcala valley, Mexico

LEONARDO GARCÍA-VÁZQUEZ^{1,2,3}, GABINO RODRÍGUEZ-ALMARAZ^{1,3}
& CARLOS PEDRAZA-LARA^{2,3}

¹Departamento de Zoología de Invertebrados, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas, Av. Universidad s/n, Ciudad Universitaria, 66451 San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México.

E-mail: garcia.leonvz@gmail.com

²Licenciatura en Ciencia Forense, Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito de la Investigación Científica, Ciudad Universitaria, 04351. Ciudad de México. E-mail: pedrazal@gmail.com

³Equal contributors

Abstract

A new freshwater isopod, *Caecidotea camaxtli* sp. nov. (Isopoda, Asellidae) is described from Mexico. The new species can be distinguished from all other species of *Caecidotea* by the presence of cuticular scales on the caudal process, as well as a short and simple cannula in the apex of the endopodite of pleopod II. [Zoobank URL: [urn:lsid:zoobank.org:act:082CF870-ABC3-4E25-B5F2-8CA59359C2B0](http://zoobank.org/urn:lsid:zoobank.org:act:082CF870-ABC3-4E25-B5F2-8CA59359C2B0)]

Key words: *Caecidotea*, Asellidae, Isopoda

Introduction

The genus *Caecidotea* (Packard, 1871) is represented in North America by 93 recognized species and three subspecies, of which 73 are subterranean and 20 are epigean. Most of the species occur in the United States, which harbors 85 species and one species in Guatemala (Boyko *et al.* 2008; Kensley *et al.* 2012; Orrell 2019). Eight species are recorded in Mexico, four of them are stygobionts that inhabit the southern part of the country and are known only from their type localities. The epigean species recorded from Mexico are *C. puebla* (Cole & Minckley, 1968), *C. williamsi* Escobar-Briones & Alcocer, 2002 and *C. xochimilca* Rocha-Ramírez & Peñaloza-Daniel, 2011, all of them from central Mexico and only recorded from their type localities. Several records of another epigean species, *C. communis* (Say, 1818), indicate a wide distribution in Mexico (Fleming 1973; Argano 1977; Escobar-Briones & Alcocer 2002; Rocha-Ramírez & Peñaloza-Daniel 2011), which according to Bowman (1975) could be the result of either anthropogenic introductions or misidentifications. This uncertainty has spurred recent taxonomic investigations of Mexican *Caecidotea*, including several populations of uncertain species assignments and purported *C. communis*. In the present study, we collected isopods from a water body in central Mexico (Laguna El Ojito, Tlaxcala), where a previous record (Pérez-Rodríguez 1994) had only reported presence of individuals of *Asellus* sp. After a detailed morphological examination of specimens from Laguna El Ojito, we conclude they belong to an undescribed taxon of *Caecidotea*.

Materials and methods

Isopods were hand collected with dip nets and fine forceps and preserved in 95% ethanol. Appendages for micrographies in Scanning Electron Microscopy (SEM) were dissected and mounted on aluminum SEM stubs with carbon tape and dehydrated at room temperature. The appendages were then sputter-coated with gold with a Quorum 150R for 2 min and examined using a Hitachi SU1510 SEM. Specimens were analyzed with a Leica dissecting micro-

scope (model S8AP0) equipped with a Leica MC170 HD camera and digitized with a Kanvus Life 106 graphic tablet using Inkscape version 0.92.3. The specimens were deposited in the National Crustacean Collection, Biology Institute, National Autonomous University of Mexico and the Carcinological Collection of the Faculty of Biological Sciences, Autonomous University of Nuevo Leon.

A distributional map (ArcMap Version 10.2.1) of Mexican *Caecidotea* was created using locality records available in the literature (Cole & Minckley 1968; Argano 1972; Bowman 1975; Argano 1977; Escobar-Briones & Alcocer 2002; Rocha-Ramírez & Peñaloza-Daniel 2011).

We employ nomenclature proposed by Henry & Magniez (1983).

Abbreviations: CNCR—National Crustacean Collection, Biology Institute, National Autonomous University of Mexico; FCB-UANL—Faculty of Biological Sciences, Autonomous University of Nuevo Leon.

Taxonomy

Order Isopoda Latreille, 1817

Suborder Asellota Latreille, 1802

Family Asellidae Rafinesque, 1815

Genus *Caecidotea* Packard, 1871

Caecidotea camaxtli sp. nov.

Figs 1–5

Material examined. *Holotype*, male (CNCR 35080), body length 13.5 mm, Laguna El Ojito, San Luis Apizaquito, Municipality of Apizaco, Tlaxcala, Mexico, water channel adjacent to main access road to the reservoir below bridge, 19°26'00"N, 98°06'00"W, 2 April 2017, coll. L. García-Vázquez, J. García and S. Martínez.

Paratypes, male (CNCR 35081; dissected parts of pereopod I, pleopod II and the left genital papillae, CNCR 35084; dissected structures for line drawings of left pleopods I, III, IV and V in the specimen's tube), body length 13 mm. Female (CNCR 35082), body length 6.4 mm. 15 males and 15 females (CNCR 35083). 10 males and 10 females (FCB-UANL-C440-08177), all with the same data as the holotype.

Diagnosis. Head anterior margin concave, length approximately 2.0 times width; post-mandibular lobes not produced. Pleotelson lateral margins parallel, caudal lobe rounded. Pleopod II exopodite ovate, as long as endopodite; endopodite tip with three processes, caudal process with cuticular scales. Uropod endopodite wide, lanceolate.

Description. Male (CNCR 35080) 13.5 mm (Fig. 1A, B); pleotelson with setae as long as antennular article 1. Head width 2.0 times length, anterior margin concave. Eyes present, pigmented, 1.9 times long as wide. Lateral margins with several setae. Post-mandibular lobes not produced. Pereonites lateral margins subrectangular with several setae of same length that first antennular article on lower and upper edges.

Pereonite 1 1.5 length pereonite 2–3 length; pereonites 6 and 7 slightly wider; pereonites 4–7 widest, lateral margin subrectangular, narrowing posteriorly. *Genital papillae* tube-like ventrally on pereonite 7 and pleonite 1 (Fig. 3F, G) with 1–3 small spines on margin, located in posterior ventral margin of last thoracic segment.

Antennula flagellum with 10 articles on both sides, reaching distal border of the last segment peduncle antennal when projected forward; penultimate segments with aestetasc in formula 1–0–1–1. *Antenna* flagellum with 77 articles; proximal article longer than wide; following articles decreasing in length.

Pereopod I (Figs 2A, 3A) dactylus length 1.3 times length of palm, internal border with distinct serration distally before claw; palmar margin with rounded protuberance on joint of dactylus; mesial and distal process with rows of simple setae on both lateral edges. *Pereopods II–III* not dimorphic subequal in lengths (Fig. 2B, C). *Pereopod IV* (Fig. 2D) dimorphic, dactylus length near propodus length, dactylus with row of three strong spines. *Pereopod V* (Fig. 3E) propodus subequal to carpus length. *Pereopod VI* (Fig. 2F) similar length to pereopod VII, propodus similar length to carpus; merus with subcircular projection on midpoint of external margin. *Pereopod VII* (Fig. 2G) length 2.9 times body length; merus with carina at midpoint of lower margin.

Pleotelson width 1.2 times length, lateral margins parallel, with several simple setae, caudomedial lobe rounded.

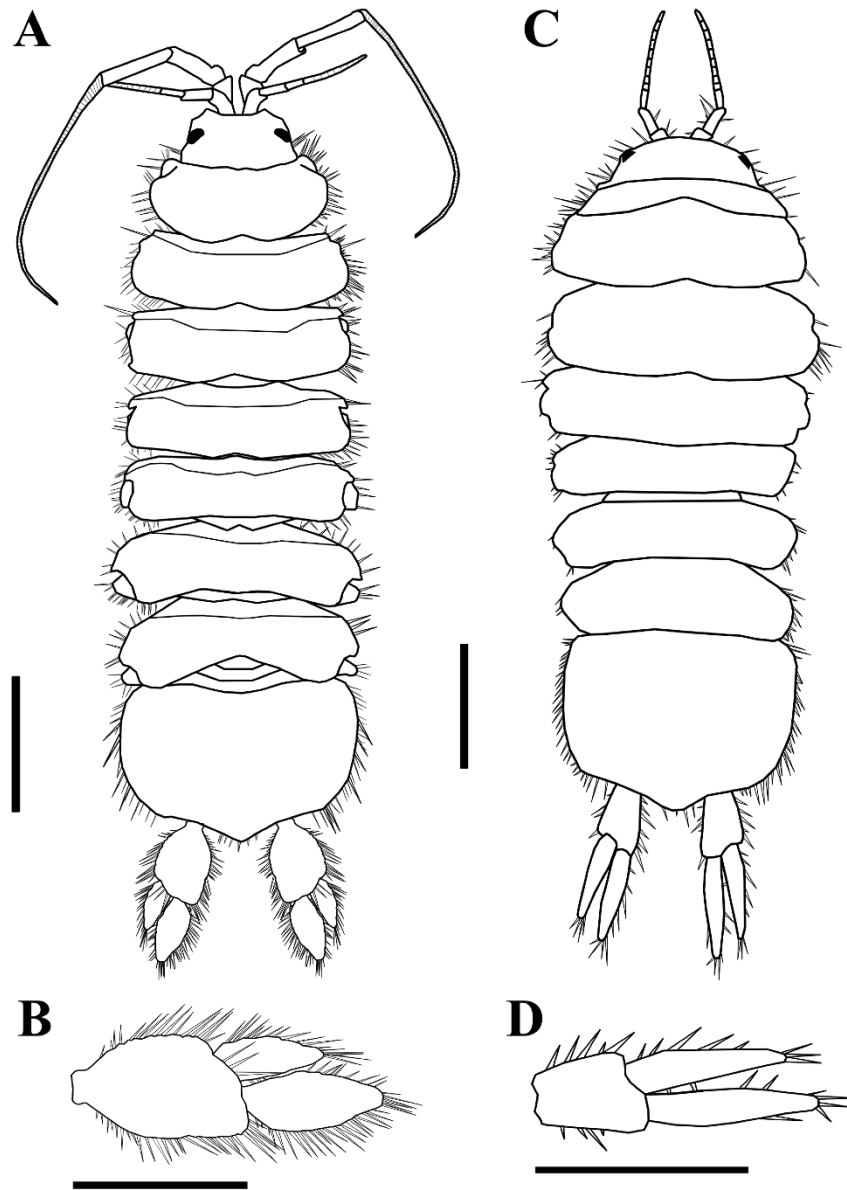


FIGURE 1. *Caecidotea camaxtli* sp. nov. Laguna El Ojito, San Luis Apizaquito, Municipality of Apizaco. A, B. Holotype male (CNCR 35080), 13.5 mm. C, D. paratype female (CNCR 35082) A, habitus; B, right uropod; C, habitus; D, right uropod. Scale bars = 2.5 mm (A), 1.4 mm (B), 1 mm (C, D).

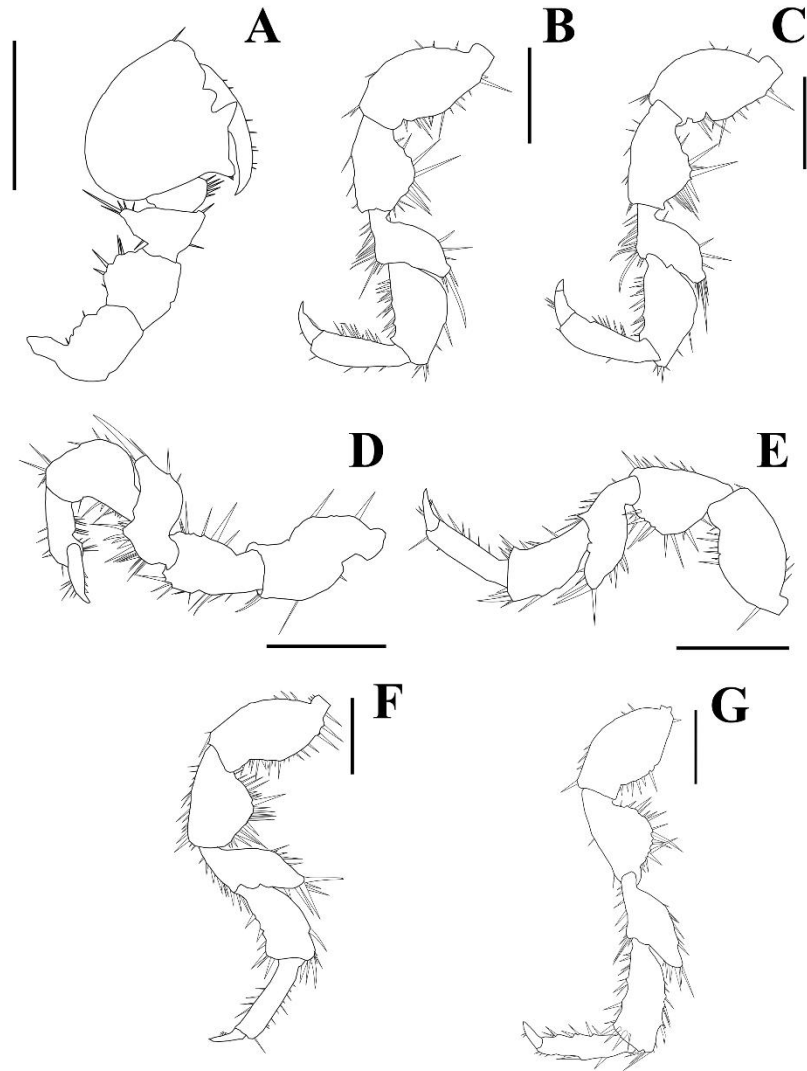


FIGURE 2. *Caecidotea camaxtli* sp. nov. Laguna El Ojito, San Luis Apizaquito, Municipality of Apizaco, paratype male (CNCR 35081), 13 mm, left pereopods A, pereopod I; B, pereopod II; C, pereopod III; D, pereopod IV; E, pereopod V; F, pereopod VI; G, pereopod VII. Scale bars = 1 mm (A–G).

Pleopod I length 1.3 times pleopod II length; protopodite subtriangular, proximal margin rounded, length 1.7 times width, internal margin with 4–6 coupling hooks, distal segment subrectangular, external margin concave, length 1.8 width, length subequal to proximal article length, distal margin and lateral margins with 22–25 simple setae (Fig. 4A).

Pleopod II protopodite subcircular, tear-shaped, with 1 robust seta near external distal angle; outer margin of exopodite proximal segment with 4 simple setae; exopodite distal article oval, margin with 17–25 long plumose setae; endopodite slender, length 3.6 times width, medial portion curved, length 1.3 times exopodite length, endopodite length 1.6 times protopodite length, internal and external process prominent, endopodite apex with 3 processes, caudal process with protuberances, cannula reaching half of caudal process with subcylindrical apex ending in acute peak, mesial process evident at base of cannula (Fig. 3B); endopodite armed with 5–15 cuticular scales (Fig. 3C, D).

Pleopod III exopodite oval with distal margin setose, length 1.4 times endopodite length, width 1.8 times endopodite width, with transverse suture, 23 plumose setae on distal margin, outer margin with 24–26 simple setae; endopodite small oval 1.4 times exopodite length (Fig. 3B).

Pleopod IV distal margin exopodite with 10 proximal setae, length 1.6 times width; length 1.2 times endopodite length (Fig. 4C).

Pleopod V exopodite subrectangular, length 1.6 times width, transverse suture present; exopodite proximal external margin with 7 simple setae, length 1.4 times endopodite length, width 1.3 times endopodite width; endopodite length 1.6 times width (Fig. 4D).

Uropods length subequal to pleotelson length, armed profusely with robust setae; endopodite wide lanceolate, length 0.8 times protopodite length, length 0.7 times exopodite length; exopodite length 2.2 times width; protopodite length 1.5 times width.

Female paratype (CNCR 35082), 6.4 mm (Fig. 1C); pleotelson with several setae length 2.0 eye width. Head width 2.4 times length, anterior margin concave. Eyes 2.4 times wider than long, pigmented. Post-mandibular lobes not produced, with setae as long as eye width. *Pereonite 3* maximum width 2.1 mm.

Pereonites lateral margins subrectangular. *Pereonite 1* length 0.85 times pereonites 2–3 length, wider than the rest. *Pereonites 4–7* with lateral margins subrectangular, narrowing posteriorly with setae on lower and upper edges, length subequal to eye width.

Antennula flagellum with 9 articles, extending to base of first antennal article when projected forward; penultimate segments with aestetasc in formula 1–1–0–1. *Antennas* missing.

Pereopod I not as robust as in male; dactylus length subequal to palm length, internal border with distinct strong spines; palm margin with 2 rows robust setae on both lateral edges, without mesial and distal processes. *Pereopod II* longer than pereopod I; dactylus length subequal to propodus length. *Pereopods III–VII* with sub-parallel lateral margins. *Pereopod VII* 2.0 times body length.

Pleotelson width subequal to length, lateral margins sub-parallel, with simple setae; caudomedial lobe rounded.

Uropods biramous, length 2.2 times pleotelson length, with simple setae; endopodite longer than protopodite, length 0.7 times protopodite length, length 0.5 times exopodite length; exopodite length 3.0 times width; protopodite length 1.6 times width (Fig. 1D).

Habitat. This species was found in small reservoir, which was created by impounding a natural spring. The specimens were associated with the roots of submerged riparian vegetation, including reeds, as well as in the surface and cavities of submerged volcanic rocks within channels that flow out of the reservoir.

Distribution. Only known from the type locality.

Etymology. This species is named after Camaxtli, the god of war, faith and hunting, who is part of the Tlaxcala Valley's mythology.

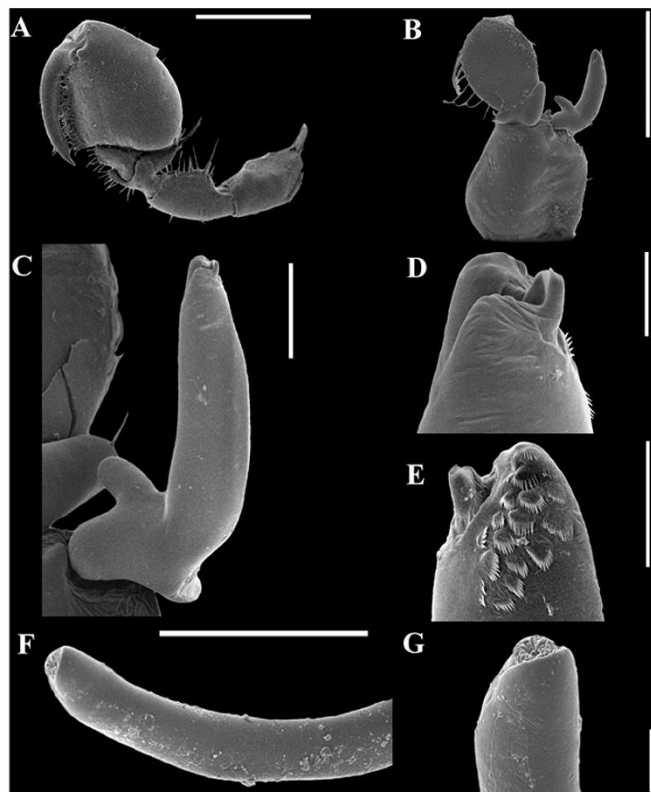


FIGURE 3. *Caecidotea camaxtli* sp. nov. Laguna El Ojito, San Luis Apizaquito, Municipality of Apizaco, paratype male (CNCR 35081, CNCR 35084), 13 mm. A, left pereopod I; B, left pleopod II; C, endopodite pleopod II; D, and E, dorsal and ventral view of the apex of the endopodite; F, left genital papillae, dorsal view; G, apex genital papillae. Scale bars = 1 mm (A), 500 µm (B), 100 µm (C), 30 µm (D), 40 µm (E), 300 µm (F), 50 µm (G).

Remarks. Among the Mexican epigeal species of *Caecidotea*, males of *C. camaxtli* sp. nov. have the longest body (13 mm in average; *C. puebla*: 10.3 mm *C. xochimilca*: 10.5 mm, *C. williamsi*: 4.4 mm) (Cole & Minckley 1968; Rocha-Ramírez & Peñaloza-Daniel 2011; Escobar-Briones & Alcocer 2002). *C. camaxtli* sp. nov. can be distinguished from its Mexican epigeal congeners by the form of the pereopods, the chaetotaxy of pereopod I, as well as the sinuous edge of the palm, having pleotelson with parallel lateral margins, rounded caudomedial lobe, and by the rounded proximal margin and tear-shape of the protopodite of pleopod II. Additionally, three processes are present on the apex of the endopodite: a long and rounded caudal process with cuticular scales, a mesial process and a short simple cannula. *Caecidotea camaxtli* sp. nov. can be separated from *C. communis* by the possession of a tear-shape protopodite of pleopod II and by lanceolate and wider uropods which are profusely covered by setae, while *C. communis* shows a subsquare protopodite of pleopod II, and narrower uropods with scarce setae covering.

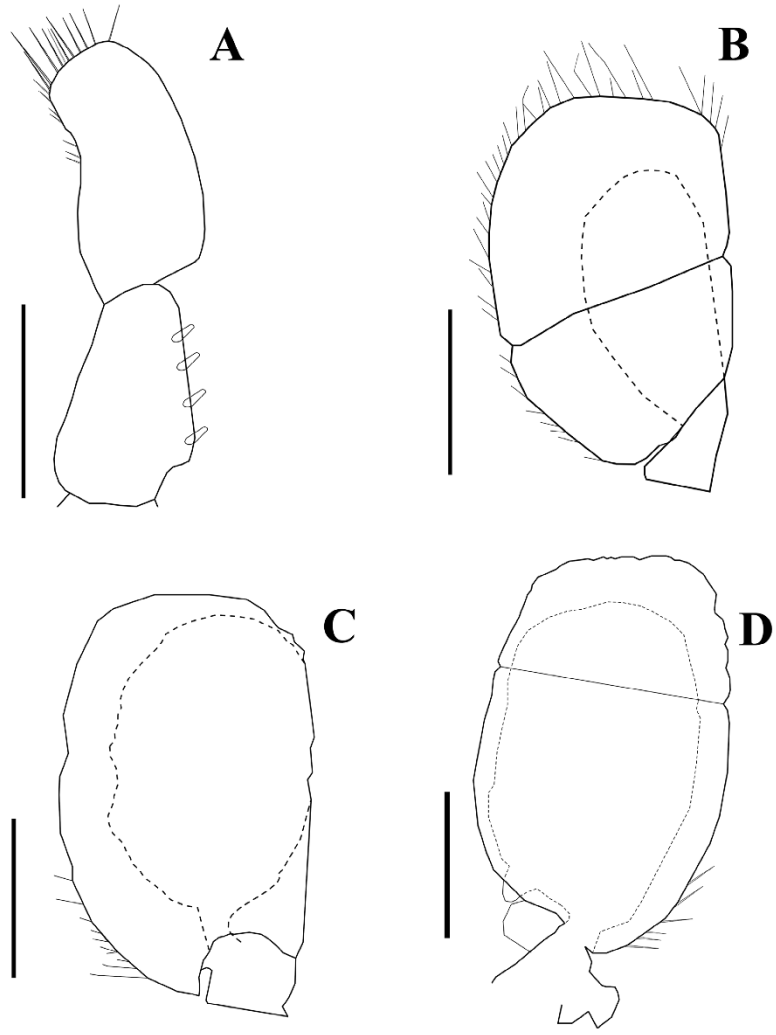


FIGURE 4. *Caecidotea camaxtli* sp. nov. Laguna El Ojito, San Luis Apizaquito, Municipality of Apizaco, paratype male (CNCR 35081), 13 mm, left pleopods. A, Pleopod I; B, Pleopod III; C, Pleopod IV; D, Pleopod V. Scale bars = 0.3 mm (A), 0.5 mm (B-D).



FIGURE 5. *Caecidotea camaxtli* sp. nov. Laguna El Ojito, San Luis Apizaquito, Municipality of Apizaco, holotype male (CNCR 35080), 13.5 mm. A, dorsal view; B, lateral view. Scale bars = 2.5 mm (A, B).

Pérez-Rodríguez (1994) reported that Laguna El Ojito was slightly alkaline and morning surface temperature ranged from 14–22°C from January to October. We noted that the sedimentary environments of the lake comprised two main types: 1) lentic waters with clay bottoms, where specimens were found in association with the roots of reeds and 2) lotic waters with terrigenous, sandy or silty clay, where submerged igneous rocks provided hiding places for isopods. Individuals of *C. camaxtli* sp. nov. were abundant in the habitats described above. Other common crustaceans collected concomitantly in Laguna El Ojito included the crayfish *Cambarellus montezumae* (Saussure, 1857) and amphipod *Hyalolella* sp. Laguna El Ojito currently represents the only known population of *C. camaxtli* sp. nov. and there is uncertainty whether this species is more widely distributed or endemic to this system, which is subject to anthropogenic pressures related to water supply to nearby communities (Pérez-Rodríguez 1994).

The discovery of this new species is evidence that freshwater isopod diversity in central Mexico is likely higher than currently recorded. Fleming (1973) and Argano (1977) concluded that *C. communis* (type locality: Pennsylvania, USA) was the only epigeic species inhabiting Mexico. However, the description of the new species presented here and *C. puebla*, *C. williamsi*, and *C. xochimilca* suggest that rather than one species widely ranging from Canada to Mexico, *Caecidotea* species in the latter represent a mosaic of endemic/highly localized species (Fig. 6), and that *C. communis sensu stricto* may not be present in Mexico. Nine species of *Caecidotea* have been recorded from

Mexico, five of which are found in surface waters along the Trans-Mexican Volcanic Belt, while the rest inhabits the southwest region, specifically within the karstic basin of Chiapas in caves with subterranean aquatic habitats (Bowman 1975, Argano 1977). We would expect an increase in the number of species with a greater sampling effort, and analysis of more populations from Mexico can be carried on.

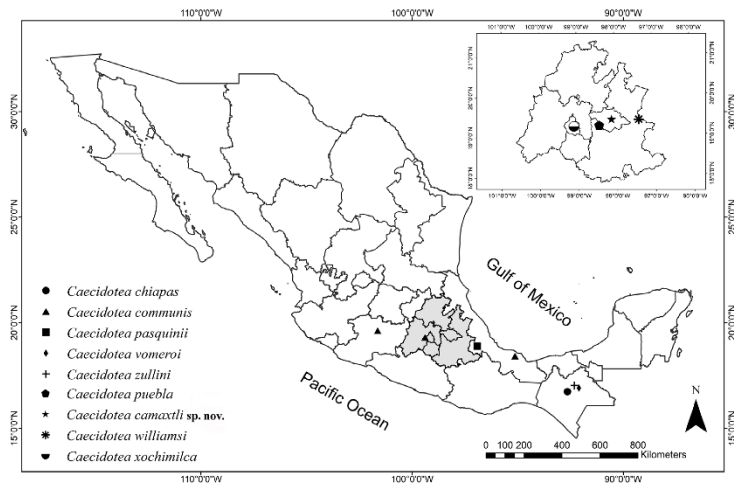


FIGURE 6. Distributional map of the species of *Caecidotea* in Mexico.

Acknowledgments

We are grateful to Fernando Alvarez and José Luis Villalobos, National Crustacean Collection (CNCR) Biology Institute, National Autonomous University of Mexico for the facilities given to the first author for the deposition of type material. Also, to technician Victor M. Ortega for the deposition of specimens in the Carcinological Collection of the Biological Sciences School, Autonomous University of Nuevo Leon. Berenit Mendoza from the Scanning Electronic Microscope Laboratory and Susana Guzmán took MEB and stereoscope pictures in the Microscope Laboratory and Photography of the Biodiversity, IBUNAM. Special thanks to María C. Jordán (FCB-UANL) who helped with the manuscript and Justin Scioli for the early revision of the manuscript. We are grateful for the help with identification provided by biologist Carolina Jiménez Martínez (FCB-UANL). Helpful comments on the manuscript were also given by Robert Aguilar, Smithsonian Environmental Research Center. This work was done with assistance of the grant for doctoral studies to the first author (CVU:564879) sponsored by National Council for Science and Technology and the project 257263 from CONACyT. Additional support was supplied by the Forensic Science Thematic Network, project 293410 granted by CONACyT. We are grateful to Dr. George W. Wilson, Dr. Jörundur Svavarsson and an anonymous reviewer for their comments on the manuscript.

References

- Argano, R. (1972) An asellid of the subterranean waters of Veracruz, Mexico (Crustacea, Isopoda). *Accademia Nazionale dei Lincei*, 171, 35–42.
- Argano, R. (1977) Asellota del Messico meridionale e Guatemala (Crustacea, Isopoda). *Accademia Nazionale dei Lincei*, 171, 101–124.

- Bowman, T.E. (1975) Three new asellids from Western North America (Crustacea: Isopoda: Asellidae). *International Journal of Speleology*, 7, 339–356.
<https://doi.org/10.5038/1827-806X.7.4.3>
- Boyko, C.B., Bruce, N.L., Hadfield, K.A., Merrin, K.L., Ota, Y., Poore, G.C.B., Taiti, S., Schotte, M. & Wilson, G.D.F. (Eds.) (2008) *World Marine, Freshwater and Terrestrial Isopod Crustaceans database. Caecidotea Packard, 1871*. Available from: <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=248558> (accessed 13 May 2019)
- Cole, G.A. & Minckley, W.L. (1968) A new species of aquatic isopod crustacean (genus *Asellus*) from the Puebla Plateau, central Mexico. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 81, 755–760.
- Escobar, B.E. & Alcocer, J. (2002) *Caecidotea williamsi* (Crustacea: Isopoda: Asellidae), a new species from a saline crater-lake in the eastern Mexican plateau. *Hydrobiologia*, 477, 93–105.
<https://doi.org/10.1023/A:1021013132626>
- Fleming, L.E. (1973) The evolution of the eastern North American isopods of the genus *Asellus* (Crustacea: Asellidae). Part II. *International Journal of Speleology*, 5 (3–4), 283–310.
<https://doi.org/10.5038/1827-806X.5.3.7>
- Henry, J.P. & Magniez, G. (1983) Crustacés Isopodes (Principalement Asellotes). *Bulletin mensuel de la Société Linnéenne de Lyon*, 52 (10), 319–357.
<https://doi.org/10.3406/linly.1983.10613>
- Kensley, B., Schotte, M., & Schilling, S. (2012) *Caecidotea Packard, 1871*. Integrated Taxonomic Information System (ITIS): U. S. Geological Survey, Reston, Virginia. Available from: https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=92686#null (accessed 4 June 2019)
- Orrell, T. (2019) *NMNH Extant Specimen Records. Version 1.20*. National Museum of Natural History, Smithsonian Institution. Occurrence dataset. Available from: <https://doi.org/10.15468/hnhrg3> (accessed 6 May 2019)
- Pérez, R. R. (1994) Estudio limnobiológico de la presa Apizaquito, Estado de Tlaxcala. In: Cuaderno de Ciencias Biológicas y de la Salud. Vol. 34. Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, Mexico City, 125 pp.
- Rocha, R.A. & Peñaloza, D.A. (2011) *Caecidotea xochimilca* (Crustacea, Isopoda: Asellidae), a new species from Lake Xochimilco, Mexico, with a key to Mexican species of the genus *Caecidotea*. *Crustaceana*, 84 (1), 93–106.
<https://doi.org/10.1163/001121610X546715>