



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

Facultad de Ciencias

Análisis Taxonómico y Filogenético de los Colémbolos
del Género *Neosminthurus*
(Collembola: Symphypleona: Sminthuridae)

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE

MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
(SISTEMÁTICA)

P R E S E N T A

BIOL. ANGELA ARANGO GALVÁN

TUTOR PRINCIPAL DE TESIS: DR. JOSÉ G. PALACIOS VARGAS
(Facultad de Ciencias, UNAM)

COMITÉ TUTOR: DR. SANTIAGO ZARAGOZA CABALLERO
(Instituto de Biología, UNAM)

M. EN C. MOISES ARMANDO LUIS MARTÍNEZ
(Facultad de Ciencias, UNAM)

MÉXICO, D.F.

NOVIEMBRE, 2012



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

Facultad de Ciencias

Análisis Taxonómico y Filogenético de los Colémbolos
del Género *Neosminthurus*
(Collembola: Symphypleona: Sminthuridae)

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE

MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
(SISTEMÁTICA)

P R E S E N T A

BIOL. ANGELA ARANGO GALVÁN

TUTOR PRINCIPAL DE TESIS: DR. JOSÉ G. PALACIOS VARGAS
(Facultad de Ciencias, UNAM)

COMITÉ TUTOR: DR. SANTIAGO ZARAGOZA CABALLERO
(Instituto de Biología, UNAM)

M. EN C. MOISES ARMANDO LUIS MARTÍNEZ
(Facultad de Ciencias, UNAM)

MÉXICO, D.F.

NOVIEMBRE, 2012



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
FACULTAD DE CIENCIAS
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

OFICIO FCIE/DEP/497/12

ASUNTO: Oficio de Jurado

Dr. Isidro Ávila Martínez
Director General de Administración Escolar, UNAM
Presente

Me permito informar a usted que en la reunión ordinaria del Comité Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día **26 de octubre de 2009** se aprobó el siguiente jurado para el examen de grado de **MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS (SISTEMÁTICA)** del (la) alumno (a) **ARANGO GALVAN ANGELA** con número de cuenta **95576240** con la tesis titulada "**Análisis taxonómico y filogenético de los colémbolos *Neosminthurus* (Collembola: Symphypleona: Sminthuridae)**", realizada bajo la dirección del (la) **DR. JOSE GUADALUPE PALACIOS VARGAS**:

Presidente	DR. SANTIAGO ZARAGOZA CABALLERO
Vocal	DR. OSCAR FEDERICO FRANCKE BALLVE
Secretario	DR. JOSE GUADALUPE PALACIOS VARGAS
Suplente	Dra. MARIA DEL CARMEN GUZMAN CORNEJO
Suplente	M. EN C. MOISES ARMANDO LUIS MARTINEZ

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

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"
Cd. Universitaria, D.F., a 16 de octubre de 2012

M. del Coro Arizmendi
Dra. María del Coro Arizmendi Arriaga
Coordinadora del Programa

MCAA/MJFM/ASR/ipp



AGRADECIMIENTOS

La realización de este trabajo fue posible gracias al apoyo de las siguientes instituciones:

Al Posgrado en Ciencias Biológicas de la UNAM por la formación académica brindada.

Al consejo Nacional de Ciencias y Tecnología de México (CONACYT) por el apoyo económico brindado (No. becario 227762)

A los miembros de mi comité tutorial: Dr. José G. Palacios Vargas, Dr. Santiago Zaragoza y al M. en C. Moisés Armando Luis Martínez por su apoyo e interés puesto en este proyecto, así como por las correcciones realizadas a este manuscrito los cuales lo enriquecieron de manera sustancial.

A mis sinodales: Dr. José G. Palacios Vargas, Dr. Santiago Zaragoza, M. en C. Moisés Armando Luis Martínez y Dra. María del Carmen Guzmán, por el tiempo que invirtieron en la revisión de este trabajo, por su gran disponibilidad y por sus valiosos comentarios.

Al Dr. Palacios mi asesor por los conocimientos transmitidos, por el gran apoyo que me ha brindado para la realización de este trabajo, ya que con sus consejos y correcciones ha enriquecido su contenido. Por el tiempo que me ha dedicado y su enorme paciencia. GRACIAS

A la Dra. Gabriela Castaño porque ha sido parte importante en mi formación dentro del laboratorio, por sus atinados consejos, su disposición e interés de colaborar con este trabajo, y por su gran cariño.

A la Dra. Blanca E. Mejía porque también a colaborado en gran medida en mi formación dentro del laboratorio, por sus comentarios para este proyecto y sobre todo por siempre escuchar y alentarme a seguir adelante

Al Dr. Hugo Mejía por sus comentarios y colaboración para los análisis de esta tesis. A mis compañeros del laboratorio Arturo, Carmen, Dany, Mary, Elihu (gracias por mis entintaditos), Richi, porque con su amistad y alegría han hecho más ameno el tiempo que compartimos, por su apoyo y aportaciones para esta investigación. De manera muy especial a Mary y Dany por todo el apoyo que me han brindado, chicas no se que haría sin ustedes. A Ricardo Paredes por su ayuda y amistad incondicional.

A mi alma mater por el enorme privilegio de ser Universitaria y porque en esta casa abierta al conocimiento y a la investigación, he encontrado un camino de realización profesional.

A la gran familia en la que Dios me colocó y que es un pilar importante en mi vida, porque con su amor me animan a seguir adelante, especialmente a mis Padres por su apoyo incondicional para lograr mis metas, por su paciencia y comprensión y sobre todo por la confianza depositada en mí.

A Carlos que con amor y paciencia ha compartido conmigo este proyecto personal, por nunca dejar de creer en mí y por alentarme siempre a seguir adelante, pero sobre todo por su manera tan alegre de ver la vida que me contagia. GRACIAS POR HACERME TAN FELIZ

A Ema que aun sin conocerla, se ha convertido en el motor de nuestra pequeña familia, es la luz que ilumina mi vida y llena de alegría mi corazón.

A Claudia, Gaby, Luis, Frida y Camila gracias por estar siempre a mi lado, por el apoyo incondicional, por el apapacho y por tener siempre las palabras necesarias para hacerme sentir bien, aun en esos momentos difíciles.

A la familia Zaldívar que me ha cobijado y me ha brindado todo su cariño

Matilda gracias por tu cariño y tus fabulosas terapias anti-migraña

A Dios que me ha permitido alcanzar mis metas y hacer mis sueños realidad.



*Cada mañana cuando el sol sale en el horizonte es una
oportunidad para comenzar nuevamente.
Basta un poco de espíritu aventurero para estar siempre
satisfechos,
pues en esta vida, gracias a dios, nada sucede como
deseábamos, como suponíamos, ni como teníamos previsto.
Noel Clarasó*



ÍNDICE

RESUMEN

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. ANTECEDENTES.....	3
2.1 Historia Taxonómica.....	3
2.2 El Género <i>Neosminthurus</i>	6
2.3 Géneros Relacionados con <i>Neosminthurus</i>	9
2.3.1 <i>LIPHOTHRIX</i>	11
2.3.2 <i>SPHYROTHECA</i>	12
2.3.3 <i>PAPIRINUS</i>	13
III. HIPÓTESIS.....	14
IV. OBJETIVOS.....	14
4.1 General.....	14
4.2 Particulares.....	14
V. MATERIAL Y MÉTODO.....	15
5.1 Obtención del Material Biológico Revisado.....	15
5.2 Análisis Taxonómico.....	17
5.3 Análisis Filogenético.....	17
5.3.1 Grupo Externo.....	17
5.3.2 Caracteres y Análisis Filogenético.....	18

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	19
6.1 Análisis Taxonómico y Filogenético.....	19
6.1.1 Descripciones de las Especies Pertenecientes	
al Género <i>Neosminthurus</i>	19
<i>Neosminthurus amabilis</i>	19
<i>Neosminthurus bakeri</i>	24
<i>Neosminthurus bellingeri</i>	29
<i>Neosminthurus clavatus</i>	35
<i>Neosminthurus gisini</i>	38
<i>Neosminthurus mirabilis</i>	44
<i>Neosminthurus richardsi</i>	49
<i>Neosminthurus schalleri</i>	52
6.1.2. Descripciones de Especies Nuevas.....	59
<i>Neosminthurus pueblaensis</i>	59
<i>Neosminthurus queretanus</i>	65
<i>Neosminthurus isnardensis</i>	71
6.1.3 Registros Nuevos.....	75
6.2 Clave de Identificación Dicotómica para las Especies del Género	
<i>Neosminthurus</i>	77
6.3 Análisis Filogenético.....	78
LITERATURA CITADA.....	83
APÉNDICE.....	87

RESUMEN

El género *Neosminthurus* fue descrito por Mills (1934) y actualmente contiene ocho especies : *N. amabilis*, *N. bakeri*, *N. bellingeri*, *N. clavatus*, *N. gisini*, *N. mirabilis*, *N. richardsi* y *N. schalleri*. La quetotaxia es una de las pocas herramientas que brindan información de los caracteres para reconocer las diferentes especies y así reconstruir relaciones filogenéticas. El principal objetivo de este trabajo es probar la monofilia del género *Neosminthurus* utilizando caracteres morfológicos e incluyendo dos especies nuevas mexicanas, más una de la Guyana francesa.

El análisis cladístico de todas las especies dentro del género, se llevó a cabo utilizando 37 caracteres morfológicos. Tres géneros relacionados al género en estudio fueron utilizados como grupos externos: *Lipothrix*, *Papirinus* y *Sphyrotheca*, los cuales fueron considerados tomando en cuenta el trabajo realizado por Richards (1968) el cual propone en su trabajo evolutivo a *Lipothrix* como grupo hermano de *Neosminthurus* y a *Sphyrotheca* como grupo cercano. En adición a esto, Betsch (1980) considera que estos géneros son esenciales para definir las relaciones filogenéticas del género. Las relaciones filogenéticas fueron inferidas utilizando parsimonia (búsqueda heurística). El análisis de la matriz de datos la cual está compuesta por 16 terminales y 37 caracteres, fue analizada con el programa NONA versión 2.1.

El análisis filogenético muestra un clado en donde se engloban a todas las especies de *Neosminthurus* como un grupo monofilético. El grupo hermano

de acuerdo al árbol de consenso estricto es *Sphyrotheca*, aunque tal vez sea necesario incluir más especies pertenecientes a cada grupo externo para desarrollar del análisis.

El árbol de consenso estricto (valor de bootstrap de 100) también muestra dos subclados, uno en el que muestra que *N. bellingeri* como un clado independiente, y a pesar de que comparte muchas características con las especies dentro del género, ésta no posee la seda curva del tibiotarso, carácter que respresenta una sinapomorfia para el resto de las especies del género.

Por lo tanto, se propone la división del género en dos subgéneros, uno que incluye a *Neosminthurus (Petesminthurus) bellingeri* y el tipo de subgénero *Neosminthurus (Neosminthurus)* para todas las demás especies.

Para concluir se sugiere la necesidad de incluir más información tal como caracteres moleculares con el fin de generar una hipótesis filogenética más robusta.

ABSTRACT

The genus *Neosminthurus* was described by Mills (1934) and currently contains only eight species: *N. amabilis*, *N. bakeri*, *N. bellingeri*, *N. clavatus*, *N. gisini*, *N. mirabilis*, *N. richardsi* and *N. schalleri*. Chaetotaxy is one of the few tools that provide character information for recognizing the different species and build phylogenetic relationships. Therefore, we have used it in order to perform this study. The main goal of this work is to test the monophyly of the genus *Neosminthurus* using morphological characters and including also two new Mexican species plus one from the French Guyana.

A cladistic analysis of all the species in the genus was performed using 37 morphological characters. Some related genera: *Lipothrix*, *Papirinus* and *Sphyrotheca* were used as outgroups, as considered in the study of Richards (1968) which proposes the aforementioned genera as sister groups of *Neosminthurus* in his work on their evolutionary relationships, and as a group close to *Sphyrotheca*. In addition, Betsch (1980) considered that these genera are essential to define the phylogenetic relationships of the genus. Phylogenetic relationships were inferred from a phylogenetic analysis using parsimony optimization. Matrix data analysis (16 terminals and 37 characters) was computed as implemented in NONA version 2.1.

Phylogenetic analysis shows that the clade of *Neosminthurus* spp. a monophyletic group.

The sister group according to the strict consensus tree proved to be *Sphyrotheca*, although it may be necessary to include more species of each outgroup genera to perform the analysis.

The consensus tree also recovered a monophyletic *Neosminthurus* spp. clade (bootstrap value of 100) grouped into two subclades, one that shows that *N. bellingeri* represents an independent subclade, despite the fact that it shares many characteristics with species within the genus, but its does not possess the curving seta of the tibiotarsus, that would otherwise represent a synapomorphy for the rest of *Neosminthurus* spp. Therefore, we propose the division of the genus in two subgenera, a new subgenus that includes *Neosminthurus* (*Petesminthurus*) *bellingeri*, and the type subgenus *Neosminthrus* (*Neosminthurus*) for all other species of the genus.

This suggests the need for including more information such as molecular characters in order to recover a more robust phylogenetic hypothesis

I. INTRODUCCIÓN

Los colémbolos después de los ácaros son artrópodos con mayor abundancia en los ecosistemas terrestres, presentan una amplia distribución geográfica, aunque existen algunos géneros que poseen un notable endemismo (Castaño-Meneses, 2005). Se conocen alrededor de 8,000 especies en el mundo, de las cuales más de 700 se encuentran presentes en México (Castaño-Meneses, 2005). Es un grupo cosmopolita que se alimenta principalmente de material vegetal en descomposición, aunque pueden presentarse especies micófagas, polinívoras, bacteriófagas, necrófagas y depredadoras (Cuéllar Corredor, 1998).

La familia Smithuridae se encuentra dentro del orden Symphypleona incluida a su vez dentro del suborden Eusymphypleona (Palacios-Vargas, 1994). Se conocen 27 géneros a nivel mundial (Bellinger *et al.*, 1996-2012). El plan transversal de la cabeza, en los organismos pertenecientes a este orden, es perpendicular al eje general del animal y las piezas bucales se encuentran en la cara interior (hipognata).

La familia de colémbolos **Sminthuridae** Bretfeld, 1986 (Syn.: Sminthuridae Bornër, 1913 *sensu* Betsch, 1980), posee un retináculo con tres dientes; presenta un patrón botridial "ABC" que de manera común forma un ángulo obtuso abierto posteriormente, la tricobotria "B" algunas veces está ausente en adultos (apomorfía); el segmento abdominal IV, presenta un par de sedas botriotricales "D" (plesiomorfía) y algunas veces se presentan sólo en el primer estadio (apomorfía); el segmento abdominal V, incluido en el pequeño abdomen se considera como un estado plesiomórfico; el antenito IV es más largo que el

tercero (plesiomorfía) y la antena se encuentra acodada entre el antenito III y IV (plesiomorfía); el pretarso, presenta un par de sedas (plesiomorfía); los sacos del colóforo son largos y vesiculados (apomorfía) (Bretfeld, 1999).

Todos los miembros de esta familia tienen antenas claramente más largas que la cabeza, misma que es hipognata y carecen de órgano postantenal. Los primeros segmentos abdominales se encuentran fusionados y los límites de los segmentos torácicos pueden o no ser visibles de manera dorsal, el quinto segmento abdominal puede estar bien definido o fusionado con el cuarto o sexto. La coxa y trocánter con forma, sedas y órganos característicos de importancia taxonómica. La fúrcula siempre se encuentra bien desarrollada, el mucrón es alargado y comúnmente aserrado en uno o ambos márgenes dorsales. Existe un dimorfismo sexual en varios géneros, éste puede presentarse en la antena, en la estructura apical del tibiotarso, en la estructura supraanal, en las distintas formas de las sedas o en los órganos especiales de la cabeza o del cuerpo, la coloración y tamaño (Christiansen y Bellinger, 1981). Existen sedas de gran importancia taxonómica, por ejemplo, las que se encuentran en la región anal o aquellas que se encuentran en el quinto y sexto segmentos abdominales (Christiansen y Bellinger, 1981).

De acuerdo con Betsch (1980), la morfología y la evolución de sus caracteres permite dividir esta familia en dos linajes, filogenéticos el primero que agrupa a los géneros *Afrosminthurus*, *Amazoniatheca*, *Lipothrix*, *Neosminthurus*, *Paralipothrix*, *Parasphyrotheca* y *Sphyrotheca* (Subfamilia *Sphyrothecinae*), con antenas cortas, cuarto artejo antenal sin subsegmentación o sólo segmentación

parcial, un par de sedas neosminthuroides, sin sedas dentales anteriores o pocas de ellas y un mucrón con ápice “escotado”, la cresta interna aserrada y la externa lisa; y el segundo linaje que agrupa a los géneros *Allacma*, *Autrosminthurus*, *Brevimucronus*, *Caprainea*, *Dietersminthurus*, *Disparrhopalites*, *Gisinurus*, *Grinnellia*, *Mucrovirga*, *Novokatianna*, *Papirinus*, *Pararrhopalites*, *Richardsitas*, *Sminthuricinus*, *Sminthurus*, *Songhaica*, *Sogotrasmunthurus*, *Spatulominthurus* y *Temeritas* (Subfamilia Sminthurinae Betsch, 1980), con antenas largas, artejo antenal IV con subsegmentación bien definida, sin sedas neosminthuroides, una quetotaxia dental anterior generalmente abundante y un mucrón con ápice no “escotado”.

II. ANTECEDENTES

2.1 Historia Taxonómica

De acuerdo a la más reciente propuesta de Bellinger *et al.*, 1996-2012, Sminthuridae se divide en dos subfamilias: Sminthurinae Bornër, 1906 y Sphyrothecinae (Betsch, 1980); la primera presenta los siguientes caracteres diagnósticos: cuarto artejo antenal con o sin anillamiento, más largo que el tercero; tercer artejo antenal carente de órgano tegumentario papilado; antena acodada entre el tercer y cuarto artejos; las antenas en los machos no son prensiles; vesículas interoculares a menudo presentes; segmentación torácica usualmente indefinida; procesos precoxales presentes o ausentes; trocánteres de tórax III usualmente con órganos ovales, raramente menos de cinco sedas y con frecuencia con una espina trocanteral; con o sin “tenent hairs”; unguis

frecuentemente tunicado; ramas del retináculo normalmente tetrudentadas en juveniles primarios, tridentadas en juveniles secundarios y adultos, pero siempre tetrudentadas en *Pseudobourletiella*; patrón botridial triangular, linear, o invertido; quinto y sexto segmentos abdominales bien separados; tricobotria "D" algunas veces ausente; sin papila dental; con o sin seda mucronal, mucrones espatulados o en forma deprimida, lamela mucronal muy variable en forma (Richards, 1968). Sin sedas neosminthuroides, antenas largas, dente con muchas sedas anteriores (de 9 a 15), ápice del mucrón simétrico, machos sin espinas parecidas a los apéndices anales (Bretfeld, 1999).

La subfamilia Sminthurinae está constituida por 20 géneros y 195 especies: *Allacma* (10), *Austrosminthurus* (1), *Brevimucronus* (1), *Caprainea* (2), *Dietersminthurus* (1), *Disparrhopalites* (1), *Gisinurus* (2), *Grinnellia* (2), *Mucrovirga* (1), *Novokatianna* (3), *Papirinus* (4), *Pararrhopalites* (13), *Richardsitas* (2), *Sminthurconus* (2), *Sminthuricinus* (4), *Sminthurus* (93), *Songhaica* (4), *Sogotrasminthurus* (2), *Spatulosminthurus* (7) y *Temeritas* (40).

La subfamilia Sphyrotecinae Bornër, 1906 presenta un par de sedas neosminthuroides, antenas cortas, el segmento abdominal VI en machos con un par de espinas cortas parecidas al apéndice anal (Bretfeld, 1999). Antenito IV sin subsegmentación o con subsegmentación imperfecta, una fórmula dental anterior ausente o corta (menos de 6 sedas), ápice del mucrón asimétrico con cresta interna crenulada (aserrada) y la externa lisa Cuellar-Corredor 1998. Esta subfamilia está compuesta por 7 géneros y 54 especies: *Afrosmminthurus* (3),

Amazoniatheca (1), *Lipothrix* (4), *Neosminthurus* (8), *Paralipothrix* (1), *Parasphyrotheca* (4) y *Sphyrotheca* (33).

Richards (1968) realizó un análisis evolutivo de Sminthuridae en donde reconoció cuatro subfamilias, de las cuales solo dos de ellas permanecen en el mismo nivel (Sminthurinae Lubbock, 1862 y Sphyrothecinae Betsch, 1980). Según Bellinger *et al.*, (1996-2012) agrupa a *Neosminthurus* junto con *Sphyrotheca*, *Pararrhopalites*, *Lipothrix*, *Temeritas*, *Allacma* y *Sminthurus* en la subfamilia Sminthurinae (Fig. 1). Actualmente de acuerdo a Bellinger *et al.*, (1996-2012), *Neosminthurus* se clasifica dentro de la subfamilia Sphyrothecinae.

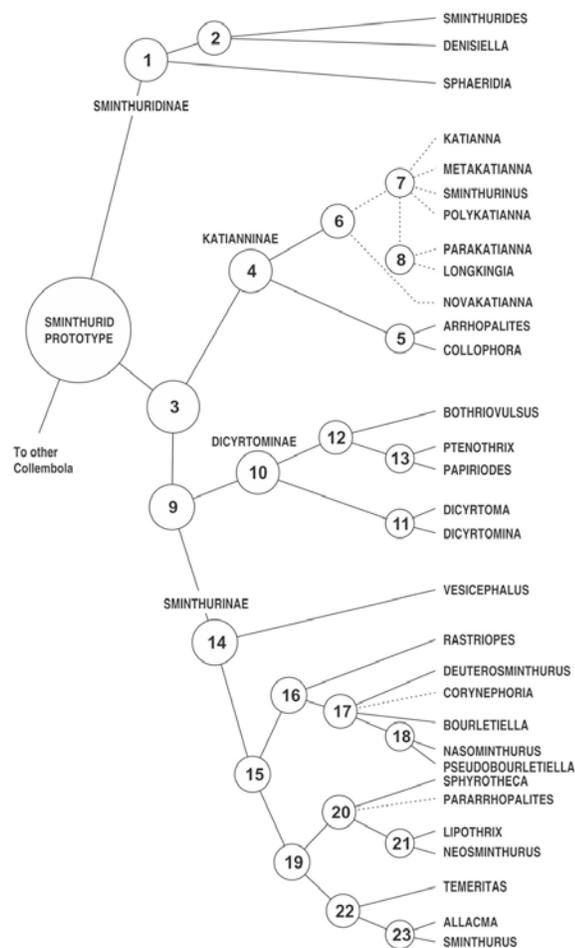


Figura 1. Filogenia de Sminthuridae propuesta por Richards (1968).

Este trabajo tiene como objetivo fundamental poner a prueba la monofilia del género *Neosminthurus*, así como las relaciones filogenéticas entre las especies que lo conforman. Dada la inexistencia de una hipótesis que explique dichas relaciones y que la propuesta por Richards (1968) sólo analiza las relaciones a nivel genérico, la contribución del presente estudio redundará en las relaciones filogenéticas entre las especies que conforman el género.

2.2 El Género *Neosminthurus*

El género *Neosminthurus* Mills, 1934, fue descrito a partir de *Sminthurus curvisetis* Guthrie, 1903 que actualmente se considera un sinónimo de *Neosminthurus clavatus* (Banks, 1897). Posteriormente *Neosminthurus* ha sido redescrito en varios trabajos *v. gr* Betsch, 1980; Christiansen y Bellinger, 1981; Bretfeld, 1999.

Este género se caracteriza por tener antenas muy cortas; el cuarto artejo antenal o antenito IV no subsegmentado; vesículas interoculares presentes y membranosas en apariencia; 8+8 corneolas; quetotaxia dorsal con sedas típicas y macrosedas gruesas y denticuladas; un par de vesículas en tórax II (una a cada lado), un par de sedas neosminturoides; las tricobotrias "A" y "B" en ocasiones ausentes y cuando se encuentran presentes son muy cortas; la tricobotria "C" cuando está presente es larga; las ramas del retináculo son tridentadas, los sacos del colóforo largos, la tricobotria "D" (del pequeño abdomen) presente sólo en estados juveniles; trocánteres III con cinco sedas

lisas, un órgano oval y una espina trocanteral; el fémur presenta una protuberancia en la parte anterior, porta dos espinas curvas y aplanadas sobre la superficie interna; quetotaxia tibiotarsal corta en la cara externa basal y llevando una seda subdistal externa curva alrededor del tibiotarso; unguis con túnica, sin “tenent hairs” y con una serie dental anterior muy escasa (1...1); apéndices anales y mucrones muy similares a los que presenta el género *Lipothrix*, mucrón con ápice escotado. Este género es muy similar a *Lipothrix*, el cual que se diagnostica por la ausencia de anillos antenales y de tricobotria “B” (Cuéllar Corredor, 1998).

En trabajos previos se reconocen solo ocho especies dentro del género *Neosminthurus* (Cuadro 1) solo dos de estas especies se tenían registradas en México: *N. clavatus* en los estados de Jalisco, Hidalgo, Puebla, Estado de México, Guerrero, Oaxaca y Chiapas y *N. bakeri* en Hidalgo, Veracruz, Distrito Federal, Puebla y Chiapas (Palacios-Vargas *et al.*, 2000).

En lo que respecta a su distribución geográfica mundial , este género cubre las zonas Neártica, Neotropical, Estepa Africana y la región biogeográfica oriental (Bellinger *et al.*, 1996-2012).

Cuadro 1. Clasificación de las especies de *Neosminthurus* (Bellinger *et al.*, 1996-2012). *Especies que se encuentran representadas en México de acuerdo a trabajos previos.

Clase Collembola

Orden Symphypleona

Suborden Eusymphypleona

Superfamilia Sminthuroidea

Familia Sminthuridae

Subfamilia Sphyrothecinae

Género *Neosminthurus* Mills, 1934

Especies *N. amabilis* Yosii, 1965

N. bakeri Snider, 1978*

N. bellingeri Muzzio, 1984

N. clavatus (Banks 1897)*

N. gisini Delamare Deboutteville & Massoud, 1965

N. mirabilis Yosii, 1965

N. richardsi Snider, 1978

N. schalleri (Delamare Deboutteville & Massoud 1965)

2.3 Géneros Relacionados con *Neosminthurus*

La quetotaxia es una de las pocas herramientas que proveen caracteres tanto para reconocer a las diferentes especies existentes y por ende para reconstruir sus relaciones filogenéticas (Betsch, 1980; Betsch y Waller 1989) han señalado de manera general, que la búsqueda de una homología y el asignar nombre a las sedas en el orden Symphypleona ha sido una labor muy difícil debido a la fusión de los segmentos postcefálicos de manera más o menos completa, esto aunado a la tendencia que presentan a la reducción del número de líneas y del número de sedas que porta cada una de ellas, lo que implica una modificación de la estructura original de la quetotaxia dorsal variando frecuentemente de un género a otro inclusive dentro de una misma familia.

Existen formas intermedias con respecto a la quetotaxia como por ejemplo, los géneros *Katiannina*, *Millsurus*, *Vesicephalus*, *Ruskianna* y *Papirinus* de acuerdo a Betsch, (1980), son indispensables para encontrar las relaciones filogenéticas entre dos series filéticas derivadas de este orden; *Neosminthurus*, *Lipothirx* y *Afrosminturus* que pertenecen a la familia Sminthuridae y *Papirinus*, género que presenta relaciones antenares, la quetotaxia dorsal y el armamento de las tricobotrias características tales que lo conectan a través de *Neosminthurus* a género afines como *Lipothirx*, *Afrosminturus* y *Sphyrotheca* dentro de la familia Sminthuridae.

Algunos caracteres como el patrón botridial, la quetotaxia dorsal, la antena, la quetotaxia tibiotarsal, se encuentran parcialmente en *Neosminthurus*,

Lipothrix y permiten establecer una relación muy estrecha entre *Papirinus* y el linaje *Neosminthurus*, *Lipothrix*, *Afrosminturus*, *Parasphyrotheca* y *Sphyrotheca* (Betsch, 1980).

La serie *Neosminthurus-Sphyrotheca* está compuesta de géneros que presentan caracteres autopomórficos en la quetotaxia dorsal como por ejemplo en la parte posterior del cuerpo de las especies del género *Neosminthurus* está cubierta de sedas simples y de macrosedas cortas densas, fuertemente denticuladas algunas no asociadas en pares.

En el caso de *Lipothrix lubbocki* (Bornër, 1906), presenta tres tipos de sedas, (1) las macrosedas lisas y denticuladas, (2) las macrosedas más finas, tuberculadas en su parte distal y con ápice romo y (3) tres pares de microsedas con ápice romo. En ciertas especies del género *Sphyrotheca*, en particular *S. madagascariensis*, presenta una distribución característica de macrosedas dirigidas hacia la parte trasera del organismo, la cual es la posición normal, y otras dirigidas hacia adelante (Betsch,1980).

En la línea *Papirinus*, *Neosminthurus*, *Lipothrix*, *Afrosminturus*, *Parasphyrotheca* y *Sphyrotheca* se muestra una evolución con respecto a la segmentación del antenito IV, de imperfectamente subsegmentado hacia una clara segmentación. Aunque *Papirinus* y *Neosminthurus* no muestran una subsegmentación totalmente delimitada; en el caso de *Lipothrix*, existen tres subsegmentos perfectamente delimitados en la zona media del antenito. IV.

Con respecto a la quetotaxia tibiotarsal, *Papirinus*, *Neosminthurus* y *Lipothrix* presentan sedas externas cortas, con ápice romo, en todos los casos

portando una protuberancia en su mitad basal, en la mitad distal las sedas son alargadas y se encuentran implantadas sobre pequeñas protuberancias.

En *Neosminthurus*, la seda externa distal del tibiotarso, en los tres pares de patas se encuentra curva, caso contrario en *Lipothrix* en donde esta seda es recta (Betsch, 1980).

2.3.1 LIPOTHRIX

Especie tipo: *Sminthurus lubbocki* Tullberg 1872 (Börner, 1906)

Cuarto artejo antenal anillado; órgano sensorial del tercer artejo antenal libre; vesículas interoculares presentes y con apariencia membranosa; mesotórax con apéndice vesicular en cada lado, unguis tunicado; sin “tenent hairs”; fémur anterior con una “espina” curva sobre su parte interna; trocánteres metatorácicos con cinco sedas lisas, órganos ovales, y una espina trocanteral; un patrón botridial profundamente invertido. Retináculo con tres dientes en cada rama en adultos; saco del colóforo largo vesiculado; tricobotria “D” presente sólo en estadios juveniles, ausente en juveniles secundarios y adultos, truncado; sedas fuertemente aserradas; como se describe para Sminthurinae (Richards, 1968).

Cabeza con vesículas; ésta y el gran abdomen presenta sedas cortas y resistentes. Tórax II con un par de vesículas. En adultos, tricobotria “A” y “B” cortas, “C” larga, y “D” ausente. El antenito IV puede presentar de cinco a siete subsegmentos. Trocánter III con una espina. Fémur I con una seda curva anterior; fémur III con una “espina” curva en la parte apical de la parte posterior.

Tibiotarso con una seda lisa en la parte distal. Dente con 3...1 sedas anteriores (Bretfeld, 1999)

Distribución: Europa, Japón, China y Macaronesia (Bellinger *et al.*, 1996-2012).

2.3.2 SPHYROTHECA Börner, 1906

Especie tipo: *Sphyrotheca multifasciata* Börner, 1906

Antenas relativamente largas; cuarto artejo antenal con 12 verticilos de sedas y subsegmentación casi perfecta; sensilas del tercer artejo antenal expuestas; con o sin vesículas interoculares; 8+8 corneolas; sin papila mesotorácica; con macrosedas en la cabeza y gran abdomen; un par de sedas neosminthuroides; un patrón completo de tricobotrias (triangular invertido), a partir del segundo estadio, B relativamente corta; el trocánter II presenta cinco sedas lisas, órganos ovales y espina trocanteral; unguis con túnica generalmente desarrollada; serie dental anterior (2,2,1...1 como máximo); ramos tenaculares cuatridentados en juveniles primarios, tridentados en juveniles secundarios y adultos; saco del tubo ventral largo, tuberculado; tricobotria "D" presente en todos los estados de desarrollo; apéndices anales de la hembra setiformes con serraciones ciliadas; lamela mucronal interna lisa y externa aserrada con ápice escotado; sin seda mucronal; pequeño abdomen claramente distinguible del gran abdomen (Richards, 1968).

Distribución: Selva del oeste, noreste y este de África, estepa del Sudán, India, Sureste de Asia continental, Malasia, Melanesia y Micronesia, norte, este y

suroeste de Australia, Japón, Hawai, Norteamérica, Venezuela y Guyana, Noreste y centro del Brasil, Europa (Bellinger *et al.*, 1996-2012).

2.3.3 PAPIRINUS Yosii, 1954

Especie Género tipo: *Papirinus prodigiosus* Yosii, 1954

Cuerpo de mayor tamaño a 1.5 mm, presenta color básico amarillento. Antenas obscurecidas en su parte distal. Vértices de los unguis así como el lado dorsal del gran abdomen fuertemente pigmentados, caso contrario a la parte ventral del mismo y a las patas. La fúrcula es totalmente blanca. Antenas muy cortas (tan largas como la diagonal cefálica). Cada artejo sin subsegmentación; sin embargo, los artejos antenales (antenitos) IV, III y II presentan en su superficie vestigios de subdivisión. El antenito IV sin vesícula apical, pero con algunas sensilas. En el antenito III, sólo se presentan de cuatro a cinco sedas cortas, el órgano sensorial del antenito III consiste de un par de sensilas en una foseta común y este mismo artejo presenta un anillo de aproximadamente cuatro sedas gruesas en su parte distal, donde se dobla de manera clara; presenta otro verticilo de sedas en el centro del artejo, las sedas que se encuentran del lado interno son de color azul-negras y las del centro del artejos son rojizas. Antenito I casi glabro. Relación de los artejos antenales como sigue: 1.0:2.7:2.3:2.3. Sobre la cabeza, de manera dorsal a la mancha ocular se encuentran dos sedas muy pequeñas. Corneolas pigmentadas de negro. Las patas son cortas. "Tenent hairs" paralelos al unguis y capitados, se presentan en números de cuatro, tres y

dos. Gran abdomen redondo y aplanado, la relación antena/unguis 1:8. Porcentajes de los antenitos 1.0:2.8:3.3:0.8.

Apéndices anales cortos y pequeños, aproximadamente la mitad de mucrón, de forma curva y terminación afilada. Sedas anales muy largas y crenuladas en su totalidad. Dente/mucrón 2.2:0.5. Las sedas dentales barbuladas. Mucrón normalmente crenulado y sin escotadura final. Unguis con dientes internos y pseudoniquia, apéndice del unguiculus no capitado.

Distribución: Madagascar, Himalaya, selva tropical de África, China y Japón (Bellinger *et al.*, 1996-2012).

III. HIPÓTESIS

- ◇ El género *Neosminthurus* es monofilético
- ◇ Las especies del Nuevo Mundo están más relacionadas entre si que con especies distribuidas en el Viejo Mundo.

IV. OBJETIVOS

4.1 General

Contribuir al conocimiento taxonómico y filogenético de los colémbolos del género *Neosminthurus* (Symphypleona: Sminthurididae).

4.2 Particulares

- Realizar un análisis filogenético para poner a prueba la monofilia del género *Neosminthurus*

- Proponer una hipótesis de las relaciones evolutivas de las especies que lo comprenden.
- Elaborar claves dicotómicas para la identificación de las especies del género *Neosminthurus*
- Describir e ilustrar las nuevas especies del género *Neosminthurus*

V. MATERIAL Y MÉTODO

5.1 Obtención del material biológico revisado

Se realizó una búsqueda bibliográfica para obtener las descripciones originales del género *Neosminthurus*, mismas que fueron traducidas y complementadas con nuevos caracteres morfológicos. Se revisaron 142 preparaciones permanentes, de las cuales 84 se encontraban depositadas en la Colección del Laboratorio de Ecología y Sistemática de Microartrópodos de la Facultad de Ciencias, UNAM y son procedentes de distintas localidades y biotopos, mientras que 58 fueron elaboradas con material preservado en alcohol depositado en el mismo laboratorio (Cuadro 2). Se realizó una estancia de investigación al Museo Nacional de Historia Natural de París (MNHN) con el objetivo de revisar los ejemplares tipo, desafortunadamente el material se encontró en pésimas condiciones debido al tiempo.

Cuadro 2. Listado de material biológico revisado.

Abreviaturas: H: hojarasca, M: musgo, R: roca, HU: humus, S: suelo y juv: juvenil. Pan: Panamá,

Bel: Belice, C.R: Costa Rica

Especie	País	Localidad	Biotopo	Ejemplares
<i>N. pueblaensis</i>	México	Mineral El Chico, Hgo.	H/M	3♂ y 4♀
<i>N. clavatus</i>	México	Xochitepec, D.F.	H	1♂ y 1♀
<i>N. clavatus</i>	México	Palma sola, Ver.		1♂
<i>N. clavatus</i>	México	La Unión, Pue.	H	1♀
<i>N. queretanus</i>	México	Palenque, Chis.	H	1 juv
<i>N. isnardensis</i>	Panamá	Provincia de San Lorenzo, Pan.	H	7♀, 6♂ y 79 juv
<i>N. clavatus</i>	México	Xalapa, Ver.	H	2♀
<i>N. clavatus</i>	México	Mpio. Tetipac, Gro.	HU	1♀, 1♂ y 2 juv
<i>N. queretanus</i>	México	Cerro Tequila, Pue.	H	1♂
<i>N. clavatus</i>	México	Zoquiapan, Pue.	R	1♀
<i>N. clavatus</i>	México	Anenecuilco, Mor.	H	1♂
<i>N. clavatus</i>	México	Sótano Lucha, Chis.	H	1 juv
<i>N. clavatus</i>	Belice	Cueva Río Frío, Bel.		♀
<i>N. isnardensis</i>	Costa Rica	Isla Cocos, C.R.	H	1♂
<i>N. pueblaensis</i>	México	Córdoba, Ver.		2♂
<i>N. clavatus</i>	México	San. José Balbanera	S/H	1 juv
<i>N. clavatus</i>	México	México, D.F.	H	2♀ y 4♂
<i>N. clavatus</i>	México	Mineral El Chico, Hgo.	H	1♀
<i>N. clavatus</i>	México	Chamela, Jal.	S/H	2♀ y 2♂
<i>N. clavatus</i>	México	Cuetzalan, Pue.	H	1♀
<i>N. clavatus</i>	México	Gruta de Acuitlapan, Gro.	H/S	1♂
<i>N. clavatus</i>	México	Vicente Guerrero, Chis.		1♀
<i>N. clavatus</i>	México	Chajul, Chis.	H	♀
<i>N. clavatus</i>	México	Molango, Hgo.	S	2♀
<i>N. clavatus</i>	México	Gruta de Aguacachil, Gro.		1♀
<i>N. clavatus</i>	México	Cerro Tequila, Jal.	H	♂
<i>N. clavatus</i>	México	Sierra Manantlán, Jal.	H	1♀
<i>N. bellingeri</i>	México	El Nueve, Oax.	H	2♀
<i>N. clavatus</i>	México	****	H	♂
<i>N. pueblaensis</i>	México	Tezihutlán, Pue.	H	2♀, 7♂ y 3 juv
<i>N. pueblaensis</i>	México	Iztacxochitla, Pue.	H	1 juv
<i>N. bellingeri</i>	México	Iztacxochitla, Pue.	H	1 juv
<i>N. queretanus</i>	México	Puerto San Agustín, Qro.	H	12♀, 7♂ y 3 juv
<i>N. clavatus</i>	México	Puerto Eligio, Oax.	H	1♀
<i>N. isnardensis</i>	Paraguay	Salto Tembay, Par.	H	2♀

5.2 Análisis Taxonómico y Filogenético

Para la descripción de las nuevas especies del género se utilizó un microscopio óptico equipado con cámara clara marca Zeiss West Germany Mod. 47 46 20-9900, para la realización de los dibujos de cada una de las estructuras de importancia taxonómica; dichos dibujos fueron entintados y escaneados para su inserción dentro del documento final. Se tomaron medidas de las estructuras que lo requirieron con la ayuda de una reglilla adaptada al ocular del mismo microscopio; dichas mediciones están dadas en μm .

Se realizaron claves dicotómicas de identificación de las especies del género, basadas en caracteres morfológicos de hembras.

5.2.1 Grupo Externo

Se utilizaron tres géneros como grupos externos para enraizar los árboles (Farris, 1982; Nixon & Carpenter, 1993; Lipscomb, 1998). Dichos grupos son: *Lipothrix*, Börner 1906, *Sphyrotheca*, Börner 1906 y *Papirinus*, Yosii 1954, haciendo así más rigurosa la prueba de monofilia.

Estos géneros fueron elegidos tomando en cuenta el estudio evolutivo realizado por Richards (1968), en el que propone como grupo hermano a *Lipothrix* y como un grupo cercano a *Sphyrotheca*. Betsch (1980) hace mención que estos géneros son indispensables para poder definir las relaciones

filogenéticas de *Neosminthurus* ya que en la actualidad *Lipothrix* sigue siendo un arquetipo de la línea de *Papirinus* y *Neosminthurus*.

5.3.2 Caracteres y Análisis Filogenético

El análisis filogenético se llevó a cabo utilizando la morfología externa (e.g. quetotaxia). Los pasos en el análisis fueron acordes con Morrone (2000, 2003).

Las relaciones filogenéticas fueron inferidas mediante la base teórica de reconstrucción filogenética (Hennig, 1966) y método de parsimonia (Farris, 1973; Wiley, 1981; Wiley *et al.* 1991). Los grupos externos para el análisis fueron los siguientes: *Lipothrix lubbocki* (Börner 1906); *Sphyrotheca karlarum* Palacios-Vargas *et al.* 2003; *Sphyrotheca madagascariensis*, Betsch 1974; *Papirinus prodigiosus* Yosii 1954 y *Papirinus ankaratrensis* Bestch 1974.

Se construyó una matriz de datos con caracteres morfológicos empleados en el análisis; se construyó una matriz de datos (apéndice 2) de caracteres morfológicos que fue analizada con el programa NONA versión 1.8 (Goloboff, 1993), para la construcción de los cladogramas y la obtención de los estadísticos descriptivos: longitud (L), índice de consistencia (IC), índice de retención (IR). La búsqueda de los árboles más parsimoniosos se realizó mediante el método heurístico TBR (Tree Bisection and Reconnection). El soporte de los clados se evaluó con un análisis de Bootstrap (Felsenstein, 1985) calculando 1000 iteraciones (hold: 1000; mult*N: 50; hold/ :50; max* (TBR), con el mismo programa NONA versión 1.8 (Goloboff, 1993). Los caracteres multiestado fueron

tratados como no aditivos o desordenados. Se calculó un árbol de consenso estricto y otro de regla de mayoría 50%.

5.3.3 Mapas de Distribución

Se elaboraron mapas de distribución con información geográfica para cada especie (Bellinger, *et al.*, 2012) perteneciente al género con la ayuda del programa de sistemas de información geográfica ArcView GIS versión 3.3 (Applegate, 2002).

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Análisis Taxonómico

6.1.1. Descripciones de las Especies Pertenecientes al Género *Neosminthurus*

Neosminthurus amabilis Yosii

Neosminthurus amabilis, Yosii, 1965:19

Sintipos: 2 hembras. Año de colecta: 1962. Material donado por K. Baba

Localidad tipo: Taipei Formosa, Taiwán

Diagnosis. Coloración violeta marrón, ligeramente moteado; longitud del cuerpo 1.3 mm. Cabeza más pálida que el resto del cuerpo. Antena, patas y fúrcula también pigmentadas del mismo color. Relación longitud de antena con cabeza (Antena /cabeza) 11:10. Antena/Radio 3: 5: 7: 7, todos los artejos rugosos en apariencia. Antenito IV subsegmentado pero no articulado, sin bulbo apical, casi

todas las sedas del artejo están ligeramente capitadas. El órgano del Antenito III con sensilas paralelas cada una en una depresión.

Ojos negros 8+8. Labro igual al de *N. mirabilis* (Fig. 2A). Las sedas verticales son pequeñas y romas, sedas del rostro pequeñas, ligeramente aladas o no. Las sedas cercanas al labro son grandes y gruesas y no están modificadas (Fig. 2A). El Tórax II y tórax III se encuentran separados por una pequeña ranura en el integumento de color más pálido que el resto del cuerpo. Tórax II con un proceso lateral digitiforme a cada lado (Fig. 2B). Unguis en general sin diente (Fig. 2C). Pseudoniquia lateral y túnica dorsal muy prominente. Unguiculus triangular con una seda axial de más de dos veces la longitud del unguiculus y su mitad distal sobresale de este en todas las patas (Fig. 2C). “Tenent hairs” ausentes, pero una seda se extiende horizontalmente en todos los tibiotarsos como en el caso de *L. mirabilis* (Fig. 14F). Fémur de todas las patas con un engrosamiento semicircular en el tegumento. Pata III con una seda capitada en la parte interna. El tubo ventral es largo, con 1+1 sedas apicales y sus tubos terminales están provistos con 4-5 líneas de gránulos redondeados (Fig. 3H). El tenáculo es tridentado, cuerpo anterior con 4 sedas (Fig. 3A). Fúrcula con un radio de 5: 4: 1. Dentes ligeramente estrechos, con una fórmula dental dorsal: I, 1, 1, I, 1, 1, I = 7, externa: 1, 1, 1, ... 1 =4, interna: 1,.... 1, 1, 1, 2 = 6, ventral: 1, 1 (Fig. 3B). Todas ellas son lisas y las sedas ventrales son muy pequeñas, casi vestigiales. Mucrón con lados paralelos (Fig. 3D). El margen externo es recto, el margen interno con 5 ó 6 denticulaciones distales débiles y con una muesca apical prominente y profunda cuyo diente externo está muy desarrollado y proyectado

hacia arriba. El margen externo del mucrón es entero y el margen interno es ligeramente aserrado con 5 ó 6 denticulaciones en la mitad distal. Pseudoniquia mucronal ventral, ligeramente aserrada. El tegumento es distintivamente granular. Las sedas del cuerpo de la parte dorsal consisten en dos tipos de sedas: unas simples y acuminadas y otras son foliáceas con un margen ciliado (Fig. 3G). El área anogenital de la hembra está provista con muchas sedas anales fuertes (Fig. 3E), a_0 y un par de sedas de ambos lados que se encuentran situadas sobre un tubérculo tegumentario bajo. a_0 tiene, además, un par de sedas cerca de la base del tubérculo. Sobre los lados laterales a_{1-4} están presentes, pero a_2 está convertido en un cuerpo pequeño granulado, en lugar de una seda. El apéndice anal se encuentra en una inserción profunda, presenta forma de daga con pequeños flecos laterales (Fig. 3F). Orificio genital de la hembra rodeado de 6 pares de sedas pequeñas y simples (Fig. 3E).

Esta especie es muy cercana a *N. mirabilis* (Fig. 18), por la presencia de la seda horizontal del tibiotarso y las sedas foliáceas dorsales del gran abdomen. Puede separarse fácilmente por la forma peculiar del apéndice anal.

Distribución: Sureste de Asia (Fig. 4)

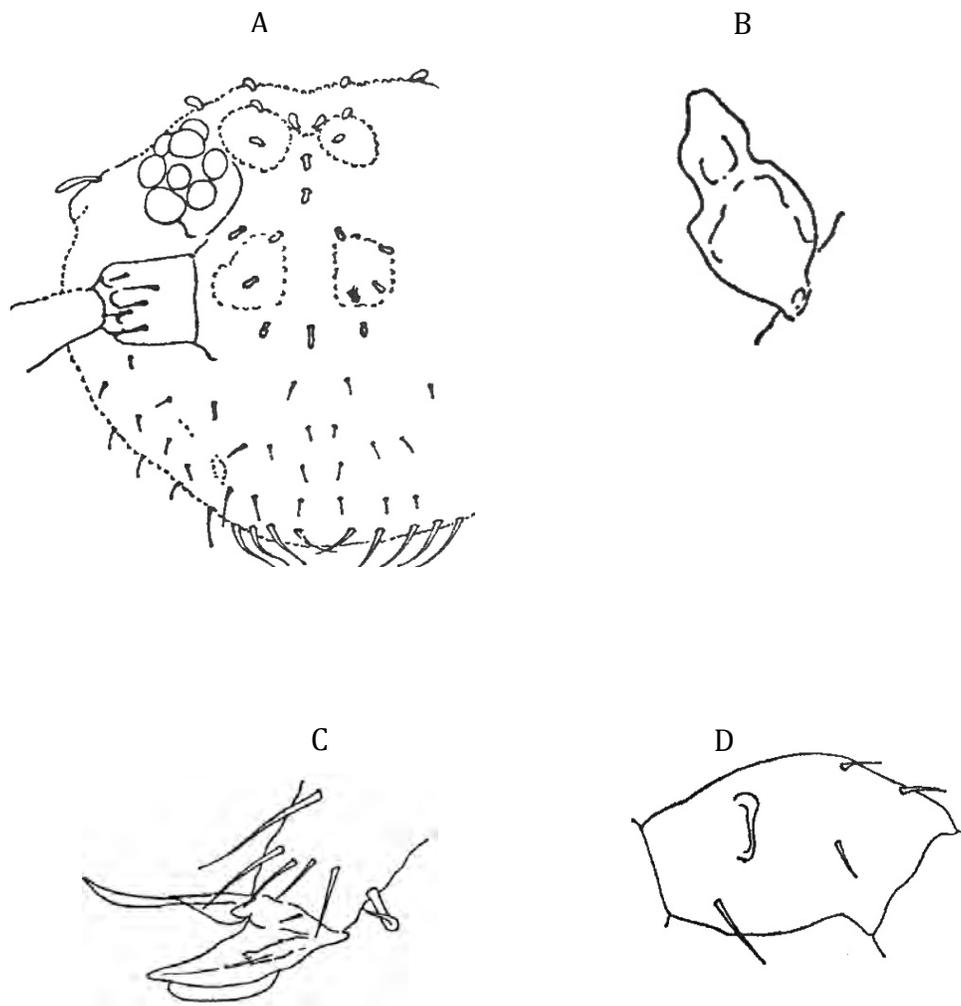


Figura 2. *Neosminthurus amabilis* A: Quetotaxia cefálica, B: Apéndice vesicular digitiforme del tórax I, C: Ápice del tibiotarso y D: Engrosamiento semilunar de la pata I.

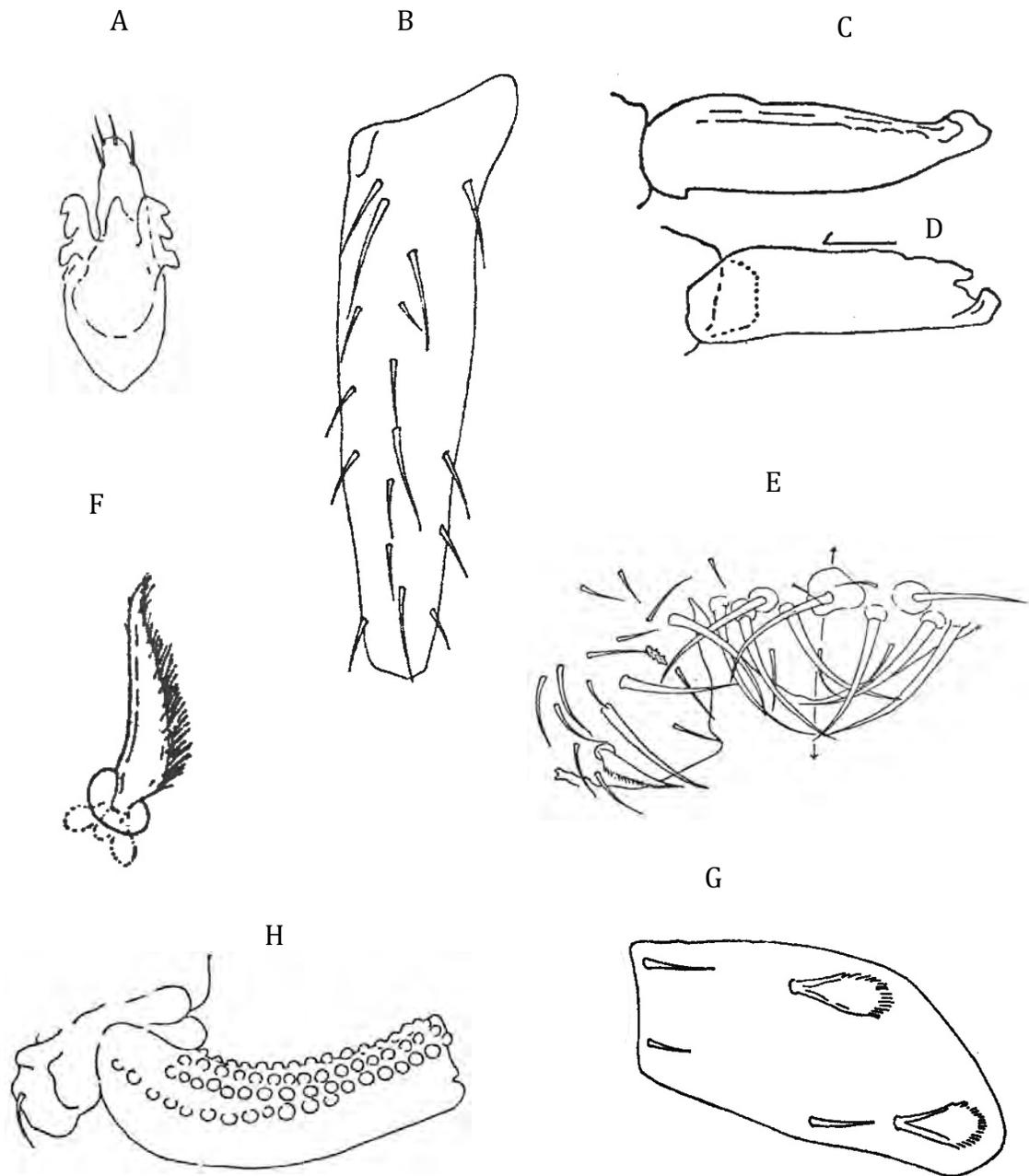


Figura 3. *Neosminthurus amabilis* A: Tenáculo, B: Vista dorsal del dente, C: Vista lateral del mucrón, D: Vista dorsal del mucrón, E: Segmento anogenital de la hembra, F: Apéndice anal, G: Sedas de la parte dorsal del abdomen y H: Tenáculo.

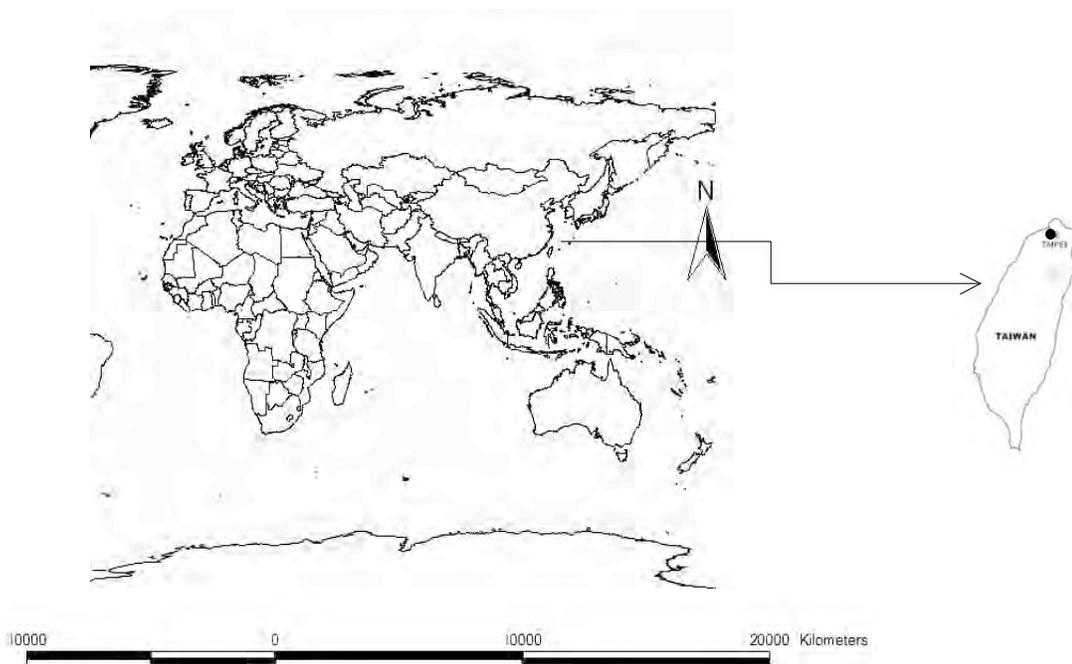


Figura 4. Mapa de distribución de *Neosminthurus amabilis*

***Neosminthurus bakeri* Snider**

Neosminthurus bakeri Snider, 1978: 217

Holotipo: Hembra Fecha de colecta: 19 abril 1963

Alotipo: Macho

Paratipos: cuatro organismos en preparaciones semipermanentes y seis preservados en alcohol.

Localidad tipo: Kentucky, Estados Unidos. Condado de Edmonson, Parque estatal Mammoth, Cueva Filloyd Collins Crystal.

Oganismos depositados en el Museo de Zoología Comparada de la Universidad de Harvard. Un ejemplar en preparación semipermanente y tres preservados en

alcohol depositados en el Museo de Entomología, de la Universidad del Estado de Michigan.

Diagnosis. Coloración: Cuerpo generalmente azul oscuro a púrpura, numerosos manchones pálidos y líneas en todas partes, especialmente sobre los segmentos Antena con pigmento azul, más obscuro en la región apical de cada artejo. Cabeza azul oscuro a púrpura con áreas claras cerca del interior de los márgenes del parche ocular. Partes bucales blancas. Patas y fúrcula con un pigmento azul claro.

Ojos 8+8; ocelos C y H de diferente tamaño, más pequeños en diámetro que los otros. Antenito IV sin subsegmentación y sin bulbo apical, de 1-1.4 veces más largo que el antenito III. Antenito III con órganos sensoriales subapicales sobre depresiones profundas; sedas cortas y gruesas. Segmentación torácica evidente. Sedas interoculares cortas, lisas y acuminadas (Fig. 5A). Las sedas del cuerpo en la mitad anterior son cilíndricas y dentadas (Fig. 5B y D); en la mitad posterior las sedas cilíndricas aparentan ser más cortas y se encuentran mezcladas con sedas acuminadas lisas. Longitud máxima 1.2 mm.

Trocánteres de patas III con órganos ovales; espina posterior y 15 sedas anteriores. Fémur de patas II y III con un proceso posterior digitiforme y dos sedas. Fémur de la pata I con dos espinas posteriores. Tibia de la pata II con seis sedas cortas en la superficie posterior, bordes externos con cuatro espinas; superficie interna con 4-5 sedas largas; sin "tenent hairs" pero con una seda en la parte final del tibiotarso curvada lateralmente alrededor del ápice (Fig. 6A, B y C). Pretarso con una seda anterior y una posterior (Fig. 6B y C). Unguis curvado

y lanceolado, con un diente interno de uno a un tercio de distancia desde la base; túnica presente con aserraciones laterales (Fig. 6D). Unguiculus lamelado, con un pequeño diente presente o ausente; sedas apicales puntiagudas que luego se ensanchan de forma lanceolada. Sacos del tubo ventral tuberculados. Rami del tenáculo tridentado, corpus anterior con cuatro sedas. Manubrio con 14 sedas dorsales (Fig. 5C). Dente sin seda ventral, con cinco sedas laterales (Fig. 6F). Mucrón con forma aparentemente bífida; lamela interna con ligeras aserraciones apicalmente. Apéndice anal de la hembra, finamente aserrado en la parte apical (Fig. 6E).

Esta especie se diferencia fácilmente de *Neosminthurus clavatus* (Fig. 12) y *Neosminthurus richardsi* (Fig. 21) en la forma de la sedas de la base del cuerpo y el número y posición de las sedas dorsales del dente .

Distribución: norte, centro y sur de Norte América, Centroamérica (Fig. 7) (Bellinger *et al.*, 1996-2012).

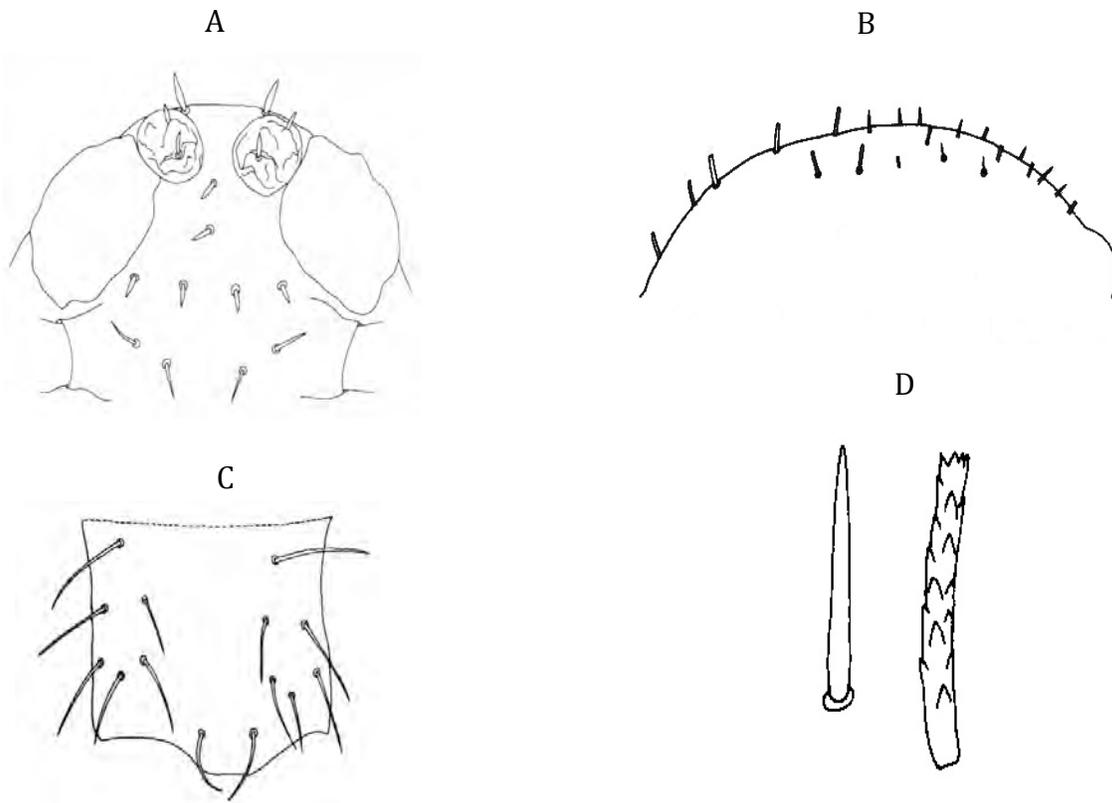


Figura 5. *Neosminthurus bakeri* A: Quetotaxia cefálica, B: Sedas dorsales, C: Vista dorsal del manubrio y D: Tipos de sedas dorsales

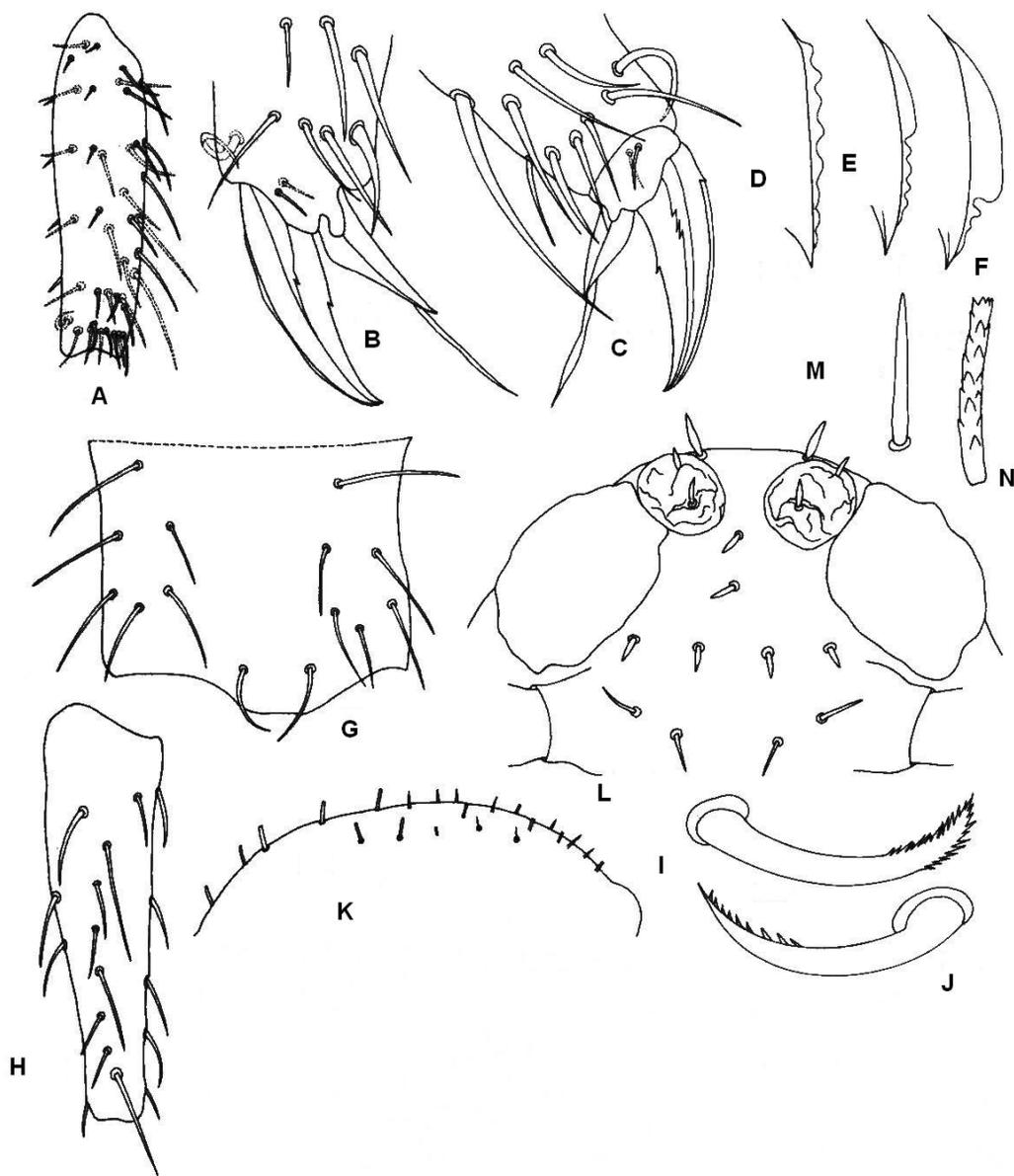


Figura 6. *Neosminthurus bakeri* A: Tibiotarso III, B: ápice del tibiotarso III, C: ápice del tibiotarso I, D: Borde externo del unguis mostrando los efectos del medio de montaje en la túnica, E: Apéndice anal de la hembra y F: Superficie dorsal del dente.

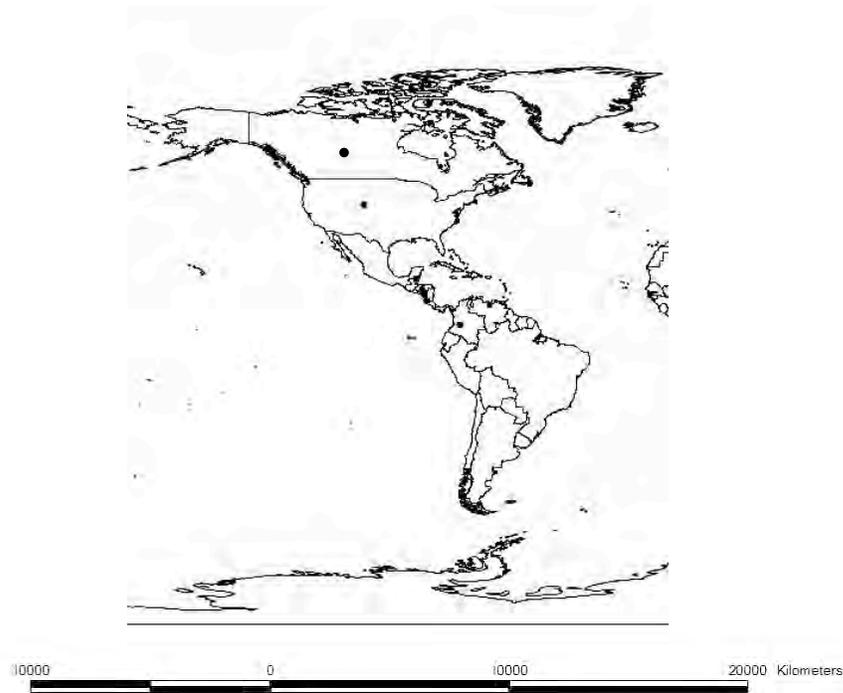


Figura 7. Mapa de distribución de *Neosminthurus bakeri*

***Neosminthurus bellingeri*, Muzzio, 1984**

Neosminthurus bellingeri (Muzzio, 1984:60)

Holotipo: Hembra

Alotipo: Macho

Paratipos: 5 especímenes preservados en alcohol depositados en Academia de Ciencias en California, San Francisco; dos ejemplares en el Museo de Entomología de la Universidad del estado de San José, California.

Localidad tipo: Quebrada Grovel cerca de Bates Creek a tres millas al noreste de Soquel. Condado de Santa Cruz, California. Colectados en encino y hojarasca de madroño del pacífico.

Meses de colecta: enero, febrero y abril de 1981

Diagnosis. Coloración: Antena azul oscuro uniforme. Cabeza moteada con azul oscuro. Cuerpo dorsalmente moteado de azul oscuro a negro, más claro en la parte ventral con líneas final intersegmentales más claras separando los segmentos torácicos. Patas, colóforo y fúrcula azul moteado.

Antenito IV con 6 ó 7 subsegmentos, sin bulbo apical y 1.3 - 1.5 el largo del antenito III con dos depresiones sensoriales profundas (Fig. 8B). Ojos 8+8 con ocelos A de la mitad del diámetro de B; D al menos un tercio del diámetro de B (Fig. 8C). Cabeza con 6 sedas cilíndricas localizadas en su margen posterior; sedas interoculares cortas y romas (Fig. 8C). Trocánter de la pata III con una espina posterior, cinco sedas anteriores y un órgano oval (Fig. 9A). Fémur de la pata I con una espina posterior (Fig. 9B). Fémur de pata II y III sin proceso posterior con forma digitiforme. Tibia de la pata III con un órgano oval localizado a dos terceras partes de distancia desde el ápice sobre el borde interno y 5 sedas largas en el mismo borde. De 4 de 5 sedas cortas sobre el borde externo y 4 sedas sobre la superficie posterior (Fig. 9D). Tarso con sedas anteriores y posteriores. Sin "tenent hair". Sin la seda que rodea al tibiotarso. Unguis con un diente interno, túnica y pseudoniquia con serraciones laterales presentes (Fig. 9C y E). Unguiculus lamelado con un filamento apical lanceolado (Fig. 8C y E). Cuerpo con sedas cilíndricas suaves (Fig. 10 A y B). Seda neosminturoide presente y localizada entre la tricobotria "C" y la base de la fúrcula (Fig. 10C). Manubrio con 14 sedas dorsales (Fig. 10C). Dente con 7 sedas dorsales interiores, 5 sedas externas, 2 sedas internas laterales y 1 seda dorsal; ventralmente con un par de sedas ventrales subapicales. Ve_3 seda corta, y

localizada a un tercio de la distancia desde la base del dente (Fig. 10C). Mucrón con lamela interna aserrada y lamela externa entera (Fig.10C). Apéndice subanal de la hembra curvado y acuminado con ciliaciones apicales bilaterales (Fig. 10E). Sacos de tubo ventral tuberculados. Tenáculo con 4 sedas distales y 3 + 3 dientes (Fig. 10D). Longitud máxima 1.2 mm.

Las características que asocian a *N. bellingeri* con el grupo Neosminthuroide son la bien desarrollada espina trocanteral, la modificación peculiar de las sedas del cuerpo y de la cabeza y la ligera apariencia bífida de ápice del mucrón.

Distribución: Norte América (Bellinger *et al.*, 1996-2012) (Fig. 11).

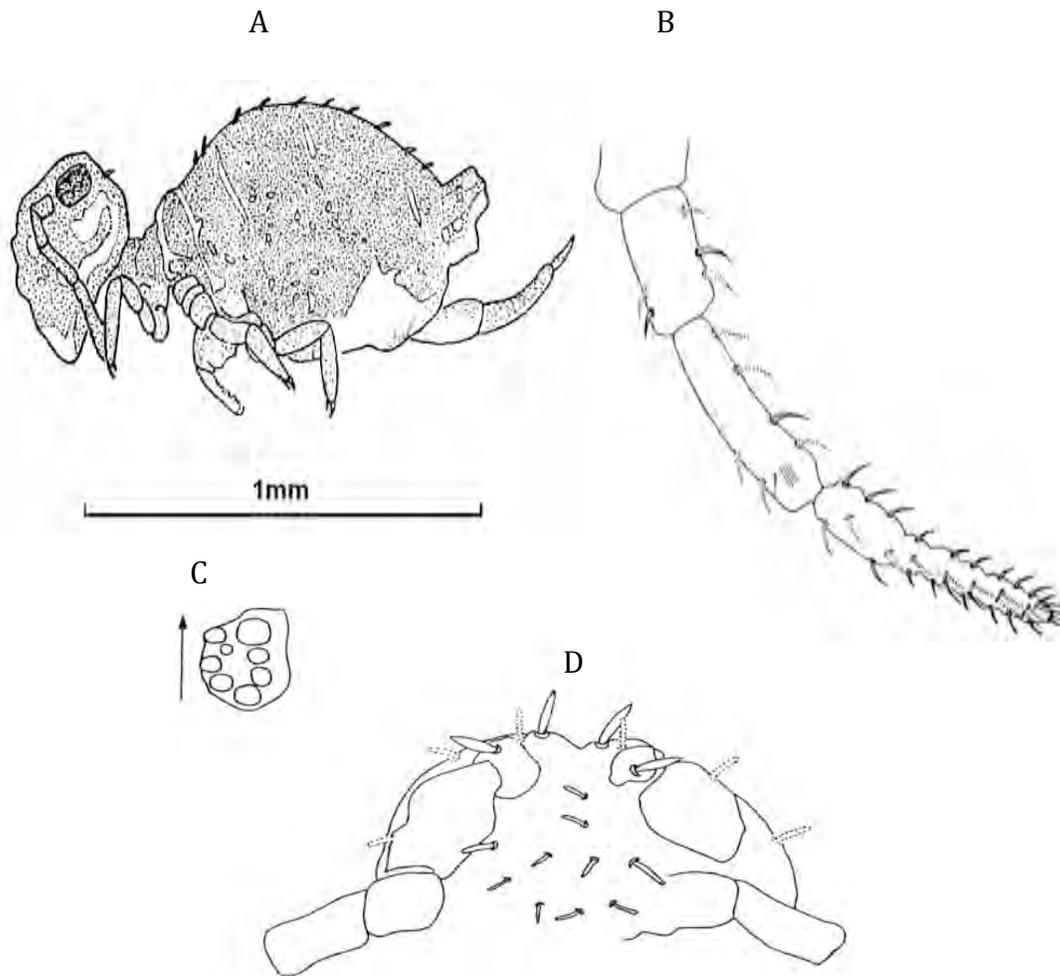


Figura 8. *Neosminthurus bellingeri*. A: Vista lateral del habitus, B: Antena, C: Parche ocular, paratipo, D: Sedas cilíndricas en el margen posterior de la cabeza y sedas interoculares

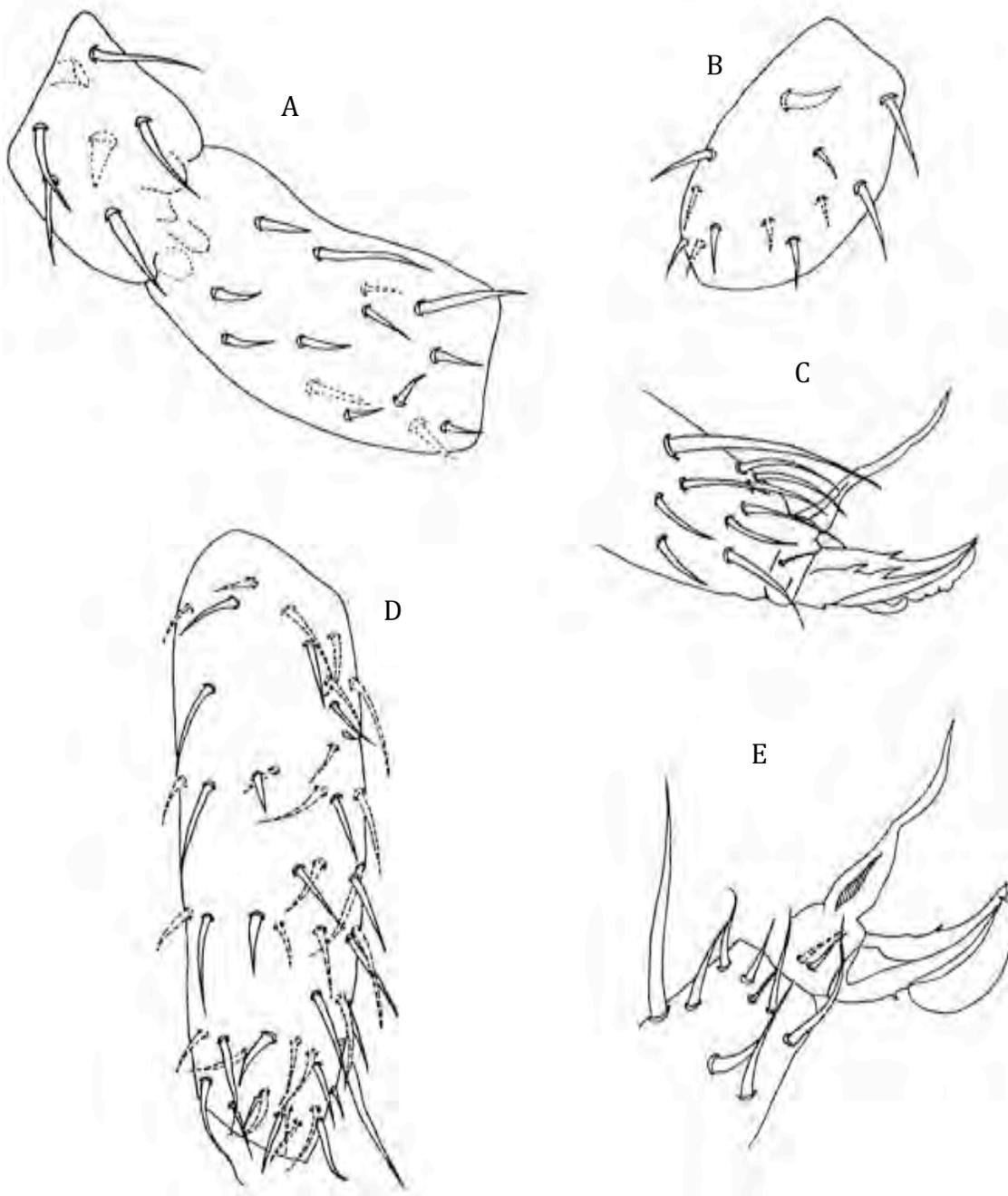


Figura 7. *Neosminthurus bellingeri*. A: Trocánter III y fémur, B: Fémur, C: Ápice del tibiotarso I, D: Tibiotarso III y E: Ápice del tibiotarso III.

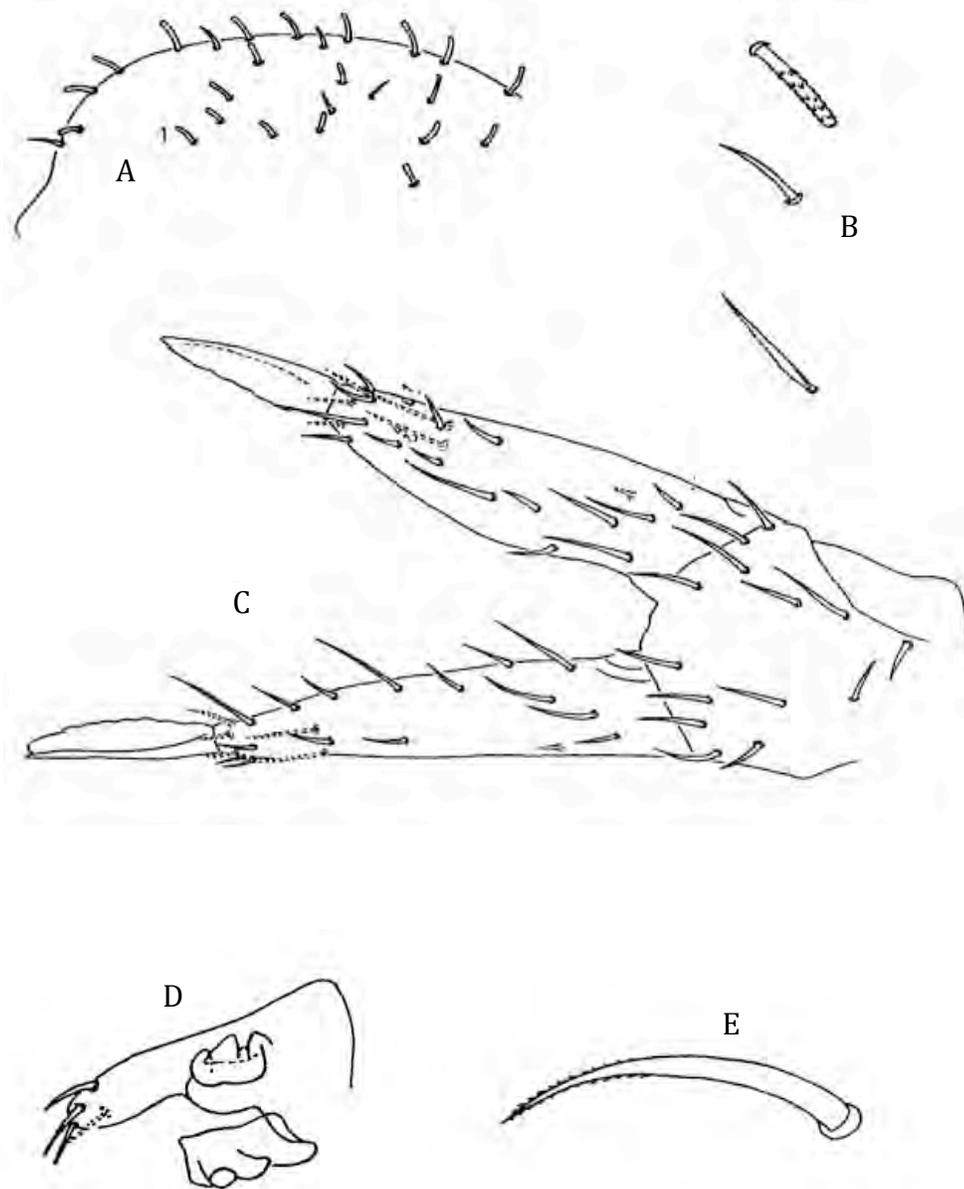


Figura 10. *Neosminthurus bellingeri*. A: Vista lateral de las sedas dorsales, B: Tipos de las sedas dorsales, C: Fúrcula (manubrio, dente y mucrón), D: Tenáculo y E: Apéndice subanal de la hembra.

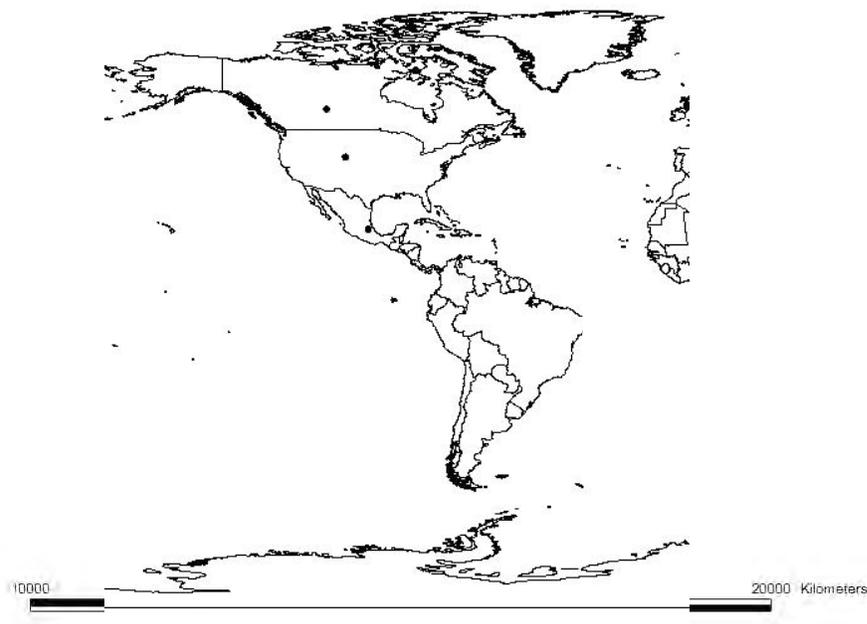


Figura 11. Mapa de distribución de *Neosminthurus bellingeri*

***Neosminthurus clavatus* Banks, 1897**

Neosminthurus clavatus Banks, 1897:5

Sinónimos: *Sminthurus curvisetis*, Guthrie, 1934

Sminthurus purpureus, Scott, 1964

Holotipo: Hembra

Localidad tipo: New York, Queens Col.

Diagnosis. Coloración: fondo blanco con amarillo pálido; pigmento azul a marrón-púrpura usualmente cubriendo el cuerpo excepto por la parte ventral del abdomen y manchas pálidas dispersas formando líneas irregulares en las membranas intersegmentales torácicas; especímenes más pálidos con pigmentación tenue sobre la cabeza y el cuerpo, o con bandas transversales tenues. La mayoría de las sedas del cuerpo y algunas sedas interantenas son

cortas palmadas y acanaladas (Fig. 12A). La forma llamativa palmada de las sedas dorsales, pueden parecer cilíndricas en una vista lateral, pero en una revisión exhaustiva, se mostró que son de forma aplanada (Fig. 12A)

El cuarto artejo antenal sin bulbo apical (Fig. 12 C), 1.35 – 1.55 veces más largo que el tercero. Órgano apical del tercer artejo antenal con sensilas en surcos separados. La seda externa más larga que el tibiotarso, aproximadamente de la mitad más larga que el unguis (Fig. 12D). Sin “tenent hairs”. Unguis con túnica usualmente distinguible aunque ocasionalmente es difícil de ver o esta ausente; diente del unguis interno presente o ausente (Fig. 12D). Unguiculus sin diente, con filamento apical filiforme, excediendo la punta del unguis. Tenáculo con 4 sedas distales.

Dente con sedas 4 E, 7 Id, y 3 L. E₁, L₁, Id₂ y Id₃ son basalmente algo agrandadas y en forma de espina (Fig. 12E). Lamela mucronal interna con dentaciones; lamela externa entera y se extiende más allá de la parte interna con proyecciones digitiformes (Fig. 12E). Apéndice anal de la hembra curvado, escasamente ciliado, y acuminado (Fig. 12G).

Longitud máxima 1.2 mm. La tricobotria “A” se presenta en algunos especímenes y está ausente en otros. Estas dos formas pueden ser separadas en dos especies, pero estas diferencias no parecen estar relacionadas con ningún otro carácter.

Distribución: Norteamérica (Fig. 13).

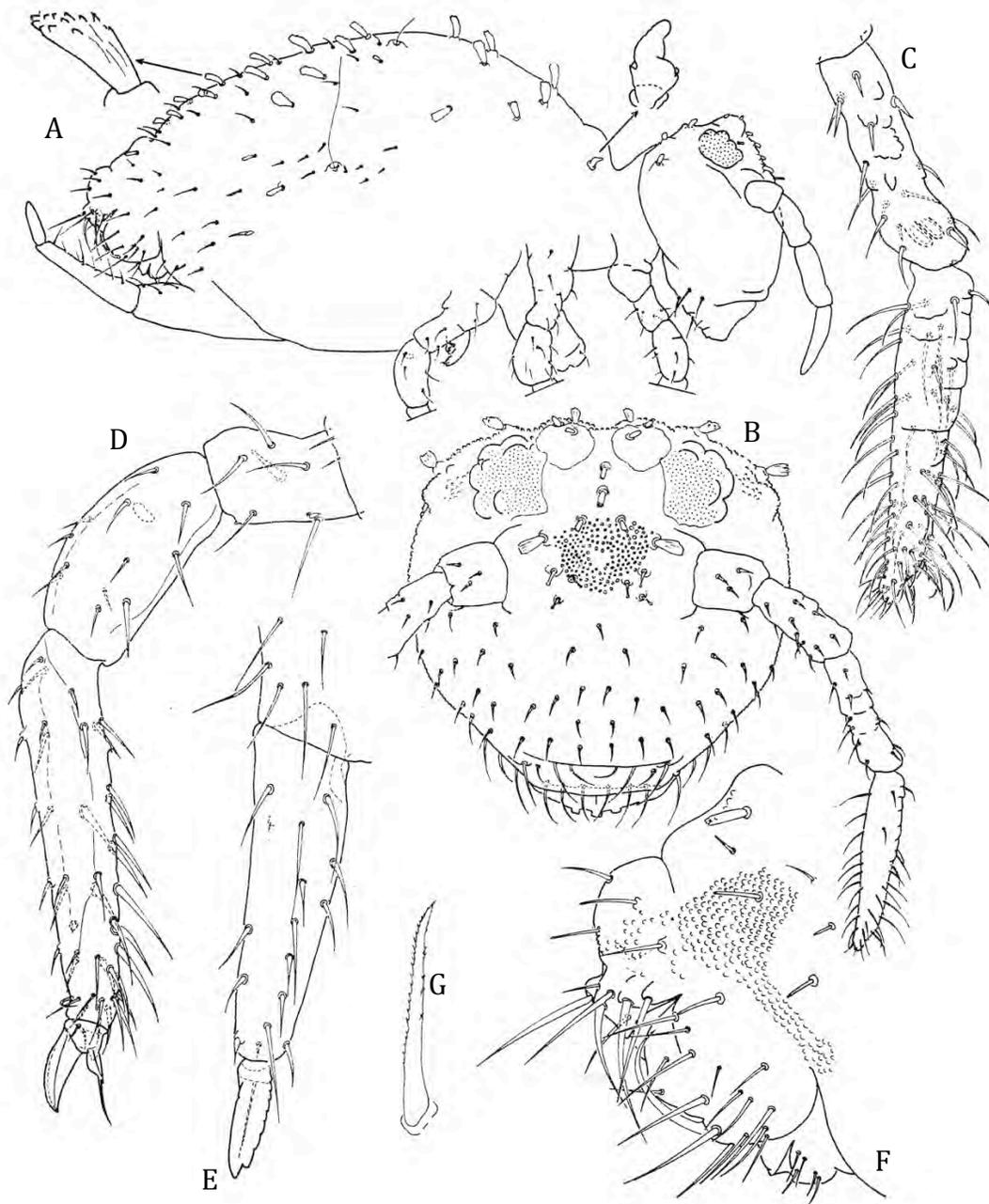


Figura 12. *Neosminthurus clavatus*. A: Habitus; B: Quetotaxia cefálica; C: Artejos antenales III y IV; D: Pata III; E: Fúrcula; F: Abdomen VI de la hembra; G: Apéndice anal de la hembra.

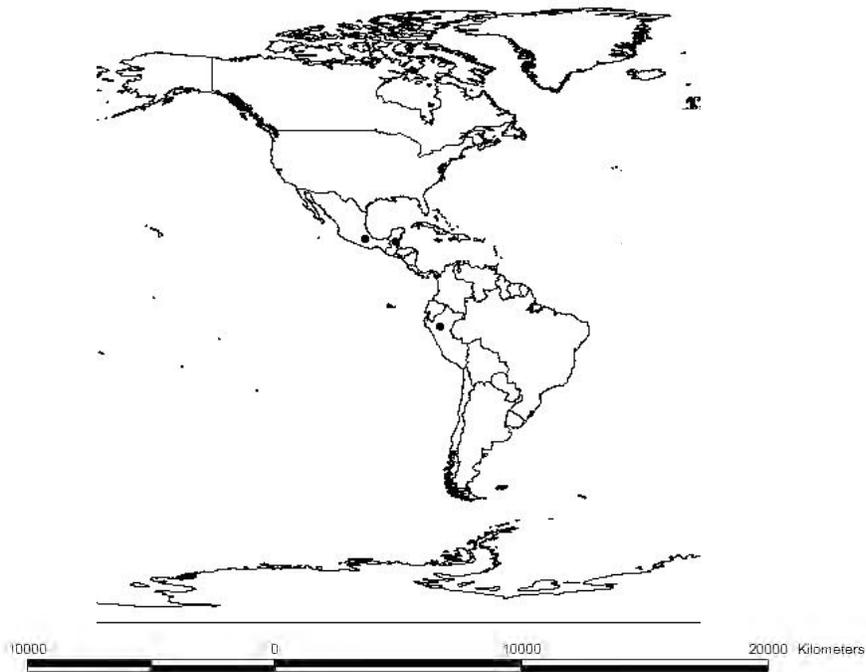


Figura 13. Mapa de distribución de *Neosminthurus clavatus*

Neosminthurus gisini Delamare y Massoud, 1965

Neosminthurus gisini Delamare y Massoud, 1965:69

Holotipo: Hembra juvenil. Biotopo: detritus

Paratipos: información desconocida

Localidad tipo: Bosque de galería de Tshimana, Angola (afluente del margen derecho de Tshikapa) al suroeste de Dundo.

Diagnosis. Coloración: Esta constituida por manchas rosáceas sobre un fondo amarillo (Fig. 14A). El cuarto artejo antenal y los tibiotarsos se encuentran también ligeramente pigmentados. apariencia juvenil con antenas y patas flexionadas. Cabeza claramente extendida en su sección transversal, portando

dos protuberancias interoculares bajas (Fig. 14A). Las macroседas cefálicas son gruesas y remarcablemente cortas. Estas macroседas lisas están situadas sobre las pequeñas protuberancias (Fig. 15A); un par de macroседas en cada una de las protuberancias interoculares, una macroседa única que se encuentra fuera de estas dos protuberancias; 2+2 macroседas del mismo tipo entre los parches oculares en la parte superior de las antenas. 3+3 macroседas de mayor longitud se encuentran situadas directamente sobre el tegumento, entre las dos antenas, las otras macroседas que se encuentran en la región clipeal, son de mayor longitud que las que se encuentran en la parte frontal y en el ápice (Fig. 15A).

El tegumento de la cabeza y del cuerpo se compone de una granulación tegumentaria, esta se encuentra mas acentuada en las protuberancias interoculares así como en la región clipeal. Esta granulación tegumentaria es gruesa y se encuentran separados claramente una de la otra (Fig. 15A). Los tres primeros artejos antenales, portan macroседas simples y cortas, del mismo tipo que las macroседas del clípeo; el tercer artejo antenal (Fig. 15B) es grueso y presenta pliegues en la cutícula que dan la apariencia de formar una subsegmentación; el órgano antenal III está constituido por dos estructuras sensoriales situadas sobre dos surcos separados y una sensila accesoria situada en el borde inferior interno. El cuarto artejo antenal (Fig. 15B) presenta una ligera subsegmentación en la parte media, siendo de estructura gruesa. En la mitad proximal hay dos sensilas finas y cortas, en la mitad distal se observan cuatro sensilas del mismo tipo y cinco sensilas más largas en la cara exterior.

Además presenta tres sensilas en la cara inferior interna. Todas las sedas son ligeramente capitadas.

El tórax II tiene a cada lado un lóbulo desarrollado con forma digitiforme (Fig. 15C y D). La quetotaxia del gran abdomen está compuesta por macrosedas cortas y dentadas, así como de sedas normales. El par de tricobotrias "A" son excepcionalmente cortas. El par de tricobotrias "B" está ausente, la tricobotria "C" es remarcablemente larga. No hay tricobotria "D". (Fig. 15C). Las vesículas del tubo ventral son tuberculadas.

El trocánter de las patas III, presentan una espina trocanteral redondeada en el ápice. El fémur del mismo par de patas es particularmente grueso, porta una espina y un órgano en forma de lóbulo en la cara externa del mismo (Fig. 16C). Los trocánteres de las patas I y II, no presentan alguna particularidad notable, al igual que el fémur de la pata II; el fémur de la pata I no fue analizada. Tibiotarsos gruesos. El tibiotarso III (Fig. 16A) presenta 2 de espinas anchas en su base y ligeramente curvas transversalmente alrededor de la uña en vista dorsal.

Las sedas pretarsales anteriores y posteriores están presentes y se encuentran bien desarrolladas. La uña presenta un diente interno, un diente lateral y una túnica. El empodio tiene un tubérculo empodial y un filamento aplanado que sobresale del ápice de la uña (Fig. 16D).

Los dentes no presentan seda anterior con la excepción de una seda proximal y una distal muy pequeñas; 16 sedas repartidas en las hileras postero-

internas, medias y postero-externas (Fig. 15F). El mucrón no presenta sedas, se compone de dos lamelas, la superior-interna es ligeramente dentada (Fig. 16F).

El abdomen VI de la hembra inmadura presenta en la válvula supraanal una seda crenulada por los bordes laterales. Los apéndices anales aun no desarrollados se encuentran representados por vagos tubérculos (Fig. 14B).

Distribución: Estepa africana (Bellinger *et al.*, 1996-2012) (Figura 17).

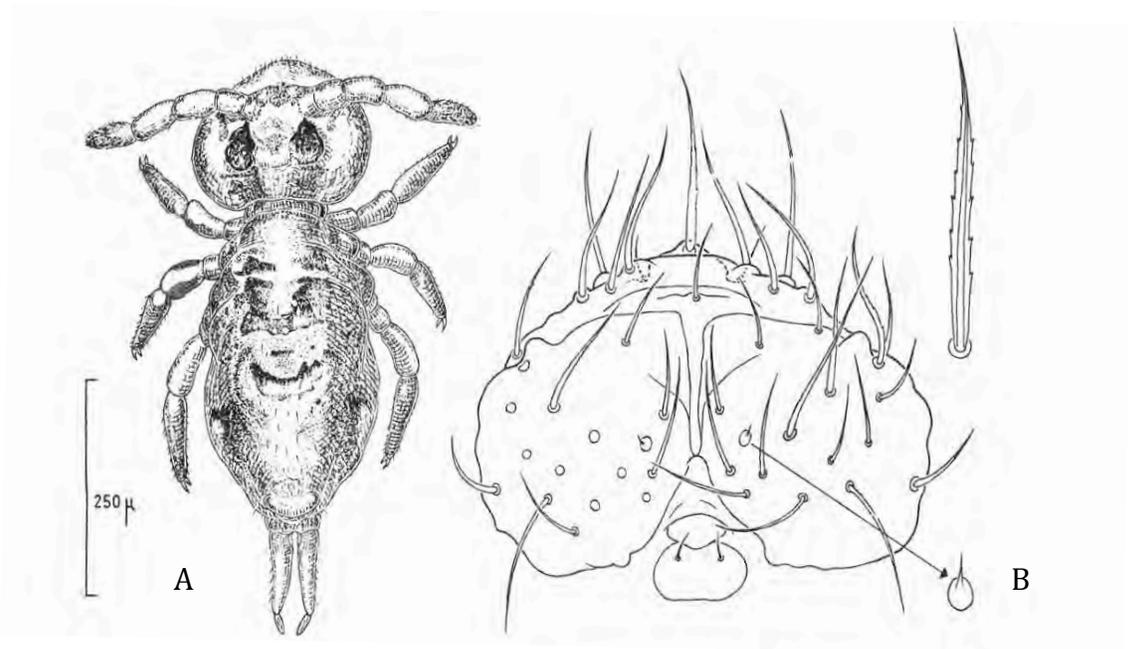


Figura 14. *Neosminthurus gisini* . A: Habitus; B: Abdomen VI

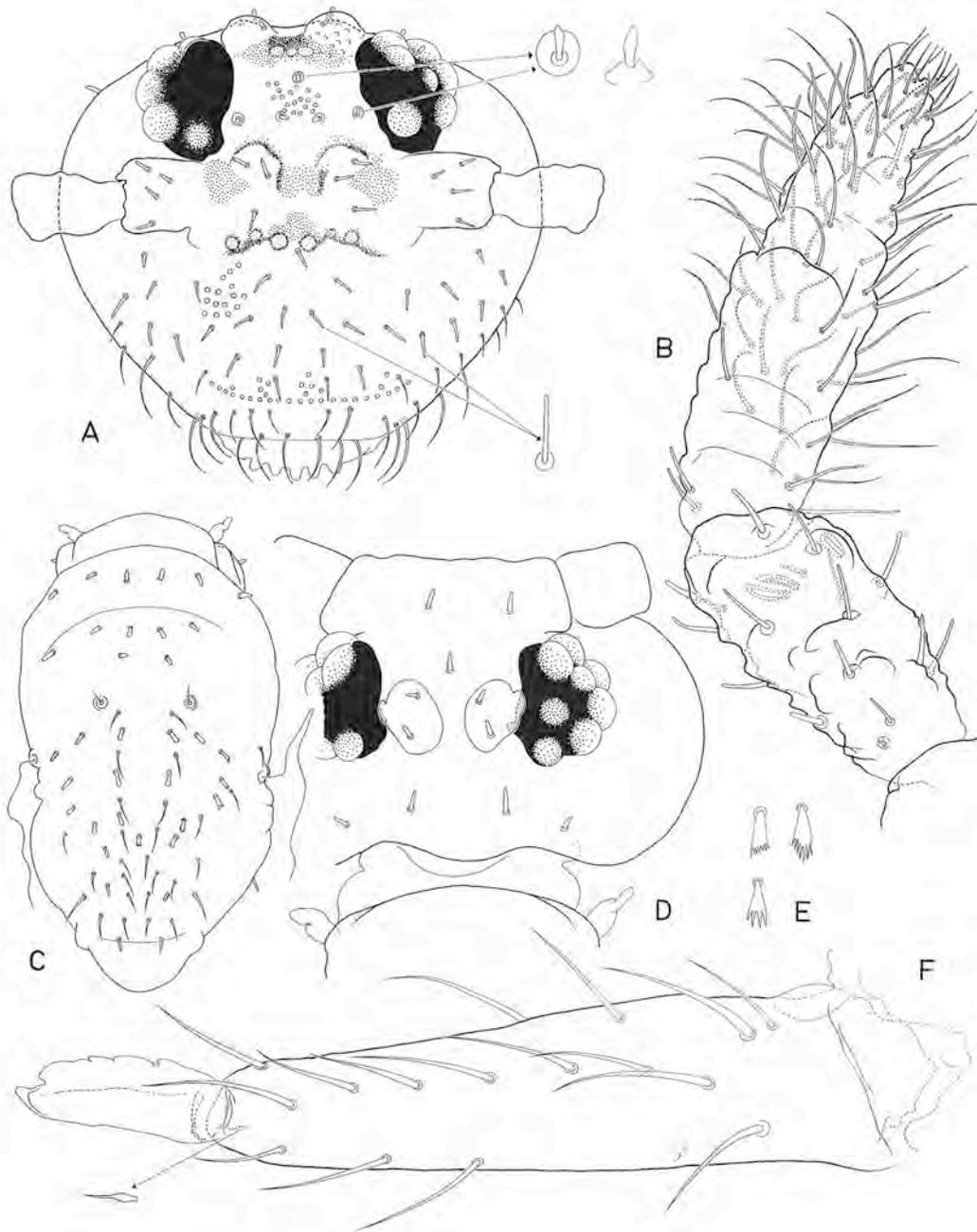


Figura 15. *Neosminthurus gisini*. A: Quetotaxia cefálica; artejos antenales III y IV; C: Quetotaxia dorsal del gran abdomen; D: Cabeza y tórax I y II; E: Tipos de macrosedas dorsales; F: Dente y mucrón.

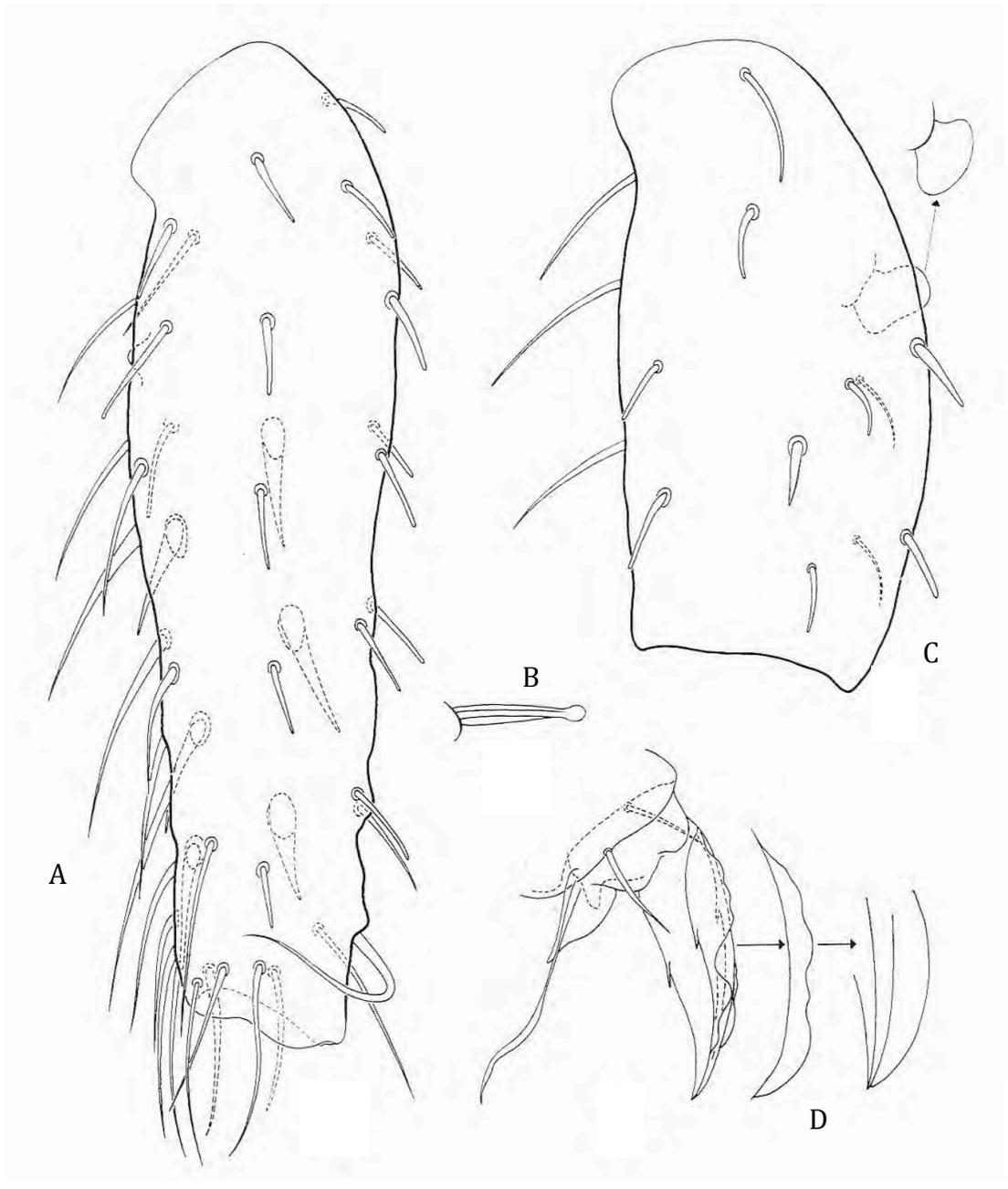


Figura 16. *Neosminthurus gisini*. A: Tibiotarso de la pata III; B: Espina trocanteral de la pata III; C: Fémur de la pata III; D: Unguis de la pata III.

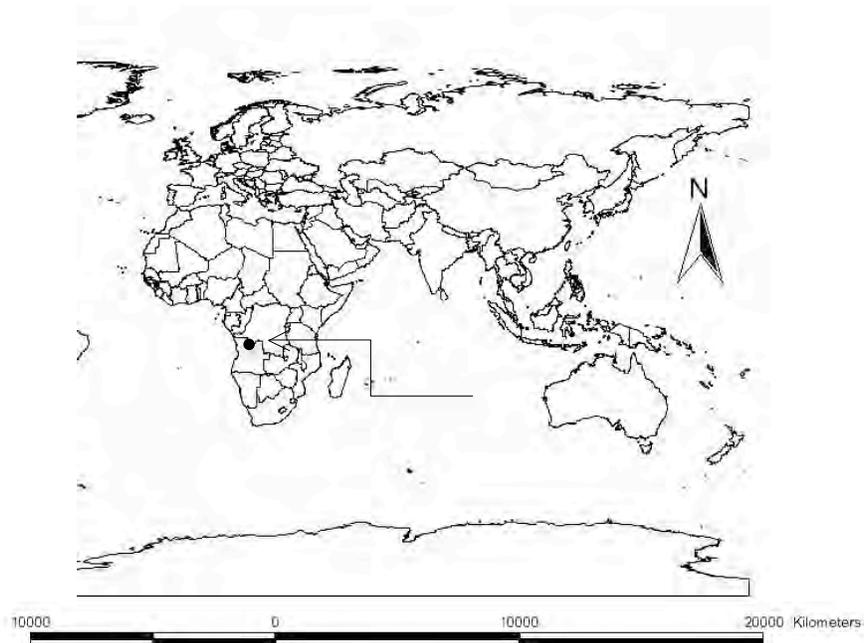


Figura 17. Mapa de distribución de *Neosminthurus gisini*.

***Neosminthurus mirabilis* (Yosii, 1965)**

Neosminthurus mirabilis Yosii, 1965:19

Holotipo: Hembra

Paratipos: 3 hembras

Localidad tipo: Daimonji Kyoto, Japón

Diagnosis. Coloración: fuertemente moteado con pigmentos azulados; antenas, patas y fúrcula, difusamente con pigmentos negro-azulados. Segmento anogenital pálido. Relación antena/cabeza 8/7. Radio antenal 10:17:25:30. Antenito II y III con la superficie subsegmentada y con algunas sedas romas y setáceas (Fig. 18A). Órgano del antenito. III en dos depresiones tegumentarias.

Antenito IV fuertemente corrugado en su mitad distal y con de muchas sedas largas dorsales y ventrales. Se observa una subsegmentación irregular. Ojos 8+8 negros. Un par de tubérculos interorbitales fuertemente desarrollados con 2+2 sedas. Las sedas verticales de la cabeza son espatuladas o cilíndricas, romas y con algunas serraciones marginales y se encuentran alineadas de manera simétrica como se muestra en la Fig. 18B. La porción baja de la cabeza, posee las sedas usuales, también de manera simétrica. Labro (Fig. 18C) con sedas prelabrales 3+3, todas subiguales. Sedas labrales de diferente longitud, acomodadas 5, 5, 4. Las tres medias de la primera línea y la seda media de la segunda son más pequeñas que las demás. Tres incisiones profundas de salientes quitinosas separan la línea distal de estas sedas. El margen distal con 2+2 lóbulos oscuros redondeados. En la parte de tórax II, se encuentran un par de procesos vesiculares digitiformes (Fig. 18D). Patas cortas, unguis tunicado dorsalmente, con un diente interno (a veces ausente en patas III) y con un par de pseudoniquias aserradas (Fig. 19F). Unguiculus fusiforme, agudo apicalmente y sin diente. Un filamento axial adherido que sobrepasa por mucho el ápice, amplio distalmente en las patas posteriores y con sedas simples sobre las otras patas.

“Tenent hairs” ausentes, una seda dorsal presente en cada pata contorsionada en dirección horizontal, rodeando la parte lateral del tibiotarso (Fig. 19F). Sedas a lo largo de la parte ventral son más gruesas y fuertes que las otras en todas las patas. Tenáculo tridentado, corpus terminando en cuatro pequeñas sedas. Fúrcula radio 25: 40: 15. Manubrio glabro ventralmente y con

6-7 pares de sedas de manera dorsal. Dentes ligeramente convergentes y con una fórmula dental como sigue, dorsal: I, 1, 1, 1, 1, 1, I= 7, externo: 1, 1, 1, ...1= 4, interno: 1,...1, 1, 2 = 5, ventral: 0 (Fig. 19G). Todas estas sedas son simples y setáceas.

Mucrón con forma de bote, ventralmente, con una pseudoniquia basal mucronal (Fig. 19G). Subapicalmente se presenta una muesca pronunciada sobre el lado interno, el margen interno se encuentra fuertemente aserrado con 9 a 10 dentaciones, mientras que el externo está casi completo con excepción de una incisión en la mitad proximal.

En las hembras el abdomen VI se encuentra ampliamente adherido al gran segmento abdominal, no observándose una constricción entre ambos segmentos. El segmento genital no posee sedas grandes (Fig. 19J). La vista dorsal del segmento anal con 3 +1 +3 sedas anales largas, cada una con una elevación integumentaria. a_0 con un par de pequeñas sedas basales y otro par de sedas grandes entre a_1 y a_2 . En vista dorsal poseen 4 sedas anales de cada lado. Todas estas sedas anales son romas y lisas. El apéndice anal es muy largo, ligeramente curvo, romo y trucado en el ápice en donde está delicadamente ciliado (Fig. 19L). El integumento de todo el cuerpo se encuentra fuertemente granulado, con la excepción del segmento anogenital. Las sedas de la parte dorsal del gran abdomen están modificadas en sedas foliáceas, con forma de abanico (Fig. 19K). Tales sedas del dorso son numerosas hasta un poco antes del segmento genital. Algunas sedas cortas y lisas están mezcladas con las sedas foliáceas. La especie muestra evidencias claras y evidentes de

que debe ser separada de la existentes, debido a las sedas peculiares del cuerpo y a la forma del apéndice anal el cual en esta especie es truncado en el ápice (Fig. 19G), mientras que en las otras especies es puntiagudo.

Distribucion: China y Japón (Bellinger *et al.*, 1996-2012) (Figura 20).

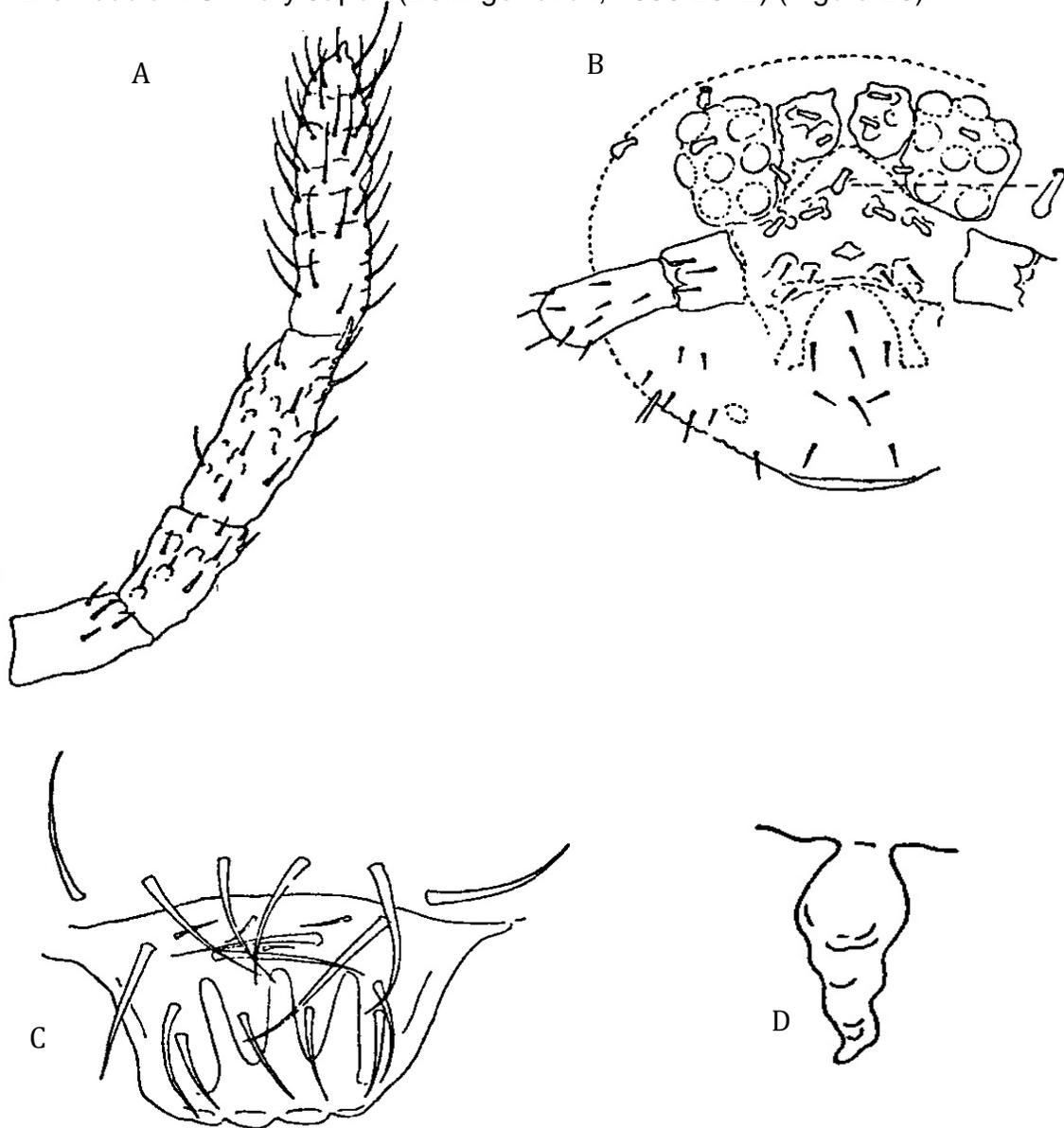


Figura 18. *Neosminthurus mirabilis* A: Antena; B: Cabeza; C: labro y D: Vesícula digitiforme del tórax II.

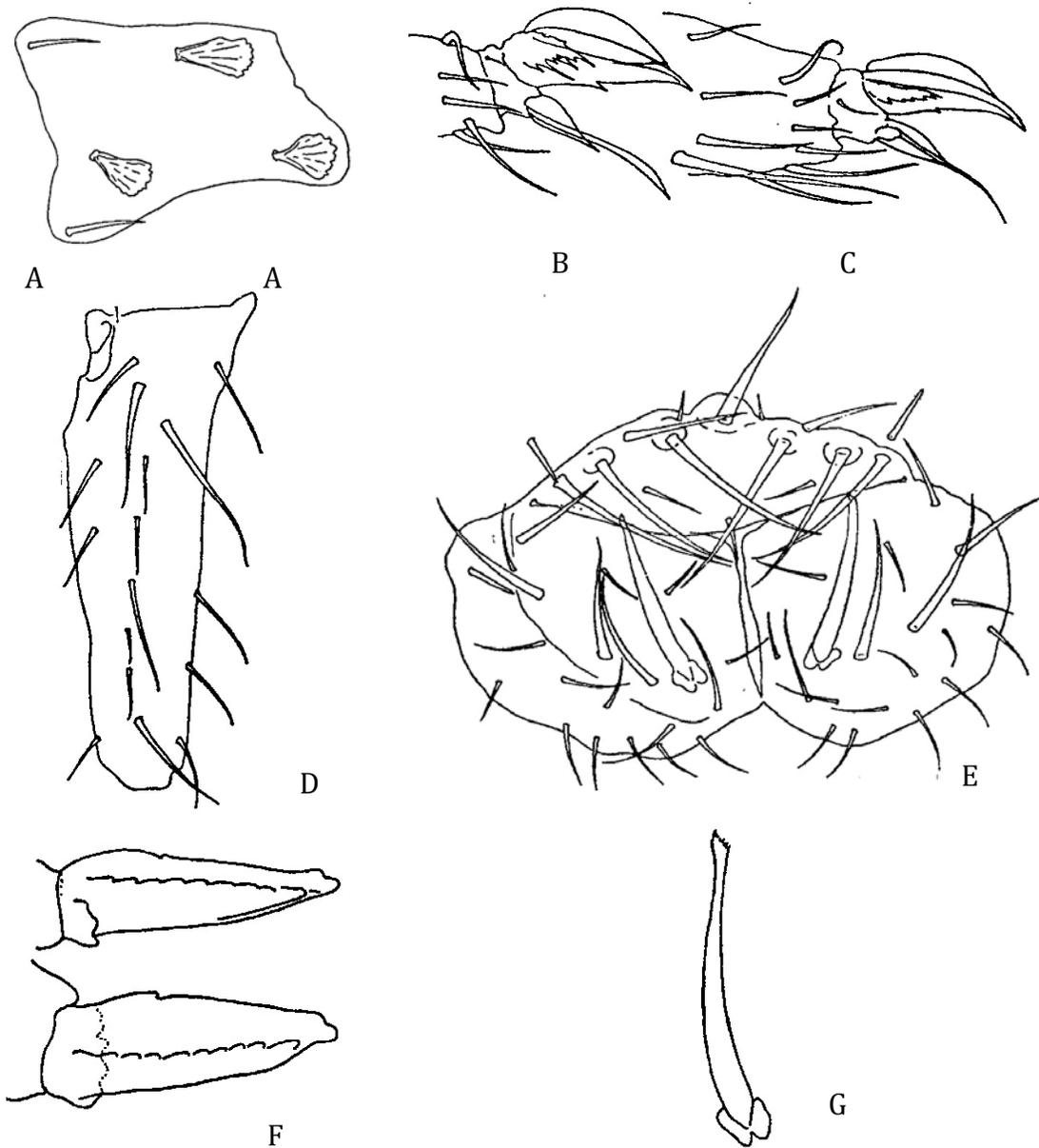


Figura 19. *Neosminthurus mirabilis* A: Sedas de dorsales del abdomen;
 B: Unguis de la pata I; C: Ápice del tibiotarso III; D: Dente en vista dorsal; E:
 Abdomen VI de la hembra, F: Mucrón en vista lateral y G: Apéndice anal de la
 hembra.

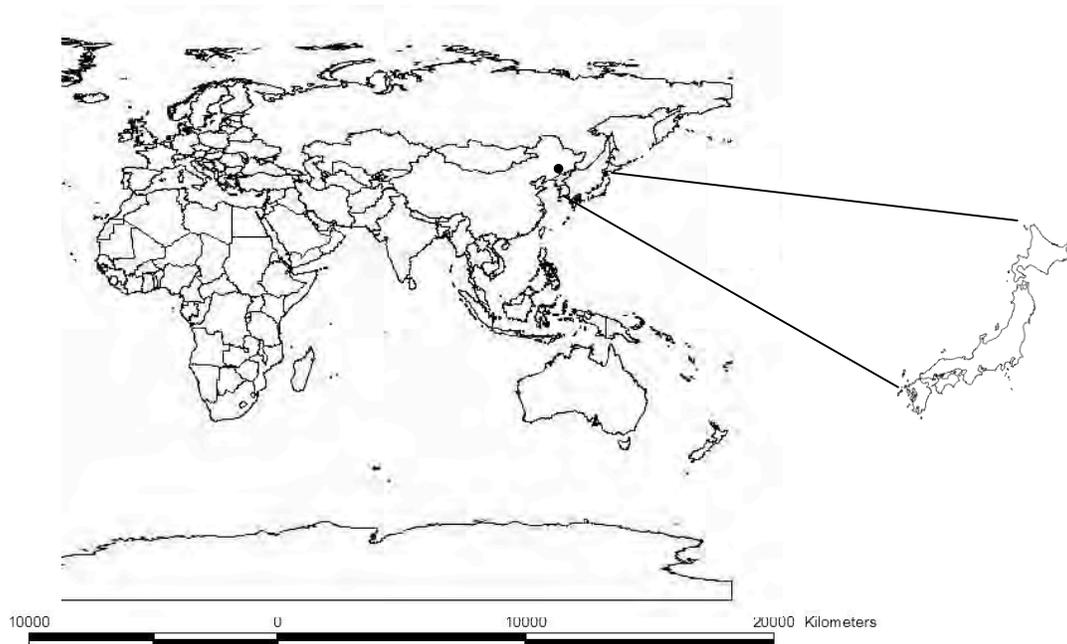


Figura 20. Mapa de distribución de *Neosminthurus mirabilis*

***Neosminthurus richardsi* Snider, 1978**

Holotipo: Hembra.

Fecha colecta: 27 de julio 1952

Biotopo: suelo

Paratipos: 4 ejemplares en preparaciones semipermanentes (sexo desconocido)

Localidad tipo: Condado de Lithfield, Connecticut

Material tipo depositado en: Museo de Historia Natural en Illinois, EU., un paratipo en el Museo de Entomología de la Universidad del Estado de Michigan, E.U. ; un paratipo en el Museo de Zoología Comparada de la Universidad de Harvard.

Diagnosis. Coloración: cabeza y cuerpo azules a azul oscuro; pigmento en regiones separadas por manchas pálidas. Antenas azules, más oscuras en la parte distal de cada artejo. Las patas y fúrcula con pigmento azul en manchas irregulares. Longitud máxima 1.2 mm

Ojos: ocelo C más pequeño en diámetro que el H. Antenito IV sin bulbo apical; 1.25–1.35 veces más largo que Antenito III. Antenito III con surcos sensoriales en depresiones profundas; sedas cortas y gruesas (Fig. 21)

Segmentación torácica evidente. Trocánter II con órganos ovales; espina posterior y 5 sedas anteriores. Fémur II y III con un proceso digitiforme y 5 sedas cortas. Fémur con 2 espinas posteriores (Fig. 21). Tibiotarso III con cuatro sedas cortas sobre la superficie posterior, en el borde exterior con 5 sedas; no presenta “tenent hairs” pero sí una seda distal en el tibiotarso curvada de manera lateral (Fig. 21).

Pretarso con una seda anterior y una posterior. Unguis lanceolado y curvado, con un diente interno a mitad de la distancia desde la base; túnica presente, con aserraciones laterales. Unguiculus lamelado, sin diente; parte apical más larga que el unguiculus. Sacos del tubo ventral tuberculados. Ramos del tenáculo tridentado; cuerpo con 4 sedas anteriores (Fig. 21).

Dente sin sedas ventrales, con 4 sedas laterales internas. Mucrón con lamela interna con serraciones suaves, lamela externa lisa o con dentación (Fig. 21).

Apéndice anal de la hembra curvo, con cilios laterales y ápice romo. Sedas interoculares lisas, cortas y romas, arregladas en dos hileras de 5.

Cuerpo con sedas cortas, palmadas o aserradas intercaladas con sedas cortas curvas (Fig. 21). Esta especie es muy similar a *N. clavatus* pero difieren en la forma de las sedas del cuerpo así como también en las características de las uñas y patas.

Distribución: Estados Unidos y Canadá (Bellinger *et al.*, 1996-2012) (Figura 22).

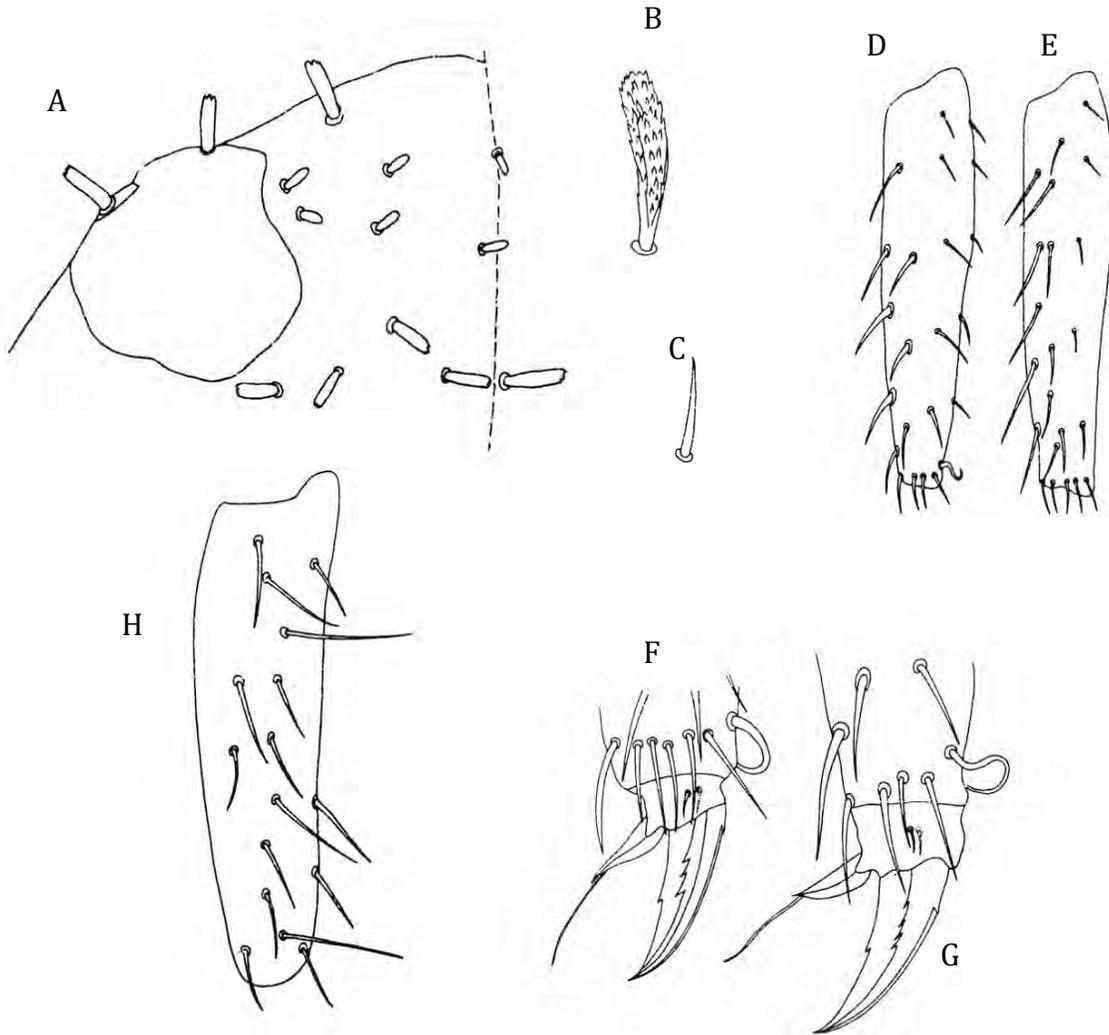


Figura 21. *Neosminthurus richardsi*. A: Sedas interoculares; B y C: Sedas del cuerpo; D: Tibiotarso III; E: Tibiotarso I; F: Unguis pata I; G: Unguis pata III; H: Dente vista dorsal.

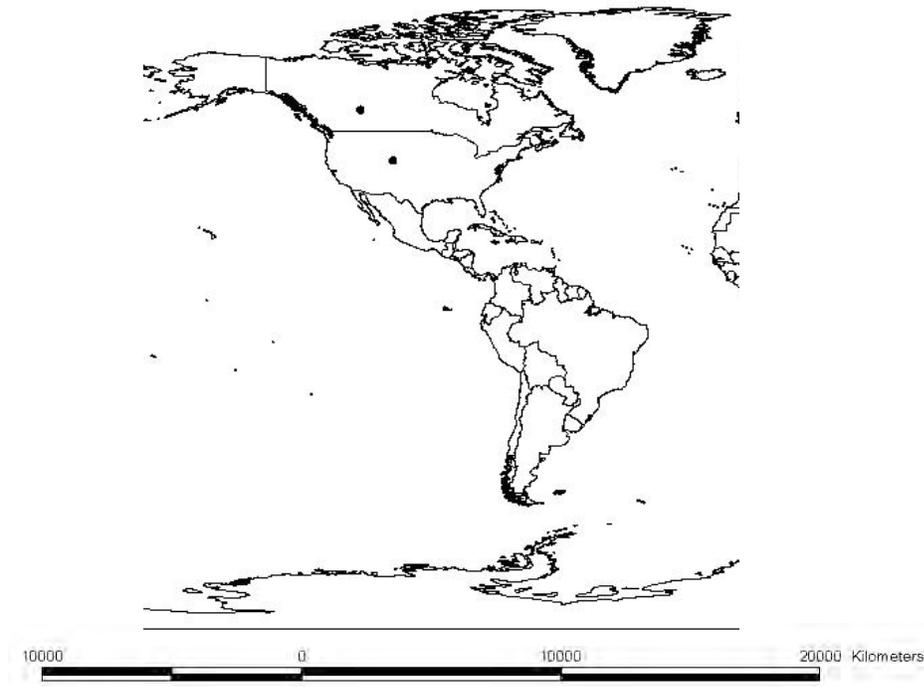


Figura 22. Mapa de distribución de *Neosminthurus richardsi*

***Neosminthurus schalleri* (Delamare y Massoud, 1965)**

Neosminthurus schalleri Delamare y Massoud, 1965:69

Holotipo: Macho

Paratipos: 3 machos

Localidad tipo: Bergwald, Angola.

Diagnosis. Coloración: violeta muy oscuro sin patrón de pigmentación precisa, pero con zonas más claras tomando un color amarillo violáceo.

Manchas oculares muy pigmentadas de negro. Quetotaxia cefálica con sedas redondeadas o bifurcadas, raramente trifurcadas en la zona interocular y más afinadas en el resto de la cabeza. Estas sedas se encuentra sobre

protuberancias desarrolladas particularmente en las dos zonas oculares (Fig. 23C)

La granulación tegumentaria de la cabeza y los últimos segmentos abdominales está muy desarrollada (Fig. 23B y C). Antenas ligeramente más largas que la diagonal cefálica (Fig. 23A y F). El antenito I presenta 4 sedas de punta roma (Fig. 23A). El antenito II con 13 sedas de punta redondeada en la cara ventral (Fig. 23A). El antenito III con numerosas sedas de punta redondeada en la parte ventral. Este artejo está ligeramente subdividido por la vista dorsal (Fig. 23A). Órgano antenal del antenito III está formado por dos sensilas cortas inmersas en un surco cuticular (Fig. 23A y D).

Antena 9 : 13 : 17,5 : 26. Cuarto artejo antenal formado por dos partes separadas por una depresión horizontal claramente visible, la parte proximal está subdividida en la superficie dorsal parecido a la subdivisión del artejo III; la parte distal, sin subdivisión y con muchas sedas de punta redondeada (Fig. 23F). La organización de las sensilas en este artejo es muy compleja y se establece de la siguiente manera: En los dos últimos subsegmentos en la parte proximal: 2+2 sensilas; en la parte distal: 2+2+4+4 sensilas en el lado externo y 1+1 en el lado interno; la dos ultimas sensilas son más gruesas que las otras. Las sedas del extremo del artejo se truncan en su extremo, no se puede decir si se trata de sensilas o simples sedas (Fig. 23F). Lóbulos en tórax II digitiformes presentes y relativamente bien desarrollados.

Unguis idénticos en los tres pares de patas con un diente interno y cinco a seis dientes laterales, con pseudoniquia en una túnica poco desarrollada (Fig. 24E y F).

El filamento empodial excede el unguis en los tres pares de patas (Fig. 24E, F). En la pata I, el trocánter presenta cuatro sedas incluyendo una interna muy larga; el fémur tiene dos espinas, una de ellas muy desarrollada (Fig. 24A) y el tibiotarso con una espina bien desarrollada (Fig. 24D). La pata II con trocánter y fémur sin particularidades (Fig. 24B) tibiotarsos sin espinas. La pata posterior con trocánter con una espina de punta redondeada, fémur con un órgano en forma de vesícula oval (Fig. 24C). Tibiotarso con 5 espinas muy desarrolladas colocadas en rangos de 2 y de 3 (Fig. 24A). Los tres tibiotarsos tienen sobre toda la longitud de su cara anterior pequeñas sedas de punta redondeada. Además cada tibiotarso en su parte distal tienen una seda, teniendo su base en la cara interna, sin pasar por el tibiotarso su superficie anterior y terminando en la cara exterior; estas sedas semicirculares son idénticas en los tres pares de patas. Tubo ventral con vesículas tuberculadas. Quetotaxia dental (Fig. 25D): establecida de la forma siguiente sedas anteriores: 0; postero-internas: 1+3; postero-medias: 8; postero-externas: 3+1. El abdomen VI (Fig. 25B) presenta 5 sedas largas en su cara distal.

Esta especie es evidentemente muy similar *N. gisini* (Figs. 14 y 15), la cual se diferencia por la estructura de las macrosedas y la distribución de las mismas en su región frontal.

Distribución: Brasil y Perú (Bellinger *et al.*, 1996-2012) (Figura 26)

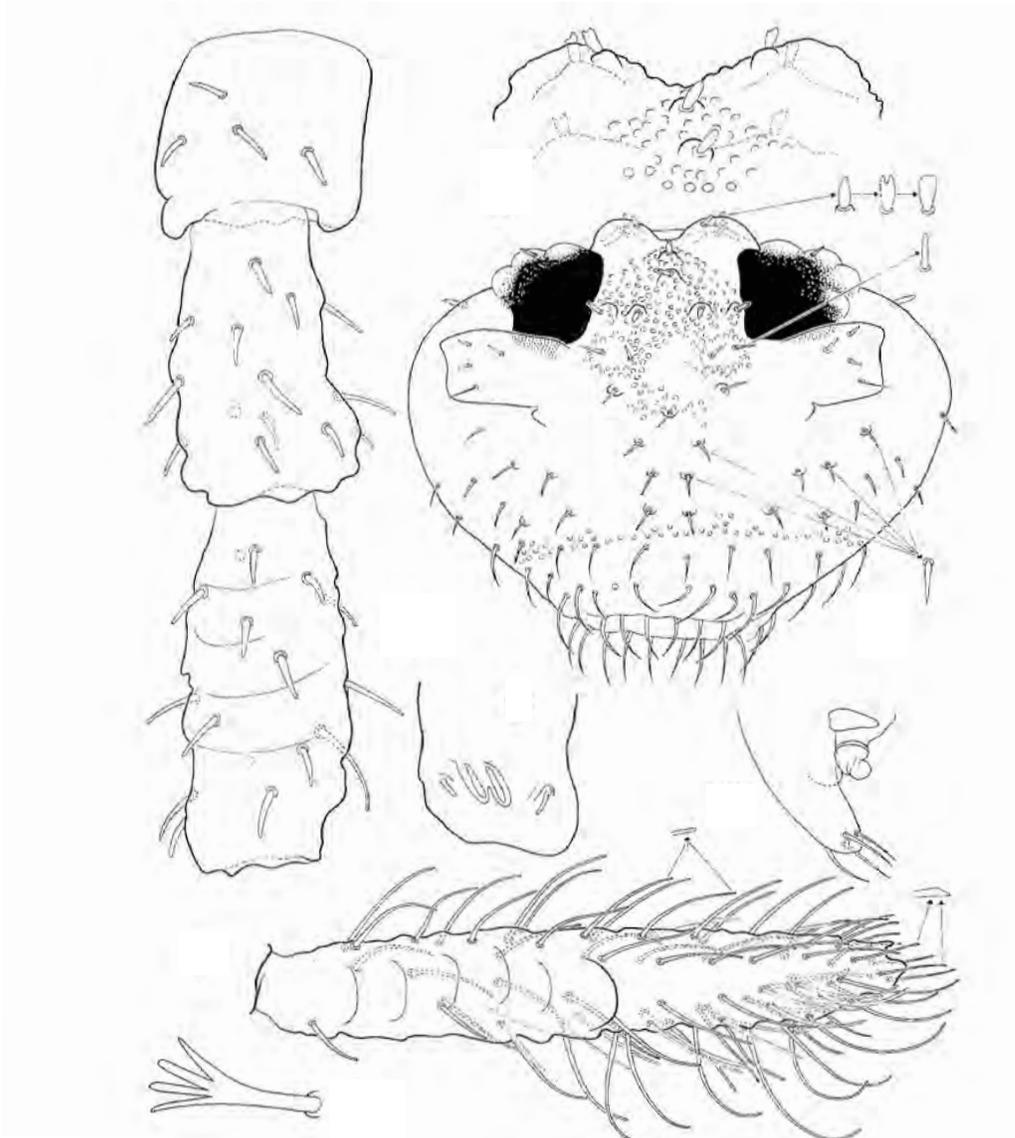


Figura 23. *Neosminthurus schalleri*. A: Antenito I, II y III; B: Protuberancias cefálicas; C: Quetotaxia cefálica; D: Órgano antenal en antenito III; E: Retináculo; F: Cuarto artejo antenal; G: Macrosetas dorsales.

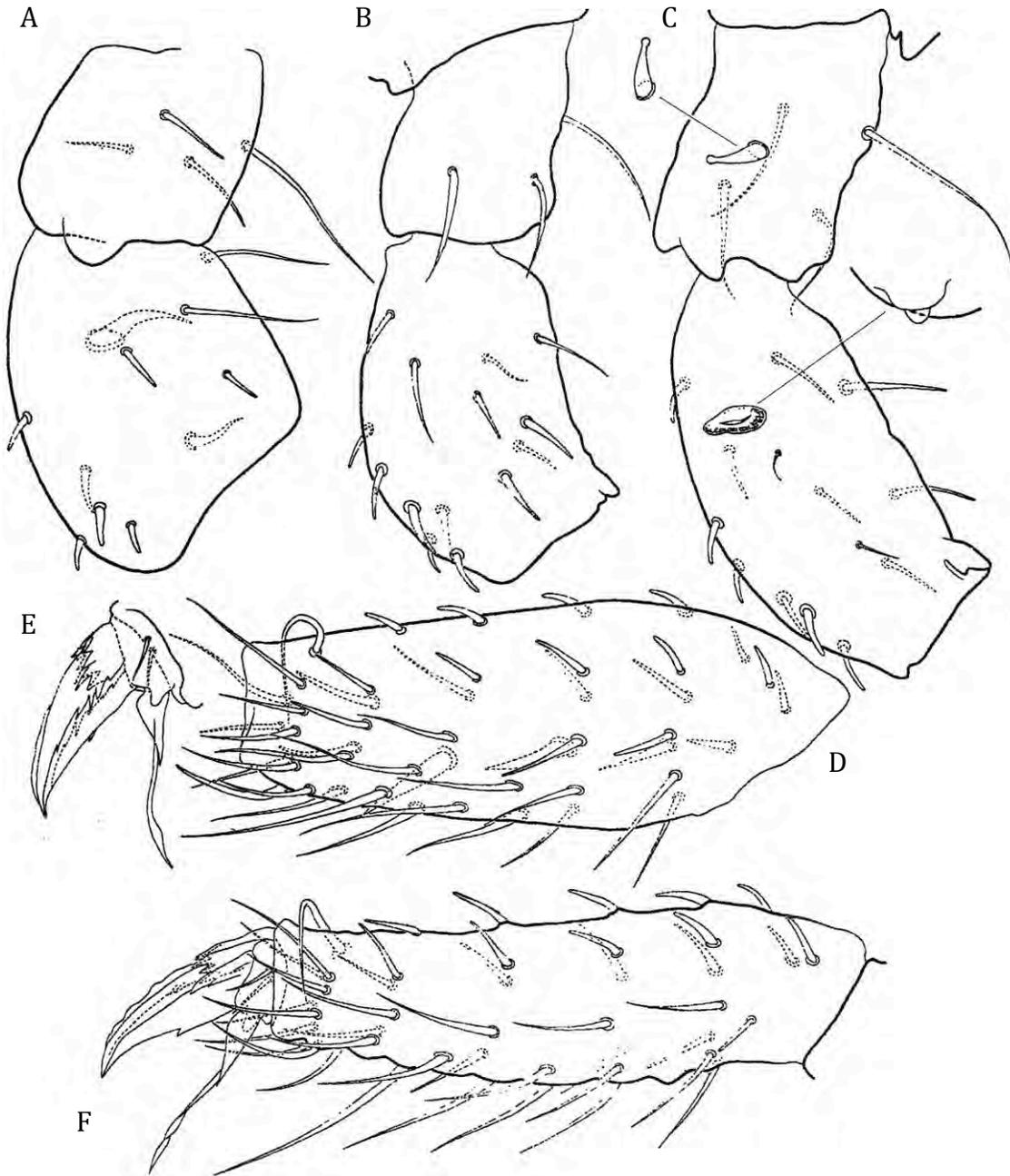


Figura 24. *Neosminthurus schalleri*. A: Trocánter y fémur de la pata I; B: Trocánter y fémur de la pata II; C: Trocánter y fémur de la pata III; D: Tibiotarso de la pata I; E: Unguis de la pata I; F: Unguis de la pata II.

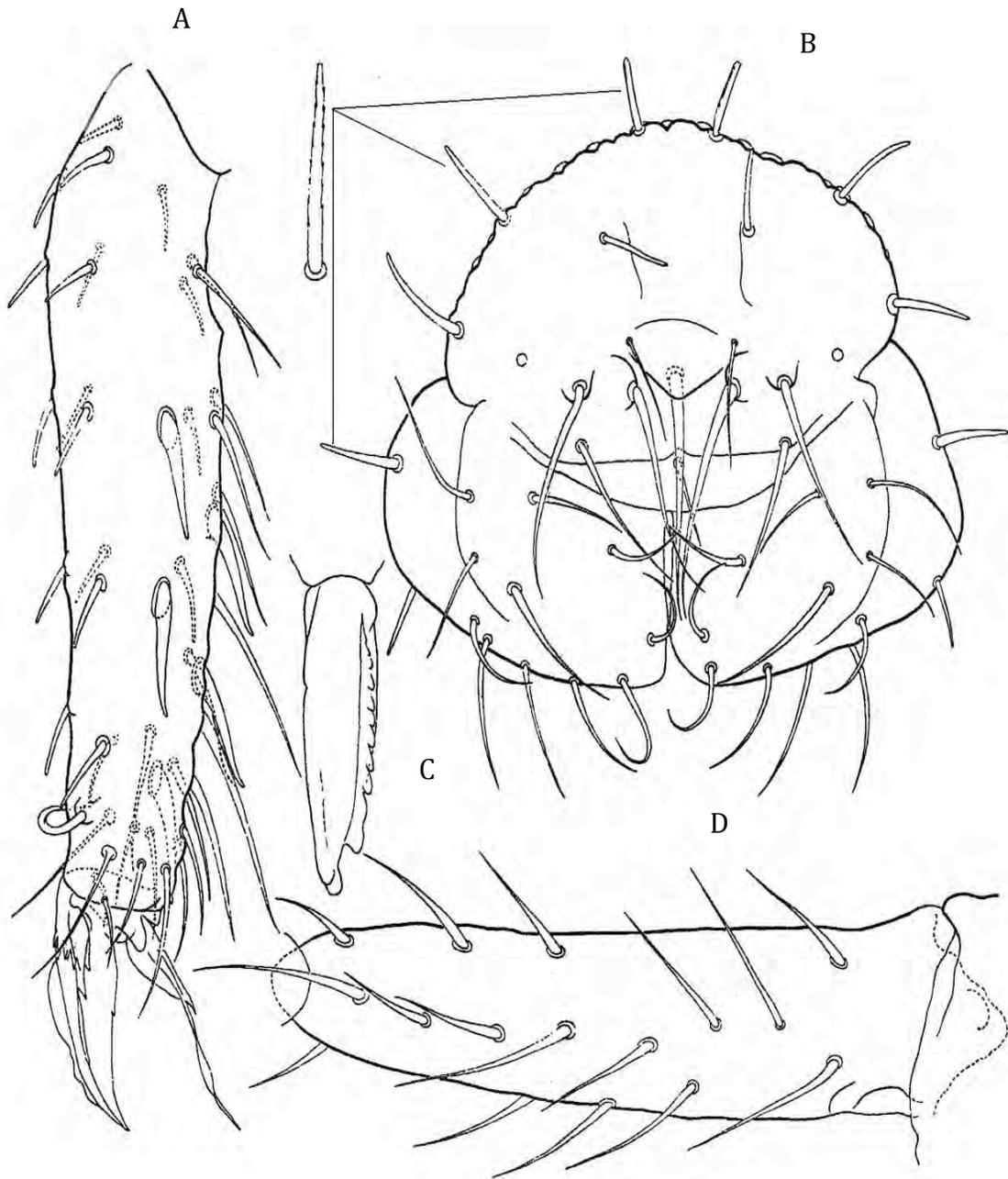


Figura 25. *Neosminthurus schalleri*. A: Tibiotarso y unguis de la pata III; B: Abdomen VI del macho; C: Mucrón; D: Dente.

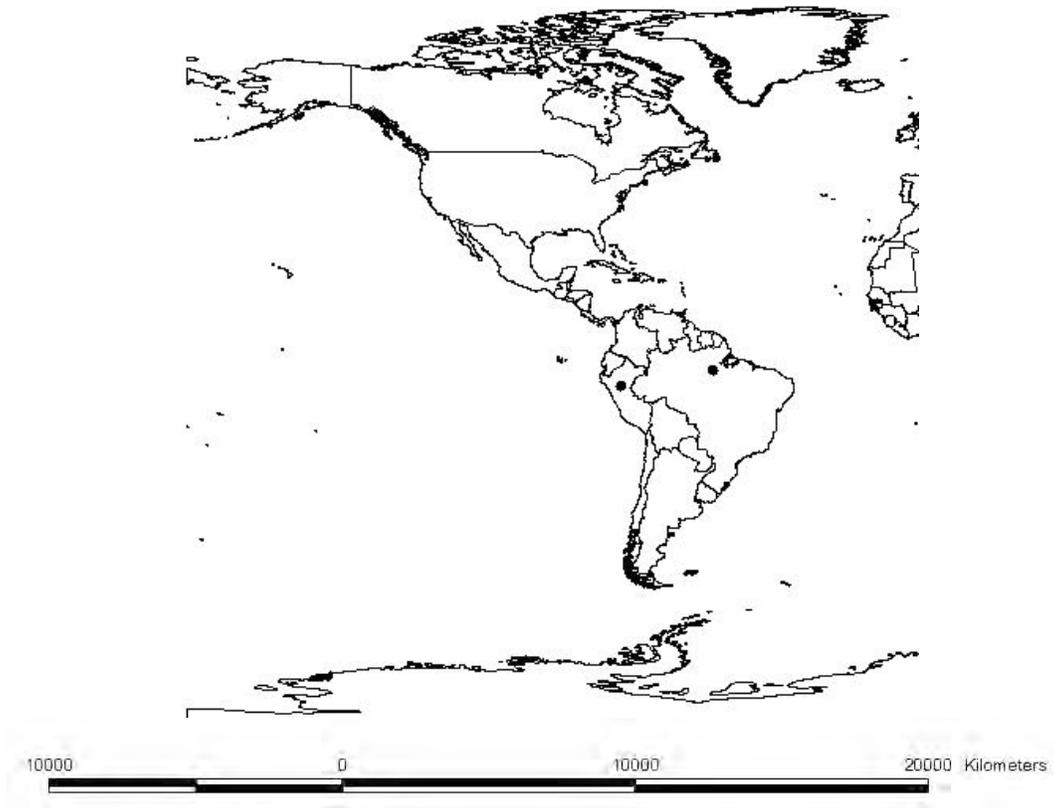


Figura 26. Mapa de distribución de *Neosminthurus schalleri*

6.1.2 Descripción de Especies Nuevas

En este trabajo se incluyen las descripciones de 3 especies nuevas para el género, en colaboración con el Dr. Jean Marie Betsch del Museo Nacional de Historia Natural de París.

***Neosminthurus pueblaensis* n. sp.**

Holotipo: ♀

Alotipo: ♂

Paratipos: 11 especímenes (6 ♂, 2 ♀ y 3 juveniles.).

Localidad tipo: México, Puebla. Municipio de Huitemalco (Rancho "El Milagro", 19° 52'24.5 N, 97° 18' 44 W, Elevación 1475). Biotopo hojarasca.

Material tipo depositado en la Colección de Colémbolos del Laboratorio de Ecología y Sistemática de Microartrópodos, Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.

Diagnosis. Coloracion: Púrpura oscuro. Pequeño abdomen ligeramente más claro en el área entre las sedas circumanales. Cabeza púrpura con las protuberancia frontales más claras. Parche ocular negro. Antena púrpura en el cuarto artejo y en la parte distal de los artejos II y III; patas ligeramente pigmentadas en púrpura y fúrcula violeta. Gran abdomen (Fig. 27A) ligeramente elongado, el segmento torácico y abdominal I son ligeramente alargados, dando

un aspecto anillado. Sobre el lado dorsal, la cutícula se encuentra cubierta con una ligera granulación secundaria.

El gran abdomen (Fig. 27A) posee la Tricobotria "D" y en el 1st estadio, dirigida hacia la parte posterior, pero desaparece en el segundo estadio, apareciendo la tricobotria "B"; los estadios de preadulto y adulto retienen este patrón.

El gran abdomen se encuentra cubierto únicamente de macrosetas largas y aplanadas (longitud x ancho x grosor= 35 x 14 x 10 μm) y macrosetas en tórax III (3 pares dorsales) y en el segmento abdominal I (3 pares dorsales en una hilera media sobre la fila posterior), en los segmentos abdominales II a IV, se presentan macrosetas del mismo tipo que en el tórax y setas curvadas lisas. Tórax II sin macrosetas, pero con un par de vesículas digitiformes. Un par de setas neosminthuroides de 44 μm , cubiertas por espículas pequeñas y escaladas, dichas setas se encuentran insertadas en el tegumento de manera longitudinal a lo largo de su inserción (40% de la longitud de la seta).

La cabeza posee 2 vesículas interoculares en el área frontal (Fig. 27B). Presentan una granulación secundaria gruesa dorsalmente en dos a tres partes de la cabeza 4 matrices de 4 gránulos primarios. En todos los estadios, las setas entre los ojos y las que se encuentran en el área dorsal son de 15 a 20 μm de longitud, cilíndricas y apicalmente dentadas; las que pertenecen a la fila A, B (ligeramente pequeñas), C, D, E; la seta A1 está presente en algunos ejemplares (Fig. 27B), en el holotipo ♀, pero no en el espécimen observado con el microscopio electrónico de barrido (en lugar de la seta A1 se observa

granulación secundaria gruesa y los gránulos primarios no presentan aparente interconexión). Los artejos antenales y el área clipeal se encuentran cubiertas por sedas curvas con el ápice liso (A1 posee la misma forma), con excepción de la primera fila (A) que presenta sedas largas, curvadas y puntiagudas. 6 sedas prelabrales. La Antena (Fig. 27C). Las antenas son relativamente cortas Antento/diagonal cefálica 3.8. radios antenales similares en ambos sexos, Ant. I: II: III: IV= 1:1.5:1.75:2.6. La forma de la antenna es muy irregular. Todas las sedas son gruesas, con el ápice puntiagudo sobre el Ant. I, II y III. La estructura de la quetotaxia del antenito IV es difícil de entender. El antenito IV se encuentra subsegmentado y completamente cubierto con sedas, sólo en la mitad distal en donde la quetotaxia puede ser diferenciada de manera circular; en la zona basal, la quetotaxia es escasa sobre el lado externo. La sedas son todas puntiagudas.

Con respecto a las patas (Fig. 28A, B, C y D) el trocánter posee una espina posterior capitada. El fémur tiene una protuberancia sobre el lado anterior; casi todas las sedas son cortas, curvas y romas; sobre la pata I (Fig. 28A), se encuentra una espina anterior de manera transversal sobre su alveolo. Los tibiotarsos poseen sedas externas son cortas, curvadas y romas excepto en la parte distal en donde son gruesas, la seda ie es curva y desplazada hacia la parte posterior; las sedas internas son largas, puntiagudas y algunas de ellas gruesas, 3 sobre la pata I (Fig. 28A), 3 sobre la pata II (Fig. 28B) y 5 sobre la pata III (Fig. 28C); las sedas internas son muy cortas y se encuentran insertas sobre la protuberancia. El unguis presenta una túnica y pseudoniquia denticulada de manera gruesa sobre la pata I y la pata II, pero débil sobre la pata

III (Fig. 28C) y un diente en la cresta interna. En todas las patas, el apéndice empodial sin diente basal sobre la lamella interna, con un diente diminuto sobre la lamella externa. Un filamento empodial largo, apicalmente lanceolado, sobrepasando el ápice de la uña. El tubo ventral con sacos verrugosos y en cada sección presenta un par de sedas primarias. El cuerpo del retináculo posee 2 sedas y un tubérculo basal.

La fúrcula (Fig. 28E). posee una quetotaxia anterior del dente reducida a 2 sedas cortas, una basal y una distal. Las sedas internas son largas y ligeramente engrosadas en la base, las sedas distales externas se encuentran fuertemente engrosadas. El mucrón con una longitud de 60 μ m en el holotipo, la lamella externa es lisa, mientras que la lamella interna festonada, con una muesca subdistal. No presenta seda mucronal.

En el pequeño abdomen de la hembra (Fig. 28F) se encuentran las sedas circumanales, ms1 larga y puntiaguda, mps1, mps2, mps3 son largas, gruesas y puntiagudas, sedas mpi1, mpi2, mi3 y mi4 largas y puntiagudas. La seda ms3 y mi2 son relativamente cortas y sensoriales, as2, as3, as4, ai1 y ai2 son relativamente largas y romas; el apéndice anal largo (60 μ m en el holotipo), curvo y ciliado; mucrón=60 μ m. La quetotaxia del pequeño abdomen del macho (Fig. 28G) con ms1, mps1, mps2 largo y grueso como en la hembra; mi5 es muy pequeña y roma. Placa genital del macho con 20 sedas.

Etimología. El epíteto específico está dedicado al estado en donde fué colectado el organismo.

Distribución: México: en los estados de Hidalgo Puebla y Veracruz (Fig. 29).

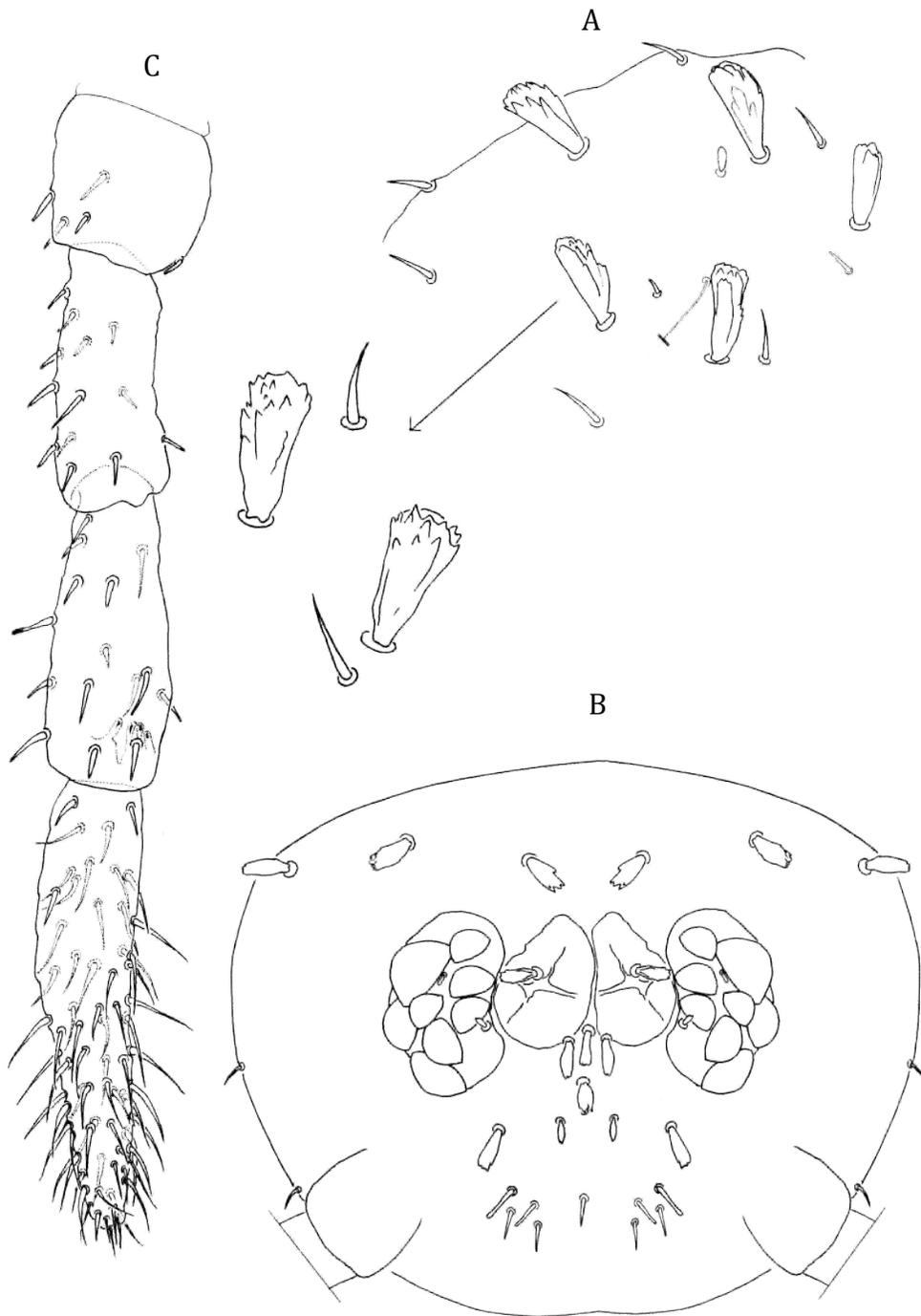


Figura 27. *Neosminthurus pueblaensis*. A:Tipos de sedas dorsales;

B: Quetotaxia cefálica y C: Artejos antenales (I-IV).

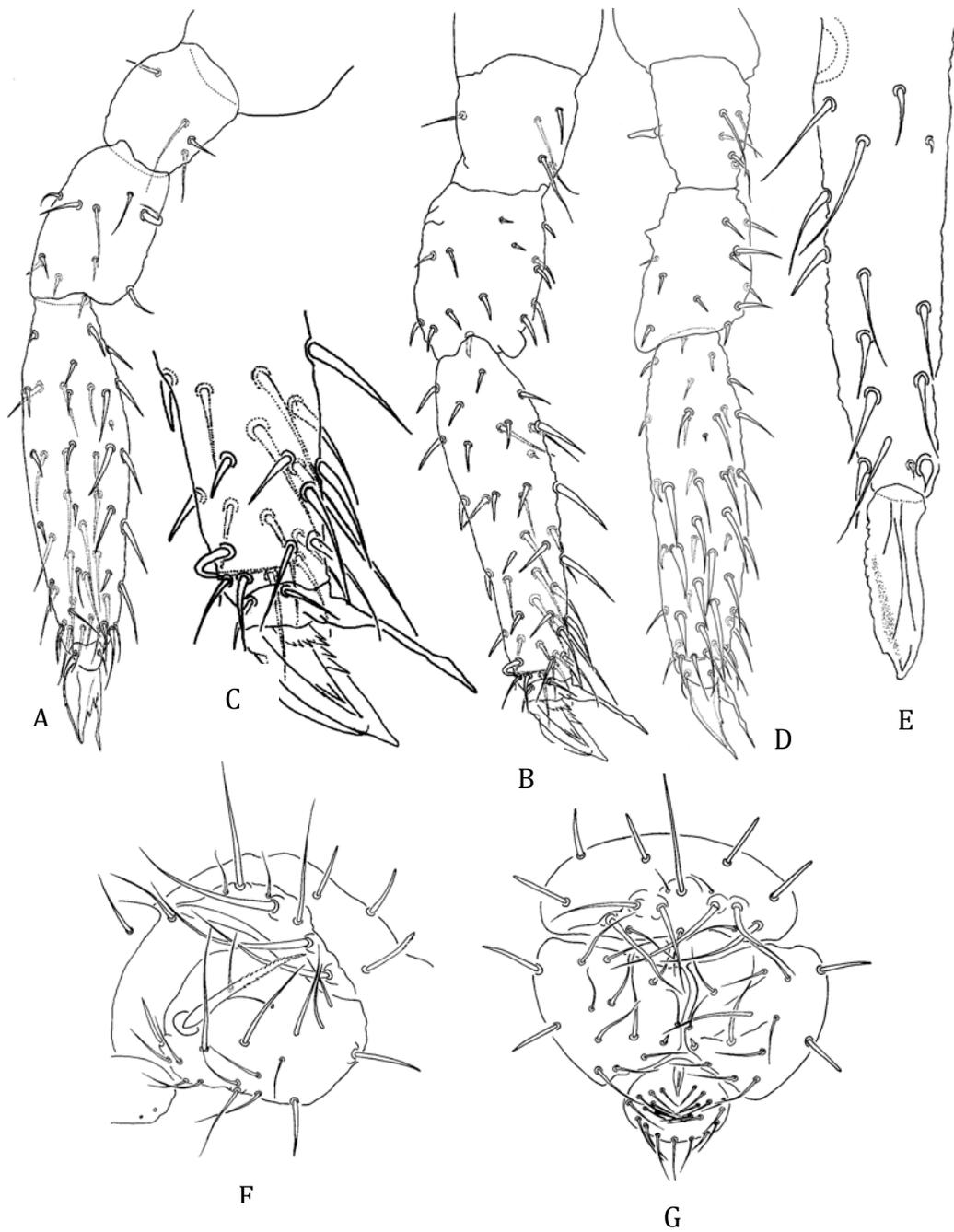


Figura 28. *Neosminthurus pueblaensis*. A: Pata I; B: Pata II; C: Parte distal del unguis de la pata II; D: Pata III; E: Fúrcula; F: Abdomen VI de la hembra y G: Abdomen VI del macho (escala: 1-100 μ m).

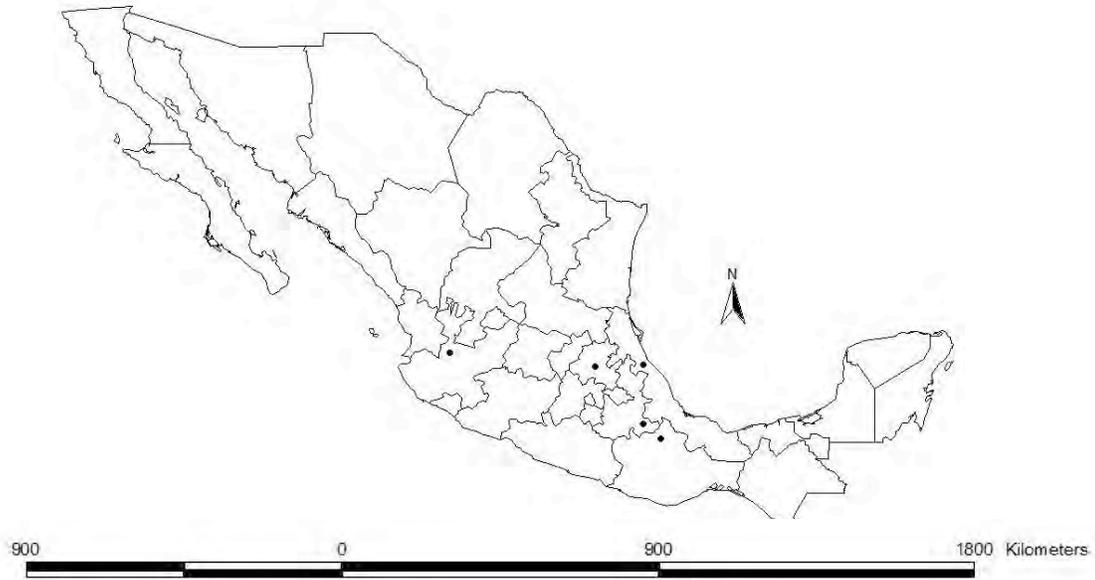


Figura 29. Mapa de distribución de *Neosminthurus pueblaensis*

Neosminthurus queretanus n. sp.

Holotipo: ♀

Alotipo: ♂

Paratipos: 23 especímenes (12 ♂, 8 ♀ y 3 juvs.) depositados en la Colección de Colémbolos del Laboratorio de Ecología y Sistemática de Microartrópodos, Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.

Localidad tipo: México, Querétaro, Municipio de Landa de Matamoros, Puerto San Agustín (21° 14' 31.33 N, 99° 04' 28.16 O, Altitud 1600 msnm).

Diagnosis. Coloración: Fondo más o menos violeta oscuro. Abdomen pequeño ligeramente más claro en el área entre las sedas circumanales. Cabeza violeta con las protuberancia frontales más claras. Parche ocular negro. Antena violeta

en el cuarto artejo y en la parte distal de los artejos II y III; patas ligeramente pigmentadas con violeta claro, fúrcula violeta. Longitud: 1 mm

Gran abdomen algo alargado (Fig. 30A), los segmentos torácicos y abdominales amplios dando un aspecto anillado. En el lado dorsal, la cutícula está cubierta con gránulos secundarios suavemente elevados (diámetro 3-5 μm).

Gran abdomen (Fig. 30A). Tricobotria "D" se encuentra presente en el 1er estadio, pero desaparece en el 2do estadio, mientras tanto aparece la tricobotria "C"; tricobotria "A" está presente en el 4to estadio; jamás se presenta la tricobotria "B"; estadio preadulto y adulto permanecen con este patrón. Gran abdomen cubierto con sedas relativamente largas y aplanadas (largo x ancho x grosor= 37 x 15 x 10 μm) y macrosedas gruesas en tórax III (3 pares dorsales) y el segmento abdominal I (3 pares dorsales en fila media y un par en fila posterior), con macrosedas del mismo tipo y sedas curvas romas de manera dorsal, en los segmentos abdominales II a IV y lateralmente con algunas sedas cortas y delgadas alrededor de la tricobotria "C". Tórax II sin macrosedas, pero con un par de vesículas dorsales digitiformes, un par de sedas neosminturoides de 37 μm de longitud, cubierto con escamas pequeñas como espículas, con una inserción gruesa longitudinal sobre el tegumento (40% del largo de la seda).

Las antenas son relativamente cortas: Diagonal cefálica= 1.8; Radios antenales con medidas similares en ambos sexos, Ant. I : II : III : IV = 1 : 1.3 : 1.3 : 2.2. La forma de la antena es muy irregular (Fig. 30C). Todas las sedas son gruesas con ápice puntiagudo. La estructura de la quetotaxia del Ant. IV es difícil de entender. El Ant. IV presenta una subsegmentación incompleta y cubierto en su totalidad

con sedas. En su parte media distal la quetotaxia puede diferenciarse por presentar un arreglo circular sobre la antena. En la zona basal, la quetotaxia en el lado externo es menor. Las sedas son todas puntiagudas.

Cabeza (Fig. 30B). Vesículas interoculares en el área frontal. Granulación secundaria gruesa de manera dorsal, en dos terceras partes de la cabeza en una matriz de 4 gránulos primarios conectados. En todos los estadios se presentan sedas entre los ojos y sobre el área dorsal con una longitud en promedio de 10 a 15 μm , espinas cilíndricas dentadas apicalmente; estas pertenecen a las filas A, B (ligeramente más pequeñas), C, D y E; A1 está ausente, en esta zona no hay granulación secundaria de mayor tamaño. Las áreas interantenal y clipeal están cubiertas con sedas curvadas romas, excepto la primera fila postlabral (hilera A) que presenta sedas largas, curvas con un ápice puntiagudo. 6 sedas prelabrales presentes.

Patatas (Figura 31D, E y G). Trocánter con una espina roma posterior. Fémur: con una protuberancia en el lado anterior; siempre todas las sedas son cortas, curvas y romas; en pata I (Fig. 31D), una espina anterior se encuentra en posición transversal con una inserción gruesa. Tibiotarso: las sedas externas son cortas, curvada y roma excepto en la parte distal donde la seda le es curva y cambia hacia el lado posterior; las sedas internas son largas, puntiagudas, algunas de ellas son gruesas (2 en aata I, 5 en aata III, 0 en aata II); seda interna de la hilera V es muy corta, insertada sobre una protuberancia. Unguis con una túnica, pseudoniquia denticulada, notoria sobre pata I y pata II y débil en pata III; 1 diente en la cresta interior. En todas las patatas, el apéndice empodial

no presenta diente basal en esta lamela interna, con un diente pequeño sobre la lamella externa; filamento empodial largo y apicalmente lanceolado, sobrepasando el ápice del unguis. El tubo ventral con sacos rugosos con par de sedas primarias de manera apical.

Retináculo: ramos con 2 sedas, un tubérculo basal, presentado en el lóbulo anterior 2 pares de sedas desde el 4to estadio. La fúrcula. (Fig. 31F) con una quetotaxia anterior reducida a 2 sedas cortas, 1 basal y 1 distal. Sedas internas moderadamente largas y ligeramente gruesas de la base; las sedas distales externas son muy gruesas. Mucrón 60 μm de longitud en el hototipo, con lamella externa lisa, lamella interna dentada con una muesca subdistal. No hay seda mucronal (Fig. 31).

Pequeño abdomen de la hembra (Fig. 31I). Sedas circumanales, mps1, mps2, mps3 son largas, gruesas y puntiagudas, mpi1, mpi2, mi3 y mi4 largas y puntiagudas. Las sedas ms3 y mi2 son relativamente cortas, sedas sensoriales as2, as3, as4, ai1 y ai2 son relativamente largas y puntiagudas. Apéndice anal relativamente largo (Fig. 31I) (67 μm en holotipo), curvo y ciliado; radio mucrón= 0.73 (Fig. 31F). Quetotaxia del macho en el pequeño abdomen (Fig. 31H) con ms1, mps1, mps2 largas y gruesas como en la hembra; mi5 es muy pequeña y puntiaguda. Placa genital del macho con cerca de 32 sedas.

Distribución: México: en los estados de Jalisco y Querétaro (Figura 32)

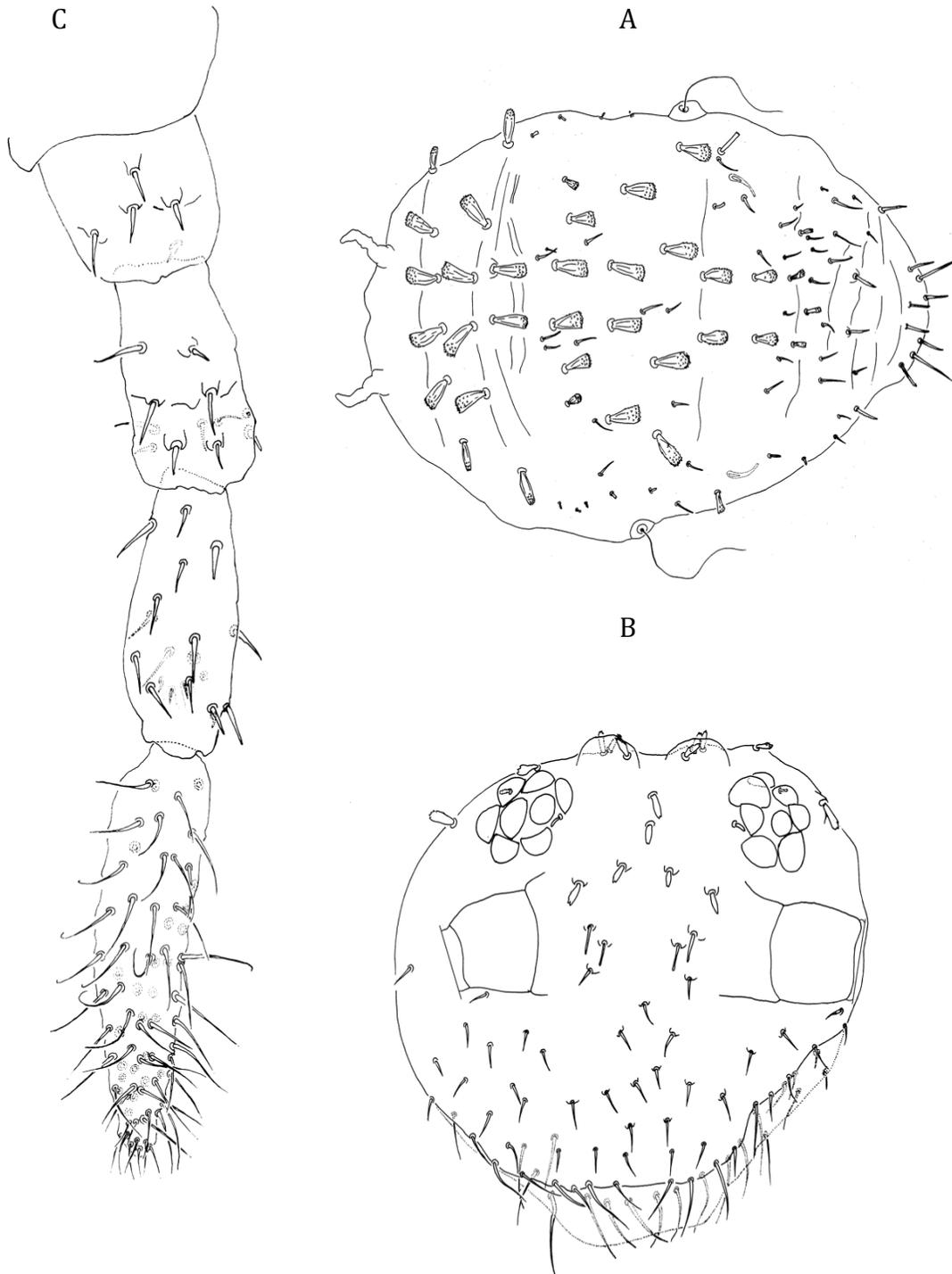


Figura 30. *Neosminthurus queretanus* n. sp. A: Quetotaxia del abdomen; B: Quetotaxia de la cabeza y C: Artejos antenales I-IV (escala: 1-100 μ m).

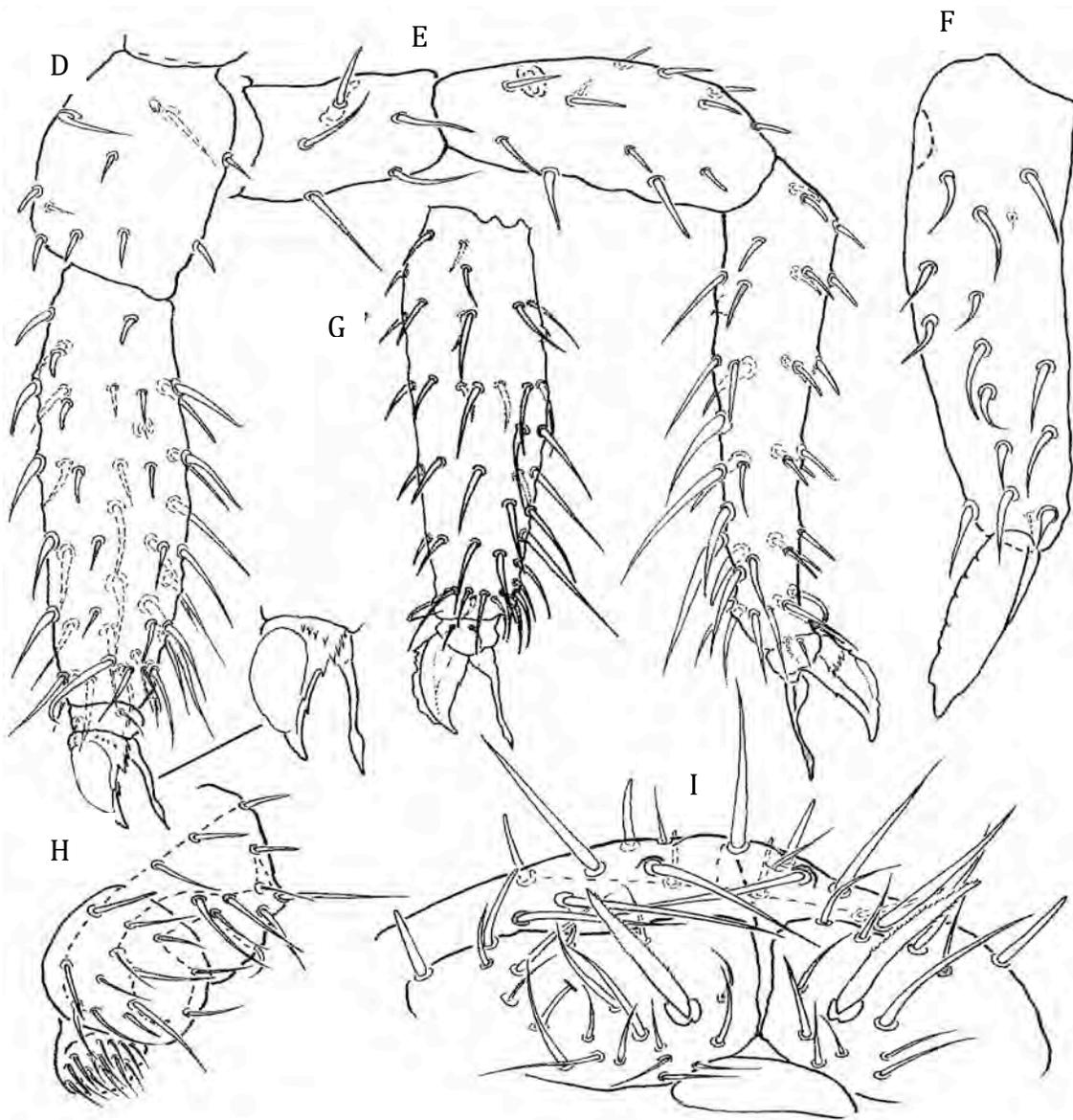


Figura 31. *Neosminthurus quereanus* sp. n. D: Fémur y tibiotarso I; E: Fémur y tibiotarso II; F: Quetotaxia del dente vista posterior; G: Tibiotarso III; H: Quetotaxia del segmento abdominal VI del macho I: Quetotaxia del segmento abdominal VI de la hembra (escala: 1-100 μ m).



Figura 32. Mapa de distribución de *Neosminthurus queretanus*.

***Neosminthurus isnardensis* n. sp.**

Aún no publicado

Holotipo: ♀

Alotipo: ♂

Paratipos: 8 especímenes (1 ♂, 4 ♀ y 3 juveniles)

Localidad tipo: Guyana Francesa, región de Saint Laurent de Maroni. Altitud: 50-100 m. 5° 15'N-53° 55'W.

Material preservado en alcohol y en preparaciones semipermanentes, depositado en el Museo Nacional de Historia Natural de París; Francia.

Longitud: ♀ 1 mm y ♂: 0.7 mm.

Diagnosis. Coloración Fondo mas o menos de color violeta obscuro. El pequeño abdomen con pigmentación muy ligera en la zona entre las sedas circumanales. La cabeza de color violeta pero las protuberancias frontales son de color mas claro. Las antenas violetas sobre el cuarto artejo antenal y en la parte distal de los artejo II y III; las patas ligeramente pigmentadas con un violeta muy ténue, fúrcula violeta.

El gran abdomen ligeramente elongado, el tórax y el segmento abdominal I se encuentran alargados dando un aspecto anillado. Sobre el lado dorsal, la cutícula se encuentra cubierta con ligera y elevada granulación secundaria (diámetro 2-2.5 μm). En lo que respecta al gran abdomen, la tricobotria "D" se encuentra presente y dirigida hacia atrás en el primer estadio, pero desaparece en el segundo estadio, mientras tanto aparece la tricobotria "C", la tricobotria "A" Se encuentra presente en el cuarto estadio, la tricobotria "B" nunca aparece; se mantiene este patrón en las etapas preadulto y adulto.

El gran abdomen se encuentra cubierto solo con sedas pequeñas y aplanadas (longitud x anchura x grosor= 15 X 9 X 5 μm) y también presenta macrosedas sobre el tórax III (3 pares dorsales) y en el segmento abdominal I (3 pares dorsales en la línea media y 1 par en la línea posterior) con macrosedas idénticas y sedas curvadas con el ápice liso y suave de manera dorsal sobre los segmentos abdominales II a IV y de manera lateral con algunas espinas delgadas que rodean a la tricobotria "C". Tórax II sin macrosedas, pero presenta un par de vesículas digitiformes y solo un par de sedas muy pequeñas laterales en la fila anterior.

El tórax III también con un par de pequeñas sedas laterales (fila anterior), un par de sedas neosminthuroides 40 μm , cubiertas con pequeñas espículas escaladas (Richards. 1968), insertadas sobre el tegumento con una inserción larga (la mitad de la longitud de la seda).

La cabeza, posee 2 vesículas interocupares sobre el área frontal. Dos terceras partes de la parte dorsal, se encuentran cubiertas por granulación secundaria grande (diámetro 5 μm) en una conexión matrices de 4 gránulos. En todos los estadios, las sedas entre los ojos y sobre el área dorsal son de 15 a 20 μm , son cilíndricas y dentadas apicalmente, estas pertenecen a las líneas A, B, C, D y E, la seda A1 está ausente (en este sitio, podemos observar granulación pequeña, con gránulos primarios sin conexión aparente).

Las áreas interantenasales y clipeales se encuentran cubiertas con sedas cortas y curvadas con ápice romo, excepto la primera fila postlabral, la cual tiene sedas largas, curvadas con el ápice puntiagudo (6 sedas prelabrales).

Las antenas, son relativamente cortas: antenito: diagonal cefálica= 1.53. Radios antenales: cercanos en ambos sexos, Antenito I : II : III : IV = 1 : 1.4 : 1.8 : 2.1. La forma de la antena es muy irregular. Todas las sedas son gruesas, con el ápice romo en los antenitos I, II y III. La estructura de la quetotaxia del antenito IV es difícil de entender, se encuentra totalmente subsegmentado y completamente cubierto con sedas y solo en la mitad distal se encuentra casi diferenciado en hélices. El antenito IV no está completamente subsegmentado y se encuentra cubierto con sedas solo en la parte media distal en donde la

quetotaxia también puede estar diferenciada en hélices; en la zona basal la quetotaxia es pobre sobre el lado externo. Todas las sedas son puntiagudas

En las patas, el trocanter posee una espina capitada posterior. El femur presenta una protuberancia sobre el lado anterior; casi todas las sedas son cortas, curvadas y romas. Sobre la pata I, hay una espina insertada transversalmente a lo largo de su base. En el tibiotalarso, las sedas externas son cortas, curvadas y romas excepto en la línea distal en donde son agudas, la seda le es curva y se encuentra desplazada hacia el lado posterior; las sedas internas son largas, puntiagudas, y algunas de ellas llegan a tener el ápice romo (4 sobre la pata I, 0 sobre la pata II y 5 sobre la pata III); las sedas internas de la hélice V, son muy cortas, y se encuentran insertas sobre una protuberancia. La uña con tunica, pseudoniquia denticulada, fuertemente en la pata I y la II, peor débilmente sobre la pata III; diente sobre la cresta interna. En todas las patas, el empodio sin diente basal en su lamella interna, con un diente diminuto en la lamella externa. El filamento empodial es largo, apicalmente lanceolado y sobrepasa el ápice de la uña.

El tubo ventral presenta sacos rugosos y un par de sedas primarias de manera apical. El retináculo presenta ramos con dos sedas, un tubérculo basal y sobre la parte anterior un lóbulo con dos pares de sedas presentes desde el 4th estadio.

La fúrcula con una quetotaxia anterior reducida a dos sedas cortas, una basal y una distal. Las sedas internas son largas y ligeramente anchas en su base. El muchón con una longitud de 62 μm en el holotipo, con una lamella

externa lisa, una lamella dentada con una muesca subdistal. No hay seda mucronal.

El pequeño abdomen de la hembra con sedas circumanales ms1 larga y puntiaguda, mps1, mps2, mps3 son largas, gruesas y puntiagudas, mpi1, mpi2, mi3 and mi4 largas y puntiagudas. Las sedas ms3 son relativamente cortas y poseen un papel sensorial mi2, as2, as3, as4, ai1 y ai2 son relativamente largas y romas. El apéndice anal con una longitud de 57 μm en el holotipo, es curvado y ciliado; mucrón: 0.92.

La quetotaxia del pequeño abdomen del macho con ms1, mps1, mps2 largas y gruesas como en la hembra; mi5 es muy pequeña y roma. La papilla genital con 30 sedas.

Nota: esta descripción carece de ilustraciones debido a que es un trabajo en conjunto con el Dr. Jean Marie Betsch y la publicación se encuentra en proceso.

Distribución: México, Panamá, Costa Rica, Perú, Guyana

6.1.3 Registros Nuevos

Mediante el material recopilado y las localidades en donde se encontraron individuos pertenecientes a este género, podemos darnos cuenta de que presenta una distribución cosmopolita, como ya se mencionó en la parte de antecedentes, siendo que tienen presencia en varias zonas biogeográficas como lo son la zona neártica, neotropical, la región etíope así como en la región Oriental (India, China, Indonesia, Filipinas e Indochina).

En México se tienen registros de la especie *N. clavatus* en los estados de Jalisco, Hidalgo, Puebla, Estado de México, Guerrero, Oaxaca y Chiapas (Palacios-Vargas *et al.*, 2000), aquí presentamos nuevos registros de esta misma especie en el Distrito Federal, Veracruz, Morelos, Querétaro y Belize como parte de America Latina, siendo esta especie la más abundante y mejor distribuida en nuestro país. *N. bellingeri* (a pesar de probablemente pertenecer a un subgénero como se propone en este trabajo y a reserva de reubicarla en el género propuesto) también presenta nuevos registros, siendo que solo se ubicaba en Canadá y Estados Unidos, ahora se tienen registros de ella en México en los estados de Puebla y Oaxaca.

6.2 Clave de Identificación Dicotómica para las Especies del Género *Neosminthurus*

1. Segmentación del cuerpo presente.....***N. richardsi*** Snider, 1978
 Segmentación corporal ausente..... **(2)**
2. Seda distal del tibiotarso I recta.....**(3)**
 Seda distal del tibiotarso I curva.....**(4)**
3. Ocelos sin sedas, sedas internas del tibiotarso I acuminadas, sedas externas del tibiotarso III romas.....***N. bellingeri*** Muzzio, 1984
 Ocelos con sedas, sedas internas del tibiotarso I romas, sedas externas del tibiotarso III acuminadas.....**(5)**
4. Sedas interantenas romas.....**(6)**
 Sedas internatenaes en forma de espina.....**(7)**
5. Ocelos con una seda.....***N. gisini*** Delamare Deboutteville & Massoud, 1965
 Ocelos con dos sedas.....**(8)**
6. Antenito IV subsegmentado, sin “tenent hairs”, apéndice anal ramificado.....***N. bakeri*** Snider, 1978
 Antenito IV no segmentado, sin “tenent hairs”, apéndice anal no ramificado.....***N. mirabilis*** Yosii, 1965
7. Antenito I con cinco o más sedas.....***N. clavatus*** (Banks, 1897)
 Antenito I con menos de cinco sedas.....**(9)**
8. Antenito IV no subsegmentado, seda distal del tibiotarso II curva, con diente externo en el apéndice empodial***N. pueblaensis*** sp. nov.
 Antenito IV subsegmentado, seda distal del tibiotarso II recta, sin diente externo en el apéndice empodial.....**(10)**
9. Seda E1 del dente en forma de espina, pseudoniquia no denticulada***N. amabilis*** Yosii, 1965
 Seda E1 del dente en forma de uña, pseudoniquia denticulada. ***N. schalleri*** (Delamare Deboutteville & Massoud, 1965)
10. Seda E1 del dente en forma de espina, espina trocanteral presente, filamento empodial barbulado.....***N. queretanus*** sp. nov
11. Seda E1 del dente en forma de uña, espina trocanteral ausente, filamento empodial liso***N. isnardensis*** sp. nov (Arango y Betsch en prensa)

6.3 Análisis Filogenético

La matriz de datos resultante del análisis morfológico realizado, se conformó de 16 taxones con 37 caracteres de los cuales 35 de ellos son binarios y dos multiestado (Apéndice 1) y se utilizó para su análisis el programa NONA versión 2.0 (Golobof, 1993). Se obtuvieron 11 árboles parsimoniosos (Apéndice 3) con una longitud (L) de 88 pasos, un Índice de Consistencia (Ci) de 0.44 y un Índice de Retención (Ri) de 0.58. A partir de estos 11 árboles, se obtuvo el árbol de consenso estricto (Apéndice 3) y los valores de soporte de los clados fueron calculados mediante el índice de Bootstrap, el que nos indica que se consideran como grupo “sustentado” o “confiable” a aquellos conjuntos de especies (clados) que aparecen en el 95% o más de los árboles calculados, ya que éste índice nos proporciona intervalos de confianza los cuales se estiman a partir de un muestreo de muchos caracteres de la distribución subyacente (Figura 34).

El árbol de consenso estricto (L=100; Ci: 0.39 y Ri: 0.47), prueba que el género *Neosminthurus* es un grupo monofilético, lo cual se encuentra soportado por el carácter 0; el clado que lo comprueba, a su vez se subdivide en dos subclados, de los cuales el primero, contiene únicamente a la especie *bellingeri* y el segundo de éstos al resto de las especies (Apéndice 3).

Dentro del clado que engloba a todas las demás especies, sustentado con el carácter 20 (Apéndice 1 y 2), se observa a la especie *pueblaensis*, separada del clado diferenciándose del resto por las siguientes autapomorfías: por la ausencia o presencia de la subsegmentación del antenito IV (Apéndice 4), por la

forma de las sedas internas del tibiotalso II y por la presencia de las sedas en los espacios intersticiales de los ocelos.

El siguiente clado, formado por las especies *isnardensis* - *queretanus* y *gisini* - *schalleri*, como especies cercanas se encuentra sustentado por la presencia de la curvatura de la seda del tibiotalso III y por la ausencia del diente interno del unguis (Apéndice 4).

Las sedas romas internas del tibiotalso I y las sedas circumanales simples, son autapomorfías que diferencian al último clado formado por las especies *clavatus*, *mirabilis*, *richardsi*, *amabilis* - *bakeri*.

Con respecto a la distribución que presentan las especies en los diferentes clados, no se encontró ninguna relación con respecto a la distribución en base al viejo y al nuevo mundo, aunque se puede decir que probablemente es un género antiguo ya que se le puede encontrar tanto en países del Viejo Mundo como en países del Nuevo Mundo.

En el caso de *Neosminthurus bellingeri*, el cual como se menciona en el párrafo anterior a pesar de que comparte muchas características del género, no presenta la curvatura de la seda del tibiotalso (en esta especie la seda es recta) carácter que se considera como una autapomorfía, así como también las sedas internas del tibiotalso I y las sedas externas del tibiotalso III se observan con puntas acuminadas y en el caso de *Neosminthurus* éstas presentan punta roma (Apéndice 4).

De igual manera, las sedas que presentan en la cabeza, sobre las protuberancias interoculares son de forma y tamaño diferentes (Apéndice 4).

Dicho lo anterior, se propone en este trabajo que dicha especie conforme un subgénero de *Neosminthurus*, denominado *Neosminthurus (Petesminthurus)*, mismo que será descrito en un futuro.

Se sugiere de manera reservada, la adición de caracteres de tipo molecular, que aunados a los morfológicos propuestos en este trabajo, permitan una mejor resolución sobre la monofilia de este taxón.

VII. CONCLUSIONES

- ✓ El género *Neosminthurus* es taxón monofilético.
- ✓ Se proponen tres especies nuevas para el género, quedando conformado por 11 especies.
- ✓ A través del análisis filogenético se propone que *N. bellingeri* conforme un subgénero de *Neosminthurus* denominado *Neosminthurus (Petesminthurus)*
- ✓ El grupo más cercano a *Neosminthurus* es *Sphyrotheca*
- ✓ El género *Papirinus* probablemente forme parte del género *Sphyrotheca*

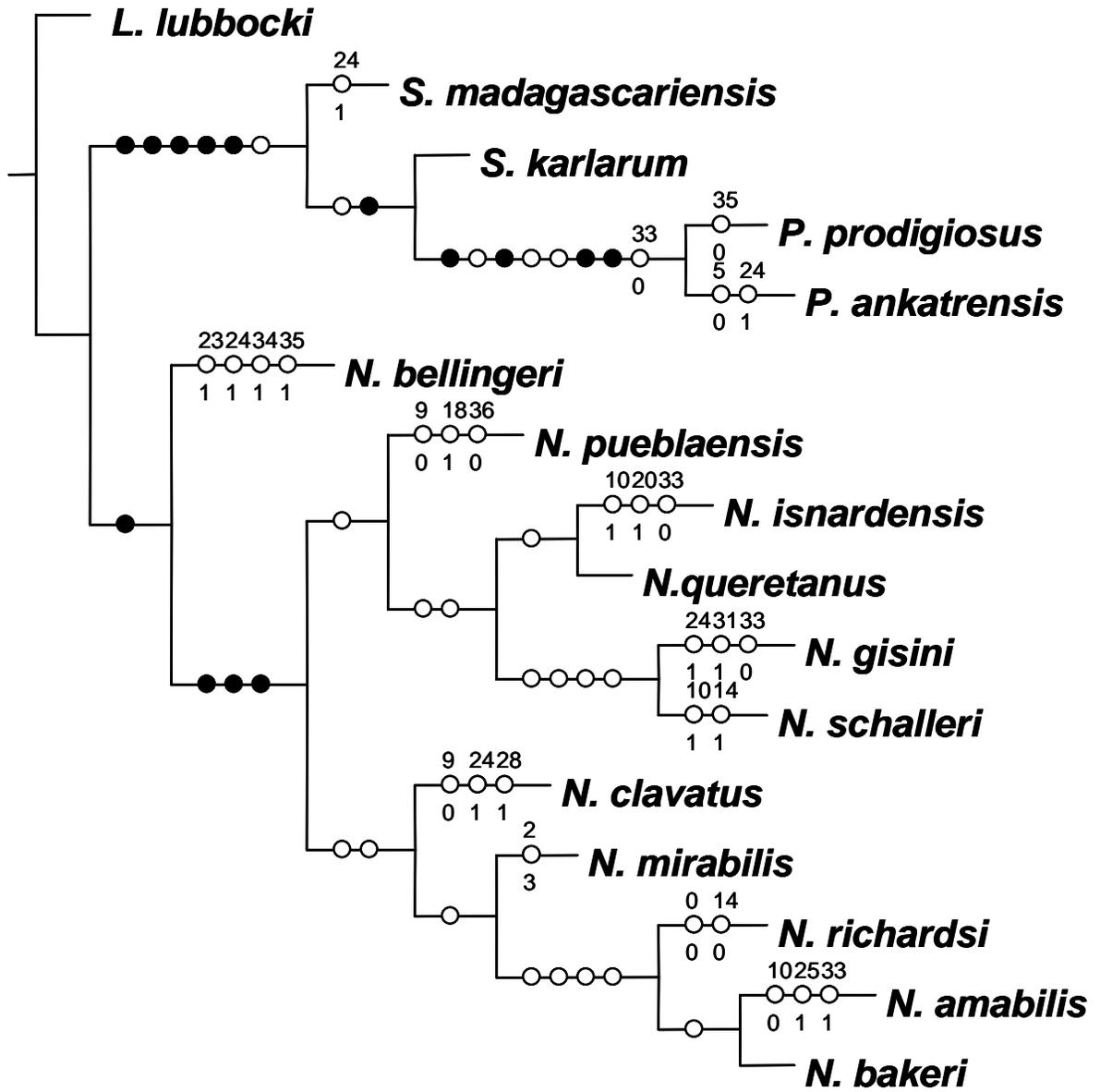


FIGURA 33. Árbol de consenso estricto de los 11 árboles igualmente parsimoniosos.

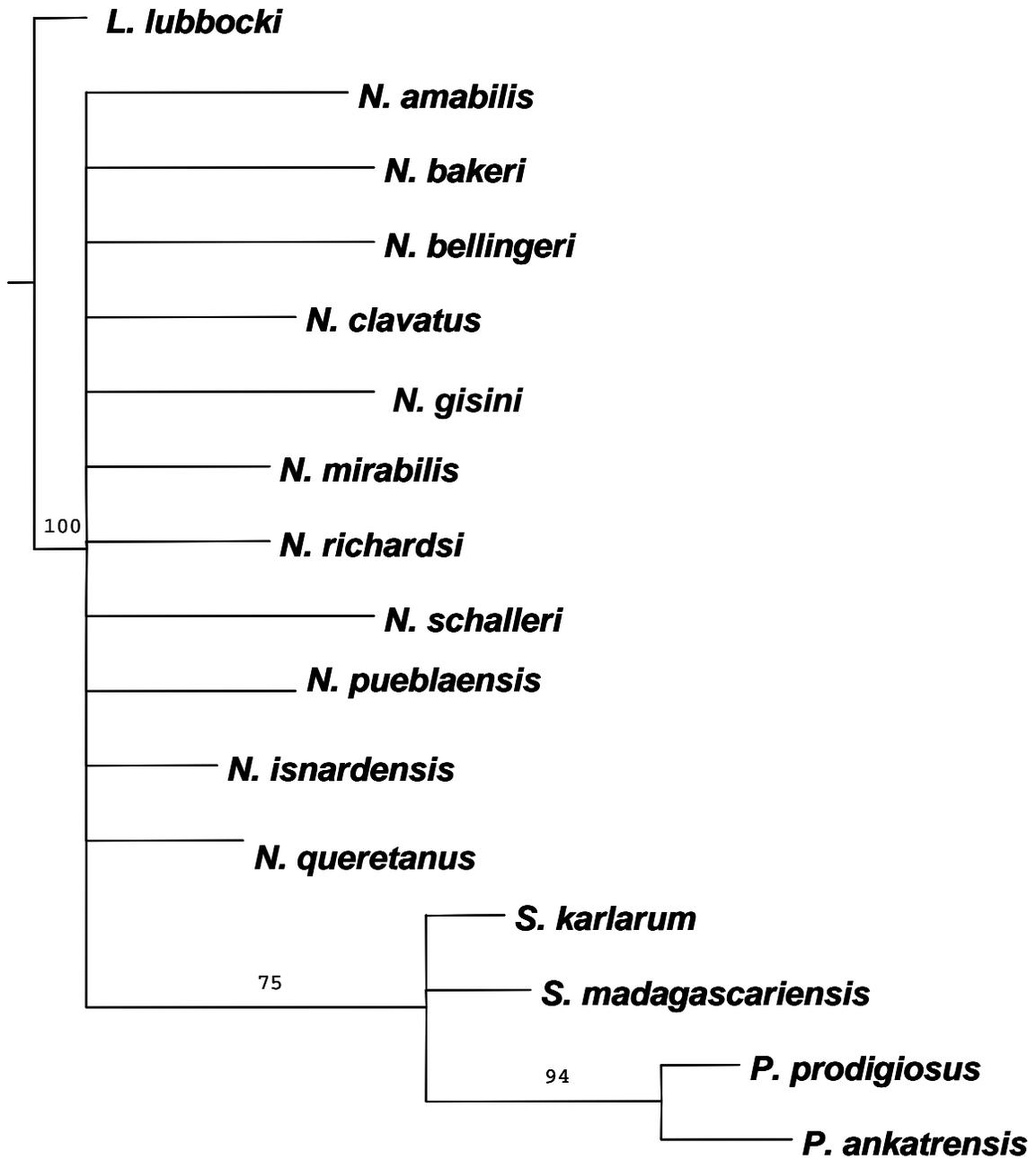


FIGURA 34. Árbol de consenso con valores de Bootstrap.

LITERATURA CITADA

- Applegate A. D. 2002. Arc View 3.3.: GIS (Geographic Information System). Enviromental Systems Research Institute, Inc. Neuron Data, Inc.
- Banks, N. 1897. Descriptions of two new Sminthurids. Journal New York Entomolgy Society., 5: 33-34.
- Bellinger, P. F., Christiansen, K. A. & Janssens, F. 1996-2012. Checklist of the Collembola of the World. <http://collembola.org>.
- Bestch, J. M. 1974. Etude des Collemboles de Madagascar II. Principaux cadres generiques des symphypleones de l'étage montagnard. Bulletin Musée Naturelle de Histoire Naturel. 3 (219): 529-569.
- Betsch, J. M. 1980. Eléments pour une monographie des Collemboles Symphypléones (Hexapodes, Aptérygotes). Memories. Musée national du Naturell. Histoire.. N. S., Sér A., 227pp.
- Bestch, J. M. & A. Waller. 1989. L'Armement en trichobothries des collemboles symphypleones: Recherche de schemas chetotaxiques. University Seina, Italy. 3er. International Seminar on Apterygota. 15-31pp.
- Bretfeld, G. 1999. Sinopsis on Palaerctic Collembola. Ed. Wolfram Dunger. Staatliches Museum für Naturkunde Görlitz. 318pp.
- Castaño-Meneses, G. 2005. Catálogo de los colémbolos (Hexapoda: Collembola) de Sian Ka'an, Quintana Roo, México. Revista Mexicana de Biodiversidad, 76: 107-108.

- Christiansen, K. A. & P. F. Bellinger. 1981. *The Collembola of North America. North of the Rio Grande*, a taxonomic analysis. Grinnell College, Grinnell, Iowa. USA. 1322p.
- Cuéllar-Corredor, 1998. Contribución al conocimiento de los Sminthuridae (Collembola: Symphypleona) de México. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. 82pp.
- Delamare, D. Y Z. Massoud, 1964. Collemboles symphypléones de L'Angola. Diamang, Museu do Dundo (69): 67-104.
- Farris, J. S. 1973. On the use of the parsimony criterion for inferring evolutionary trees. *Systematic Zoology*, 22: 250-256.
- Felsenstein, J. 1985. Confidence limits on phylogenies: an approach using the bootstrap. *Evolution*, 39: 783-791
- Goloboff, P. A. 1993. NONA, version 2.0 <http://www.cladistics.com>
- Hennig, W. 1966. *Phylogenetics Systematic*. University of Illinois Press. Urbana. 263pp.
- Nixon, K. C. & J. M. Carpenter 1993. On outgroups. *Cladistics* 9: 413-426.
- Morrone, J.J. 2003. El lenguaje de la cladística. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Muzzio, S. F. 1984. *Neosminthurus bellingeri*, a New species from California (Collembola: Sminthuridae). *Pan-Pacific Entomologist*, 60 (3): 258-263.
- Lipscomb, D. 1998. Basics of cladistics analysis. George Washington University, Washington D. C. Disponible en www.Gwu.edu/clade/faculty/lipscomb/cladistics.pdf

- Palacios-Vargas, J. G. 1994. Problemas de la taxonomía de algunos artrópodos: hexapoda (apterygota). En: Taxonomía biológica. UNAM. Mex. F.C.E. XXI: 397-418.
- Palacios-Vargas, J. G. 2000. Los colémbolos en los ecosistemas mexicanos. Biodiversitas. 5 (29):12-15.
- Palacios-Vargas, J. G., G. Castaño-Meneses y B. E. Mejía-Recamier. 2000. Collembola. En: J. E. Llorente, E. González y N. Papavero (eds.) Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento. UNAM.
- Palacios- Vargas, J. G., M. M. Vázquez y J. L. Cuellar. 2003. Dos nuevos esmintúridos mexicanos (Collembola: Symphypleona) de una selva baja inundable. Folia Entomológica Mexicana. 42 (3) 1-12.
- Richards, W. R. 1968. Generic clasification, evolution, and biogeography of the Sminthuridae of the world (Collembola). Memoirs of the entomological society of Canada. 54pp.
- Snider, R. J. 1978. New species of Sminthuridae from North America (Collembola: Symphypleona). The Great Lakes entomologist. 11 (4): 217-241.
- Wiley, E. O. 1981. Phylogenetics. The principles and practice of phylogenetics systematics. John Wiley Sons. New York 439 pp.

- Wiley, E. O., Siegel-Causey, D. R. Brooks, V.A. Funk. 1991. The complet cladist: a primer of phylogenetic procedures. University of Kansas Museum of Natural History. Special publication. No. 19. Lawrence, Kansas. 158 pp.
- Yosii, R. 1954. Springs chwanze des Oze-Naturs-Chutzgebietes. Sci. Res. Ozegahara Moor. Tokyo. 777-830.
- Yosii, R. 1954. Die Kulturpf lanzen schadigen Collembolen Japans. Oyo-Kontyu, 10 (2), 137-141.
- Yosii, R. 1965. On some collembola of Japan and adjacent countries. Cont. Biol. Lab. Kyoto University. 19: 1-71.

APÉNDICE 1. Matriz de datos de 16 especies y 37 caracteres morfológicos utilizados para el análisis filogenético. Los datos faltantes fueron codificados como “?”.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<i>Lipothrix lubbocki</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	?	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Neosminthurus amabilis</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	?	?	1	1	?	0	1	0
<i>Neosminthurus bakeri</i>	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	?	1	0
<i>Neosminthurus bellingeri</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Neosminthurus clavatus</i>	1	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0
<i>Neosminthurus gisini</i>	1	1	3	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
<i>Neosminthurus mirabilis</i>	1	1	3	0	0	0	0	1	1	1	1	?	0	1	1	1	?	1	?
<i>Neosminthurus richardsi</i>	0	1	2	0	0	0	0	?	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	?
<i>Neosminthurus schalleri</i>	1	1	3	0	0	0	0	0	?	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0
<i>Neosminthurus pueblaensis</i>	1	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1
<i>Neosminthuru isnardensis</i>	1	1	2	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0
<i>Neosminthurus queretanus</i>	1	1	2	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
<i>Sphyrotheca karlarum</i>	0	3	4	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1
<i>Sphyrotheca madagascariensis</i>	0	3	4	1	1	1	1	1	1	1	0	1	?	0	0	1	0	0	0
<i>Papirinus prodigiosus</i>	0	2	4	1	1	1	?	1	1	0	?	0	0	0	?	?	0	0	?
<i>Papirinus ankaratrensis</i>	0	2	4	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

APÉNDICE 1. Continuación

	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
<i>Lipothrix lubbocki</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Neosminthurus amabilis</i>	?	?	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1
<i>Neosminthurus bakeri</i>	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1
<i>Neosminthurus bellingeri</i>	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
<i>Neosminthurus clavatus</i>	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	1
<i>Neosminthurus gisini</i>	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	9	1	1	0	0	0	0	1
<i>Neosminthurus mirabilis</i>	?	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1
<i>Neosminthurus richardsi</i>	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	?	0	0	1	1	1
<i>Neosminthurus schalleri</i>	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	?	?	0	0	1	0	0	1
<i>Neosminthurus pueblaensis</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0
<i>Neosminthurus isnardensis</i>	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	1
<i>Neosminthurus queretanus</i>	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	2	1
<i>Sphyrotheca karlarum</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	1
<i>Sphyrotheca madagascariensis</i>	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0
<i>Papirinus prodigiosus</i>	?	?	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	?
<i>Papirinus ankaratrensis</i>	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	2	1

APÉNDICE 2. Continuación

13. Forma de las sedas internas del tibiotalarso I

0) Acuminadas 1) Romas

14. Forma de la seda distal del tibiotalarso I

0) Recta 1) Curva

15. Presencia de la protuberancia del fémur II

0) Ausente 1) Presente

16. Forma de las sedas externas del tibiotalarso II

0) Acuminadas 1) Romas

17. Forma de las sedas internas del tibiotalarso II

0) Acuminadaa 1) Romas

18. Forma de la seda distal del tibiotalarso II

0) Recta 1) Curva

19. Presencia de la protuberancia del fémur III

0) Presente 1) Ausente

20. Espina trocanteral en pata III

0) Presente 1) Ausente

21. Terminación de las sedas externas del tibiotalarso III

0) Romas 1) Acuminadas

22. Forma de la seda distal del tibiotalarso

0) Ligeramente curvada 1) Muy curvada

23. Presencia de "tenent hairs"

0) Presente 1) Ausente

24. Relación Longitud del unguis con respecto a la longitud del apéndice empodial más el filamento

0) Misma longitud 1) Más larga que la uña

25. Forma de la pseudoniquia

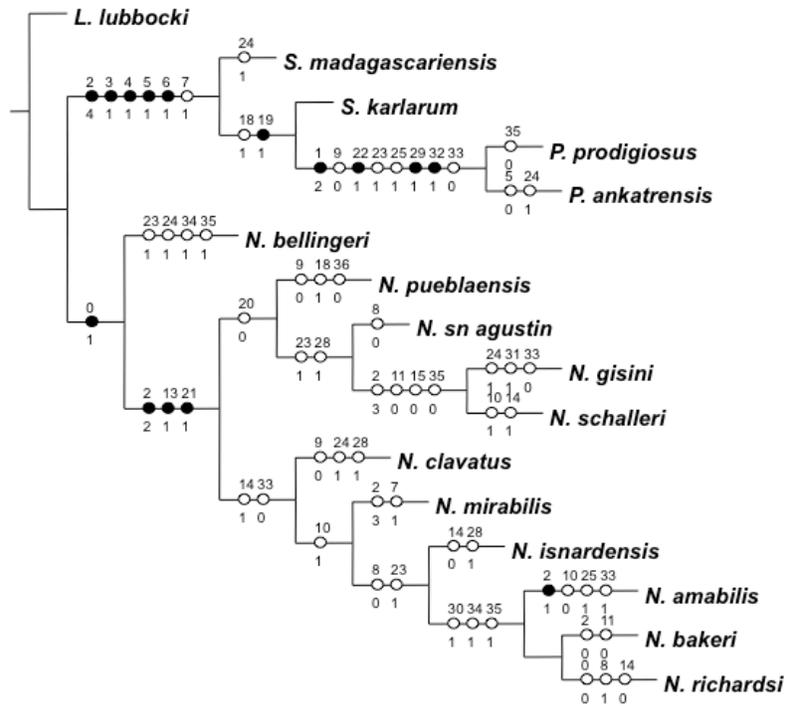
0) Denticulada 1) No denticulada

26. Presencia del Diente interno del unguis

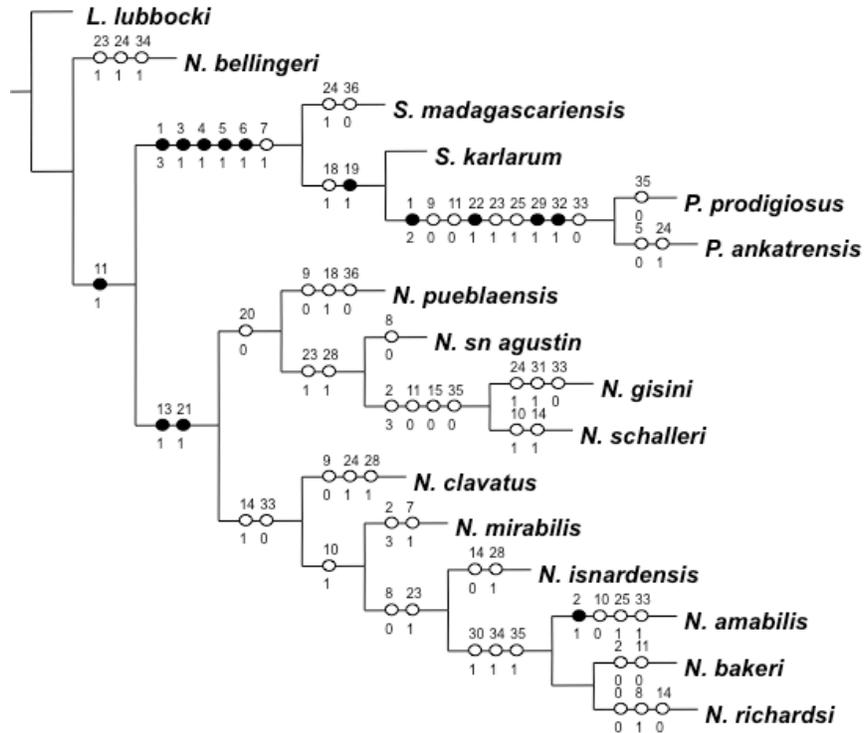
0) Presente 1) Ausente

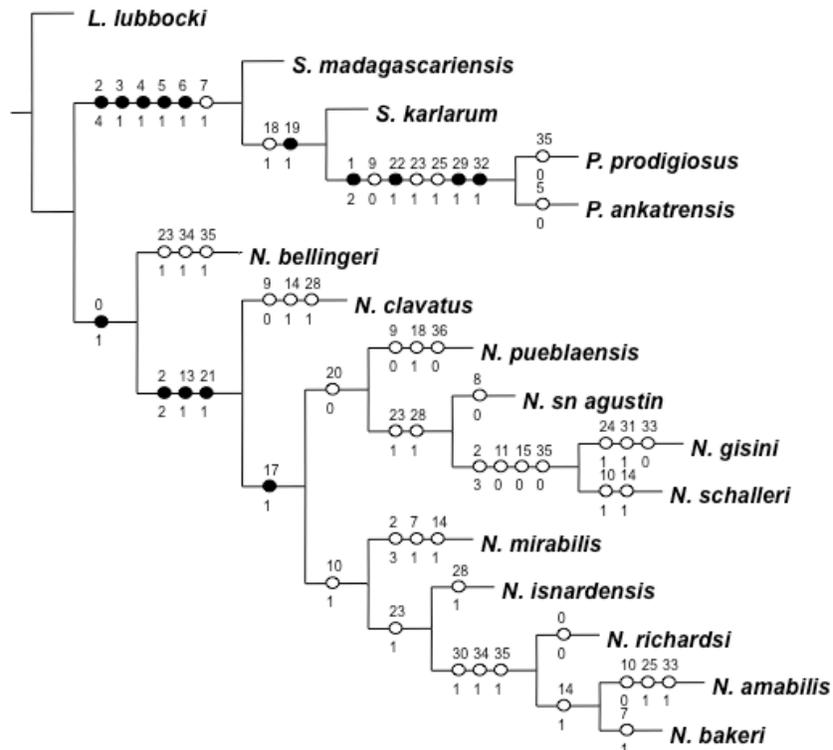
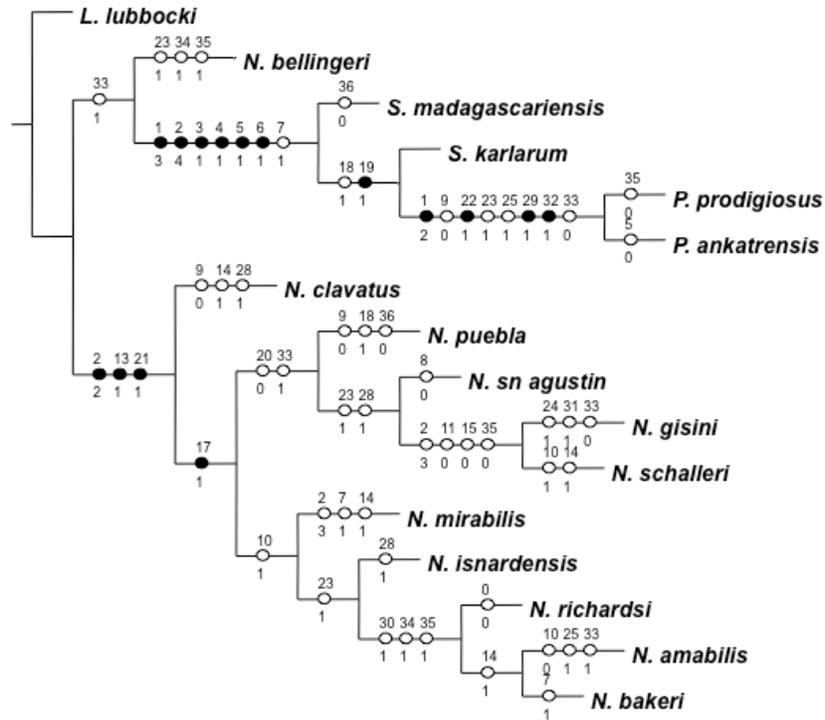
APÉNDICE 3. Árboles resultantes (11) del análisis filogenético.

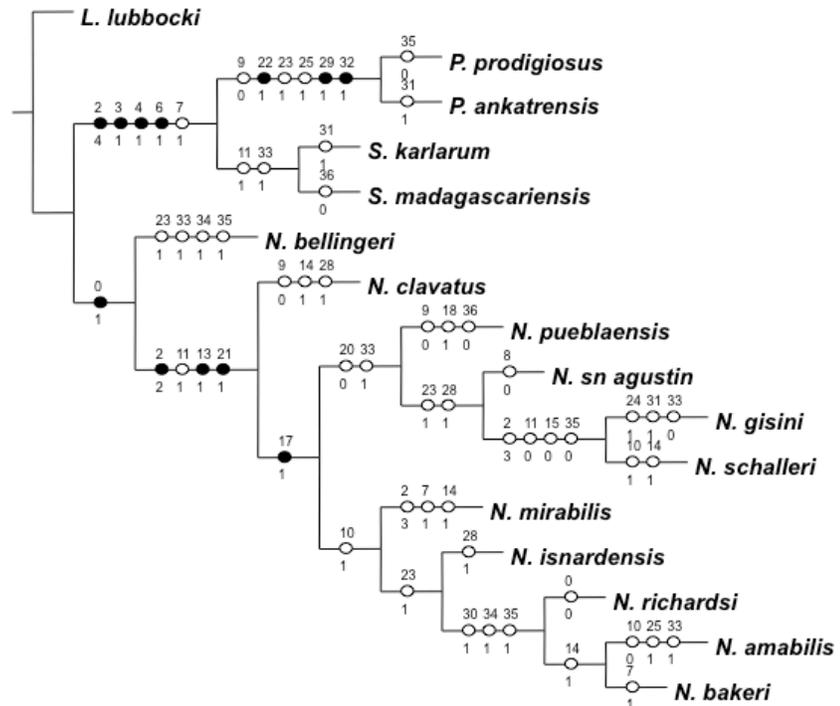
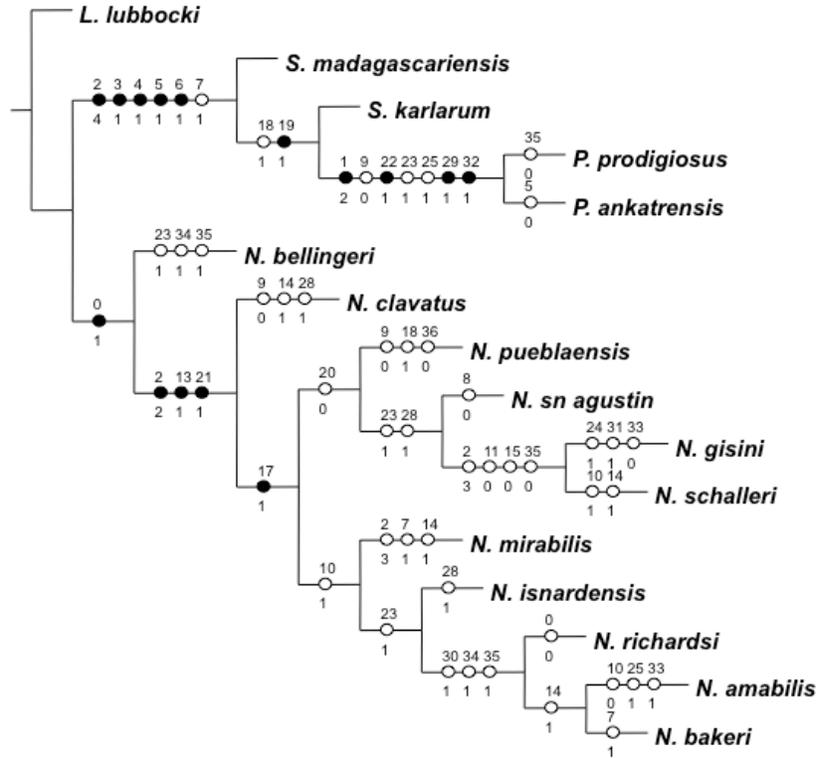
1/11

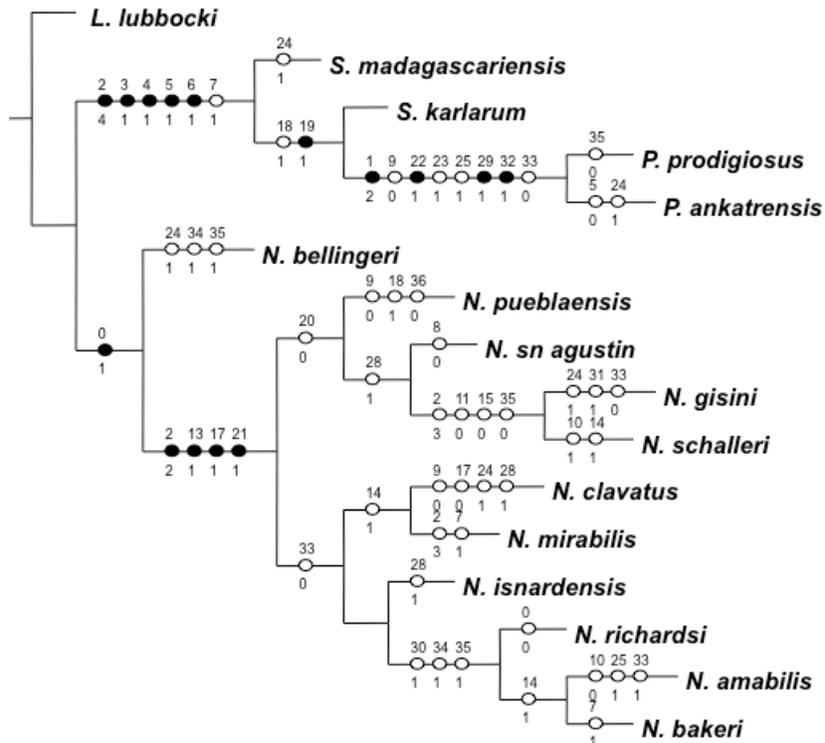
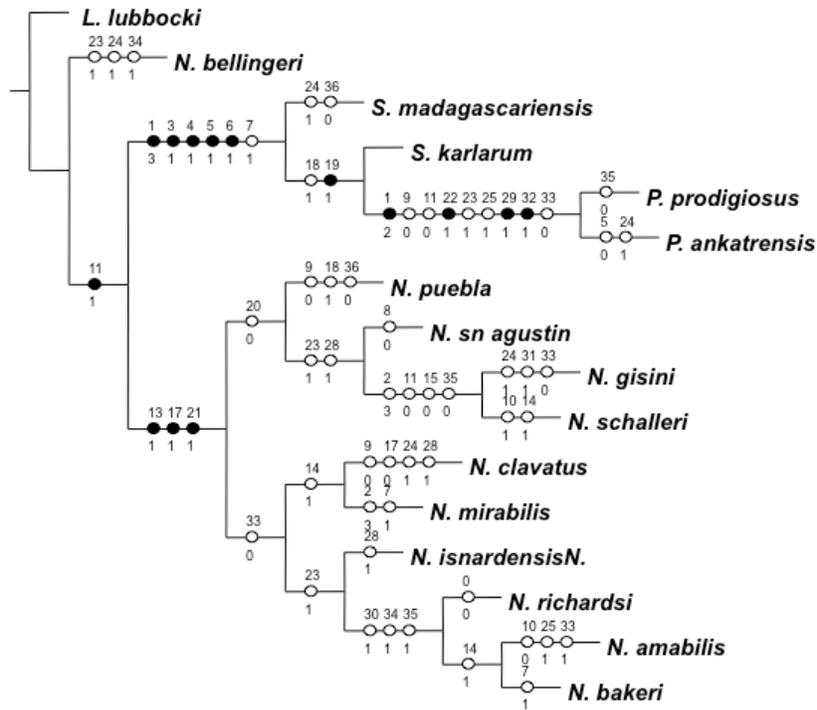


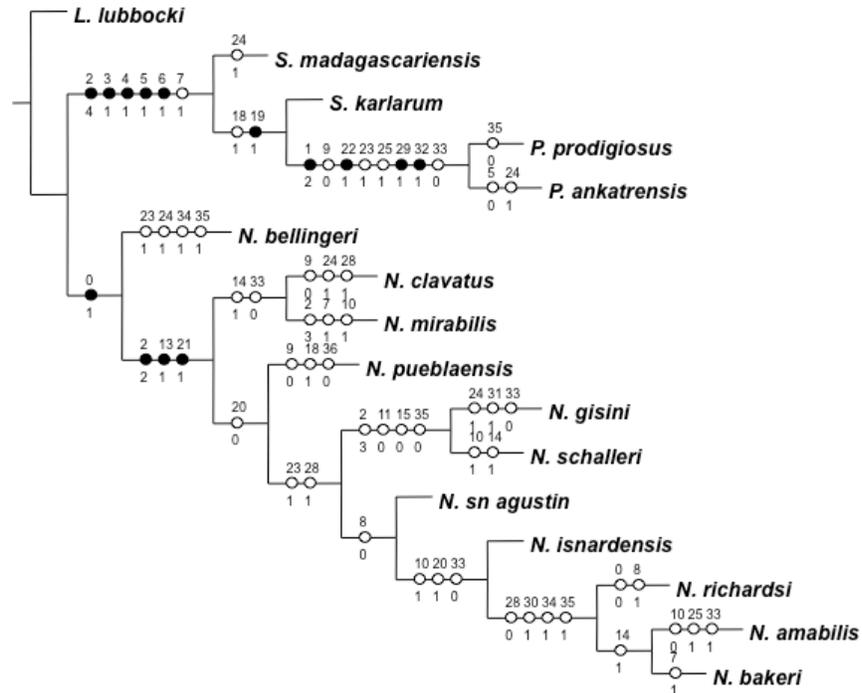
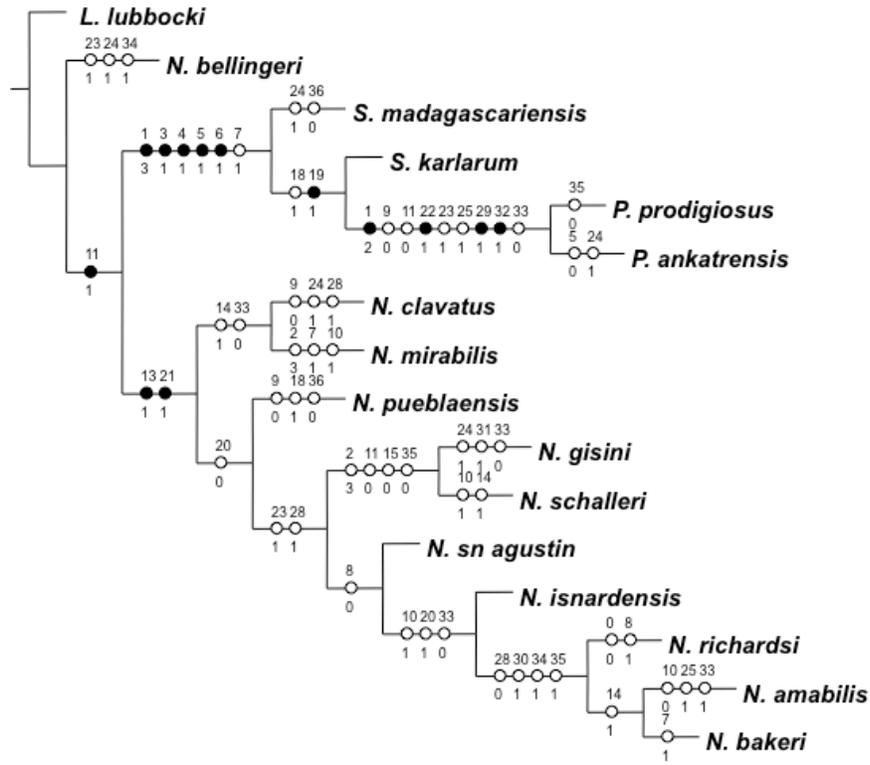
2/11

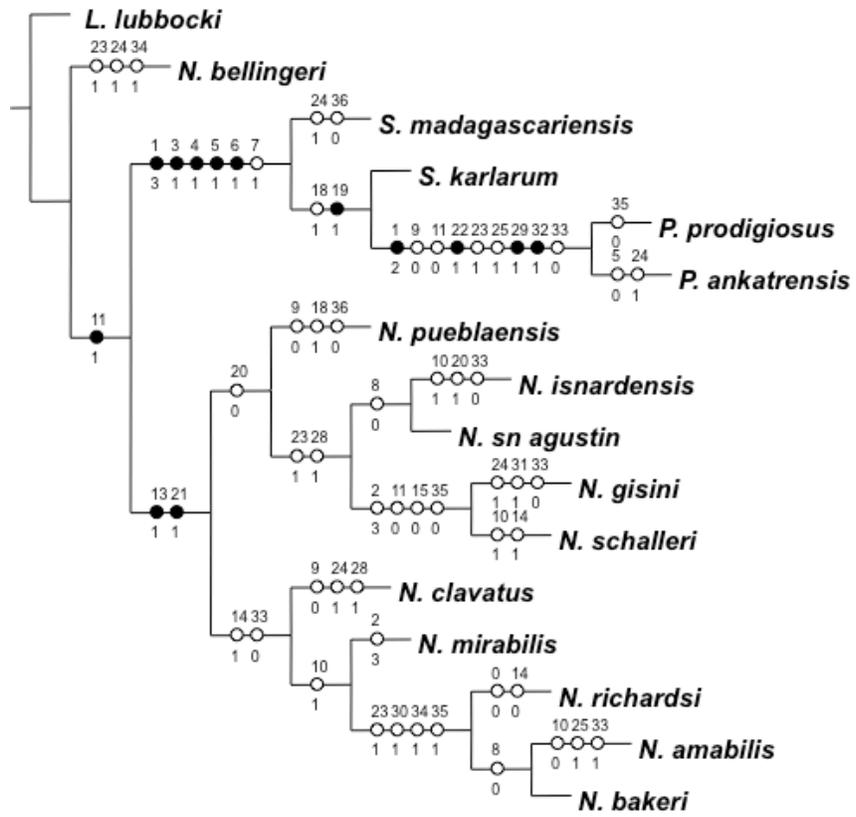




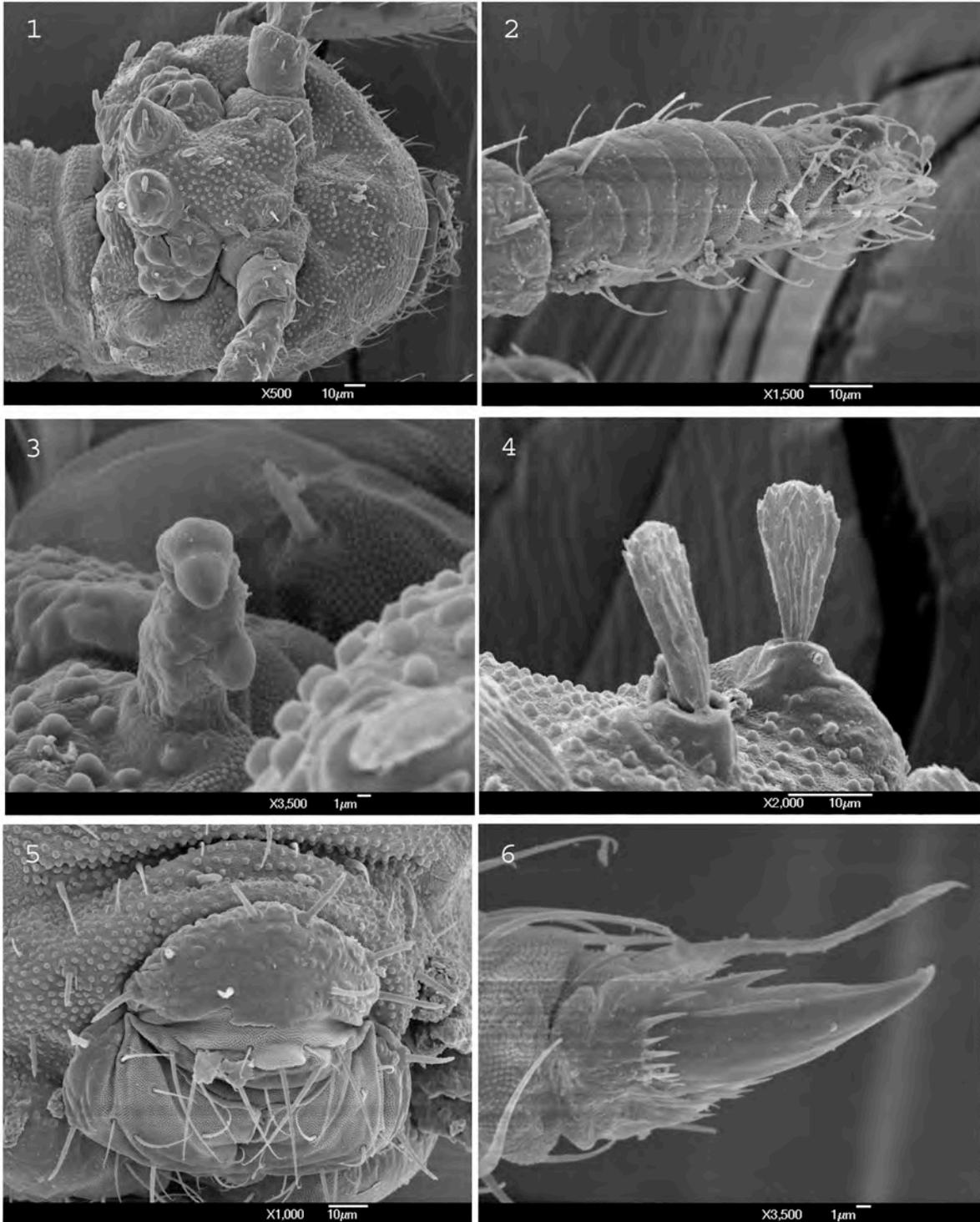








APÉNDICE 4. Fotografías de microscopía electrónica de barrido de los diferentes caracteres utilizados en el análisis filogenético. 1) Quetotaxia cefálica, 2) Subsegmentación del antenito IV, 3) Apéndice vesicular de tórax I, 4) Macrosetas dorsales, 5) Abdomen IV y 6) Unguis.



APÉNDICE 4. Continuación

7) Patrón botridial, 8) Seda E1 del dente, 9) Sedas dorsales y 10) Unguis

