



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**Estudio taxonómico de *Parajapyx* (Diplura:
Parajapygidae) en México.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I O L O G A

P R E S E N T A:

MAIRA SARAI MONTEJO CRUZ



**DIRECTOR DE TESIS:
M. EN C. ARTURO GARCÍA GÓMEZ
CIUDAD UNIVERSITARIA, D.F. 2015**



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.

Our appreciation of life guides the field of biology today.

We celebrate life by deciphering the genetic code that makes each species unique.

We embrace life by using fossils and DNA to chronicle evolution through time.

We preserve life through our efforts to classify and protect the millions of species on Earth.

We respect life by using nature responsibly and reverently to improve human welfare.

Biology is the scientific expression of our desire to know nature.

We are most likely to protect what we appreciate, and we are most likely to appreciate what we understand.

By learning about the processes and diversity of life, we also become more aware of ourselves and our place in the biosphere.

Reece, J., Urry, L., Cain, M., Wasserman, S.,
Minorsky, P., & Jackson, R.

Campbell Biology

2011

A ellos tres, en primer lugar, porque los amo con toda mi alma y esa es la fuerza que me hizo llegar hasta aquí...

A mi madre, Esther Cruz Romero, por su incasable apoyo, paciencia y amor, porque por ella he llegado hasta aquí, porque nunca encontraré la forma de agradecerle todo lo que me ha dado, porque de ella aprendí quién quiero ser, porque siempre ha sido mi ejemplo a seguir y porque sé que aguantar a una hija como yo requiere de demasiado valor.

A mi padre, Eduardo Guadalupe Montejo Miranda, porque nos parecemos tanto que es imposible llevarnos bien, pero sé que muy en el fondo nos queremos, agradezco todo tu apoyo porque no hubiera logrado tanto si tú no te hubieras esforzado tanto por mí.

A mi hermana, Alin Isabel Montejo Cruz, porque me encanta pelear con ella, no somos el mejor ejemplo de hermanas, pero no te cambiaría por nada, porque me has apoyado y de ti aprendí muchas cosas (algún día te las diré).

A mis tíos, Guadalupe Montejo Miranda y Marco Antonio Montejo Miranda por darme un espacio en su gran corazón, por su constante apoyo y porque siempre estarán ahí.

A mi cielo, Luis Felipe Delgadillo Morales, porque sé que no es el tiempo quien define qué tan fuerte son los lazos, por ser mi gran amor y amigo, por apoyarme en todas mis necesidades, simplemente por ser tú. Y a tu familia por aceptarme, aún sin conocerme del todo.

A mis primos, Augusto, Deyanira, Abril, Damián, Jorge, Julia, Luis, Isaac, Diego y Mariana, porque aunque en la actualidad no hablé mucho con ustedes, hay muchos recuerdos valiosos de mi infancia donde todos están.

A los Cruz; David, Jesús, Isaac, Jorge y Silverio.

Al Aracnoteam, Mariana, Salgueiro, Dulce, Andrés, Uriel, y Leonel, por su gran amistad, porque de ustedes aprendí demasiado y todos son un ejemplo a seguir.

A mis amigas de gimnasia, Beatriz, Daniela y Jaquelin por los años de amistad y paciencia.

A mis entrenadores, Gustavo Salazar y Fabiola Espindola, porque me han enseñado a creer en mí misma.

A mis amigos, Annette Rivera, Vicente Castillo, Nancy Olivia, Marianita, Alejandra, Francisco, Angelica, Valeria y Shamayim, por brindarme su amistad a lo largo de todo este tiempo.

Agradecimientos

Al M. en C. Arturo García Gómez por aceptarme como su alumna, porque me enseñó más que solo ciencia, por su eterna paciencia, por su gran amistad, por siempre resolver mis dudas y por divertirse al dejarme cometer errores.

Al Dr. José Guadalupe Palacios Vargas por darme la gran oportunidad de entrar a este gran laboratorio y por impulsar mi desarrollo científico en muchas maneras.

Al Dr. Fernando Alvarez Padilla porque me enseñó lo que es ser un biólogo en muchos aspectos, porque lo en principio pareció tortura, se volvió pasión, porque me enseñó que nunca se sabe lo suficiente de todo y porque nunca ha perdido su humildad.

Al Dr. Juan Bibibiano Morales Malacara por insistir en abrir el Taller de Bioespeleología: Fauna de las Cavernas, sin el cual seguramente no hubiera llegado hasta aquí, por hacernos participar en la Semana de Cuevas y por su apoyo incondicional.

A la Dr. Rosa Gabriela Castaño Meneses porque todas sus correcciones me hicieron ver un panorama diferente al de mi tesis.

A la Dr. Blanca Estela Recarmier por proporcionarnos su apoyo en cualquier momento.

A todos los miembros del Laboratorio de Ecología y Sistemática de Microartrópodos; a Isaac Leal-Cruz, a Leonel Pérez, a Ricardo Iglesias, al Dr. Hugo, a Daniela, a Judith, a Montserrat, a Elsa, a Angela, a María, a Elihú porque sé que siempre estarán ahí para apoyar a quién lo necesite.

Al Dr. A. Sendra por aclararme muchas dudas importantes, por ofrecerme la oportunidad de trabajar con él y por proporcionarme material bibliográfico, sin el cual este trabajo no hubiera podido llevarse a cabo.

Al Dr. Y. Bu por proporcionarme material bibliográfico invaluable.

Al proyecto LE002 de CONABIO (Digitalización de Colecciones de la Facultad de Ciencias) a cargo del Dr. José G. Palacios Vargas, por permitirme conocer y aprovechar todo el conocimiento del Dr. A. Sendra.

Resumen

México es considerado un país megadiverso, con cerca de 100 mil especies descritas y bastante por descubrir; por ejemplo, en el caso de colémbolos, se han registrado varias especies nuevas en un solo estado de la república mexicana, denotando la gran cantidad de géneros y especies que aún hay por descubrir; lo mismo ocurre con los dipluros, siendo un grupo aún menos estudiado que los Collembola. Además, la creciente tasa de extinción hace imprescindible la identificación de la fauna mexicana.

En general, los microartrópodos, son unos de los grupo de artrópodos que se les puede encontrar en cualquier ambiente, desde selvas hasta desiertos, sin embargo han recibido poca atención ecológica y taxonómica por su talla pequeña (128µm- 2mm), exceptuando a parte a los Collembola.

Entre los microartrópodos, encontramos a los Diplura, grupo poco trabajado en el mundo tanto en su taxonomía como en su ecología, desconociendo su función dentro de los diversos ecosistemas, razón por la cual consideramos importante su diversidad en los ecosistemas de México.

En México los dipluros cuentan con un registro de seis familias; una de ellas, Parajapygidae, que está representada por dos géneros, siendo *Parajapyx*, el de mayor distribución, con presencia en 11 estados y con un total de 23 morfoespecies.

Dentro del presente trabajo se describió tres nuevas especies, para los estados de Quintana Roo, Veracruz y Jalisco, además se redescibió a *Parajapyx (Parajapyx) aztecus* para el estado de Chiapas, especie descrita aproximadamente hace 50 años, actualizando sus caracteres morfológicos.

Cabe mencionar que algunas morfoespecies no se describieron, por falta de material biológico.

Éste trabajo constituye un punto de partida para futuras investigaciones, debido a que en el proponemos principios básicos a seguir para las nuevas descripciones, esperando de esta manera ir sintetizando en conocimiento del género *Parajapyx*.

Índice

Introducción.....	1
Clase Diplura.....	2
Órdenes.....	3
Distribución.....	4
Parajapygidae.....	6
Sistemática.....	6
Morfología externa.....	6
A) Hábitus.....	6
B) Color.....	7
C) Cutícula.....	7
D) Sedas.....	7
E) Cabeza.....	7
F) Antenas.....	8
G) Mandíbulas.....	8
H) Maxila.....	8
I) Labio.....	8
J) Mentum.....	9
K) Tórax.....	10
i) Dorsal.....	10
ii) Ventral.....	10
iii) Estigmas.....	11
L) Patas.....	11
M) Abdomen.....	11
i) Segmentos de I-VII.....	11

a) Terguitos.....	11
b) Esternitos.....	11
ii) Uritos VII-X.....	12
N) Órganos subcoxales.....	12
i) Sedas glandulares.....	12
ii) Sedas acompañantes.....	12
iii) Sedas sensoriales.....	12
O) Genitales.....	14
P) Cercos.....	14
Desarrollo postembrionario.....	15
Géneros de Parajapygidae.....	16
<i>Ectajapyx</i>	16
<i>Miojapyx</i>	17
<i>Lacandonajapyx</i>	17
<i>Parajapyx</i>	18
Morfología externa.....	19
Mandíbula.....	19
Maxila.....	19
Órganos subcoxales.....	19
Estilos.....	19
Vesículas everibles.....	19
Cercos.....	19
Subgenero: <i>Parajapyx</i> (<i>Parajapyx</i>).....	20
Subgenero <i>Parajapyx</i> (<i>Grassjapyx</i>).....	20
Objetivo General.....	21
Objetivos particulares.....	21

Método.....	21
Justificación.....	22
Resultados.....	23
Quetotaxia.....	23
Distribución de <i>Parajapyx</i> en México.....	27
Clave para las especies del género <i>Parajapyx</i> en México.....	28
<i>Parajapyx</i> sp. nov. 1.....	30
<i>Parajapyx</i> sp. nov. 2.....	35
<i>Parajapyx</i> sp. nov. 3.....	41
Redescripción de <i>Parajapyx isabellae aztecus</i>	47
Discusión y conclusiones.....	53
Bibliografía.....	58
Apéndice. Abreviaturas utilizadas.....	61

Estudio taxonómico de *Parajapyx* (Diplura: Parajapygidae) en México.

Introducción

El *phylum* Arthropoda (*árthron*, “articulación”; *poús*, “pie”) se caracteriza por tener apéndices articulados, un exoesqueleto de quitina y segmentos organizados en unidades funcionales, llamados tagmas. Pertenecen al grupo de los Ecdisozoa, aunque unidos por evidencia molecular, de manera general, podemos decir que son aquellos animales que llevan a cabo el proceso de ecdisis (Edgecombe, 2009).

Los artrópodos son el grupo de animales más diverso que existe, con alrededor de 1 millón de especies descritas, colonizando todos los ambientes, incluidos ambientes hostiles, como los desiertos y polos. Recientes estudios morfológicos y moleculares han dividido a los artrópodos en seis principales grupos: *Chelicerata*, *Myriapoda*, *Oligostraca*, *Vericrustacea*, *Xenocarida* y *Hexapoda* (Regier *et al.*, 2010)

Hexápoda, comúnmente llamados insectos, son el *subphylum* más diverso dentro de los artrópodos, se diagnostican por presentar tres tagmas: cabeza, abdomen y tórax; y tres pares de patas cada uno insertado en un segmento diferente del tórax (Trautwein *et al.*, 2012). Se dividen en dos grupos, en referencia a sus estructuras bucales; los ectonagta o insecta *s.s.* y los entognata, en estos últimos se encuentran las clases Collembola, Protura y Diplura.

Los Diplura (*diplos-* doble, *oura-* cola) son un grupo de hexápodos, apterigotos, establecido por Börner (1904 *In Paclt*, 1957), reconocidos por la presencia de dos cercos terminales (Arnett, 2000). Filogenéticamente se agrupan con Protura y Collembola, aunque morfológicamente son más parecidos a Thysanura (Insecta), por lo en algún momento fueron incluidos con ellos (Ferguson, 1990).

En su medio natural, los podemos encontrar con relativa frecuencia (10% de la fauna de artrópodos por muestra) (Gunn, 1992), principalmente en época de lluvias. Los medios en los que habitan incluyen suelos húmedos, hojarasca, debajo de troncos, rocas y además del dosel (Arnett, 2000). Se les ha encontrado frecuentemente en las cuevas y grutas, existiendo

especies troglófilas y troglobias; además se han llegado a coleccionar en zonas áridas, que puede considerarse un ambiente poco favorable para este grupo, como el matorral xerófilo, en especial bajo cactáceas en descomposición (Palacios-Vargas & García-Gómez, 2013).

En la actualidad la monofilia de los dipluros es aceptada (Koch, 2009 en Barnard 2011), conociéndose dos subordenes: Rhabdura (Campodeidae), con cercos multiarticulados débilmente esclerosados, y Dicellurata (Japygoidea), cercos uniarticulados y fuertemente esclerosados.

Paclt (1957), señala que el primer dipluro descrito fue *Pediculus terrestris neveux* Linné, 1746, sin ser un nombre binario. Posteriormente, Westwood en 1842 (Ionescu, 1955), describió a *Campodea staphylinus*, dentro de los Thysanura *s. l.*, además menciona que Börner (1904 In Paclt, 1957) hace una revisión de Apterygota, asignándole el nombre de Diplura, separándolos así de los tisanuros.

Clase Diplura, Börner 1904

Los dipluros son hexápodos apterigotos, pequeños de 2 a 10 mm, excepto *Heterojapyx* en Australia con 4 cm, y *Dinjapyx* de Bolivia, con 5 cm (González, 1964). Presentan cuerpo alargado, antenas multiarticuladas moniliformes (el último y penúltimo artejo comparten musculatura), sin ojos, ni ocelos, ni órgano temporal; son entognatos, con aparato bucal contenido dentro de la cápsula cefálica, con mandíbula monocóndilar, generalmente de tipo masticador, sin placas molares; la galea es simple o en forma de cucurucho, con una prosteca móvil, además portan un palpo simple o biarticulado (Denis, 1965; Palacios-Vargas & García Gómez 2013).

Las patas están divididas en cinco segmentos: coxa, trocater, fémur, tibia y tarso, y además tienen la presencia de sedas en los pretarsos, con dos o tres uñas (Denis, 1965).

El abdomen comprende diez segmentos; los segmentos I-VII o II-VII con estilos latero-ventrales y vesículas eversibles; gonoporo entre los segmentos VIII y IX. Cercos presentes,

muliarticulados filamentosos o uniarticulado con forma de pinzas; algunas especies pueden tener una glándula de seda.

Órdenes

Los dipluros, se divide en dos órdenes: Rhabdura y Dicellurata (Pagés, 1989) o bien en Campodeoidea y Japygoidea (Bach *et al.* 1999), estos últimos en la actualidad son los más utilizados; aunque ambos son equivalentes y aceptados.

Los Rhabdura o Campodeoidea tienen el cuerpo poco esclerotizado, con muchas sedas, sin estigmas respiratorios abdominales, pero con tres pares en el tórax, prosteca en la mandíbula, cercos multiarticulados de diferentes formas, pero nunca espiniforme (Richards & Davis, 1980; Bach *et al.*, 1999; Fig 1 C).

Mientras los Dicellurata o Japygoidea presentan un cuerpo con pocas sedas, sin prosteca; con dos pares de estigmas respiratorios; un par en el mesotórax y otro en el metatórax, además de nueve pares en el abdomen, los segmentos abdominales del VII-X están más esclerotizados tornándose oscuros, cercos cortos unisegmentados en forma de pinza (Fig. 1 A), En este suborden también se encuentran los Anajapygidae, poco comunes y estudiados, con la característica de tener cercos cortos y anillados. (Richards & Davis, 1980; Bach *et al.*, 1999; Fig. 1 B).

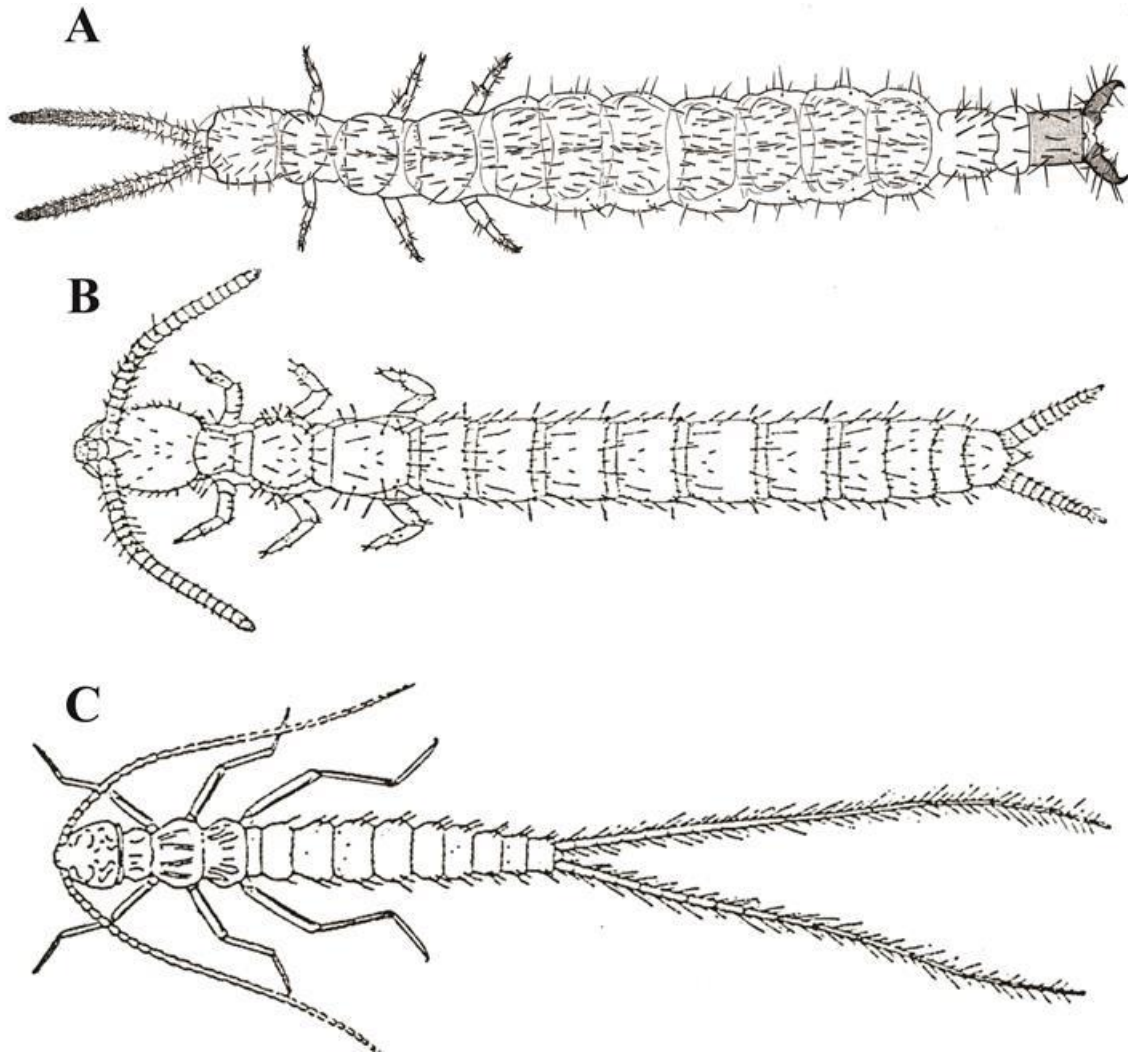


Figura 1. A) *Parajapyx (Parajapyx) isabellae* (Tomado de Sendra et al., 2004), B) *Anajapyx vesiculosus*, C) *Plusiocampa balsani* (Tomados de Denis, 1965).

Distribución

Los Diplura pueden ser considerados de distribución cosmopolita, a excepción de los polos, encontrándose diez familias, divididas en 133 géneros y de 976 especies (Sendra, 2006; Cuadro 1). En México, se han registrado seis familias (Campodeidae, Anajapygidae, Projapygidae, Evalljapygidae, Japygidae y Parajapygidae; Cuadro 2), con 17 géneros y 48 especies (Palacios-Vargas & García-Gómez, 2013).

Cuadro 1. Registro de dipluros descritos en el mundo (Sendra, 2006).

<i>Taxa</i>		<i>Géneros</i>	<i>Especies</i>
Diplura		133	976
Dicellurata		82	528
	Anajapygidae	2	8
	Dinjapygidae	1	6
	Japygoidae	71	408
	Octostigmatidae	1	3
	Parajapygidae	3	62
	Projapygidae	4	41
Rhabdura		51	448
	Campodeidae	50	446
	Procampodeidae	1	2

Cuadro 2. Distribución de las familias de Diplura en México (Palacios-Vargas y García-Gómez, 2013).

	<i>Campodeidae</i>	<i>Anajapygidae</i>	<i>Projapygidae</i>	<i>Evalljapygidae</i>	<i>Japygidae</i>	<i>Parajapygidae</i>
Baja California				X		
Campeche	X				X	X
Chiapas	X					X
Chihuahua						X
Distrito Federal	X			X	X	X
Durango						X
Guerrero	X				X	X
Hidalgo	X			X		X
Jalisco	X			X		X
Edo. de México	X					X
Michoacán					X	X
Morelos	X				X	X
Nayarit						X
Nuevo León	X					
Oaxaca	X	X	X	X		X
Puebla	X			X		
Querétaro	X			X		
Quintana Roo		X		X	X	X
Sal Luis Potosí	X				X	X
Tabasco	X		X		X	X
Veracruz	X	X		X	X	X
Yucatán						X
Zacatecas	X					

Como se puede observar en el Cuadro 2, Parajapygidae es una de las familias con más amplia distribución en el país, presente en 18 de los 23 estados en los que se tienen registros de dipluros en México.

Parajapygidae, Womersley, 1939

Sistemática

Parajapygidae (Pagés, 1952a), fue establecida con *Parajapyx isabellae* Grassi, 1886; es una de las familias con menos especies descritas (62) dentro de los Diplura, con sólo cuatro géneros (Sendra, 2006; García-Gómez, 2009; Cuadro 3); *Ectasjapyx* Silvestri, 1929, *Miojapyx* Ewing, 1941, *Parajapyx* Silvestri, 1903 y *Lacandonajapyx* García-Gómez, 2009; estos dos últimos presentes en México.

La familia se caracteriza, por antenas sin tricobotrias, mandíbula con el diente apical más alargado, lámina superior del lóbulos interno estrecha, afilada y aguda; sin palpo labial, en su lugar se observan dos sedas normales, además de una seda robusta y de mayor tamaño. En los esternitos abdominales II-III, presentan vesículas eversibles. Cercos subsimétricos, con 4 a 7 dientes en el margen interno (Bu *et al.* 2012).

Es una familia con amplia distribución, sin embargo, solo el género *Parajapyx* se considera cosmopolita, mientras que *Miojapyx* solo se encuentra en Estados Unidos (Allen 2002), *Ectasjapyx* en Angola, África; y *Lacandojapyx* en Chiapas, México(García-Gómez, 2009).

Morfología externa.

A) Hábitus

Forma alargada, deprimidos dorso-ventralmente, todos los segmentos son iguales y sus bordes laterales son más o menos paralelos al eje del cuerpo. Su tamaño varía entre 1 mm y menos de 1 cm (Delamare-Deboutteville, 1947; Fig.1 A).

B) Color

Poco pigmentado, excepto el urito X que siempre es de color más oscuro, en ocasiones los uritos VIII-IX pueden estar ligeramente teñidos de color marrón, el resto del cuerpo es amarillo paja o blanco. Se ha observado que la mayoría son blancos cuando han mudado recientemente y más “coloridos” cuando están cerca de mudar (Pagés, 1952a). Por lo que el color no constituye ninguna característica taxonómica relevante.

C) Cutícula

Se distinguen fácilmente celdas hexagonales que miden en promedio 1.25 μm . En algunos casos, las celdas de los segmentos abdominales del VIII-IX, son más grandes y menos numerosas, formando una red irregular entre ellas (Pagés, 1952a; Fig. 2 C).

D) Sedas

De manera general se habla de macrosedas (M), siendo las sedas de mayor talla que poseen alveolos en una posición fija; de sedas típicas (s), generalmente más pequeñas que las macrosedas, con una posición relativamente fija en la mayoría de las especies, la cual puede modificarse en el área del segmento o desaparecer de acuerdo a su estadio de desarrollo; por último están las sedas adicionales, que se caracterizan por su inestabilidad ya que nunca se encuentran en el mismo lugar entre las diferentes especies.

E) Cabeza

La cápsula cefálica es sub-rectangular, generalmente más larga que ancha (García-Gómez 2003), la fase tergal (vertex) está cubierta de sedas de diversos tamaños y en número variable según la especie, dispuestos en 4-5 hileras longitudinales. Existe una sutura en forma de “Y” localizada justo a la mitad del vertex; la rama longitudinal posterior de la sutura, generalmente no tiene sedas, en el otro extremo se localizan dos líneas transversales muy finas, más o menos curvas a menudo invisibles, sus extremos posteriores terminan en un cóndilo, a veces se extienden por un apodema, delimitando la región occipital del vértice (Paclt, 1957; Fig. 2 A).

F) Antenas

De 18 a 24 artejos en las especies conocidas, su quetotaxia no ofrece un carácter sistemático específico. Los primeros 5 o 6 artejos presentan una espiral de sedas rectas, los artejos restantes presentan, 2 o 3 sensilas basiliformes (SB) rectas o ligeramente dobladas cuyos alveolos son anchos en la base y se vuelven delgados hacia el ápice, lo que les da la apariencia de una llama de vela (Pagés, 1952a); dichas sensilas, se encuentra entre otras sedas rectas (Pagés, 1952a). En el ápice antenal se observan dos pares de sensilas placoides, un par anterior y otro posterior (Pactl, 1957; Fig 2 B).

G) Mandíbulas

Los estípites son largos, la parte apical se ensancha y los dientes son variables en número de acuerdo al género. Por lo general, el diente externo de la parte apical es el más grande y está arqueado en forma de gancho; los dos siguientes son más pequeños y ligeramente curvos (Pactl, 1957, Fig. 2 E). Los demás dientes son variables de acuerdo al género y nunca se superponen, como en Japygidae (Pagés, 1952a).

H) Maxila

El lóbulo externo porta un palpo biarticulado, cilíndrico con unas pocas sedas cortas y gruesas. El lóbulo interno está curvado en forma de gancho, su borde interior porta 5 lamelas; la primera pegada al lóbulo interno, es la más delgada y lisa, las siguientes 4 son más largas y están pectinadas; la segunda lamela es la más grande y amplia de todas, la tercera es mucho más pequeña, estrecha en la base y se ensancha hacia las pectinas, las últimas dos lamelas tiene las pectinas idénticas a la segunda lamela, pero de menor tamaño (Pagés, 1952a; Fig. 2 D).

I) Labio

Compuesto de dos lóbulos, sin sutura que lo separe del mentum (m); además presenta 2 o 3 filas de sedas a lo largo de su borde frontal, mismo que está provista de una ranura. El lóbulo interno (li) es casi indistinguible, su superficie es redondeada portando una seda (Pagés, 1952a; Fig. 4 B)

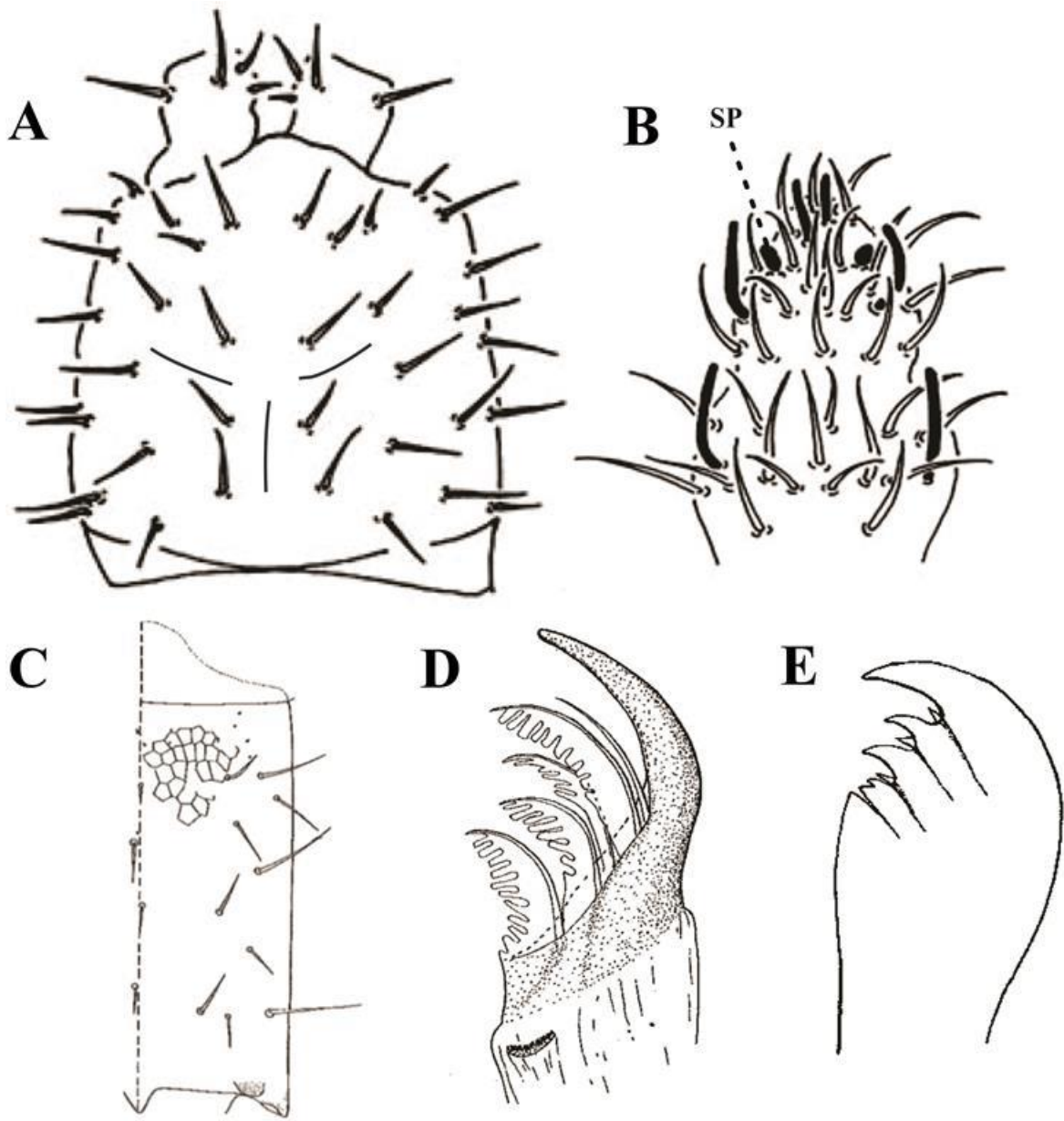


Figura 2. A) Cabeza vista dorsal y B) Último artejo antenal de *Lacandonajapyx cristinae* (modificado de García-Gómez, 2009), C). Urito X vista dorsal de *Parajapyx (P.) schusteri* (modificado de Nosek, 1981), D). Maxila y E) Mandíbula de *Parajapyx (P.) isabellae* (modificado de Pagés, 1952a).

J) Mentum

El mentum se encuentra dividido por una línea media longitudinal, sin palpos, en su lugar existe una seda larga y gruesa acompañada de dos sedas más cortas; en el borde interior lateral del mentum se encuentran dos grupos variables de sedas (Silvetri, 1939; Fig. 4 C).

El admentum (ad) y submentum (sm) son típicos de los dipluros, cubiertos con sedas de diferentes tamaños, las más grandes aparentemente tienen una posición fija; pero sin datos al respecto (Pagés, 1952a; Fig. 4 C).

K) Tórax

- i. Dorsal.- Pronoto sin prescuto y subcircular (Fig. 3 A) Meso y metanoto con un prescuto. La quetotaxia es variable de acuerdo al género y especie en estudio (Delamare-Deboutteville, 1947).

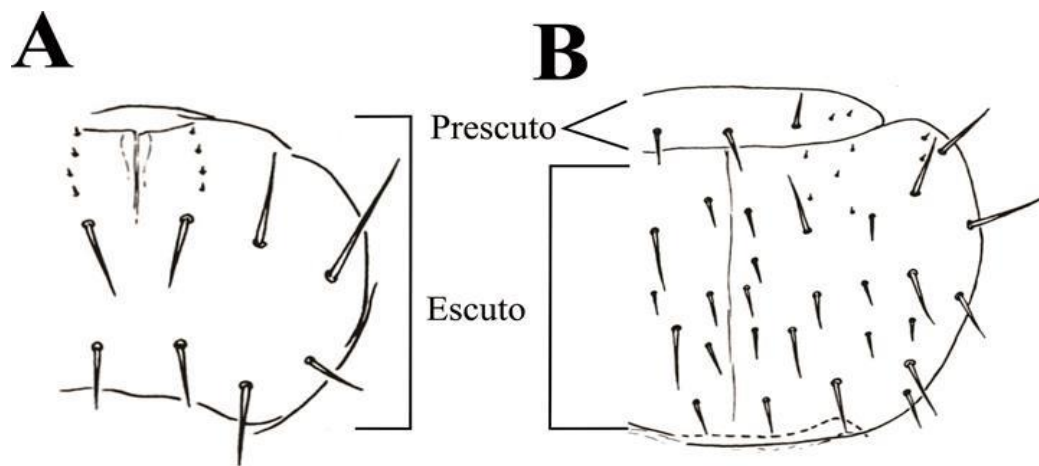


Figura 3. *Parajapyx botonsaneanui* tomado de Pagés, 1973. A) Pronoto, B) Terguito, segmento abdominal VII.

- ii. Ventral.- Cada segmento incluye: un presternito (ps), con varias divisiones laterales secundarias; dos lateropleuritos (lp); dos merosternitos (mr), distinguibles por un proesterno (pm) cubierto por el trocánter (tr) (Pagés, 1952a). Hay tres apodemas esternales como en Japygidae (Figueiredo, 2009); dos anteriores y uno posterior que termina en forma de media luna bajo el presternito del segmento posterior. Estos a su vez dividen al esternito en tres zonas; los dos apodemas anteriores que se articulan en la parte interna de la coxa delimitan la zona central del esternito junto con el merosternito y el borde posterior del presternito. y a los lados forman las zonas infracoxales delimitadas por la inserción de patas y los apodemas exactamente donde se bifurcan. Todas con diferentes tipos de sedas (Pagés, 1989; Fig. 4 A).

- iii. Estigmas: Hay dos pares laterales, uno entre el esternito del prosterno y el presternito del mesosterno y el otro al nivel de los lateropleuritos del metasternito (Allen, 2002).

L) Patas

Similares en tamaño a las otras familias de dipluros epigeos. Dos uñas asimétricas, la anterior más pequeña que la posterior; además presenta un unguis de aspecto membranoso y una seda pretarsal, ambos bien desarrollados (García-Gómez, 2003). La quetotaxia desde el punto de vista del reconocimiento de especies no ha sido tomada en cuenta. Todas las sedas son rectas excepto las sedas apicales de los tarsos, que puede ser simples, aplanadas, rectas, curvas o lisas (Pagés, 1952a).

M) Abdomen

- i. Segmentos de I-VII
 - a) Tergitos.- El prescuto de los segmentos I-VII, presentan menos de 4 sedas. El terguito I con sólo un paratergito, y los restantes (II-VII) con dos; el paratergito anterior, es más pequeño portando una macroseda; paratergito posterior con dos sedas, una macroseda anterior y otra posterior, en el borde lateral del terguito (Pagés, 1989).
 - b) Esternitos.- Los esternitos disponen de un presternito con sedas que varían de acuerdo a la especie. El esternito I porta los órganos subcoxales sin vesículas eversibles; del II al III presentan un par de vesículas eversibles (Pagés, 1952a); los segmentos restantes no presentan vesículas, sin embargo, se aprecia una línea media formada por un par de músculos, que se insertan en la membrana intersegmentaria, siendo un remanente de las vesículas que existen en las otras familias (Pagés, 1989).

Todos los esternitos tienen un par de estilos triangulares, caracterizados por la presencia de un cono accesorio más desarrollado que en otros japígididos. En los segmentos I-III se presentan dos sedas en el borde interno de los conos: una

proximal, gruesa parecida a una sensila; y una distal, lisa y recta. Los esternitos IV-VII sólo presentan una seda (Pagés, 1952a).

ii. Uritos VIII-X

Estos segmentos, llamados uritos, se caracterizan por estar soldadas las placas de los esternitos, pleuritos y tergitos, formando un anillo; no poseen préscutum ni estilos (Delamare-Deboutteville, 1947). Las longitudes de los uritos son variables de una especie a otra y no se puede utilizar para delimitar géneros (Pagés, 1989).

El urito X difiere del resto de los japígididos por dos cualidades: la primera es el acropigio, siendo triangular o subtriangular, raro en otros japígididos; y segunda, la presencia de una placa sub-anal (hipopigidio) siempre desarrollada, la cual está reducida o ausente en Japygidae.

El hipopigidio es una lámina de contorno semi-elíptico incrustada en medio de una sinuosidad, de bordes arqueados o casi rectos; puede presentar tubérculos de diversas formas, dispuestos en una o más filas, la parte inferior de la sinuosidad puede ser aguda, semi-circular o recta, Pagés (1952a).

N) Órganos subcoxales

Cada órgano subcoxal ocupa aproximadamente 1/3 del ancho del esternito I, pudiendo variar dependiendo de la especie. Se componen de sedas glandulares, acompañantes y sensoriales, en número variable, dispuestas en uno o dos verticilos (Pagés, 1989; Fig. 4 C), Pagés (1952a) las describe de la siguiente forma.

- i. Sedas glandulares, rectas, no se alcanza a distinguir la base, sólo se observa el conducto excretor y las células del canal.
- ii. Sedas acompañantes, se localizan por encima de las sedas glandulares, sobre el esternito.
- iii. Las sedas sensoriales siempre por debajo de las sedas glandulares, son más o menos largas y tienen una base circular clara, con muy poco color, lo que hace difícil su observación.

- iv. 1+1 sedas muy cortas en el borde posterior del esternito a lado de los órganos subcoxales. Estas sedas se encuentran en los esternitos II-VII en la misma ubicación.

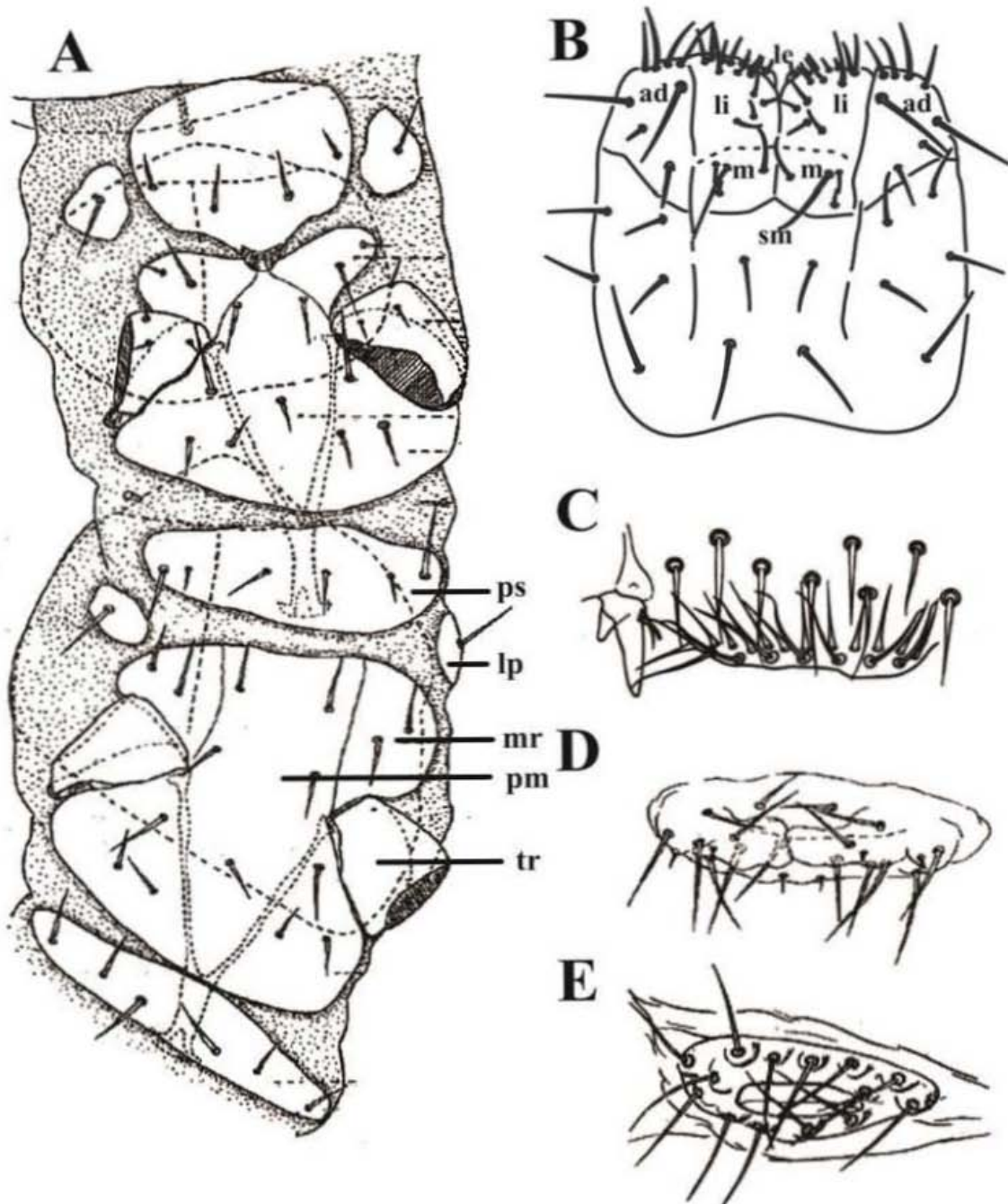


Figura 4. A) *Parajapyx* sp., esternitos del pronoto y del mesonoto; presternito (ps), lateropleurito (lp), merosternitos (mr), proesternito (pm) trocánter (tr) modificado de Pagés, 1952a, B). Cabeza vista ventral de *Parajapyx* sp.; mentum (m) admentum (ad), submentum (sm), lóbulo interno (li) y lóbulo externo (le), C) Subcoxa de *P. (P.) strinatti* tomado de Pagés, 1975, D) Papila genital de hembra, *P. (P.) botonsaneanui* tomado de Pagés, 1973, E) Papila genital de macho, *P. (P.) isabellae* tomado de Pagés, 1973.

O) Genitales

La abertura genital es una hendidura longitudinal, con bordes menos gruesos que los encontrados en Japygidae, siempre situado en el medio de la membrana intersegmentaria entre los segmentos abdominales VIII-IX.

- i. Papila del macho.- En forma de óvalo membranoso, alargado longitudinalmente. Sin apéndices genitales, presentan una corona de sedas largas y lisas que rodean la abertura genital; su borde es más grueso que el resto de la papila. En *Parajapyx* se observa una línea longitudinal de la abertura genital, cortado la papila en dos partes subiguales (Pagés 1989; Fig. 4 E).
- ii. Papila de la hembra.- Se reconoce por la base y las valvas. La primera es un poco elevada. Con una veintena de sedas en cada lado, además de 2 a 4 microsensilas, colocada sobre una pequeña base semiesférica, parecidas a las sedas glandulares de Japygidae, pero sin observar una glándula o célula glandular (Pagés, 1989). Existen tres valvas, dos superiores y una inferior, las primeras son simétricas y dos veces más pequeñas que la inferior, las tres tienen numerosas sedas, además de 1+1 microsensilas en la valva inferior (Pagés, 1952a; Fig. 4 D).

P) Cercos

Se localizan en el urito X, son estructuras más o menos alargadas, dependiendo de la especie, terminan en punta afilada, curva y elevada internamente (Delamare-Deboutteville, 1947).

Los cercos son subsimétricos, con cuatro o cinco dientes en el margen interno. El primer diente es el proximal (D1), el quinto el distal (D5), todos tienen forma triangular y pueden mostrar protuberancias anteriores o posteriores, su punta puede estar dirigida hacia la base del cerco o perpendicular al margen interno (Pagés, 1952a; Fig. 5).

Además de los dientes, se encuentran orificios o poros glandulares ubicados en la parte dorsal del cerco (Silvestri, 1948). Pagés (1952a) menciona que dichas estructuras son

placas o superficies de evaporación, y en cada uno de ellos hay un canal glandular cubierto por cutícula, que inicia en el margen interno del cerco.

Cabe señalar, que dichos poros pueden presentar diversos tamaños y/o número de ellos, de tal forma no son considerados como carácter diagnóstico en las especies.

Desarrollo postembrionario

Todos los dipluros se reproducen mediante espermátóforos, que generalmente van dejando los machos, de manera azarosa, en presencia o ausencia de las hembra que, posteriormente toman e introduce en su apertura genital; una vez fertilizados los huevecillos, son depositados en forma de racimos en diversos sustratos (Ferguson, 1990).

En los parajapígididos, como en casi todos los japígididos, presenta cuidado parental por parte de la hembra, desconociéndose las funciones conductuales de dicha actividad, al realizarse en cavidades subterráneas (Smith, 1960). En *P. (P.) isabellae*, sus huevecillos han sido encontrados bajo el suelo, alrededor de 60 cm de profundidad (Fig. 5 A), cada racimo consiste en cuatro huevos sujetos al techo de la cavidad subterránea; cada huevo es elipsoidal, un poco aplanados de la parte donde se sujetan al sustrato, además se pueden distinguir dos regiones, la anterior, de una tonalidad parda oscura, y la posterior amarillenta (Smith, 1960; Fig. 5 B).

Posteriormente, presentan cuatro estadios juveniles antes de llegar al estado adulto, los cuales en su mayoría los describe Smith (1960) y Pagés (1952a).

El juvenil I (Fig. 5 C): es sésil y permanece anclado a la cascara del huevo con cercos rudimentarios, su cuerpo está curvado en forma de “C”, todos los individuos quedan en la misma dirección, para que la hembra puede posarse sobre de ellos. Dicho estadio carece de sedas, presentando dos artejos antenales, las piezas bucales consisten en nueve lóbulos, los cuales darán lugar a labro, mandíbula, galea, lacinia y labio, los segmentos torácicos no se distinguen, las patas presentan coxa, fémur, tibia y tarso sin uñas; no presentan estilos ni órganos subcoxales, y los cercos, sin dientes, están esclerosados.

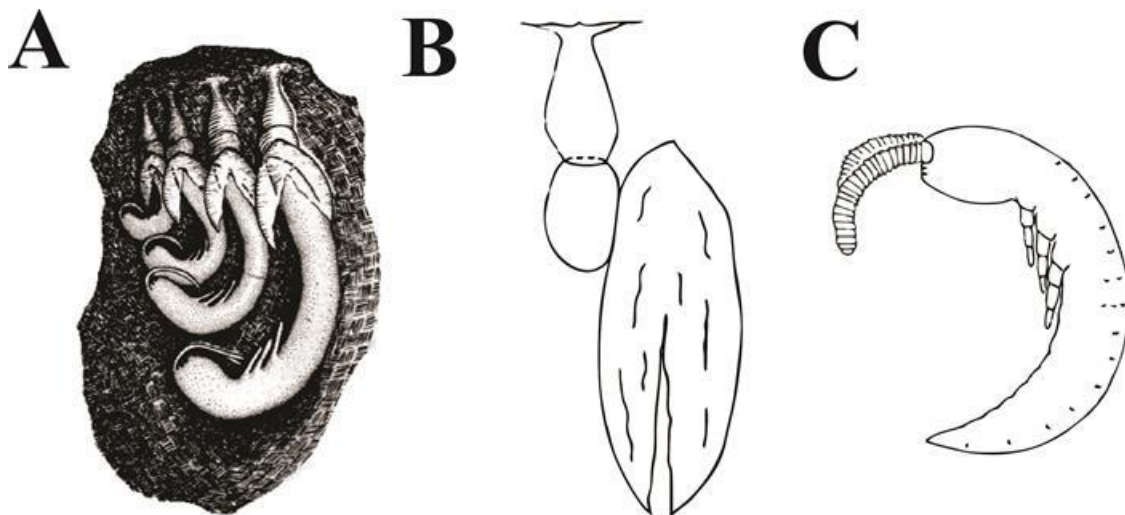


Figura 5. *Parajapyx (Parajapyx) isabellae* A) Primero estadios de su desarrollo dentro de la cavidad subterránea, B) Huevecillo, C) Juvenil I. Tomado de Smith, 1960.

Juvenil II: presenta el total de artejos antenales, probablemente cuenta ya con todas las macrosedas del cuerpo, además de uñas y el tarso con dos sedas largas; también se observa una diminuta papila genital con una seda glandular y la espermateca es apenas distinguible.

Juvenil III: espermateca perfectamente distinguible, entre los segmentos VII-VIII del abdomen.

Juvenil IV: papila genital con dos sedas glandulares, la espermateca se alarga hasta el segmento abdominal VII, pero carece de las circunvoluciones.

El adulto se forma hasta el quinto estadio, aumentando más del doble de su tamaño, en comparación al juvenil I, con tres sedas glandulares en la papila genital, y la espermateca entre los segmentos abdominales VI-VII.

Géneros de Parajapygidae

Ectajapyx Silvestri, 1929

Endémica de Angola, África

Mandíbula. Los estípites son estrechos y largos, se ensanchan en la parte apical presentando cuatro dientes; el primero es curvo y los restantes son más pequeños, espaciados entre ellos;

los dientes tres y cuatro tienen protuberancias más o menos marcadas, además están acompañados por tres denticulos que se intercalan entre ellos.

Maxilas. La longitud de la primera lamela, es aproximadamente la mitad del tamaño de la segunda lamela, las tres restantes son típicas de la familia Parajapygidae.

Vesículas eversibles en los segmentos abdominales II-III, alargados, pero poco quitinizados, de tal manera que no se logran distinguir bien los bordes en el segmento (García-Gómez, 2009).

Todos los uritos presentan el mismo tamaño, contrario a *Parajapyx* donde el IX es más corto.

Órganos subcoxales. Sedas glandulares cortas y sedas sensoriales largas, uniseriadas.

Cercos. De 5 a 7 dientes (García-Gómez, 2009; Cuadro 3).

***Miojapyx* Ewing, 1941**

Endémica del Sur de Estados Unidos.

Existe poca información acerca de este género, pero su principal característica es la ausencia de vesículas eversibles en los esternitos II-III.

Antenas. 20-21 artejos, sin sedas sensoriales.

Abdómen. Todos los uritos presentan el mismo tamaño.

Cercos. Con cinco dientes (Cuadro 3).

***Lacandonajapyx* García-Gómez, 2009**

Endémica de Chipas, México

Mandíbula. Con cinco dientes y tres denticulos entre ellos.

Maxila. Lámina distal de la lacinia falciforme, posteriormente presenta cinco láminas, la primera (distal) lisa, y las restantes pectinadas; gálea simple no esclerosada.

Antenas. Con 18 artejos.

Cercos. Sin orificio glandular, con cuatro dientes internos, tres de ellos, casi al final del cerco; el cuarto se encuentra en la parte basal, de gran tamaño aproximadamente cinco veces más grande que los anteriores (Cuadro 3).

Cuadro 3. Diferencias diagnósticas de los cuatro géneros de Parajapygidae, tomado de García-Gómez (2009).

	<i>Parajapyx</i>	<i>Ectajapyx</i>	<i>Miojapyx</i>	<i>Lacandonajapyx</i>
Mandíbulas				
Dientes	5	4	?	5
Denticulos	4	3	?	3
Vesículas en el abdomen II-III	Presentes	Presentes	Ausentes	Presentes
Segmento VII y uritos VIII-X del mismo tamaño	no	si	si	no
Orificio glandular cerca del cerco	si	?	?	no
Dientes internos del cerco	4-6	5-7	5	4

***Parajapyx* Silvestri, 1903**

El género *Parajapyx* fue establecido por Silvestri (1903 en Paclt 1957) para la especie *P. (P.) isabellae*. Se caracteriza por tener una mandíbula con cinco dientes y cuatro denticulos, maxila con el primer lóbulo delgado y los otros pectinados, cuatro sensilas placoides en el artejo terminal de la antena, órgano subcoxal en el esternito I, vesícula eversible conspicua en los esternitos II-III, y cercos simétricos con 4-5 dientes internos (Pagés 1952a; Xie *et al.* 1992 en Bu *et al.*, 2012).

Para México sólo se tiene el registro de cinco especies, que se mencionan en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Especies de *Parajapyx* registradas en México (tomado de Palacios-Vargas & García-Gómez 2013)

<i>Taxa</i>	<i>Sitio de recolecta</i>
<i>Parajapyx (Parajapyx) bonetianus</i> Silvestri, 1948	Quintana Roo
<i>Parajapyx (Grassjapyx) grassianus</i> Silvestri, 1911	Quintana Roo, San Luís Potosí, Veracruz
<i>Parajapyx (Grassjapyx) mexicanus</i> Silvestri, 1948	Guerrero, Quintana Roo, Yucatán
<i>Parajapyx (Parajapyx) isabellae. azteca</i> Silvestri, 1948	Baja California Sur, Morelos, Veracruz
<i>Parajapyx (Parajapyx) intermedius</i> Silvestri, 1948	San Luís Potosí

Morfología externa.

Mandíbula

Los estípites son largos, formados por partes distintas: una basal y estrecha con bordes paralelos que van separándose en la parte más distal; y una parte terminal donde se insertan los dientes. La mandíbula está constituida por cinco dientes, los tres primeros fuertemente arqueados, el cuarto bífido y el quinto más pequeño; entre los dientes 1-4 existen pequeños denticulos (Pagés, 1952a).

Maxila

La longitud de la primera lamela, es un poco más grande que la mitad de la segunda lamela, los demás caracteres son típicos de la familia (Pagés, 1952a).

Órganos subcoxales

Ocupan un tercio de la distancia que hay entre los estilos, presentan sedas acompañantes sobre los esternitos, sedas glandulares en número variable, siempre largas y dispuestas en 2 o 3 verticilos transversales irregulares, sedas sensoriales largas uniseriadas, además se observan 1+1 sedas cortas entre los órganos (Pagés, 1952a).

Estilos

Estructuralmente sencillos, delgados, en ocasiones anchos, siempre presentan una seda y una sensila, además poseen una extensión en forma de cono (cono secundario, Pagés, 1952a).

Vesículas eversibles.

Dichas estructuras se encuentran en los segmentos II-III, pueden ser de diferente tamaño, dependiendo de la especie, y están bien definidas por la cutícula (Pagés, 1952a).

Cercos

Por la forma de margen interno los podemos dividir en dos subgéneros (Pagés, 1952a):

- i. *Parajapyx s. str.*; especie tipo *Parajapyx (Parajapyx) isabellae* Grassi, 1886. Se caracteriza porque los dientes 2 al 4 o del 3 al 5 están dispuestos sobre una curvatura del margen interno del cerco, quedando separados del diente 1 por una sinuosidad más o menos marcada (Fig. 6 A).
- ii. *Grassjapyx* subgénero; especie tipo *Parajapyx (Grassjapyx) grassianus* Silvetri 1911. Carece de curvatura en el margen interno del cerco (Fig. 6 B).

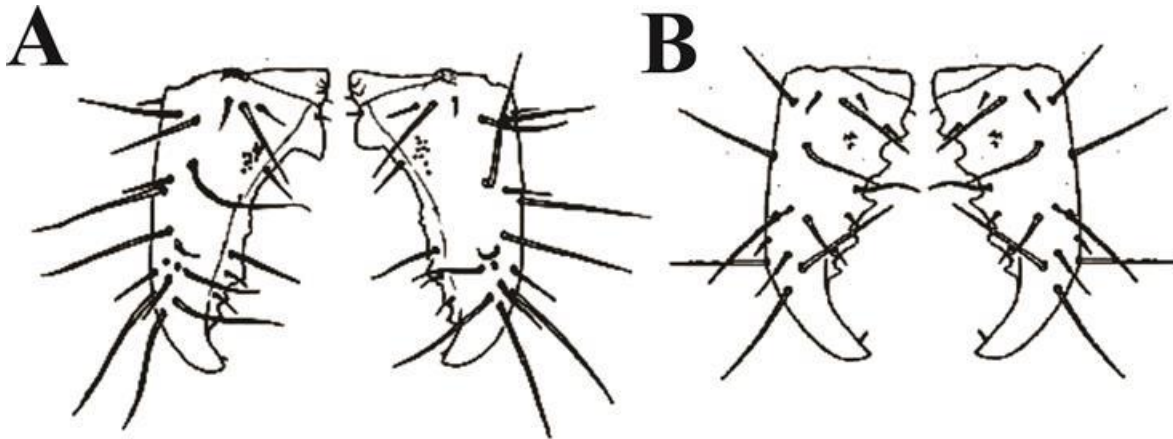


Figura 6. A) Cercos de *Parajapyx (Parajapyx) adisi* (Pagés, 2000), B) Cercos de *Parajapyx (Grassjapyx) luachimoanus* (Pagés, 1952a)

Objetivo general

- Contribuir al conocimiento del género *Parajapyx* en México, realizando una revisión taxonómica del material biológico de la colección del Laboratorio de Ecología y Sistemática de Microartrópodos, Facultad de Ciencias, UNAM.

Objetivos particulares

- Describir nuevas especies para el género *Parajapyx*.
- Elaborar claves de identificación para especies mexicanas de *Parajapyx*.
- Proponer un sistema quetotaxico estable para el género *Parajapyx*.
- Realizar las redescpciones que sean necesarias para las especies de *Parajapyx* en México.

Método

Se realizó una búsqueda extensiva de ejemplares pertenecientes al género *Parajapyx* en la Colección del Laboratorio de Ecología y Sistemática de Microartrópodos, de la Facultad de Ciencias (UNAM), se revisó tanto el material de colecta conservado en alcohol al 70%, así como en preparaciones semipermanentes.

De los *Parajapyx* que se encontraban en alcohol, se realizaron preparaciones semipermanentes en líquido de Hoyer, para ello, previamente se colocaron a los individuos en lactofenol con la finalidad de aclarar y ablandar el cuerpo para observar mejor la morfología del organismo. Existieron variaciones en el tiempo de permanencia en el lactofenol, en algunos casos requirieron unas 24 horas, mientras otros sólo de una hora.

También se realizó remontaje de algunos especímenes de *Parajapyx*, ya que al observarlos en el microscopio, no se distinguían estructuras importantes.

Una vez obtenidas las preparaciones, la identificación de los individuos se realizó en el microscopio óptico Carl Zeiss con diferentes objetivos 10X 40X y 100X. Posteriormente, se realizaron dibujos de las diferentes estructuras bajo un microscopio de contraste de fases Carl Zeiss y con ayuda de una cámara clara con diferentes objetivos 10X 40X y 100X.

Justificación

En México, los dipluros, son un grupo de hexápodos poco estudiados, considerándolos de poca importancia biológica, además, se han realizado recientes trabajos de dipluros (García-Gómez, 2003, Palacios-Vargas y García-Gómez 2013) observado una amplia diversidad y abundancia de organismos, principalmente en los Rhabdura. En el caso de Dicellurata, se encontró una amplia distribución de la familia Parajapygidae, representada por dos géneros en México, *Lacandonajapyx* endémica de Chiapas, y *Parajapyx* de amplia distribución (Cuadro 1), en este último solo se han descrito cinco especies, por lo que consideramos necesario su estudio para ampliar el conocimiento de la diversidad mexicana, además de ser un punto de partida para futuros trabajos, tanto taxonómicos como ecológicos.

Resultados

Quetotaxia

A pesar de que la mayoría de las especies de *Parajapyx* se describieron hace tiempo, aún se tienen problemas taxonómicos, principalmente en lo referente a su quetotaxia, debido a que cada investigador empleó una forma particular y diferente; con el fin de homogenizar criterios, en el presente trabajo se propone una quetotaxia estable a partir del análisis de las tres más relevantes (Cuadro 5), las cuales se analizan a continuación.

- Pagés (1952a), tiene la propuesta más precisa, en ella se emplean: sedas estables, llamadas macrosedas (M), generalmente son de mayor tamaño para los géneros, pero que pueden estar reducidas o ausentes entre las especies. También Pagés (1952a) menciona a las sedas suplementarias (s), de menor tamaño y posición variable entre especies, y ocasionalmente entre individuos (Cuadro 5).

Dicho trabajo tiene la desventaja de no indicar con exactitud la ubicación de las “M” en varios segmentos, sobre todo en las ilustraciones, lo que dificulta determinar si existe alguna reducción o ausencia de ellas. Además, en lo referente a las “s”, su descripción se basa en su localización con respecto a las “M”, ocasionando una lectura redundante y confusa, dificultando la determinación de especies.

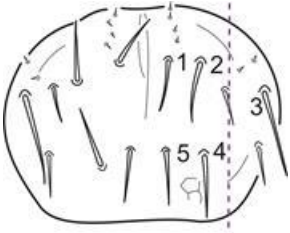
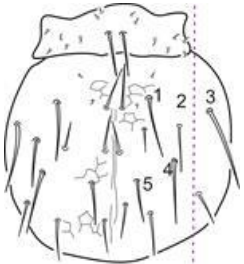
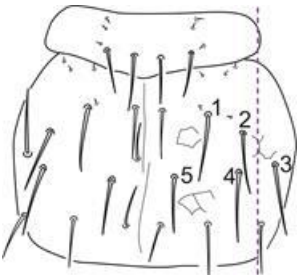
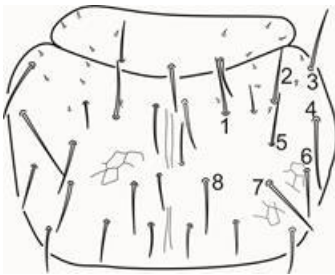
- Xie *et al.* (1988), divide a los terguitos en tres secciones longitudinales: parte central, media, y lateral, y en cada una se enumeran las sedas que contiene.

El problema de esta quetotaxia, es que no existe un límite anterior y posterior en cada sección. Además, no toma en cuenta a los uritos; otra desventaja es que no hace diferencia entre sedas normales (m) y macrosedas (M), que son caracteres taxonómicos importantes; por lo cual se podría sobrestimar o subestimar el número de especies.

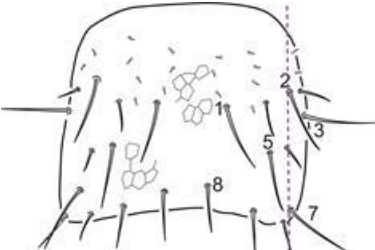
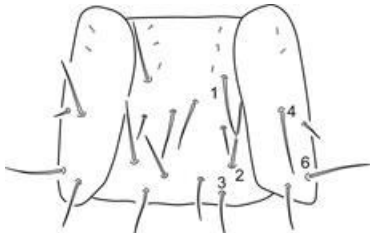

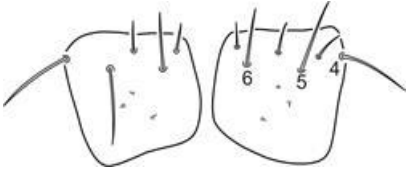
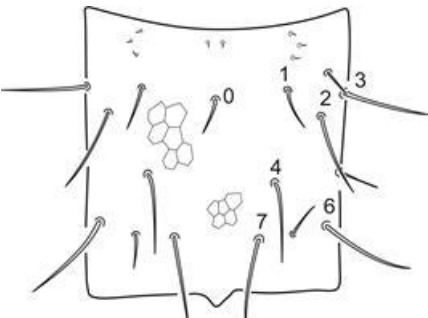
- García-Gómez (2009), se basa en la taxonomía de campodeidos. Consiste en trazar en el escudo dos ejes, el primero a lo ancho, para definir la sección anterior y posterior, y el segundo a lo largo para definir medio y lateral (Cuadro 5), sacando las áreas tradicionales: medio-anterior (ma), medio-posterior (mp), latero-anterior

(la) y latero-posterior (lp); localizando e identificando de manera precisa macrosedas (M), sedas normales (m) y microsedas (n).

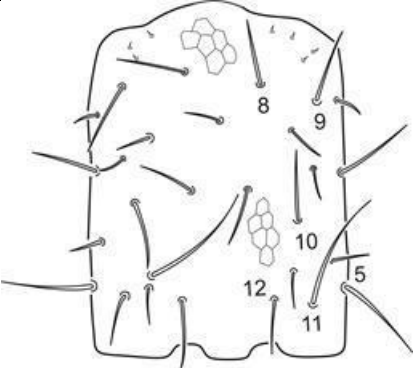
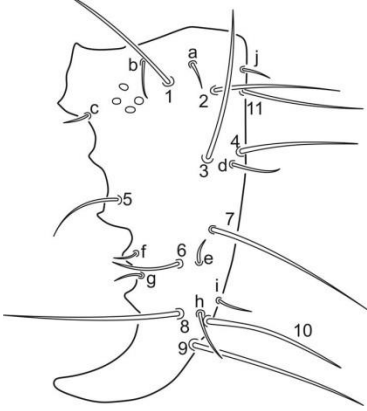
Cuadro 5. Propuestas de quetotaxía de diferentes autores para el género *Parajapyx*; M=macrosedas, s=sedas suplementarias, m=sedas normales, n=microsedas, ma=media-anterior, la=latero-anterior, mp=media anterior y lp=latero-anterior (Xie *et al.*, 1988-1990, Pagés 1952a y García-Gómez 2009).

Segmento	Xie <i>et al.</i> 1988	Pagés 1952a	Propuesta; García-Gómez (2009); Pagés (1952a)
 Pronoto	$\frac{0}{232-232}$	5+5 M; 2+2s; M ₃ es la más grande, M1 y M5 son las más pequeñas.	2ma, 1la, 2mp y 0lp; 2+2m; 6n
 Mesonoto y Metanoto	$\frac{2}{245-542}$	Prescuto 1+1 sedas largas Escuto 5+5M; 5+5s; una seda suplementaria. M3 es la más grande M5 y M2 las más pequeñas.	Prescuto 1+1m; 7+7n Escuto 2ma, 1la, 2mp y 0lp; 6+6m; 2+2n
 Abdomen I	$\frac{22}{243-342}$	Prescuto 2+2 sedas largas Escuto 5+5M; 5+5s M3 es la seda más grande	Prescuto 2+2m; 3+3n Escuto: 2ma, 1la, 2mp y 0lp; 5+5m; 5+5n
 Abdomen II-VII	$\frac{1-1-1}{364-463}$	Prescuto 1+1+1 sedas largas Escuto: 8+8M; 5+5s M4 es la seda más larga y M2 esta reducida	Prescuto 1+1+1m; 4+4n Escuto: 3ma, 2la, 2mp y 1lp; 5+5m; 6+6n

Continuación del Cuadro 5.

Segmento	Xie <i>et al.</i> 1988	Pagés 1952a	Propuesta; García-Gómez (2009) & Pagés (1952a)
	11-0-11	6+6M; 5+5s, M5 ausente	3ma, 2la, 2mp, 1lp; 7+7m; 11+11n En la vista ventral hay parte del terguito; seda la y lp.
	No se hace referencia	No se hace referencia	3+3M, 3+3m y 3+3n
	3-0-3	3+3M; 1+1s (s3)	6+6M; 4+4m; 8+8n
	Sin referencia	Sin referencia	
	5-6-0-6-5	7+0+7M; 3+3s (s1,s2,s4)	12+0+12M; 8+8m; 8+8n

Cuadro 5. Continuación

Segmento	Xie <i>et al.</i> 1988	Pagés 1952a	Propuesta; García-Gómez (2009) & Pagés (1952a)
 <p data-bbox="315 730 544 758">Urito X, vista ventral</p>	Sin referencia	Sin referencia	Se cuenta el total del segmento, ver renglón anterior.
 <p data-bbox="329 1171 526 1199">Cerco, vista dorsal</p>	Sin referencia	10M; 9s	10 M; 9 N; la sedas M4, M10, “c”, “f”, “g” y “i” son laterales. De manera dorsal sigue la misma quetotaxia. Sedas que no se habían tomado en cuenta, M11 y “j”

La nueva propuesta de quetotaxia, combina las expuestas por Pagés (1959a) y García-Gómez (2009), por dos razones: primera, Pagés asentó las bases de la taxonomía de la familia y el género, tomando el número de macrosedas en el tórax, el abdomen y los cercos. Segunda, García-Gómez (2009) establece las áreas en cada terguito, facilitando la ubicación de todas las macrosedas, ya sea su presencia, reducción o ausencia de las mismas (Cuadro 5).

Aunado a lo anterior, evitamos describir las sedas N, ya que éstas pueden variar en su posición dentro del terguito, pero su número es constante; de esta manera su quetotaxia no se vuelve redundante ni complicada. También se elimina la descripción de las sedas en los

esternitos del tórax, ya que no se modifican entre las especies. Dentro de las descripciones realizadas en el presente trabajo se señala con ↓ cuando la seda se reduce.

En comparación a la quetotaxia de Pagés (1952a), se toman en cuenta nuevas sedas, principalmente en los uritos, en el caso del VIII se describe una nueva seda M, la cual no se mencionaba por su ubicación ventral; en el IX también se incrementa el número de M, de 6 a 8, y en el X se cuenta el número total de sedas M presentes dorsal y ventralmente, además de tomar en cuenta una seda 0, al centro del urito, la cual no siempre se presenta.

En el caso de los cercos, la quetotaxia es parecida a la que propuesta por Pagés (1959a), en la cual sólo se mencionan sedas dorsales; sin embargo, y después de la observación de varios organismos, las sedas M4, M10, “c”, “f”, “g” e “i” presentan una posición lateral, aunque por cuestiones “mecánicas” (al realizar las preparaciones) se aprecia una distribución dorsal o ventral. Además, se adicionan una seda M y una m que tienden a aparecer de manera lateral a lado de la seda M2, a las que denominamos M11 y “j”, así como la tendencia a la ausencia de la seda M3.

Distribución de *Parajapyx* en México

De los 73 individuos revisados pertenecientes a la Colección de Microartrópodos, se encontraron 23 morfoespecies de *Parajapyx* (Ver cuadro 6), colectados en 14 estados de la República Mexicana. El mayor número de registros corresponde al sur del país (Fig. 7), notándose el sesgo que ha tenido el muestreo.

Cuadro 6. Distribución de morfoespecies de *Parajapyx* por Estado

Estado	No. de morfos	No. de individuos	Estado	No. de morfos	No. de individuos
Campeche	1	3	Oaxaca	2	4
Chiapas	1	5	Puebla	1	3
Colima	1	2	Querétaro	3	3
Durango	1	2	Quintana Roo	3	10
Estado de México	1	2	Tabasco	1	2
Guerrero	1	2	Veracruz	4	9
Jalisco	1	20	Zacatecas	1	1
Michoacán	2	5			

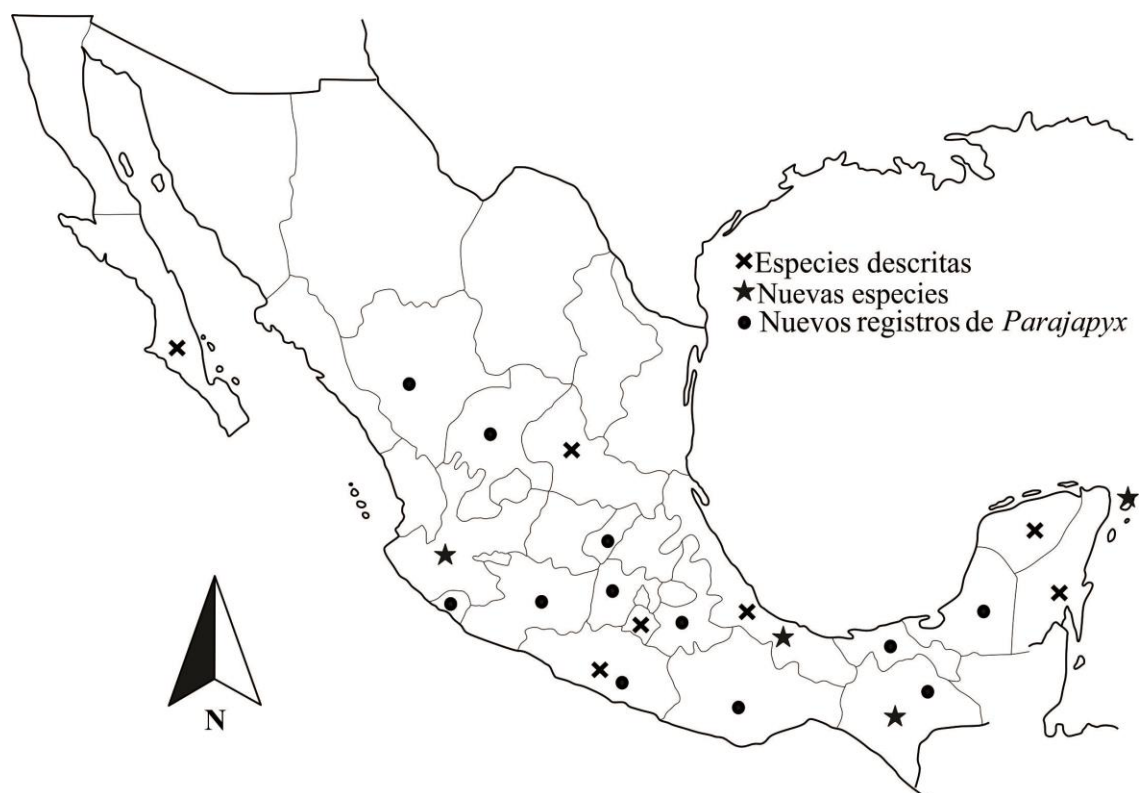


Figura 7. Distribución del genero *Parajapyx* en México. ✕ Registro de especies previamente encontradas (Palacios-Vargas y García-Gómez, 2013). ● Nuevos registros para *Parajapyx*, ★ Nuevas especies.

De las morfoespecies mencionadas, en general se encontraron menos de 4 individuos, siendo en su mayoría hembras o juveniles (por morfo), por consiguiente se eligió a las de mayor número de ejemplares, describiendo 3 nuevas especies y la redescipción de la subespecie *Parajapyx (Parajapyx) isabellae aztecus* Silvestri, 1948.

Clave para las especies del género *Parajapyx* en México

1. Con 18 artejos antenales.....2
- 1'. Con 17 artejos antenales.....5
2. Órganos subcoxales con de 10 o menos sedas glandulares.....3
- 2'. Órganos subcoxales con más de 10 sedas glandulares.....4

3. Órganos subcoxales con 5-6 sedas glandulares; cercos en vista dorsal con 5 poros del mismo tamaño.....
.....*P. mexicanus* Silvestri, 1948; Guerrero, Quintana Roo y Yucatán.
- 3'. Órganos subcoxales con 10 sedas glandulares; cercos en vista dorsal con 10-12 poros del mismo tamaño.....*P. bonetianus* Silvestri, 1948; Quintana Roo.
4. Órganos subcoxales con 12 sedas glandulares y 2 sedas sensoriales; cercos vista dorsal con 4 poros insertados en depresiones cuticulares; ausencia de dos macrosedas (ma y mp) en el terguito abdominal.....*Parajapyx* sp.1 Quintana Roo.
- 4'. Órganos subcoxales con 40-50 sedas glandulares y 4 sedas sensoriales; cercos vista dorsal con 4-7 poros del mismo tamaño; ausencia de una macroseda (mp).....
.....*Parajapyx* sp.3; Jalisco.
5. Cerco, vista dorsal, con un poro grande rodeado de 5-7 poros pequeños.....6
- 5'. Cerco, vista dorsal, con todos los poros del mismo tamaño.....7
6. Órganos subcoxales con 3 sedas glandulares y 4 sedas sensoriales; cerco vista dorsal con un poro grande rodeado de 7 poros pequeños.....
.....*P. intermedius* Silvestri, 1948; San Luís Potosí.
- 6'. Órganos subcoxales con más de 16 sedas glandulares; cerco, vista dorsal, con un poro grande rodeado de 5 poros pequeños.....
.....*P. isabellae* var. *aztecus* Silvestri, 1948; Baja California Sur. Morelos y Veracruz.
7. Órganos subcoxales 14 sedas glandulares; cerco vista dorsal con un poro.....
.....*P. grassianus* Silvestri, 1911; Quintana Roo, San Luís Potosí y Veracruz.
- 7'. Órganos subcoxales 20 sedas glandulares, cerco vista dorsal con 5 poros.....
.....*Parajapyx* sp.2; Veracruz.

***Parajapyx* sp. nov. 1**

Diagnosis. El carácter que distingue a *Parajapyx* sp. nov. 1, es la presencia de poros en depresiones cuticulares, en ninguna especie se ha registrado un carácter similar.

Descripción. Holotipo (♀): longitud del cuerpo 1.7 mm. paratipos (3 ♀♀) longitud 1.73 mm (n=4), rango 1.62- 1.8 mm, tegumento con ligera apariencia de celdas hexagonales.

Cabeza. Vertex: con 9+9m, 2+2 sedas cortas (Fig.8 A), además, 2+2m laterales y 2+2m junto a las antenas, front 1M+4m, labro con 2+2n, el clípeo presenta una seda macro, 1+1m y 4+4n (Fig. 8 C). Ventralmente presenta dos lóbulos: uno interno, 1+1n; y otro externo, 13+13m. Sin palpo labial, en su lugar 1M acompañada de tres m, dos de menor tamaño; admentum 2M y 10m; pli oral 6+6m, submento 2+2 m (Fig. 8 B).

Estructuras bucales (típicas de la familia); la primera lamela es delgada y mide la mitad de la segunda lamela, las demás son pectinadas y similares entre sí; palpo maxilar con 8-9 sedas además de 1n.

Antenas. Con 18 artejos sin tricobotrias; I-IV, sin SB; V, 1 SB (Fig. 8 D); VI, 1-2 SB; VII, 3-4 SB; VIII-XI, 4-5 SB (Fig. 8 D); XII- XV, 4-6 SB; XVI, 8 SB; XVII, 8 o 10 SB, XVIII, más de 10 SB y 4 sensilas placoides (Fig 8 E); en la figura sólo se aprecian 7 SB y 2 sensilas placoides.

Tórax (Figs. 8 A y 9 A). La distribución de las sedas del tórax se muestra en el cuadro 7.

Cuadro 7. Distribución de las seda torácicas de *Parajapyx* sp. nov. 1,

		n	M				m
			ma	mp	la	lp	
Pronoto		5+5	2+2	2+2	1+1	1+1	
Mesonoto	Prescuto	7+7				1+1	
	Mesoescuto	4+4	1+1	1+1	1+1	5+5	
Metanoto	Prescuto	9+9				2+2	
	Metaescuto	3+3	1+1	1+1	1+1	5+5	

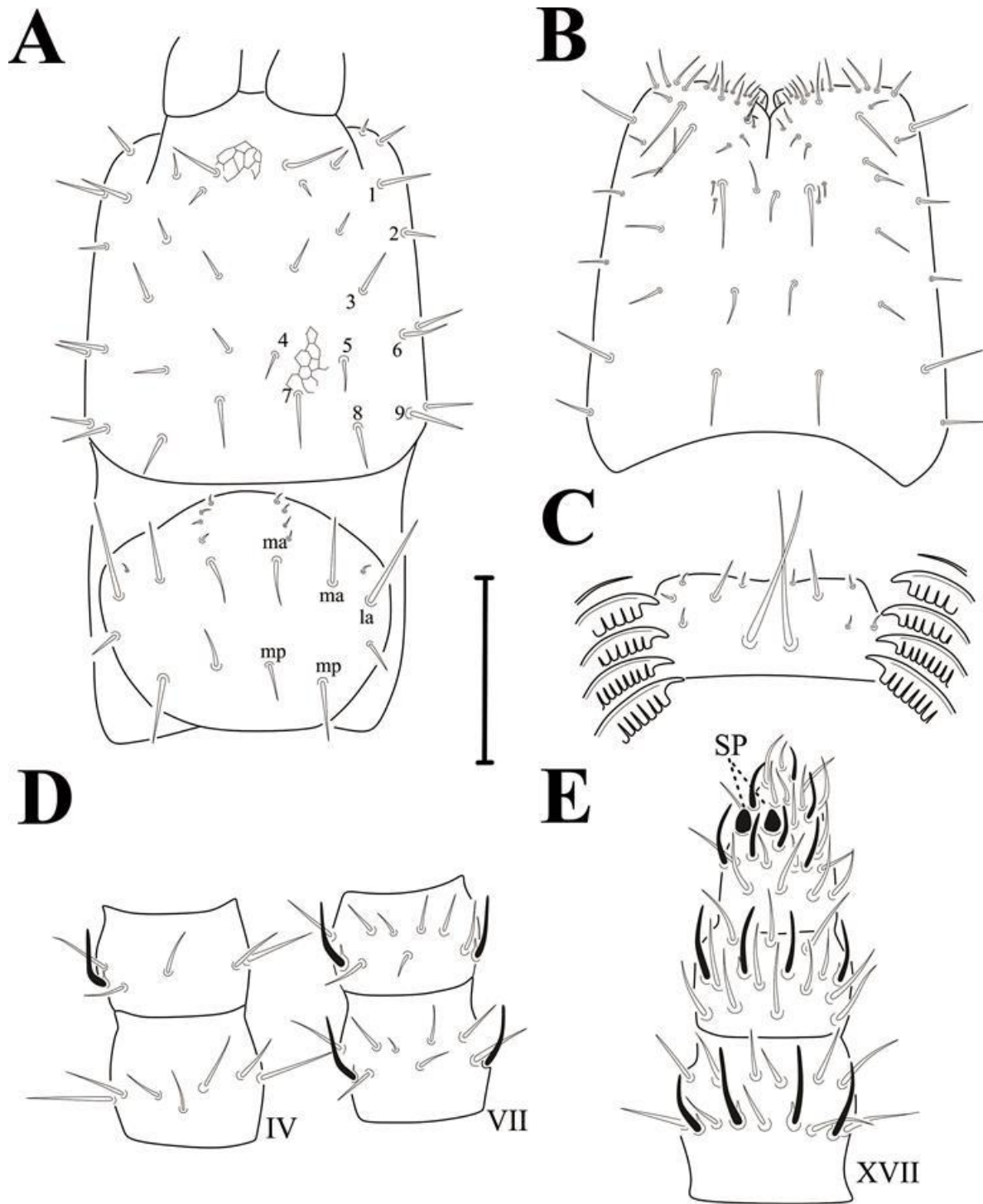


Figura 8. *Parajapyx* sp. nov. 1 A) Cabeza vista dorsal y pronoto, B) Cabeza vista ventral, C) Clípeo y lamelas, D) Artejos antenales IV-V y VII-VIII, E) Artejos antenales XVII-XVIII. SP, sensila placode. Escala de la barra: A y B 0.01 mm; C 0.04 mm; D 0.06 mm; E 0.02 mm.

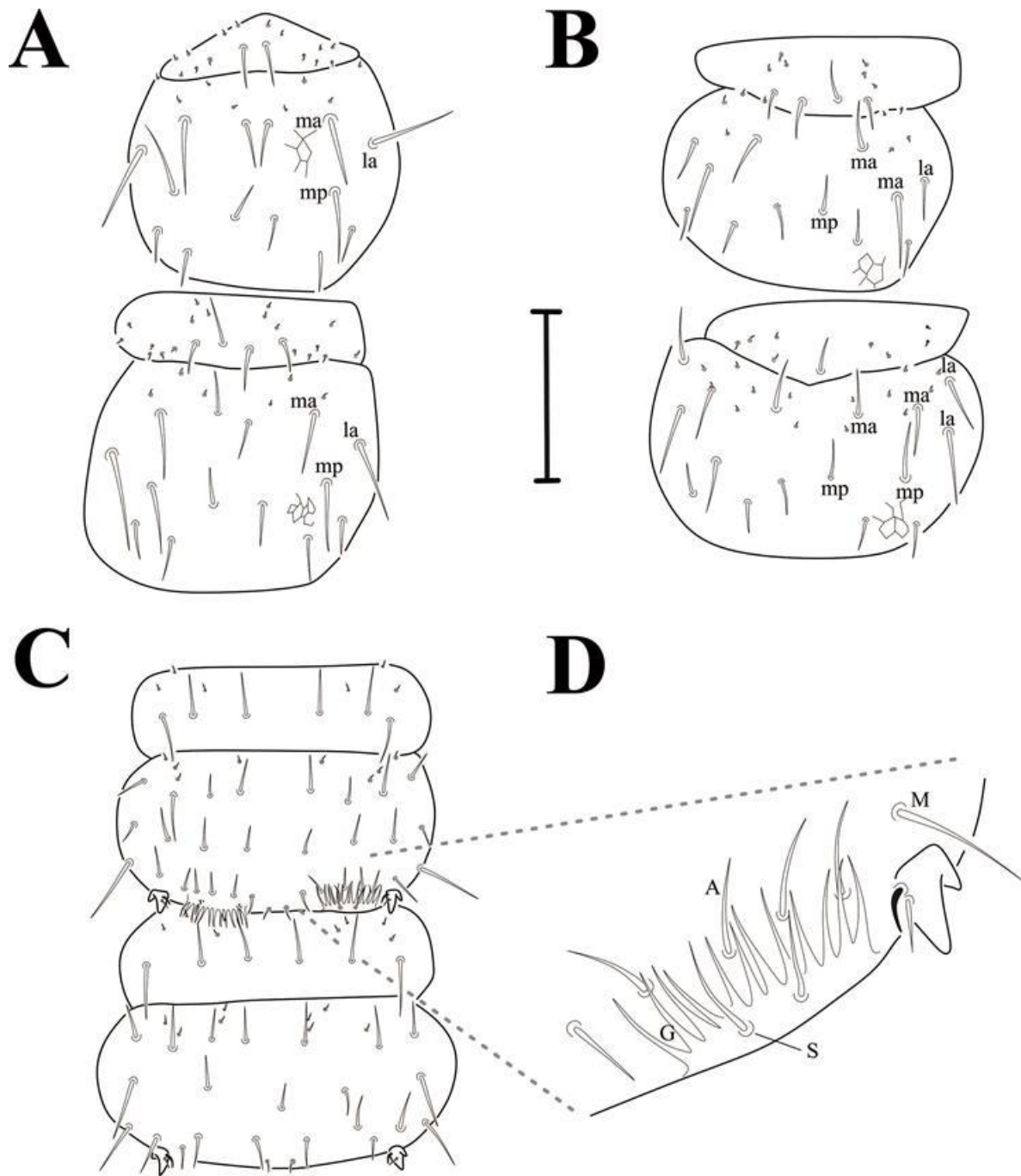


Figura 9. *Parajapyx* sp. nov. 1 A) Mesoescuto y Metaescuto B) Abd. I y II-VII vista dorsal C) Abd. I y II vista ventral D) Órgano subcoxal derecho. A, sedas acompañantes; G, sedas glandulares; S, sedas sensoriales, M, macroseda
Escala de barra: A, B y C 0.1 mm; E 0.04 mm

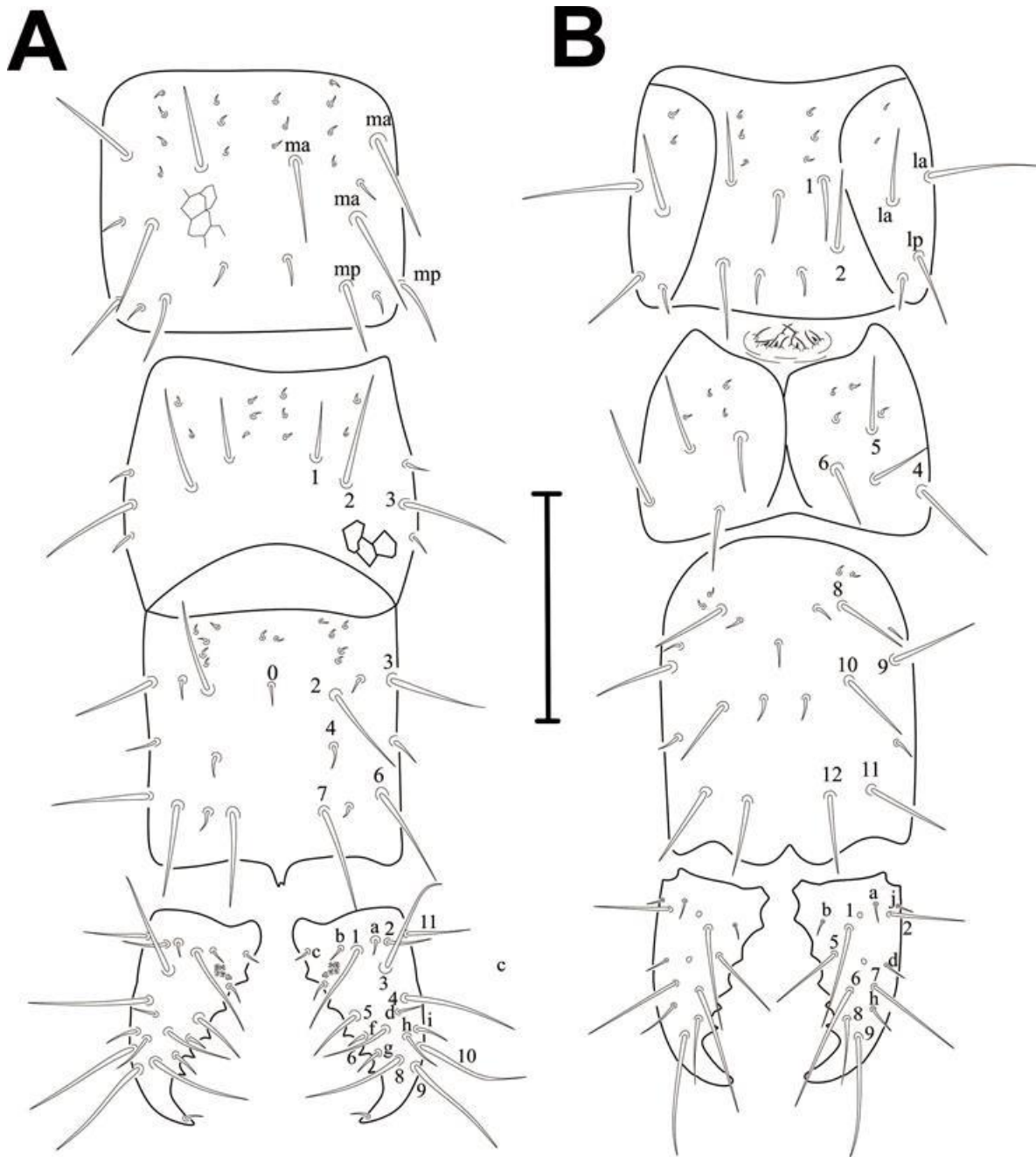


Figura 10. *Parajapyx* sp. nov. 1 A) Uritos VIII-X y cercos, vista dorsal, B) Uritos VIII-X y cercos, vista ventral.

Escala de barra: 0.1 mm

Pata III (Fig. 11 A). Longitud 0.2 mm, con sedas lisas; coxa 3m y 2n; trocánter 3m; fémur 10m y 3n; tibia 8m; el tarso 10m; uñas simétricas, con unguículo y sin seda pretarsal.

Abdómen (Figs. 9 B y 10). La distribución de las sedas dorsales se muestra en el cuadro 8.

Cuadro 8. Distribución de las seda abdominales de *Parajapyx sp. nov.1*, ↓ Seda reducida

		n	M				m
			ma	mp	la	lp	
I	Prescuto	3+3					2+2
	Escuto	4+4	2+2	1+1↓	1+1↓		3+3
II-VII	Prescuto	4+4					1+1 o 1
	Escuto	7+7	2+2	2+2	2+2		3+3
VIII		9+9	3+3	2+2	2+2	1+1	4+4
VIII	Ventral	3+3		2+2			1+1+1
IX		9+9		6+6			3+3
X		8+8		10+1+10↓			7+7↓

En el urito X solo una M4 se reduce.

Esternito I (Fig. 9 C): Prescuto, 3+3m y 3+3 n; escuto, 10+10m y 4+4n.

Órgano subcoxal (Fig.9 D): 5 sedas acompañantes, 12 sedas glandulares y 2 sedas sensoriales.

Esternito II (Fig. 9 C) al VII: Prescuto, 3+3 m y 4+4 n; escuto, 11+1+11m y 4+4n.

Vesículas eversibles en los esternitos II-III.

Papila genital femenina (Fig. 11 B): 5+5m y 2+2 microsensilas.

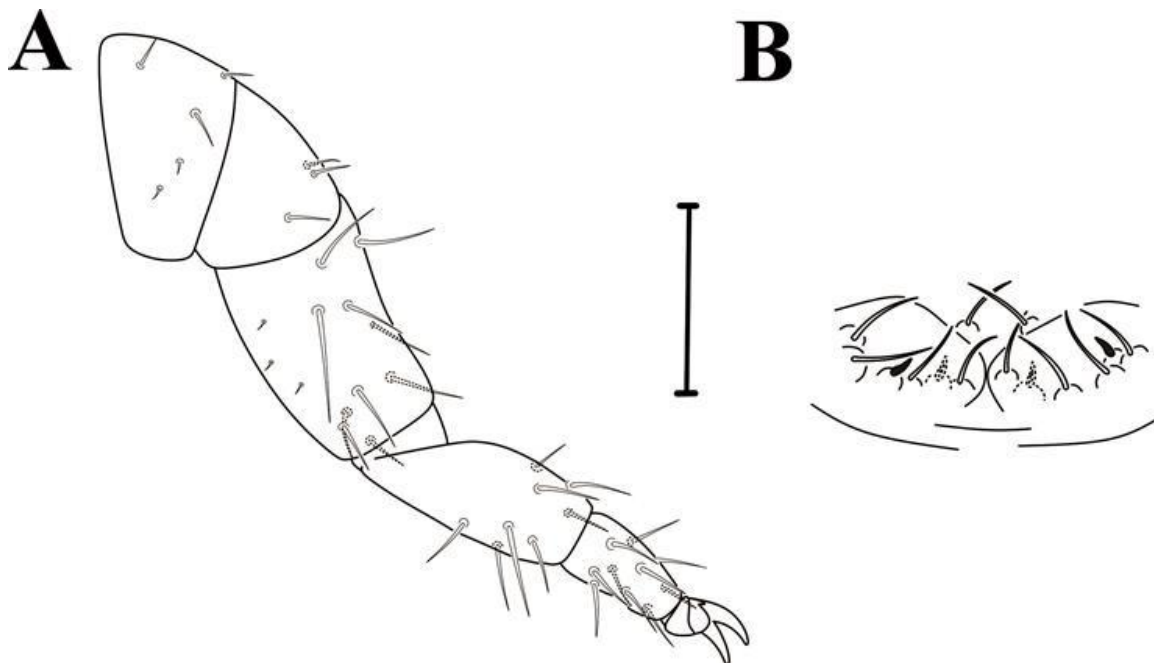


Figura 11. *Parajapyx sp. nov.* 1 A) Pata III B) Papila genital femenina. Escala de barra: A 0.07 mm; B 0.03 mm

Cercos (Fig. 10). Ámbos con 5 dientes internos sin curvatura; D1 y D2 reducidos, apenas distinguibles, D3 y D5 los de mayor talla, y D3 y D4 poseen abultamientos. Quetotaxia; sin la seda “e”, pero se integra al área una seda M11 y “j” lateral junto a las sedas M2. Ventralmente, sin la seda M3. Dorsalmente con cinco poros en cada cerco, cada poro se encuentra dentro de una depresión cuticular

Datos de colecta: 24/Junio/2010. García-Gómez, A. col. México, Quintana Roo: Cozumel: Localidades: San Gervasio (3 ejemplares). N 20° 30' 1" W 86° 50' 53' Extracción de hojarasca de selva baja; y Laguna Colombia (un ejemplar) N 20°17'43" W 86°59'49", extracción de mangle y arena, sin suelo.

Parajapyx sp. nov. 1 se colectó en la Isla de Cozumel, resaltan dos características: la pérdida de sedas M en los terguitos del toráx y abdomen, y los poros en depresiones cuticulares; en el primer caso (pérdida de M) por su quetotaxia queda más relacionada con *P. adisi* Pagés, 2000 (Brasil) y *P. dissimilis* Pagés, 1953 (Sahára), aunque por aspectos históricos podría pensarse se acercaría más a *P. adisi*, su quetotaxia es un poco más similar a *P. dissimilis* ya que ámbas tiene la seda 0 en el urito X y ambas pierden una seda M en el meso y metanoto y en el terguito abdominal I; sin embargo, las sedas que pierden no son las mismas; a *Parajapyx* sp. nov.1 le hace falta una ma y mp en el meso y metatórax, y una seda mp terguito abdominal I lo contrario a *P. dissimilis* donde se ausenta una seda ma en el meso y metatórax y una ma en el terguito abdominal I. Además no comparten ambientes similares ya que *Parajapyx* sp. nov.1 fue recolectada principalmente en hojarasca de selva baja, mientras que *P. dissimilis* se colectó en suelo con pasto cerca de un canal de riego.

***Parajapyx* sp. nov. 2**

Diagnosis. Los caracteres que hacen única a *Parajapyx* sp.2, son, urito X, dorsal, sin seda 0; cercos con sedas M11 y “j”, además de 5 poros.

Descripción. Holotipo (♀): longitud del cuerpo 2.3 mm paratipos (3♀♀) longitud (n=4) 2.2 mm, rango 2.1- 2.3 mm, tegumento con ligera apariencia de celdas hexagonales.

Cabeza. Vertex: con 9+9m, todas de tamaño similar, 2+2m laterales y 2+2m junto a las antenas, frente 2M+3m (Fig.12 A), labro con 3+3n, el clípeo presenta 1M, 1+1m y 4+4n (Fig.12 C). Ventralmente presenta dos lóbulos: interno, 1+1m; y otro externo, 13+13m. Sin palpo labial, en su lugar 1M acompañada de 3m, dos de menor tamaño; admentum 2M y 9m; pli oral 6+6m, submento 2+2m (Fig. 12 B).

Estructuras bucales (típica de la familia); la primera lamela es delgada y mide la mitad de la segunda lamela, las restantes son pectinadas y similares entre sí (Fig. 12 C); palpo maxilar con 9 sedas y 1n apical.

Antenas. Con 17 artejos sin tricobotrias; I-IV sin SB; V, 1 o 2 SB (Fig. 12 D); VII, 4 SB; VIII-IX, 6 SB (Fig. 12 D); XI-XV, 6-8 SB; XVI, 8 SB y XVII, más de 14 SB y 4 sensilas placoides (Fig. 12 E); en la figura sólo se aprecian 12 SB y 2 sensilas placoides.

Tórax (Figs.12 A y 13 A). La distribución de las sedas del tórax se muestra en el cuadro 9.

Cuadro 9. Distribución de las seda torácicas de *Parajapyx* sp. nov. 2

		n	M				m
			ma	mp	la	lp	
Pronoto		6+6	2+2	2+2	1+1	2+2	
Mesonoto	Prescuto	7+7				1+1	
	Mesoescuto	2+2	2+2	2+2	1+1	6+6	
Metanoto	Prescuto	8+8				2+2	
	Metaescuto	4+4	2+2	2+2	1+1	5+5	

Pata III. Longitud 0.2 mm, con sedas lisas; coxa 3m y 3n; trocánter 3m y 3n; fémur 10m y 2n; tibia 8m; el tarso 10m; uñas simétricas, con unguículo y sin seda pretarsal (Fig. 15 A).

Abdómen (Figs. 13 B y 14). La distribución de las sedas dorsales se muestra en el cuadro 10.

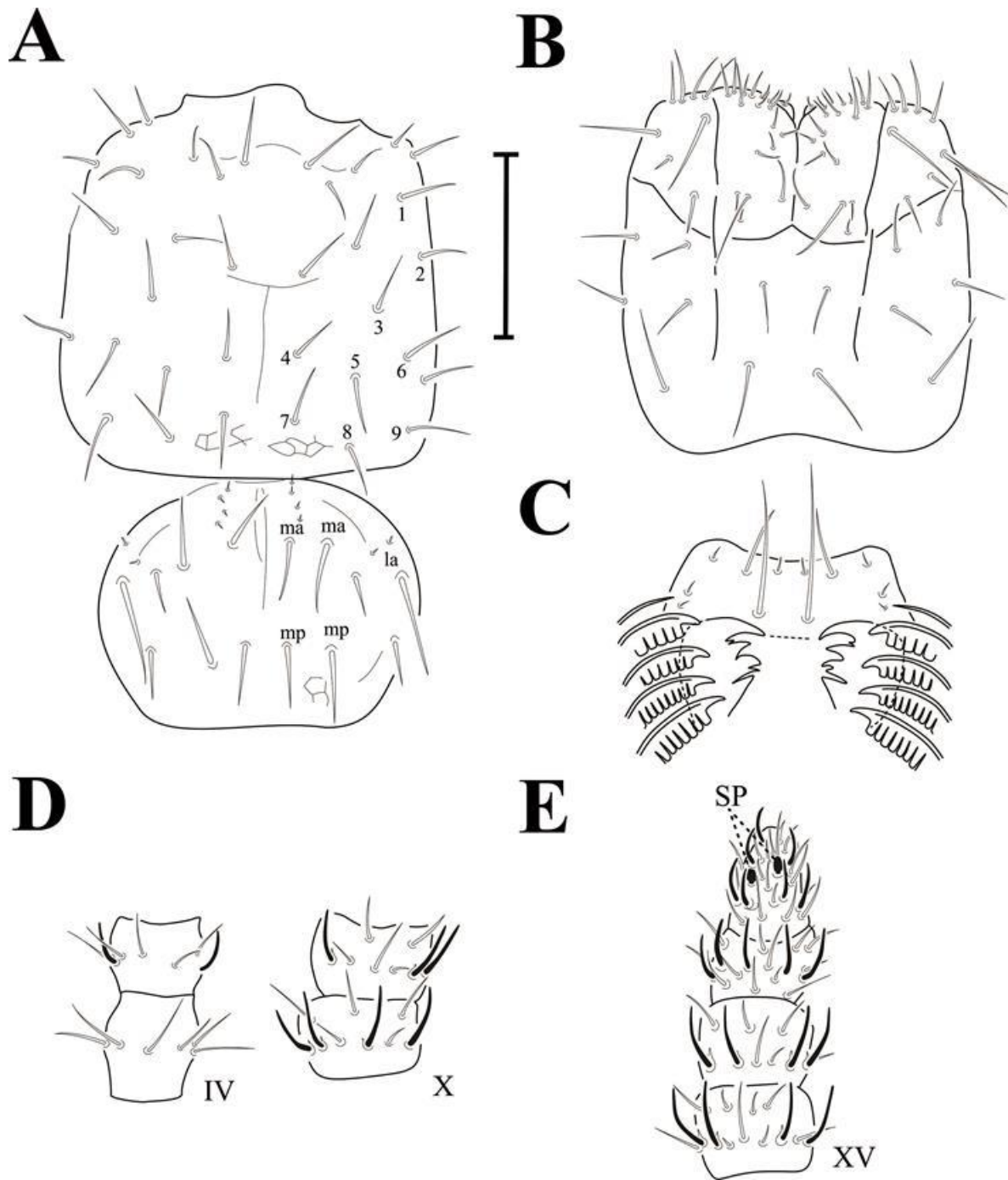


Figura 12. *Parajapyx* sp. nov. 2 A) Cabeza vista dorsal y pronoto, B) Cabeza vista ventral, C) Clípeo, mandíbula y lamelas, D) Artejos antenales IV, V, X y XI, E) Artejos antenales XV-XVII. SP, sensila placode.
 Escala de la barra: A y B 0.1 mm; C 0.06 mm; D 0.08 mm; E 0.05 mm

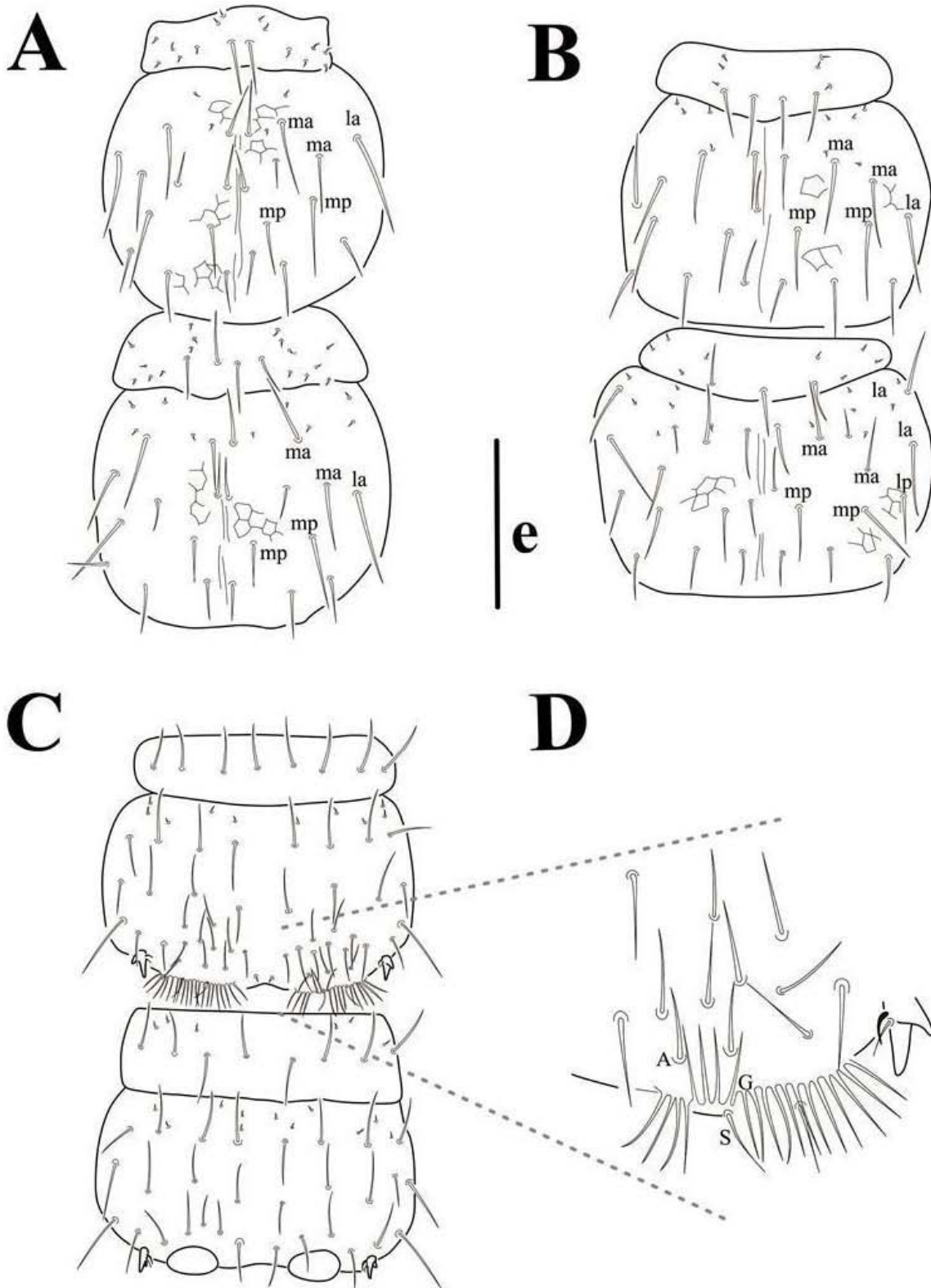


Figura 13. *Parajapyx* sp. nov. 2 A) Mesoescuto y Metaescuto, B) Abd. I y II-VII vista dorsal, C) Abd. I y II vista ventral, D) Órgano subcoxal derecho. A, sedas acompañantes; G, sedas glandulares; S, sedas sensoriales

Escala de barra: A, B y C 0.1 mm; E 0.07 mm

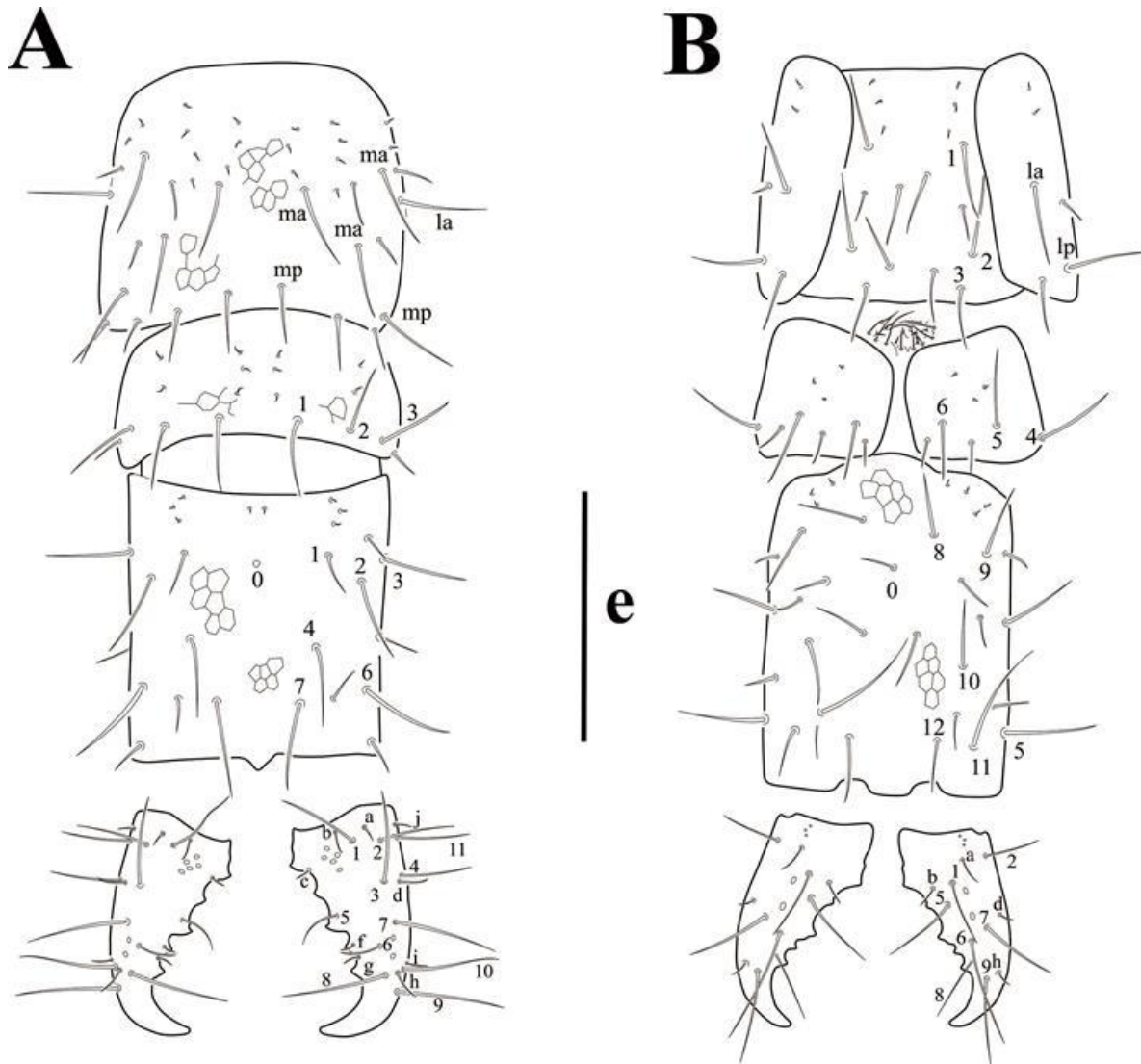


Figura 14. *Parajapyx* sp. nov. 2 A) Uritos VIII-X y cercos, vista dorsal, B) Uritos VIII-X y cercos, vista ventral.

Escala de barra: 0.16 mm

Cuadro 10. Distribución de las seda abdominales de *Parajapyx* sp. nov. 2

		n	M				m
			ma	mp	la	lp	
I	Prescuto	3+3					2+2
I	Escuto	6+6	2+2	2+2	1+1		4+1+4
II-VII	Prescuto	4+4					1+1+1
	Escuto	6+6	2+2	2+2	2+2	1+1	5+5
VIII		11+11	3+3	2+2	2+2	1+1	7+7
VIII	Ventral	3+3			3+3		3+3
IX		8+8			6+6		4+4
X		7+7			12+12		11+11

Esternito I (Fig. 13 C): Prescuto, 4+4 m; escuto, 16+16m y 5+5n.

Órgano subcoxal (Fig.13 D): 5 sedas acompañantes, 20 (rara vez 18) sedas glandulares y 2 sedas sensoriales.

Esternito II-VII (Fig. 13 C): Prescuto, 4+4m y 3+3n; escuto, 14+14m y 5+5n

Vesículas eversibles en esternitos II-III.

Papila genital femenina (Fig. 15 B): 6+6m y 3+3 microsensilas.

Cercos (Fig. 14). Ambos cercos con 5 dientes internos sin curvatura; D2 el más pequeño, D1 y D3 los de mayor talla, D4 y D5 medianos y de forma similar, D1 con abultamientos.

Quetotaxia; sin la seda “e”, aparece la seda M11 y “j” laterales junto a las sedas M2.

Ventralmente, sin la seda M3. Dorsalmente posee cinco poros bien definidos en cada cerco.

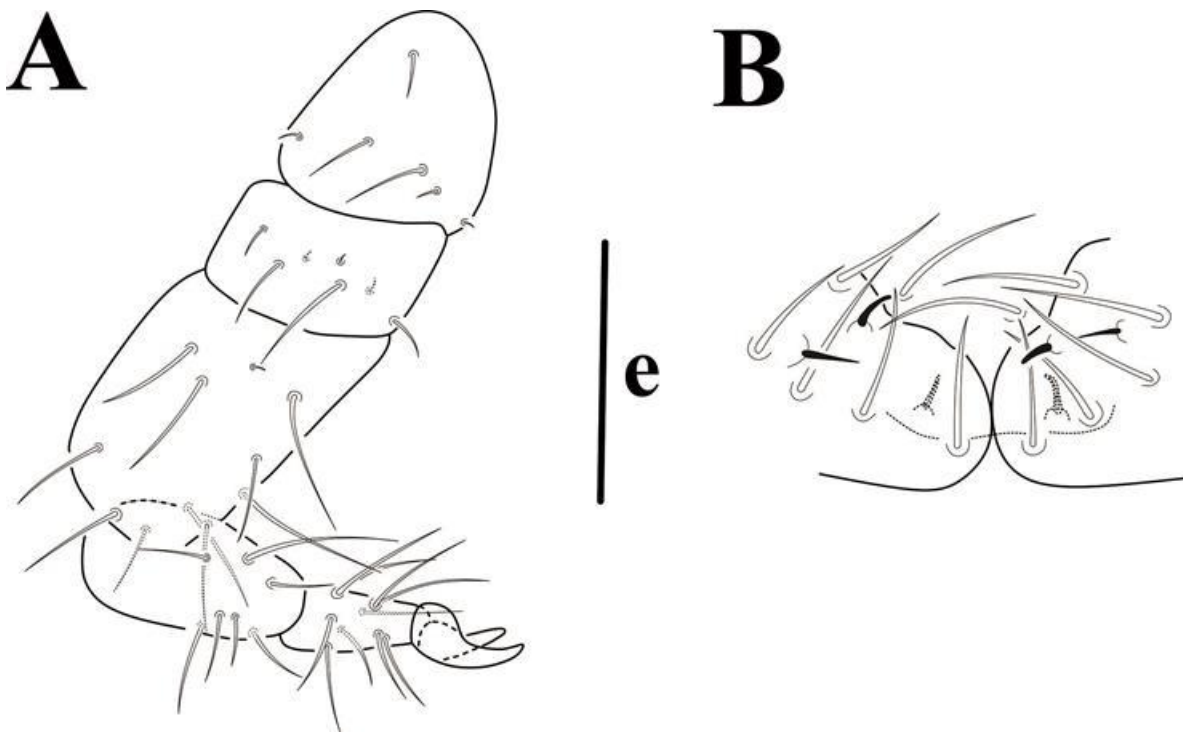


Figura 15. *Parajapyx* sp. nov. 2 A) Pata III, B) Papila genital femenina. Escala de barra: A 0.08 mm, B 0.02 mm

Parajapyx sp. nov. 2, cercana a *Parajapyx grassianus* Silvestri, 1911 (México) y *P. tristianianus* Silvestri, 1929 (Costa Rica), las tres presentan 17 artejos antenales; pronoto con 5M y 2m, y prescutos abdominales con 1+1+1. Pero es más similar a *P. tristianianus*,

ya que ambas presentan órganos subcoxales con 20 sedas glandulares, y el urito X con más de 8 sedas m, de diferentes medidas, además, geográficamente estas especies no están tan alejadas, es posible que una surgiera de la otra conforme se formó y se colonizó de vida, lo que ahora conocemos como sur de México (Yucatán, Campeche y Quintana Roo) y Centro América (hace poco más de 20 ma.) (Reece *et al.*, 2011).

Datos de Colecta: 25/06/2009. García-Gómez, A. col. México, Veracruz, Estación de Biología “Los Tuxtlas”, N 18° 34' 00" W 95° 04' 00", extracción de hojarasca de Selva perennifolia.

***Parajapyx* sp. nov. 3**

Diagnosis. *Parajapyx* sp. nov. 3 se caracteriza por la reducción en los dientes de la mandíbula, fémur con M dosal, y urito X con sedas en una posición por arriba de la mitad del segmento, el segmento llega a medir hasta 0.2 mm.

Descripción. Holotipo (♀): longitud del cuerpo 2.4 mm. Paratipos (6♀♀, 2♂♂ y 4 juveniles), longitud (n=8) 3 mm, rango 2.4-3.4 mm. Juveniles longitud (n=4) 2 mm. Tegumento con ligera apariencia de celdas hexagonales.

Cabeza. Vertex: con 10 + 10m, 2+2 sedas de menor tamaño, además, 2+2m laterales y 2+2m junto a las antenas, front 2M+3m (Fig.16 A), labro con 2+2n, el clípeo presenta una seda macro, 1+1m y 4+4m (Fig.16 C). Ventralmente presenta dos lóbulos: uno interno, 1+1n; y otro externo, 13+13m. Sin palpo labial, en su lugar 1M acompañada de tres m, dos de menor tamaño; admentum 2M y 10m; pli oral 5+5m, submento 2+2 m (Fig. 16 B).

Estructuras bucales: Mandíbula: con cinco dientes y tres denticulos, el diente 4 se reduce desapareciendo su denticulo. Maxila: la primera lamela es delgada y mide la mitad de la segunda lamela, las demás son pectinadas y similares entre sí (Fig16 C.); con 9 sedas y 1n apicales.

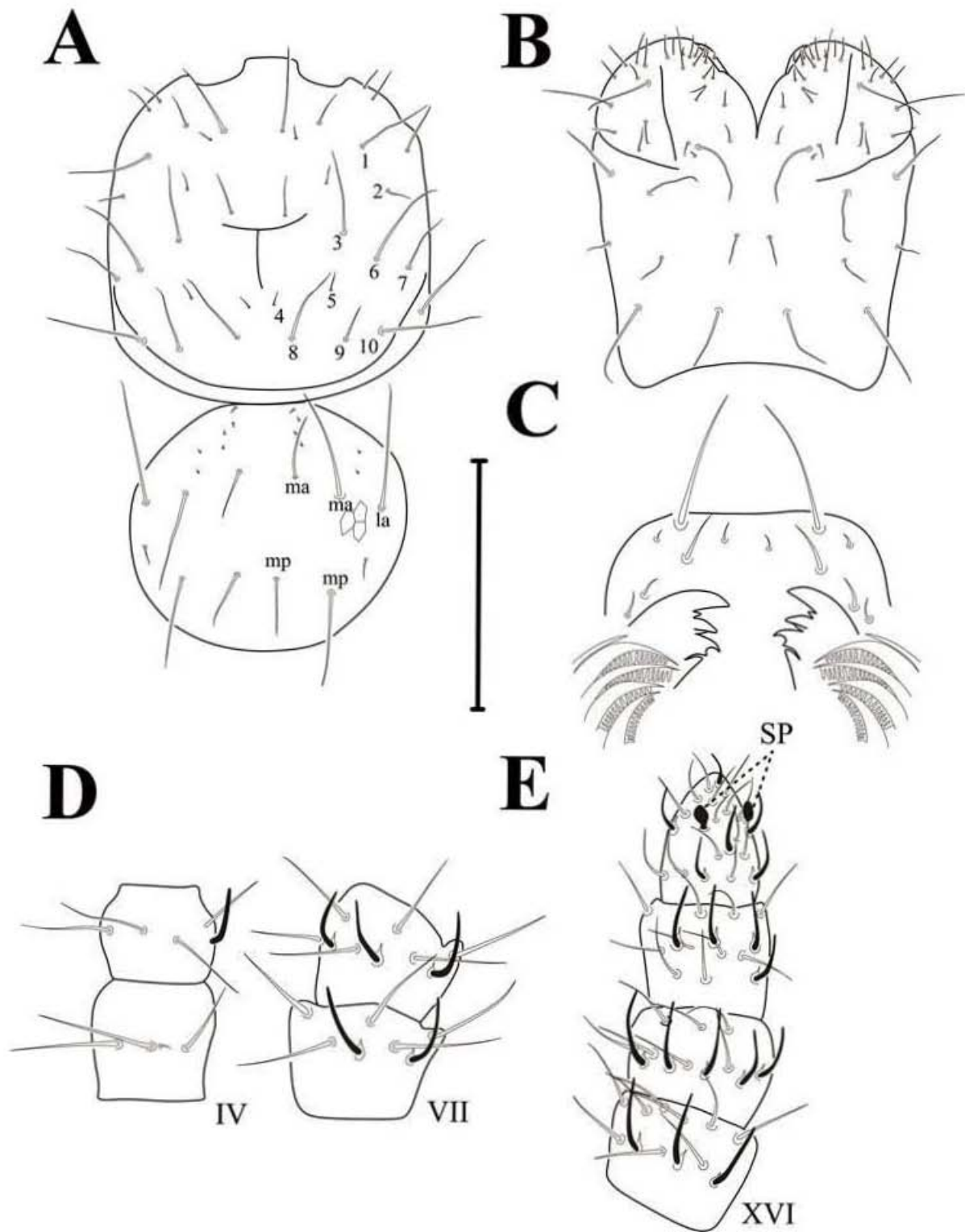


Figura 16. *Parajapyx* sp. nov. 3 A) Cabeza vista dorsal y pronoto, B) Cabeza vista ventral, C) Clípeo, mandíbula y lamelas, D) Artejos antenales V-VIII, E) Artejos antenales XVI-XVIII. SP, sensila placode.

Escala de la barra: A y B 0.1 mm; C 0.04 mm; D 0.07 mm; E 0.05 mm.

Antenas. Con 18 artejos sin tricobotrias; artejos; I-IV sin SB; V-VI, 1-2SB (Fig. 16 D); VIII-IX, 4SB (Fig. 16 D); XI, 5-6SB; XIII, 7-8SB; XVI, 8SB, XVII, 7-10SB, y XVIII, más de 10SB y 4 sensilas placoides (Fig. 16 E); en la figura sólo se aprecian 5SB y 2 sensilas placoides.

Tórax (Figs. 16 B y 17 A). La distribución de las sedas del tórax se muestra en el cuadro 11.

Cuadro 11. Distribución de las seda torácicas de *Parajapyx sp. nov. 3*, * El prescuto del metanoto también puede presentar 1+1 o 1+2N.

		n	M				m
			ma	mp	la	lp	
Pronoto		6+6	2+2	2+2	1+1		1+1
Mesonoto	Prescuto	7+7					1+1
	Mesoescuto	3+3	2+2	2+2	1+1		3+3
Metanoto	Prescuto	8+8					2+2*
	Metaescuto	4+4	2+2	2+2	1+1		3+3

Pata III. Longitud 0.23mm, con sedas lisas; coxa 3m y 2n; trocánter 3m; fémur (1M dorsal) 10m y 2n; tibia 8m; el tarso 10m uñas simétricas, con unguículo y sin seda pretarsal (Fig. 19 A).

Abdómen (Figs. 17 C y 18). La distribución de las sedas dorsales se muestra en el cuadro 12.

Cuadro 12. Distribución de las seda abdominales de *Parajapyx sp. nov. 3*

		n	M				m
			ma	mp	la	lp	
I	Prescuto	8+8					2+2
I	Escuto	3+3	2+2	1+1	1+1		3+3
II-VII	Prescuto	6+6					1
	Escuto	4+4	2+2	2+2	2+2		2+2
VIII		9+9	3+3	2+2	2+2	1+1	7+7
VIII	Ventral	3+3		3+3			2+2
IX		8+8		6+6			10+10
X		4+4		12+0+12↓			8+8

En los terguitos I-VII, algunas *m* presentan el mismo tamaño de las M.

Urito: IX, 2+2 M ventrales se encuentran por encima de la línea media del segmento.

Urito: X, 3+3 M se reducen.

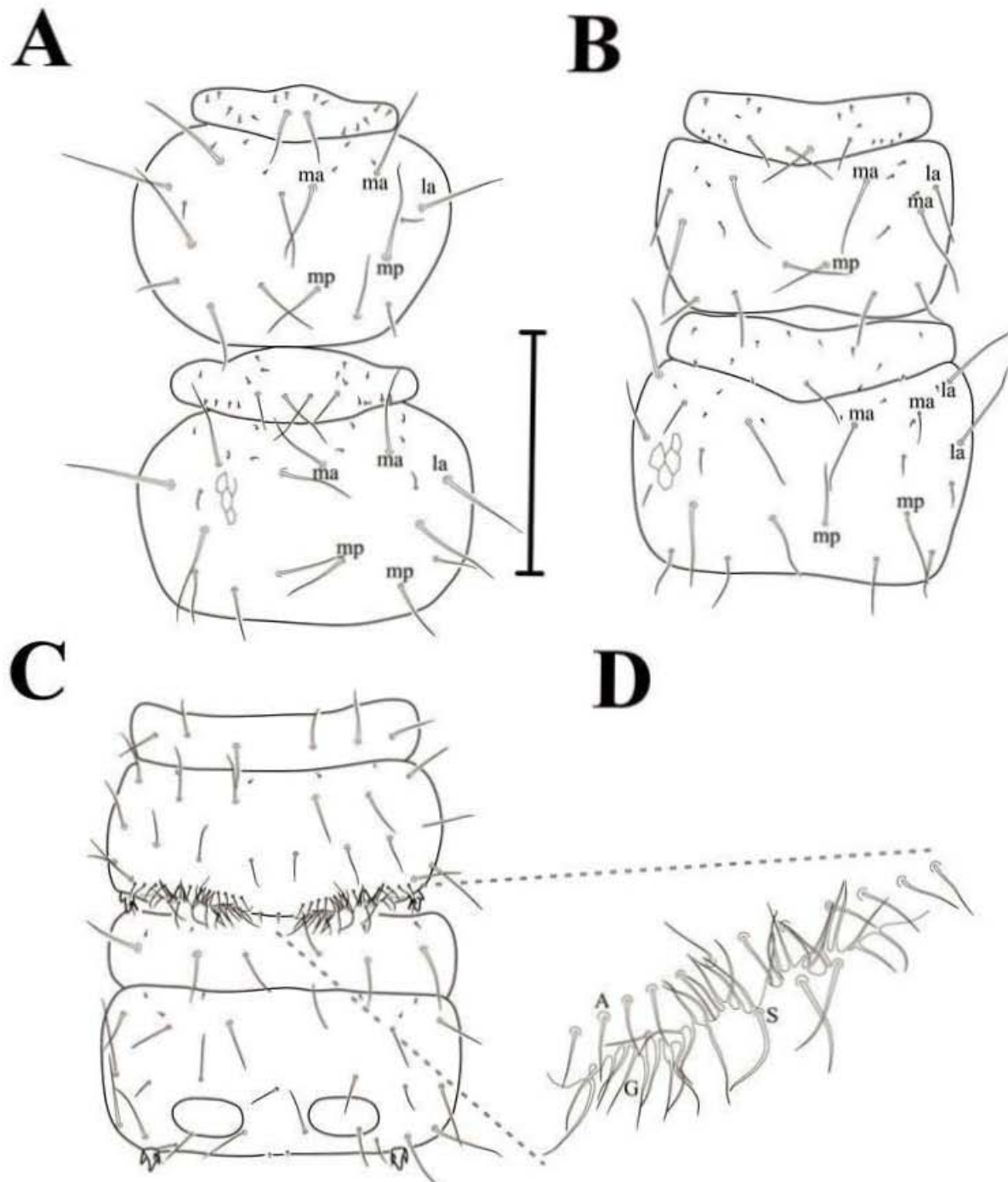


Figura 17. *Parajapyx* sp. nov. 3 A) Mesonoto y Metanoto, B) Abdomen I-II vista dorsal, C) Abdomen I-II vista ventral D) Órgano subcoxal derecho. A, sedas acompañantes; G, sedas glandulares; S, sedas sensoriales

Escala de la barra: A, B y C 0.2 mm; D 0.06 mm

Esternito I (Fig 17 C): Prescuto, 3+3m; escuto, 9+9m y 2+2n.

Órgano subcoxal (Fig.17 D):

Juveniles 5-7 sedas acompañantes, 20 sedas glandulares y 2-3 sedas sensoriales.

Adultos 10 sedas acompañantes, 40-50 sedas glandulares subuniseriadas, y 4 sedas sensoriales.

Esternito II-VII (Fig. 17 C): Prescuto, 2+2m, 3+3 sedas; escuto, 3+3m, 11+1+11N

Vesículas eversibles en los esternitos II-III.

Papila genital femenina (Fig. 19 C): 8+8m y 3+3 microsensilas.

Papila genital masculina (Fig. 19 B): 6+6m

Cercos (Fig. 18): Ambos con 5 dientes internos; curvatura del margen interno variable, lo mismo que los dientes, en general D2 es pequeño, difícil de observar; D1, D3 y D5 son los más grandes, en ocasiones se presentan abultamientos en sus costados, D4 es de tamaño medio, pero siempre más grande que D2. Quetotaxia; sin la seda M4, se integra al área una seda M11 y “j” laterales junto a las sedas M2. Ventralmente sin la seda M3, además aparece una M a un costado de la M6. Dorsalmente se observan 4-7 poros.

Parajapyx sp. nov. 3 tiene un conjunto de características que la hacen única, que no se habían registrado en otras especies, como son: la reducción en los dientes de la mandíbula, fémur con M dosal, y urito X con sedas en una posición por arriba de la mitad del segmento, lo que hace que este segmento sea más grande (0.2 mm). Resulta difícil relacionarla con otras especies, siendo, taxonómicamente las más cercana, *P. afer transvaalica* Silvestri, 1935 (África), *P. kocheri* Pagés, 1953 (Sahara) y *P. alienus* Pagés, 1982 (Antillas), por presentar más de 30 sedas glandulares en los órganos subcoxales, lo cual no es suficiente, para determinar alguna especie morfológicamente cercana a ella.

Datos de Colecta: Holotipo 22/09/1991. Paratipos y Material adicional 22-24/08/1991, 12/12/1991 y 16/02/1992, García, A. y Rodríguez, A. col. México, Jalisco, Estación de Biología “Chamela”. N 19°30', W 105°03'. Extracción de hojarasca de Bosque Tropical Caducifolio.

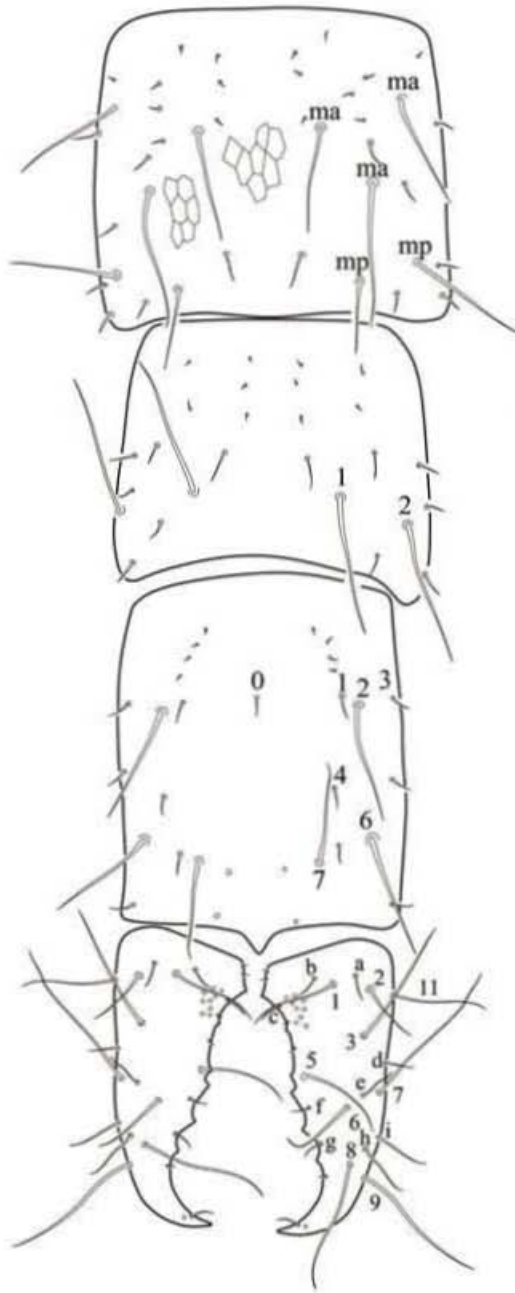
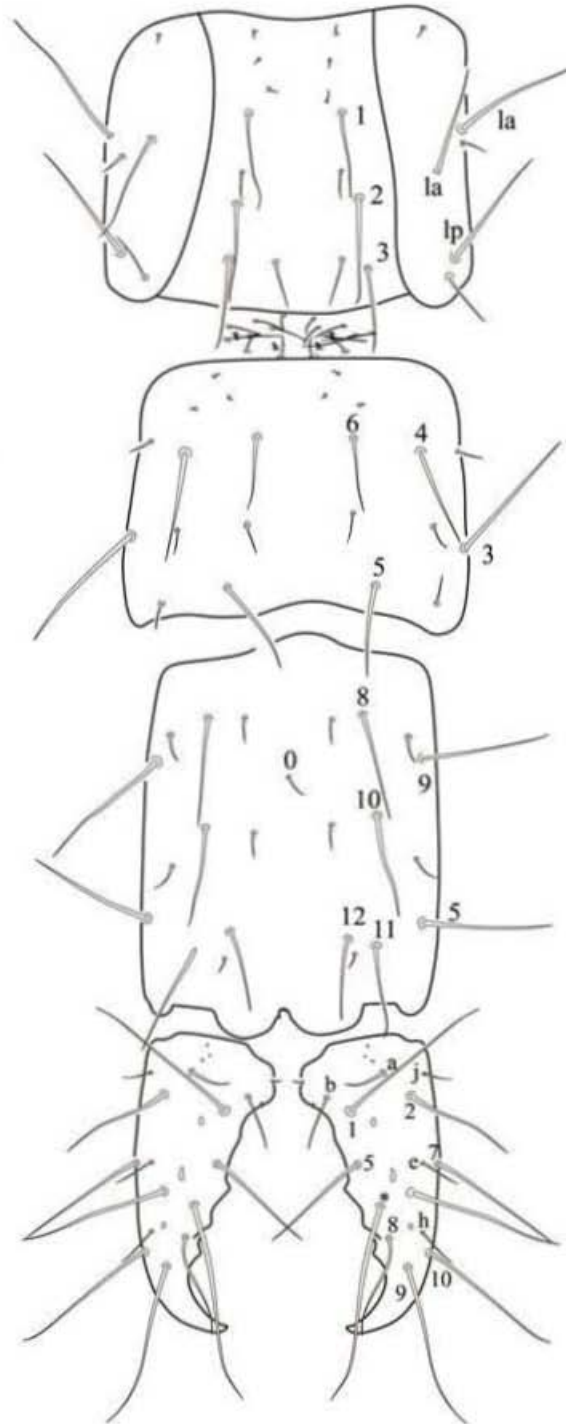
A**B**

Figura 18. *Parajapyx* sp. nov. 3 A) Uritos VIII-X y cercos, vista dorsal, B) Uritos VIII-X y cercos, vista ventral.

Escala de barra: 0.2mm

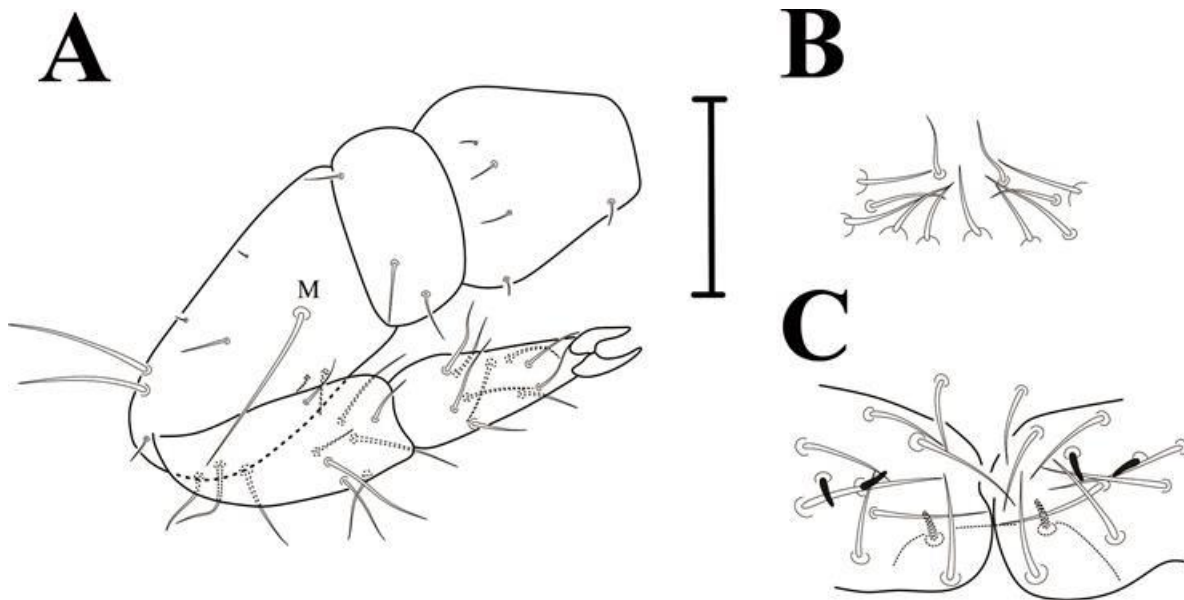


Figura 19. *Parajapyx* sp. nov. 3 A) Pata III, B) Papila genital masculina, C) Papila genital femenina. Escala de barra: A 0.05mm; B 0.01 mm

Redescripción de *Parajapyx isabellae aztecus* Silvestri, 1948

Diagnosis. *Parajapyx isabellae aztecus* se caracteriza por tener 17 artejos antenales; el órgano subcoxal con 3 sedas glandulares y 4 sensoriales, además de un poro de gran tamaño rodeado por 5 poros pequeños en los cercos de vista dorsal.

Material revisado: 3 ♀♀ longitud (n=4) 2.7 mm, rango 2.6- 2.9 mm, 1 juvenil longitud 2 mm; tegumento con ligera apariencia de celdas hexagonales.

Cabeza. Vertex: con 9 + 9m, todas de tamaño similar, 2+2m laterales y 2+2m junto a las antenas, frente 2M+3m (Fig. 20 A), labro con 1+1n, el clipeo presenta una seda macro, 1+1m y 4+4n (Fig. 20 C). Ventralmente presenta dos lóbulos: uno interno, 1+1n; otro externo, 13+13m. Sin palpo labial, en su lugar 1M acompañada de 3m, dos de menor tamaño; admentum 2M y 10m; pli oral 6+6m, submento 2+2m (Fig. 20 B).

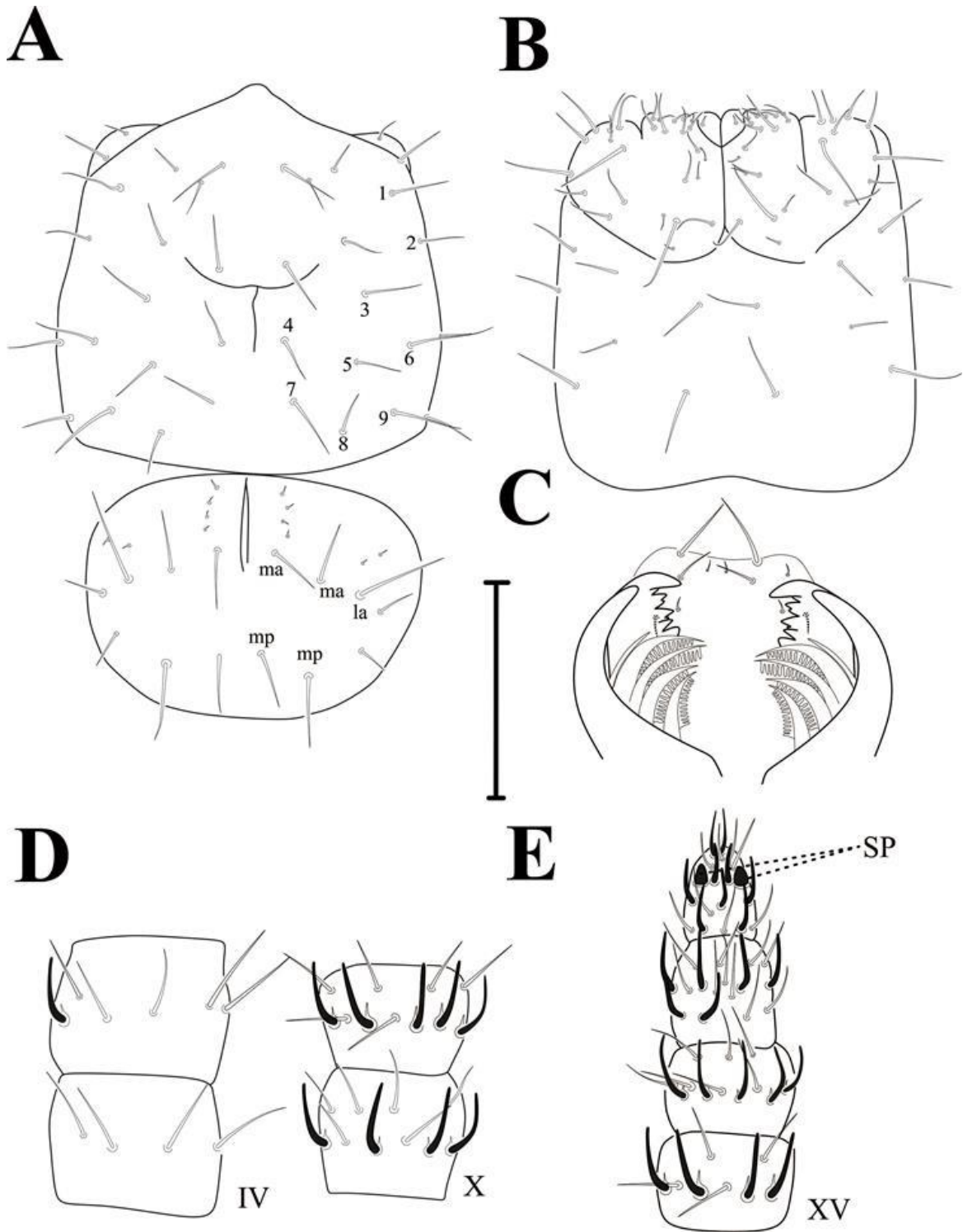


Figura 20. *Parajapyx isabellae aztecus*, 4 A) Cabeza vista dorsal B) Cabeza vista ventral y pronoto C)Mandíbula, maxila y clipeo D) Artejos antenales V-VIII E) Artejos antenales XVI-XVIII. SP, sensila placode.

Escala de la barra: A y B 0.1mm; C 0.04mm; D 0.07mm; E 0.05mm

Estructuras bucales típicas de la familia; la primera lamela es delgada y mide la mitad de la segunda lamela, las restantes son pectinadas y similares entre sí (Fig. 20 C); palpo maxilar con 9 sedas y 1n apical

Antenas. Con 17 artejos sin tricobotrias; artejos; I-IV sin SB (Fig. 20 D); V-VI, 1-2 SB; VII, 2-4 SB; X-XII, 7-8 SB (Fig. 20 D); XV y XVI 9-10 SB; XVII más de 10SB y 4 sensilas placoides (Fig. 20 E); en la figura sólo se aprecian 7 SB y 2 sensilas placoides.

Tórax (Fig.20 B y 21 A). La distribución de las sedas del tórax se muestra en el Cuadro 13.

Cuadro 13. Distribución de las seda torácicas de *Parajapyx isabellae aztecus*.

		n	M				m
			ma	mp	la	lp	
Pronoto		6+6	2+2	2+2	1+1	2+2	
Mesonoto	Prescuto	7+7				1+1	
	Mesoescuto	3+3	2+2	2+2	1+1	6+6	
Metanoto	Prescuto	8+8				2+2	
	Metaescuto	4+4	2+2	2+2	1+1	6+6	

Pata III. Longitud 0.2 mm, con sedas lisas; coxa 3m y 1n; trocánter 3m y 1n; fémur 10m y 3n; tibia 8m; el tarso 10m; uñas simétricas, con unguículo y sin seda pretarsal (Fig. 23 A).

Abdomen (Fig. 21 B y 22). La distribución de las sedas dorsales se muestra en el Cuadro 14.

Cuadro 14. Distribución de las seda abdominales de *Parajapyx isabellae aztecus*.

		N	M				m
			ma	mp	la	lp	
I	Prescuto	6+6				2+2	
I	Escuto	3+3	2+2	2+2	1+1	4+4	
II-VII	Prescuto	4+4				1+1+1	
	Escuto	6+6	3+3	2+2	2+2	1+1	3+4 o 4+3
VIII		13+13	3+3	2+2	2+2	1+1	5+5
VIII	Ventral	3+3		5+5			1+1+1
IX		10+10		5+5			5+5
X		8+8		11+1+11			9+9

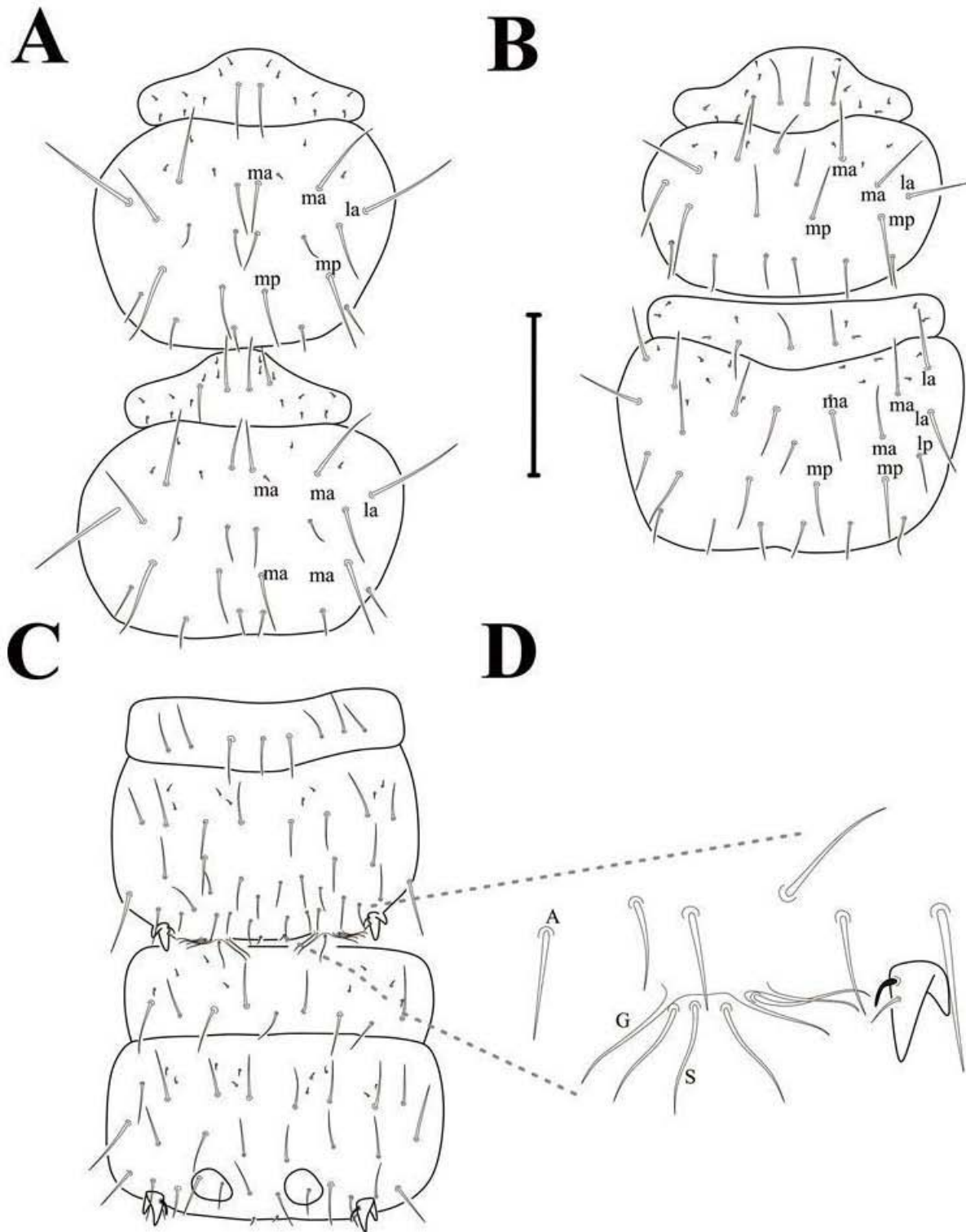


Figura 21. *Parajapyx isabellae aztecus*, A) Mesoescuto y Metaescuto B) Abdomen I-II, vista dorsal C) Abdomen I-II, vista ventral D) Órgano subcoxal derecho. A, sedas acompañantes; G, sedas glandulares; S, sedas sensoriales.
Escala de la barra: A, B y C 0.2mm; D 0.06mm

Urito IX sin seda M4 y urito X sin M1.

Esternito I (Fig. 21 C): Prescuto, 4+1+4m o 4+4m; escuto, 11+11m y 4+4n.

Órgano subcoxal (Fig.21 D): 5 sedas acompañantes, 2-3 sedas glandulares y 4 sedas sensoriales.

Esternito II-VII (Fig. 21 C): Prescuto, 4+1+4m y 4+4n; escuto, 14+14m y 5+5n.

Vesículas eversibles en los esternitos II-III.

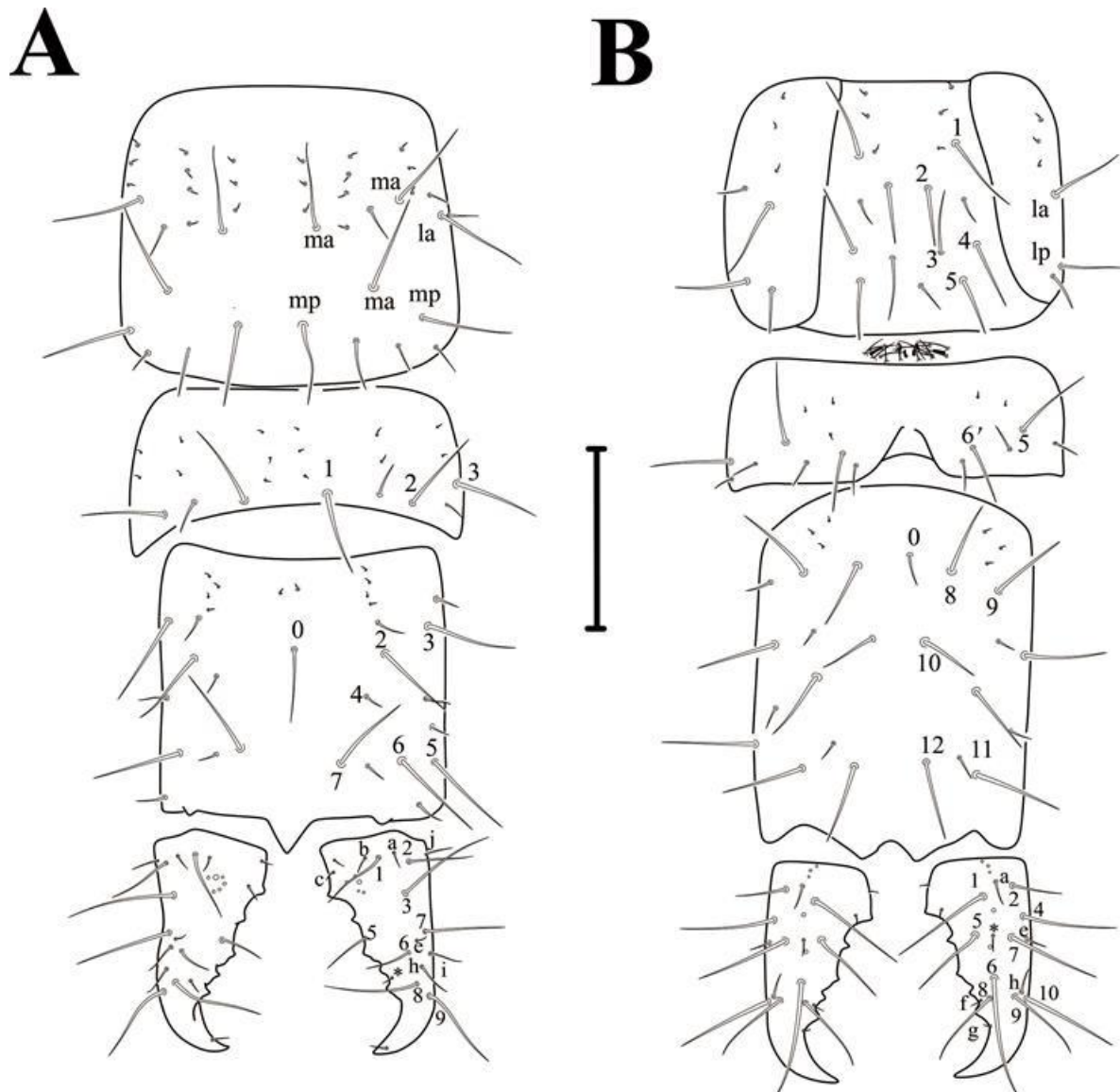


Figura 22. *Parajapyx isabellae aztecus*, A) Uritos VIII-X y cercos, vista dorsal B) Uritos VIII-X y cercos vista ventral.

Escala de barra: 0.2mm

Papila genital femenina (Fig. 23 B): 8+8m y 3+3 microsensilas; 1+1 microsensila.

Cercos (Fig. 22): Ambos cercos con 5 dientes internos; D2 es el más pequeño, D1 y D3 son de mayor talla, D4 y D5 de tamaño similar; D3y D5 presentan abultamientos. Quetotaxía; presencia de seda “j” lateral junto a la seda M2. Ventralmente sin las sedas M3 y “b”, junto a M5 se observa una seda m. Dorsalmente sin “d”, además presenta 6 poros: 1 de mayor tamaño y 5 rodeándolo.

Originalmente esta especie fue descrita por Silvestri en 1911 para Baja California Sur y Morelos, no se cuenta con el registro del holotipo, además la descripción original omite muchos caracteres que en la actualidad son esenciales para su identificación, por lo que fue necesario realizar su redesccripción.

Datos de colecta: 18/10/2004 Paredes, R. col. México, Chiapas, Ocosingo, Reserva Comunal Sierra de la Cojolita. N 16° 44' 53.1'' W 91° 01' 03'' Extracción de hojarasca de Selva Alta Perennifolia.

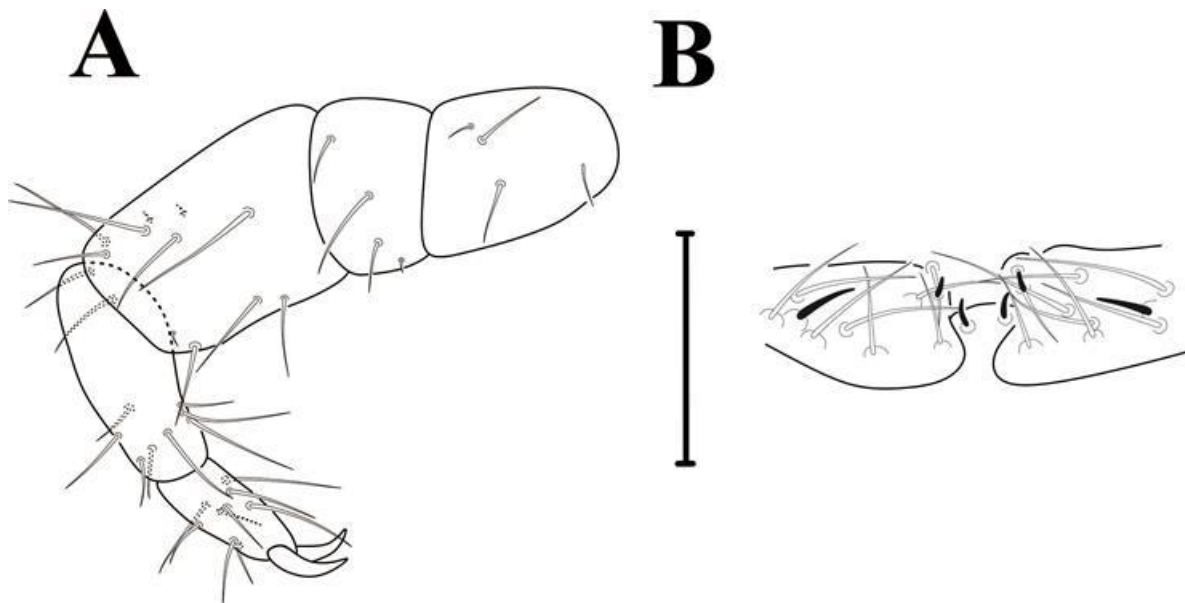


Figura 23. *Parajapyx isabellae aztecus*, 3 A) Pata III B) Papila genital femenina
Escala de barra: A 0.05mm; B 0.01 mm

Discusión y conclusiones

A pesar de que los Diplura son un grupo abundante, en ocasiones se ha llegado a coleccionar hasta un 45% del total de artrópodos (Gunn, 1992), sin contemplar ácaros ni colémbolos. En México, se ha trabajado escasamente con ellos; sobre todo con la familia Parajapygidae, y en específico con *Parajapyx*, tanto en su taxonomía como en su ecología. Para éste género se han descrito alrededor de 62 especies (Sendra, 2006), en su mayoría pertenecientes a otros países, especialmente de África, cuyos trabajos, fueron realizados hace más de 50 años, por lo que al ser descripciones tan antiguas no se tomaron en cuenta algunos caracteres de peso para la determinación de especies, generando dificultades para identificar y descripción de nuevos organismos.

El principal problema lo constituye la quetotaxia, que carece de un sistema estable, al menos dos propuestas fueron encontradas (Pagés, 1952a y Xie *et al.* 1988), ambas diferentes, sin encontrar puntos de homogeneidad para la quetotaxia. Por lo tanto, fue necesario establecer una nueva forma de identificación, basándose en dos propuestas, la de Pagés (1952a), en lo referente al tipo de sedas; y la de García-Gómez (2009), en lo referido al espacio en que ocupan dichas sedas en los diferentes segmentos, de esta forma se da una propuesta la cual busca simplificar y sintetizar la quetotaxia, facilitando la identificación de especies, basada en la localización de macrosedas (M) y sedas normales (m) reducidas o ausentes y microsedas (n).

Por otro lado, se tiene el problema de los subgéneros (*Parajapyx* y *Grassjapyx*), donde el único carácter que diferencia entre los dos, es la curvatura en el margen interno de los cercos, además de adjudicarle a los dientes, caracteres “constantes” para determinar especies.

Sin embargo, durante el proceso de identificación de especies, se observó que la curvatura, propuesta por Pagés (1952a), no es un carácter constante entre las especies. Es decir, se encontró que en diferentes individuos, fuesen o no de la misma especie, presentaban la curvatura en el cerco; mientras que individuos de la misma especie podrían no presentar dicho carácter. Lo cual indica que los subgéneros son arbitrarios, tal como lo expresó el

propio Pagés (1952b); por otro lado, la morfología de los dientes en los cercos, utilizada para identificar y generar claves de especies, tampoco es clara, sobre todo cuando la variabilidad que se presenta es amplia dentro de las mismas especies (Fig. 24).

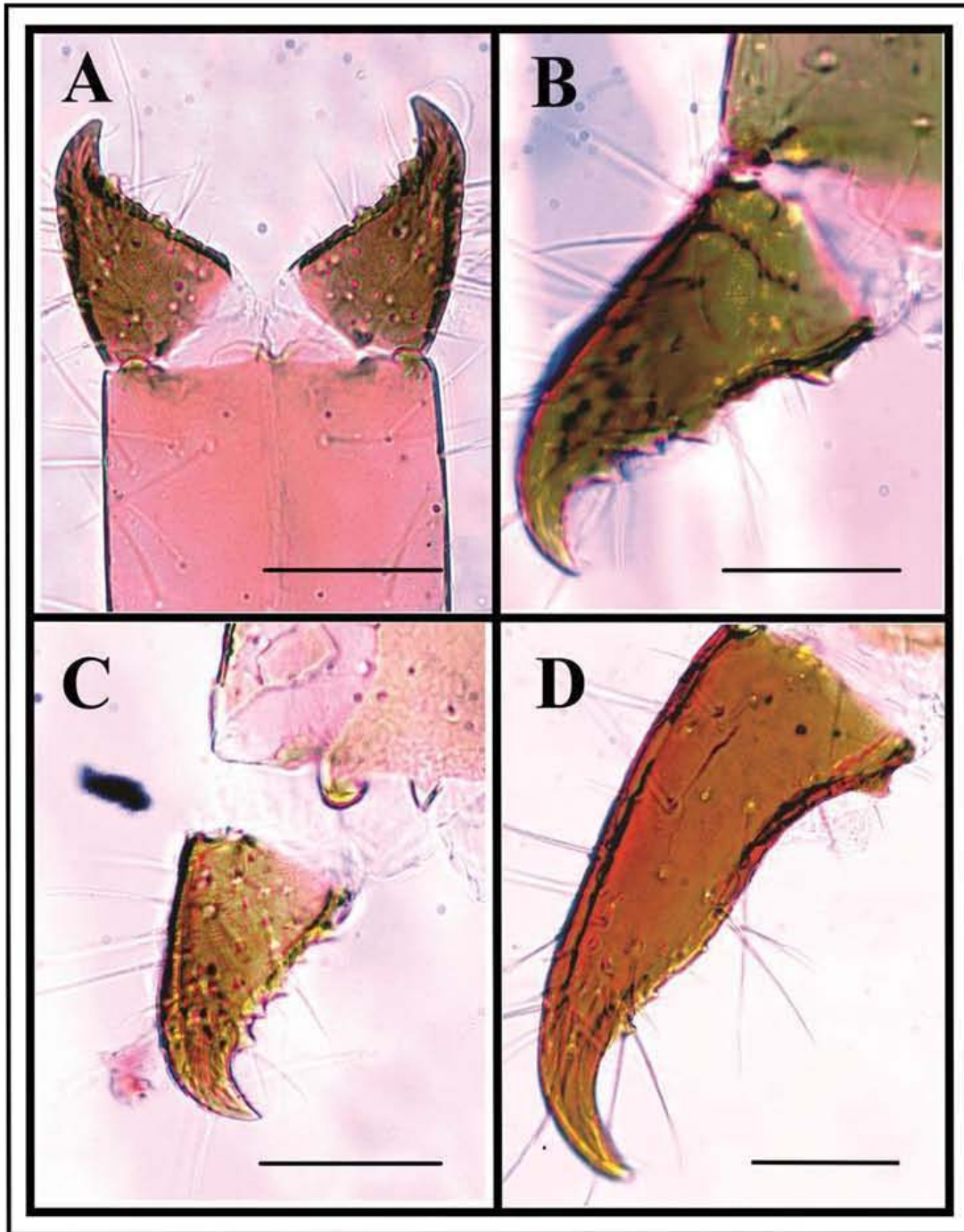


Figura 24. Cercos de diferentes individuos pertenecientes a *Parajapyx* sp. nov. 3. A) Juvenil B) Hembra adulta C) Macho adulto D) Hembra adulta. Escala de barra 5 µm

Sendra (com. pers.), indicó que es necesario realizar un análisis más profundo sobre dichas características, ya que al momento del montaje de dipluros, se llegan a presentar malformaciones mecánicas, impidiendo observar ciertos caracteres, sin embargo, y debido a la poca experiencia con japígididos, tampoco asegura la existencia de los dos subgéneros.

Un ejemplo de lo anterior, se observó en *Parajapyx* sp. 3 (Fig. 24), con 20 ejemplares, en los que la forma del cerco, no es importante dada la variabilidad que se presenta en la especie, es decir, se encontraron ejemplares con y sin curvatura; además de cercos de diferentes tamaños (de largo), y en el caso de los dientes, en algunos se presentan nítidamente y en otros apenas son distinguibles (Fig. 24 D).

Además, el estadio de desarrollo en que se encuentran, tampoco es fundamental, ya que se encontraron adultos con cercos cortos y sin curvatura (Fig. 24 C), así como juveniles con cercos largos y con curvatura; ocurriendo lo mismo con los dientes, donde se colectaron adultos con dientes poco distinguibles (Fig. 24 D) y viceversa.

Por lo anterior, y por no encontrar otros caracteres que sustenten al subgénero, se propone la eliminación de los subgéneros, quedando sólo *Parajapyx*.

En el caso de las diferentes especies, es importante mencionar a *Parajapyx isabellae*; la que además de ser la especie tipo de género, presenta una distribución cosmopolita (Silvestri, 1911; Pagés, 1952a; Allen, 2002; Sendra *et al.*, 2004). Sin embargo, y por falta de experiencia de diferentes investigadores, se describieron anomalías, variaciones e incluso mutaciones, poco fundamentadas, de hecho en la mayoría de ellas se realizaron con un sólo ejemplar, ocasionando una variabilidad tan amplia que lo único que unifica a todas las variedades es el cerco con cinco dientes y la presencia de un poro más grande que los demás.

Pero lo dicho, no es exclusivo de *P. isabellae*, ya que existen otras especies con la misma problemática, por ejemplo en *P. brasiliensis* y *P. gestriensis* (Sendra, 2006), que al revisar las diferentes descripciones, más que variedades parecen especies diferentes, sabemos que sin un estudio del material tipo (el cual se desconoce la ubicación), no se puede hablar de

sinonimias, siendo necesario realizar un trabajo taxonómico a profundidad para aclarar dicha problemática.

Aunado a lo anterior, en *P. isabellae*, se han identificado diez anomalías y dos subespecies: *P. isabellae isabellae* y *P. isabellae aztecus*, esta última distribuida en Morelos y Veracruz. Sin embargo, y dada la falta de los tipos, la descripción del ejemplar de Chiapas, se realizó con la descripción original, no obstante varios caracteres, actualmente de importancia, no se contemplan, por ejemplo la distribución de las M y s, las cuales no se observan en las ilustraciones, por consiguiente la redescipción es relevante para el estudio y distribución de los *Parajapyx* de México. Cabe resaltar que la única razón por la cual se considera como subespecie de *P. isabellae* es por compartir un poro grande rodeado de pequeños en la parte dorsal de los cercos, esta característica es insuficiente para nombrarla como subespecie, lo que vuelve a resaltar la necesidad de revisar quién es realmente *P. isabellae*.

Con respecto a las tres nuevas especies, se tomó en consideración el número de ejemplares, para la identificación de especies, mínimo cuatro, con el fin de minimizar los problemas ya mencionados de variabilidad infraespecífica, ya explicada en *P. isabellae*.

De manera general, la fauna mexicana de *Parajapyx*, presenta los siguientes caracteres: 17-18 artejos antenales, con más de 10 sedas glandulares y 2-3 sedas sensoriales en los órganos subcoxales (la mayoría de morfoespecies), con lo cual presenta una afinidad con las faunas localizadas en Sudamérica y China.

Al analizar la fauna asiática en comparación a la de México, se encontró que el grupo mexicano presentó un mayor número de sedas M; y al compararla con la Sudamérica, se observó que no coincide el número de sedas sensoriales.

Por último a nivel específico y a pesar de las dificultades, por la falta de descripciones y de tipos, se homogenizaron caracteres diagnósticos, que son: M presentes en el tórax, las seda M y m presentes en los segmentos abdominales I-VII, el número sedas glandulares y sensoriales de los órganos subcoxales; y cercos con poros presentes en el dorso.

Existen muchos puntos que aún faltan por resolver, este estudio deja abierto mucho campo para trabajos futuros, no solo porque refleja la amplia distribución del género *Parajapyx*, con sus 11 registros nuevos, en México, sino porque demuestra que aún existen problemáticas por aclarar, como lo es el caso de los subgéneros. Es por todo esto que este estudio resultó imprescindible y constituye un punto de partida para sintetizar el conocimiento acerca de este género

Bibliografía

- Allen, R. T. 2002. A synopsis of the Diplura of North America: keys to higher taxa, systematics, distributions and descriptions of new taxa (Arthropoda: Insecta). *Transactions of the American Entomological Society*, 128: 403-466.
- Arnett, R. H. 2000. Order 3. Diplura (Diplurans). In: Arnett, R. H., *American Insects. A Handbook of the Insects of America North of Mexico*. CRS Press New York, 91-96.
- Bach, C., Gaju-Ricart, M. & Compte-Sart A. (1999) Recientes aportaciones filogenéticas sobre los "Apterygota". *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 2: 379-395.
- Barnard, P.C. 2011. Order Diplura: the two-tailed or two-pronged bristletails. In: Barnard, P.C. *The Royal Entomological Society Book of British Insects*, Blackwell Publishing Ltd., 25-26.
- Bu, Y., Gao Y., Potapov, M. & Y. Luan. 2012. Redescription of arenicolous dipluran *Parajapyx paulian* (Diplura, Parajapygidae) and DNA barcoding analyses of *Parajapyx* from China. *Zookeys*. 221: 19-29.
- Delamare-Deboutteville, C. 1947. Les Parajapyginae D'Afrique (Thysanoures). Morphologique, écologie et systématique. *Bulletin du Muséum*. 2^a serie. 19: 275-285
- Denis, R. 1965. Ordre des Diploures. In: Grassé, P.-P. (ed) *Traité de Zoologie, IX*, Mason & Cie, Paris. 160-186.
- Edgecombe, G.D. 2009. Palaeontological and Molecular Evidence Linking Arthropods, Onychophorans, and other Ecdysozoa. *Evolution: Education and Outreach*. 2: 178-190.
- Ferguson, L. M. 1990. Insecta: Diplura. In: Dindal, D. L., *Soil Biology Guide*. Wiley, New York. 951-963.
- Figueiredo, A. 2009. *Taxonomia de Japygidae (Diplura) da Amazônia Central*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. 1-55
- González, R.H. 1964 Japygoidea de Sud América, 6: Revisión de la familia Dinjapygidae (Womersley, 1939). *Acta Zoologica Lilloana*, 20: 113-128.
- García-Gómez, A. 2003. *Contribución al conocimiento de los dipluros (Hexapoda: Diplura) en México*. Universidad Nacional Autónoma de México. 1-113

- García-Gómez, A. 2009. Nuevo Género y Nueva Especie de Parajapygidae (Hexapoda: Diplura) de la selva Lacandona, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 25: 527-535.
- Gunn, A. 1992. The ecology of *Campodea lankestri* (Silvestri) (Diplura). *The Entomologist*. 11: 201-209.
- Ionescu, M.A. 1955. Diplura. *Fauna Republicii Populare Romine Insecta*, 7:2, pp. 1- 48
- Nosek, J. 1981 A new Japygid Species from Bermudas *Parajapyx (Parajapyx) schuteri* n. sp. (Insecta, Diplura). *Revue suisse Zoologique*, 88: 327-332.
- Paclt, J. 1957. Diplura. In Wytsman, P., *Genera Insectorum*. Quatre-Bras, Crainhem, Belgique, pp. 123.
- Pagés, J. 1952a. Parajapyginae (Insecta, Entrophi, Japygidae) de l'Angola. *Subsidios para o estudo da Biologia na Lunda. Museu do dundo*.
- Pagés, J. 1952b. Contribution à l'étude des Japygidae (Insecta Entotrophi) d'Algerie et de Tunisie. *Extra du Bolletin de la Societé Zoologique de France*. 77: 125-148.
- Pagés, J. 1973. Un parajapygidé inédit des plages de la côte caraïbe de Cuba récolté par Mr. L. Botosaneanu au cours de la seconde expédition biospéléologique cubano-roumaine à Cuba en 1973. *International Journal of Speleology*. 6: 339-352
- Pagés, J. 1975. Une espèce inédite d'Insectes Diploures Parajapygidés du Guatemala: *Parajapyx (P) strinatti* n. sp. *Revue suisse de zoologie*. 82: 519-525.
- Pagés, J. 1989. Sclérites et appendices de l'abdomen des diploures (Insecta, Apterygota). *Archives des Sciences, Geneve*. 42:3, pp. 509-551.
- Palacios-Vargas, J. & García-Gómez A. 2013. Biodiversidad de Diplura (Hexápoda: Entognatha) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*.
- Reece, J., Urry, L., Cain, M., Wasserman, S., Minorsky, P., & Jackson, R. 2011. *Campbell Biology*. Pearson. 507-515 pp.
- Regier, J. C., Shultz, J.W., Zwick, A. Hussey, A., Ball, B., Wetzar, R., Martil, J.W. & Cunningham, C. 2010. Arthropod relationships revealed by phylogenomic analysis of nuclear protein-coding sequences. *Nature*. Letter: 1-5
- Richards, O.W. & Davis, R. G. (1980) Orden 2 Dipluros. In: Richards, O.W. & Davis, R. G., *Tratado de entomología Imms. Volumen 2: Clasificación y Biología*, Ediciones Omega, Barcelona. 27-36.

- Sendra, A. 2006. Synopsis of described Diplura of the world. <http://insects.tamu.edu/research/collection/hallan/Arthropoda/Insects/Diplura/Family/Diplura1.htm>. Consultado 20 de septiembre del 2014.
- Sendra, A., Moreno, A. & Montagud S. 2004. Nueva familia de insectos dipluros para la fauna ibérica española: Parajapygidae (Hexapoda: Diplura). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 35: 288-289.
- Silvestri, F. 1939. Nuevos Parajapygidos de Africa (Thys: Japygidae). *Memorias de la Real Sociedad Española de Historia* 15: 221- 235.
- Silvestri, F. 1948. Specie di japygidae (Insecta:Diplura) finora raccolti nel Messico. *Bollettino del Laboratorio di Entomologia Agraria Filippo Silvestri*, 8: 297-320.
- Smith, L. 1960. Japygidae of North America, 8. Postembryonic Development of Parajapyginae and Evalljapyginae (Insecta, Diplura). *Annals of the Entomological Society of America*. 54: 437-441.
- Trautwein, M. D., Wiegmann, R. B., Kjer, K. M. y Yeates, D. 2012. Advances in Insect Phylogeny at the Dawn of the Postgenomic Era. *Annual Review of Entomology*. 57: 449-468.
- Xie, R.D., Yang Y.M. & Yin, W.Y. 1988. A new species of Parajapyx from the Tianmu Mountain, China (Diplura: Japygidae). *Shanghai Institute of Entomology, Academia Sinica*, 8: 229-233.

Apéndice. Abreviaturas utilizadas.

A	Sedas acompañantes de los órganos subcoxales
ad	admentum
D(número)	Diente en el margen interno del cerco
G	Sedas glandulares de los órganos subcoxales
la	latero-anterior
le	lóbulo externo
li	lóbulo interno
lp	lateropleurito (vista dorsal del abdomen)
lp	latero-posterior (localización de sedas en terguitos)
M	Macro seda
m	seda normal
m	mentum (cabeza)
ma	medio-anterior
mp	medio-posterior
mr	meroesternito
n	micro seda
pm	proesternito
ps	presternito
S	Sedas sensoriales de los órganos subcoxales
s	Sedas típicas según Pages (1952a) equivalente a sedas normales
SB	Sensila baciliforme
sm	submentum
SP	Sensila placoide
tr	trocánter