



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

---

---

FACULTAD DE CIENCIAS

Cultivo y Desarrollo post embrionario de  
*Pergalumna* sp. nov. (Acari: Oribatida)  
proveniente de la selva tropical de Los Tuxtlas  
Veracruz, México

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGO

P R E S E N T A:

JAIR DASSAEFT PÁEZ LÓPEZ



DIRECTOR DE TESIS:  
DR. JOSÉ GUADALUPE PALACIOS VARGAS

Ciudad Universitaria, CD. MX. 2019



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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



## **AGRADECIMIENTOS:**

Al grupo de trabajo del laboratorio de ecología y sistemática de microartrópodos; a la Dra. Blanca Mejía, la Dra. Alicia Callejas, el Dr. Hugo Mejía, a la M. en C. Angela Arango, a la M. en C. Maira Montejo, por el apoyo para la realización del proyecto con sus consejos en la parte experimental y por haberme dedicado un tiempo en la revisión del trabajo teórico, además de hacer una atmósfera agradable en el laboratorio.

A mi comité sinodal:

Al Dr. José Guadalupe Palacios Vargas, por haberme proporcionado un lugar, los medios y el conocimiento para poder realizar este trabajo.

Al M. en C. Luis Fernando Villagomez Lazo de la Vega, por compartir su conocimiento sobre Galumnidae y por sus regaños que, aunque parezca que no les hago caso, ayudan a mi formación.

Al M. en C. Ricardo Iglesias Mendoza, quien me apoyo en varias dudas de taxonomía, me ayudo a la revisión de varios trabajos sobre oribátidos e hizo varios momentos amenos en la atmósfera de trabajo.

A la Dra. Margarita Ojeda Carrasco, por sus comentarios para este trabajo y la motivación brindada.

A la M. en C. Griselda Montiel Parra, por sus rigurosos comentarios en este trabajo y el tiempo brindado.

A mi círculo de amistad, que siempre estuvo en todo momento para apoyarnos y divertirnos, que, sin mencionar nombres, ya saben a quienes me refiero. También a todas las demás amistades que hice en mi trayectoria escolar con las cuales pasé buenos momentos en clase y prácticas de campo.

## **DEDICATORIA:**

A mi familia por todo el apoyo brindado, por los consejos y regaños que sirvieron mucho para mi formación personal y académica.

A mi mamá Maricela López, quien es una magnífica persona, siempre procuró mi bien en todo momento y me ha acompañado en momentos de felicidad y enfermedad, por aquellas bromas y regaños que hemos pasado.

A mi papá Marcelo Páez, una persona admirable, quien siempre me apoyo en aspectos personales y académicos, me ha dado grandes consejos y que ha sido un gran ejemplo para mí.

A mi hermano Didier Páez, con quien, a pesar de tener personalidades diferentes, me ha brindado su apoyo en la medida de lo posible y hemos pasado varios momentos de alegría. Gracias a todos ellos, sé que no he sido el mejor hijo o el mejor hermano, pero siempre trato de dar lo mejor de mí para que estén orgullosos de los logros que pueda obtener.

# ÍNDICE

RESUMEN .....	1
INTRODUCCIÓN .....	2
ANTECEDENTES .....	7
JUSTIFICACIÓN .....	9
OBJETIVOS .....	9
METODOLOGÍA .....	10
<b>Área de estudio</b> .....	10
<b>Método experimental</b> .....	11
<b>Colecta de muestras</b> .....	11
<b>Medios de cultivo</b> .....	11
<b>Alimentación</b> .....	12
<b>Montaje de organismos</b> .....	12
RESULTADOS .....	13
DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA .....	16
<b>FASES JUVENILES</b> .....	25
<b>Larva</b> .....	25
<b>Protoninfa</b> .....	29
<b>Deutoninfa</b> .....	34
<b>Tritoninfa</b> .....	39
<b>Modificaciones corporales y de estructuras entre estadios</b> .....	45
<b>Larva-Protoninfa</b> .....	45
<b>Protoninfa-Deutoninfa</b> .....	46
<b>Deutoninfa- tritoninfa</b> .....	47
DISCUSIÓN .....	47
CONCLUSIÓN .....	49
REFERENCIAS .....	50

**Cultivo y Desarrollo post embrionario de *Pergalumna* sp. nov. (Acari: Oribatida)  
proveniente de la selva tropical de Los Tuxtlas Veracruz, México**

**RESUMEN**

Se realizó el cultivo de una nueva especie de *Pergalumna* proveniente de suelo y hojarasca de la selva tropical de los Tuxtlas, Veracruz, México, con el fin de describir el ciclo de vida de la especie y ampliar el conocimiento de juveniles para la familia Galumnidae, la cual tiene poca información en el estudio de inmaduros, además de aportar un método experimental para cultivos de oribátidos de ambientes similares. Se ilustraron todas las fases juveniles y se compararon los cambios en la ontogenia.

Los adultos se caracterizan por presentar bandas de estrías en la parte posterior del notogáster, seda interlamelar más larga que las demás sedas y la zona lenticular abarca casi todo el rostro, se diferencia de *Pergalumna boliviana* ya que presenta una seda interlamelar larga, el área porosa *Aa* es más grande y de forma rectangular y no presenta bandas de estrías transversales en el prodorso y placa ventral. Difiere de *P. paraboliviana* por la forma de sus áreas porosas; *Aa* es más grande y rectangular, *A1* es más pequeña, *A2* está presente y no hay presencia de área porosa *Ap*, además no presenta estrías transversales en el prodorso y placa ventral. Esta es la tercer especie de Galumnidae con la descripción de inmaduros en el país.

## INTRODUCCIÓN

México presenta un alto porcentaje de diversidad biológica y ecosistémica debido en parte, a las condiciones fisiográficas y climáticas del territorio, mismas que promueven una gran cantidad de condiciones habitables para los organismos tanto de la región Neártica como la Neotropical (Halffter *et al.*, 2008), por lo que existen siete grandes tipos de vegetación: bosques tropicales perennifolios, bosques tropicales caducifolios, bosques mesófilos de montaña, bosques templados de coníferas y latifoliadas, matorrales xerófilos, pastizales y humedales (Challenger y Soberón, 2008). Dentro de los bosques tropicales perennifolios se encuentran las selvas altas y medianas perennifolias y subperennifolias, que abarcan 4.8% del territorio nacional (INEGI, 2005) y son ecosistemas con una alta regeneración natural debido a la alta actividad de la biota del suelo (Álvarez-Sánchez, 2001).

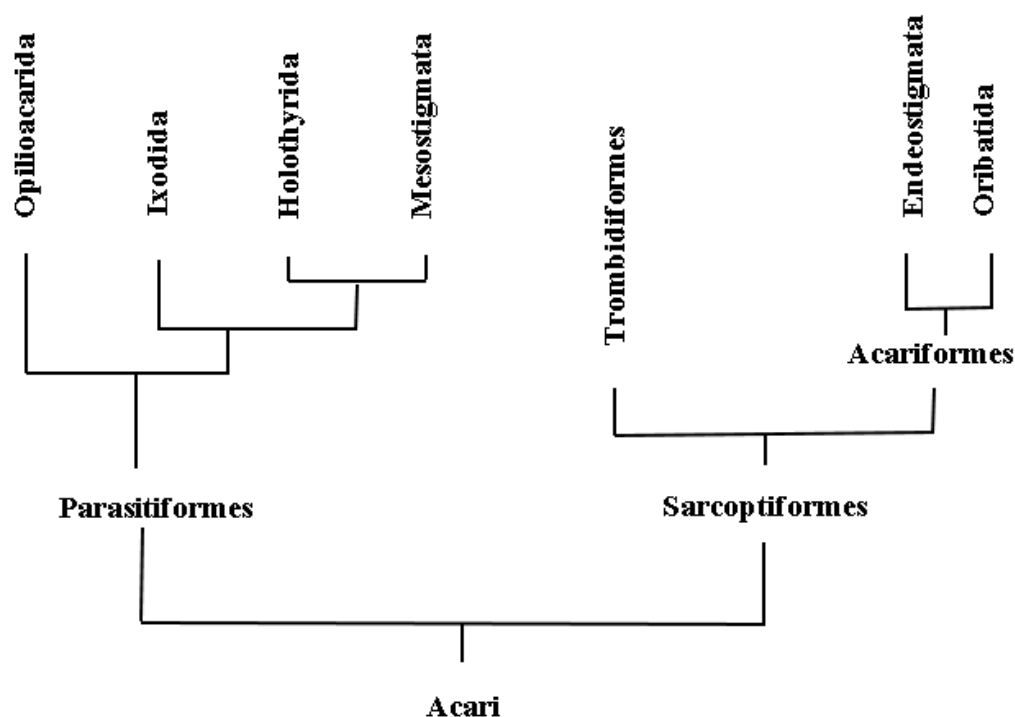
El suelo, al ser un amplio receptor de materia orgánica, incentiva una amplia diversidad estructural en la biocenosis, facilitando el proceso de descomposición. La biocenosis del suelo está constituida por la microflora (organismos menores a 0.002 mm; bacterias, algas y hongos) microfauna (organismos menores a 0.2 mm; protozoarios, nemátodos, rotíferos, tardígrados, colémbolos y ácaros pequeños), mesofauna (organismos que van de 0.2 mm a 10 mm; colémbolos, ácaros, larvas y coleópteros pequeños) y macrofauna (organismos que miden entre 10 a 20 mm; hormigas, miriápodos, isópodos, anfípodos, insectos y lombrices). (García-Álvarez y Bello, 2004; García, 2005).

Los microartrópodos de la mesofauna intervienen en el enriquecimiento y reciclaje de nutrientes del suelo, en particular la mineralización del fósforo y nitrógeno, además, se les reconoce como microingenieros del medio edáfico, ya que forman bioporos y galerías que potencian las propiedades físicas del suelo y favorecen la aireación, la captación de micro y macronutrientes, así como la infiltración de agua (García-Álvarez y Bello, 2004).

Uno de los grupos más diversos y abundantes de microartrópodos son los ácaros, que se caracterizan por tener un cuerpo dividido en gnatosoma, portador de las piezas bucales y un idiosoma, en el que se ubican cuatro pares de patas articuladas en adultos y ninfas, y tres pares en larvas, poseen quelíceros quelados, respiración traqueal o cuticular y sus principales estructuras sensoriales son distintos tipos de sedas a lo largo de la superficie corporal y apéndices, cuyas funciones son principalmente mecanorreceptoras y quimiorreceptoras (Krantz y Walter, 2009; Pérez *et al.*, 2014).



Los ácaros se ubican dentro de la Clase Arachnida, Subclase Acari, con base en sus diferentes características morfológicas, se reconocen dos Superórdenes: Parasitiformes y Acariformes. El primero reúne los órdenes; Opilioacarida, Ixodida, Holothyrida, Mesostigmata e Ixodida y el segundo conformado por: Trombidiformes y Sarcoptiformes. Dentro del Orden Sarcoptiformes se encuentran los subórdenes Endeostigmata y Oribatida (Fig. 1) (Norton *et al.*, 1993; Krantz y Walter, 2009).



**Figura 1.** Clasificación de la subclase Acari (Modificado de Norton *et al.*, 1993).

Los oribátidos (Oribatida), anteriormente conocidos como Cryptostigmata (por tener los estigmas respiratorios ocultos en las cavidades de las patas) (Pérez-Iñigo, 1993) son uno de los taxa más antiguos de artrópodos terrestres conocidos, registrados desde el periodo Devónico (Krivolutsky *et al.*, 1990) y que posiblemente tuvieron su origen durante el Cámbrico (Pachl *et al.*, 2017). Son organismos pequeños (entre 200 y 1300 micras) con desplazamiento lento, su cuerpo está fuertemente esclerosado y presentan pigmentos que les otorgan tonalidades negro o café en estado adulto (Norton y Behan-Pelletier, 2009; Palacios-Vargas, 2001), además, poseen de forma característica una sensila especializada en el

prodorso conocida como seda sensilar, la que se encuentra insertada en un botridio y su función es principalmente quimiorreceptora. Los adultos pueden desarrollar una serie de estructuras para la defensa contra la depredación, por ejemplo: pteromorfos, tutorios, custodios y discidios (Sanders y Norton, 2004; Iturrondobeitia y Subías, 2015).

Estos ácaros son uno de los grupos más diversos en términos de su riqueza específica y abundancia para la mayoría de los biotopos, siendo la hojarasca y el suelo en donde alcanzan sus mayores números poblacionales (Crossley, 1977). Exhiben hábitos alimentarios muy diversos, siendo generalmente saprófagos o micófagos, aunque algunos pueden ser carnívoros oportunistas de nemátodos y de otros microartrópodos (Norton y Behan-Pelletier, 2009).

Son organismos ovíparos, poseen un ciclo de vida generalmente con siete estadios: huevo, prelarva, larva, protoninfa, deutoninfa, tritoninfa y adulto, el desarrollo de cada fase puede verse afectada por diversos factores ambientales, por ejemplo; la humedad y la acidificación, cantidad y calidad de materia orgánica en el suelo (Sitnikova, 1959; Ermilov y Lochynska, 2008). A pesar de ser un grupo abundante, éstos son estrategias K, teniendo una reproducción generalmente lenta que puede ser de 1-3 generaciones por año (Norton y Behan-Pelletier, 2009).

Los ácaros oribátidos fueron divididos por Hull (1918) en Brachypylylina (ácaros superiores, presentan la placa genital y anal más o menos cuadrangulares y bien separadas) y Macropylylina (ácaros primitivos, con la placa genital y anal grandes, contiguas y desiguales). Dentro de Macropylylina se encuentran los grupos; Paleosomata, Enarthronota, Parhyposomata, Mixonomata y Desmonomata, en Brachypylylina se encuentran Gymnonota y Poronota (Cuadro 1) (Pérez-Iñigo, 1997; Norton y Behan-Pelletier, 2009).

El grupo Poronota caracterizado por la presencia de zonas cuticulares finas, delimitadas y provistas de numerosos canales que atraviesan parcialmente la cutícula se denominan áreas porosas y aparecen en un número fijo, pueden modificarse en sáculos, presentan expansiones aliformes de la cutícula denominados pteromorfos que en algunos grupos pueden ser móviles (Pérez-Iñigo, 1993).

**Cuadro1.** Clasificación del orden Oribatida en sus grandes grupos.

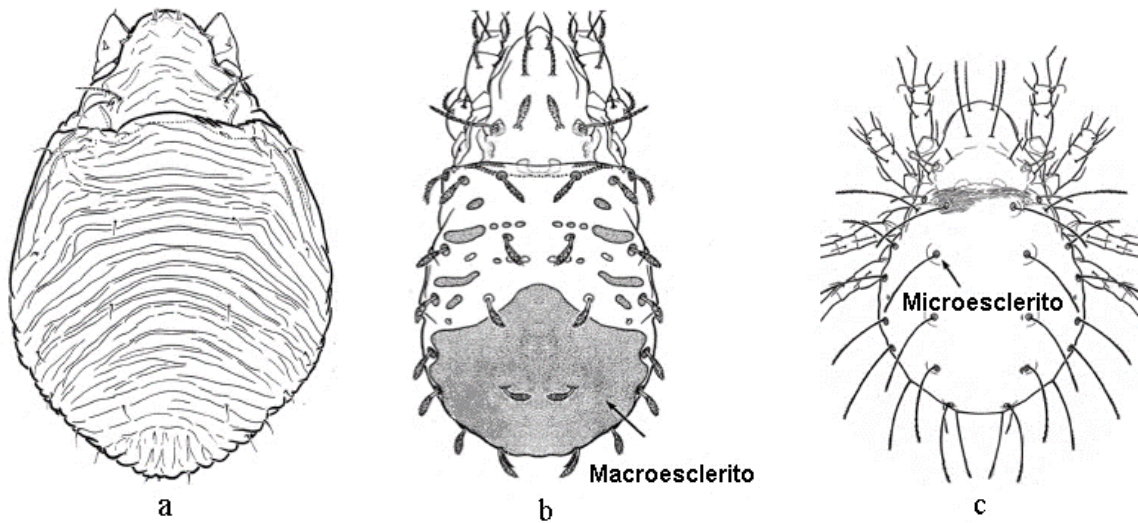
	Ácaros primitivos		Ácaros superiores
Macropylina	Paleosomata		
	Enarthronota	Brachypylylina	Gymnonota
	Parhyposomata		
	Mixonomata		Poronota
	Desmonomata		

Dentro de Poronota, Grandjean (1953) distinguió cuatro grupos con base en la conservación de las exuvias en el dorso:

- A. Euferedermos: Las fases ninfales llevan la exuvia de la fase anterior, el adulto puede llevar las exuvias de larva y ninfas o no conservarlas.
- B. Apoferedermos: Las fases ninfales conservan la exuvia anterior, el adulto no conserva las exuvias ninfales.
- C. Opsioferefermos: Las fases ninfales no conservan la exuvia anterior, pero el adulto mantiene la exuvia tritoninfal.
- D. Aferedermos: Tanto ninfas como adultos están desprovistos de la exuvia de la fase precedente

También clasificó las larvas y ninfas de los Poronota en los tres tipos siguientes:

- 1. Plisadas: Con pliegues en la cutícula, similares entre estadios juveniles a diferencia de la morfología de los adultos misma que difiere enormemente de una familia a otra (Fig. 2a).
- 2. Macroescléricas: Larvas y ninfas lisas, en su opistosoma portan tanto dorsal como lateralmente escleritos con bordes definidos que ocupan una gran parte de la superficie corporal (Fig. 2b).
- 3. Microescléricas: Larvas y ninfas lisas, en su histerosoma portan dorsal y lateralmente escleritos pequeños, redondos u ovals, todos localizados excéntricamente en la base de algunas sedas (Fig. 2c).



**Figura 2.** Clasificación de juveniles en el grupo Poronota: plisada (a), macroesclérica (b), microesclérica (c).

El estudio de las etapas inmaduras en la sistemática ha sido de gran valor, particularmente en los Brachypylyina, ya que la morfología de los estadios juveniles es evolutivamente más conservada y, por lo tanto, revela relaciones de alto nivel taxonómico que están enmascaradas en adultos, ya que los oribátidos adultos muestran una gran diversidad de caracteres morfológicos que se relacionan con presiones selectivas como la defensa ante sus depredadores, siendo caracteres evolutivamente lábiles sujetos a un alto nivel de convergencia, por lo que las fases inmaduras son importantes en estudios de sistemática, filogenia, ecología y biogeografía (Travé, 1964; Norton y Ermilov 2014).

Las fases inmaduras pueden tener una separación de hábitat y recursos con los adultos, por lo que llegan a alcanzar altos números poblacionales, para el correcto funcionamiento de los análisis de biodiversidad, es necesario conocer y determinar las especies adecuadamente para no sobrevalorar la riqueza específica. Travé (1964) menciona que, en caso de buscar presencia o ausencia de una especie, dentro de una muestra no puede ser clarificada si no se identifican o conocen las fases inmaduras de todos los organismos.

La morfología de los juveniles de la familia Galumnidae es muy similar, solo difiere una de otra por algunas características como el desarrollo de una línea transversal en el notogáster, la formación de un macroesclerito circumgenital o pliegues en forma de arco en la región ventral (Bayartogtokh y Ermilov, 2017).

## ANTECEDENTES

A nivel mundial los ácaros oribátidos representan 10,923 especies y subespecies de ácaros (1,113 neárticas y 2,211 neotropicales), divididos en 163 familias, 1,269 géneros y subgéneros (Subías, 2018). La biología y conducta de los oribátidos aún no es bien conocida, los procesos de fertilización, desarrollo embrionario, ciclo de vida, ovoposición y duración de cada estadio se han descrito para pocas especies (Sitnikova, 1959; Woodring, 1963).

A pesar de que los ácaros oribátidos son un grupo distribuido mundialmente, los estudios experimentales sobre sus características biológicas y el tiempo de su ciclo de vida son difíciles de reproducir, principalmente por ser organismos de tamaño pequeño. Además, en condiciones de laboratorio su reproducción puede ser lenta, con muchos decesos de adultos y pocos descendientes ya que es difícil replicar las condiciones de su hábitat y satisfacer sus exigencias alimentarias, debido a que no siempre las fases juveniles y la adulta se alimentan del mismo recurso (Sitnikova, 1959).

Woodring (1963) realizó la distinción entre cultivo y crianza, definiendo por cultivo la técnica para obtener generaciones continuas y crianza como una técnica en que a partir de huevos o etapas inmaduras se obtienen adultos. Para generar un cultivo o crianza, se requiere conocer la biología del organismo de interés y sus requerimientos nutricionales.

Se conocen fases juveniles de 805 especies dentro de 310 géneros y 119 familias, representando el 8% de los ácaros oribátidos conocidos (Norton y Ermilov, 2014).

Para la Superfamilia Galumnoidea se han descrito fases inmaduras de 26 especies. Los géneros *Galumna* y *Pergalumna* son los mejor representados, de los que se han descrito únicamente algunas fases y no todos sus estadios (Cuadro 2), solamente para 13 especies se tiene registro de ciclo de vida completo. La mayor parte de la información sobre los estadios inmaduros se ha obtenido por medio de ambientes controlados en condiciones de laboratorio, siendo siete especies las obtenidas por medio de cultivos (Norton y Ermilov, 2014).

El conocimiento de los estadios juveniles de Galumnidae es muy escaso, pocos autores son los que han realizado cultivos y sus descripciones; Sengbusch (1954) usó a *Galumna ithacensis* (Jacot, 1929) (como *G. elimatus ithacensis*), *Acrogalumna longipluma* (Berlese, 1904) y *Pergalumna nervosa* (Berlese, 1914) (como *Galumna nervosa*), Woodring (1965) utilizó a *Galumna parva* Woodring, 1965 y *Galumna louisiana* (Jacot, 1929);

Rockett y Woodring (1966) realizaron su trabajo con *Pergalumna emarginata* (Banks, 1895) y Haq y Adolph (1981) usaron a *Galumna flabellifera orientalis* Aoki, 1965.

**Cuadro 2.** Géneros y especies de Galumnoidea con información de fases inmaduras

Familia	Género	Especies con fases juveniles	Lv	Pn	Dn	Tn	Número de Especies cultivadas
	<i>Acrogalumna</i>	1	1	1	1	1	1
	<i>Allogalumna</i>	1	1	1	1	1	0
	<i>Dicatozetes</i>	2	0	0	0	1	0
Galumnidae	<i>Galumna</i>	11	9	9	9	10	5
	<i>Orthogalumna</i>	1	0	1	1	1	0
	<i>Pergalumna</i>	5	2	4	4	4	2
	<i>Pilogalumna</i>	3	3	3	3	3	0
	<i>Vaghia</i>	1	0	1	1	0	0
Gallumnellidae	<i>Galumnella</i>	1	0	0	0	1	0

Abreviaturas. Larva=Lv; Protoninfa=Pn; Deutoninfa=Dn; Tritoninfa=Tn

El conocimiento de las fases inmaduras en su mayoría es descriptivo con fines taxonómicos como el trabajo de Seniczak (1972) quien describió todos los estadios juveniles de *Pilogalumna tenuiclava* y *Pergalumna Nervosa*. Seniczak y Seniczak (2007) estudiaron la morfología de los estadios juveniles de *Pilogalumna crassiclava* y *Pilogalumna Ornatula* Grandjean, 1956.

En México se conocen 250 géneros y un total de 440 especies de ácaros oribátidos (Palacios-Vargas e Iglesias 2004; Subías 2018), de los que sólo se han reportado 45 especies con fases inmaduras. De la familia Galumnidae en el país se conocen 11 especies de los géneros *Galumna*, *Pergalumna*, *Vaghia*, *Pilogalumna*, *Trichogalumna*, *Pilizetes* y *Orthogalumna* (Vázquez y Prieto, 1999; Palacios-Vargas e Iglesias ,2004, 2007; Villagomez y Palacios-Vargas, 2013, 2015; Palacios-Vargas y Villagomez, 2017; Villagomez *et al.* 2017).

Para México *Archeozetes longisetosus* Aoki, 1965, es la única especie cultivada en condiciones de laboratorio por Estrada-Venegas *et al.*, 1999 de la que se obtuvieron los estadios inmaduros, con el fin de estudiar aspectos biológicos como su alimentación,

reproducción, ciclo biológico y proponerla como una sinonimia de *A. longisetosus chamelensis*, Palacios-Vargas e Iglesias, 1997.

Para la región de los Tuxtlas, se conocen 39 familias, 40 géneros y 54 especies de ácaros oribátidos (Villagomez *et al.*, 2017), del género *Pergalumna* solo se conocen tres especies; *Pergalumna hypergranulosa*, *P. dactilaris* y *P. obsidiana* (Palacios-Vargas y Villagomez, 2017).

## JUSTIFICACIÓN

La familia Galumnidae es una de las más diversas en suelo y hojarasca de la Selva alta perennifolia de los Tuxtlas, Veracruz. Además, es un grupo que ha sido estudiado para la localidad en términos taxonómicos como parte de la línea de trabajos del Laboratorio de Ecología y Sistemática de Microartrópodos, es importante mencionar que el conocimiento mundial actual que se tiene de los estados inmaduros sobre Galumnoidea es escaso, con solamente 23 especies de las 565 que componen la Superfamilia. Adicionalmente, parte de las descripciones existentes son poco ilustrativas o en algunos casos se encuentran incompletas. Por lo que en este trabajo se realizará la descripción del ciclo de vida completo, incorporando el tiempo de duración de cada fase y la caracterización de los requerimientos en condiciones de laboratorio para una especie de Galumnidae de México.

## OBJETIVOS

### General:

- Describir e ilustrar la morfología de las fases inmaduras y el adulto de *Pergalumna sp. nov.* utilizando organismos obtenidos a partir de un cultivo en condiciones de laboratorio.

### Particulares:

- Asentar las condiciones y parámetros de humedad y temperatura óptimos para el establecimiento y mantenimiento de cultivos en condiciones de laboratorio de *Pergalumna sp. nov.*
- Registrar el tiempo que transcurre entre los estadios de *Pergalumna sp. nov.* desde huevo al adulto en condiciones de laboratorio.

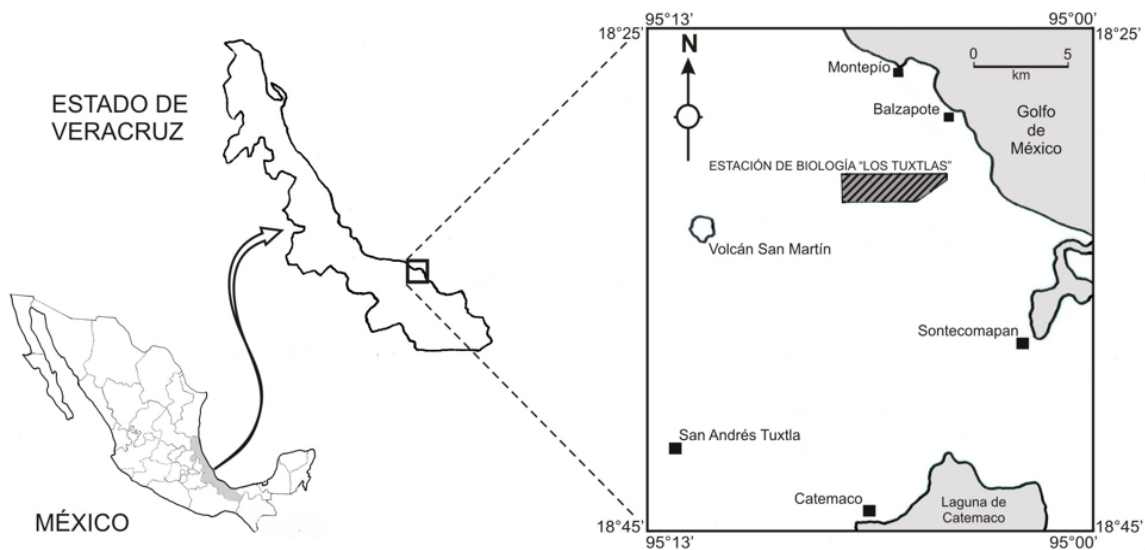
- Realizar la descripción e ilustración del adulto y las fases inmaduras de *Pergalumna* sp. nov, efectuando una comparación morfológica del notogáster, placa ventral y apéndices locomotores entre las diferentes etapas inmaduras y el adulto, registrando la variación en longitud, forma y quetotaxia de cada una de estas estructuras.

## METODOLOGÍA

### Área de estudio

La Sierra de los Tuxtlas es una formación montañosa de origen volcánico, ubicada en la llanura costera del Golfo de México (Soto y Gama, 1997) en el estado de Veracruz, en ésta se encuentra la Estación de Biología Tropical de los Tuxtlas (Fig. 3). La estación posee un total de 644 hectáreas y se ubica a 30 kilómetros del poblado de Catemaco, geográficamente se encuentra entre los 18°34' y 18° 36' N 95°04' y 95°09' O, localizándose al este del volcán San Martín Tuxtla.

El terreno en el que se encuentra alojado posee un rango altitudinal de los 150 msnm hasta los 700 msnm en la zona oeste (Dirzo *et al.*, 1997).



**Figura 3.** Ubicación de la Estación de Biología Tropical de Los Tuxtlas (Tomada de Flores *et al.*, 2014).



## **Método experimental**

### **Colecta de muestras**

Se colectaron cinco muestras de hojarasca y suelo provenientes de la estación de Biología Tropical Los Tuxtlas en los meses de noviembre 2016, marzo, junio, octubre y diciembre de 2017. Las muestras fueron colectadas manualmente de árboles que se encontraban sobre el sendero Darwin y tuvieran suficiente materia orgánica en su base, se depositaron en un costal de rafia de 20 kg llenado hasta la mitad aproximadamente. Estas muestras fueron procesadas en el laboratorio de Ecología y Sistemática de Microartrópodos por medio de embudos de Berlese-Tullgren durante dos semanas, sin iluminación artificial y con frascos colectores de cultivo (Fig. 4), estos fueron sellados con parafilm para evitar la desecación del yeso y mantener la humedad por más tiempo.

### **Medios de cultivo**

Para los medios de cultivo se usaron cuatro frascos de vidrio con tapa de aluminio y cierre de rosca (Fig. 5) para mantener la humedad de forma eficiente, a éstos se les agregó una base de yeso y carbón activado (9:1) (Lipovsky, 1953), posteriormente se les adicionó sustrato de suelo molido y un pequeño pedazo de tronco (tomados de las muestras colectadas), con el fin de simular el ambiente original, mantener de forma más eficiente la humedad y proporcionar un lugar para la ovoposición.

Los ejemplares fueron seleccionados bajo un microscopio de disección con la ayuda de un alfiler entomológico y transferidos a frascos de cultivo, a cada frasco se le añadieron 20 organismos adultos (cada mes de colecta se añadían nuevos organismos a los cultivos). Para mantener una humedad mayor al 50% se le añadieron de cuatro a cinco gotas de agua cada tercer día con la ayuda de una pipeta y un microscopio de disección.

Los cultivos se revisaron diariamente hasta el último mes de colecta, por periodos de 30 min a 1hr, con el fin de no perturbar la dinámica natural de los organismos. Los medios de cultivo fueron almacenados en una hielera de unicel y dejada temperatura ambiente. Las condiciones de temperatura y humedad dentro de los cultivos fueron obtenidas con un termohigrómetro IAQ-CALC 8760-M-NP las cuales se tomaron diariamente en la primera semana de cada mes.



**Figuras 4-5.** Materiales para la obtención y mantenimiento de los ejemplares de *Pergalumna* sp. nov. 4. Procesamiento de muestras de hojarasca y suelo en Embudos de Berlese-Tullgren con frascos de cultivo. 5. Medios de cultivo usados para la crianza.

### **Alimentación**

Se probaron cuatro alimentos diferentes: lechuga, papa, levadura y manzana, prefiriendo aquellos que tuvieran una larga duración y que no generarán hongos tan fácilmente y que a su vez tuvieran una buena aceptación por los organismos, siendo la papa (*Solanum tuberosum* L.) la que tuvo la mejor aceptación, resistió de mejor forma la oxidación y descomposición, además sirvió de lugar para la ovoposición y protección de fases inmaduras. Se adicionaron pequeños trozos de papa al cultivo dos días a la semana, retirando los trozos que eran ignorados por los organismos, para evitar la generación de hongos que podrían afectar el cultivo.

### **Montaje de organismos**

Para realizar las preparaciones semipermanentes, los ácaros fueron colocados en una cápsula de porcelana con ácido láctico, para su aclaramiento, enseguida, dicha cápsula se introdujo en una estufa a una temperatura de 45-50°C durante una semana o un poco más (dependiendo del esclerzamiento del organismo). Una vez aclarados, se procedió a montarlos en líquido de Hoyer sobre un portaobjetos, seguido de la cobertura por un cubreobjetos.

Fue necesario realizar microdisecciones para la identificación de las especies de Galumnidae, esto con el objetivo de observar algunas características morfológicas particulares, dichas disecciones consisten en separar todas las estructuras del organismo y colocarlas de la siguiente manera: se divide el portaobjetos en ocho segmentos imaginarios; el primero corresponderá a los quelíceros, el segundo a la parte restante del prodorso, el tercero al notogáster y los pteromorfos, el cuarto a la región ventral, el quinto al primer par de patas, el sexto al segundo par de patas, el séptimo al tercer par y el octavo al cuarto par. Para evitar fracturas por la fisonomía de los ácaros, en los cuadrantes dos, tres y cuatro, es necesario hacer una muesca con un microrrotor para que albergue al organismo y este no se rompa por el peso del cubreobjetos.

Las ilustraciones y mediciones fueron realizadas en un microscopio Carl Zeiss Axiostar Plus de contraste de fases con un tubo de dibujo adaptado. Para nombrar estructuras del cuerpo y quetotaxia se usaron los trabajos de Ermilov y Gwiazdowicz, 2015; Norton y Ermilov, 2017; Ermilov *et al.*, 2017 y Bayartogtokh y Ermilov, 2017.

## **RESULTADOS**

Los cultivos se estandarizaron a una temperatura promedio de 26.4 °C y humedad relativa de 65%, en la que los ácaros adultos respondieron de manera favorable alimentándose de papa, la que fue añadida en las orillas y al centro del frasco.

Se vio una gran mortandad de los organismos adultos en los primeros tratamientos, dejando solo dos frascos, en los cuales 15 días después de establecido el cultivo, se observó la presencia de huevos, evidenciando algunas estrategias reproductivas como, realizar la ovoposición dentro de exuvias o entre las excretas a modo de camuflaje, pero siempre los huevos se encontraban muy cerca del alimento.

Algunos adultos morían antes de la ovoposición, ya que se encontraban con huevos dentro de ellos, sin que lograrán eclosionar. La proporción de organismos juveniles con respecto a los adultos en el primer mes fue del 50%, siendo las fases de larva y protoninfa las de mayor presencia, 15 días después la proporción de juveniles se asemejó a la de los adultos, en donde la fase de deutoninfa y tritoninfa fueron las que tuvieron mayor presencia.

Se cuantificaron los días de desarrollo entre cada estadio (Cuadro 3), realizando el seguimiento desde huevo a adulto, en donde la larva tuvo un desarrollo más rápido, mientras

que las deutoninfas y tritoninfas requirieron de un mayor tiempo en su desarrollo, debido a que estas fases son las más cercanas al adulto y se preparan para un cambio mayor.

**Cuadro 3.** Número de días transcurrido entre cada estadio en condiciones de laboratorio de *Pergalumna sp. nov.*

Org	H/Lv	Lv/Pn	Pn/Dn	Dn/Tn	Tn/Ad	Días total
1	7	4	6	10	10	37
2	8	5	15	7	12	47
3	5	5	12	14	14	50
4	7	9	14	13	9	52
5	8	8	12	14	12	54
	$\bar{x} = 7 \pm 3$	$\bar{x} = 6.2 \pm 3$	$\bar{x} = 10.4 \pm 3$	$\bar{x} = 12.4 \pm 3$	$\bar{x} = 11.8 \pm 3$	$\bar{x} = 47.8 \pm 3$

Abreviaturas. Org= Organismo; H=Huevo; Lv=Larva; Pn=Protoninfa; Dn=Deutoninfa;

Los huevos que se encontraron tenían una forma ovoide (Fig. 6a) y un color hialino al inicio, transcurridos los días se volvían más opacos y en la punta del huevo tomo una coloración oscura, lo que indicaba que se acercaba la eclosión, ya que los huevos con estas características eclosionaban al poco tiempo.

La conducta de los estadios inmaduros fue variable en cada fase, las larvas se encontraban generalmente cerca del alimento, esta fase presentó poco desplazamiento. La protoninfa mostró un mayor desplazamiento en comparación con la larva, encontrándose en el alimento o debajo de los pedazos de madera.

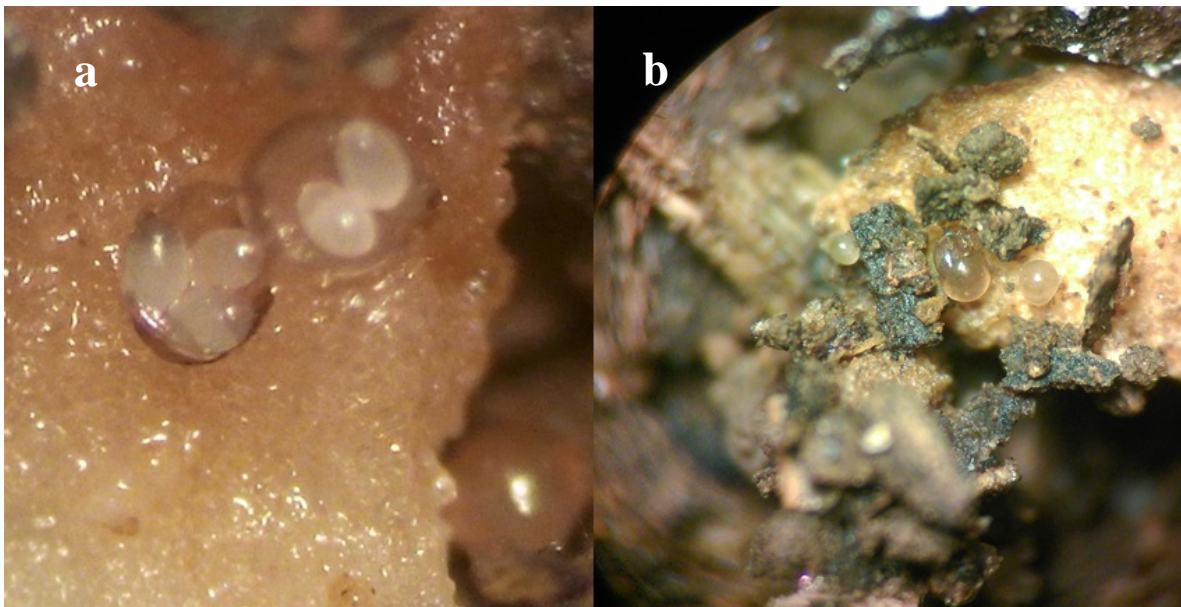
La deutoninfa se resguardaba debajo de los troncos donde las condiciones de humedad son altas. La tritoninfa tuvo un comportamiento similar al adulto ya que se encontraba activamente por todo el medio; tanto en el alimento como encima de la madera o debajo de ella incluso se podían encontrar en las paredes del frasco.

Por su parte los adultos, tuvieron gran movilidad se encontraban por todas las zonas del cultivo, así como en las paredes el frasco y la tapa, lugares en donde llegaban a morir.

Cuando los organismos entraban en el proceso de muda o ecdisis (Fig. 6b) su actividad disminuía y entraban en un periodo de latencia, una gota de líquido de muda (visible con el microscopio) aparecía entre la exuvia y el nuevo organismo, este proceso presentó una

duración de 24 horas en el cambio de tritoninfa a adulto y un promedio de cinco horas para estadios restantes. Después de terminar la muda, el organismo permanece en quiescencia por 30 minutos a 1 hora, posteriormente recuperaba su movilidad y comenzaban a desplazarse por el medio.

La pigmentación y el esclerzamiento fueron progresivos en las distintas fases, la larva presentó un color blanquecino, la protoninfa y deutoninfa un color beige opaco y la tritoninfa se caracterizó por mostrar un color amarillento opaco, el esclerzamiento del adulto teneral tomó aproximadamente una semana, seis a siete días después era capaz de iniciar el proceso de reproducción.



**Figura 6.** Estadios de *Pergalumna sp. nov.* dentro del cultivo: Presencia de huevos sobre exuvias (a), Adulto teneral eclosionando junto a fases inmaduras (b).

## DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA

*Pergalumna* Grandjean, 1936

Especie tipo. *Oribata nervosa* Berlese, 1914

**Diagnosis.** Líneas prodorsales *L* y *S* presentes; con áreas porosas verdaderas; diez pares de sedas notogastrales que pueden estar reducidas a alveolos, sutura dorsoseyugal generalmente interrumpida; notogáster y pteromorfos nunca foveolados; seda lamelar entre las líneas *L*; notogáster redondeado, algunas especies con dimorfismo sexual; lirifisura adanal adyacente al margen de la placa genital; patas tridáctilas (Balogh 1958, 1960; Balogh y Balogh 1992).

### ***Pergalumna* sp. nov.**

(Figs.7-20)

**Descripción.** Medidas en  $\mu\text{m}$  (entre paréntesis las medidas promedio). Longitud (*L*) y anchura (*A*). (N=10) Longitud de los machos 434-503 (466), ancho 345-434 (363); longitud de hembras 444-493 (477), ancho 365 (365). Color marrón, ligeramente más claro en la región lenticular prodorsal medial.

**Diagnosis.** Seda botridial setiforme con barbulación unilateral, cuerpo con ornamentación ligeramente punteada, tres estrías longitudinales visibles en la parte posterior del notogáster, todas las sedas prodorsales presentes, todas las áreas porosas presentes, *A1* y *A2* muy cercanas en ocasiones levemente fusionadas, notogáster con 10 pares de sedas reducidas a alvéolos.

**Prodorso** (Figs.7,9,10). Superficie lisa, región lenticular presente abarcando casi toda la superficie del rostro con un color más claro al cuerpo, líneas lamelares *L* y *S* presentes, arqueadas y paralelas, área porosa dorsoseyugal (*Ad*) (*L*=8, *A*=32), cercana al botridio; sedas prodorsales (Fig.11) setiformes y barbuladas. Seda interlamelar (*in*) (120) barbulada y más larga que las otras sedas prodorsales, (excepto seda botridial), seda lamelar (*le*) (72) barbulada, seda rostral (*ro*) (58) barbulada y pequeña, seda botridial (*bs*) (172) setiforme y con barbulación unilateral, quelícero (*L*=160, *A*=59) (Fig.13) de aspecto normal,

ornamentado con pequeños puntos en su región anterior hasta la zona media, seda *cha* (40) de mayor tamaño que la seda *chb* (24) ambas con barbulaciones.

**Notogáster** (Figs.7,10). Cerotegumento punteado, con ornamentación homogénea, con tres bandas de estrías (*s*) visibles en la parte posterior, dos bandas paralelas cercanas al área porosa *A3* y una semicircular entre las dos bandas, mejor vistas en vista caudal (Fig. 15); diez pares de sedas reducidas a alveólos, cuatro pares de áreas porosas notogástricas presentes (Fig. 12), área porosa *Aa* más ancha que larga (L=18; A=56) y ovalada, alveólo lateral extra (*lx*) debajo de *Aa*, seda latero anterior (*la*) cercana a la articulación del pteromorfo, seda lateromedial (*lm*) localizada hacia la línea sagital, área porosa *A1*(L=16; A=25) y *A2*(L=19; A=15) con forma irregular y borde difuso, lo que hace parecer que en ocasiones se fusionan; lirifisura *im* por encima de *h3*. Seda *h2* posterior a *A2*, lirifisuras *ih* e *ips* laterales y encima de *p3*, glándula opistonotal (*gla*) desarrollada y ligeramente protuberante, cercana al borde del notogáster, área porosa *A3* (L=15; A=28) posterior, rodeada por *h1*, *p1* y *p2*, lirifisura *ip* por encima de *p2*, en algunos organismos *ip* se encuentra por debajo y entre *p1* y *p2*. Pteromorfos (Fig. 16) bilobulados (L=294, A= 180 en la región proximal, 162 en la media y 200 en la distal) con ornamentaciones irregulares esclerosadas en forma de líneas delgadas y gruesas con una muesca central, lirifisura *ia* por debajo de la muesca, seda *c* en posición habitual.

**Región epimeral** (Fig. 8). Cerotegumento punteado, en toda la placa. Subcapítulo (Fig. 14) (L= 94; A= 113) con ornamentación punteada, seda *h* corta (17); sedas epimerales *1a*, *3a*, *3b* y *4a* presentes y cortas (8)

**Región anogenital** (Fig. 8). Un par de sedas agenitales(*ag*) cortas (8), tres pares de sedas adanales (*ad*) cortas (8); lirifisura *iad* sobre el límite de la placa anal y por debajo de *ad3*, sin área porosa postanal (Fig. 15); placa genital con seis sedas insertadas en fórmula 2-4, siendo *g1* y *g2* más largas que las demás; placa anal con dos pares de sedas cortas.

**Patas** (Fig. 17-20). Todas las patas con ornamentación punteada en la parte basal del fémur, uñas heterotridáctilas. Fórmula quetotáxica de las patas (solenidios entre paréntesis): Pata I: 4-3(1)-4(2)-20(2), Pata II: 4-3(1)-4(1)-15(2), Pata III: 2-1(1)-3(1)-15, Pata IV: 2-2-3(1)-12.

Pata I (Fig. 17). Fémur L= 118  $\mu\text{m}$ , genua L= 49  $\mu\text{m}$ , tibia L= 69  $\mu\text{m}$ , tarso L= 108  $\mu\text{m}$ . Solenidio  $\sigma$  (124) insertado dorsal pre apical,  $\phi$ 1 (150) and  $\phi$ 2 (66) dorsales pre apicales,  $\omega$ 1 (50) anterior a  $ft''$ ,  $\omega$ 2 (78) posterior. Famulus ( $\epsilon$ ) corto situado entre  $\omega$ 1 y  $ft''$ .

Pata II (Fig. 18). Fémur L= 98 $\mu\text{m}$ , genua L= 39  $\mu\text{m}$ , tibia L= 49  $\mu\text{m}$ , tarso L= 69  $\mu\text{m}$ . Solenidio  $\sigma$  (90) apical,  $\phi$  (73) pre apical,  $\omega$ 1 (20) anterior a  $ft''$ ,  $\omega$ 2 (28) posterior, insertados dorsalmente.

Pata III (Fig. 19). Fémur L= 69  $\mu\text{m}$ , genua L= 29  $\mu\text{m}$ , tibia L= 69  $\mu\text{m}$ , tarso L= 78  $\mu\text{m}$ . Solenidio  $\sigma$  (67) apical,  $\phi$  (38) pre apical.

Pata IV (Fig. 20). Fémur L= 88  $\mu\text{m}$ , genua L= 39  $\mu\text{m}$ , tibia L= 78  $\mu\text{m}$ , tarso L= 98  $\mu\text{m}$ . Solenidio  $\sigma$  (104) insertado dorsal, cerca de la parte posterior de la genua, con una protuberancia cercano a la inserción.

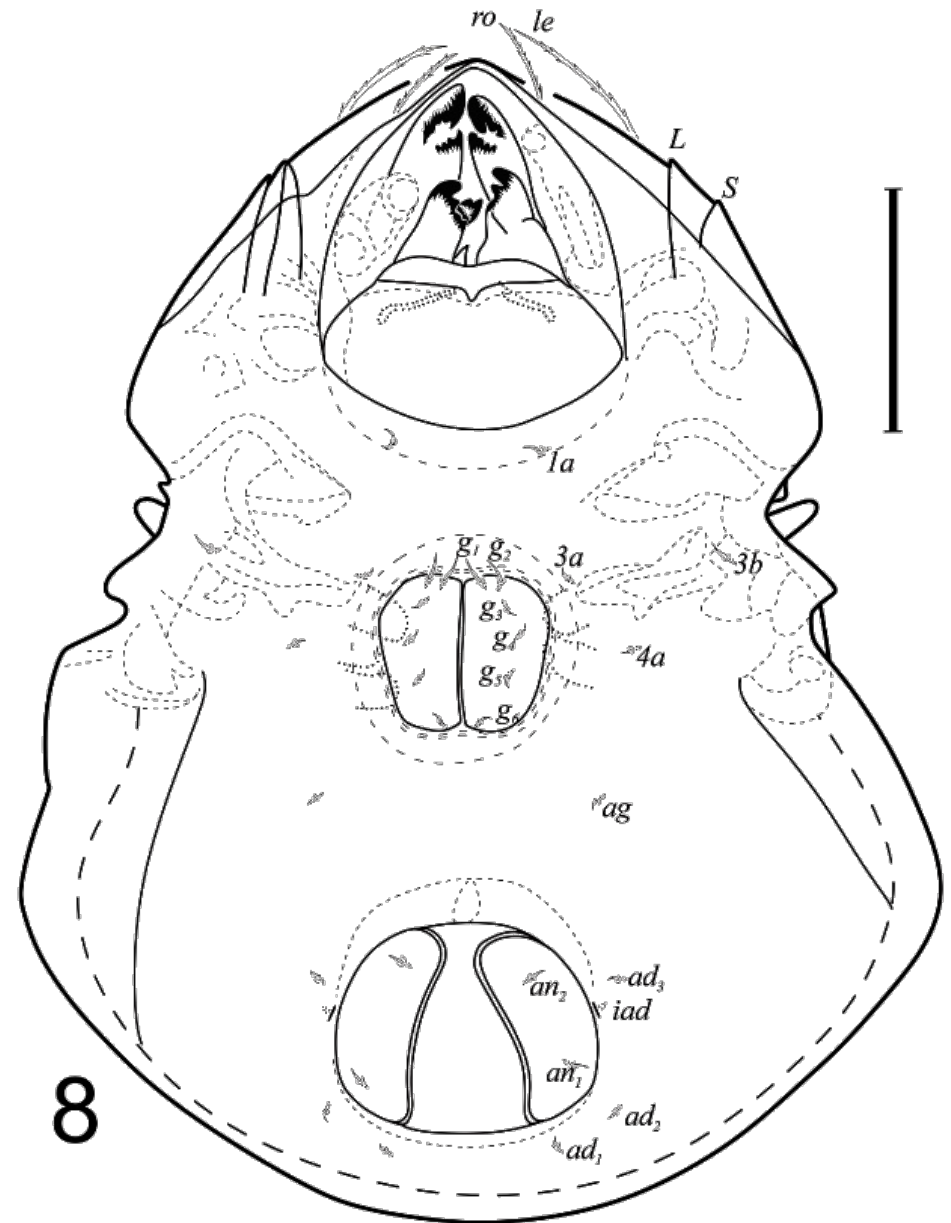
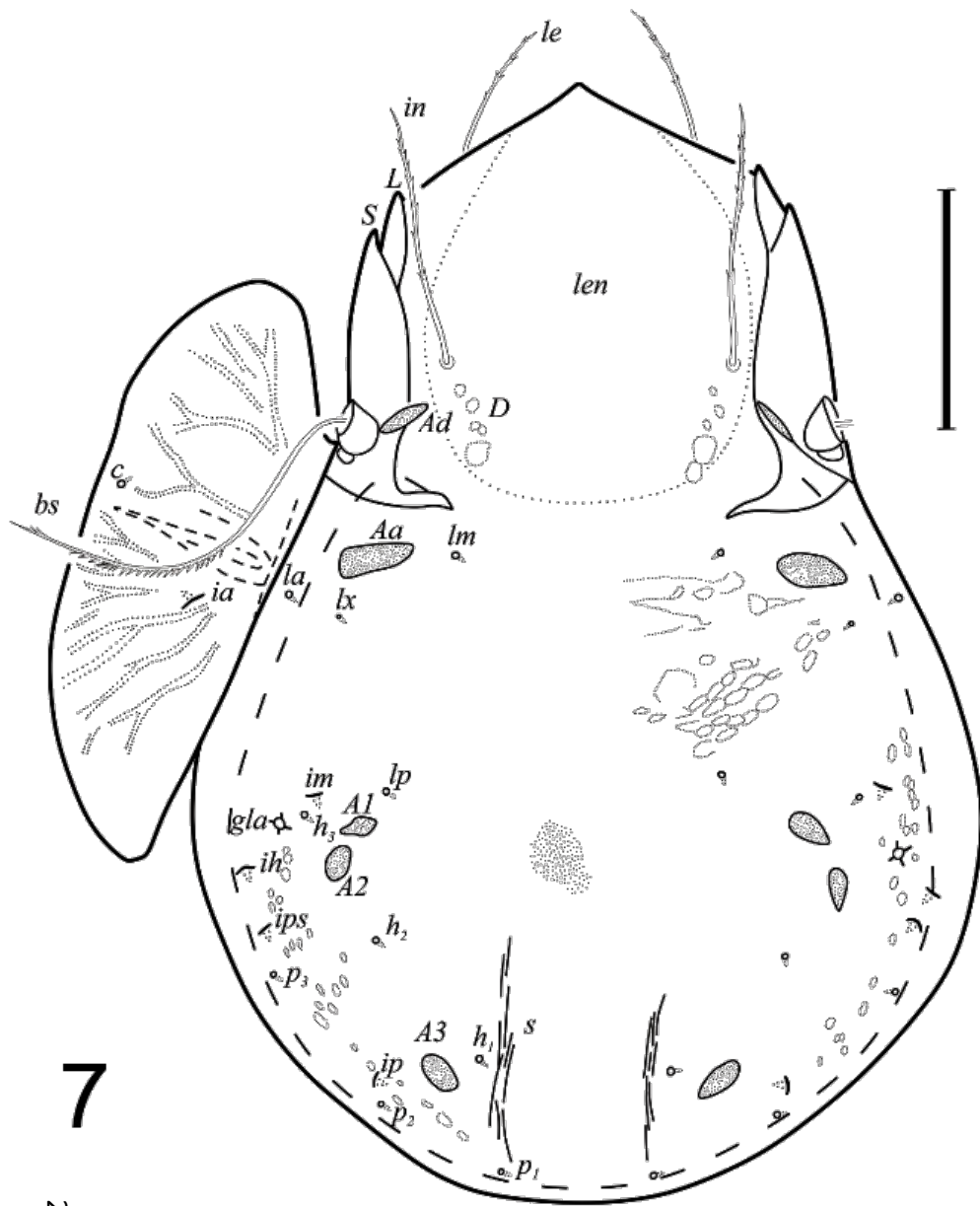
**Material tipo.** Holotipo (hembra) montado en lámina. 20/03/2017, México, Veracruz, Estación de Biología Tropical, Los Tuxtlas, muestra de suelo y hojarasca, L. Villagomez, col. Siete paratipos machos adultos y cuatro paratipos hembras montados en lámina, con los mismos datos. Cinco larvas, siete protoninfas, cinco deutoninfas y ocho tritoninfas montados en lámina 14/05/2018 y 20 paratipos adultos de la misma localidad, depositados en alcohol al 75%. Este material está depositado en la colección de Collembola de México y Ácaros Edáficos del Laboratorio de Ecología y Sistemática de Microartrópodos (LESM), Facultad de Ciencias, UNAM.

**Discusión.** El género *Pergalumna* posee 158 especies a nivel mundial y solo cuatro han sido reportadas para México; *Pergalumna dactilaris*, *P. hypergranulosa*, *P. obsidiana* y *P. longisetosa* Balogh, 1960. Las primeras tres, provenientes de los Tuxtlas, Veracruz. *Pergalumna* **sp. nov.** difiere de *P. hypergranulosa* y *obsidiana* por la ornamentación del notogáster, ya que tiene ornamentación no foveolada. Una característica que comparte con *P. obsidiana* es la pequeña protuberancia del solenidio  $\phi$  de la pata IV. Se distingue de *P. dactilaris* por el tamaño, es casi de la mitad (870- 477). Presenta similitud con *Pergalumna longisetosa* (México, África central y Vietnam), por la morfología del área porosa *Aa*, forma y tamaño de las sedas prodorsales y se diferencia por la presencia del área porosa *AI*,



presencia de bandas de estrías en la parte posterior y el tamaño de las sedas anales y adanales es más corto.

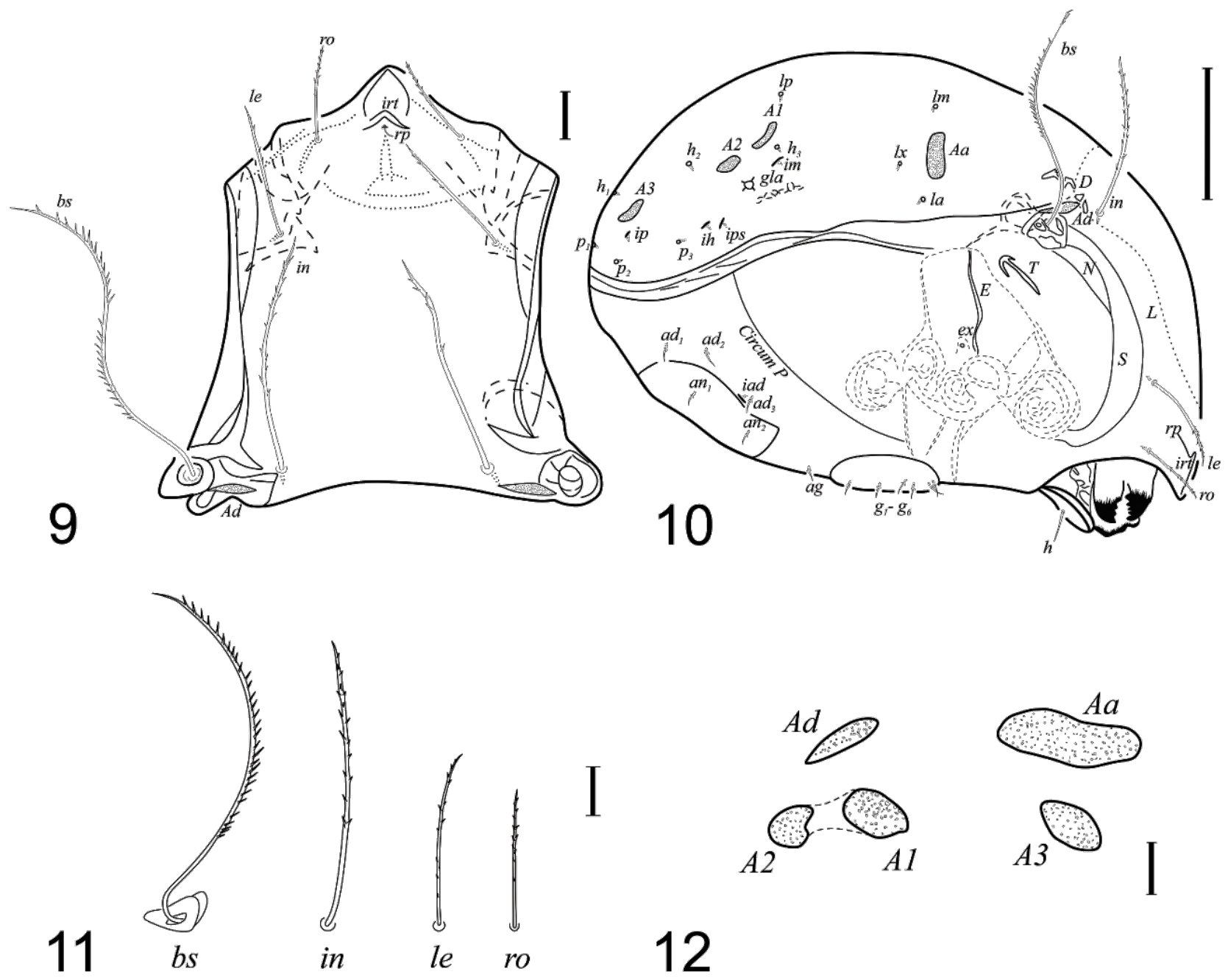
Debido a la presencia de bandas de estrías en la parte posterior del notogáster *Pergalumna* **sp. nov.** posee similitud con *Pergalumna boliviana* Ermilov, 2013 (Bolivia) y *Pergalumna paraboliviana* Ermilov y Gwiazdowicz, 2015 (Perú). Se distingue de *P. boliviana* ya que presenta una seda interlamelar larga, el área porosa *Aa* es más grande y de forma rectangular y no presenta bandas de estrías transversales en el prodorso y placa ventral. Difiere de *P. paraboliviana* por la forma de sus áreas porosas; *Aa* es más grande y rectangular, *A1* es más pequeña, *A2* está presente y no hay presencia de área porosa *Ap*, además de presentar estrías transversales en el prodorso y placa ventral.



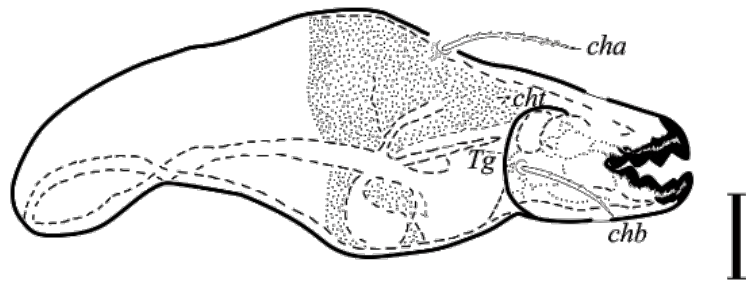
7

8

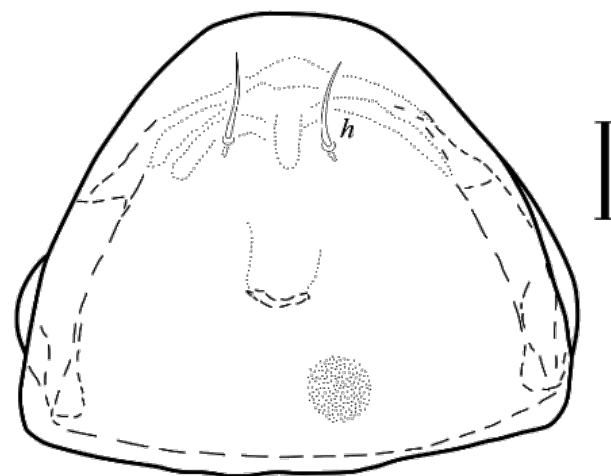
Figuras 7-8. *Pergalumna* sp. nov. 7. Notogáster vista dorsal; 8. Placa ventral. Escala 100 µm.



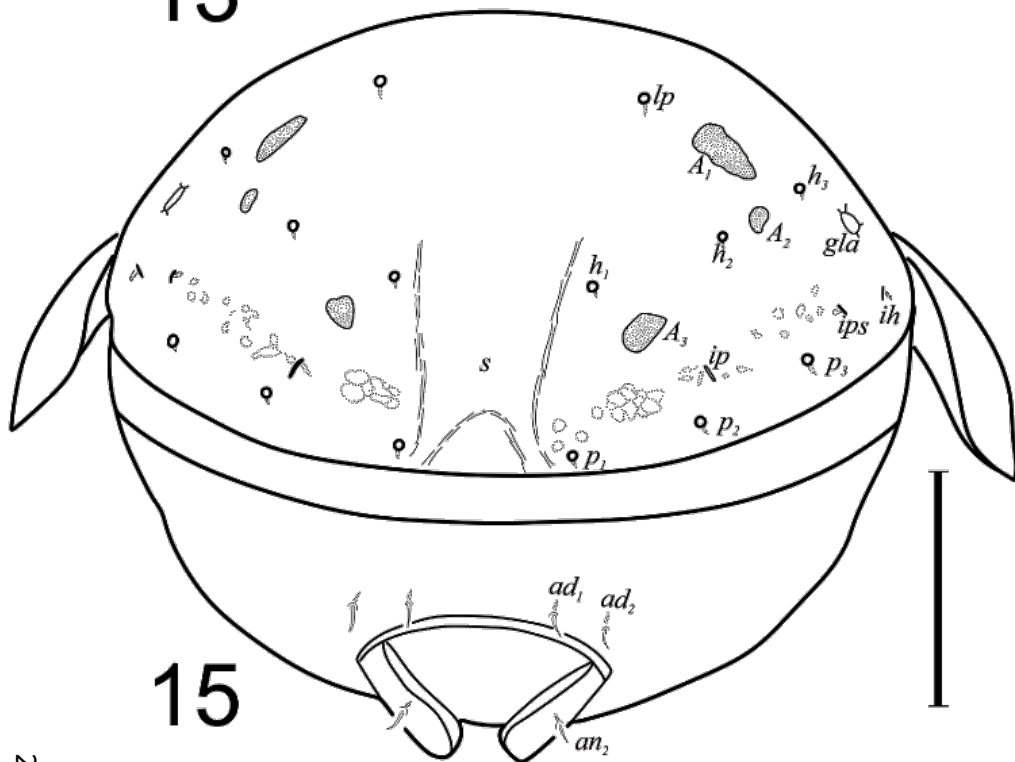
**Figuras 9-12.** *Pergalumna* sp. nov. 9. Prodorso; 10. Región lateral. 11. Sedas prodorsales; 12. Áreas porosas Escala 100  $\mu$ m (10), 20  $\mu$ m (9,11,12)



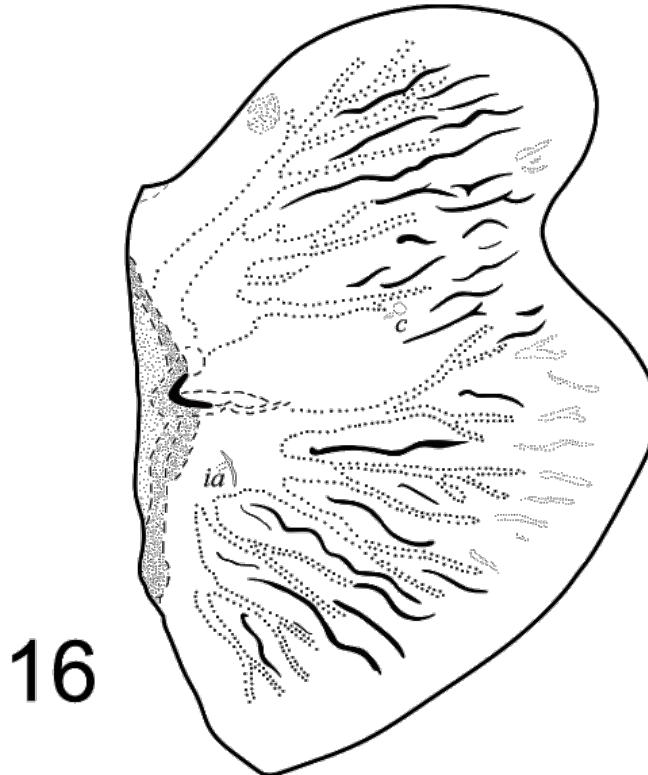
13



14

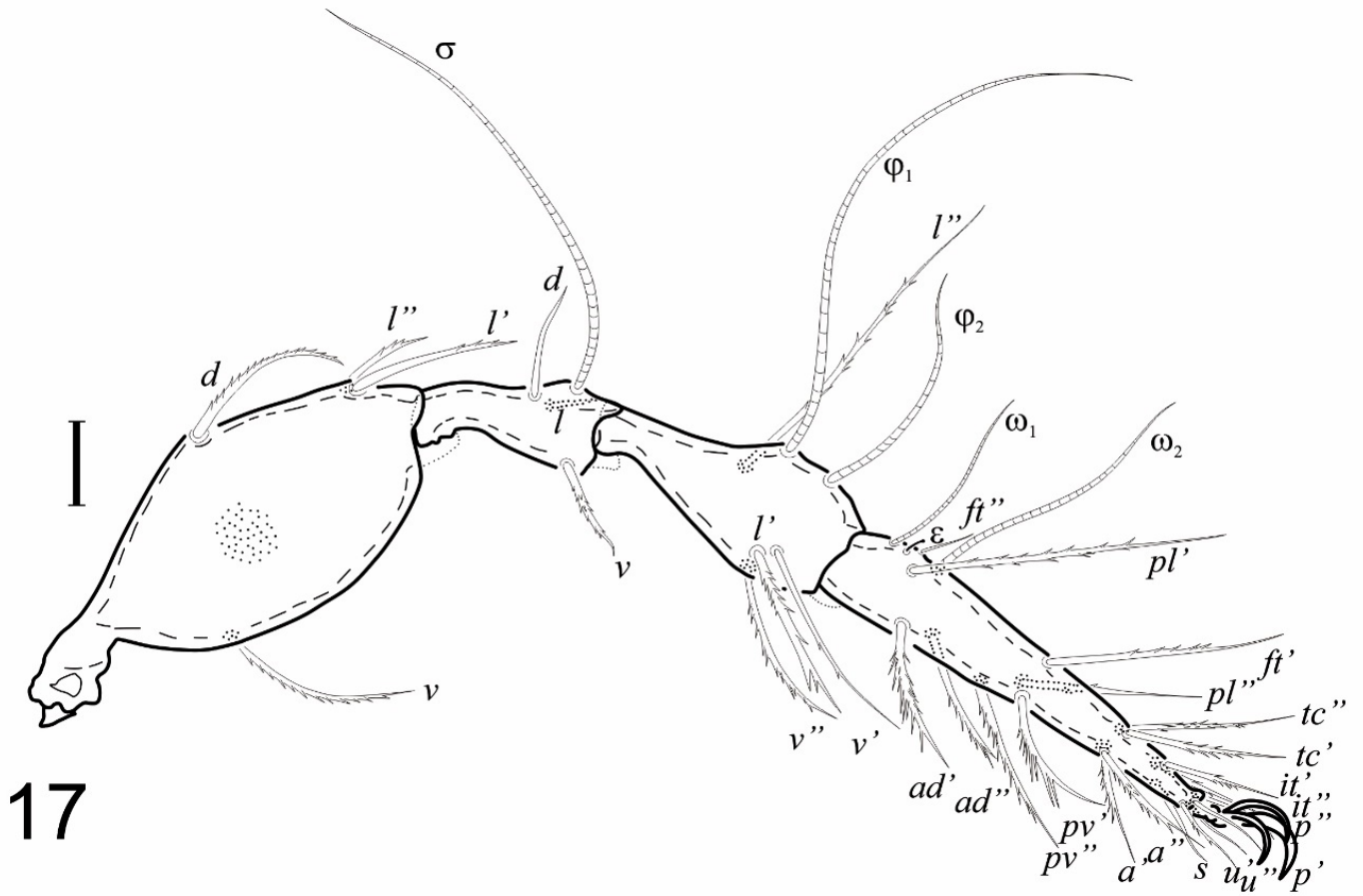


15

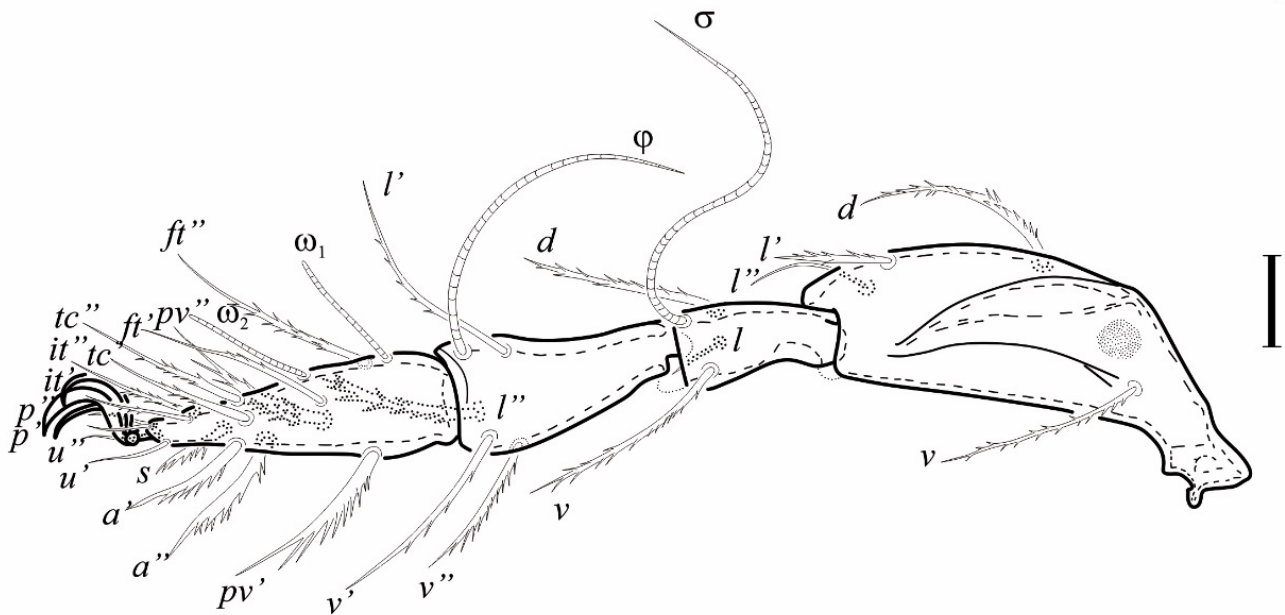


16

**Figuras 13-16.** *Pergalumna* sp. nov. 13. Quelícero derecho, vista antiaxial; 14. Subcapítulo, vista ventral; 15. Región caudal; 16. Pteromorfo derecho, vista dorsal. Escala 20  $\mu$ m (13,14) Escala 100  $\mu$ m (15,16).

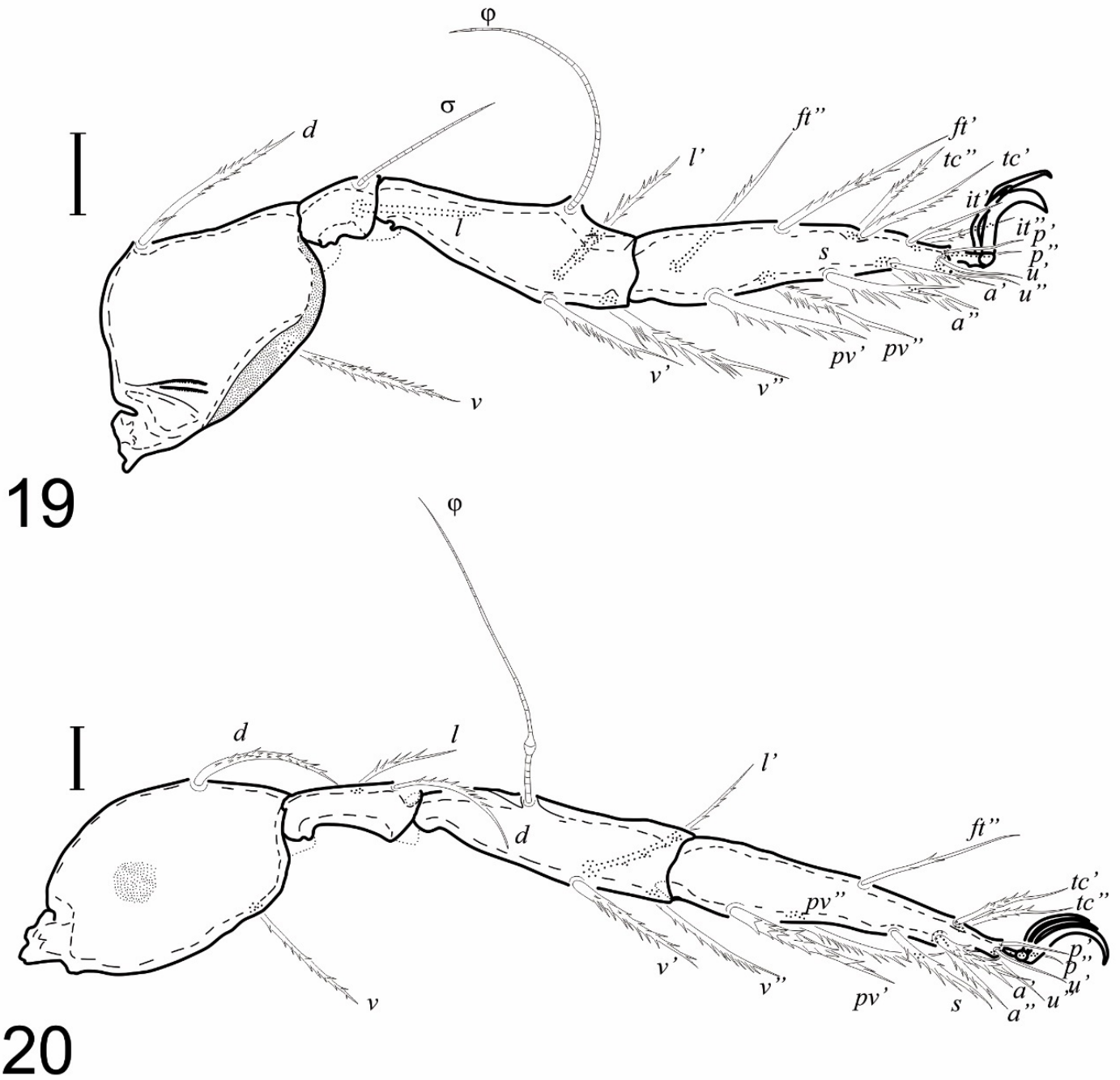


17



18

**Figuras 17-18.** *Pergalumna* sp. nov. 17. Pata I derecha, vista antiaxial; 18. Pata II derecha, vista paraxial. Escala 20  $\mu$ m.



Figuras 19-20. *Pergalumna* sp. nov. 19. Pata III izquierda, vista paraxial; 20. Pata IV derecha, vista antiaxial. Escala 20  $\mu$ m.

## FASES JUVENILES

(Figs. 21-59)

**Larva** (Figs. 21-29) (L=209, A=156) coloración del cuerpo con una tonalidad beige, cuerpo con ornamentación punteada similar a la del adulto, pero más ligera.

**Prodorso.** Corto y puntiagudo (visible en vista lateral y frontal). Sedas prodorsales, setiformes y barbuladas (Fig. 26). Seda exobotridial setiforme, erecta y barbulada. Seda botridial clavada, en forma de espiga. Longitud de sedas durante la ontogenia presente en el Cuadro 4.

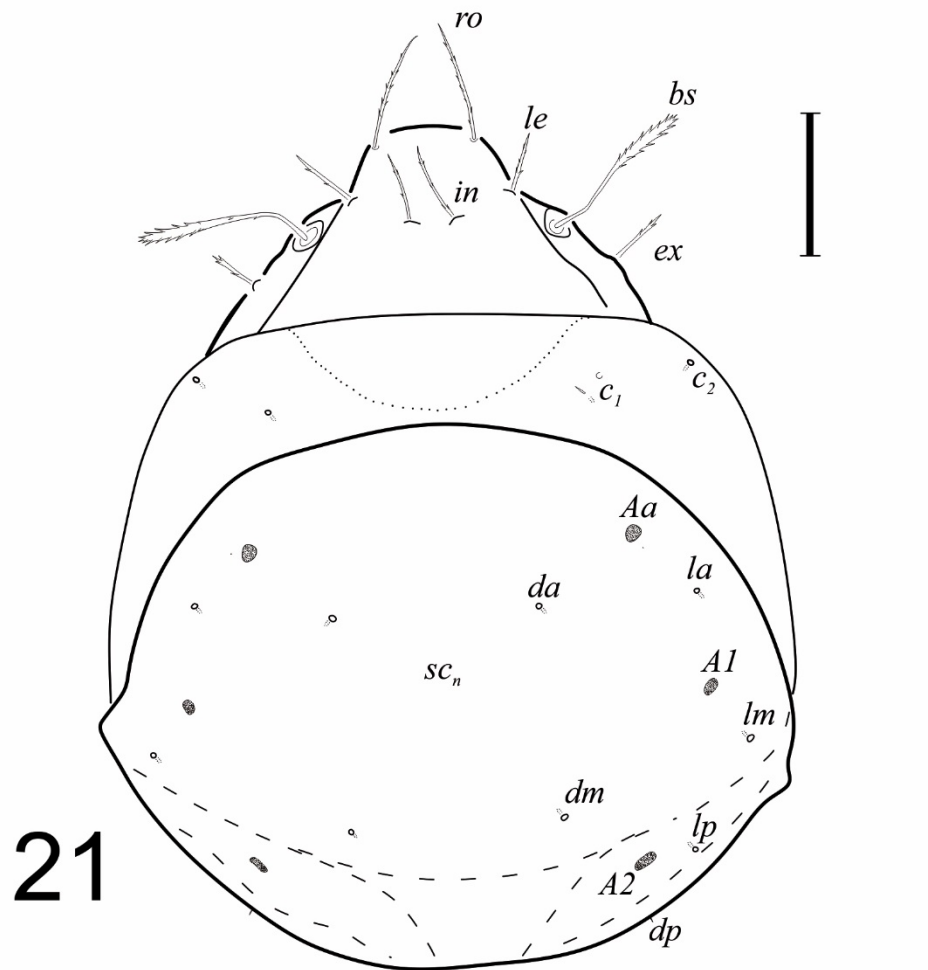
**Notogáster** (Figs. 21-22). Macro esclerito gastronómico ( $sc_n$ ) bien desarrollado con siete pares de sedas/alveólos ( $da, la, lm, dm, dp, lp, h_1$ ), sin presencia de línea transversal gastronómica ( $gf$ ). 12 pares de sedas/alveólos gastronómicas ( $c_1-c_3, da, la, lm, dm, dp, lp, h_1-h_3$ ). Tres pares de áreas porosas presentes ( $A_3$  ausente). Sedas  $c_1$  y  $c_2$  insertadas en pequeños escleritos. Cúpulas  $ih, ip$  y glándula opistonotal visibles lateralmente, escleritos laterales ( $sc_{lat}$ ) cercanos a  $c_3$ . Órgano de Claperade ( $Cl$ ) bien desarrollado.

**Gnatosoma.** Subcapítulo más corto que ancho, pedipalpo con fórmula 0-2-1-3-9(+ $\omega$ ). Quelícero (Fig. 25) con dos sedas setiformes y barbuladas. Órgano de Trägårdh alargado y triangular. Gnatosoma y longitud de sedas durante la ontogenia presente en Cuadro 5.

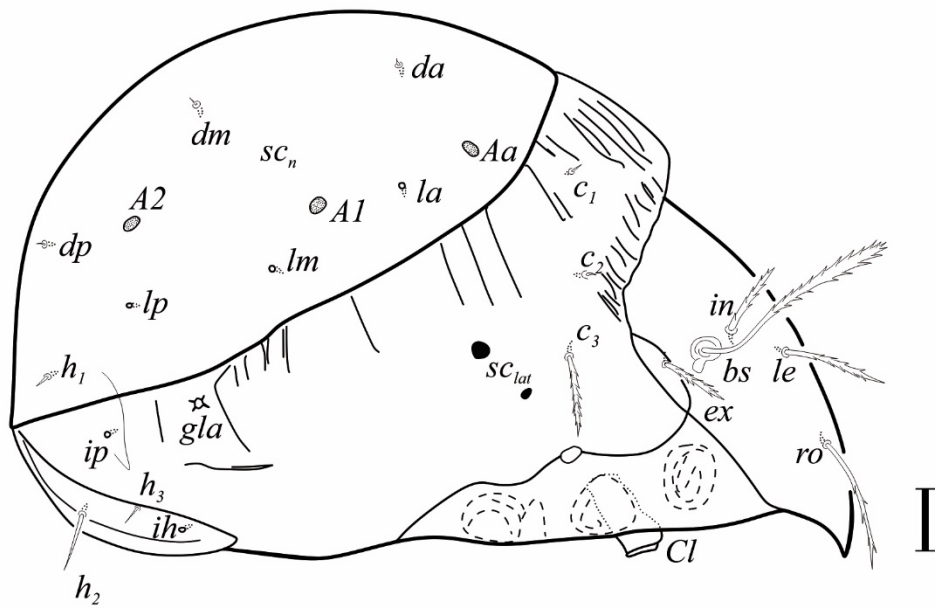
**Región epimeral** (Fig. 23). Cinco pares de sedas setiformes y delgadas ( $1b, 1a, 2a, 3a, 3b$ ), fórmula quetotóxica 3-1-2.

**Región anogenital** (Fig. 24). Sin presencia de macro esclerito circumgenital ( $sc_g$ ), sedas  $h_2$  y  $h_3$  setiformes y delgadas. Fórmula de sedas anales de larva 1-3-5, Cúpulas  $ih$  e  $ips$  con patrón ontogenético normal.

**Patas** (Figs. 27-29). Patas monodáctilas con áreas porosas en el fémur en vista paraxial, excepto pata III. Fémur con ornamentación granular. Fórmula quetotóxica de las patas (solenidios entre paréntesis): Pata I: 0-2-2(1)-3(1)-16(1), Pata II: 0-2-2(1)-2(1)-13(1), Pata III: 0-2-2(1)-1(1)-13.



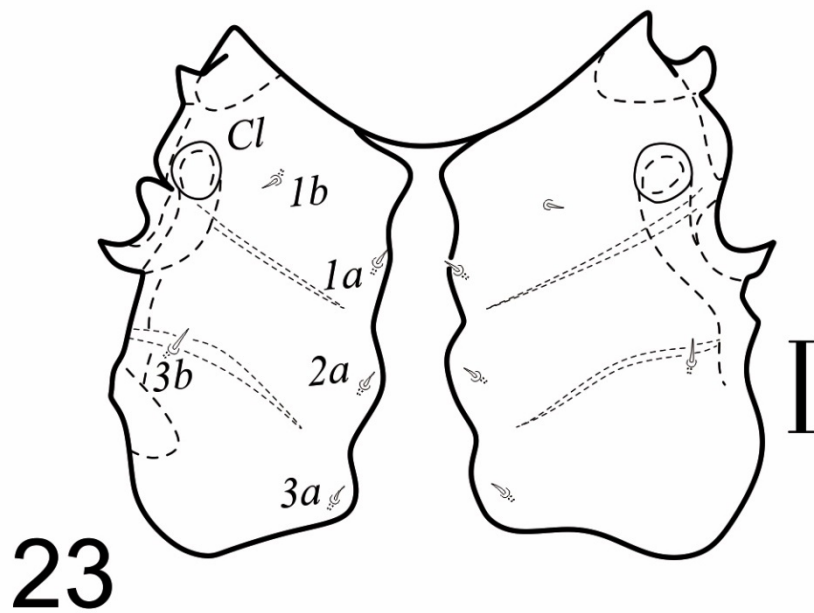
21



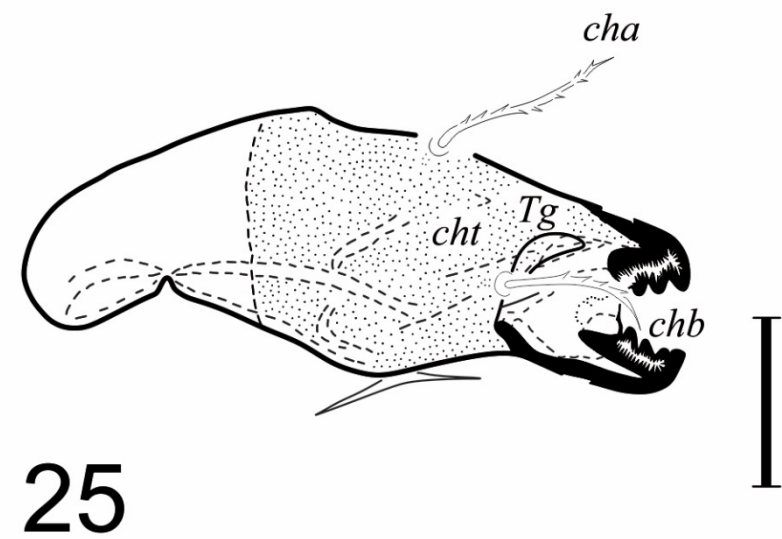
22

Figuras 21-22. *Pergalumna* sp. nov. 21. Larva vista dorsal; 22 Larva vista de perfil. Escala 20  $\mu$ m.

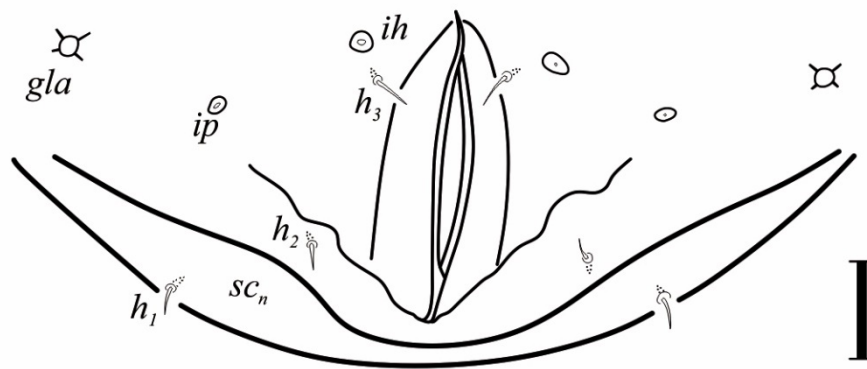




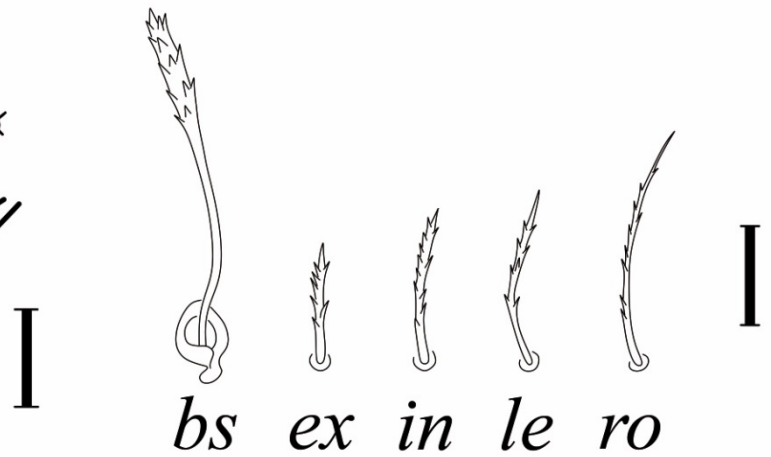
23



25

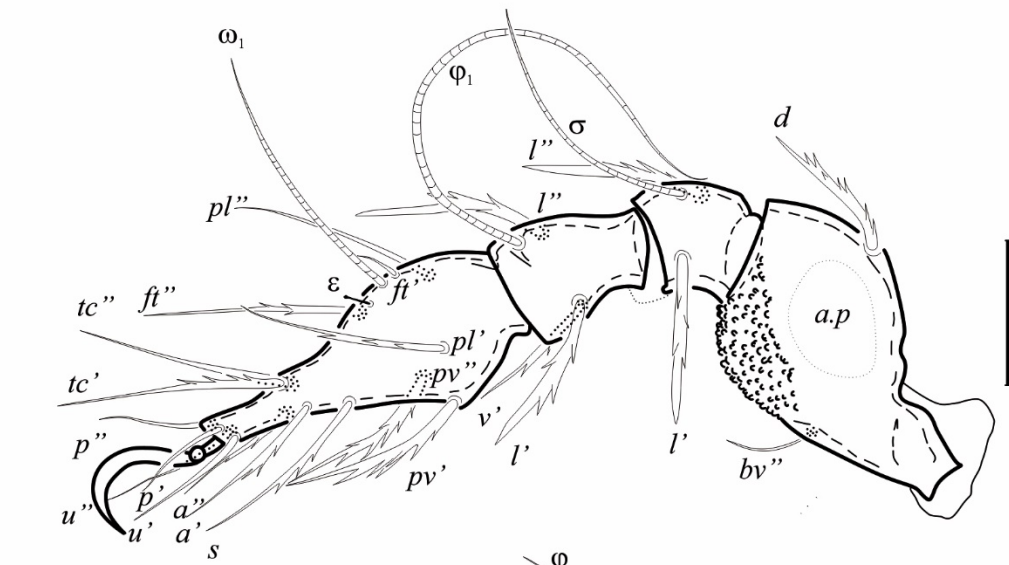


24

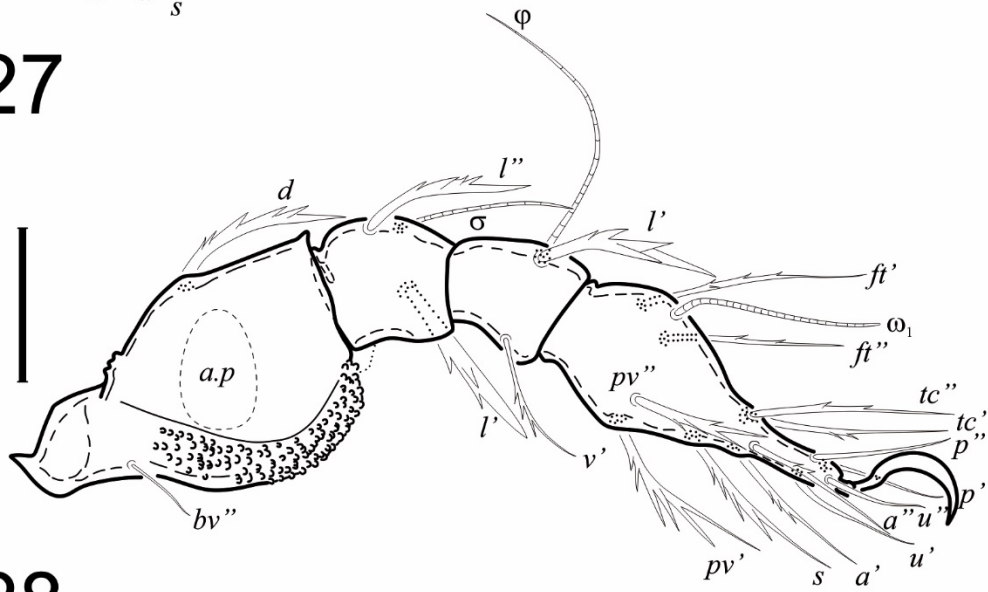


26

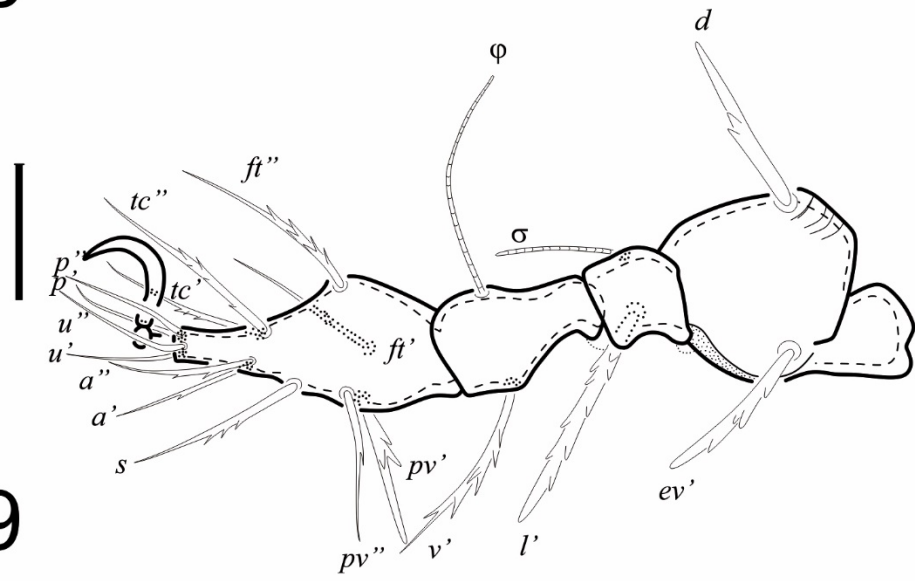
**Figuras 23-26.** *Pergalumna* sp. nov. 23. Región epimeral; 24. Región anogenital; 25. Quelícero derecho, vista antiaxial; 26. Sedas prodorsales. Escala 20 µm.



27



28



29

**Figuras 27-29.** *Pergalumna* sp. nov. 27. Pata I derecha, vista paraxial; 28. Pata II derecha, vista antiaxial; 29. Pata III derecha, vista paraxial. Escala 20 μm.

**Protoninfa** (Figs. 30-39) (L= 239, A=179) coloración del cuerpo café muy claro, cuerpo con ornamentación punteada.

**Prodorso.** Corto y puntiagudo (visible en vista lateral y frontal). Sedas prodorsales, setiformes y barbuladas (Fig. 35). Seda exobotridial setiforme, erecta y barbulada. Seda botridial clavada, en forma de espiga.

**Notogáster** (Figs. 30-31). Macroesclerito gastronómico bien desarrollado sin línea transversal gastronómica, con 10 pares de sedas/alveólos (*da, la, lm, dm, dp, lp h<sub>1</sub>-h<sub>3</sub>, p<sub>1</sub>*).

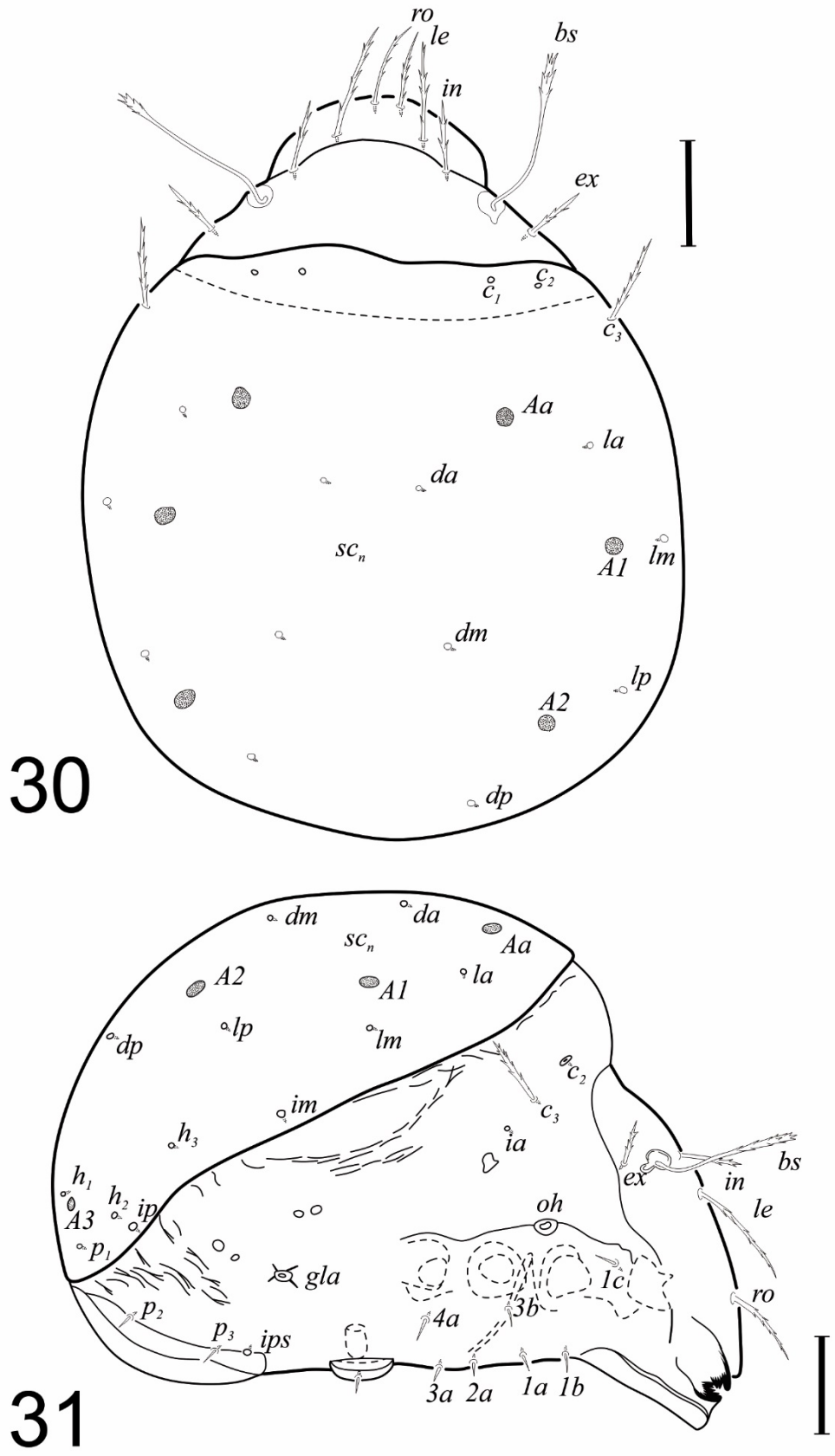
15 pares de sedas/alveólos gastronómicas (*c<sub>1</sub>-c<sub>3</sub>, da, la, lm, dm, dp, lp h<sub>1</sub>-h<sub>3</sub>, p<sub>1</sub>-p<sub>3</sub>*). Cuatro pares de áreas porosas. Sedas *c<sub>1</sub>* y *c<sub>2</sub>* insertadas en pequeños escleritos, cúpulas *ia, im, ip, ips* y glándula opistonotal visibles lateralmente. Órgano humeral (*oh*) bien desarrollado.

**Gnatosoma.** Subcapítulo más corto que ancho, pedipalpo con formula 0-2-1-3-9(+ $\omega$ ). Quelícero (Fig. 34) con dos sedas setiformes y barbuladas. Órgano de Trägårdh alargado y triangular.

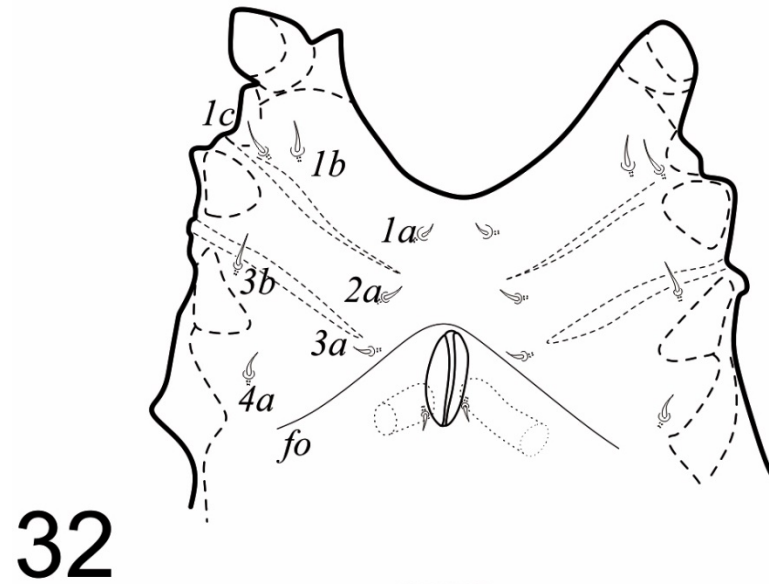
**Región epimeral** (Fig. 32). Siete pares de sedas setiformes y delgadas (*1c, 1b, 1a, 2a, 3a, 3b, 4a*) Fórmula quetotóxica para los epímeros 3-1-2-1.

**Región anogenital** (Fig. 33). Pliegue en forma de arco (*fo*) sin presencia de macroesclerito circumgenital, un par de sedas genitales, fórmula de sedas anales 0-1-1. Sedas *p<sub>1</sub>- p<sub>3</sub>* setiformes y delgadas. Cúpulas *ih, ips* e *ip* con patrón ontogenético normal.

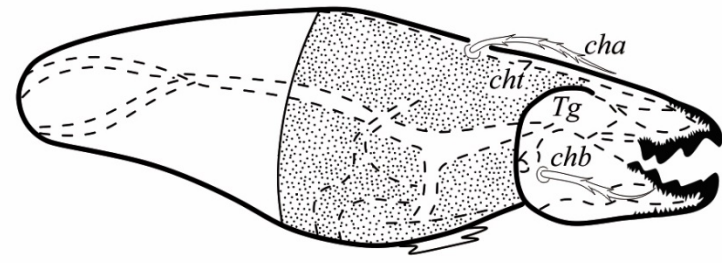
**Patatas** (Figs. 36-39). Patas monodáctilas con áreas porosas en el fémur. Fémur con ornamentación punteada. Fórmula quetotóxica de las patas (solenidios entre paréntesis): Pata I: 0-2-2(1)-3(1)-16(2), Pata II: 0-1-2(1)-2(1)-13(1), Pata III: 0-2-1(1)-1(1)-13 Pata IV: 0-0-0-0-7.



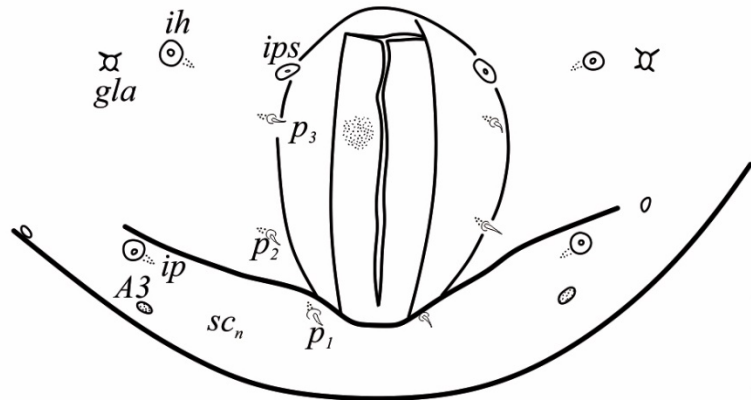
**Figuras 30-31.** *Pergalumna* sp. nov. 30. Protoninfa vista dorsal; 31. Protoninfa vista de perfil. Escala 20  $\mu$ m.



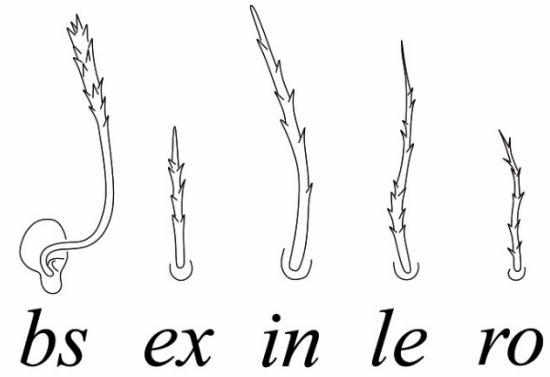
32



34



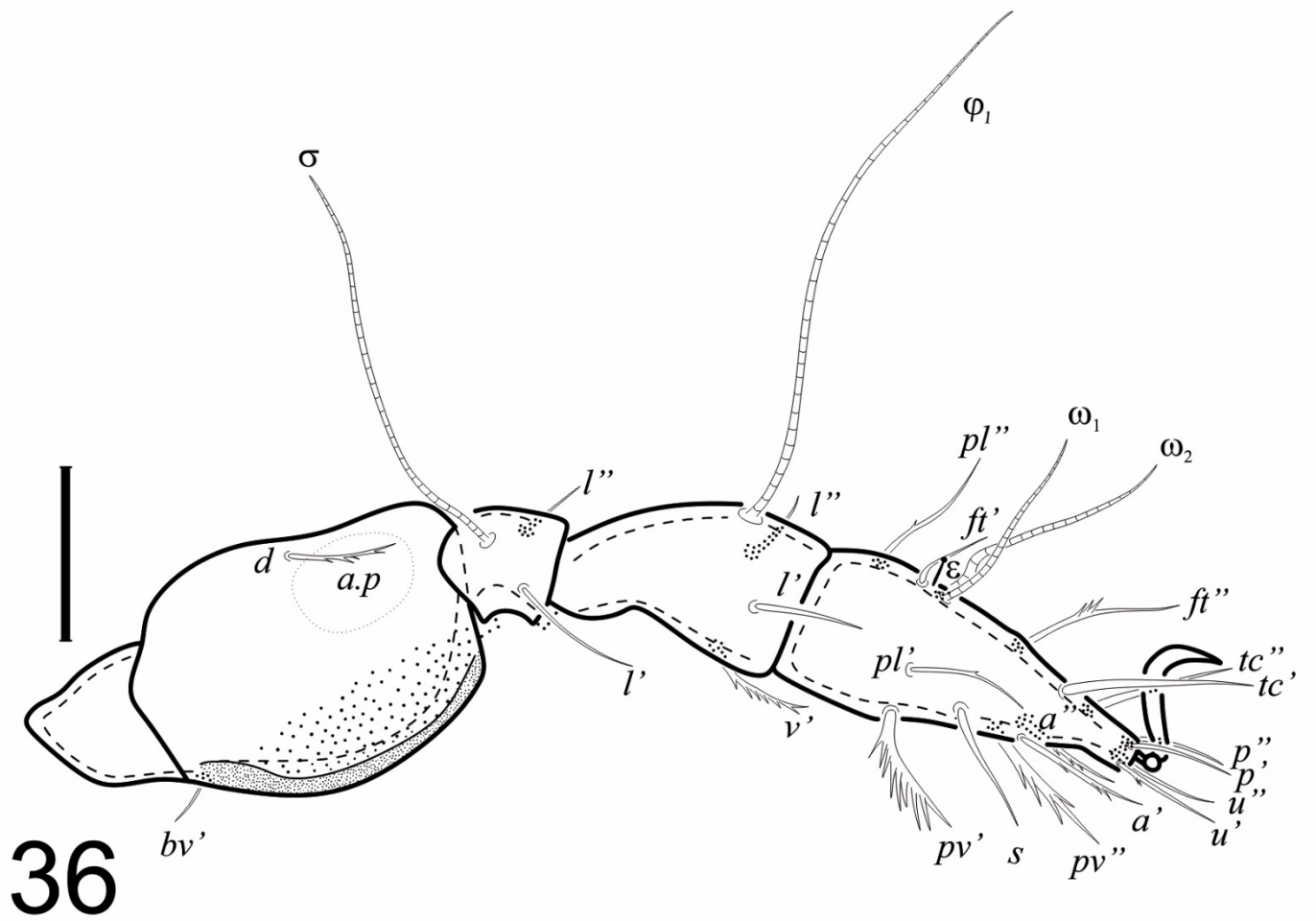
33



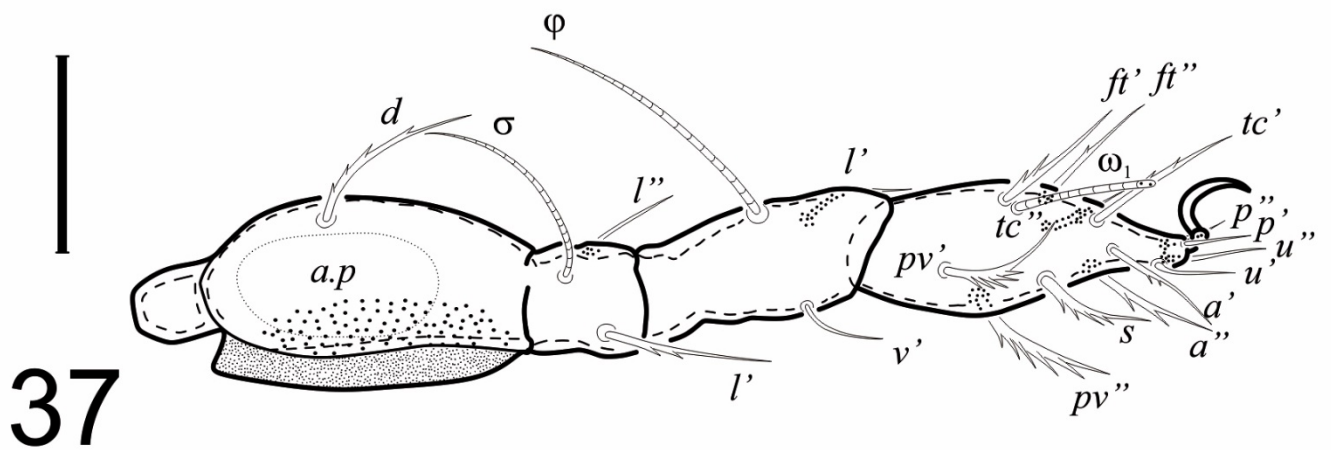
35

31

Figuras 32-35. *Pergalumna* sp. nov. 32. Región epimeral; 33. Región anogenital; 34. Quelícero derecho, vista antiaxial; 35. Sedas prodorsales. Escala 20  $\mu$ m.

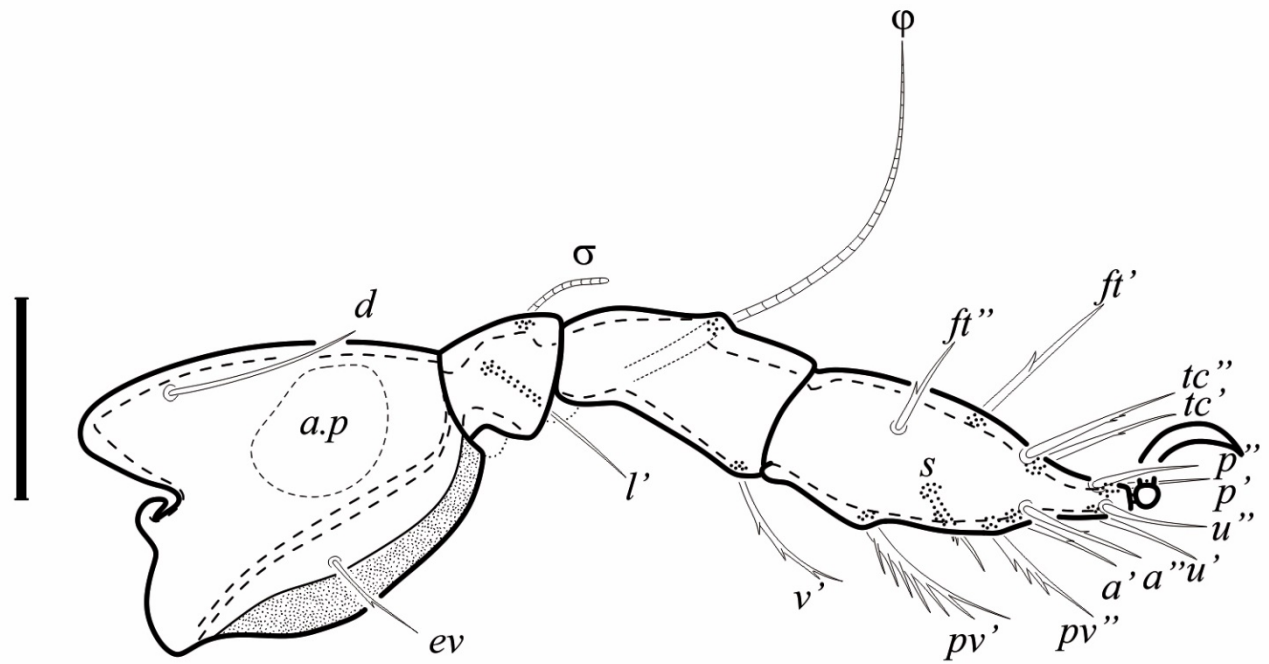


36

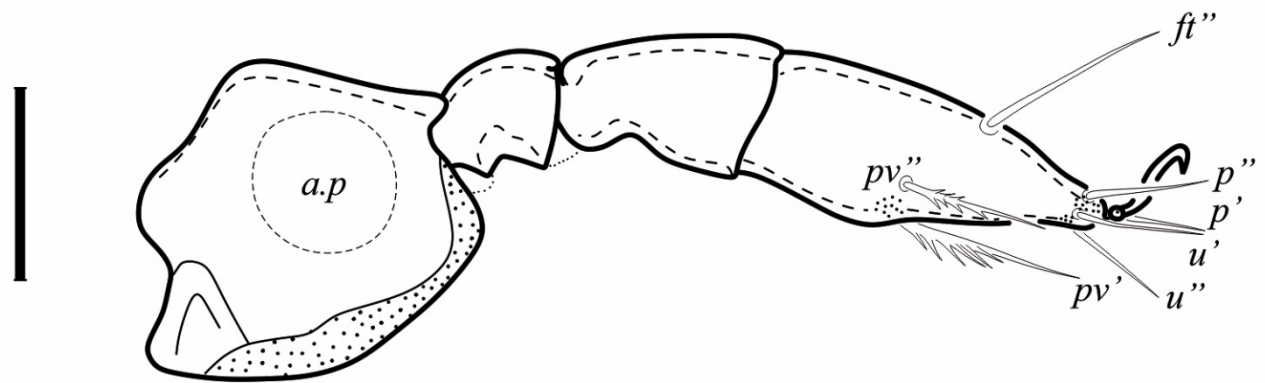


37

Figuras 36-37. *Pergalumna* sp. nov. 36. Pata I derecha, vista antiaxial; 37. Pata II derecha, vista antiaxial. Escala 20  $\mu$ m.



38



39

**Figuras 38-39.** *Pergalumna* sp. nov. 38. Pata III izquierda, vista paraxial; 39. Pata IV derecha, vista paraxial.  
Escala 20 μm.

**Deutoninfa** (Figs. 40-49) (L=312, A=242) coloración del cuerpo café muy claro. Cuerpo con ornamentación punteada.

**Prodorso.** Corto y puntiagudo. Sedas prodorsales, setiformes y barbuladas (Fig. 45). Seda exobotridial setiforme, erecta y barbulada. Seda botridial clavada, en forma de espiga.

**Notogáster** (Figs. 40-41). Macroesclerito gastronómico bien desarrollado, línea transversal gastronómica visible, con 10 pares de sedas/alveólos (*da, la, lm, dm, dp, lp h<sub>1</sub>-h<sub>3</sub>, p<sub>1</sub>*).

15 pares de sedas/alveólos gastronómicas. Cuatro pares de áreas porosas, cúpulas *ia, im, ip, ips* y glándula opistonotal visibles lateralmente con escleritos ovales. Sedas *c<sub>1</sub>* y *c<sub>2</sub>* insertadas en pequeños escleritos. Órgano humeral bien desarrollado.

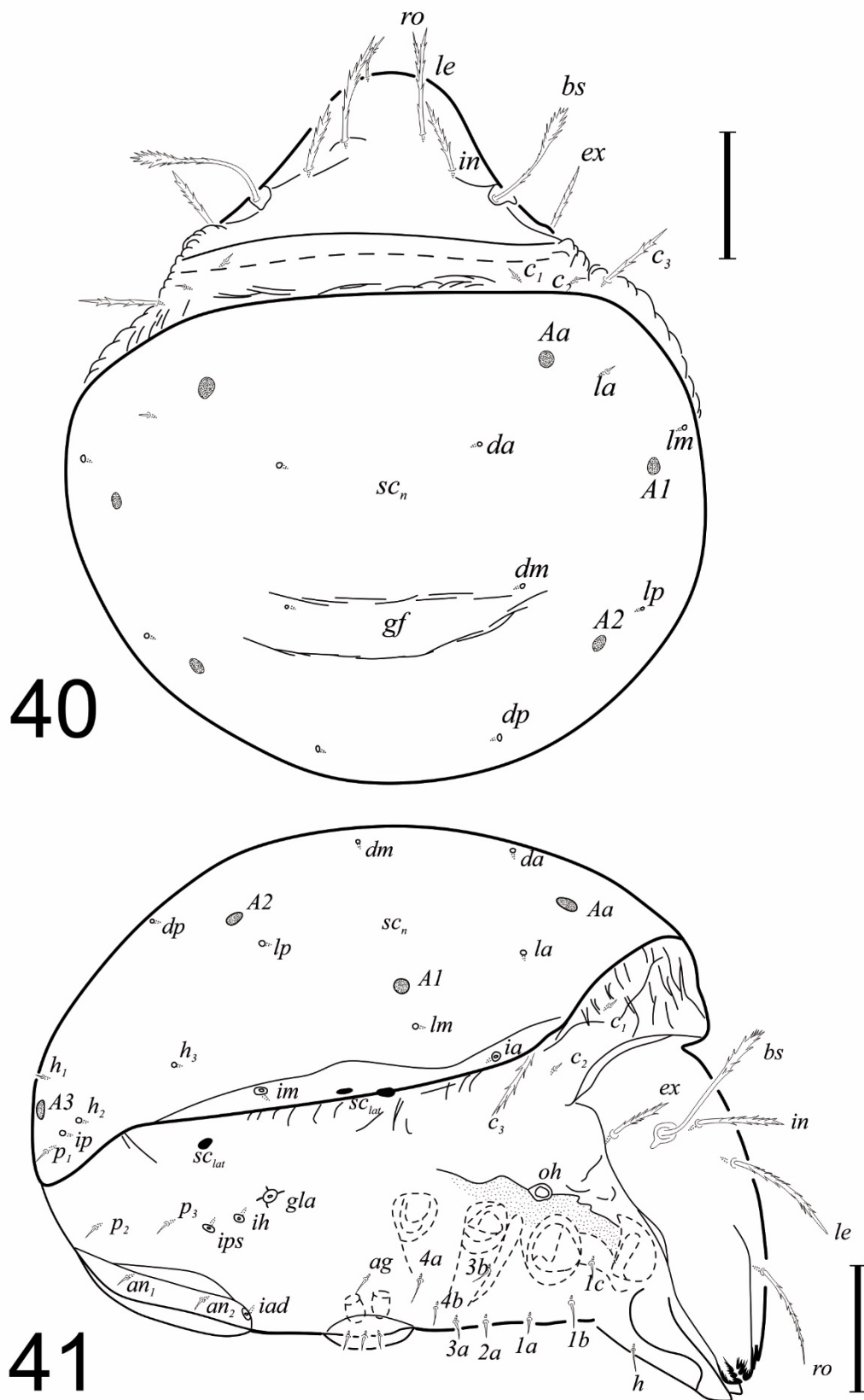
**Gnatosoma.** Subcapítulo más corto que ancho, pedipalpo con formula 0-2-1-3-9(+ $\omega$ ). Quelícero (Fig. 44) con dos sedas setiformes y barbuladas. Órgano de Trägårdh alargado y triangular.

**Región epimeral** (Fig. 42). Ocho pares de sedas setiformes y delgadas (*1c, 1b, 1a, 2a, 3a, 3b, 4a, 4b*) Fórmula quetotóxica para los epímeros 3-1-2-2.

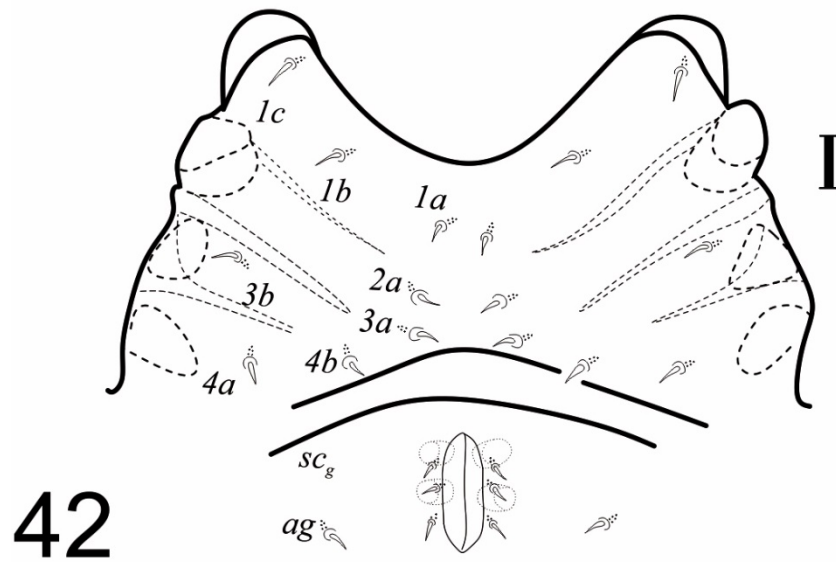
**Región anogenital** (Figs. 43). Presencia de macroesclerito circumgenital. Tres pares de sedas genitales y una par de sedas agenitales. Fórmula de sedas anales 0-3-3. Sedas *p<sub>1</sub>- p<sub>3</sub>* y *ad<sub>1</sub>- ad<sub>3</sub>* setiformes y delgadas. Cúpulas *ih, ips* e *iad* con patrón ontogenético normal.

**Patas** (Figs. 46-49). Patas monodáctilas con áreas porosas en el fémur en vista paraxial, excepto pata IV. Fémur con ornamentación punteada. Fórmula quetotóxica de las patas (solenidios entre paréntesis): Pata I: 0-4-2(1)-3-(2)-16(2), Pata II: 0-4-2(1)-3(1)-13(2), Pata III: 1-2-1(1)-3(1)-13, Pata IV: 0-2-2-1(1)-12.

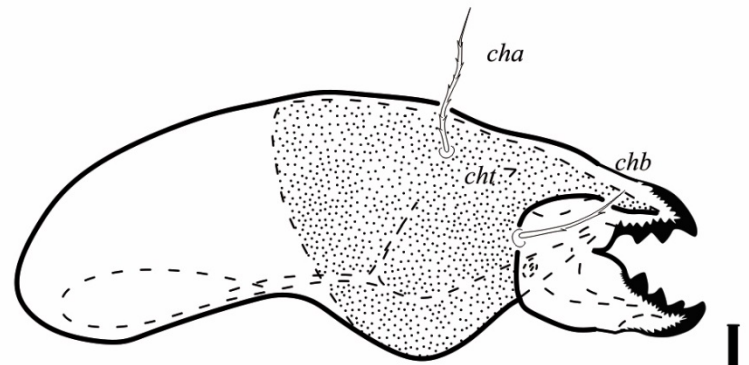




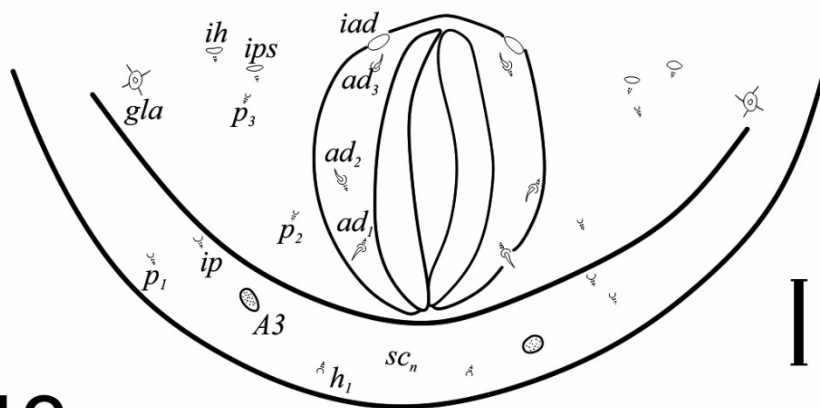
Figuras 40-41. *Pergalumna* sp. nov. 40. Deutonymfa vista dorsal; Deutonymfa vista de perfil. Escala 20 µm.



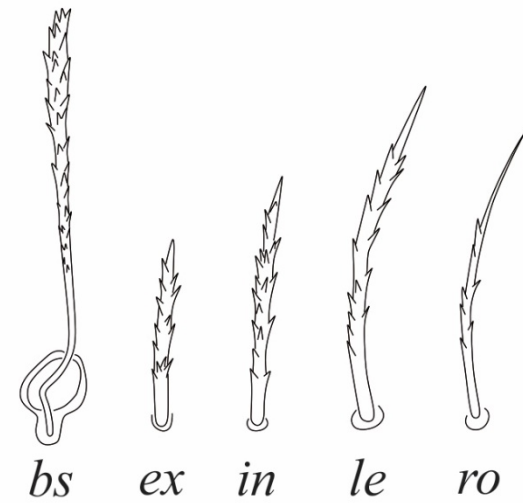
42



44

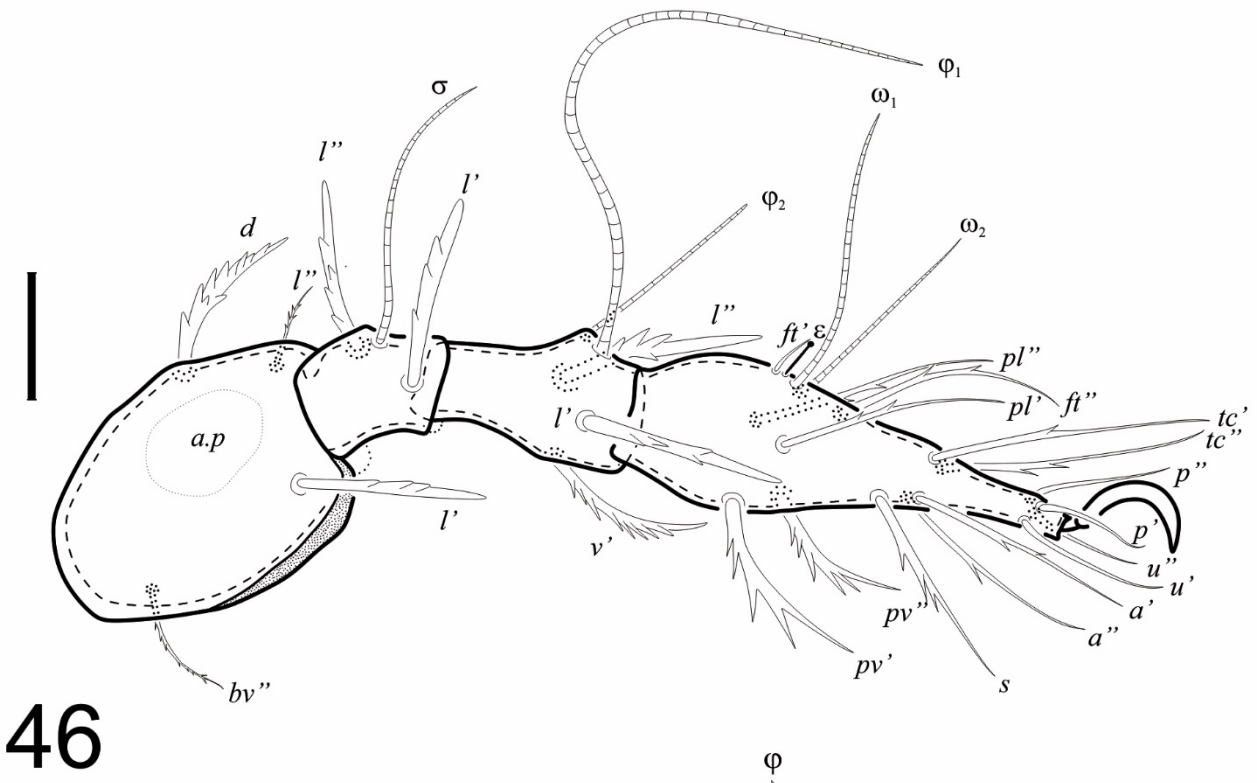


43

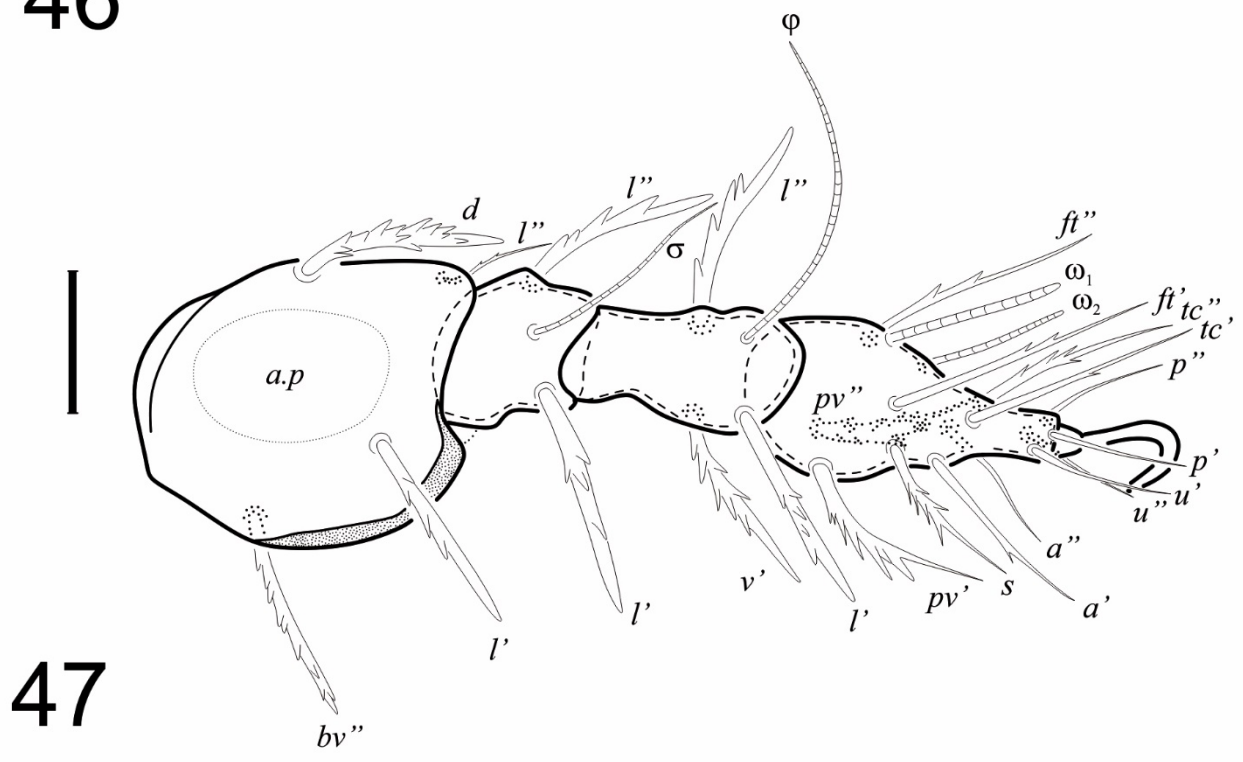


45

Figuras 42-45. *Pergalumna* sp. nov. 42. Región epimeral; 43. Región anogenital; 44. Quelícero derecho, vista paraxial; 45. Sedas prodorsales. Escala 20  $\mu$ m.

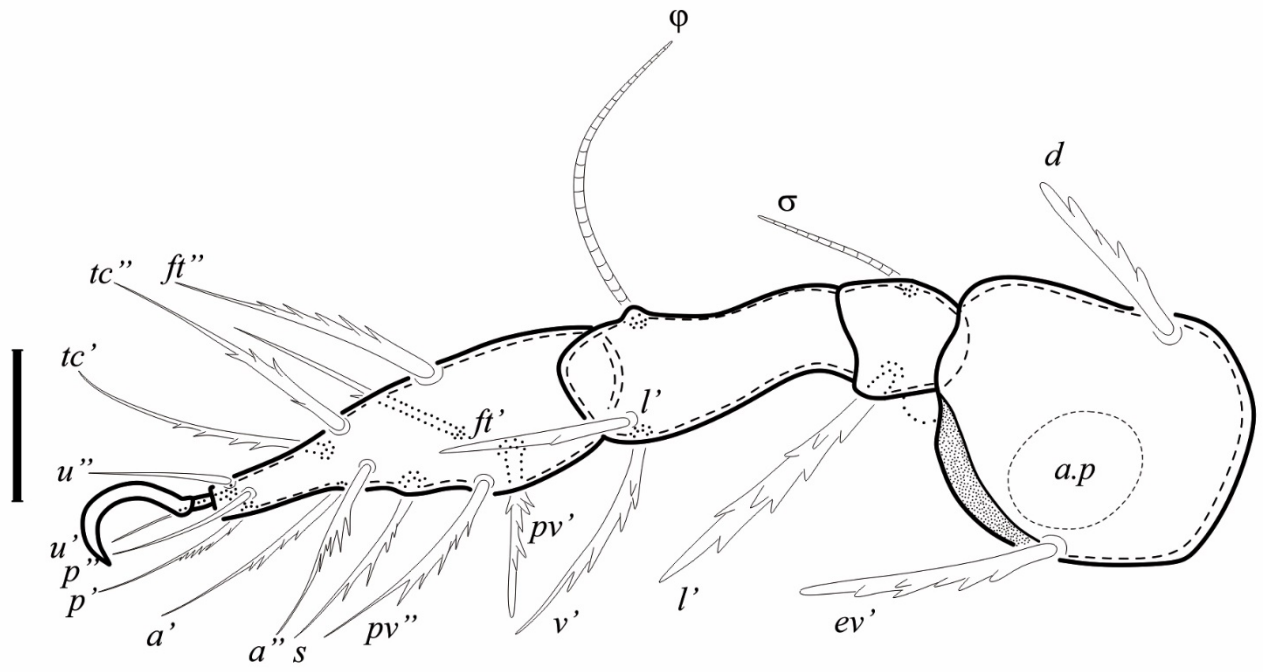


46

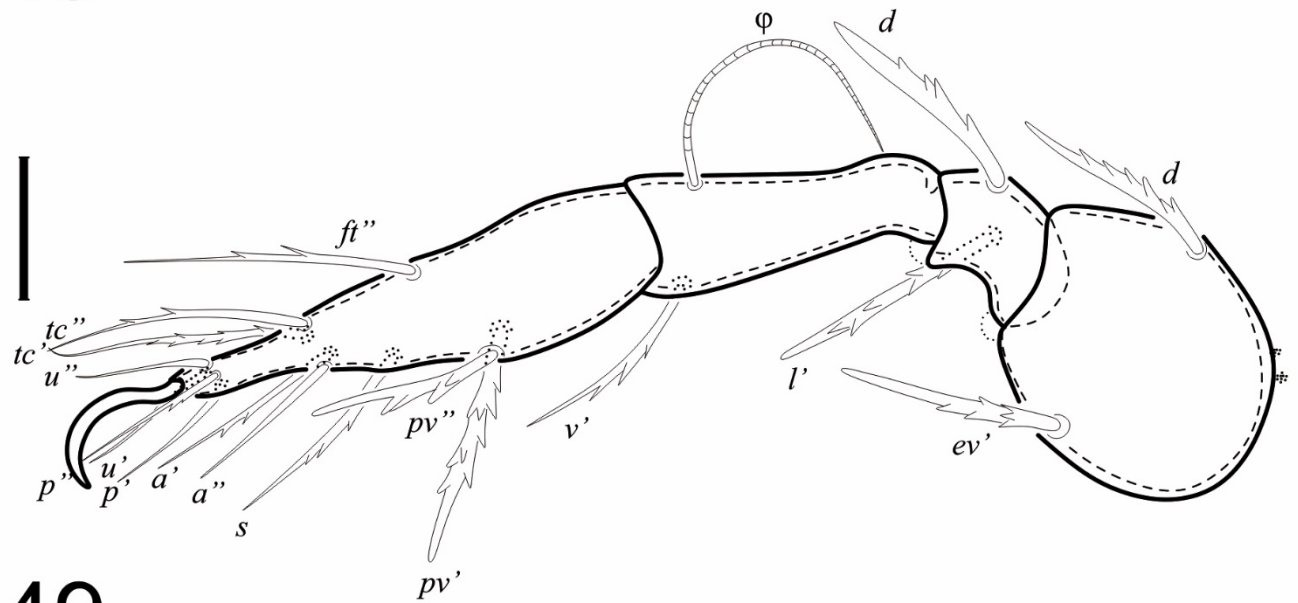


47

**Figuras 46-47.** *Pergalumna* sp. nov. 46. Pata I derecha, vista antiaxial; 47. Pata II derecha, vista antiaxial. Escala 20  $\mu$ m.



48



49

Figuras 48-49. *Pergalumna* sp. nov. 48. Pata III izquierda, vista paraxial; 49. Pata IV izquierda, vista antiaxial. Escala 20  $\mu$ m.

**Tritoninfa** (Figs. 50-59) (L=392, A= 289) coloración del cuerpo café muy claro. Cuerpo con ornamentación punteada similar a la del adulto, pero más ligera.

**Prodorso.** Corto y puntiagudo (visible en vista lateral y frontal). Sedas prodorsales, setiformes y barbuladas (Fig. 55). Seda exobotridial setiforme, erecta y barbulada. Seda botridial ligeramente clavada, en forma de espiga.

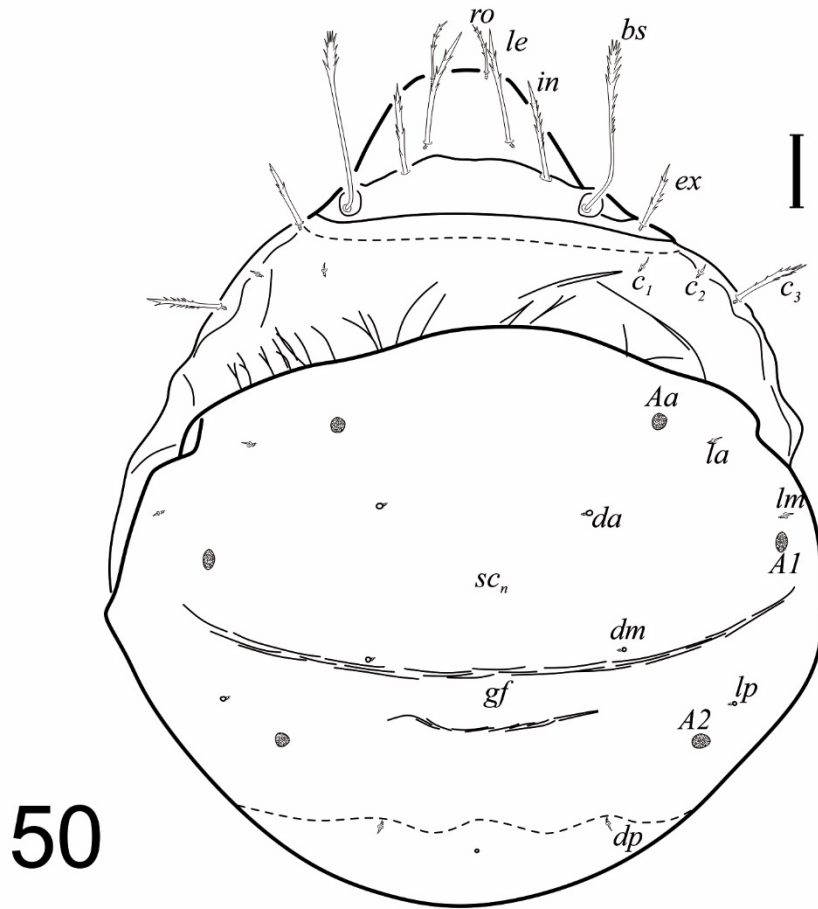
**Notogáster** (Figs. 50-51). Macroesclerito gastronómico bien desarrollado línea transversal gastronómica visible, con 10 pares de sedas/alveólos (*da, la, lm, dm, dp, lp h<sub>1</sub>-h<sub>3</sub>, p<sub>1</sub>*). 15 pares de sedas/alveólos gastronómicas. Cuatro pares de áreas porosas, cúpulas *ia, im, ip, ips* y glándula opistonotal visibles lateralmente. Sedas *c<sub>1</sub>* y *c<sub>2</sub>* insertadas en pequeños escleritos. Órgano humeral bien desarrollado

**Gnatosoma.** Subcapítulo más corto que ancho en todos los estadios. Pedipalpo con fórmula 0-2-1-3-9(+ $\omega$ ). Quelíceros (Fig. 54) con dos sedas setiformes y barbuladas. Órgano de Trägårdh alargado y triangular.

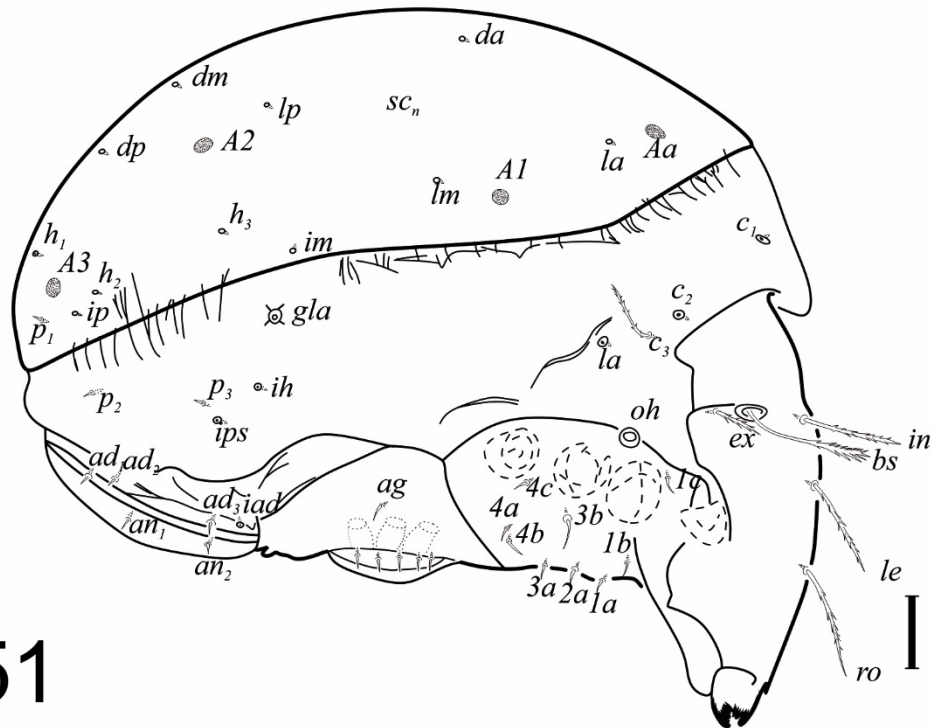
**Región epimeral** (Fig. 52). Nueve pares de sedas setiformes y delgadas (*1c, 1b, 1a, 2a, 3a, 3b, 4a, 4b, 4c*) Fórmula quetotóxica para los epímeros 3-1-3-3.

**Región anogenital** (Fig. 53). Presencia de macroesclerito circumgenital. Cinco pares de sedas genitales y una par de sedas agenitales. Fórmula de sedas anales 0-0-2. Sedas *p<sub>1</sub>- p<sub>3</sub>, ad<sub>1</sub>- ad<sub>3</sub>* y *an<sub>1</sub>- an<sub>2</sub>* setiformes y delgadas. Cúpulas *ih, ips* e *iad* con patrón ontogenético normal.

**Patas** (Figs. 56-59). Patas monodáctilas con áreas porosas en el fémur en vista paraxial. Fémur con ornamentación punteada. Fórmula quetotóxica de las patas (solenidios entre paréntesis): Pata I: 1-4-3(1)-4(2)-18(2), Pata II: 1-4-3(1)-4(1)-15(2), Pata III: 1-2-1(1)-3(1)-15, Pata IV: 1-2-2-3(1)-12. Homología de las sedas y solenidios presentes en el Cuadro 6.

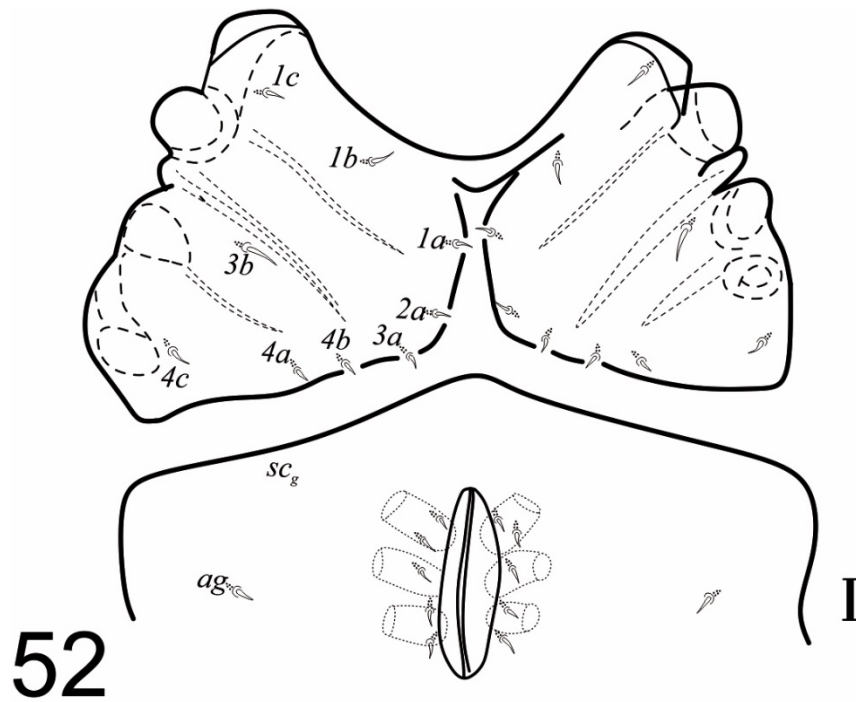


50

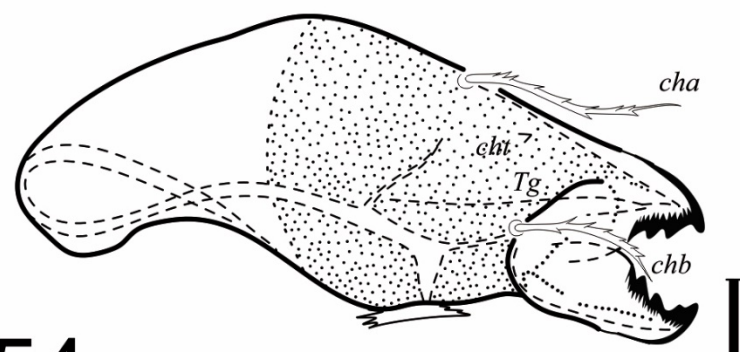


51

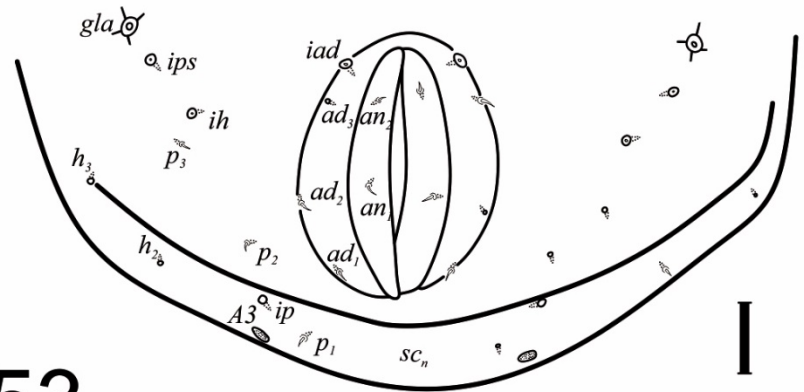
Figuras 50-51. *Pergalumna* sp. nov. 50. Tritoninfa vista dorsal; 51. Tritoninfa vista de perfil. Escala 20  $\mu$ m.



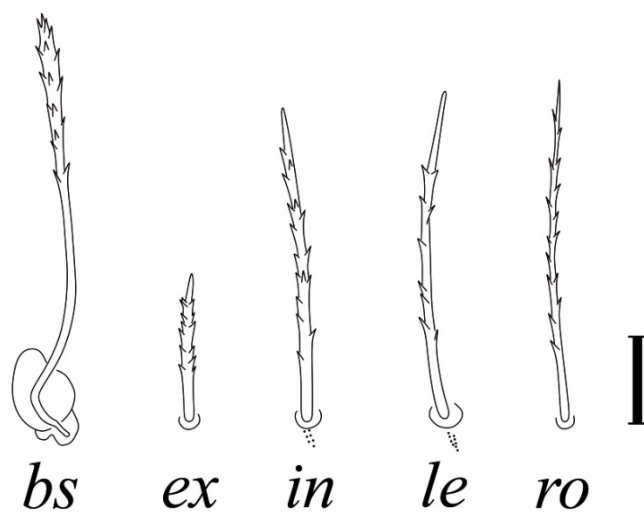
52



54

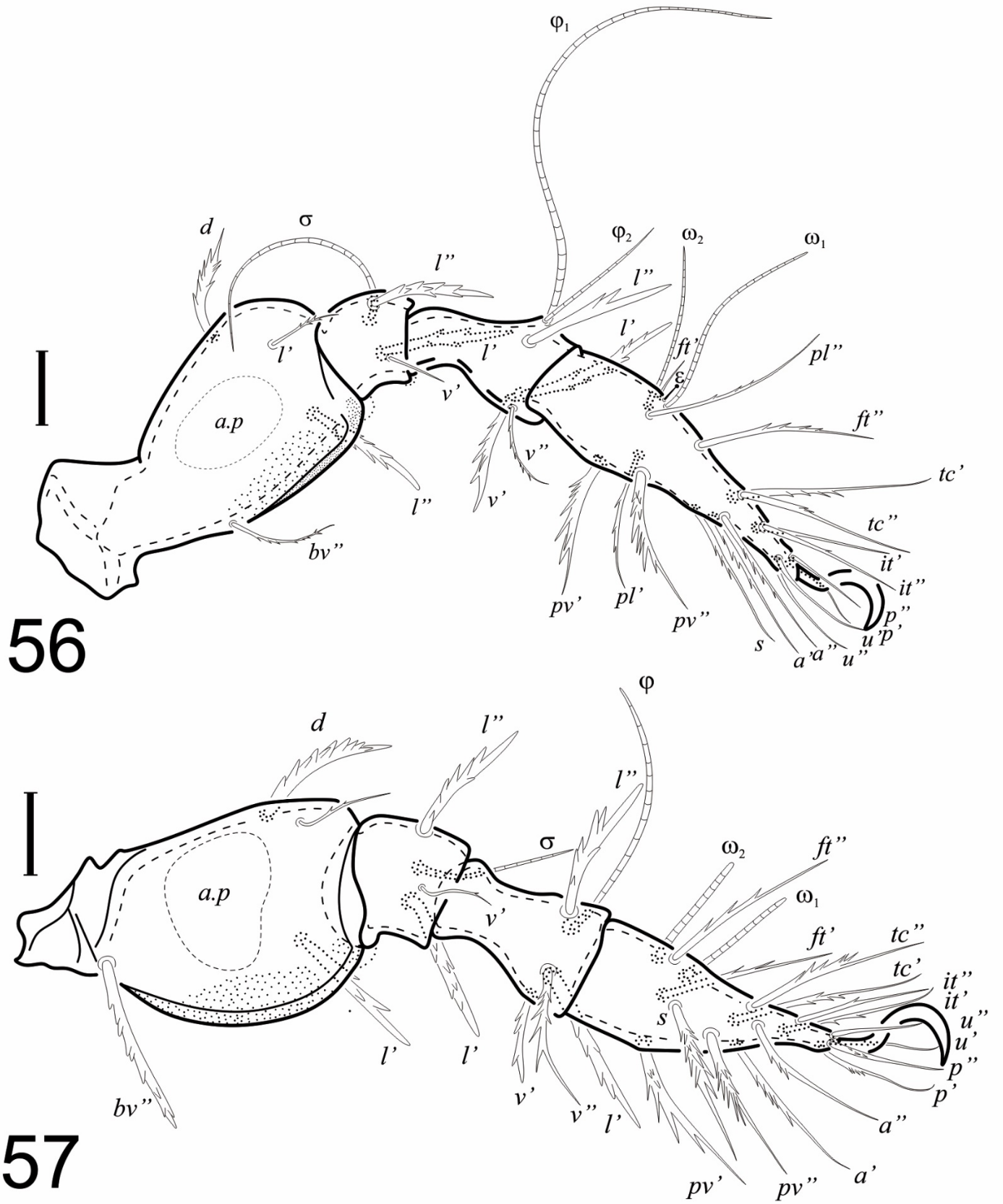


53



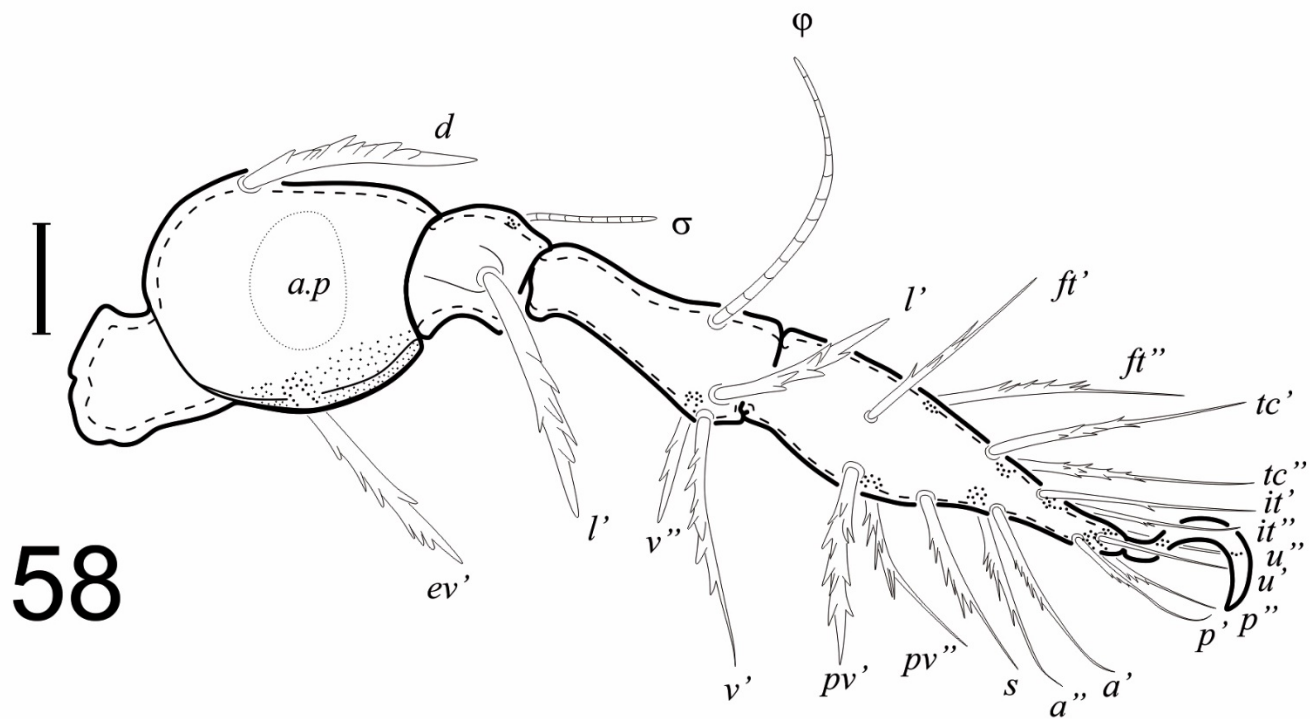
55

Figuras 52-55. *Pergalumna* sp. nov. 52. Región epimeral y genital; 53. Región anogenital; 54. Quelícero derecho, vista antiaxial; 55. Sedas prodorsales. Escala 20  $\mu$ m.

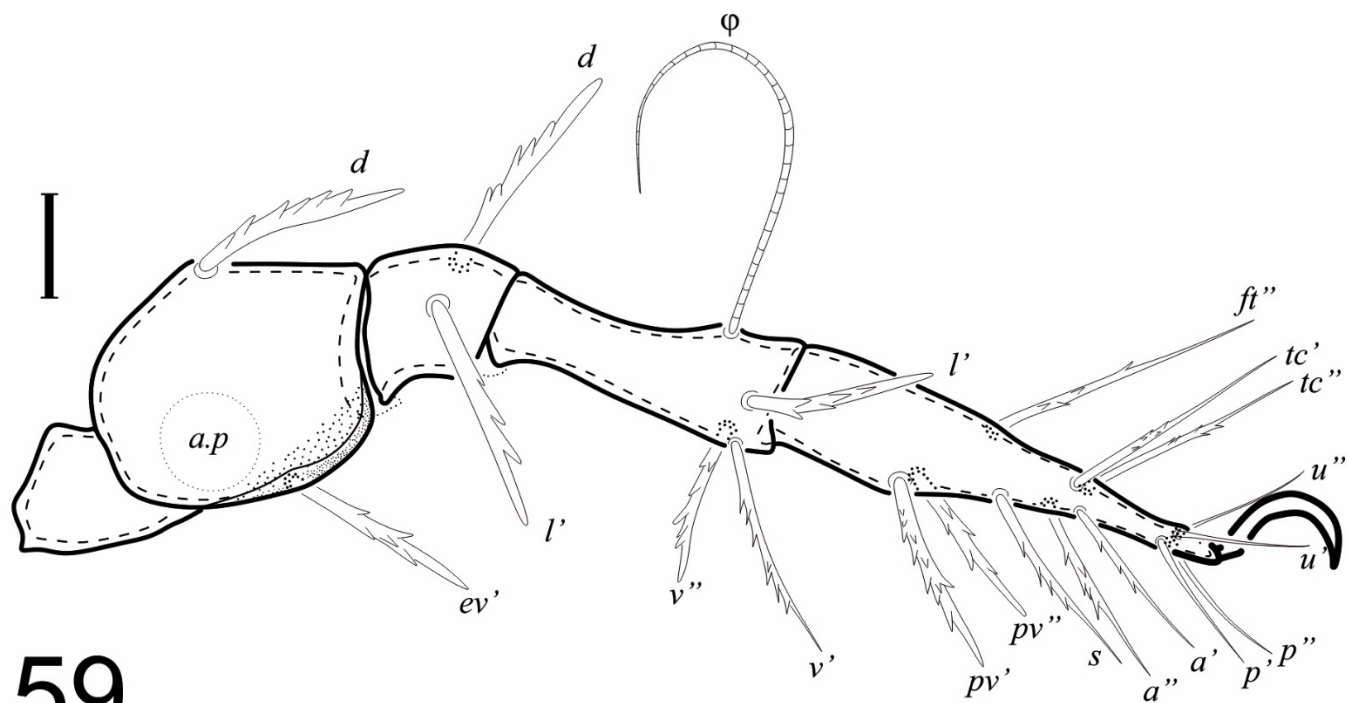


**Figuras 56-57.** *Pergalumna* sp. nov. 56. Pata I derecha, vista antiaxial; 57. Pata II derecha, vista paraxial. Escala 20  $\mu$ m.





58



59

Figuras 58-59. *Pergalumna* sp. nov. 58. Pata III derecha, vista antiaxial; 59. Pata IV derecha, vista antiaxial. Escala 20 μm.

**Cuadro 4.** Longitud promedio de sedas *Pergalumna sp. nov.* (medidas en  $\mu\text{m}$ )

Seda	Lv (n=5)	Pn (n=5)	Dn (n=5)	Tn (n=5)
Rostral	14 (12-17)	32 (22-49)	39 (27-56)	62 (39-84)
Lamelar	34 (30-37)	43 (34-49)	48 (39-66)	72 (64-77)
Interlamelar	19 (17-22)	57 (49-62)	44 (39-61)	68 (62-74)
Botridial	60 (47-69)	65 (57-78)	64 (47-100)	101 (91-120)
Exobotridial	19 (17-20)	21 (19-22)	28 (17-34)	44 (35-54)
Epimeral	<i>1b, 1a: 5</i> <i>2a, 3a, 3b: 10</i>	<i>1c, 1b, 3b, 4a: 12</i> <i>1a, 2a, 3a: 5</i>	<i>1c, 1b, 3b, 4a, 4b: 6</i> <i>1a, 2a, 3a: 5</i>	<i>1c, 1b, 3b, 4a, 4c: 9</i> <i>1a, 2a, 3a, 4a, 4b: 5</i>
Gastron3tica	<i>c1:4 c2:12 c3:32</i> <i>h1:5 h2:15 h3:5</i>	<i>c1, c2:12; c3:31</i> <i>h1-h3:1 or alveolar</i> <i>p1-p3:5</i>	<i>c1, c2:3; c3:31 h1-</i> <i>h3:1 or alveolar</i> <i>p1-p3:3</i>	<i>c1, c2: alveolar; c3:42</i> <i>h1-h3: 1 or alveolar</i> <i>p1-p3:3</i>
Genital	-	5	5	7
Agenital	-	-	3	7
Anal	-	-	-	8
Adanal	-	-	5	8

**Cuadro 5.** Cambios de longitud promedio en gnatosoma de *Pergalumna sp. nov.* (medidas en  $\mu\text{m}$ )

Caracteres	Lv (n=5)	Pn (n=5)	Dn (n=5)	Tn (n=5)
Largo de subcap3tulo	36	35	32	64
Ancho de subcap3tulo	76	57	76	122
Largo de seda <i>a</i>	12	15	7	9
Largo de seda <i>m</i>	12	15	7	9
Largo de seda <i>h</i>	12	15	7	9
Largo de sedas adorales	12	15	7	9
Largo del quel3cero	84	89	95	148
Largo de seda <i>cha</i>	21	20	25	47
Largo de seda <i>chb</i>	17	15	18	30

**Cuadro 6.** Desarrollo de las sedas en las patas de *Pergalumna* sp. nov

	Tr	Fe	Ge	Ti	Ta
<b>Pata I</b>					
Larva	–	<i>d, bv''</i>	<i>(l), σ</i>	<i>(l), v', φ<sub>1</sub></i>	<i>(ft), (tc), (p), (u), (a), s, (pv),</i>
Protoninfa	–	–	–	–	ω <sub>2</sub>
Deutoninfa	–	–	–	φ <sub>2</sub>	–
Tritoninfa	<i>v'</i>	–	<i>v'</i>	<i>v''</i>	<i>(it)</i>
<b>Pata II</b>					
Larva	–	<i>d, bv''</i>	<i>(l), σ</i>	<i>l', v', φ</i>	<i>(ft), (tc), (p), (u), (a), s, (pv),</i>
Protoninfa	–	<i>d</i>	–	–	–
Deutoninfa	–	<i>d, bv'' (l)</i>	–	<i>l''</i>	ω <sub>2</sub>
Tritoninfa	<i>v'</i>	–	<i>v'</i>	<i>v''</i>	<i>(it)</i>
<b>Pata III</b>					
Larva	–	<i>d, ev'</i>	<i>l', σ</i>	<i>v', φ</i>	<i>(ft), (tc), (p), (u), (a), s, (pv)</i>
Protoninfa	–	–	–	–	–
Deutoninfa	<i>v'</i>	–	–	<i>l'</i>	–
Tritoninfa	–	–	–	<i>v''</i>	<i>(it)</i>
<b>Pata IV</b>					
Protoninfa	–	–	–	–	<i>ft'', (p), (u), (pv)</i>
Deutoninfa	–	<i>d, ev'</i>	<i>d, l'</i>	<i>v', φ</i>	<i>(tc), (a), s</i>
Tritoninfa	<i>v'</i>	–	–	<i>l', v''</i>	–

Abreviaturas. Tr= Trocánter; Fe= Fémur; Ge= Genua; Ti= Tibia; Ta= Tarso.

### Modificaciones corporales y de estructuras entre estadios

#### Larva-Protoninfa

#### Notogáster.

Áreas porosas *Aa, A1, A2*, sedas *da, dm* y *dp* migran hacia la línea sagital, *la* pasa por debajo de *Aa* y *lm* debajo de *A1*. Seda *lp* se mueve por delante de *A2*.

Se origina el área porosa *A3* en la parte posterior del notogáster y también la cúpula *im* cerca de la línea media, en el límite del notogáster, presencia de *p<sub>1</sub>* por debajo de *A3*.

Seda  $h_2$  y  $h_3$  migran del límite de la placa anal al notogáster por delante de  $A_3$ ,  $h_3$  cerca y por debajo de  $A_2$ .

Cúpula  $ip$  migra de la placa ventral al notogáster cerca del límite notogástrico.

#### **Placa ventral.**

Se forma un pliegue en forma de arco ( $fo$ ) por encima de la placa genital. Surgen las sedas  $1c$ ,  $4a$ . Sedas  $p_2$  y  $p_3$  se originan en el límite de la placa anal al igual que la cúpula  $ips$ . Se presenta la cúpula  $ia$  por debajo y detrás de  $c_3$ .

**Patatas.** Pata I. Reducción del tamaño de sedas a casi la mitad en todos los artejos, las sedas son más delgadas y en algunos casos sin ornamentación (seda  $d$ ,  $(l)$ ,  $v$ ).

Pata II. Ausencia de la seda  $bv'$ , las sedas sin ornamentación se vuelven más pequeñas y delgadas.

Pata III. Se presenta una reducción en la longitud de las sedas y con menor ornamentación; hay una reducción en el tamaño del solenidio  $\sigma$ .

### **Protoninfa-Deutoninfa**

#### **Notogáster.**

Surco gastronómico transversal presente ( $gf$ ), seda  $lm$  pasa por delante de  $A_1$

#### **Placa ventral**

Se forma el macroesclerito circumgenital ( $sc_g$ ), surge seda  $ag$  y  $4b$ . Seda  $1c$  pasa por arriba de  $1b$  al límite la placa ventral. Cúpula  $ips$ , seda  $p_2$  y  $p_3$  se mueven a un plano antiaxial. Surgen cúpula  $iad$  y sedas  $ad_1$ ,  $ad_2$  y  $ad_3$ .

**Patatas.** Pata I. Las sedas en el fémur, genua y tibia vuelven a tener tamaños similares a los de la protoninfa, se añaden un par de sedas ( $v$ ) y el solenidio  $\phi_2$ .

Pata II. Al igual que en la pata I, las sedas en fémur, genua y tibia tienen mayor tamaño y existe la presencia de la seda  $bv''$ ; se agrega la seda  $l''$ .

Pata III. Aumenta el tamaño de las sedas en fémur, genua, tibia y tarso, solenidio  $\sigma$  de mayor tamaño.

Pata IV. Presencia de sedas en el fémur, genua y tibia, se añaden las sedas ( $tc$ ), ( $a$ ) y  $s$ .

## **Deutoninfa- tritoninfa**

Notogáster.

El surco gastronómico circumgenital se hace más grande. Seda *dm* pasa hacia atrás de *A2*, seda *lp* se mueve por arriba de *A2* y seda *h<sub>3</sub>* pasa por debajo y delante de *A2*. Seda *lm* se migra por encima y detrás de *A1*.

## **Placa ventral.**

El macroesclerito circumgenital más definido, seda *ag* se mueve a un plano antiaxial. Cúpula *ih* pasa por debajo de *ips* y surgen las sedas anales. Surge seda *4c* y la seda *4a* se mueve entre *4c* y *4b* más cercana a *4b*.

**Patatas.** En la pata I se redujo el tamaño de la seda *bv''*, en la genua y la tibia redujeron su tamaño las sedas (*l*) y *v'*, respectivamente.

Pata II. Aparecen en el fémur las sedas (*l*), en la genua aparece la seda *v*, en la tibia la seda *v''* y en el tarso las sedas (*it*).

Pata III. Surgen las sedas *v'* en la tibia y las sedas (*it*) en el tarso.

Pata IV. Aumenta la longitud de la tibia y aparecen las sedas *l'* y *v''*.

Ligeros cambios en los tamaños de los solenidios.

## **DISCUSIÓN**

Para el establecimiento del cultivo, se realizaron varias repeticiones en los cuatro tratamientos, ya que al inicio hubo muchos decesos, pues los organismos no se adaptaron rápido al alimento ni a las condiciones del cultivo, además en la primera colecta de noviembre 2016, el número de organismos eran mínimos, fue hasta la colecta de marzo, donde se halló un número mayor de organismos y en conjunto con los pocos que pudieron resistir de las primeras muestras, se pudo establecer un cultivo exitoso, pues la reproducción se dio rápido al igual que la aceptación del alimento, podemos suponer que los organismos nuevos ya estaban listos para la ovoposición. También podemos decir que la mejor temporada para realizar muestreos es marzo y así poder obtener mejores respuestas en los tratamientos.

La humedad reportada en los cultivos fue del 65%, mientras que en la región de los Tuxtlas se han registrado humedades relativas del 70 al 100% (Soto y Gama, 1997), los cultivos realizados se encontraron muy cerca de este parámetro que se presenta naturalmente en su localidad tipo, además, la temperatura de 26.4°C obtenida en los cultivos es una temperatura que entra en los parámetros de un clima tropical, lo que permitió que la especie respondiera de manera favorable durante todo el mantenimiento. La aceptación de la papa como fuente de alimento la podemos asociar a su alto contenido nutrimental, que puede ser como un sustituto del alimento que se encuentra condiciones naturales y que favorecen el desarrollo de los organismos, pues en ella podemos encontrar potasio, hierro y fósforo, mismos nutrientes que se pueden encontrar en suelo y hojarasca.

De las siete especie de la familia Galumnidae que se han obtenido mediante cultivos (Cuadro 7), *Pergalumna sp. nov.* tiene un ciclo de vida parecido al de *P. nervosa*, además las condiciones del medio y la alimentación son muy similares, las dos especies fueron alimentadas con papa. Otra relación que tienen es que estas dos especies provienen de ambientes similares, ambas se relacionan al suelo y hojarasca. De las demás especies a pesar de que varias tienen condiciones de humedad y temperatura cercanos, el ciclo de vida es la mitad o el doble de tiempo y el ambiente natural de las demás especies es diferente pues fueron colectadas de pastizales y musgos.

**Cuadro 7.** Especies cultivadas de la familia Galumnidae y sus parámetros.

Espece	Promedio de días total del ciclo de vida	Condiciones
<i>Pergalumna sp. nov.</i>	48	26.4°C 65% HR
<i>Pergalumna emarginata</i> (Banks, 1895)	---	25°C 90-95% HR
<i>Pergalumna nervosa</i> (Berlese, 1914)	47	25°C 80% HR
<i>Acrogalumna longipluma</i> (Berlese, 1904)	60.9 /24.5	25°C 80% HR
<i>Galumna flabellifera orientalis</i> Aoki, 1965	24.8	25°C
<i>Galumna ithaensis</i> (Jacot, 1929)	87	25°C 80% HR
<i>Galumna louisiana</i> e (Jacot, 1929)	---	23°C
<i>Galumna parva</i> Woodring, 1965	---	23°C

## CONCLUSIÓN

Se describió e ilustró la morfología de las fases inmaduras y el adulto de *Pergalumna* **sp. nov.** a partir de un cultivo en condiciones de laboratorio, en el que se pudieron establecer las condiciones y parámetros óptimos su mantenimiento. Siendo 26.4°C, 65% de humedad y alimento basado en papa las condiciones en que lograron sobrevivir y reproducirse.

Se registró el tiempo entre los estadios de *Pergalumna* **sp. nov.** desde huevo al adulto de cinco organismos, siendo 47 días el promedio del ciclo.

Los cambios morfológicos en notogáster no fueron cambios drásticos; hubo un aumento de tamaño en cada fase, migración en la posición de sedas y áreas porosas, en la placa ventral aparecían nuevas sedas y cambiaron de posición algunas cúpulas. En el adulto los cambios más notorios son la presencia de pteromorfos y la migración de la glándula de la parte ventral al notogáster, la migración de las cúpulas *ips* e *ih* para convertirse en la fase adulta en lirifisuras.

La elaboración de cultivos permitió observar el comportamiento de la especie en cuestiones de reproducción o estrategias de supervivencia, además de obtener información taxonómica para realizar inferencias de ancestría descendencia, como lo hizo Grandjean (1953).

De las especies de *Pergalumna* a nivel mundial solo se conocen las fases inmaduras de cuatro especies; *P. emarginata*, *P. nervosa*, *P. myrmophila* (Berlese, 1914) y *P. striatiprodorsum* Ermilov, Alvarado-Rodríguez y Retana-Salazar, 2014, siendo esta la quinta especie del género de la cual se conocen las fases inmaduras.

A nivel nacional es la primera especie del género con conocimiento de juveniles y la tercera de Galumnidae con la descripción de inmaduros.

## REFERENCIAS

- Álvarez-Sánchez, J. 2001. Descomposición y ciclo de nutrientes en ecosistemas terrestres de México. *Acta Zoológica Mexicana*, 1:11-27
- Balogh, J. 1958. Oribatides nouvelles de l'Afrique tropicale. *Revue de Zoologie et de Botanique Africaines*, 58 (1-2): 1-34.
- Balogh, J. 1960. Oribates (Acari) nouveaux d'Angola et du Congo Belge (2<sup>ème</sup> serie). *Publicações Culturais Companhia de Diamantes de Angola*, 51: 15-40.
- Balogh, J. y Balogh, P. 1992. The oribatid mites genera of the world. Vol. 1. *Hungarian National Museum Press, Budapest*, 263 pp.
- Bayartogtokh, B. y S. G. Ermilov 2017. Nymphal instars of two Pergalumna species, with remarks on morphological ontogeny of Galumnidae (Acari, Oribatida). *Systematic and Applied Acarology*, 22(4): 518-540.
- Challenger, A. y J. Soberón. 2008. Los ecosistemas terrestres. En: Soberón, J., G. Halffter., J. Llorente-Busquets. (Eds.). *Capital natural de México*, Vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México, 87-108 pp.
- Crossley, D.A. 1997. Oribatid mites and nutrient cycling. En: Dindal, D.A. (Ed.). *Biology of Oribatid mites*. State University of New York, 71-85 pp.
- Dirzo R., E. González-Soriano y R.C. Vogt. 1997. Introducción general. En: E. González-Soriano, R. Dirzo y R.C. Vogt. (Eds.) *Historia Natural de los Tuxtlas*. Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F., 3-6 pp.
- Ermilov S. G. y M. Lochynska. 2008. The influence of temperature on the development time of three oribatid mite species (Acari, Oribatida). *North-Western Journal of Zoology*, 3: 274-281.
- Ermilov, S. G. y D. J. Gwiazdowicz. 2015. Peruvian oribatid mites (Acari, Oribatida) from the German Biological Expedition, with description of a new species of the genus *Pergalumna*. *ZooKeys*, 487: 87-96.
- Ermilov, S. G., E.A. Hugo-Coetzee, A. A. Khaustov y P.D. Theron. 2017. Juvenile instars of *Galumna curvifamulus* (Acari, Oribatida, Galumnidae). *Acarina*, 25(2):87-95.
- Estrada-Venegas, E.G., R.A. Norton, A. Equihua-Martinez, J. Romero Nápoles, J. Trinidad Santos y H. Gonzáles Hernández. 1999. Biología y nueva sinonimia de *Archeozetes longisetosus* Aoki (Acari: Oribatida) de La Mancha, Veracruz, México. *Folia Entomológica Mexicana*. 107: 41-50.
- Flores, J.J., R.I. Coates, V. Sánchez-Cordero, V. J. Mendieta. 2014. Mamíferos terrestres de la estación de Biología tropical de los Tuxtlas. *Revista Digital Universitaria*. 15(4): 2-10 pp. Disponible en <http://www.revista.unam.mx/vol.15/num4/art29/#> (Consultado en febrero 2019).
- García, J. A. 2005. Conservación y Manejo Sostenible de la Biodiversidad Bajo del Suelo en Los Tuxtlas, Veracruz. Disponible de:



- [http://www3.inecol.edu.mx/csmbgbd/images/stories/resultados\\_materialdidactico\\_archivos/FolletoTuxtlas3.pdf](http://www3.inecol.edu.mx/csmbgbd/images/stories/resultados_materialdidactico_archivos/FolletoTuxtlas3.pdf) (Consultado en mayo 2017).
- García-Álvarez, A. y A. Bello. 2004. Diversidad de los organismos del suelo y transformaciones de la materia orgánica. *Memorias I Conferencia Internacional Eco-Biología del Suelo y el Compost*. León, España, 211-212 pp.
- Grandjean, F. 1953. Essai de classification des oribatides (Acariens). *Bulletin de la Société Zoologique de France*, 78: 421-446.
- Grandjean, F. 1956. Galumnidae sans carènes lamellaires (Acariens, Oribates), 1<sup>ère</sup> série. *Bulletin de la Société Zoologique de France*, 81: 134-150.
- Grishina, LG. 1991. Length of the life cycle of oribatid mites (Sarcoptiformes, Oribatei). *Siberian Biological Journal*, 3: 7-47.
- Halfpeter, G., J. Llorente-Bousquets y J.J. Morrone. 2008. La perspectiva biogeográfica histórica. En: Soberón, J., G. Halfpeter., J. Llorente-Busquets. (Eds.). *Capital natural de México*, Vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México, 67-86 pp.
- Haq, M.A. y C. Adolph. 1981. A comparative study of the duration of the life cycles of four species of oribatid mites (Acari: Oribatei) from the soils of Kerala. *Indian Journal of Acarology*, 5: 56-61.
- Hull, J.E., 1918. Terrestrial Atari of the Tyne Province. *Transactions of the Natural History Society of Northumberland*. Durham and Newcastle-upon-Tyne, 5: 13-88.
- Iglesias, R., R. Vázquez y J. G. Palacios-Vargas. 2012. Desarrollo ontogenético y redescipción del adulto de *Epidamaeus mitlsensillus* (Acari: Oribatida: Damaeidae). *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83: 958-965.
- INEGI. 2005. *Conjunto de datos vectoriales de la carta de vegetación primaria 1: 1 000 000*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Aguascalientes.
- Iturrondobeitia, J.C. y L.S. Subías. 2015. Orden Oribatida (= Cryptostigmata). *Revista IDE@ - SEA*, 1(16): 1-17.
- Krantz G.W. y D.E. Walter. 2009. A manual of Acarology. *Texas Tech University Press*. U.S.A. Texas. 807 pp.
- Krivolutsky, D.A., A. Y. Druk, I.S. Eltminaviciute, L.M. Laskova y E. Karppinen. 1990. Fossil Oribatid Mites. *Mokslas Publishers*. Vilnius. 109 pp.
- Lipovsky, L.T. 1953 Improved technique for rearing chigger mites (Acarina: Trombiculidae). *Entomological News*, 64: 4-7.
- Norton, R. A. y S. G. Ermilov. Indentity of the oribatid mite *Oribatida curva* and transfer to *Trichogalumna* (Acari, Oribatida, Galumnidae), with discusión of nomenclatural and biogeographical issues in the 'curva' species-group. *Zootaxa*, 4272(4):551-564.
- Norton, R. A. y S.G. Ermilov. 2014. Catalogue and historical overview of juvenile instars of oribatid mites (Acari: Oribatida). *Zootaxa*, 3833(1): 1-132.
- Norton, R. A., J. B. Kethley, D. E. Johnston, y B. M. O'Connor. 1993. Phylogenetic perspectives on genetic systems and reproductive modes of mites. En: (Wrensch, D.

- L. y Ebbert, M. A. (Eds.). *Evolution and Diversity of Sex Ratio in Insects and Mites*. Chapman & Hall, New York, 8-99 pp.
- Norton, R.A. y V.M. Behan-Pelletier. 2009. Suborder Oribatida. En: Krantz, G.W. y Walter, D.E. (Eds.). *A Manual of Acarology*, 3<sup>rd</sup> Ed. Texas Tech University Press, Lubbock, 430–564 pp.
- Pachl, P., A.C. Lindl, A. Krause, S. Scheu, I. Schaefer y M. Maraun. 2017. The tropics as an ancient cradle of oribatid mite diversity. *Acarologia*, 57(2): 309-322.
- Palacios-Vargas, J. G., y F. Villagomez. 2017. Three new species of Pergalumna (Acari: Oribatida: Galumnidae) from the tropical rainforest of Veracruz, Mexico. *Zootaxa*, 4242(1): 77-94.
- Palacios-Vargas, J.G. 2001. La biodiversidad de los ácaros en México. En: Vargas M., Polaco O. J. y Zúñiga G. (Eds.). *Contribuciones Entomológicas. Homenaje a la Dra. Isabel Bassols*. Instituto Politécnico Nacional. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, México, D.F. 105-112 pp.
- Palacios-Vargas, J.G. y R. Iglesias. 2004. Oribatei (Acari). En: Bousquets, J.L., Morrone, J.J., Ordoñez, O.Y. y Fernández, I.V. (Eds.). *Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento. Vol. IV*. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., 431–468 pp.
- Pérez, T.M., C. Guzmán-Cornejo, G. Montiel-Parra, R. Paredes-León y G. Rivas. 2014. Biodiversidad de ácaros en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 85(Supl.1): 399-407.
- Pérez-Iñigo, C. 1993. Fauna Ibérica, (Acari: Oribatei, Gymnonota). Museo Nacional de Ciencias Naturales. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid España. 3: 320.
- Pérez-Iñigo, C. 1997. Fauna Ibérica, (Acari: Oribatei, Gymnonota I). Museo Nacional de Ciencias Naturales. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid España. 9: 374.
- Rockett, C.L. y J. P. Woodring. 1966. Biological investigations on a new species of Ceratozetes and of Pergalumna (Acarina: Cryptostigmata). *Acarologia*, 8, 511–520.
- Sanders, F. H. y R. A. Norton, R. 2004. Anatomy and Function of the Ptychoid Defensive Mechanism in the mite *Euphthiracarus cooki* (Acari: Oribatida). *Journal of Morphology*, 259:119–154.
- Sengbusch, H.G. 1954. Studies on the life history of three oribatoid mites with observations on other species. *Annals of the Entomological Society of America*, 47(4): 646–667.
- Seniczak, S. 1972. Morphology of developmental stages of *Pilogalumna tenuiclava* (Berl.) and *Pergalumna nervosa* (Berl.). *Bulletin de la Société des Amis Sciences et des Lettres de Poznań*, Serie D, 12–13: 199-213.
- Seniczak, S. y A. Seniczak. 2007. Morphology of juvenile stages of *Pilogalumna crassiclava* (Berlese, 1914) and *P. ornatula* Grandjean, 1956 (Acari: Oribatida: Galumnidae). *Annales Zoologici*. 57 (4): 841–850.

- Seniczak, S., J. C. Itturondobeitia y A. Seniczak. 2012. The ontogeny of morphological traits in three species of Galumnidae (Acari: Oribatida). *International Journal of Acarology*, 38(7): 612–638.
- Sitnikova, L. G. 1959. Life cycles of some oribatids and methods of culture. *Zoologicheskii Zhurnal*, 38: 1663-1673.
- Soto, M. y L. Gama. 1997. Climas. En: E. González-Soriano, R. Dirzo y R.C. Vogt. (Eds.) *Historia Natural de los Tuxtlas*. Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F., 7-23 pp.
- Subías, L.S. 2018. Listado sistemático, sinonímico y biogeográfico de los ácaros oribátidos (Acariformes: Oribatida) del mundo (Excepto fósiles). Disponible de: <http://www.ucm.es/info/zoo/Artropodos/Catalogo.pdf>.
- Travé, J. 1964. Importance des stases immatures des oribates en systematique et en écologie. Proceedings of the 1st International Congress of Acarology, 1963. *Acarologia*, 6: 47–54.
- Vázquez, G., M. M. y D. Prieto T. 1999. Oribatida. En: Vázquez G., M. M (Ed.). *Fauna edáfica de las selvas tropicales de Quintana Roo*. Universidad de Quintana Roo, México, 73-90 pp.
- Villagomez, F. y J. G. Palacios-Vargas. 2013. A new species of Trichogalumna (Acari: Oribatida: Galumnidae) from Mexico. *Brenesia*, 79, 72–80.
- Villagomez, F. y J. G. Palacios-Vargas. 2015. A new Pilogalumna (Acari: Oribatida: Galumnidae) from Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86, 597–604.
- Villagomez, F., R. Iglesias y J. G. Palacios-Vargas. 2017. Los ácaros oribátidos (Acari: Oribatei) de los estratos edáficos y arbóreos de la selva alta perennifolia de los Tuxtlas, Veracruz. *Entomología mexicana*, 4: 28-34.
- Woodring, J.P. 1963. The nutrition and biology of saprophytic Sarcoptiformes. En: Naegele, J.A. (Ed.) *Advances in Acarology, Vol. 1*. Comstock Publishing Associates, Ithaca, 89–111 pp.
- Woodring, J.P. 1965. The biology of five new species of oribatids from Louisiana. *Acarologia*, 7: 564–576.