

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

DEPARTAMENTO DE ZOOLOGÍA DE INVERTEBRADOS

LABORATORIO DE ENTOMOLOGÍA Y ARTRÓPODOS



TAXONOMÍA DE TARDÍGRADOS (TARDIGRADA: EUTARDIGRADA:  
HETEROTARDIGRADA) DE MUSGO EN LOCALIDADES SELECTAS DEL  
NORESTE DE MÉXICO.

TESIS

QUE EN OPCIÓN A OBTENER EL TÍTULO DE  
BIÓLOGO

P R E S E N T A:

GI SELA ARAMIRIAM LEÓN ESPINOSA

SAN NICOLÁS DE LOS GARZA, N.L.

ENERO 2018

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**  
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**



**Taxonomía de tardígrados (TARDIGRADA: EUTARDIGRADA:  
HETEROTARDIGRADA) de musgo en localidades selectas del Noreste de  
México.**

TESIS

Que en opción a obtener el título de  
BIÓLOGO

PRESENTA:

**Gisela Aramiriam León Espinosa**

COMITÉ DE TESIS

---

**Dr. Gabino Adrián Rodríguez Almaraz**  
Director

---

**Dr. Antonio Moreno Talamantes**  
Director externo

---

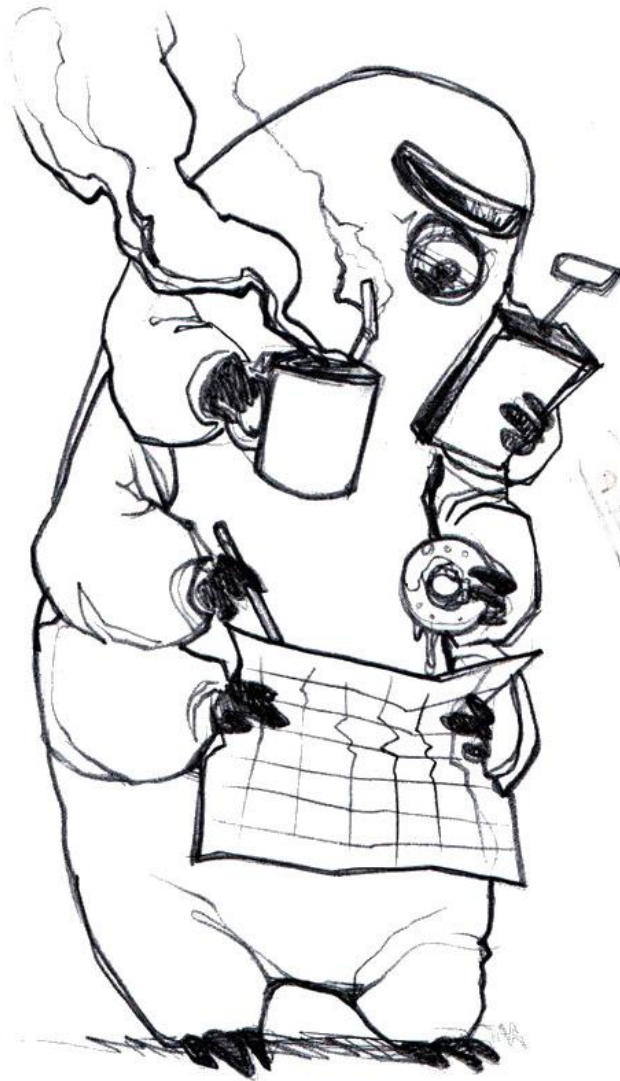
**M.C. Gerardo Guajardo Martínez**  
Secretario

---

**Dr. Roberto Eduardo Mendoza Alfaro**  
Vocal

*“Para tener éxito, lo primero que debes hacer es enamorarte de tu trabajo”.*

- Mary Lauretta



## DEDICATORIA

Por tu incondicional apoyo en todo momento, te dedico este trabajo que lo he realizado con mucho amor y perseverancia...

¡Gracias Mamá!

## AGRADECIMIENTOS

Mis agradecimientos a mi mamá Julia Espinosa Chavira por ser siempre un ejemplo de coraje, trabajo, lucha y tenacidad ante cualquier adversidad, además de todo el apoyo otorgado a lo largo de mi vida y el estar presente durante el desarrollo de mi formación profesional.

A mis hermanos Alejandro, Zahira, Ruben, Kike y mis sobrinos Deyna y Fabricio por mostrarme su apoyo en todo momento, aunque no entiendan mucho de lo que hago ustedes siempre están apoyándome, gracias por depositar su confianza en mí y siempre trataré de ser un ejemplo a seguir.

Quiero agradecer a mi Director de tesis, el Dr. Gabino Adrián Rodríguez Almaráz principalmente por darme la oportunidad de trabajar en su equipo de laboratorio, y a pesar de no pertenecer al grupo de su especialidad, usted deposito su confianza en mí, por el apoyo brindado para mi formación y darme la enseñanza de apasionarme por los tardígrados.

Al M.C. Gerardo Guajardo Martínez por todo su apoyo brindado en la realización de este trabajo, por impulsarme a no depender de nadie, a aceptar un “no” como una gran oportunidad, a poder abrirme camino, de hacerme de mis temores fortalezas, por hacerme pensar en grande y actuar con base a ello y por estar ahí brindándome consejos y asesorándome en todo momento.

Al Dr. Antonio Moreno Talamantes, que sería de mí sin usted, agradezco de todo corazón su apoyo brindado desde que inicie con este grupo hace poco más de tres años, por abrirme las puertas y estar en todo momento, por su asesoría en mi formación como toda una tardigradeóloga y adentrarme mucho más en este grandioso grupo, por los consejos, observaciones y comentarios en todos los trabajos presentados en congresos, gracias por mostrarme que con una buena observación y dedicación se obtienen grandes frutos y una gran satisfacción personal.

Al Dr. Roberto Eduardo Mendoza Alfaro a quien le tengo una gran admiración y respeto, gracias por su ayuda en la culminación de este trabajo en sus

comentarios, observaciones y sugerencias. Gracias por aceptar ser parte de mi comité.

Al PhD. Łukasz kaczmarek, PhD. Diane R. Nelson, PhD. Nigel J. Marley, Ms. Daniel Stec por permitirme ser parte de su campo de investigación, por proporcionarme literatura al respecto y asesorarme con sus observaciones y comentarios en cada congreso en el que participe.

A mis compañeros de laboratorio Víctor Ortega, Carolina Jiménez, Diana Gutiérrez, Cony Jordán, Emilio Flores, Héctor Briones, Mara Garza, Paola Jael, Sheila Sabori, Larry Castro y Manuel de Luna por hacer mis horas de estancia más placenteras. Gracias a Verito y Dulce por todo el apoyo, las porras, y las sonrisas brindadas, por mostrar una empatía ante mis situaciones, gracias por las pláticas, consejos y sobre todo por escucharme cuando más lo necesitaba.

A mis amigos quienes me asistieron en el transcurso de mi carrera profesional: Ian Quiroz, Leslie Ramirez, Brisia Torres, Netzy Benitez, Liz González, Saira Niño, Azanet Garza (las kiongas), Alejandro Huereca, Americo Ibarra, Karla Benavides, Heriberto Villegas, Félix Molina, Luiz Ibarra, Yocelyn Luna, Elizabeth Hernández, Eliezer Hernández, Flor García, Alejandra Martínez, Nimbe San Martin, Cecy Cantú y Lucero Cortés, sus locuras y momentos han sido invaluable y todos los buenos momentos los resguardo en mi mente.

A mis amigos faunísticos Jaquelin, David, Emily, Rosy, Perla, Daniela, Noé, Alondra (The Emily & the boneless fest) que en tan poco tiempo se han ganado un lugar en mi corazón, gracias por su apoyo incondicional, sus porras y sus buenas vibras, ante todo. Ing. Argentina usted ha sido pilar para nuestras reuniones y apoyo mutuo, los quiero a todos.

Por último y no menos importante a mi persona favorita: Bernardo López González, con quien he compartido una bonita y sincera amistad en toda la carrera, y por ser mi gran equipo de trabajo como compañeros. Contigo a lo largo de seis años he compartido buenos, malos, grandiosos y emocionantes momentos que siempre estarán en mi mente los cuales han formado una bonita historia. Tu apoyo incondicional siempre lo he tenido, gracias por impulsarme a

ser mejor persona, a poner los pies en la tierra, aconsejándome, regañándome y escuchándome, y ser quien estuvo ahí en momentos en que todos me dieron la espalda, por hacerme reflexionar y mostrarme que con esfuerzo y dedicación todo se puede lograr. Gracias por ser y estar, por amarme de una manera tan especial, por ser el mejor compañero de viaje, y por aprender conmigo. Tu compañía ha sido fundamental para concluir con este trabajo. Eres el mejor compañero de vida y juntos hacemos un gran equipo, espero de todo corazón que siga siendo así por muchos años más... por toda la vida. TE AMO DEMASIADO (con lápiz).

*Gisela Aramiriam León Espinosa*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA .....	IV
AGRADECIMIENTOS.....	V
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	X
ÍNDICE DE TABLAS .....	XII
RESUMEN .....	XIV
ABSTRACT .....	XV
INTRODUCCIÓN .....	1
1. Aspectos Biológicos Generales.....	4
1.2 Morfología.....	6
1.3 Cutícula.....	7
1.4 Garras .....	9
1.5 Apéndices cefálicos sensoriales .....	12
1.6 Aparato bucofaríngeo .....	14
1.7 Criptobiosis.....	17
1.7.1 Anhidrobiosis.....	17
1.7.2 Criobiosis .....	18
1.7.3 Osmobiosis .....	18
1.7.4 Anoxibiosis .....	18
1.7.5 Enquistamiento .....	18
1.8 Reproducción .....	19
1.8.1 Dimorfismo sexual.....	19
1.8.2 Aparato reproductivo.....	19
1.8.3 Desarrollo .....	20
1.8.4 Muda .....	21
1.9 Ecología .....	21
1.9.1 Hábitat.....	21
1.9.2 Distribución .....	22
2. ANTECEDENTES .....	23
3. IMPORTANCIA .....	28
4. ORIGINALIDAD.....	28
5. HIPÓTESIS.....	29



6. OBJETIVOS .....	29
6.1 Objetivo general .....	29
6.2 Objetivos particulares .....	29
7. MATERIAL Y MÉTODOS .....	30
7.1.1 Área de estudio .....	30
7.2 METODOLOGÍA.....	31
7.2.1. Trabajo en campo.....	31
7.2.2. Trabajo en Laboratorio.....	33
8. RESULTADOS .....	35
9. DISCUSIÓN.....	67
9.1. Problemas taxonómicos .....	67
9.2. Análisis morfológico .....	67
10. CONCLUSIONES .....	73
11. LITERATURA CITADA.....	74
ANEXO .....	82

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Árbol filogenético de varios géneros tardígrados rediseñado según análisis moleculares recientes. Refs Sands et al. (2008), Guil y Giribet (2011) y Marley et al. (2011). Tomado de Nelson (2015).	4
<b>Figura 2.</b> A) Vista dorsal de Eutardigrado y B) Heterotardigrado. Izquierda: Vista dorsal de Macrobiotus; c) garras; e) desarrollo de huevos; es) esófago; o) ojos; p) faringe. Derecha: Vista dorsal de Echiniscidae (Heterotardígrada); hp) placa de la cabeza; mpl) placa media I; mpII) placa media II; mp III) placa media III; sp I) placa escapular/placa segmental I; spII) placa segmental II; sp III) placa segmental III; spIV) placa caudal/placa segmental IV; pspl) placa pseudosegmental I; psplII) placa pseudosegmental II; psplIV) placa pseudosegmental IV. Redibujado de Ramazzotti y Maucci (1983); Kristensen (1987).	8
<b>Figura 3.</b> Representación de la estructura de la garra en tardígrado. (ap) punta accesoria; (mb) rama primaria; (sb) rama secundaria; (co) tramo común; (b) sección basal; (st) tronco/pedúnculo; (l) lúnula. Redibujado de Nelson et al. (2015).	10
<b>Figura 4.</b> Representación de morfología de garras en tardígrados. (a, b) Heterotardígrada: (a) Echiniscus; (b) Carphania. (c-m) Eutardígrada: (c) Milnesium; (d) Macrobiotus; (e) Tenuibiotus; (f) Murrayon; (g) Dactylobiotus; (h) Thulinus; (i) Calohypsibius; (j) Hypsibius; (k) Isohypsibius; (l) Microhypsibius; (m) Bertolanius. Redibujado de Nelson et al. (2015).	11
<b>Figura 5.</b> Apéndices sensoriales cefálicos. Izquierda: Eutardígrado; pl) láminas peribucales; pp) papilas peribucales; cp) papila cefálica. Derecha: Heterotardígrado; lbc) cirrus bucal interno; bp) papila bucal; Ebc) cirrus bucal externo; cA) cirrus A; cl) clava. Redibujado de Nelson et al. (2015).	13
<b>Figura 6.</b> Esquematación de aparato bucofaringeo de Eutardígrado. (bc) corona bucal (celeste); (ps) estilete de perforación (azul); (sc) capa del estilete (morado); (bl) lamelas vestibulares; (aba) banda anterior de la armadura bucal; (br) anillo bucal; (bt) tubo bucal; (es) esófago; (pa) apófisis faríngeo; (pba) banda posterior de la armadura bucal; (ph) Faringe; (ma) macroplacoidas; (mi) microplacoidas; (sf) furca del estilete; (ss) vainas del estilete; (su) soporte del estilete; (tc) crestas transversales; (vl) lamina ventral. Redibujado de Guidetti et al. (2012).	15
<b>Figura 7.</b> Representación de aparatos bucofaringeos. (a)-(c) Heterotardígrada: (a) Echiniscus; (b) Pseudechiniscus; (c) Carphania. (d)-(l) Eutardígrada: (d) Pseudobiotus; (e) Macrobiotus; (f) Biserovus; (g) Insuetifurca; (h) Isohypsibius; (i) Eohypsibius; (j) Diphascon; (k) Astatumen; (l) Parascon. Redibujado de Nelson et al. (2015).	16
<b>Figura 8.</b> Registros de tardígrados en México. 1. Sonora, 2. Chihuahua, 3. Sinaloa, 4. Nuevo León, 5. Michoacán, 6. Estado de México, 7. Morelos, 8. Oaxaca, 9. Chiapas, 10. Quintana Roo.	27
<b>Figura 9.</b> Localidad del Cerro de la Silla, Nuevo León y Arteaga, Coahuila.	32
<b>Figura 10.</b> 1-3.1, Cornechiniscus lobatus, 2. Granulación de las placas dorsales, 3. Pata IV con diente robusto en lugar de un collar dentado. Barra de escala 10, 20 y 100µ.	38
<b>Figura 11.</b> (1-2). 1. Cornechiniscus lobatus., (Vista dorsal), detalle de la escultura de las placas; 2. Coloración verde del cuerpo.	41
<b>Figura 12.</b> 1, Huevo. 2, Detalle de los filamentos en los procesos. 3, Proceso con diseño reticular. 4, Detalle del disco en los procesos del huevo.	45

<b>Figura 13.</b> 1-3, Secciones secuenciales de la cavidad oral (ventral y dorsal), las flechas indican las bandas de dientes. 4, Aparato bucal vista ventral. 5, Garra IV, detalle de la lúnula dentada. ....	46
<b>Figura 14.</b> 1-3, Secuencias de las Garras I-III. 4, Garra IV (detalle de la lúnula bien desarrollada y ligeramente dentada). 5, Huevo. 6, proceso en la circunferencia del huevo. 7, Detalle de los procesos con diseño reticular. ....	51
<b>Figura 15.</b> 1, Adulto Paramacrobrotus (P). cf. klymenki (vista ventral). 2-4, Secuencias de la armadura de la cavidad oral, vista ventral (las flechas indican las bandas de dientes y lamelas (2)). ....	52
<b>Figura 16.</b> 1, Aparato bucal vista ventral. 2-3, Secuencias que muestran las filas de dientes de la cavidad bucal.3 .....	57
<b>Figura 17.</b> 1, Escultura de la cutícula en forma de polígonos (vista dorsal). 2-3. Garras IV y III, (la flecha indica la porción basal ancha, sin espuelas). 4, Proceso del huevo (la flecha indica areolas alrededor del huevo). 5, Representación dramática del detalle del proceso. ....	58
<b>Figura 18.</b> 1, Aparato bucal provisto de dos macroplacoidas (vista ventral). 2, Cutícula provista de poros con distribución uniforme (vista dorsal), poros más grandes sólo en la pared dorsal. 3, Porción caudal.....	63
<b>Figura 19.</b> 1, Huevo. 2, Procesos cónicos. 3-5, Detalle de los procesos en la circunferencia del huevo. ....	64

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Subdivisión del Phylum Tardigrada con referencias del hábitat (Guidetti y Bertolani, 2011; Degma et al., 2017).....	5
<b>Tabla 2.</b> Especies de tardígrados reportadas en México, con localidad y actualización de taxa.....	24
<b>Tabla 3.</b> Área de estudio, representado por localidad, mes/año, coordenadas y altitud. ....	31
<b>Tabla 4.</b> Especies de tardígrados encontrados en el área de estudio .....	36
<b>Tabla 5.</b> Medidas (micrómetros) de estructuras seleccionadas de 22 especímenes de <b>Conechiniscus lobatus</b> , montados en medio Hoyer. Rangos referidos a Mínima y Máxima a la estructura más pequeña y más grande encontrada entre todos los especímenes medidos.....	39
<b>Tabla 6.</b> Medidas (micrómetros) de estructuras seleccionadas de 8 especímenes de <b>Cornechiniscus lobatus</b> , montado en Polyvinyl Alcohol (P.V.A). Los rangos referidos a Mínima y Máxima corresponden a la estructura más pequeña y a la más grande encontrada entre todos los especímenes medidos. ....	42
<b>Tabla 7.</b> Medidas (micrómetros) de estructuras seleccionadas de 2 especímenes de <b>Mesobiotus diffusus</b> , montado en Polyvinyl Alcohol (P.V.A). Los rangos referidos a Mínima y Máxima corresponden a la estructura más pequeña y más grande encontrada entre todos los especímenes medidos. ....	47
<b>Tabla 8.</b> Medidas en micrómetros de estructuras seleccionadas del huevo de <b>Mesobiotus diffusus</b> . Montado en P.V.A (N= número de huevos/ estructuras medidas. El rango referido a Mínima y Máxima corresponden a la estructura más pequeña y más grande encontrada entre todos los especímenes medidos; SD- desviación estándar).....	48
<b>Tabla 9.</b> Medidas (micrómetros) de estructuras seleccionadas de 17 especímenes de <b>Paramacrobotus (P). cf. klymenki</b> , montado en Polyvinyl Alcohol (P.V.A). Los rangos referidos a Mínima y Máxima corresponden a la estructura más pequeña y más grande encontrada entre todos los especímenes medidos.....	53
<b>Tabla 10.</b> Medidas en micrómetros de estructuras seleccionadas del huevo de <b>Paramacrobotus (P). cf. klymenki</b> . Montado en P.V.A (N= número de huevos/ estructuras medidas. El rango referido a Mínima y Máxima corresponden a la estructura más pequeña y más grande encontrada entre todos los especímenes medidos; SD- desviación estándar).....	54
<b>Tabla 11.</b> Medidas (micrómetros) de estructuras seleccionadas de 1 espécimen de <b>Calcarobiotus (D). cf. polygonatus</b> , montado en Polyvinyl Alcohol (P.V.A). Los rangos referidos a Mínima y Máxima corresponden a la estructura más pequeña y más grande encontrada entre todos los especímenes medidos.....	59
<b>Tabla 12.</b> Medidas en micrómetros de estructuras seleccionadas del huevo de <b>Calcarobiotus (D). cf. polygonatus</b> . Montado en P.V.A (N= número de huevos/ estructuras medidas. El rango referido a Mínima y Máxima corresponden a la estructura más pequeña y más grande entre todos los especímenes medidos; SD- desviación estándar).....	60
<b>Tabla 13.</b> Medidas (micrómetros) de estructuras seleccionadas de 11 especímenes de <b>Minibiotus sp</b> , montado en Polyvinyl Alcohol (P.V.A). Los rangos referidos a Mínima y	

Máxima corresponden a la estructura más pequeña y más grande encontrada entre todos los especímenes medidos..... 65

**Tabla 14.** Medidas en micrómetros de estructuras seleccionadas del huevo de **Minibiotus sp.** Montado en medio P.V.A (N= número de huevos/ estructuras medidas. El rango referido a Mínima y Máxima corresponden a la estructura más pequeña y más grande encontrada entre todos los especímenes medidos; SD- desviación estándar).66

## RESUMEN

El phylum Tardigrada, está constituido por poco más de 1,200 especies descritas a nivel global, de las cuales 45 se tienen registradas en México. Se presenta un análisis taxonómico de los tardígrados pertenecientes a la clase Eutardigrada y Heterotardigrada, colectados en la localidad del Cerro de la Silla en Nuevo León y Los lirios, Arteaga, Coahuila, pertenecientes a la parte Noreste de México. Se recolectaron 16 muestras de musgo, obteniéndose un total de 86 ejemplares de Tardígrados, pertenecientes a dos familias y cinco géneros, siendo la familia Macrobiotidae la más diversa (en especies) con 38 especímenes, correspondientes a las especies *Mesobiotus diffusus*, *Paramacrobotus* (*P.*) cf. *klymenki*, *Calcarobiotus* (*D.*) cf. *polygonatus* y *Minibiotus* sp. Se encontraron 48 especímenes que pertenecen a una sola especie: *Cornechiniscus lobatus* (familia: Echiniscidae). La determinación de las especies fue mediante los caracteres de morfología y morfometría de cada especie y comparando con las descripciones y/o re-descripciones. Las especies (*Mesobiotus diffusus*, *Paramacrobotus* (*P.*) cf. *klymenki* y *Calcarobiotus* (*D.*) cf. *polygonatus*) son nuevos registros para México y *Cornechiniscus lobatus* representa un nuevo registro para el estado de Coahuila.

## ABSTRACT

The phylum Tardigrada is made up of just over 1,200 species described globally, and 45 of these species are registered in Mexico. We present a taxonomic analysis of the tardigrades belonging to the class Eutardigrada and Heterotardigrada collected in the locality Cerro de la Silla in Nuevo León and Los lirios, Arteaga, Coahuila, belonging to the Northeastern part of Mexico. Sixteen samples of moss were collected, which added up to a total of 86 specimens of Tardigrades, belonging to two families and five genera. The Macrobiotidae family was the most diverse (in species) with 38 specimens, corresponding to the species *Mesobiotus diffusus*, *Paramacrobotus (P). cf. klymenki*, *Calcarobiotus (D). cf. polygonatus* and *Minibiotus sp.* Forty eight specimens belonging to a single species were found: *Cornechiniscus lobatus* (family: Echiniscidae). The species were determined through the characteristics of morphology and morphometry of each species and comparing them with the descriptions and / or re-descriptions. The species (*Mesobiotus diffusus*, *Paramacrobotus (P). cf. klymenki* and *Calcarobiotus (D). cf. polygonatus*) are new records for Mexico, and *Cornechiniscus lobatus* represents a new record for the state of Coahuila.

## INTRODUCCIÓN

El phylum Tardigrada comprende un grupo de microinvertebrados, semiacuáticos, protostomados, pseudosegmentados de simetría bilateral y presentan cuatro pares de patas lobopodiales provistas de garras o discos adhesivos, que les sirven para su desplazamiento (Ramazzotti y Maucci, 1983). Los tardígrados habitan en una gran variedad de ambientes húmedos o acuáticos, en ecosistemas marinos, dulceacuícolas y terrestres; microhábitas, en plantas que contengan una ligera película de agua; pueden ser carnívoros, herbívoros y fungívoros (Nelson y Marley, 2000).

Dicho grupo cuenta con un poco más de 1,200 especies descritas actualmente distribuidas en todos los continentes (Degma, et al. 2009-2017). Para México se ha registrado en total 45 especies de tardígrados limnoterrestres distribuidos en 18 géneros, *Cornechiniscus*, *Dactylobiotus*, *Diphascon*, *Doryphoribius*, *Echiniscus*, *Hapломacrobiotus*, *Hypsibius*, *Isohypsibius*, *Itaquascon*, *Macrobiotus*, *Mesobiotus*, *Milnesium*, *Minibiotus*, *Paramacrobiotus*, *Pseudoechiniscus*, *Ramazzottius*, *Pilatobius*. Dentro de estos géneros, *Macrobiotus* es el que cuenta con más especies registradas con un total de ocho, distribuidas mayoritariamente en el sur del país mientras que *Coronartus* es el único género de tardígrados marinos reportados en México (Heinis, 1911; May, 1948; Schuster, 1971; Beasley, 1972; Claps y Rossi, 2002; Pilato y Lisi, 2006; Beasley et al., 2008; Kaczmarek et al., 2011; Romano et al., 2011; Moreno - Talamantes 2015).



Los tardígrados comúnmente llamados osos de agua por (Goeze, 1773 en Nelson, 2015) presentan un rango de talla que oscila entre las 50 y 1, 200  $\mu\text{m}$  (ambos excluyendo el cuarto par de patas) en adultos, aunque los individuos maduros suelen presentar tallas que oscilan entre los 250 – 500  $\mu\text{m}$  y sólo pocas especies exceden los 1,200  $\mu\text{m}$  (Nelson, 2015). Se componen de tres clases: Heterotardígrada, conformada por tardígrados denominados “armados”, debido a que presentan placas en su cutícula con un par de apéndices cefálicos sensoriales, garras complejas y/o discos succionadores. La clase Eutardígrada conformada por tardígrados denominados “desnudos”, ya que su cutícula es lisa o con presencia de poros, granulaciones, retículos, tubérculos, espinas o papilas.

Este grupo son principalmente limnoterrestres, dulceacuícolas y cuentan con presencia de tres géneros en ambientes marinos (Nelson, 2001). La clase Mesotardígrada, hasta ahora constituida por una sola especie, *Thermozodium esakii* (Rahm, 1937), de Nagasaki, Japón, sin embargo, la localidad en donde fue registrado desapareció durante un evento sísmico y el cual también se perdieron los especímenes tipo, de modo que esta clase y especie son actualmente dudosas (*nomen dubius*) (Ramazzotti y Maucci, 1983; Nelson y Marley, 2000).

Una de las razones por las que este grupo ha venido cobrando relevancia, es su capacidad de sobrevivir ante condiciones ambientales extremas, en las que el metabolismo es casi indetectable. A esta capacidad se le llama criptobiosis que les permite soportar la radiación ionizante, rayos ultra violeta, extrema deshidratación, falta de oxígeno, congelación, presión y temperaturas

que oscilan desde los  $-272^{\circ}\text{C}$  hasta los  $151^{\circ}\text{C}$  (Jönsson et al., 2008; Rebecchi et al., 2009).

La taxonomía de tardígrados se basa principalmente en la morfología de las garras, aparato bucofaríngeo, presencia o ausencia de cirros, espinas y papilas. No obstante, para algunas especies la ornamentación de los huevos constituye un carácter taxonómico sumamente importante (Nelson y Higgins, 1990; Nelson y Marley, 2000).

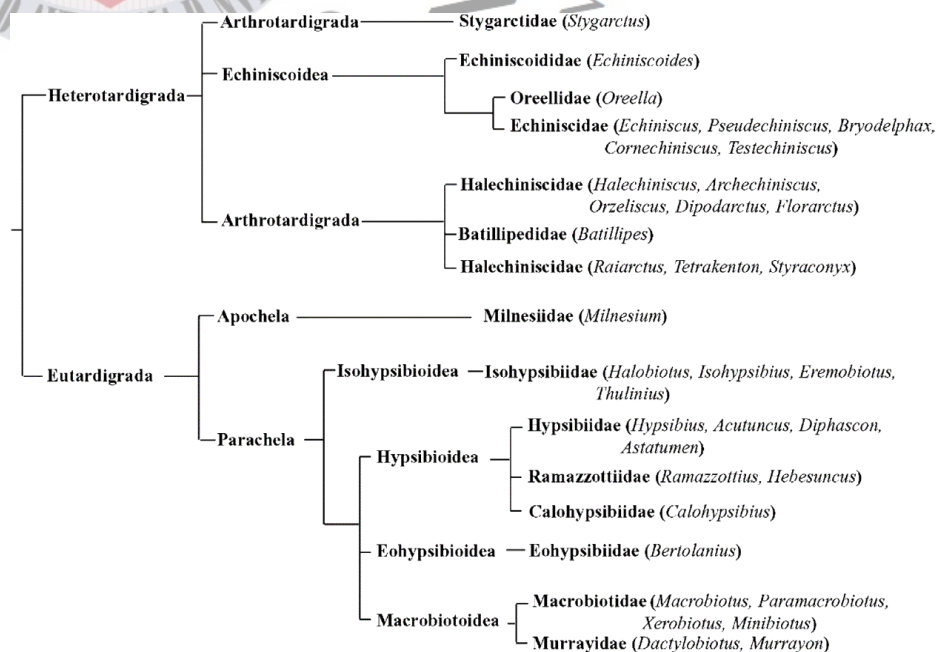
Por otra parte, los rasgos cuantitativos constituyen una parte fundamental en la taxonomía de los tardígrados tanto en Heterotardígrados como en Eutardígrados, debido a que a menudo presentan similitudes morfológicas que pueden contribuir a generar errores en su correcta identificación, de aquí que las medidas usualmente se consideran definitivas para su diagnóstico.

Las descripciones de nuevas especies y nuevos registros en Eutardígrados incluyen diversas medidas de las garras, del aparato bucofaríngeo y la estructura que presenta los huevos (Pilato et al., 2002; Tumanov, 2006, 2007). Mientras que en el caso de los Heterotardígrados las características morfológicas más importantes para definir una nueva especie son: longitud del cuerpo, aparato bucal, garras, cirros y demás apéndices (Kaczmarek y Michalczyk, 2004; Kaczmarek et al., 2005; Pilato et al., 2007; Pilato, 1981).

## 1. Aspectos Biológicos Generales.

### 1.1 Sistemática y Filogenia

Los tardígrados fueron reconocidos por primera vez como filo por Ramazzotti en 1972 (Ramazzotti y Maucci, 1983), estos se subdividen en dos clases, Heterotardígrada y Eutardígrada, y una potencial tercera clase Mesotardígrada, que contiene sólo un taxón, de las cuales cuentan con 5 órdenes, 23 familias y poco más de 1,200 especies (Tabla 1.) (Pilato y Binda, 2010; Degma et al., 2017). La filogenia de los artrópodos ha sido objeto de considerables debates durante años (Nelson, 2002). Los estudios moleculares han confirmado la relación con Arthropoda y Onychophora, y estos tres phyla comprenden el superfilo Panarthropoda (Nelson, Guidetti; Rebecchi, 2015; Garey et al., 1999).



**Figura 1.** Árbol filogenético de varios géneros de tardígrados rediseñado según análisis moleculares recientes. Sands et al. (2008), Guil y Giribet (2011) y Marley et al. (2011). Tomado de Nelson (2015).

**Tabla 1.** Subdivisión del Phylum Tardigrada con referencias del hábitat (Guidetti y Bertolani, 2011; Degma et al., 2017)

I. Clase Heterotardigrada	
Orden Arthrotardigrada	8 familias, 39 géneros, 149 especies, marinos, excepto <i>Styraconyx hallasi</i> , de manantiales de Groenlandia
Orden Echiniscoidea	
Familia Echiniscoididae	2 géneros, 11 especies, todos marinos
Familia Oreellidae	1 género <i>Oreella</i> , 3 especies, terrestres
Familia Carphaniidae	1 especie, género <i>Carphania</i> , agua dulce
Familia Echiniscidae	14 géneros, 286 especies, terrestres, excepto por algunos <i>Echiniscus</i> , <i>Hypechiniscus</i> y <i>Pseudechiniscus</i>
II. Clase Mesotardigrada (dudosa)	
Orden Thermozeria	
Familia Thermozeriidae	1 especie, género <i>Thermozeria</i> ; esta clase es considerada dudosa
III. Clase Eutardigrada	
Orden Aporchea	
Familia Milnesiidae	24 especies, mayoría son terrestres, 1 especie de fósil, 4 géneros: <i>Milnesium</i> , <i>Limmenius</i> , <i>Bergtrollus</i> y <i>Milnesioides</i>
Orden Parachea	
Familia Necopinatidae	1 especie, terrestre, género <i>Necopinatum</i>
Incertae Sedis (i.e., relación incierta; 4 especies, terrestres, 1 género: <i>Apodibius</i> )	
Superfamilia Macrobiotidae	
Familia Macrobiotidae	267 especies, terrestres y dulceacuícolas, 14 géneros: <i>Adorybiotus</i> , <i>Biserovus</i> , <i>Calcarobiotus</i> , <i>Famelobiotus</i> , <i>Insuetifurca</i> , <i>Macrobiotus</i> , <i>minibiotus</i> , <i>Minilentus</i> , <i>Paramacrobiotus</i> , <i>Pseudoheplobiotus</i> , <i>Richtersium</i> , <i>Schusterius</i> , <i>Tenuibiotus</i> , <i>Xerobiotus</i>
Familia Murrayidae	26 especies, terrestres y dulceacuícolas, 3 géneros: <i>Dactylobiotus</i> , <i>Macroversum</i> , <i>Murrayon</i>
Superfamilia Eohypsibiodea	
Familia Hypsibiidae	165 especies, terrestres y dulceacuícolas, 13 géneros: <i>Adrpion</i> , <i>Astatumen</i> , <i>Itaquascon</i> , <i>Mesocrista</i> , <i>Mixibius</i> , <i>Pilatobius</i> , <i>Platicrista</i>
Familia Microhypsibiidae	5 especies, terrestres y dulceacuícolas, 2 géneros: <i>Fractonotus</i> , <i>Microhypsibius</i>
Familia Calohypsibiidae	5 especies, terrestre, 1 género: <i>Calohypsibius</i>
Familia Ramazzottiidae	36 especies, terrestres, 4 géneros: <i>Hebescuncus</i> , <i>Ramajendas</i> , <i>Ramazzottius</i> , <i>Thalerius</i>
Superfamilia Isohypsibiodea	
Familia Isohypsibiidae	199 especies, terrestres y dulceacuícolas, raramente marinos, 13 géneros: <i>Apodibius</i> , <i>Dastychius</i> , <i>Doryphoribius</i> , <i>Eremobiotus</i> , <i>Halobiotus</i> (marino), <i>Haplohexapodibius</i> , <i>Haplomacrobiotus</i> , <i>Hexapodibius</i> , <i>Isohypsibius</i> , <i>Paradiphascon</i> , <i>Parhexapodibius</i> , <i>Pseudobiotus</i> , <i>Thulinus</i>
Familia Beornidae	1 especie fósil, [ <i>Beorn leggii</i> ]

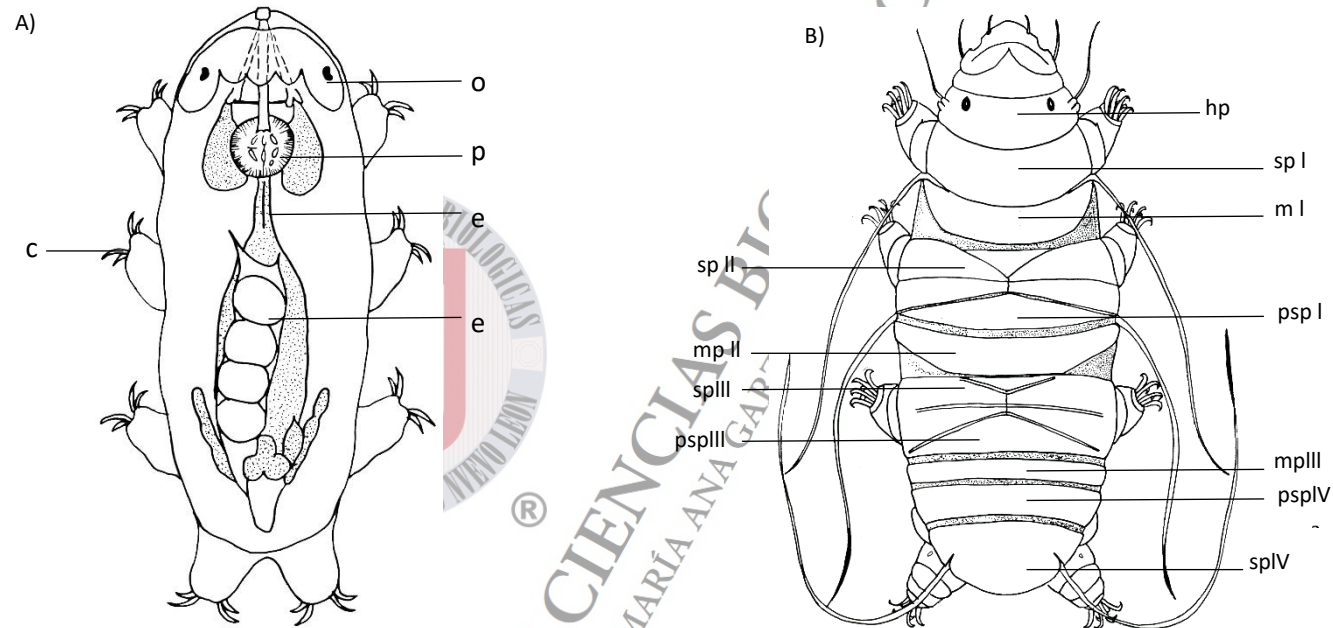
## 1.2 Morfología

La clasificación de los tardígrados es basada en el uso de caracteres morfológicos, como son la estructura de la cutícula, la armadura del cuerpo, estructuras sensoriales, aparato bucal y estructura de las garras (Cheung, 2012). Los tardígrados presentan cuerpo alargado de simetría bilateral y cuatro pares de patas lobopodiales usualmente terminando en garras, se dividen en cinco segmentos, aunque no bien diferenciados: cefálico, tres segmentos del tronco y que corresponden a los primeros tres pares de patas, y con un segmento caudal que incluye al cuarto par de patas. Su tamaño corporal de la mayoría de las especies oscila entre los 250  $\mu\text{m}$  en juveniles y 500  $\mu\text{m}$  en adultos, (ambos excluyendo el cuarto par de patas), aunque como valores extremos se registran entre los 50  $\mu\text{m}$  y 1200  $\mu\text{m}$  (Nelson, 2001). La boca, en posición frontal o levemente sub-ventral, se encuentra en el segmento cefálico. Las patas se encuentran en posición latero-ventral, y representan proyecciones semejantes a dedos (Artrhotardigrados marinos) o uñas (garras) (Claps y Rossi, 2002). La mayoría de los eutardígrados no presentan órganos sensoriales, sin embargo, el orden Apochela presentan papilas laterales, los heterotardígrados muestran apéndices sensitivos que incluyen un par de cirros bucales laterales, y entre ambos una papila cefálica. También presentan apéndices dorsales, laterales, dorsolaterales y/o caudales, en forma de filamentos, papilas o espinas.

### 1.3 Cutícula

La cutícula de los tardígrados y sus estructuras a menudo se utilizan en la identificación de especies y en la clasificación en clases, órdenes y géneros; esta es quitinosa, la cual es lisa o presenta ornamentaciones tales como poros, áreas cribosas o gránulos que puedan conformar patrones definidos. Secretada por la hipodermis, la cutícula consiste en diferentes capas divididas en; exocutícula, mesocutícula y endocutícula. La cutícula es altamente permeable al agua, iones y colorantes. Los tardígrados con coraza (Heterotardígrados) presentan una cutícula dorsal y a veces también la ventral, formada por placas, el número de estas y su distribución constituyen un carácter con valor taxonómico (Ramazzotti y Maucci, 1983). Algunos tardígrados terrestres presentan tonalidades en su cuerpo, pueden ser blancos, cafés, amarillos, naranjas, rosas, rojos, o coloraciones verdosas, por pigmentos alojados en las células epidérmicas. Basada en las estructuras cuticulares, se consideran tres clases, Heterotardígrada, Eutardígrada y Mesotardígrada (Ramazzotti y Maucci, 1983).

Los Heterotardígrados presentan cutícula dorsal armada, que puede ser diferenciada por la presencia de placas dorsales individuales (Figura 2. Derecha) se utilizan para la clasificación de familia, género y especie (Ramazzotti y Maucci, 1983; Kristensen, 1987). Estas placas se diferencian en base a su ubicación en la superficie dorsal denominadas placa cefálica, discos segmentados, placas de la mediana y placas pseudosegmentales. Eutardígrados (tardígrados desnudos) conformados por una cutícula lisa o por poros, granulaciones, reticulada (texturizada), tubérculos, papilas, o espinas, sin placas (Figura 2. Izquierda) (Ramazzotti y Maucci, 1983).



**Figura 2.** A) Vista dorsal de Eutardigrado y B) Heterotardigrado. Izquierda: Vista dorsal de *Macrobiotus*; c) garras; e) desarrollo de huevos; es) esófago; o) ojos; p) faringe. Derecha: Vista dorsal de Echiniscidae (Heterotardigrada); hp) placa de la cabeza; mpI) placa media I; mpII) placa media II; mpIII) placa media III; spI) placa escapular/placa segmental I; spII) placa segmental II; spIII) placa segmental III; spIV) placa caudal/ placa segmental IV; pspI) placa pseudosegmental I; pspIII) placa pseudosegmental III; pspIV) placa pseudosegmental IV. Redibujado de Ramazzotti y Maucci (1983); Kristensen (1987).

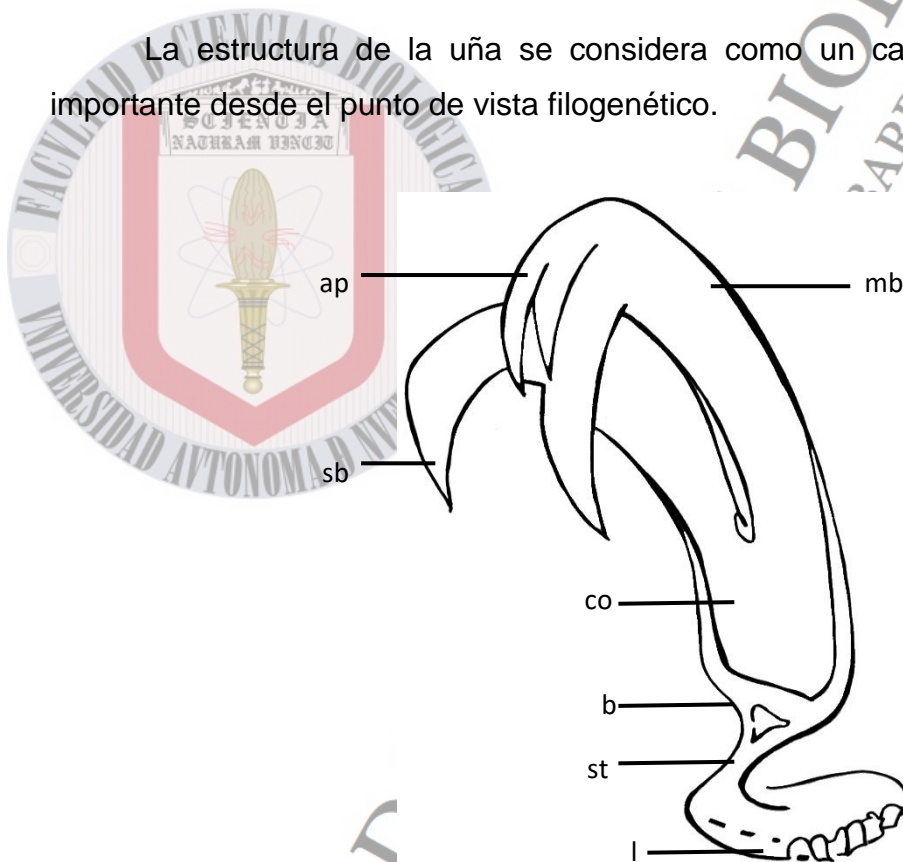
#### 1.4 Garras

Las garras se consideran la característica más importante en la taxonomía de eutardigrados a nivel familia (Pilato y Binda, 2010). Presentan proyecciones semejantes a dedos o uñas, en los eutardigrados usualmente presentan cuatro uñas en cada pata y están unidas en dos pares por las que se denomina diplouñas. Cada diplouña está compuesta por una rama terminal o principal, con dos pequeños dientes en el ápice denominado puntas accesorias, y una rama basal o secundaria que es más externa y no lleva puntas accesorias. Las uñas pueden tener diferentes estructuras si se considera su posición recíproca de su porción basal respecto a las de sus ramas, y también el tipo de conexión entre estas última, éste es un importante carácter genérico (Figura 4). En los heterotardigrados tienen cuatro uñas colocadas en forma simétrica alrededor del eje de la pata; estas uñas son lisas o presentan una espina ventral (espuela) ubicada a diferentes distancias desde la base en las dos uñas internas o centrales. En algunos eutardigrados (*Macrobotus*) el reborde basal de cada uña es llamado lúnula, éstas varían en forma y tamaño; pueden ser lisas o dentadas (Ramazzotti y Maucci, 1983). En el orden Aochela (Milnesiidae), la rama primaria es larga con respecto a la secundaria, exhibiendo espuelas en la mayoría de los casos. En el orden Parachela, se distinguen de acuerdo con la disposición, la rama primaria y la secundaria surgen de un basal común. La secuencia de las ramas de las garras, con respecto a la línea media del cuarto par de patas, en algunos géneros es alternado formando una secuencia 2-1-2-1 (secundaria-primaria-secundaria-primaria) (Nelson, 2001). El género *Calohypsibius* se caracteriza porque sus uñas son pequeñas; la rama secundaria se encuentra unida de forma rígida con la primaria, las dos diplouñas son similares en todas las patas. Eohypsibiidae presenta uñas con tres porciones distinguibles (basal, rama secundaria y primaria) y distinguible de otras por presentar septum. El tipo de uña de *Hypsibius* se caracteriza por poseer una porción basal larga y angosta que se continua con la rama secundaria, mientras que la primaria se une a esta última por medio de una conexión flexible. *Isohypsibius* se diferencia de *Hypsibius* por el ángulo de la porción basal y la

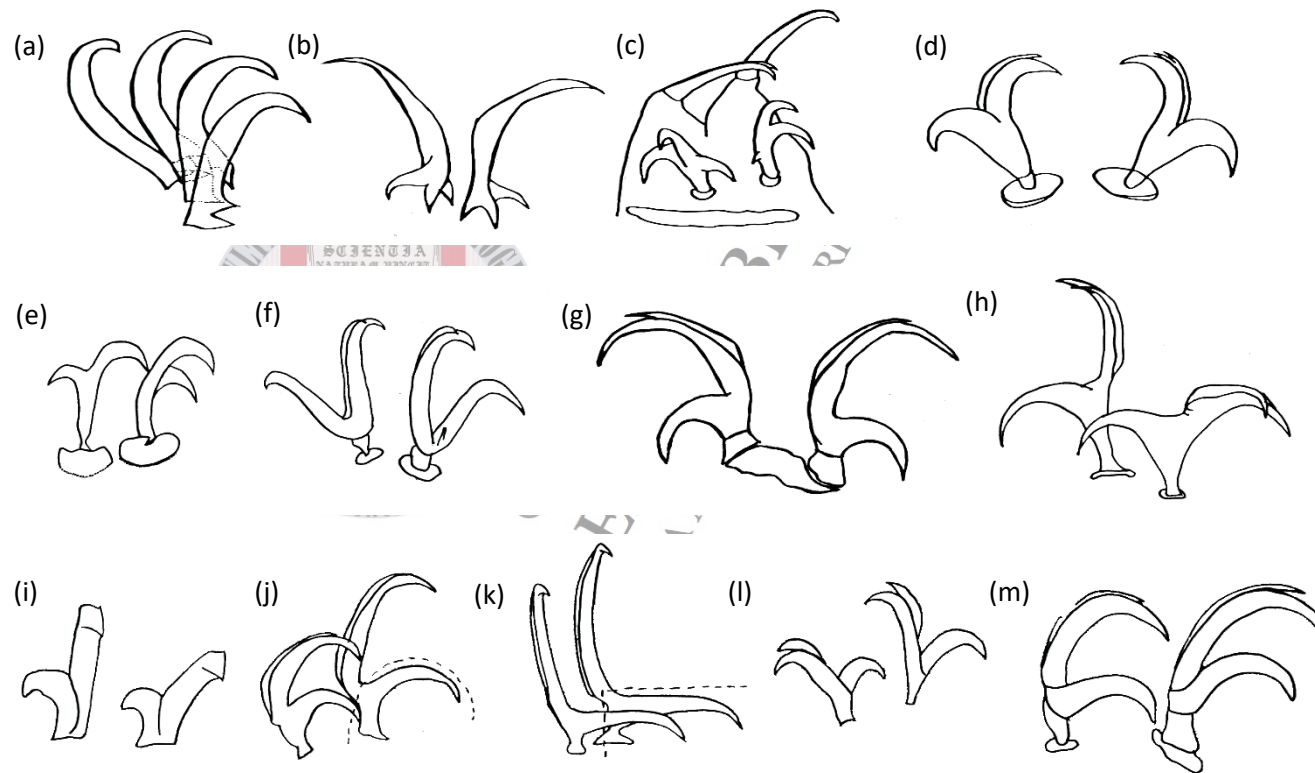


rama secundaria es recto y no una curva (Claps y Rossi, 2002). Los tardígrados marinos presentan diferencias en la morfología de sus extremidades de acuerdo con el ambiente en dónde se desarrollan (Grimaldi de Zio et al., 1983). Hay más tipos de garras definidos en eutardigrados y esta tipificación nos permite reconocer diversas familias de eutardigrados (Binda y Pilato, 2010). Los habitantes del medio litoral exhiben ventosas o discos adhesivos como prolongaciones de las patas para no perder contacto con el sustrato (vegetación) o en fondos abisales poseen uñas o apéndices en forma de garfios.

La estructura de la uña se considera como un carácter conservativo importante desde el punto de vista filogenético.



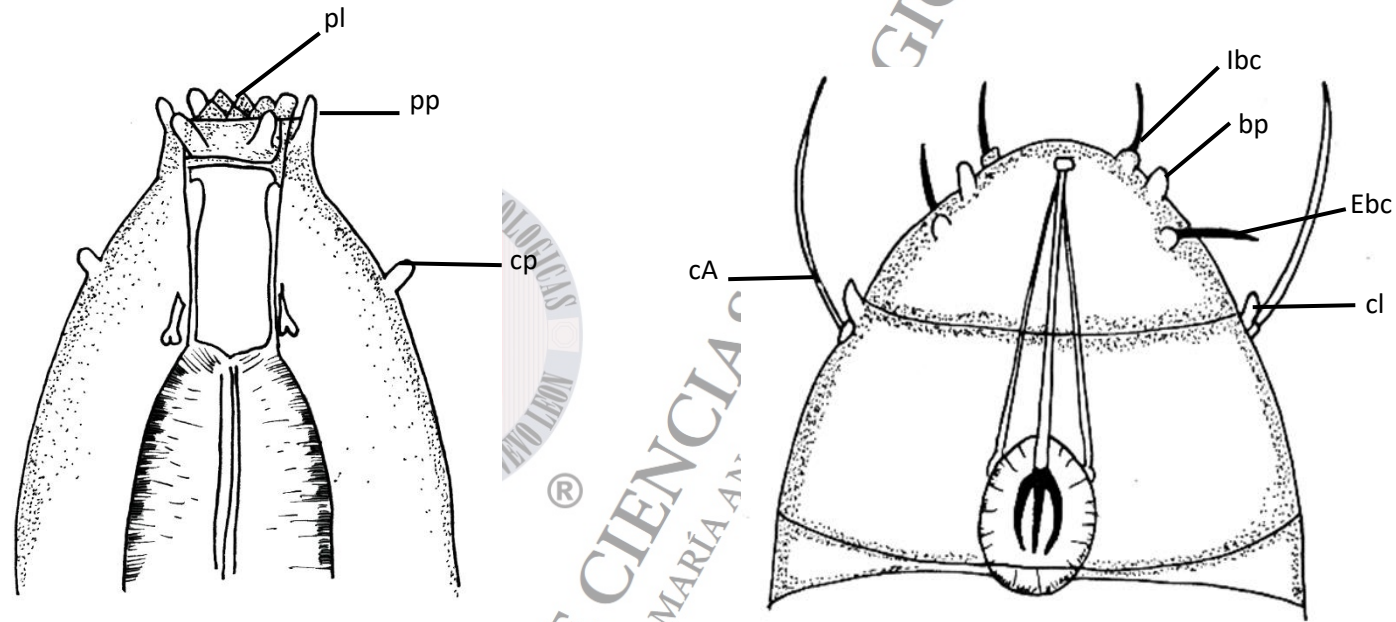
**Figura 3.** Representación de la estructura de la garra en tardígrado. (ap) punta accesoria; (mb) rama primaria; (sb) rama secundaria; (co) tramo común; (b) sección basal; (st) tronco/pedúnculo; (l) lúnula. Redibujado de Nelson et al. (2015).



**Figura 4.** Representación de morfología de garras en tardígrados. (a, b) Heterotardígrada: (a) *Echiniscus*; (b) *Carphania*. (c-m) Eutardígrada: (c) *Milnesium*; (d) *Macrobiotus*; (e) *Tenuibiotus*; (f) *Murrayon*; (g) *Dactylobiotus*; (h) *Thulinus*; (i) *Calohypsibius*; (j) *Hypsibius*; (k) *Isohypsibius*; (l) *Microhypsibius*; (m) *Bertolanius*. Redibujado de Nelson et al. (2015).

## 1.5 Apéndices cefálicos sensoriales

Heterotardígrados poseen apéndices cefálicos, mientras que en los Eutardígrados poseen papilas cefálicas y estructuras peribucales estos ayudan a la percepción del medio ambiente (Nelson, 2001; Marley et al., 2011). En heterotardígrados los apéndices cefálicos describen las proyecciones de localización anterior, que incluyen cirros bucales internos, cirros bucales externos, clava, y cirros laterales (cirro A) (Kristensen, 1987; Nelson, 2015) (Figura 5. Derecha). Los cirrus bucales son proyecciones similares a filamentos que se encuentran cerca de la boca, el cirro lateral A es una proyección filamentosa situada entre la cabeza y la placa escapular (Nelson, 2001; Kristensen, 1987). Se identifican tres tipos de clava: clava primaria, clava secundaria y clava terciaria, cada una de las cuales aparece corta y ancha y se encuentra entre la placa de la cabeza y primera placa segmentaria (Kristensen, 1987; Nelson et al., 2010). Clava primaria se encuentra en la placa escapular, mientras que la clava secundaria y terciaria se puede encontrar en la placa cefálica (Kristensen, 1987). Las papilas cefálicas son proyecciones cuticulares que aparecen en cada lado lateral de la cabeza (Pilato y Binda, 2010; Nelson, 2001,2015) (Figura 4. Izquierda). Las estructuras peribucales son estructuras cuticulares que rodean la boca (Shuster et al., 1980, Guidetti et al., 2005). Dependiendo de su forma, se denominan papilas peribucales, láminas peribucales (forman un anillo cuticular engrosado rodeando la boca), lóbulos peribucales o pápulas peribucales (estructuras peribucales de perfil inferior que se extienden posteriormente desde el orificio bucal). Estas son proyecciones cuticulares alargadas únicas de la familia Milnesiidae (Shuster et al., 1980; Pilato, 1982).

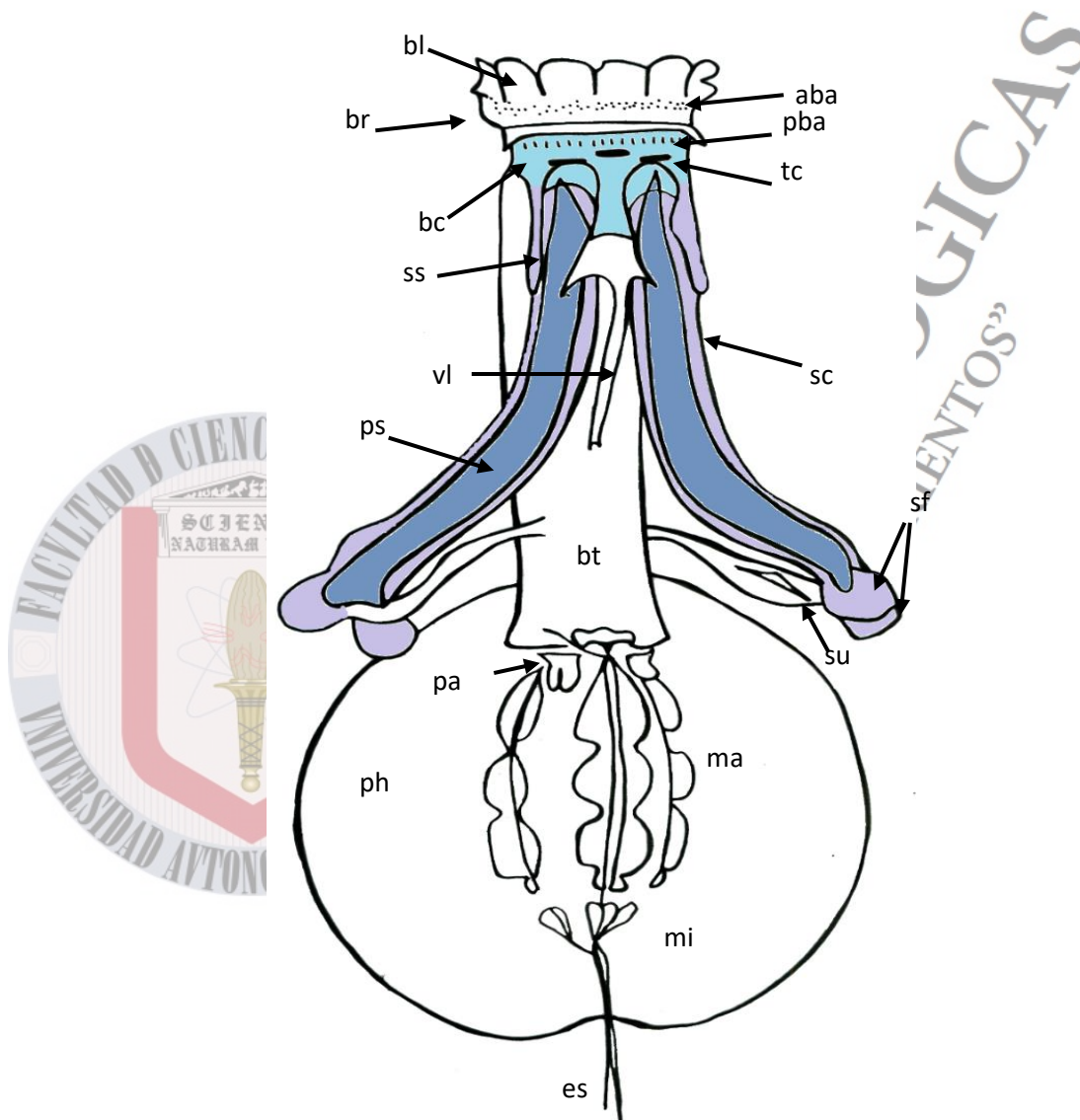


**Figura 5.** Apéndices sensoriales cefálicos: Izquierda: Eutardigrado; pl) láminas peribucuales; pp) papilas peribucuales; cp) papila cefálica. Derecha: Heterotardigrado; lbc) cirrus bucal interno; bp) papila bucal; Ebc) cirrus bucal externo; cA) cirrus A; cl) clava. Redibujado de Nelson et al. (2015).

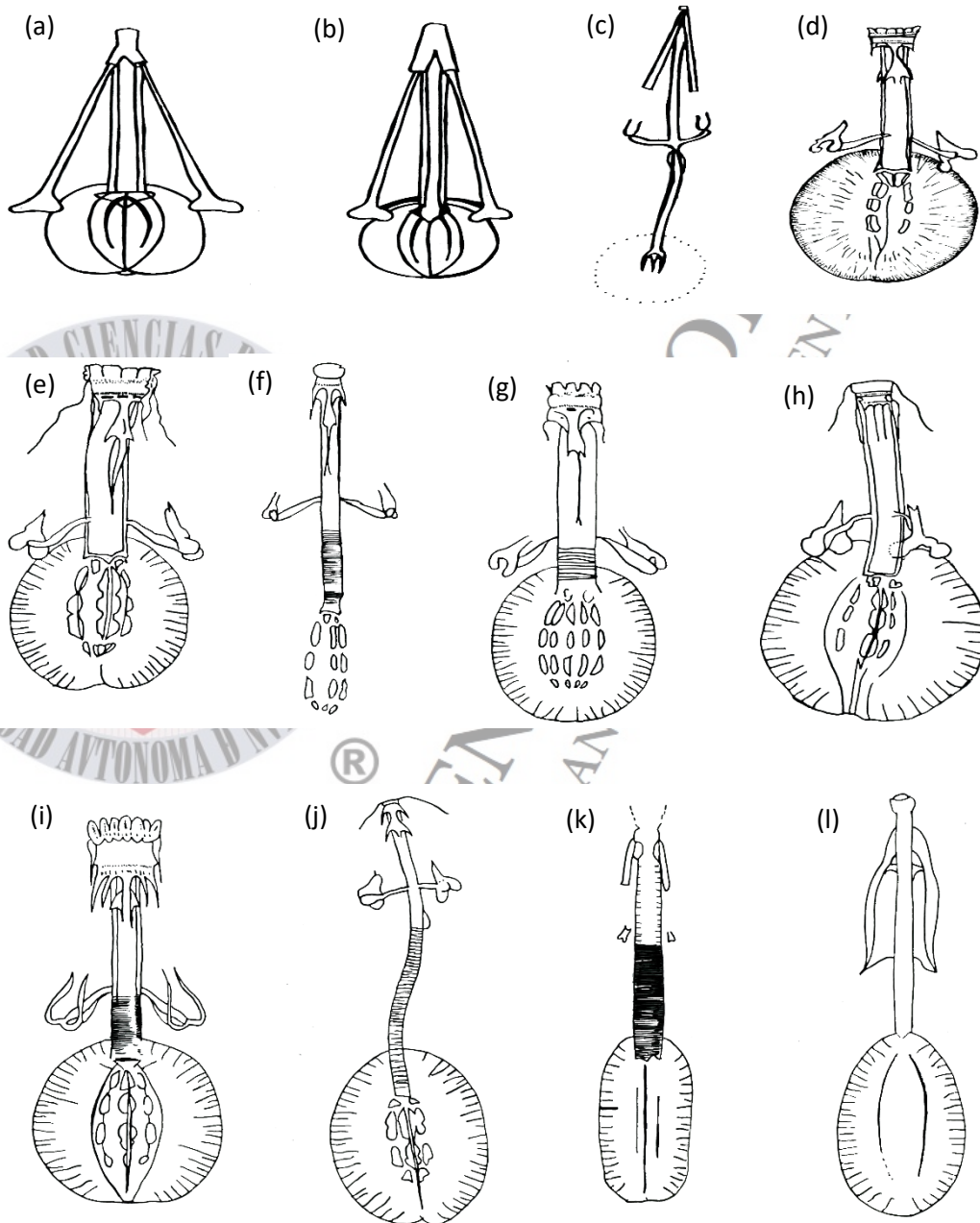
## 1.6 Aparato bucofaríngeo

El aparato bucofaríngeo es una estructura compleja con importancia taxonómica, particularmente en los eutardigrados. Consiste en una boca terminal o sub-terminal, un anillo bucal, un tubo bucal (total o parcialmente rígido) con protuberancias para la fijación muscular, un mecanismo de estilete y una faringe muscular de succión. Consta de estructuras peribucales (papulosa peribucales, lóbulos peribucales, laminillas peribucales) (Pilato y Binda, 2010). (Figura 6). La presencia y el número de estructuras cuticulares alrededor de la boca (estructuras peribucales) son significativas a nivel genérico (Nelson et al., 2015).

El tubo bucal también presenta tres apófisis cuticulares en su extremo caudal antes de las placoidas (Pilato y Binda, 2010), y usualmente una apófisis ventral y dorsal anterior para la inserción de los músculos del estilete. En los tardigrados con excepción de *Milnesium*, la pared de la porción anterior del tubo bucal está rodeada ventro-lateralmente por la corona bucal, que se compone de crestas cuticulares y láminas sobre las cuales se unen los músculos de estiramiento del estilete (Guidetti et al., 2012). En vista lateral, la corona bucal presenta apófisis que son taxonómicamente significativas y varían en tamaño y forma. Entre el anillo bucal y los soportes del estilete se sigue por un tubo faríngeo flexible y anulado justo debajo de los soportes del estilete hasta la faringe. El mecanismo del estilete consiste en dos estilos de perforación protusibles y estructuras cuticulares tales como la capa del estilete, soportes de estilete y apófisis para los músculos asociados. El soporte del estilete es una extensión lateral flexible que fija la furca del estilete al tubo bucal y funciona como fulcro para el movimiento del estilete (Nelson et al., 2015)



**Figura 6.** Esquematación de aparato bucofaringeo de Eutardigrado. (bc) corona bucal (celest); (ps) estilete de perforación (azul); (sc) capa del estilete (morado); (bl) lamelas vestibulares; (aba) banda anterior de la armadura bucal; (br) anillo bucal; (bt) tubo bucal; (es) esófago; (pa) apófisis faríngeo; (pba) banda posterior de la armadura bucal; (ph) Faringe; (ma) macroplacoidas; (mi) microplacoidas; (sf) furca del estilete; (ss) vainas del estilete; (su) soporte del estilete; (tc) crestas transversales; (vl) lamina ventral. Redibujado de Guidetti et al. (2012).



**Figura 7.** Representación de aparatos bucofaringeos. (a)-(c) Heterotardigrada: (a) *Echiniscus*; (b) *Pseudechiniscus*; (c) *Carphania*. (d)-(l) Eutardigrada: (d) *Pseudobiotus*; (e) *Macrobiotus*; (f) *Biserovus*; (g) *Insuetifurca*; (h) *Isohypsibius*; (i) *Eohypsibius*; (j) *Diphascon*; (k) *Astatumen*; (l) *Parascon*. Redibujado de Nelson et al. (2015).

## 1.7 Criptobiosis

Los tardígrados requieren una película de agua para realizar sus actividades necesarias para la vida. Se encuentran adaptados a una gama de ambientes, estas adaptaciones incluyen etapas de reposo, generalmente estadios que suponen una suspensión temporal de la vida activa, su metabolismo reducido o suspendido (Guidetti et al., 2011). Los tardígrados entran en un estado latente que se subdivide en quiescencia y diapausa. La quiescencia está bajo control exógeno, es decir, inducido y mantenido directamente por una variedad de factores ambientales y se invierte inmediatamente por la eliminación de estímulos externos desfavorables, la diapausa está bajo control endógeno, es decir, no es causada directamente por las condiciones ambientales, se mantiene por una respuesta fisiológica interna y su terminación requiere una señal específica que puede no corresponder a condiciones ambientales favorables restauradas (Hand, 1991), esto es común en especies limnoterrestres. Existen cuatro tipos de criptobiosis (estado ametabólico reversible inducido por desecación): Anoxibiosis, Criobiosis, Osmobiosis y Anhidrobiosis (Guidetti et al., 2011).

### 1.7.1 Anhidrobiosis

El estado anhidrobiótico es caracterizado por la pérdida de agua por evaporación y por la formación de una forma de resistencia denominada "tun" ó barril, con patas retraídas y cuerpo contraído longitudinalmente. Destacando que, en ese estado, es altamente resistente a factores ambientales extremos: temperaturas de  $-273^{\circ}\text{C}$  a  $+151^{\circ}\text{C}$ , alta presión (600 Mpa), vacío ( $5 \times 10^{-4}\text{Pa}$ ), radiación (rayos X, rayos gamma, radiación UV), y productos químicos (etanol,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{OsO}_4$ , bromuro de metilo).



### 1.7.2 Criobiosis

Inducido por bajas temperaturas, la criobiosis es un tipo de criptobiosis que permite a los tardígrados sobrevivir a la congelación y descongelación, permitiendo que sean comunes en las regiones polares.

### 1.7.3 Osmobiosis

Resultado de elevadas presiones osmóticas. Algunas especies pueden tolerar una amplia gama de salinidad, especialmente especies marinas intermareales y especies limnoterrestres eurihalinas.

### 1.7.4 Anoxibiosis

Inducido por niveles bajos de oxígeno (o la ausencia temporal de oxígeno) en el agua que rodea el tardígrado. En respuesta al estrés ambiental durante unas pocas horas (o incluso días), los tardígrados se vuelven inmóviles, transparente, rígido y muy extendido debido a la absorción de agua resultante de la pérdida de control osmótico. Algunas especies pueden llegar a sobrevivir hasta 5 días en la anoxibiosis; sin embargo, las especies estrictamente acuáticas viven sólo de unas pocas horas a 3 días en este estado latente.

### 1.7.5 Enquistamiento

Este proceso es utilizado para enfrentar condiciones adversas en el ambiente, se presenta la expulsión del aparato bucofaríngeo y contracción dentro de la cutícula, tomando el cuerpo una forma ovoide. Sin separarse de la vieja cutícula, esta forma una segunda que se engrosa y endurece dentro de la primera. Antes de este proceso, los tardígrados ingieren grandes cantidades de alimento para el tiempo que dure el enquistamiento. Al finalizar el estado, ocurre una regeneración del aparato bucofaríngeo, se forma una tercera cutícula y se emerge rompiendo las anteriores. A diferencia de la criptobiosis, no hay pérdida

de agua corporal ni cesa el metabolismo y no presenta la posibilidad de resistir condiciones extremas.

## 1.8 Reproducción

### 1.8.1 Dimorfismo sexual

La reproducción sexual y la partenogénesis son modos de reproducción exhibidos en el phylum Tardigrada (Rebecchi y Bertolani, 1988). Los eutardigrados de agua dulce son generalmente gonocóricos (dioicos) con poblaciones unisexuales o bisexuales, no obstante, el dimorfismo sexual externo rara vez se observa. Los machos son generalmente más pequeños que las hembras, estos pueden presentar modificaciones de las garras, especialmente en el primer par de patas. En algunos heterotardigrados, el dimorfismo sexual puede exhibirse en la longitud de los apéndices cefálicos, especialmente la clava. Estas características sexuales secundarias surgen durante la madurez sexual (Rebecchi y Nelson, 1998).

### 1.8.2 Aparato reproductivo

La mayoría de los tardígrados son gonocóricos, la mayoría de los machos y hembras son muy similares, distinguiéndose por la naturaleza de la gónada cuando esta diferenciada (Claps y Rossi, 2002). Una única gónada (no pareada) está presente de manera dorsal al intestino y unida a la pared del cuerpo. La morfología de la gónada varía con la edad, el sexo, las especies y la actividad reproductiva del tardígrado. Los tardígrados machos tienen dos conductos espermáticos (conductos deferentes) que se abren en el intestino posterior (cloaca); las hembras y los hermafroditas tienen sólo un gonoducto en el lado derecho o en el lado izquierdo del intestino que se abre en el intestino posterior.

Un receptáculo seminal en las hembras y las vesículas seminales en los machos están presentes en sólo unas pocas especies. En eutardigrados, la abertura cloacal es una hendidura ventral transversal anterior al cuarto par de patas. En heterotardigrados, el gonoporo preanal es en forma de rosetón en las hembras, pero es una apertura en forma de protuberancia, redonda u ovalada en los machos.

### 1.8.3 Desarrollo

El crecimiento post-embionario se produce por mudas, sin variación evidente en el número de células. En heterotardigrados (marinos y semiterrestres) se caracterizan por un desarrollo indirecto. Los recién nacidos carecen siempre del ano y el gonoporo, estos pueden diferir en algunas estructuras cuticulares (dos uñas o dígitos por pata). Después de la primera muda, el ano está presente, mientras que el gonoporo aún sigue ausente o presente como un poro muy pequeño. En los eutardigrados presentan un desarrollo directo, los recién nacidos son similares en forma a los adultos, incluyendo la presencia de cloaca (Bertolani R., y Rebecchi L., 1999).

El tiempo de desarrollo, desde la deposición del huevo hasta la eclosión, varía considerablemente entre las especies y con el medio ambiente (5-40 días bajo condiciones experimentales) (Nelson, 1982). El cuidado parental está restringido a los huevos en algunas pocas especies donde se ha reportado que la hembra los lleva pegados a su cuerpo o en su exuvia (Claps y Rossi, 2002).

#### 1.8.4 Muda

El proceso de muda requiere de 5-10 días, ocurre periódicamente durante la vida de los tardígrados, los tardígrados expulsan su aparato bucal (tubo y estiletes), a este estadio se le denomina “simplex”. Durante la muda el aparato se reconstituye por medio de las glándulas salivales y las uñas a partir de las glándulas pediales, para luego expulsar la vieja cutícula que recubre el cuerpo (Claps y Rossi, 2002).

### 1.9 Ecología

#### 1.9.1 Hábitat

Los ambientes en los que habitan los tardígrados se dividen generalmente en hábitats de agua marina y salobre, agua dulce, terrestres y limnoterrestres.

Los tardígrados marinos (clase Heterotardígrada) habitan las zonas intermareales y aguas poco profundas de la plataforma continental, así como sedimentos bentónicos y nódulos de manganeso en el mar profundo, algunos son muy raros en agua dulce. La clase eutardigrada contiene especies tanto terrestres (xerófilos, hidrófilas e higrófilas) y de agua dulce. Algunas especies (limnoterrestres) pueden sobrevivir tanto en ambientes de agua dulce como terrestres. Los tardígrados hidrófilos son especies que viven sólo en hábitats de agua dulce permanentes, son organismos bentónicos que se arrastran en la superficie de las plantas acuáticas o en los espacios intersticiales de sedimentos arenosos en estanques, lagos, ríos y arroyos. Los tardígrados también habitan cuevas subterráneas, así como la zona hiporreica de las aguas subterráneas.

La mayoría de los tardígrados viven en hábitats húmedos terrestres, como musgos, hepáticas y plantas con flores en forma de cojines, pero también en sustratos xéricos tales como líquenes. Los tardígrados higrófilos, que habitan los

musgos húmedos, y las especies eurítupas, que viven en una amplia gama de condiciones de la humedad, se encuentran a menudo en hábitats acuáticos, también son comunes en la capa superior de la hojarasca y en varios tipos de suelos, sin embargo, los heterotardígrados son raros o ausentes debido a que estos son limnicos.

### 1.9.2 Distribución

La biogeografía de los tardígrados es desconocida, ya que la mayoría de las especies y géneros son considerados cosmopolitas. Esta consideración es válida para gran número de especies, que merced de su capacidad de criptobiosis pueden encontrarse en cualquier hábitat donde los musgo y líquenes estén presentes, aunado a su distribución pasiva que estos presentan (Claps y Rossi, 2002). Aunque otras especies muestran una distribución restringida (endémica) al seleccionar sustratos específicos y por ser poco tolerantes a la desecación.

## 2. ANTECEDENTES

El zoólogo alemán Johann August Ephraim Goeze fue el primero en describir a los tardígrados denominando a estos animales en el alemán antiguo, “osos de agua” –*Kleiner wasser bär*-, (Goeze, 1773), sin embargo, fue el biólogo y fisiólogo italiano Lazzaro Spallanzani quien los denominó “I tardígadi” (Spallanzani, 1776).

No obstante, desde su descubrimiento y debido a la complejidad del phylum Tardigrada, éste ha sido colocado en diversas categorías sistemáticas. Hoy en día se les considera como un phylum con afinidades estrechamente relacionadas con los phylum Onychophora y Arthropoda, considerando los estudios moleculares del 18RNA (Garey et al., 1996).

Actualmente la fauna de tardígrados comprende a poco más de 1,200 especies descritas a nivel global (Degma, et al., 2009-2015). En contraste, los estudios sobre tardígrados en México son escasos, y se deben principalmente al trabajo de tardigradeólogos extranjeros, y no es sino hasta fechas recientes que han empezado a surgir trabajos realizados por investigadores nacionales (Moreno - Talamantes et al., 2015). Hasta el momento, para el país se han reportado un total de 45 especies, distribuidas en 18 géneros. La mayoría de las publicaciones, han sido de carácter taxonómico, en listados de especies, como resultado de colectas aisladas.

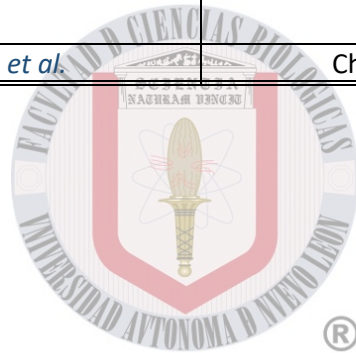
**Tabla 2.** Especies de tardígrados reportadas en México, con localidad y actualización de taxa.

<u>Año</u>	<u>Autor (s)</u>	<u>Localidad</u>	<u>Especie</u>
<a href="#">1911</a>	Heinis, F.	Oaxaca	<i>Echiniscus siegristii</i> <i>Mesobiotus h. harmsworthi</i> <i>Macrobiotus h. hufelandi</i> <i>Macrobiotus rubens</i> <i>Pseudoechiniscus juanita</i>
<a href="#">1948</a>	May, R. M.	Sonora	<i>Haplomacrobiotus hermosillensis</i>
<a href="#">1971</a>	Shuster, R. O.	Chihuahua	<i>Diphascaon (Diphascaon) chilense</i> <i>Doryphoribius evelinae</i> <i>Echiniscus cf. tamus</i> <i>Echiniscus viridis</i> <i>Hypsibius convergens</i> <i>Itaquascaon umbellinae</i> <i>Mesobiotus coronatus</i> <i>Macrobiotus h. hufelandi</i> <i>Minibiotus intermedius</i> <i>Paramacrobiotus aerolatus</i> <i>Paramacrobiotus richtersi</i> <i>Pseudechiniscus facettalis</i>
<a href="#">1972</a>	Beasley, C. W.	Sinaloa	<i>Cornechiniscus lobatus</i>
		México	<i>Pilatobius nodulosus</i>
		México y Morelos	<i>Echiniscus kerguelensis</i>
		Morelos	<i>Isohypsibius sculptus</i>
		Sinaloa	<i>Mesobiotus h. harmsworthi</i>
		México	<i>Macrobiotus h. hufelandi</i>

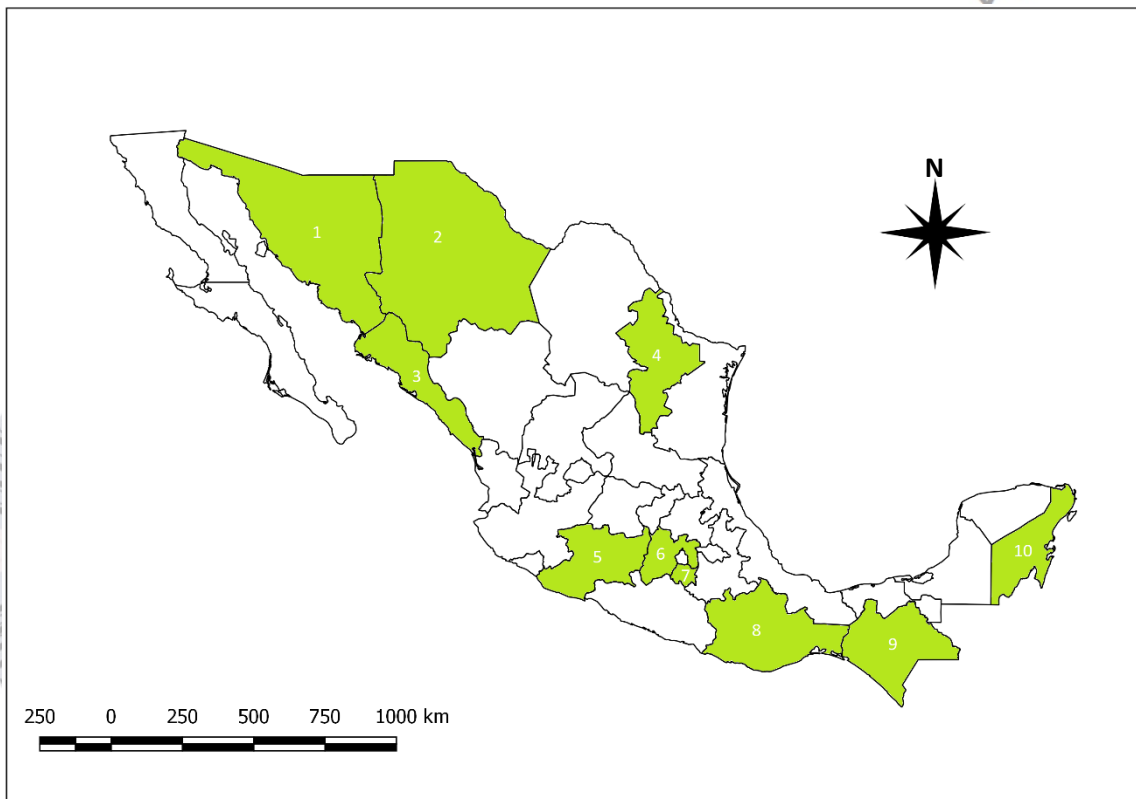
		México y Morelos	<i>Macrobotus echinogenitus</i>
		México, Michoacan y Morelos	<i>Milnesium t. tardigradum</i>
		México y Michoacan	<i>Macrobotus furcatus</i>
			<i>Ramazzottius baumanni</i>
			<i>Ramazzottius oberhaeuseri</i>
1983	Ramazzotti y Mauci	?	<i>Macrobotus ascensionis</i>
			<i>Hypsibius pallidus</i>
2006	Pilato, G., M. G. Lisi	Chiapas	<i>Doryphoribius flavus</i>
			<i>Doryphoribius gibber</i>
			<i>Echiniscus kofordi</i>
			<i>Isohypsibius sattleri</i>
			<i>Mesobiotus contii</i>
			<i>Minibiotus continuus</i>
			<i>Pseudechiniscus gullii</i>
			<i>Pseudechiniscus juanita</i>
2008	Beasly, Kaczmarek Ł. y Michalczyk Ł.	Oaxaca	<i>Doryphoribius mexicanus</i>
2011	Kaczmarek Ł. , Diduszko y Michalczyk, Ł.	Oaxaca	<i>Echiniscus viridissimus</i>
		Chiapas	<i>Macrobotus alvaroli</i>
		Oaxaca	<i>Mesobiotus coronatus</i>
		Oaxaca y Chiapas	<i>Macrobotus terminalis</i>
		Chiapas	<i>Macrobotus persimilis</i>
2011	Romano, F. <i>et al.</i>	Noreste del Golfo de México	<i>Milnesium t. tardigradum</i>
2012	Dueñas - Cedillo, A.	Ciudad de México	<i>Coronarctus mexicus</i>
			<i>Milnesium sp.</i>
			<i>Famelobiotus scalicii</i>
			<i>Mesocrista sp.</i>
			<i>Diphascon (Adropion) sp.</i>
2014	Vega - Aguilar, M.	Cerro de la Silla, Nuevo León	<i>Macrobotus sp.</i>



2015	Moreno - Talamantes, A. <i>et al.</i>	Cañon de la Huasteca, Nuevo León	<i>Dactylobiotus parthenogeneticus</i>
2017	Pérez - Pech, <i>et al.</i>	Chetumal, Quintana Roo	<i>Doryphoribius chetumalensis</i>



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
 BIBLIOTECA "BIOL. MARÍA ANA GARZA BARRIENTOS"



**Figura 8.** Registros de tardígrados en México. 1. Sonora, 2. Chihuahua, 3. Sinaloa, 4. Nuevo León. 5. Michoacán, 6. Estado de México, 7. Morelos, 8. Oaxaca, 9. Chiapas, 10. Quintana Roo.

FACULTAD DE BII  
BIBLIOTECA "BIÓLOGÍA

### 3. IMPORTANCIA

Las descripciones taxonómicas de los tardígrados se han incrementado en los últimos años de manera considerable, sin embargo, aún existen vacíos de información taxonómica que evitan tener un mayor conocimiento de las nuevas especies y su validación, así como la distribución y algunos aspectos ecológicos. Por lo que el presente estudio pretende contribuir al conocimiento de la diversidad de tardígrados musícolas para el Noreste de México.

### 4. ORIGINALIDAD

La diversidad de tardígrados en México es pobremente conocida, y actualmente sólo se cuenta con el conocimiento generado a partir de los escasos y eventuales estudios realizados principalmente en el centro y sur del país, mientras que la región Norte ha sido poco estudiada. Una de las razones es la dificultad de su observación y posterior identificación debido a las similitudes morfológicas que presentan, así como el difícil manejo de este grupo y aunado al interés y la falta de taxónomos dedicados a los tardígrados del Norte de México. De esta manera, el presente trabajo pretende contribuir a ampliar el conocimiento de uno de los grupos taxonómicos de invertebrados semiacuáticos más enigmáticos: de la fauna de tardígrados asociados a los musgos en la región Noreste del país.

## 5. HIPÓTESIS

- Existen diferentes especies de tardígrados presentes en los musgos presentes en el área de estudio.
- Como consecuencia de la escasez de estudios en la zona de muestreo es posible que algunas especies de tardígrados colectados serán nuevos registros del Noreste y/o el país.

## 6. OBJETIVOS

### 6.1 Objetivo general

Establecer un listado taxonómico del phylum Tardigrada en musgos del Noreste de México.

### 6.2 Objetivos particulares

- Determinar la diversidad del phylum Tardigrada
- Conocer la variabilidad morfométrica de los tardígrados del Noreste de México de acuerdo con la morfometría reportada en las descripciones originales de las especies o en otros artículos científicos.

## 7. MATERIAL Y MÉTODOS

### 7.1.1 Área de estudio

El Noreste de México está compuesto por los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas, representando dichos estados el 15.4% de la superficie total del país (INEGI, 2013).

El área de muestreo se centró sólo en algunas localidades de los estados de Coahuila y Nuevo León, específicamente en Los lirios, Arteaga y el Cerro de la Silla respectivamente.

Nuevo León se ubica geográficamente al norte  $27^{\circ} 47' 57''$ , al sur  $23^{\circ} 09' 46''$  de latitud norte; al este  $98^{\circ} 25' 18''$ , al oeste  $101^{\circ} 12' 24''$  de longitud oeste. El estado de Nuevo León representa el 3.3% de la superficie del país.

El Cerro de la Silla se ubica en la latitud norte  $25^{\circ} 37' 57''$ , latitud oeste  $100^{\circ} 14' 06''$  con una altitud de 1755 (msnm), se encuentra en su mayor porcentaje (31.62%) en el municipio de Guadalupe (INEGI, 2015). Constituye ecosistemas que contienen tipos de vegetación como Bosque de encinos y Matorral Submontano, así como Bosque de galería y Chaparral de encinos. La fauna que habita este monumento natural es propia de la Región Biogeográfica Neártica, aunque recibe la influencia de la Región Neotropical, por su cercanía con el sistema montañoso de la Sierra Madre Oriental.

Coahuila se ubica geográficamente al norte  $29^{\circ} 52' 48''$ , al sur  $24^{\circ} 32' 34''$  de latitud norte; al este  $99^{\circ} 50' 35''$ , al oeste  $103^{\circ} 57' 36''$  de longitud oeste. El estado de Coahuila de Zaragoza representa el 7.7% de la superficie del país. El municipio de Arteaga se ubica en la latitud norte  $25^{\circ} 27' 02''$ ,  $100^{\circ} 50' 58''$  en latitud oeste, altitud de 1680 (msnm). El municipio de Arteaga está localizado en la región suroeste del estado y cuenta con una extensión territorial de 1,818.6 kilómetros cuadrados.

## 7.2 METODOLOGÍA

### 7.2.1. Trabajo en campo

Se realizaron muestreos de musgo por localidad para estos sitios

Coahuila: Los lirios, Arteaga

Nuevo León: Cerro de la Silla

La recolecta se realizó para Los lirios en Arteaga, Coahuila en mayo y diciembre del 2015 y finalmente en abril del 2017 para el Cerro de la Silla. Todas las muestras fueron recolectadas aleatoriamente, obteniéndose los datos geográficos con GPS y se preservaron en bolsas de papel cartón.

**Tabla 3.** Área de estudio, representado por localidad, mes/año, coordenadas y altitud.

Localidad de recolecta	Mes/Año	Coordenadas	Altitud
Arteaga, Coahuila	may-15	25°23'15.77040", 100°42'42.9984"	2097 msnm
	dic-15	25°23'16", 100°42'42.7"	2097 msnm
Cerro de la Silla, Nuevo León	abr-17	25°37.910', 100°14.143'	1742 msnm

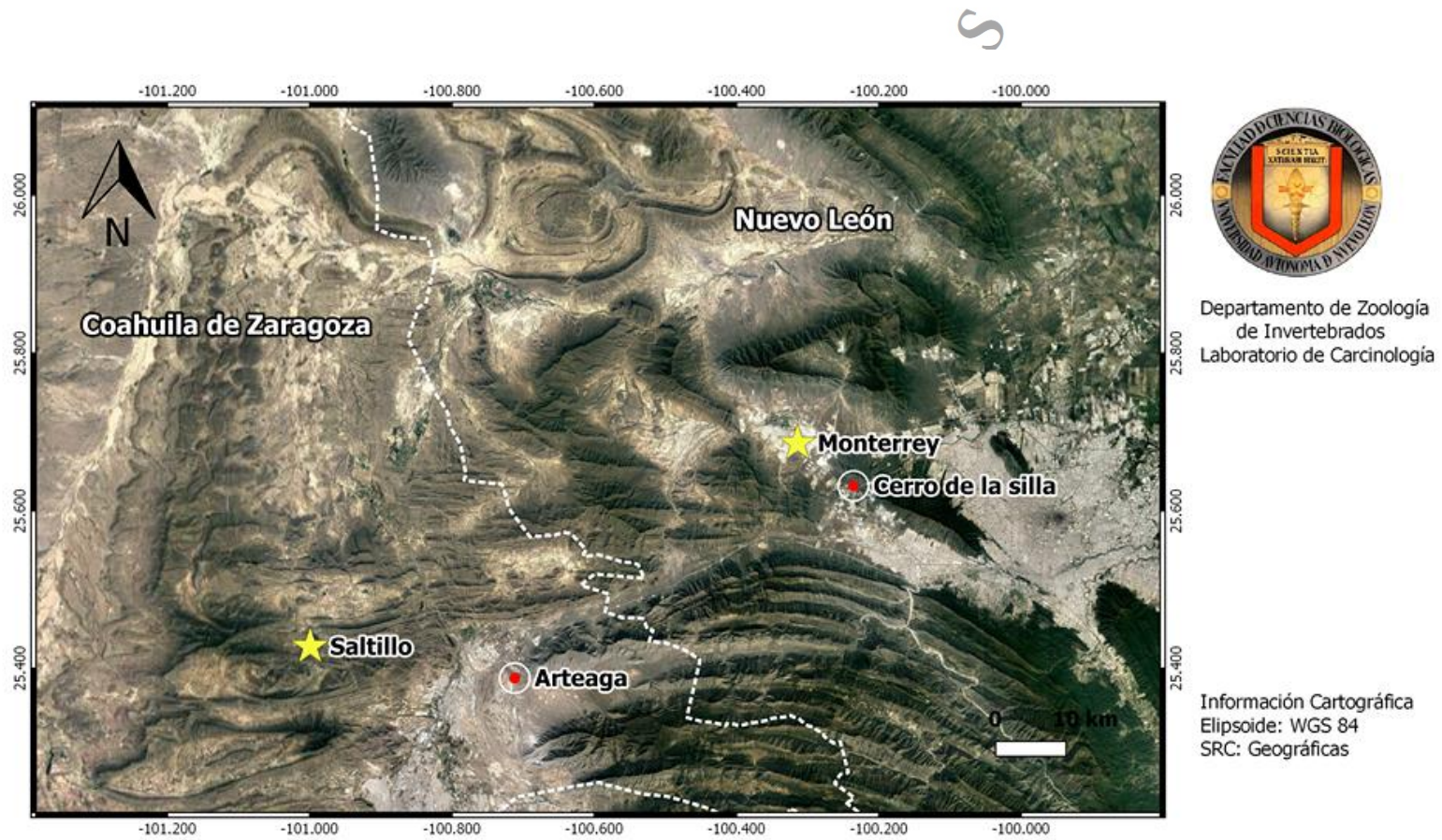


Figura 9. Localidad del Cerro de la Silla, Nuevo León y Arteaga, Coahuila.

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES  
BIBLIOTECA

### 7.2.2. Trabajo en Laboratorio

El musgo recolectado se hidrató por lapsos de 6 horas en cajas Petri de vidrio, transcurrido éste tiempo se procedió a exprimir el musgo y el sobrenadante se observó bajo un microscopio estereoscopio Olympus SZ 110AL2X-2, adaptado a una cámara Infinity 1-5CCMOS de 5MP. Los tardígrados se separaron por medio de una micropipeta de plástico y fueron colocados en un vidrio de reloj. El vidrio de reloj se sometió en calor por cuestión de segundos, hasta que los tardígrados permanecieron inmóviles. Posteriormente, se procedió a fijarlos de manera permanente con Polyvinyl alcohol (P.V.A). en laminillas.

El resto de los tardígrados se mantuvieron vivos en cajas Petri de vidrio de 60x 15mm, con alimento, como rotíferos, nematodos y hojas de musgo, para propiciar su reproducción y obtención de huevos. Una vez obtenidos los huevos, se montaron en laminillas permanentes con P.V.A. y, algunos de los adultos y huevos se fijaron en alcohol al 96%.

Los especímenes recolectados fueron identificados usando las claves de Ramazzotti y Maucci (1983), y otras descripciones originales/re-descripciones (Binda y Pilato, 1987; Kaczmarek et al. 2006; Pilato et al. 2012), y basándose en los trabajos de Nelson y Higgins (1990), Nelson y Marley (2000), y Pilato y Binda (2010).

Las medidas de adultos y huevos se tomaron en micrómetros (micras). Las estructuras fueron medidas sólo si la orientación del cuerpo fue



adecuada. Longitud del cuerpo fue medida desde la extremidad anterior hasta el final del cuerpo, excluyendo el IV par de patas. Longitud del tubo bucal y la inserción del estilete de soporte fueron medidos de acuerdo con Pilato (1981) y Tumanov (2006), obteniéndose en Eutardígrados el *pt* (relación de la longitud de una estructura dada a la longitud del tubo bucal, expresada como porcentaje). El ancho del tubo bucal fue medido como externo e interno, debajo de la inserción del estilete de soporte. La terminología usada para describir la cavidad oral fue de acuerdo con Michalczyk y Kaczmarek (2003). Secuencia de las macroplacoidas fue determinada de acuerdo con Kaczmarek et al. (2014). La longitud de las ramas primarias fue medida desde la base de la garra hasta el ápice de esta incluyendo los puntos accesorios. Los datos morfométricos fueron manejados usando las tablas Echiniscoidea ver. 1.2, Apochela ver. 1.2, Parachela ver. 1.2, disponible en Tardigrada Register (Michalczyk y Kaczmarek, 2013), la comparación con los holotipos y paratipos fue de acuerdo con las descripciones originales y re-descripciones de cada especie.

Se tomaron fotografías y medidas en microscopio de contraste de fases a PH 40x Carl Zeiss Axiostar adaptado a una cámara OPTIKA ITALY de 1.3 MP y microscopio AmScope adaptado a la cámara AmScope 3.1 MP APTINA COLOR CMOS a PH 100x.

Los especímenes de tardígrados fueron depositados en la Colección Carcinológica-FCB-UANL en la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León (Ver. ANEXO).

## 8. RESULTADOS

A continuación, se muestra la taxonomía actual del Phylum Tardigrada hasta el nivel del género y especie. La taxonomía sigue el criterio de verificación de especies de Degma et al, (2009-2017). Esta lista se modifica varias veces al año por Peter Degma y, comprende una lista actualizada de todas las especies válidas de tardígrados descritas.

**Tabla 4.** Especies de tardígrados encontrados en el área de estudio

Familia	Especie	Localidad	Año de colecta	Total, de especímenes
Echiniscidae	<i>Cornechiniscus lobatus</i> Ramazotti, 1943	Arteaga, Coahuila	may-15	33
Echiniscidae	<i>Cornechiniscus lobatus</i> Ramazotti, 1943	Arteaga, Coahuila	dic-15	15
Macrobiotidae	<i>Mesobiotus diffusus</i> Binda y Pilato, 1987	Arteaga, Coahuila	dic-15	2, 1 huevo
Macrobiotidae	<i>Paramacrobotus (P)</i> . cf. <i>klymenki</i> Pilato, Kiosya, Lisi y Sabella, 2012	Cerro de la Silla, Nuevo León	abr-17	24, 6 huevos
Macrobiotidae	<i>Calcarobiotus (D)</i> . cf. <i>polygonatus</i> Binda y Guglielmino, 1991	Cerro de la Silla, Nuevo León	abr-17	1, 2 huevos
Macrobiotidae	<i>Minibiotus</i> sp.	Cerro de la Silla, Nuevo León	abr-17	11, 2 huevos

**Phylum Tardigrada** Spallanzani, 1777

**Clase Heterotardígrada** Marcus, 1927

**Orden Echiniscoidea** Richters, 1926

**Familia Echiniscidae** Thulin, 1928

**Género *Cornechiniscus*** Maucci y Ramazzotti, 1981

***Cornechiniscus lobatus*** (Ramazzotti, 1943)

*Pseudechiniscus cornutus lobatus* Ramazzotti, 1943 (Beasley 1972)

Material examinado: 33 especímenes.

Observaciones: En México se registró por primera vez en el Estado de Sonora por Schuster (1971). Posteriormente, se registró nuevamente en Coahuila (2015).

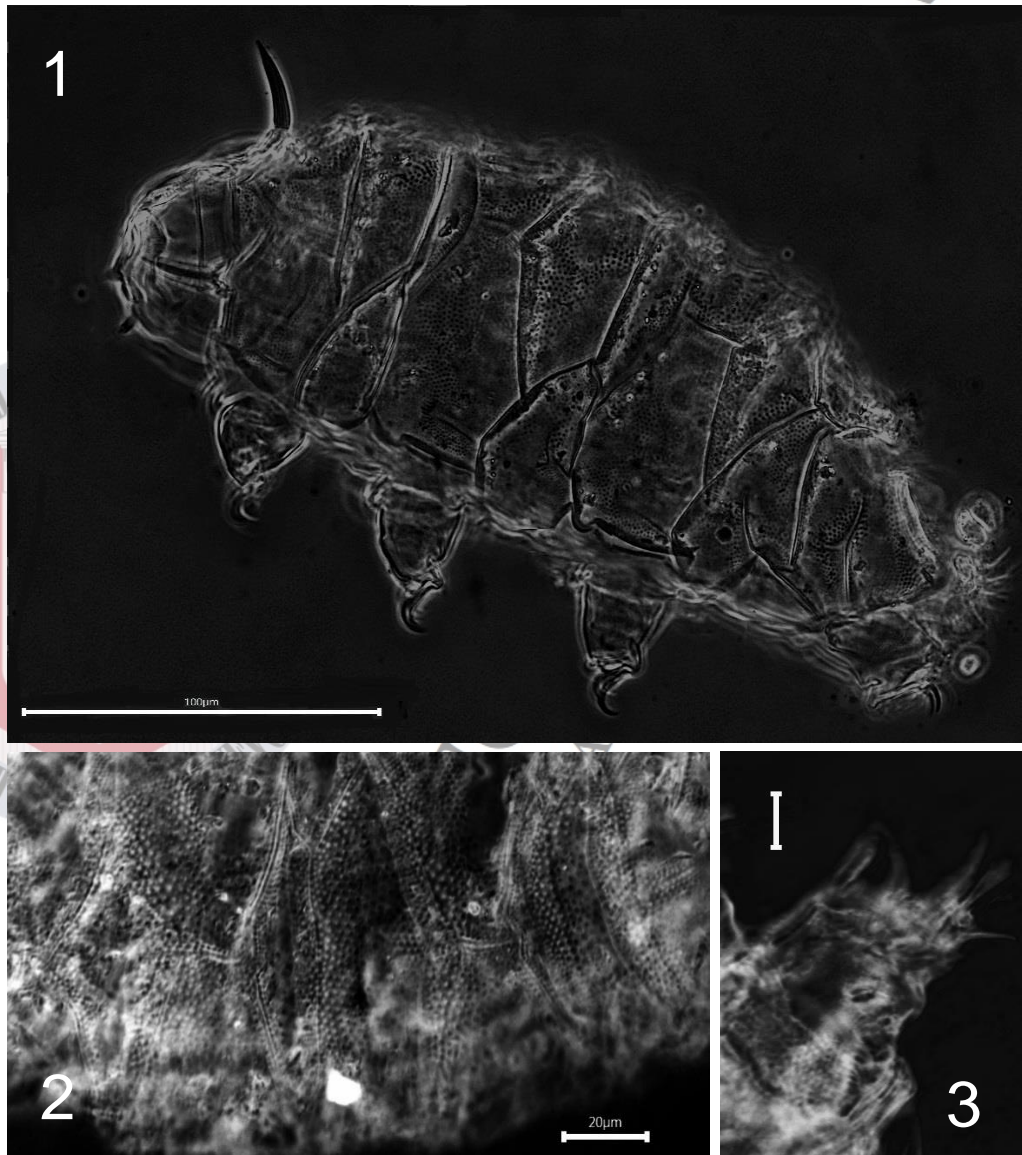
Origen: Italia (Europa)

#### **Descripción (Ramazzotti, 1943).**

Longitud hasta 640  $\mu\text{m}$ , rojizo, ojos ovales negros. Placa media 1 y 2 dividida transversalmente en dos partes: placa media 3 es indivisible. Escultura de las placas es gruesa, se extiende hasta la superficie externa de las patas y entre las placas. Placa segmental III con diseño en forma de W, lisa y sin escultura. Papila cefálica apenas proyectada, cirros internos y externos visibles y, cirro A en form de cuerno. Pata IV con proceso triangular en lugar de collar dentado.

**Observaciones--** Longitud del cuerpo hasta 325  $\mu\text{m}$ , color rojizo-anaranjado, ojos ovalados negros. Placas medias I y II están claramente divididas transversalmente, algunos ejemplares con placa media III (observable) no dividida. Escultura de las placas en forma de granulación, que se extiende hasta las patas. Placa segmental III en terminación en forma de W en relieve. Cirros laterales A en forma de cuerno con longitudes de 18-32  $\mu\text{m}$ . Margen posterior de la placa segdosegmental con un lóbulo robusto, en 4 especímenes. garras/uñas espuelas, la pata IV con un diente robusto en lugar del collar dentado.

S



**Figura 10.** 1-3.1, *Cornechiniscus lobatus*, 2. Granulación de las placas dorsales, 3. Pata IV con diente robusto en lugar de un collar dentado. Barra de escala 10, 20 y 100µ.

FACUL  
BIBL

**Tabla 5.** Medidas (micrómetros) de estructuras seleccionadas de 22 especímenes de *Conechiniscus lobatus*, montados en medio Hoyer. Rangos referidos a Mínima y Máxima a la estructura más pequeña y más grande encontrada entre todos los especímenes medidos.

CARÁCTER	N	RANGO µm	MEDIA µm	SD µm
Longitud del cuerpo	22	214 – 325	269	27
Cirrus A	20	18.2 – 32.1	26.5	3.5
Cirrus A/ Relación de la longitud del cuerpo	20	8% – 13%	10%	1%
Garra 1 longitud	0			
Rama	18	12.9 – 19.5	16.0	1.7
Garra 2 longitud	0			
Rama	18	12.5 – 18.4	15.8	1.8
Garra 3 longitud	0			
Rama	18	13.6 – 19.6	15.7	1.7
Garra 4 longitud	0			
Rama	18	15.4 – 24.3	19.7	2.6

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
BIBLIOTECA "BIÓL. MARA ANA GARZA BARRANTOS"

**Phylum Tardigrada** Spallanzani, 1777

**Clase Heterotardígrada** Marcus, 1927

**Orden Echiniscoidea** Richters, 1926

**Familia Echiniscidae** Thulin, 1928

**Género *Cornechiniscus*** Maucci y Ramazzotti, 1981

***Cornechiniscus lobatus*** (Ramazzotti, 1943)

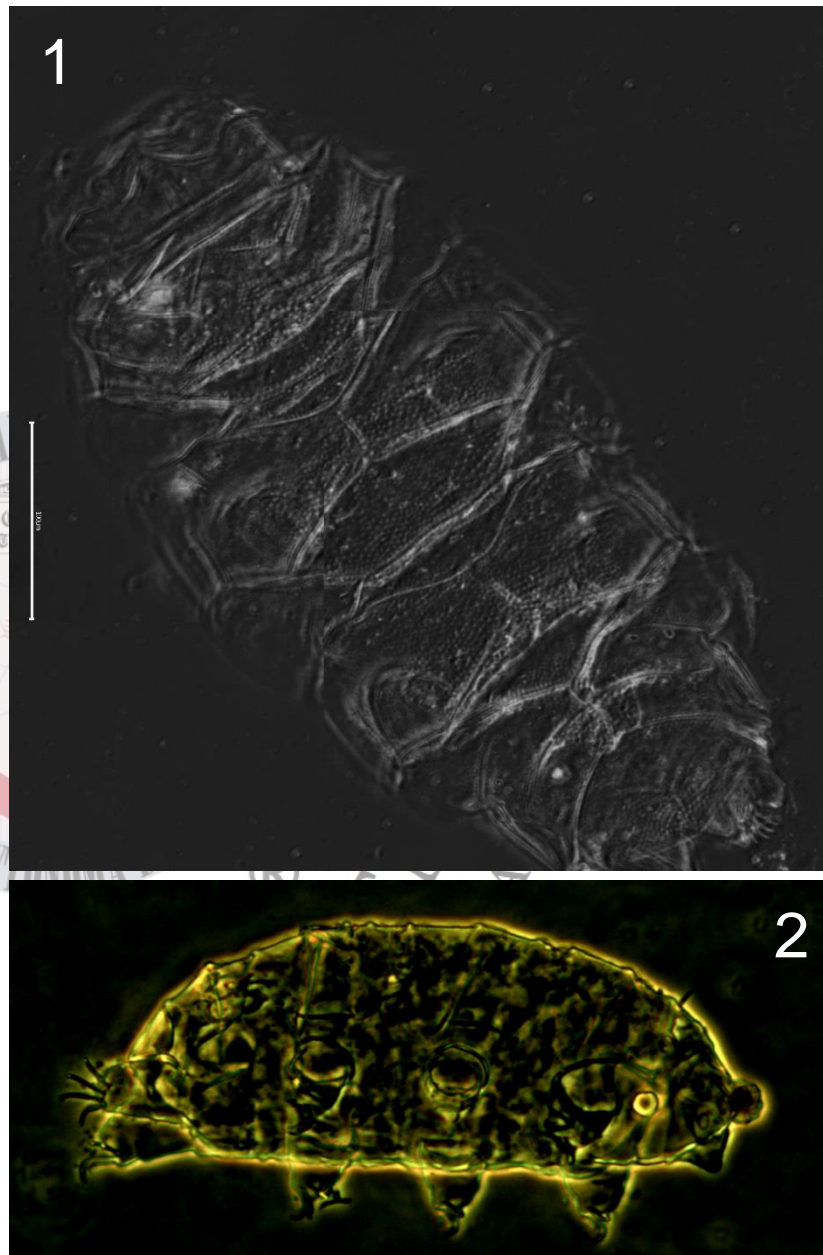
*Pseudechiniscus cornutus lobatus* Ramazzotti, 1943 (Beasley 1972)

Material examinado: 15 especímenes

Observaciones: A diferencia de la descripción original por Ramazzotti (1943) de ***Conechiniscus lobatus*** la coloración del cuerpo es verde intenso.

Origen: Italia (Europa)

**Observaciones--** Longitud del cuerpo de 149 - 280  $\mu\text{m}$ , color verde intenso, ojos ovalados negros. Placas medias I y II claramente divididas transversalmente, placa media III observable y divisible. Escultura de las placas en forma de granulación, que se extiende hasta las patas. Margen posterior de la placa segmental III con dos dientes extremadamente pequeños. Cirros laterales A en forma de cuerno con longitudes de 15-28  $\mu\text{m}$ . Margen posterior de la placa segdosegmental con un lóbulo robusto. Garras/uñas sin espuelas, pata IV con diente robusto en lugar del collar dentado.

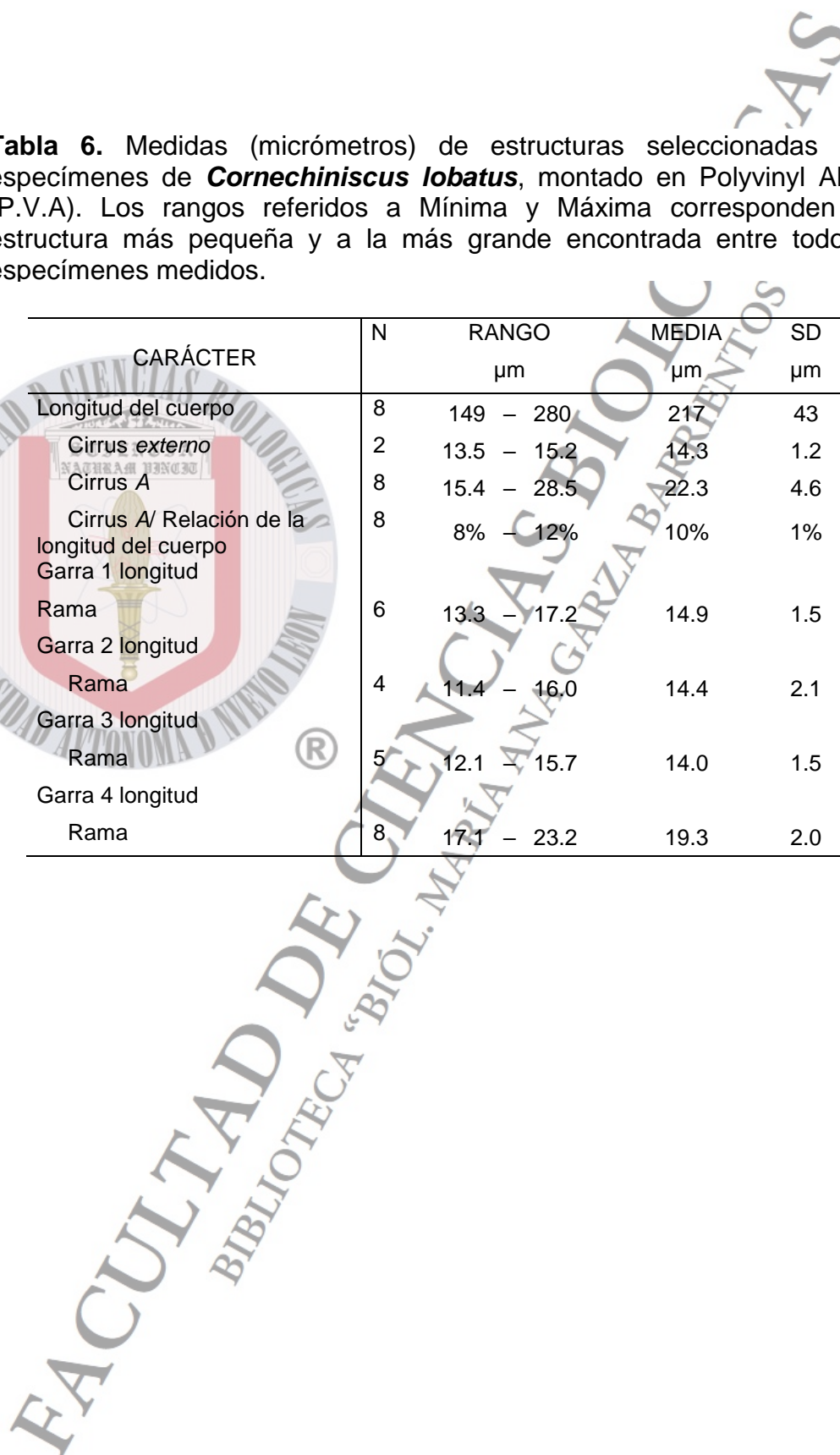


**Figura 11.** (1-2). 1. *Cornechiniscus lobatus*., (Vista dorsal), detalle de la escultura de las placas; 2. Coloración verde del cuerpo.



**Tabla 6.** Medidas (micrómetros) de estructuras seleccionadas de 8 especímenes de *Cornechiniscus lobatus*, montado en Polyvinyl Alcohol (P.V.A). Los rangos referidos a Mínima y Máxima corresponden a la estructura más pequeña y a la más grande encontrada entre todos los especímenes medidos.

CARÁCTER	N	RANGO µm	MEDIA µm	SD µm
Longitud del cuerpo	8	149 – 280	217	43
Cirrus externo	2	13.5 – 15.2	14.3	1.2
Cirrus A	8	15.4 – 28.5	22.3	4.6
Cirrus A/ Relación de la longitud del cuerpo	8	8% – 12%	10%	1%
Garra 1 longitud				
Rama	6	13.3 – 17.2	14.9	1.5
Garra 2 longitud				
Rama	4	11.4 – 16.0	14.4	2.1
Garra 3 longitud				
Rama	5	12.1 – 15.7	14.0	1.5
Garra 4 longitud				
Rama	8	17.1 – 23.2	19.3	2.0



**Phylum Tardigrada** Spallanzani, 1777

**Clase Eutardigrada** Richters, 1926

**Orden Parachela** Schuster, Nelson, Grigarick y Christenberry 1980

**Superfamilia Macrobotoidea** Thulin, 1928 (Marley et al. 2011)

**Familia Macrobiotidae** Thulin. 1928

**Mesobiotus** Vecchi, Cesari, Bertolani, Jonsson, Rebecchi y Guidetti, 2016

**Mesobiotus diffusus** Binda y Pilato, 1987

*Macrobiotus diffusus* n. sp. Binda y Pilato, 1987

Material examinado: 2 especímenes y 1 huevo

Observaciones: Nuevo registro para México.

Origen: Tunisia (África).

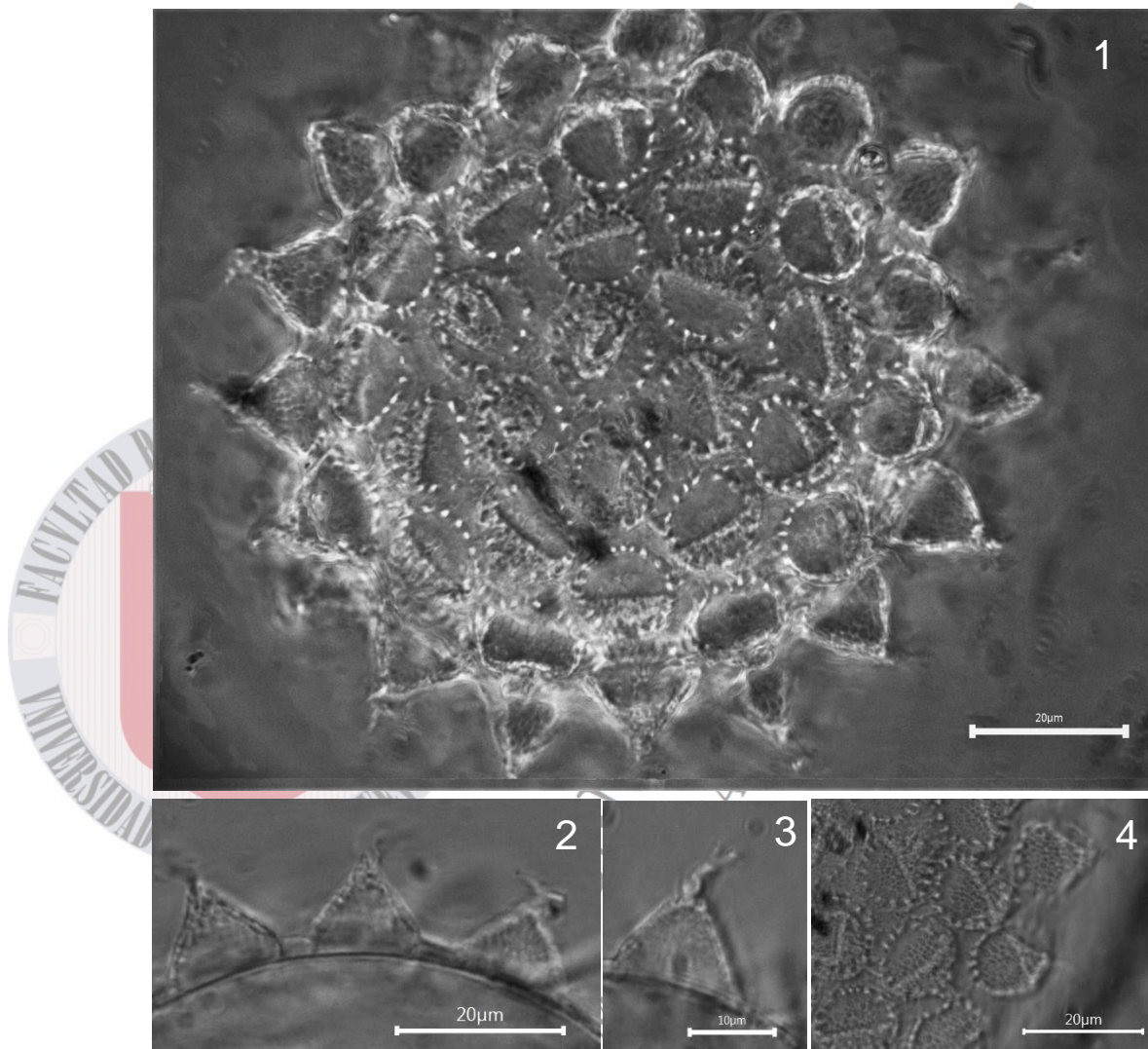
**Descripción (Binda y Pilato, 1987).**

Incoloros, sin ojos, cutícula lisa sin poros. Longitud del cuerpo 355  $\mu\text{m}$ . Aparato bucal de tipo *harmsworthi* con banda anterior definida por granulación y una corona de dientes en forma de crestas triangulares en posición dorsal y ventral, cresta medio-ventral dividida en dos dientes. Provisto de 10 lamellas peribucales. Inserción del soporte del estilete  $pt= 77-78.6$  de la longitud del tubo bucal. Bulbo faríngeo oval provisto de tres macroplacoidas y microplacoidas. Disposición de las macroplacoidas en forma de arco. Microplacoida cercana a la tercer macroplacoida. Las uñas de la rama principal de forma esbelta, base de las uñas con lúnula pequeña y lisa en los primeros tres pares de patas, y ancha con margen dentado en el cuarto par de patas. Huevo con procesos cónicos o en forma de bulbos presentando siempre una porción terminal fuertemente delgada, flexible y terminando con uno o dos filamentos. Circunferencia con 15 a 23 procesos de altura 9-16  $\mu\text{m}$ . Procesos con escultura isodiamétrica.

**Observaciones--** Los especímenes son incoloros, sin ojos, cutícula lisa y sin poros. Aparato bucal de tipo *harmsworthi* provisto de diez lamelas peribucales. Armadura de la cavidad bucal con de tres bandas de dientes, primera banda de dientes situada debajo de las lamelas en forma de pequeños gránulos dispersos, segunda banda de dientes colocada en la parte posterior de la cavidad bucal en forma de crestas dispuestas paralelamente al eje principal del tubo bucal. Tercera hilera de dientes en forma de rectángulos alargados, son más grandes que los de la segunda banda y no es continua, se encuentra dividida en dos series: ventral y dorsal. Longitud del cuerpo alcanza 391- 529  $\mu\text{m}$ . Inserción del soporte del estilete (30.9 - 35.3  $\mu$ ) ( $pt= 74.9 - 75.3\%$ ). Bulbo faríngeo oval con 3 macroplacoidas bien desarrolladas en disposición de arco típico de las especies del grupo *harmsworthi*. Secuencia de las macroplacoidas  $1 \leq 2 < 3$ .

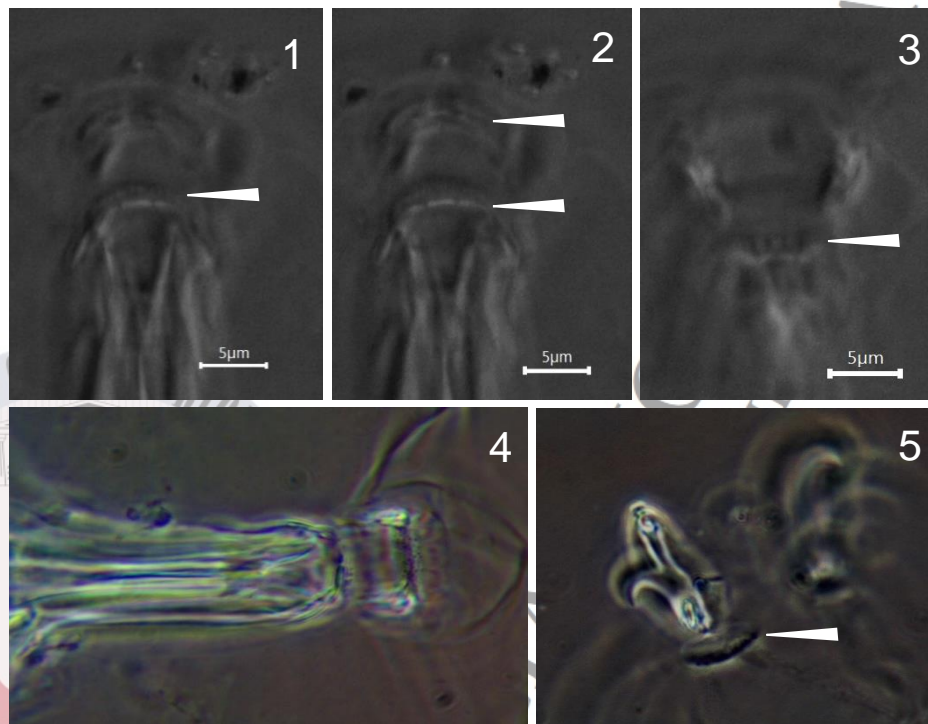
Garras con puntas accesorias delgadas, de longitudes de 13.1 - 17.2  $\mu\text{m}$ , para la garra I; 14.5 - 19.3  $\mu\text{m}$ , garra II; 14.5 - 19.5  $\mu\text{m}$ , garra III y en el caso de la garra IV la porción anterior 12.2 - 15.5  $\mu\text{m}$ ; posterior 16.1 - 10.3  $\mu\text{m}$ . Todas las garras presentan una lúnula pequeña con margen liso, IV par de patas con lúnula bien desarrollada y margen dentado.

El diámetro del huevo, excluyendo los procesos es 66.9  $\mu\text{m}$ , y con los procesos de 83.5  $\mu\text{m}$ . Procesos de forma cónica y en la porción del extremo termina en dos filamentos, y todos los procesos presentan una escultura en malla, con 16 procesos en la circunferencia.



**Figura 12.** 1, Huevo. 2, Detalle de los filamentos en los procesos. 3, Proceso con diseño reticular. 4, Detalle del disco en los procesos del huevo.

FACULTAD DE BIOL.  
BIBLIOTECA



**Figura 13.** 1-3, Secciones secuenciales de la cavidad oral (ventral y dorsal), las flechas indican las bandas de dientes. 4, Aparato bucal vista ventral. 5, Garra IV, detalle de la lúnula dentada.

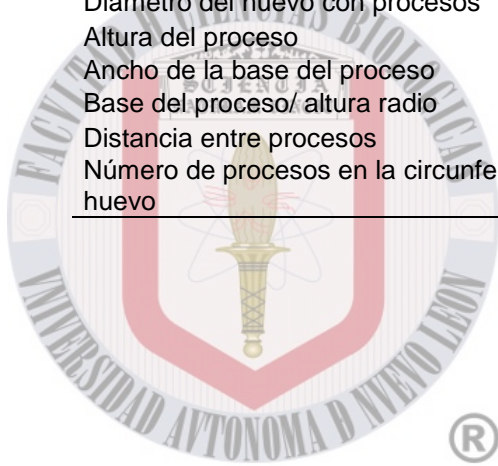
FACULTAD DE CIENCIAS  
BIBLIOTECA "BIÓL. MARÍA ANA"

**Tabla 7.** Medidas (micrómetros) de estructuras seleccionadas de 2 especímenes de *Mesobiotus diffusus*, montado en Polyvinyl Alcohol (P.V.A). Los rangos referidos a Mínima y Máxima corresponden a la estructura más pequeña y más grande encontrada entre todos los especímenes medidos.

CARÁCTER	N	RANGO		MEDIA		SD	
		$\mu\text{m}$	$\text{pt}$	$\mu\text{m}$	$\text{pt}$	$\mu\text{m}$	$\text{pt}$
Longitud del cuerpo	2	391 – 529	947 – 1130	460	1038	98	130
Tubo bucal							
Longitud	2	41.3 – 46.8	–	44.1	–	3.9	–
Inserción del soporte del estilete	2	30.9 – 35.3	74.9 – 75.3	33.1	75.1	3.1	0.3
Ancho externo	2	6.8 – 9.0	16.5 – 19.2	7.9	17.8	1.5	1.9
Ancho interno	2	5.9 – 6.3	13.4 – 14.2	6.1	13.8	0.3	0.6
Longitud de la lámina ventral	2	22.1 – 24.7	52.8 – 52.8	23.4	52.8	1.9	?
Longitud de las Placoidas							
Macroplacoida 1	1	5.3 – 5.3	11.3 – 11.3	5.3	11.3	?	?
Macroplacoida 2	2	4.0 – 5.3	9.8 – 11.4	4.7	10.6	0.9	1.1
Macroplacoida 3	2	5.3 – 6.7	12.7 – 14.3	6.0	13.5	1.0	1.1
Microplacoida	2	5.0 – 5.0	10.6 – 12.1	5.0	11.3	0.0	1.0
Longitud de la Garra/Uña 1							
Rama primaria externa	2	13.1 – 17.2	31.8 – 36.7	15.2	34.3	2.9	3.5
Rama secundaria externa	2	10.1 – 11.7	24.5 – 25.1	10.9	24.8	1.1	0.4
Rama primaria interna	1	14.9 – 14.9	31.9 – 31.9	14.9	31.9	?	?
Rama secundaria interna	1	11.6 – 11.6	24.9 – 24.9	11.6	24.9	?	?
Longitud de la Garra/Uña 2							
Rama primaria externa	2	14.5 – 19.3	35.1 – 41.2	16.9	38.1	3.4	4.4
Rama secundaria externa	2	12.1 – 15.0	29.2 – 32.1	13.5	30.6	2.1	2.1
Rama primaria interna	1	12.4 – 12.4	30.1 – 30.1	12.4	30.1	?	?
Longitud de la Garra/Uña 3							
Rama primaria externa	2	14.5 – 19.5	35.1 – 41.5	17.0	38.3	3.5	4.5
Rama secundaria externa	1	?	27.4 – 27.4	27.4	?	?	?
Rama primaria interna	2	12.0 – 15.0	29.0 – 32.1	13.5	30.6	2.1	2.1
Longitud de la Garra/Uña 4							
Rama primaria anterior	2	12.2 – 15.5	29.6 – 33.0	13.8	31.3	2.3	2.4
Rama secundaria anterior	2	8.7 – 12.2	21.0 – 26.0	10.4	23.5	2.5	3.5
Rama primaria posterior	2	15.3 – 16.1	32.6 – 38.9	15.7	35.8	0.6	4.5
Rama secundaria posterior	2	10.3 – 10.4	22.0 – 25.1	10.3	23.5	0.0	2.2

**Tabla 8.** Medidas en micrómetros de estructuras seleccionadas del huevo de *Mesobiotus diffusus*. Montado en P.V.A (N= número de huevos/ estructuras medidas. El rango referido a Mínima y Máxima corresponden a la estructura más pequeña y más grande encontrada entre todos los especímenes medidos; SD- desviación estándar).

CARÁCTER	N	RANGO	MEDIA	SD
Diámetro del huevo sin procesos	1	66.9 – 66.9	66.9	?
Diámetro del huevo con procesos	1	83.5 – 83.5	83.5	?
Altura del proceso	3	10.3 – 11.3	10.7	0.5
Ancho de la base del proceso	3	8.2 – 9.3	8.8	0.5
Base del proceso/ altura radio	3	79% – 88%	82%	6%
Distancia entre procesos	3	2.0 – 3.3	2.8	0.8
Número de procesos en la circunferencia del huevo	1	16 – 16	16.0	?



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
BIBLIOTECA "BIÓL. MARÍA ANA GARZA BARRIENTOS"

**Phylum Tardigrada** Spallanzani, 1777

**Clase Eutardígrada** Richters, 1926

**Orden Parachela** Schuster, Nelson, Grigarick y Christenberry 1980

**Superfamilia Macrobiotidea** Thulin, 1928 (Marley et al. 2011)

**Familia Macrobiotidae** Thulin. 1928

**Género *Paramacrobotus*** Guidetti, Schill, Bertolani, Dandekar y Wolf, 2009

**Subgénero *Paramacrobotus*** Kaczmarek, Gawlak, Bartels, Nelson y Rozkowska, 2017

***Paramacrobotus (P). cf. klymenki*** Pilato, Kiosya, Lisi y Sabella, 2012

Material examinado: 24 especímenes adultos y 6 huevos

Observaciones: Nuevo registro para México.

Origen: Beralus (Europa)

### **Descripción (Pilato, Kiosya, Lisi y Sabella, 2012).**

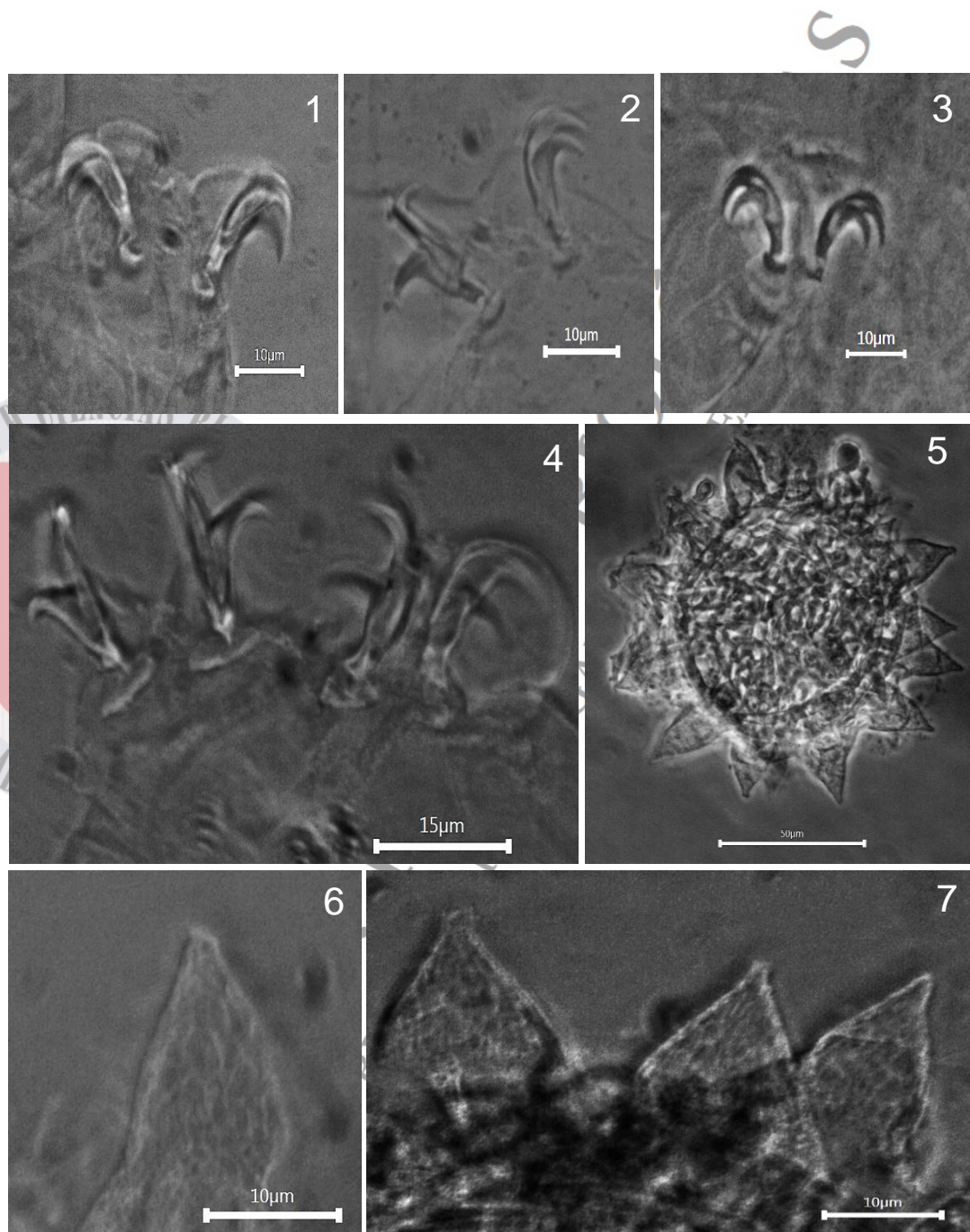
Longitud del cuerpo 340  $\mu\text{m}$ , incoloro, cutícula lisa sin poros, fina puntuación en las patas. Ojos ausentes. Aparato bucofaríngeo de tipo *Macrobiotus* con 10 lamellas peribucales, armadura bucal con banda anterior de dientes pequeños, una banda posterior de dientes triangulares y un sistema de tres crestas transversales (dorsal-ventral). Tubo bucal de 42.1  $\mu\text{m}$  de largo y 6.6  $\mu\text{m}$  de ancho externo. Inserción del soporte del estilete de longitud 79.8  $\mu\text{m}$ . Bulfo faríngeo con apófisis y tres macroplacoidas; microplacoida ausente. Longitud del primer macroplacoida 7.4  $\mu\text{m}$ , segundo 5.2  $\mu\text{m}$ , tercero 7.3  $\mu\text{m}$ . Garras de tipo *hufelandi*, con puntos accesorios en las ramas principales. Longitud de las garras externas del primer par de patas de 10.4  $\mu\text{m}$  y 10.2  $\mu\text{m}$ . Lunulas pequeñas y lisas en los primeros tres pares de patas, más grande y con margen dentado en la garra IV. Dos barras cuticulares se encuentran debajo de las garras en los primeros tres pares de patas. Huevos esféricos con



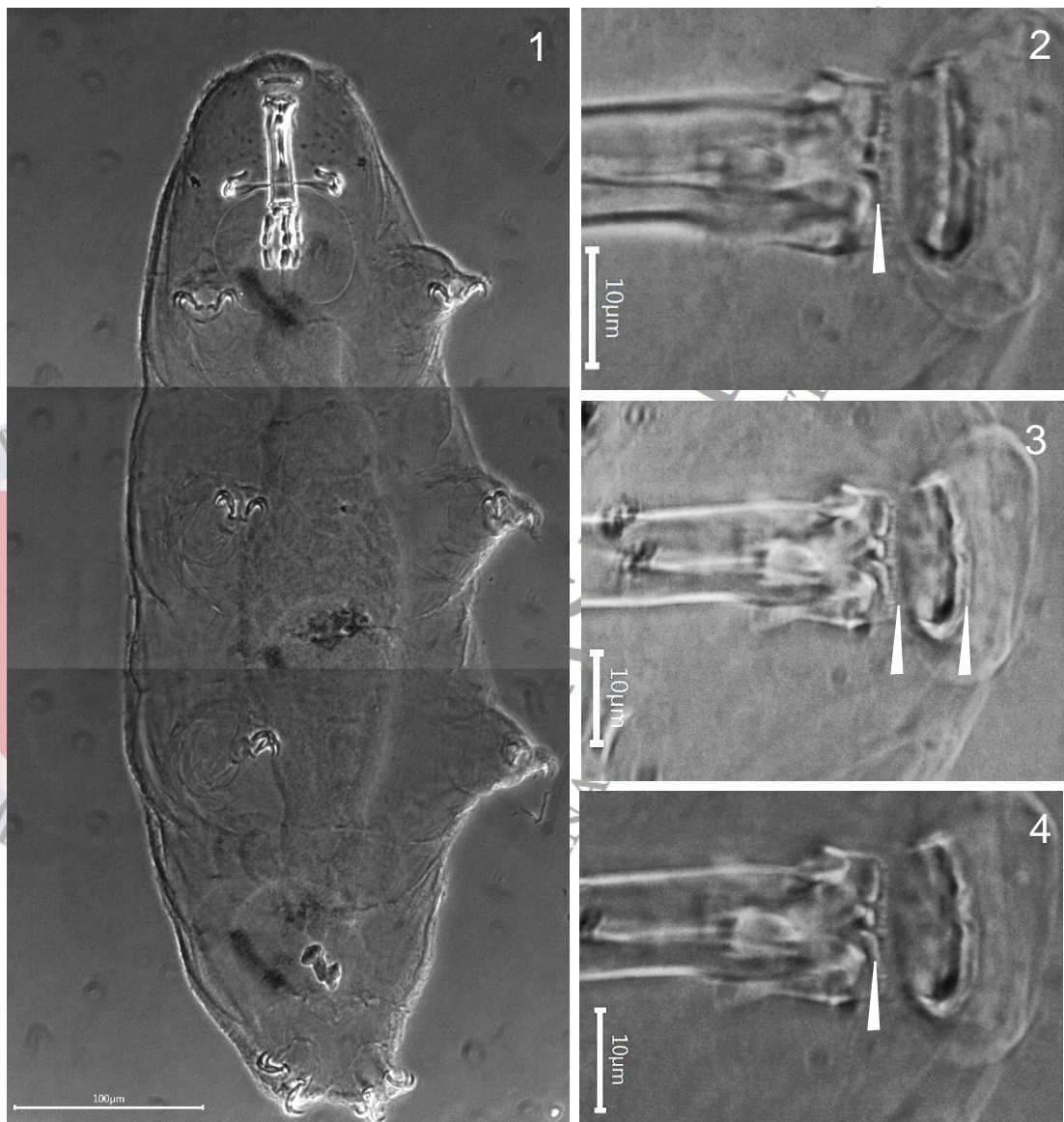
con 10 - 11 procesos cónicos en la circunferencia y 22 - 26 en el hemisferio. Procesos cónicos, alargados, mostrando una superficie con diseño reticular y márgenes rectilíneos. Superficie del huevo areolada.

**Observaciones--** Cuerpo incoloro, cutícula lisa, ojos presentes. Armadura de la cavidad oral con tres bandas de dientes. Dientes de la primera banda se colocan justo debajo de las lamelas, y son pequeños gránulos dispersos. Dientes de la segunda banda tienen forma de crestas dispuestas paralelamente al eje principal del tubo bucal. Tercera banda de dientes en forma de crestas, son más grandes que la segunda banda y no es continua, se encuentra dividida en dos series: ventral y dorsal. Secuencia de las macroplacoidas  $2 \leq 1 < 3$ , (macroplacoida del lado izquierdo del signo es más larga en algunos especímenes que la segunda, y tercera macroplacoida es más larga que la segunda), tercera macroplacoida presenta una constricción subterminal, los ejemplares no tienen microplacoidas. Garras tipo hufelandi (Y), todas las patas incluyendo la IV presentan granulación terminal, todas presentan lúnulas con margen liso y en algunos ejemplares se observó un margen escasamente dentado en la para IV.

Huevo con procesos cónicos (11 - 14) en la circunferencia, los procesos no terminan en punta fina, con una red de malla en todo el proceso, excepto en la punta, la cual es lisa. Base (alrededor del proceso) con puntuaciones marcadas y densas, presentan areolas alrededor de la base de los procesos, estas no son de gran tamaño.



**Figura 14.** 1-3, Secuencias de las Garras I-III. 4, Garra IV (detalle de la lúnula bien desarrollada y ligeramente dentada). 5, Huevo. 6, proceso en la circunferencia del huevo. 7, Detalle de los procesos con diseño reticular.



**Figura 15.** 1, Adulto *Paramacrobiotus (P.) cf. klymenki* (vista ventral). 2-4, Secuencias de la armadura de la cavidad oral, vista ventral (las flechas indican las bandas de dientes y lamelas (2)).

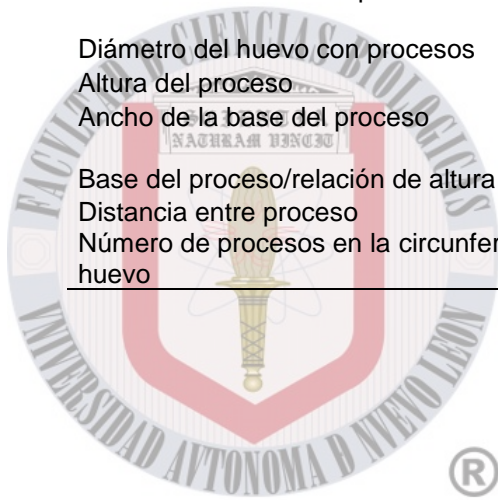
FACULTAD DE CIENCIAS  
BIBLIOTECA "B...

**Tabla 9.** Medidas (micrómetros) de estructuras seleccionadas de 17 especímenes de *Paramacrobiotus (P). cf. klymenki*, montado en Polyvinyl Alcohol (P.V.A). Los rangos referidos a Mínima y Máxima corresponden a la estructura más pequeña y más grande encontrada entre todos los especímenes medidos.

CARÁCTER	N	RANGO		MEDIA		SD		Holotipo	
		$\mu\text{m}$	<i>pt</i>	$\mu\text{m}$	<i>pt</i>	$\mu\text{m}$	<i>pt</i>	$\mu\text{m}$	<i>pt</i>
Longitud del cuerpo	25	326 – 545	808 – 1046	436	911	63	62	340	808
Tubo bucal									
Longitud del tubo bucal	25	37.1 – 56.2	–	47.8	–	5.7	–	42.1	–
Longitud del tubo bucofaríngeo	24	44.1 – 65.2	109.7 – 125.3	56.9	118.4	6.9	3.7	?	?
Inserción del soporte del estilete	25	30.0 – 47.0	77.2 – 86.6	39.1	81.6	5.1	2.2	33.6	79.8
Ancho externo	25	5.9 – 14.3	14.8 – 26.7	10.2	21.1	2.1	2.6	6.6	15.7
Ancho interno	24	3.8 – 11.5	9.6 – 21.5	7.8	16.1	1.9	2.7	?	?
Longitud de la lámina ventral	12	17.9 – 31.7	47.3 – 62.5	27.5	54.8	4.1	4.9	?	?
Longitud de las Placoidas									
Macroplacoida 1	25	4.1 – 9.0	10.3 – 17.6	6.9	14.4	1.3	2.0	7.4	17.6
Macroplacoida 2	25	3.6 – 6.8	8.5 – 12.8	5.0	10.5	0.9	1.1	5.2	12.4
Macroplacoida 3	25	5.5 – 10.7	13.7 – 20.3	8.1	16.8	1.3	1.7	7.3	17.3
Macroplacoid row	4	21.2 – 26.0	47.9 – 50.4	24.0	48.9	2.0	1.1	21.2	50.4
Longitud de la Garra/Uña 1									
Rama primaria externa	22	9.3 – 15.8	20.2 – 31.5	11.7	24.6	1.6	2.8	10.4	24.7
Rama secundaria externa	21	5.6 – 11.0	13.6 – 22.8	8.6	18.1	1.3	2.5	?	?
Rama primaria interna	18	9.1 – 12.9	20.5 – 27.2	10.9	23.2	1.1	1.8	10.2	24.2
Rama secundaria interna	18	5.9 – 10.9	11.0 – 21.8	8.2	17.3	1.3	2.3	?	?
Longitud de la Garra/Uña 2									
Rama primaria externa	23	8.9 – 16.3	21.0 – 32.5	12.2	25.7	1.7	3.2	11.6	27.6
Rama secundaria externa	21	6.5 – 12.5	13.4 – 24.8	9.0	18.6	1.7	3.0	?	?
Rama primaria interna	22	9.3 – 14.3	20.6 – 28.3	11.8	24.8	1.4	2.1	10.9	25.9
Rama secundaria interna	21	6.5 – 11.7	15.3 – 21.9	8.9	18.4	1.3	1.6	?	?
Longitud de la Garra/Uña 3									
Rama primaria externa	23	9.6 – 15.8	17.6 – 31.9	12.4	25.8	1.7	3.7	11.7	27.8
Rama secundaria externa	21	6.7 – 12.6	13.1 – 23.2	9.2	19.0	1.4	2.7	?	?
Rama primaria interna	20	9.5 – 14.4	19.8 – 28.4	11.8	24.4	1.5	2.5	10.9	25.9
Rama secundaria interna	19	6.5 – 11.5	14.0 – 21.8	9.0	18.4	1.4	2.3	?	?
Longitud de la Garra/Uña 4									
Rama primera anterior	22	10.9 – 16.1	23.2 – 33.6	13.5	28.3	1.6	2.6	11.8	28.0
Rama secundaria anterior	20	6.7 – 13.0	13.9 – 26.0	9.6	19.9	1.4	3.0	?	?
Rama primera posterior	22	9.5 – 17.0	24.0 – 35.5	13.6	28.7	2.0	3.1	13.0	30.9
Rama secundaria posterior	20	8.0 – 12.4	14.9 – 24.6	9.8	20.4	1.4	2.4	?	?

**Tabla 10.** Medidas en micrómetros de estructuras seleccionadas del huevo de *Paramacrobiotus (P). cf. klymenki*. Montado en P.V.A (N= número de huevos/ estructuras medidas. El rango referido a Mínima y Máxima corresponden a la estructura más pequeña y más grande encontrada entre todos los especímenes medidos; SD- desviación estándar).

CARÁCTER	N	RANGO	MEDIA	SD
Diámetro del huevo sin procesos	4	81.2 – 114.6	101.9	14.8
Diámetro del huevo con procesos	4	119.1 – 156.9	137.3	17.6
Altura del proceso	11	15.2 – 26.5	21.8	3.8
Ancho de la base del proceso	9	12.2 – 20.1	15.8	2.7
Base del proceso/relación de altura	9	46% – 107%	74%	22%
Distancia entre proceso	2	2.7 – 3.3	3.0	0.4
Número de procesos en la circunferencia del huevo	4	11 – 14	12.3	1.3



FACULTAD DE CIENCIAS  
BIBLIOTECA "BIÓL. MARÍA ANA GARZA BARRIENTOS"

**Phylum Tardigrada** Spallanzani, 1777

**Clase Eutardígrada** Richters, 1926

**Orden Parachela** Schuster, Nelson, Grigarick y Christenberry 1980

**Superfamilia Macrobiotidea** Thulin, 1928 (Marley et al. 2011)

**Familia Macrobiotidae** Thulin, 1928

**Género *Calcarobiotus*** Dastych, 1993

**Subgénero *Discrepungis*** Guidetti y Bertolani, 2001

***Calcarobiotus (D). cf. polygonatus*** Binda y Guglielmino, 1991

*Macrobiotus polygonatus* n. sp. Binda y Guglielmino, 1991

Material examinado: 1 espécimen adulto y 2 huevos

Observaciones: Nuevo registro para México.

Origen: Tanzania (África)

**Descripción (Binda y Guglielmino, 1991).**

Escultura cuticular - dorsal no es uniforme, y está constituida por polígonos, que disminuyen en tamaño en la dirección rostro-caudal. En los primeros tres pares de patas el tallo es largo, cilíndrico en la vista frontal y coronado por una amplia parte distal ancha, con forma de óvalo aplastado verticalmente y distalmente separado del tracto común de la garra por un tabique transverso evidente. Las ramas principal y secundaria de las garras en los primeros tres pares de patas con longitudes similares y parecen simétricas con respecto al plano medio de la garra, excepto por puntos accesorios sólo en la rama principal.

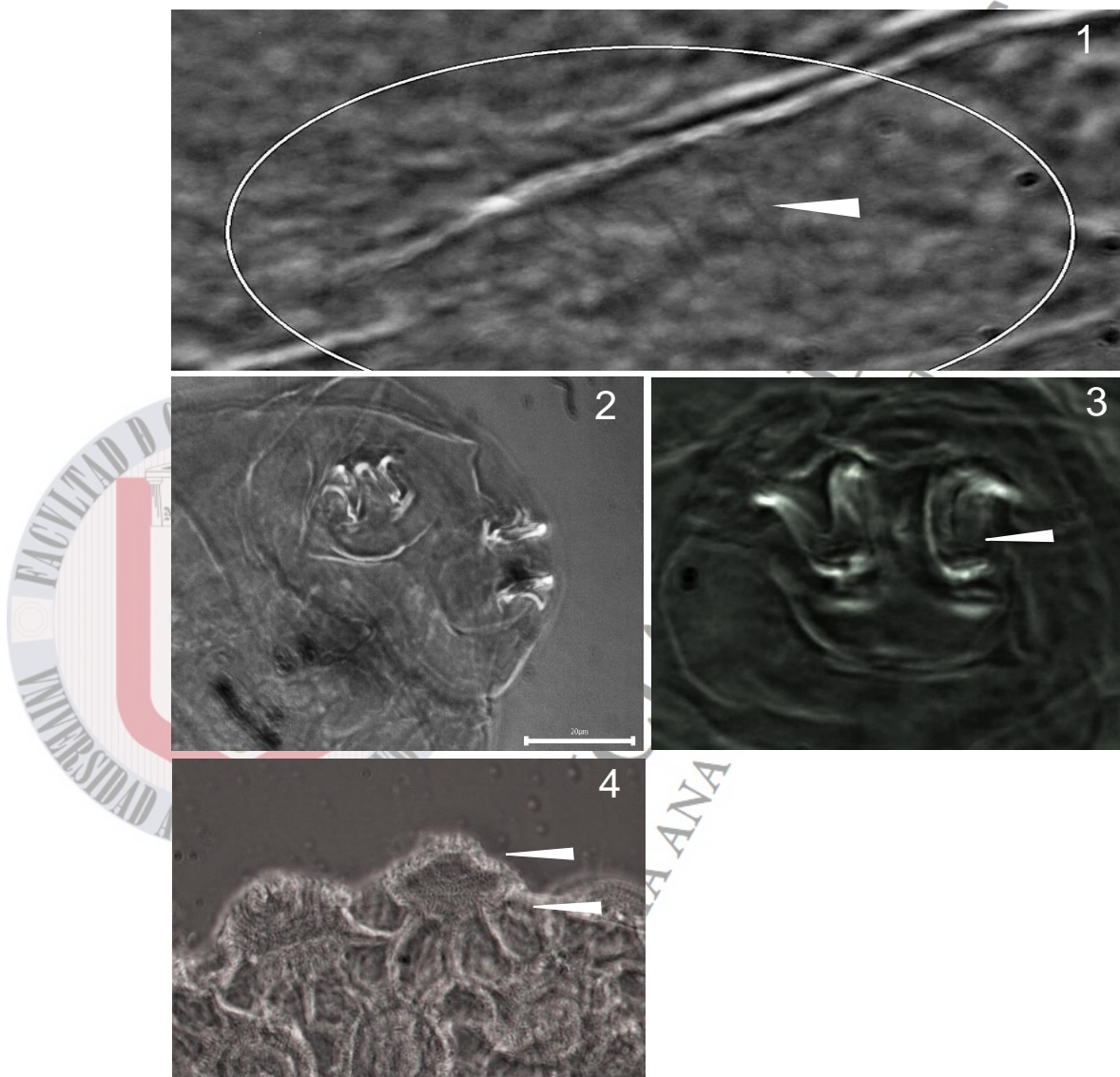
**Observaciones--** Longitud del cuerpo 372  $\mu\text{m}$ , incoloro, ojos presentes, cutícula con escultura poligonal. Longitud del tubo bucal 40.3  $\mu\text{m}$ , armadura de la cavidad bucal con dos bandas de dientes visibles en microscopia de contraste de fases (PCM). La primera banda de dientes está colocada en la parte posterior de la cavidad bucal en forma de crestas dispuestas paralelamente al eje principal del tubo bucal. Tercera banda de dientes tiene forma de rectángulos alargados, son más grandes que los de la segunda banda y no es continua, se encuentra dividida en dos series: ventral y dorsal. Secuencia de las macroplacoidas  $1 \leq 2 < 3$ . Garras de tipo *Calcarobiotus* espuelas laterales en la porción basal de las garras está ausente. Ramas primarias con puntos accesorios en todas las patas. Garras del IV par de patas distintivamente diferentes en forma de los otros pares (tracto común largo, y ramas secundarias cortas). Huevos blancos, esféricos. Diámetro del huevo sin procesos 86.5 - 99.8  $\mu\text{m}$ , y 100.3-109.6  $\mu\text{m}$  con los procesos. Once procesos alrededor de la circunferencia del huevo, troncocónicos con ápice no en punta, y terminando con algunos filamentos cortos en forma de corona. Proceso con una puntuación fina, no en forma de malla y con 10 areolas que rodean a cada proceso.



**Figura 16.** 1, Aparato bucal vista ventral. 2-3, Secuencias que muestran las filas de dientes de la cavidad bucal.

FACULTAD DE  
BIBLIOTECA FOL. MA





**Figura 17.** 1, Escultura de la cutícula en forma de polígonos (vista dorsal). 2-3. Garras IV y III, (la flecha indica la porción basal ancha, sin espuelas). 4, Proceso del huevo (la flecha indica areolas alrededor del huevo).

**Tabla 11.** Medidas (micrómetros) de estructuras seleccionadas de 1 espécimen de *Calcarobiotus (D). cf. polygonatus*, montado en Polyvinyl Alcohol (P.V.A). Los rangos referidos a Mínima y Máxima corresponden a la estructura más pequeña y más grande encontrada entre todos los especímenes medidos.

CARÁCTER	N	RANGO				MEDIA	
		$\mu\text{m}$		$\text{pt}$		$\mu\text{m}$	$\text{pt}$
Longitud del cuerpo	1	372	– 372	922	– 922	372	922
Tubo bucal							
Longitud del tubo bucal	1	40.3	– 40.3		–	40.3	–
Longitud del tubo bucofaríngeo	1	47.4	– 47.4	117.7	– 117.7	47.4	117.7
Inserción del soporte del estilete	1	31.9	– 31.9	79.2	– 79.2	31.9	79.2
Ancho externo	1	7.6	– 7.6	18.9	– 18.9	7.6	18.9
Ancho interno	1	5.3	– 5.3	13.1	– 13.1	5.3	13.1
Longitud de las Placoidas							
Macroplacoida 1	1	3.9	– 3.9	9.8	– 9.8	3.9	9.8
Macroplacoida 2	1	4.0	– 4.0	9.8	– 9.8	4.0	9.8
Macroplacoida 3	1	4.3	– 4.3	10.7	– 10.7	4.3	10.7
Microplacoida	1	4.1	– 4.1	10.2	– 10.2	4.1	10.2
Longitud de la Garra/Uña 1							
Rama primaria externa	1	8.8	– 8.8	21.9	– 21.9	8.8	21.9
Rama secundaria externa	1	8.4	– 8.4	20.9	– 20.9	8.4	20.9
Rama primaria interna	1	8.5	– 8.5	21.1	– 21.1	8.5	21.1
Rama secundaria interna	1	7.2	– 7.2	18.0	– 18.0	7.2	18.0
Longitud de la Garra/Uña 2							
Rama primaria externa	1	8.2	– 8.2	20.4	– 20.4	8.2	20.4
Rama secundaria externa	1	6.8	– 6.8	16.8	– 16.8	6.8	16.8
Rama primaria interna	1	7.8	– 7.8	19.4	– 19.4	7.8	19.4
Rama secundaria interna	1	6.5	– 6.5	16.1	– 16.1	6.5	16.1
Longitud de la Garra/Uña 3							
Rama primaria externa	1	9.6	– 9.6	23.7	– 23.7	9.6	23.7
Rama secundaria externa	1	8.3	– 8.3	20.6	– 20.6	8.3	20.6
Rama primaria interna	1	9.1	– 9.1	22.6	– 22.6	9.1	22.6
Rama secundaria interna	1	7.8	– 7.8	19.3	– 19.3	7.8	19.3
Longitud de la Garra/Uña 4							
Rama primaria anterior	1	10.6	– 10.6	26.3	– 26.3	10.6	26.3
Rama secundaria anterior	1	8.3	– 8.3	20.5	– 20.5	8.3	20.5
Rama primaria posterior	1	11.0	– 11.0	27.2	– 27.2	11.0	27.2
Rama secundaria posterior	1	7.2	– 7.2	17.9	– 17.9	7.2	17.9

**Tabla 12.** Medidas en micrómetros de estructuras seleccionadas del huevo de *Calcarobiotus (D). cf. polygonatus*. Montado en P.V.A (N= número de huevos/ estructuras medidas. El rango referido a Mínima y Máxima corresponden a la estructura más pequeña y más grande entre todos los especímenes medidos; SD- desviación estándar).

CARÁCTER	N	RANGO	MEDIA	SD
Diámetro del huevo sin procesos	2	86.5 – 99.8	93.1	9.4
Diámetro del huevo con procesos	2	100.3 – 109.6	105.0	6.5
Altura del proceso	6	4.7 – 7.4	5.6	0.9
Ancho de la base del proceso	3	17.1 – 19.8	18.8	1.5
Base del proceso/Relación de la altura	3	265% – 361%	313%	33%
Distancia entre los procesos	3	5.5 – 5.9	5.8	0.2
Número de procesos en la circunferencia del huevo	1	11 – 11	11.0	?



FACULTAD DE CIENCIAS  
BIBLIOTECA "BIÓL. MARÍA ANA GARZA BARRIENTOS"

**Phylum Tardigrada** Spallanzani, 1777

**Clase Eutardígrada** Richters, 1926

**Orden Parachela** Schuster, Nelson, Grigarick y Christenberry 1980

**Superfamilia Macrobioidea** Thulin, 1928 (Marley et al. 2011)

**Familia Macrobotidae** Thulin, 1928

**Género Minibiotus** Schuster, 1980

***Minibiotus* sp.**

Material examinado: 11 especímenes adultos y 2 huevos

**Descripción del género (Schuster, 1980).**

Presencia de pápulas en lugar de lamelas peribucales, boca antero – ventral, dientes de la cavidad oral ausentes o fuertemente reducidos, cavidad buccal rígida y tubo estrecho, pared del tubo buccal engrosada por debajo del punto de inserción de los soportes del estilete, soporte del estilete insertados a considerable distancia del extremo posterior del tubo buccal, lámina ventral corta, longitud de las macroplacoidas corta, doble curvatura del tubo buccal, primer Macroplacoida situada muy cerca de la apófisis faríngea y de forma redondeada.

**Observaciones--** Cutícula lisa, con poros circulares en la superficie dorsal, ventral y las patas, con distribución uniforme, poros más grandes dispuestos irregularmente sobre la superficie dorsal. Ojos presentes. Láminas peribucales ausentes; diez papulas peribucales y con crestas trasversales ventrales. Aparato bucofaringeo de tipo *Minibiotus*. Cavidad oral con dientes se observó en un ejemplar, sólo una banda visible bajo PCM, en forma de crestas dispuestas paralelamente al eje principal del tubo bucal. Longitud del tubo bucal (31.1 – 55.2  $\mu\text{m}$ ) y (3.6 – 6.9  $\mu\text{m}$ ) de ancho externo, fuertemente engrosado debajo de la inserción del soporte del estilete. Lámina ventral corta. Inserción del soporte del estilete en el tubo bucal de (25.4 – 42.1  $\mu\text{m}$ ). Dos

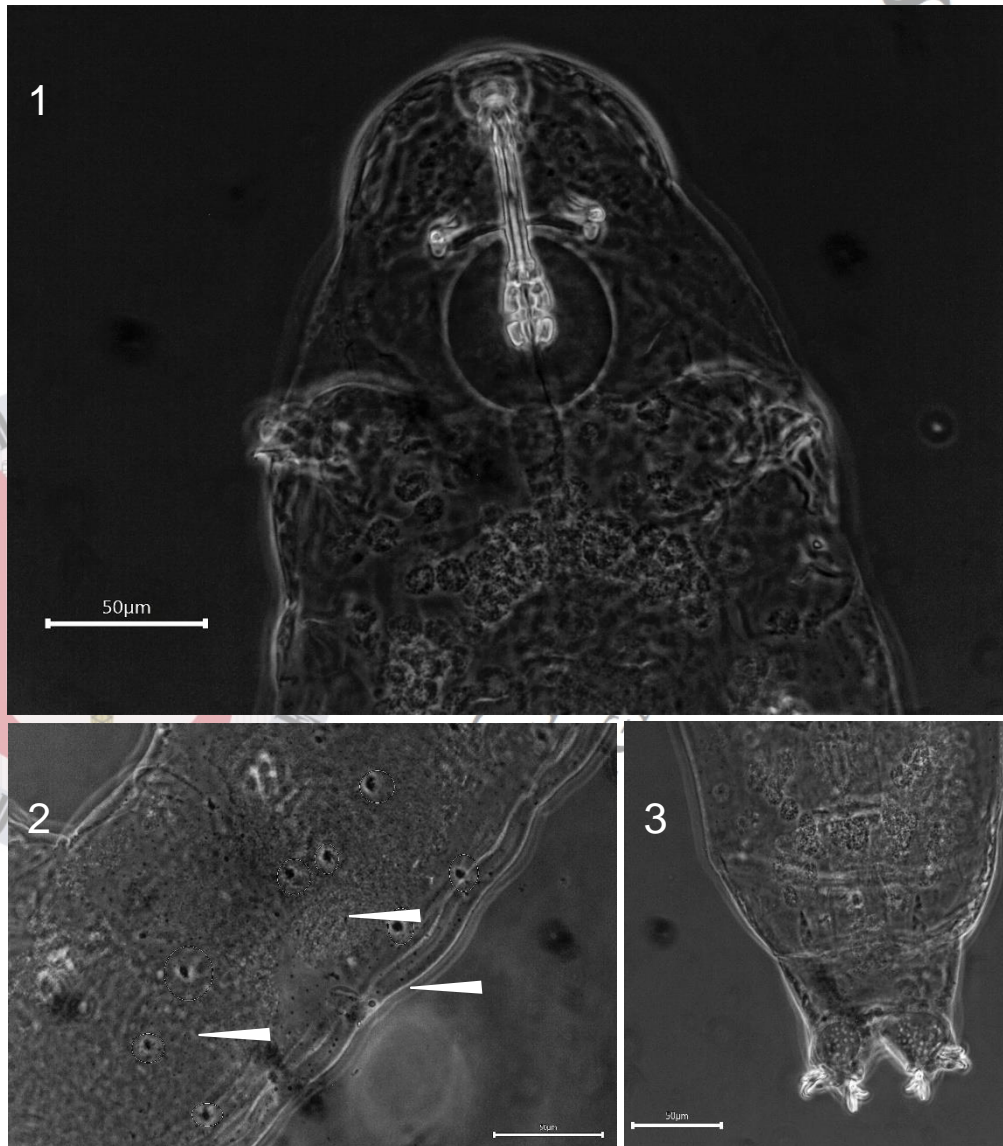
macroplacoidas, microplacoida ausente. Longitud de la primera macroplacoida (5.2 – 10.5  $\mu\text{m}$ ), longitud de la segunda macroplacoida (3.9- 8.7  $\mu\text{m}$ ). Secuencia de las macroplacoidas  $1 \leq 2$ .

Fina granulación en las garras I-IV. Garras de tipo "hufelandi", con puntos accesorios en las ramas primarias. Lúnulas en todas las garras, bien desarrolladas en el IV par de garras, y con una ligera dentición. Longitud de las garras: I (9.3 – 13.8  $\mu\text{m}$ ); II (6.5 – 15.6  $\mu\text{m}$ ); III (8.2 – 15.6  $\mu\text{m}$ ); IV (Anterior 9.5 – 17.0  $\mu\text{m}$  y Posterior 9.6 – 17.2  $\mu\text{m}$ ).

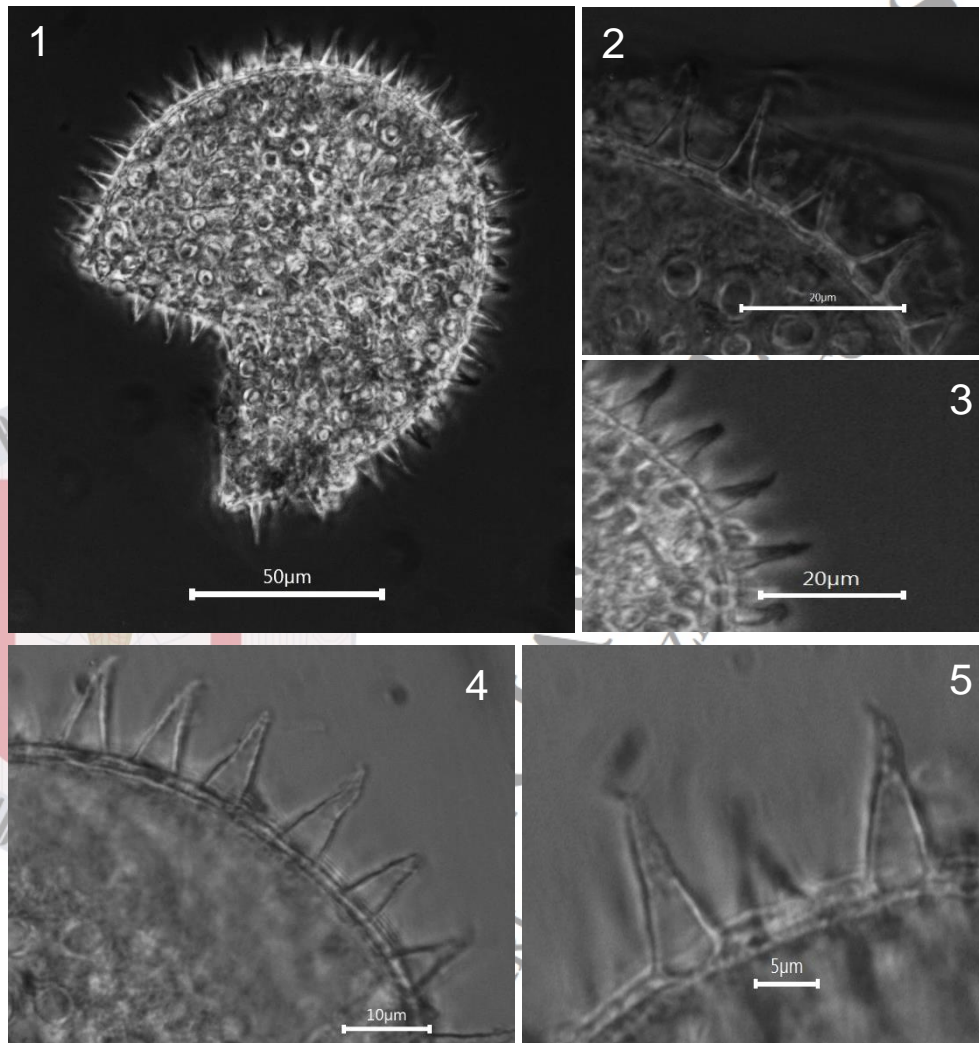
Huevos incoloros, puestos libremente. Diámetro con procesos (123.4 – 124.1  $\mu\text{m}$ ), sin procesos (104.8 – 106.3  $\mu\text{m}$ ), altura del proceso (11.1 – 12.8  $\mu\text{m}$ ). 42 procesos cónicos en la circunferencia.



FACULTAD DE CIENCIAS  
BIBLIOTECA "BIÓL. MARÍA ANA GARZA BARRIENTOS"



**Figura 18.** 1, Aparato bucal provisto de dos macroplacoidas (vista ventral). 2, Cutícula provista de poros con distribución uniforme (vista dorsal), las flechas indican poros más grandes sólo en la pared dorsal. 3, Porción caudal



**Figura 19.** 1, Huevo. 2, Procesos cónicos. 3-5, Detalle de los procesos en la circunferencia del huevo.

FACULTAD DE  
BIBLIOTECA BIOL.

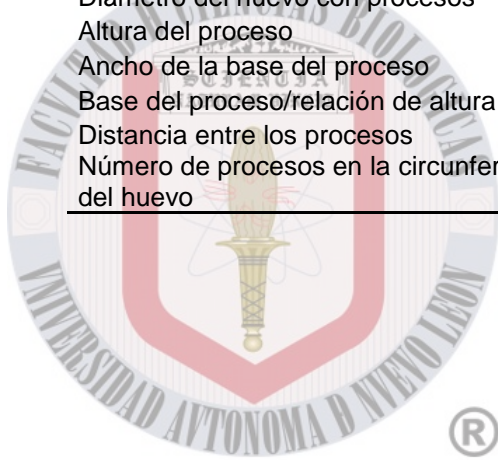
**Tabla 13.** Medidas (micrómetros) de estructuras seleccionadas de 11 especímenes de *Minibiotus sp.*, montado en Polyvinyl Alcohol (P.V.A). Los rangos referidos a Mínima y Máxima corresponden a la estructura más pequeña y más grande encontrada entre todos los especímenes medidos.

CARÁCTER	N	RANGO		MEDIA		SD	
		$\mu\text{m}$	$\text{pt}$	$\mu\text{m}$	$\text{pt}$	$\mu\text{m}$	$\text{pt}$
Longitud del cuerpo	11	194 – 624	622 – 1131	431	980	120	160
Tubo bucal	11	31.1 – 55.2	–	43.2	–	6.4	–
Longitud del tubo bucofaringeo	11	38.5 – 60.2	99.2 – 125.4	49.7	115.6	6.0	7.1
Inserción del estilete de soporte	10	25.4 – 42.1	72.1 – 81.6	32.0	75.0	5.0	2.7
Ancho externo	11	3.6 – 6.9	10.5 – 13.6	5.2	12.0	1.0	0.9
Ancho interno	11	1.3 – 3.8	4.3 – 7.9	2.5	5.8	0.7	1.0
Longitud de las placoidas							
Macroplacoida 1	11	5.2 – 10.5	12.9 – 19.0	7.1	16.3	1.6	1.7
Macroplacoida 2	11	3.9 – 8.7	12.2 – 15.9	6.0	13.8	1.5	1.5
Longitud de la Garra/Uña 1							
Rama primaria externa	10	9.3 – 13.8	19.8 – 31.2	11.2	25.4	1.6	3.3
Rama secundaria externa	7	5.6 – 10.6	10.2 – 23.4	8.3	18.9	1.9	4.6
Rama primaria interna	11	7.9 – 14.6	21.2 – 30.5	11.1	25.8	1.9	2.8
Rama secundaria interna	8	6.7 – 12.3	16.3 – 24.2	9.5	21.3	1.7	2.4
Longitud de la Garra/Uña 2							
Rama primaria externa	11	6.5 – 15.6	21.0 – 34.0	11.8	27.0	2.9	4.2
Rama secundaria externa	9	6.7 – 12.9	16.2 – 28.4	9.2	20.9	2.3	3.9
Rama primaria interna	10	6.6 – 15.6	21.3 – 34.2	11.7	27.2	3.1	4.5
Rama secundaria interna	9	6.3 – 12.4	15.5 – 26.3	9.4	21.4	2.1	3.8
Longitud de la Garra/Uña 3							
Rama primaria externa	10	8.2 – 15.6	24.3 – 32.9	11.8	27.8	2.3	3.0
Rama secundaria externa	8	7.8 – 12.9	19.0 – 26.9	9.6	21.9	1.7	2.6
Rama primaria interna	10	9.7 – 15.5	23.7 – 33.2	12.4	27.8	2.2	2.9
Rama secundaria interna	8	6.5 – 12.6	15.8 – 24.6	9.7	21.8	1.8	2.9
Longitud de la Garra/Uña 4							
Rama primaria anterior	11	9.5 – 17.0	26.5 – 38.3	13.3	30.6	2.6	3.5
Rama secundaria anterior	11	6.6 – 16.2	20.1 – 36.6	10.8	24.8	3.2	5.2
Rama primaria posterior	11	9.6 – 17.2	25.6 – 38.7	13.7	31.8	2.6	3.9
Rama secundaria posterior	11	6.1 – 14.8	16.3 – 31.4	9.8	22.5	2.9	4.7



**Tabla 14.** Medidas en micrómetros de estructuras seleccionadas del huevo de *Minibiotus sp.* Montado en medio P.V.A (N= número de huevos/ estructuras medidas. El rango referido a Mínima y Máxima corresponden a la estructura más pequeña y más grande encontrada entre todos los especímenes medidos; SD- desviación estándar).

CARÁCTER	N	RANGO	MEDIA	SD
Diámetro del huevo sin procesos	2	104.8 – 106.3	105.6	1.0
Diámetro del huevo con procesos	2	123.4 – 124.1	123.8	0.5
Altura del proceso	6	11.1 – 12.8	11.9	0.8
Ancho de la base del proceso	6	5.0 – 6.3	5.4	0.5
Base del proceso/relación de altura	6	40% – 56%	46%	7%
Distancia entre los procesos	6	2.5 – 4.8	3.8	0.9
Número de procesos en la circunferencia del huevo	2	42 – 42	42.0	0.0



FACULTAD DE CIENCIAS  
BIBLIOTECA "BIÓL. MARÍA ANA GARZA BARRIELOS"

## 9. DISCUSIÓN.

### 9.1. Problemas taxonómicos

Durante el proceso de identificación de los ejemplares colectados en las localidades de Los lirios en Arteaga, Coahuila y el Cerro de la Silla, Nuevo León se presentaron diversos problemas que impidieron observar a detalle las estructuras morfológicas, tal es el caso de la posición del espécimen al ser montado en laminillas, lo que provocó que estructuras de importancia taxonómica quedaran en una mala posición para ser observadas y medidas.

Partiendo de las premisas de Guidetti y Bertolani (2005) los principales problemas relacionados con la taxonomía de tardígrados han sido resultado de:

- 1) descripciones de especies utilizando criterios muy antiguos, ahora obsoletos,
- 2) diferentes criterios utilizados para describir una misma especie,
- 3) la ausencia de datos que indiquen la variabilidad dentro de la especie, y
- 4) la ausencia de una clave taxonómica actualizada del phylum.

Otros problemas también pueden derivar de la dificultad de encontrar las referencias taxonómicas (especialmente las más antiguas) y ubicar el material tipo.

### 9.2. Análisis morfológico

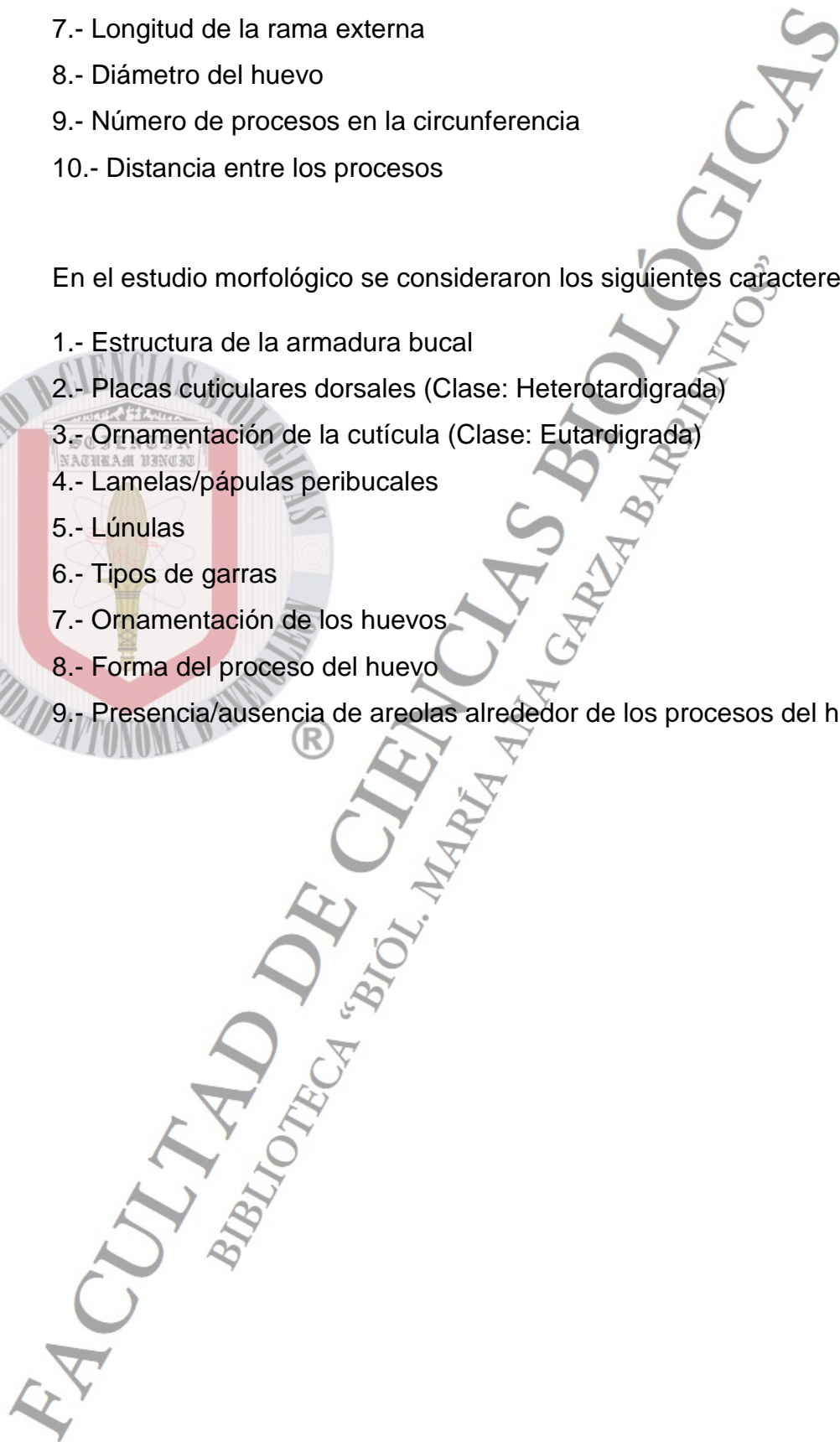
El estudio morfométrico fue considerado en base a nueve caracteres que se consideran como peso de taxonómico, de los cuales 3 corresponden al huevo.

- 1.- Longitud del cuerpo
- 2.- Longitud del tubo bucal
- 3.- Longitud de la lámina ventral
- 4.- Inserción del soporte del estilete
- 5.- Ancho externo
- 6.- Longitud de las Placoidas

- 7.- Longitud de la rama externa
- 8.- Diámetro del huevo
- 9.- Número de procesos en la circunferencia
- 10.- Distancia entre los procesos

En el estudio morfológico se consideraron los siguientes caracteres

- 1.- Estructura de la armadura bucal
- 2.- Placas cuticulares dorsales (Clase: Heterotardigrada)
- 3.- Ornamentación de la cutícula (Clase: Eutardigrada)
- 4.- Lamelas/pápulas peribucales
- 5.- Lúnulas
- 6.- Tipos de garras
- 7.- Ornamentación de los huevos
- 8.- Forma del proceso del huevo
- 9.- Presencia/ausencia de areolas alrededor de los procesos del huevo



Se examinaron un total de cuarenta y ocho ejemplares pertenecientes a la especie *Cornechiniscus lobatus*, treinta y tres de ellos concuerdan con las características descritas con respecto a la coloración rojiza señalada por Ramazzotti y Maucci (1983), y sólo 15 ejemplares colectados en la misma localidad mostraron una coloración verde. Hasta el momento no se han registrado ejemplares que muestren una variación de color, y este puede ser considerado un rasgo posiblemente específico para el diagnóstico de *C. lobatus*, por lo que se ha considerado que la coloración del cuerpo de los especímenes pudo ser consecuencia de los pigmentos ingeridos, debido a la dieta que estos tienden a consumir, por lo que no se descartaría y como un criterio válido para definir nueva especie, ya que los ejemplares cumplen con las características morfológicas del holotipo.

*Mesobiotus diffusus* pertenece al “grupo *harmsworthi*”, el cual es un complejo cosmopolita con 45 especies conocidas (Kaczmarek et al., 2011; Degma et al., 2017). Las especies pertenecientes a este grupo son caracterizadas por poseer tres macroplacoidas en forma de barras cortas y microplacoidas situadas muy cerca de ellas, así como huevos con procesos cónicos (Kaczmarek et al., 2011).

Se examinaron 2 especímenes y 1 huevo pertenecientes a la especie *Mesobiotus diffusus*, que se distingue de otras especies del grupo *harmsworthi* por presentar ausencia de espuelas en las garras, ojos ausentes, procesos de huevo que terminan con uno o pocos filamentos finos y flexibles.

De acuerdo con la descripción realizada por Binda y Pilato (1987), reportan una longitud del cuerpo de 355  $\mu\text{m}$ , con respecto a los ejemplares examinados (391 – 529  $\mu\text{m}$ ). Longitud del tubo bucal 37.5  $\mu\text{m}$  y 6.2  $\mu\text{m}$  de ancho reportado, (41.3 – 46.8  $\mu\text{m}$  y 6.8 – 9.0  $\mu\text{m}$  en ejemplares examinados). Inserción del soporte del estilete  $pt=77 - 78.76\%$  reportado, (74.9 – 75.3 % en ejemplares examinados). Longitud de las macroplacoidas 5.44, 5.15 y 5.73  $\mu\text{m}$  mostrando una secuencia de  $1 \leq 2 < 3$  en la descripción original, que resultó igual para el espécimen de *M. diffusus* examinado ( $pt= 11.3, 9.8$  y  $12.7\%$ ). Longitud de la

rama externa 10.9-11.47  $pt=27.17-28.62\%$  reportado Binda y Pilato (1987), ( $pt=31.8 - 36.7\%$  en ejemplares examinados). Diámetro del huevo excluyendo los procesos 58 – 81  $\mu\text{m}$ , (66.9  $\mu\text{m}$  en el ejemplar examinado).

El género *Paramacrobotus* se caracteriza por la presencia de tres macroplacoidas en configuración  $2 < 1 < 3$ , la presencia de microplacoidas (ubicada a gran distancia de la tercera macroplacoida para el subgénero *Microplacoidus*) o ausencia de microplacoidas (subgénero *Paramacrobotus*) (Kaczmarek et al.,2017).

La descripción realizada por Pilato et al. (2012) del holotipo de *Paramacrobotus* (*P.*) cf. *Klymenki* presenta una variación significativa en el ( $pt$ ) en la longitud del cuerpo, y en la longitud de las ramas externas de las garras I-III, incluyendo el par de garras IV en la rama primaria anterior y posterior, sin embargo, las medidas del holotipo abarcan los rangos referidos a mínima y máxima de las estructuras encontradas de los ejemplares medidos. Los rangos referidos al diámetro del huevo sin procesos varían considerablemente siendo para el holotipo de 69 – 71  $\mu\text{m}$ , mientras que para los ejemplares examinados resultó de 81.2 – 114.6  $\mu\text{m}$ . Adicionalmente, los ejemplares examinados no presentaron ojos, como se observó en la descripción del holotipo y paratipos, esto pudo deberse a que al ser fijados en laminillas ya sea con Hoyer ó P.V.A estas manchas oculares pudieran haberse desvanecido, por lo que, se considera como una característica poco, o nada relevante.

*Calcarobiotus* (*D.*) cf. *polygonatus* se identificó utilizando las claves de especies del género *Calcarobiotus*, propuestas por Kaczmarek et al. (2007), basadas en la presencia de las garras tipo *Calcarobiotus* en todas las patas, excepto por la pata IV, ya que ésta es diferente en su estructura de los demás pares. Binda y Guglielmino (1991) especifican que, la longitud del cuerpo varía de 250 – 380  $\mu\text{m}$  en el holotipo (372  $\mu\text{m}$  en ejemplar examinado), la longitud del tubo bucal, el ancho externo y la inserción del soporte del estilete no presentan variación significativa en el ejemplar examinado. En el espécimen determinado como *C* (*D.*) cf. *polygonatus* fue posible observar características del huevo, lo cuál puede ser un complemento determinante en su identificación

taxonómica, sin embargo, los reportes anteriores y la misma descripción del holotipo de esta especie no hacen mención de las características del huevo.

Debido a la elevada cantidad de especies de tardígrados limnoterrestres, y al poco conocimiento de estos en muchas regiones del país, no es de extrañarse que en estudios recientes se registren potencialmente nuevas especies para la ciencia, como producto de nuevas investigaciones taxonómicas.

En el caso de la familia Macrobiotidae se detectó una especie que pudiera ser nueva para la ciencia, correspondientes al género *Minibiotus* sp. A pesar de que en los últimos años este género ha estado sometido a revisiones taxonómicas detalladas y la descripción de nuevas especies (Claxton, 1998; Guidetti et al., 2007; Stec et al., 2015), las diferencias morfológicas observadas en los adultos y los huevos no corresponden con las especies del género descritas hasta el momento. Desde luego dicho género requiere de un examen cuidadoso particularmente en lo que concierne la cavidad oral, debido a que se observó una rara forma de pápulas peribucales pudiéndose confundir con lamelas miniaturizadas, debido a que las pápulas desafortunadamente son muy difíciles de identificar bajo microscopio óptico y por ende la especie podría cambiar radicalmente de género pasando a ser *Macrobiotus* sp. Sólo con imágenes de microscopía electrónica de barrido, podría revelarse si son o no pápulas.

Un diagnóstico correcto y específico es esencial no solo en estudios taxonómicos sino también en el estudio de cualquier aspecto de la biología de un organismo y resulta imperativo que este diagnóstico se apegue al conocimiento de la gama de variabilidad intraespecífica de los caracteres tomados a consideración.

La mayoría de las descripciones proporcionan mediciones cuidadosas de estructuras morfológicas, pero esto debe considerarse con cautela, ya que existen diferencias significativas de mediciones entre los holotipos, paratipos y los ejemplares examinados, ya que estos últimos presentaron diferencias

significativas que podrían considerarse como amplias. Sin embargo, se adolece de estudios estadísticos que comprueben una variación intraespecífica amplia.

Por otra parte, de acuerdo con Kosztyla et al., (2016) las condiciones ambientales pueden afectar las dimensiones de los rasgos morfométricos ampliamente utilizados en la taxonomía de tardígrados.

En función de lo encontrado en el presente estudio los ejemplares examinados corresponden a las descripciones realizadas previamente, no obstante, algunas características morfométricas varían significativamente en las especies *Mesobiotus diffusus*, *Paramacrobotus (P). cf. klymenki* y *Calcarobiotus (D). cf. polygonatus*, lo que sugeriría que posiblemente se tratara de nuevas especies, sin embargo, aún no pueden considerarse como tales, ya que en apego a la regla empírica para la delimitación morfométrica de especies de tardígrados propuesta por Kosztyla et al., (2016) sugiere que si la diferencia en las medidas para un rasgo morfométrico es menor al 20% (pt) del rango de rasgos en las poblaciones comparadas, no deberían considerarse suficiente para la diferenciación de especies. De aquí se deriva la imperiosa necesidad de recurrir en un futuro próximo a estudios moleculares para encontrar una respuesta contundente.

Hasta el momento han sido reportadas un total de 48 especies para México, incluyendo los 3 nuevos registros que han sido reportados en el presente trabajo. Además, 16 de los taxa reportados representan registros bastantes dudosos y se cree que necesitan confirmación (Kaczmarek et al., 2014b).

El estudio de tardígrados limnoterrestres en México es aún un trabajo incompleto, ya que existen zonas geográficas dónde las colectas y el estudio de tardígrados limnoterrestres, dulceacuícolas e incluso marinos, no han sido emprendidos, ni considerados. En consecuencia, la biodiversidad de tardígrados aún queda lejos de ser elucidada, principalmente, entre otras razones, por las complicaciones en su morfología que presentan para poder ser diferenciados de otras especies.

## 10. CONCLUSIONES

- Las especies presentes en musgos del área de estudio corresponden a nuevos registros para México (*Mesobiotus diffusus*, *Paramacrobotus* (*P.*) cf. *klymenki* y *Calcarobiotus* (*D.*) cf. *polygonatus*).
- *Cornechiniscus lobatus*, representa un nuevo registro para el estado de Coahuila.
- La utilización de caracteres morfológicos y morfométricos son indispensables para la identificación a nivel especie. No obstante, la necesidad de herramientas moleculares se revela necesaria para una identificación precisa e inequívoca.
- Las condiciones ambientales podrían haber afectado las dimensiones de los rasgos morfométricos, pero estos al ser inferiores al 20% del valor de *pt*, no pueden considerarse como definitivos para la definición de nuevas especies.
- *Minibiotus* sp. podría considerarse potencialmente una nueva especie para la ciencia.



## 11. LITERATURA CITADA

Beasley, C.W. (1972). Some tardigrades from Mexico. *South western Naturalist* 17(1): 21–29. doi: 10.2307/3669835.

Beasley, C.W., Ł. Kaczmarek y Ł. Michalczyk. (2008). *Doryphoribius mexicanus*, a new species of Tardigrada (Eutardigrada, Hypsibiidae) from Mexico (North America). *Proceedings of the Biological Society of Washington* 121: 34– 40. doi: 10.2988/07-30.1.

Bertolani R. y L. Rebecchi. (1999). Tardigrada. *Encyclopedia of Reproduction*, Vol. 4 (Eds E. Knobil y J.D. Niell), pp. 703-718. Academic Press, San Diego, CA.

Binda, M.G. y G. Pilato. (1987). Tardigradi dell'africa. V: Notizie sui tardigradi del nordafrica e descrizione della nuova specie *Macrobotus diffusus*. *Animalia* 14 (1/3) 177-191, Catania. ISSN: 0391-7746.

Claps, M.C. y G. Rossi. (2002). Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento, Vol. III, Tardigrada; pp. 171–186, in: J.E. Llorente B. and J.J. Morrone (eds). J. México. D.F.: UNAM, CONABIO, ECOSUR y BAYER.

Claxton, Sandra K. (1998). A revision of the genus *Minibiotus* (Tardigrada: Macrobiotidae) with descriptions of eleven new species from Australia. *Records of the Australian Museum* 50(2): 125–160. doi:10.3853/j.0067-1975.50.1998.1276.

Cheung, Carmen M. (2012). Tardigrade phylogenetic systematics at the family level using morphological and molecular data. Thesis Master of Science. McMaster University Hamilton, Ontario.

- Degma, P., R. Bertolani y R. Guidetti. Actual checklist of Tardigrada species. (2009 - 2017). <http://www.tardigrada.modena.unimo.it/miscellanea/Actual%20checklist%20of%20Tardigrada.pdf>, pp. 40. Consultado en noviembre-2017.
- Dueñas-Cedillo, A. (2012). Composición de la comunidad de tardígrados asociados a los musgos de Milpa Alta (CICS). Tesis de Licenciatura, Ciudad de México. Instituto Politécnico Nacional. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas.
- Garey, J., M. Krotec, D. Nelson y J. Brooks. (1996). Molecular Analysis Supports a Tardigrade – Arthropod Association. *Invertebrates Biology*. 115 (1), 79-88. doi: 10.2307 / 3226943.
- Guidetti, R. y R. Bertolani. (2001). An evolutionary line of the Macrobiotinae (Tardigrada, Macrobiotidae): *Calcaribiotus* and related species. *Italian Journal of Zoology* 68:229–233.
- Guidetti, R. y R. Bertolani. (2005). Tardigrade taxonomy: an updated checklist of the taxa and a list of characters for their identification. *Zootaxa* 845: 1-46.
- Guidetti, R., R.O. Schill, R. Bertolani, T. Dandekar, M. Wolf. (2009). New molecular data for tardigrade phylogeny, with the erection of *Paramacrobiotus* gen. nov. *J. Zool. Syst. Evol. Res* 47:315-321.
- Guidetti, R., T. Altiero, L. Rebecchi. (2011). On dormancy strategies in tardigrades. *J. Insect Physiol.* 57, 567–576.
- Guidetti, R., T. Altiero, T. Marchioro, L. Sarzi, A.M. Avdonina, R. Bertolani, L. Rebecchi. (2012). Form and function of the feeding apparatus in Eutardigrada (Tardigrada). *Zoomorphology* 131:127-148. DOI 10.1007/s00435-012-0149-0.
- Goeze, J. A. E. (1773). Über den kleinen Wasserbar. In K. Bonnet (ed). *Abhandl. A. D. Insektologie (aus d. Franzos. Übers. usw)*. 2. Beobachtg., pp. 67, 145-210.

- Hand, S.C., (1991). Metabolic Dormancy in Aquatic Invertebrates. *Advances in Comparative and Environmental Physiology*, vol. 8. Springer-Verlag, Berlin, pp. 1–50.
- Heinis, F. (1911). Beitrag zur Kenntnis der zentral American ischen Moos fauna. *Revue Suisse de Zoologie* 19: 253–266.
- INEGI, 2015. Anuario estadístico y geográfico de Nuevo León/ Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.
- INEGI, 2015. Anuario estadístico y geográfico de Coahuila/ Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.
- Jönsson, K. I., E. Rabbow, R. O. Schill, M. Harms-Ringdahl y Petra Rettberg. (2008). Tardigrades survive exposure to space in low Earth orbit. *Current Biol.* 18: R729-R731 (9 September 2008).
- Kaczmarek, Ł., Ł. Michalczyk. (2004). A new species *Bryodelphax asiaticus* (Tardigrada: Heterotardigrada: Echiniscidae) from Mongolia (Central Asia). *Bull Zool* 52:599–602.
- Kaczmarek, Ł. Ł. Michalczyk, P. Degma. (2005). A new species of Tardigrada *Bryodelphax brevidentatus* sp. nov. (Heterotardigrada: Echiniscidae) from China (Asia). *Zootaxa* 1080:33–38.
- Kaczmarek, Ł., Ł. Michalczyk y Roberto Guidetti. (2006). Description of the new species *Calcarobiotus* (C.) *longinoi* sp. nov. (Eutardigrada, Macrobiotidae) from Costa Rica with the diagnostic key to the genus *Calcarobiotus*, *Italian Journal of Zoology*, 73:3, 247-253, DOI: 10.1080/11250000600831642.
- Kaczmarek, Ł., D. Diduszko y Ł. Michalczyk. (2011). New records of Mexican Tardigrada. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82(4): 1324–1327. doi: 10.7550/rmb.28817.

Kaczmarek, Ł., J. Cytan, K. Zawierucha, D. Diduszko, y Ł. Michalczyk. (2014). Tardigrades from Peru (South America), with descriptions of three new species of Parachela. *Zootaxa*, 3790(2): 357–379. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3790.2.5>.

Kaczmarek, Ł., Ł. Michalczyk y S.J. McInnes. (2014b). Annotated zoogeography of non-marine Tardigrada. Part I: Central America. *Zootaxa* 3763(1): 1-62. doi: 10.11646/zootaxa.3763.1.1.

Kaczmarek, Ł., Ł. Michalczyk y S.J. McInnes. (2015). Annotated zoogeography of non-marine Tardigrada. Part II: South America. *Zootaxa* 3923: 1-107. doi: 10.11646/zootaxa.3923.1.1.

Kristensen, R. M. (1987). Generic revision of the Echiniscidae (Heterotardigrada), with a discussion of the origin of the family. *Biology of Tardigrades, Selected Symposia and Monographs No. 1*. Mucchi, Modena: 261-335.

Kosztyla, P., D. Stec, W. Morek, P. Gasiorek, K. Zawierucha, M. Klaudia, J. Ufir, D. Małek, K. Hlebowicz, A. Laska, M. Dudziak, M. Frohme, Z. Prokop, Ł. Kaczmarek y Ł. Michalczyk. (2016). Experimental taxonomy confirms the environmental stability of morphometric traits in a taxonomically challenging group of microinvertebrates. *Zoological Journal of the Linnean Society. Special Issue: 13th International Symposium on Tardigrada*. DOI : 10.1111/zoj.12409

Marley, N. J., S. J. McInnes y C. J. Chester. (2011). "Phylum Tardigrada: A reevaluation of the Parachela " *Zootaxa*: 2819:2851- 2864.

May, R.M. (1948). Nouveau genre et espèce de Tardigrade du Mexique: *Haplomacrobotus hermosillensis*. *Bulletin de la Société Zoologique de France* 73: 95–97.

Michalczyk, Ł. y Ł. Kaczmarek. (2003). A description of the new tardigrade *Macrobotus reinhardti* (Eutardigrada: Macrobiotidae, *harmsworthi* group) with some remarks on the oral cavity armature within the genus

*Macrobotus* Schultze. *Zootaxa*, 331: 1–24. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.242.1.1>.

Michalczyk, Ł. y Ł. Kaczmarek. (2013). The Tardigrada Register: a comprehensive online data repository for tardigrade taxonomy. *Journal of Limnology*, 72 (S1), 175–181. <http://dx.doi.org/10.4081/jlimnol.2013.s1.e22>

Moreno-Talamantes, A., M. Roszkowska, P. Ríos-Guayasamín, J. J. Flores-Maldonado y Ł. Kaczmarek. (2015). First record of *Dactylobiotus parthenogeneticus* Bertolani, (1982). (Eutardigrada: Murrayidae) in Mexico, Check List, [S.], v. 11, n. 4, p. 1723. ISSN1809-127X. Available at: <http://biotaxa.org/cl/article/view/11.4.1723>. Doi: <http://dx.doi.org/10.15560/11.4.1723>.

Nelson, D. R. (1982). Developmental biology of the Tardigrada. *Developmental Biology of Freshwater Invertebrates* (Eds F. Harrison y R. Cowden), pp. 363-348. Alan R. Liss, New York.

Nelson, D. R., y R. P. Higgins. (1990). Tardigrada. *Soil Biology Guide*. Chap. 15. Pp 393- 419. Nelson, D. R. y Marley N. J. 2000. The biology and ecology of lotic Tardigrada. *Freshwater Biology*, 44: 93-109.

Nelson, D. R. y N. J. Marley. (2000). "The biology and ecology of lotic Tardigrada." *Freshwater Biology* 44 93-108.

Nelson, D. R. (2001). Tardigrada. En: J. Thorp y A. Covich (Eds.) *Ecology and classification of North American freshwater invertebrates*. Segunda Edición, San Diego Academic Press. pp. 527-550.

Nelson, D. R. (2002). "Current Status of the Tardigrada: Evolution and Ecology." *Integrative and Comparative Biology* 42(3): 652-659.

Nelson, D. R., R. Guidetti y L. Rebecchi. (2010). Tardigrada. *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrate*. J. H. Thorp and A. P. Covich. San Diego, CA, Academic Press: 455-484.

- Nelson, D. R., R. Guidetti, L. Rebecchi. (2015). Phylum Tardigrada. In: Thorp JH, Rogers DC, editors. Ecology and general biology. Thorp and Covich's freshwater invertebrates: volume 1. 4th ed.
- Pérez-Pech, W. A., A. Anguas-Escalante, L. Q. Cutz-Pool, y R. Guidetti. (2017). *Doryphoribius chetumalensis* sp. nov. (Eutardigrada: Isohypsibiidae) a new tardigrade species discovered in an unusual habitat of urban areas of Mexico, Zootaxa 4344 (2), pp. 345-356: 347-352.
- Pilato, G. (1981). Analisi di nuovi caratteri nello studio degli Eutardigradi. *Animalia* 8:51–57.
- Pilato, G. (1982). "The systematics of Eutardigrada." *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research* 20(4): 271-284.
- Pilato, G., M. G. Binda y O. Lisi. (2002). Notes on tardigrades of the Seychelles with the description of two new species. *Boll Acad Gioenia Sci Nat* 35:503–517.
- Pilato, G. y O. Lisi. (2006). Notes on some tardigrades from southern Mexico with description of three new species. *Zootaxa* 1236: 53–68.
- Pilato, G., P. Fontoura, O. Lisi. (2007). Remarks on the *Echiniscus viridis* group, with the description of a new species (Tardigrada, Echiniscidae). *J Limnol* 66(Suppl. 1):33–39.
- Pilato, G. y M. G. Binda. (2010). Definition of families, subfamilies, genera and subgenera of the Eutardigrada, and keys to their identification. *Zootaxa* 2404: 1– 54.
- Pilato, G., Y. Kiosya, O. Lisi y G. Sabella. (2012). New records of Eutardigrada from Belarus with the description of three new species. *Zootaxa*, 3179, 39–60.
- Rahm, G. (1937). A new order of tardigrades from the hot springs of Japan *Annotationes Zoologicae Japonenses* 16: 219-230.

- Ramazzotti, G. y W. Maucci. (1983). The phylum Tardigrada – 3rd edition: English translation by C. W. Beasley. Mem. Ist. Ital. Idrobiol. Dott. Marco de Marchi 41: 1B680.
- Rebecchi, L. y R. Bertolani. (1988). "New cases of parthenogenesis and polyploidy in the genus Ramazzottius (Tardigrada, Hypsibiidae) and a hypothesis concerning their origin." International journal of invertebrate reproduction and development 14(2-3): 187-196.
- Rebecchi, L., y D. R. Nelson. (1998). Evaluation of a secondary sex carácter in eutardigrades. Invertebrate Biology, 117 (3), 1994-198.
- Rebecchi, L., M. Cesari, T. Altiero, A. Frigieri y R. Guidetti (2009). Survival and DNA degradation in anhydrobiotic tardigrades. J. Exper. Biol. 212: 4033-4039.
- Romano, F. III., M. Gallo, R. D'Adaabbo, G. Accogli, J. Baguley y P. Montagna. (2011). Deep-sea tardigrades in the northern Gulf of Mexico with a description of a new species of Coronarctidae (Tardigrada: Arthrotardigrada), *Coronarctus mexicus*. Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research.49 (Suppl. 1), 48-52.
- Spallanzani, L. (1776). Opúscoli di Física Animale, e Vegetabile. Vol. 2. II Tardigrado., Opusculo 4:222
- Schuster, R.O. (1971). Tardigrada from Barranca del Cobre, Sinaloa and Chihuahua, México. Proceedings of the Biological Society of Washington 84: 213–224.
- Schuster, R. O. (1980). "Systematic criteria of the Eutardigrada." Transactions of the American Microscopical Societ: 99(93):284-393.
- Stec, D., P. Gasiorek, W. Morek, P. Kosztyła, K. Zawierucha, K. Michno, Ł. Kaczmarek, Z. M. Prokop, Ł. Michalczyk. (2016). Estimating optimal sample size for tardigrade morphometry. Zoological Journal of the Linnean Society. Special Issue: 13th International Symposium on Tardigrada. DOI: 10.1111/zoj.12404.

Tumanov, D. V. (2006). Five new species of the genus *Milnesium* (Tardigrada, Eutardigrada, Milnesiidae). *Zootaxa*, 1122: 1 – 23.

Tumanov, D. V. (2007). Three new species of *Macrobotus* (Eutardigrada, Macrobiotidae, *tenuis*-group) from Tien Shan (Kirghizia) and Spitsbergen. *J Limnol* 66 (Suppl. 1):40–48.

Vega-Aguilar, M. (2014). Tardígrados (PHYLUM TARDIGRADA) presentes en musgo (CLASE BRYOPSIDA) de la localidad de las Cascadas, Cerro de la Silla, Guadalupe, Nuevo León, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencias Biológicas.



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
BIBLIOTECA "BIÓL. MARÍA ANA GARZA BARRIENTOS"



## ANEXO

Especies de tardígrados depositadas en la Colección Cracinológica de la Facultad de Ciencias Biológicas, FCB-UANL.

Especie	Catálogo
ART-4/001 Echiniscidae/ <i>Cornechiniscus lobatus</i> Ramazzotti, 1943	FCB-UANL TARDI-12 LAM-0012
ART-4/001 Echiniscidae/ <i>Cornechiniscus lobatus</i> Ramazzotti, 1943	FCB-UANL TARDI-12 LAM-0013
ART-4/001 Echiniscidae/ <i>Cornechiniscus lobatus</i> Ramazzotti, 1943	FCB-UANL TARDI-12 LAM-0014
ART-4/001 Echiniscidae/ <i>Cornechiniscus lobatus</i> Ramazzotti, 1943	FCB-UANL TARDI-12 LAM-0015
ART-4/001 Echiniscidae/ <i>Cornechiniscus lobatus</i> Ramazzotti, 1943	FCB-UANL TARDI-12 LAM-0016
ART-4/001 Echiniscidae/ <i>Cornechiniscus lobatus</i> Ramazzotti, 1943	FCB-UANL TARDI-12 LAM-0017
ART-4/001 Echiniscidae/ <i>Cornechiniscus lobatus</i> Ramazzotti, 1943	FCB-UANL TARDI-12 LAM-0018
ART-4/001 Echiniscidae/ <i>Cornechiniscus lobatus</i> Ramazzotti, 1943	FCB-UANL TARDI-12 LAM-0019
ART-4/001 Echiniscidae/ <i>Cornechiniscus lobatus</i> Ramazzotti, 1943	FCB-UANL TARDI-12 LAM-0020
ART-4/001 Echiniscidae/ <i>Cornechiniscus lobatus</i> Ramazzotti, 1943	FCB-UANL TARDI-12 LAM-0021
ART-4/001 Echiniscidae/ <i>Cornechiniscus lobatus</i> Ramazzotti, 1943	FCB-UANL TARDI-12 LAM-0022
ART-4/001 Echiniscidae/ <i>Cornechiniscus lobatus</i> Ramazzotti, 1943	FCB-UANL TARDI-12 LAM-0023
ART-4/001 Echiniscidae/ <i>Cornechiniscus lobatus</i> Ramazzotti, 1943	FCB-UANL TARDI-12 LAM-0024
ART-4/001 Echiniscidae/ <i>Cornechiniscus lobatus</i> Ramazzotti, 1943	FCB-UANL TARDI-12 LAM-0025
ART-4/001 Echiniscidae/ <i>Cornechiniscus lobatus</i> Ramazzotti, 1943	FCB-UANL TARDI-12 LAM-0026
ART-4/001 Echiniscidae/ <i>Cornechiniscus lobatus</i> Ramazzotti, 1943	FCB-UANL TARDI-12 LAM-0027
ART-4/001 Echiniscidae/ <i>Cornechiniscus lobatus</i> Ramazzotti, 1943	FCB-UANL TARDI-12 LAM-0028
ART-4/001 Echiniscidae/ <i>Cornechiniscus lobatus</i> Ramazzotti, 1943	FCB-UANL TARDI-12 LAM-0029
ART-4/001 Echiniscidae/ <i>Cornechiniscus lobatus</i> Ramazzotti, 1943	FCB-UANL TARDI-12 LAM-0030
ART-4/001 Echiniscidae/ <i>Cornechiniscus lobatus</i> Ramazzotti, 1943	FCB-UANL TARDI-12 LAM-0031
ART-4/001 Echiniscidae/ <i>Cornechiniscus lobatus</i> Ramazzotti, 1943	FCB-UANL TARDI-12 LAM-0032

ART-4/001 Echiniscidae/ <i>Cornechiniscus lobatus</i> Ramazzotti, 1943	FCB-UANL TARDI-12 LAM-0033
ART-4/001 Echiniscidae/ <i>Cornechiniscus lobatus</i> Ramazzotti, 1943	FCB-UANL TARDI-12 LAM-0034
ART-4/001 Echiniscidae/ <i>Cornechiniscus lobatus</i> Ramazzotti, 1943	FCB-UANL TARDI-12 LAM-0035
ART-4/001 Echiniscidae/ <i>Cornechiniscus lobatus</i> Ramazzotti, 1943	FCB-UANL TARDI-12 LAM-0036
ART-4/001 Echiniscidae/ <i>Cornechiniscus lobatus</i> Ramazzotti, 1943	FCB-UANL TARDI-12 LAM-0037
ART-4/001 Echiniscidae/ <i>Cornechiniscus lobatus</i> Ramazzotti, 1943	FCB-UANL TARDI-12 LAM-0038
ART-4/001 Echiniscidae/ <i>Cornechiniscus lobatus</i> Ramazzotti, 1943	FCB-UANL TARDI-12 LAM-0039
ART-4/001 Echiniscidae/ <i>Cornechiniscus lobatus</i> Ramazzotti, 1943	FCB-UANL TARDI-12 LAM-0040
ART-4/001 Echiniscidae/ <i>Cornechiniscus lobatus</i> Ramazzotti, 1943	FCB-UANL TARDI-12 LAM-0041
ART-4/001 Echiniscidae/ <i>Cornechiniscus lobatus</i> Ramazzotti, 1943	FCB-UANL TARDI-12 LAM-0042
ART-4/001 Echiniscidae/ <i>Cornechiniscus lobatus</i> Ramazzotti, 1943	FCB-UANL TARDI-12 LAM-0043
ART-4/002 Echiniscidae/ <i>Cornechiniscus lobatus</i> Ramazzotti, 1943	FCB-UANL TARDI-12 LAM-0044
ART-4/002 Echiniscidae/ <i>Cornechiniscus lobatus</i> Ramazzotti, 1943	FCB-UANL TARDI-12 LAM-0045
ART-4/002 Echiniscidae/ <i>Cornechiniscus lobatus</i> Ramazzotti, 1943	FCB-UANL TARDI-12 LAM-0046
ART-4/002 Echiniscidae/ <i>Cornechiniscus lobatus</i> Ramazzotti, 1943	FCB-UANL TARDI-12 LAM-0047
ART-4/002 Echiniscidae/ <i>Cornechiniscus lobatus</i> Ramazzotti, 1943	FCB-UANL TARDI-12 LAM-0048
ART-4/002 Echiniscidae/ <i>Cornechiniscus lobatus</i> Ramazzotti, 1943	FCB-UANL TARDI-12 LAM-0049
ART-4/002 Echiniscidae/ <i>Cornechiniscus lobatus</i> Ramazzotti, 1943	FCB-UANL TARDI-12 LAM-0050
ART-4/002 Echiniscidae/ <i>Cornechiniscus lobatus</i> Ramazzotti, 1943	FCB-UANL TARDI-12 LAM-0051
ART-4/002 Echiniscidae/ <i>Cornechiniscus lobatus</i> Ramazzotti, 1943	FCB-UANL TARDI-12 LAM-0052
ART-4/002 Echiniscidae/ <i>Cornechiniscus lobatus</i> Ramazzotti, 1943	FCB-UANL TARDI-12 LAM-0053
ART-4/002 Echiniscidae/ <i>Cornechiniscus lobatus</i> Ramazzotti, 1943	FCB-UANL TARDI-12 LAM-0054
ART-4/002 Echiniscidae/ <i>Cornechiniscus lobatus</i> Ramazzotti, 1943	FCB-UANL TARDI-12 LAM-0055
ART-4/002 Echiniscidae/ <i>Cornechiniscus lobatus</i> Ramazzotti, 1943	FCB-UANL TARDI-12 LAM-0056
ART-4/002 Echiniscidae/ <i>Cornechiniscus lobatus</i> Ramazzotti, 1943	FCB-UANL TARDI-12 LAM-0057
ART-4/002 Echiniscidae/ <i>Cornechiniscus lobatus</i> Ramazzotti, 1943	FCB-UANL TARDI-12 LAM-0058
ART-4/002 Macrobiotidae/ <i>Mesobiotus diffusus</i> Binda y Pilato, 1987	FCB-UANL TARDI-22 LAM-0059
ART-4/002 Macrobiotidae/ <i>Mesobiotus diffusus</i> Binda y Pilato, 1987	FCB-UANL TARDI-22 LAM-0060

ART-4/002 Macrobiotidae/ Huevo de <i>Mesobiotus diffusus</i> Binda y Pilato, 1987	FCB-UANL TARDI-22 LAM-0061
CSNL-26/003 Macrobiotidae/ <i>Paramacrobiotus</i> ( <i>P.</i> ) cf. <i>klymenki</i> Pilato, Kiosya, Lisi y Sabella, 2012	FCB-UANL TARDI-22 LAM-0062
CSNL-26/003 Macrobiotidae/ <i>Paramacrobiotus</i> ( <i>P.</i> ) cf. <i>klymenki</i> Pilato, Kiosya, Lisi y Sabella, 2012	FCB-UANL TARDI-22 LAM-0063
CSNL-26/003 Macrobiotidae/ <i>Paramacrobiotus</i> ( <i>P.</i> ) cf. <i>klymenki</i> Pilato, Kiosya, Lisi y Sabella, 2012	FCB-UANL TARDI-22 LAM-0064
CSNL-26/003 Macrobiotidae/ <i>Paramacrobiotus</i> ( <i>P.</i> ) cf. <i>klymenki</i> Pilato, Kiosya, Lisi y Sabella, 2012	FCB-UANL TARDI-22 LAM-0065
CSNL-26/003 Macrobiotidae/ <i>Paramacrobiotus</i> ( <i>P.</i> ) cf. <i>klymenki</i> Pilato, Kiosya, Lisi y Sabella, 2012	FCB-UANL TARDI-22 LAM-0066
CSNL-26/003 Macrobiotidae/ <i>Paramacrobiotus</i> ( <i>P.</i> ) cf. <i>klymenki</i> Pilato, Kiosya, Lisi y Sabella, 2012	FCB-UANL TARDI-22 LAM-0067
CSNL-26/003 Macrobiotidae/ <i>Paramacrobiotus</i> ( <i>P.</i> ) cf. <i>klymenki</i> Pilato, Kiosya, Lisi y Sabella, 2012	FCB-UANL TARDI-22 LAM-0068
CSNL-26/003 Macrobiotidae/ <i>Paramacrobiotus</i> ( <i>P.</i> ) cf. <i>klymenki</i> Pilato, Kiosya, Lisi y Sabella, 2012	FCB-UANL TARDI-22 LAM-0069
CSNL-26/003 Macrobiotidae/ <i>Paramacrobiotus</i> ( <i>P.</i> ) cf. <i>klymenki</i> Pilato, Kiosya, Lisi y Sabella, 2012	FCB-UANL TARDI-22 LAM-0070
CSNL-26/003 Macrobiotidae/ <i>Paramacrobiotus</i> ( <i>P.</i> ) cf. <i>klymenki</i> Pilato, Kiosya, Lisi y Sabella, 2012	FCB-UANL TARDI-22 LAM-0071
CSNL-26/003 Macrobiotidae/ <i>Paramacrobiotus</i> ( <i>P.</i> ) cf. <i>klymenki</i> Pilato, Kiosya, Lisi y Sabella, 2012	FCB-UANL TARDI-22 LAM-0072
CSNL-26/003 Macrobiotidae/ <i>Paramacrobiotus</i> ( <i>P.</i> ) cf. <i>klymenki</i> Pilato, Kiosya, Lisi y Sabella, 2012	FCB-UANL TARDI-22 LAM-0073
CSNL-26/003 Macrobiotidae/ <i>Paramacrobiotus</i> ( <i>P.</i> ) cf. <i>klymenki</i> Pilato, Kiosya, Lisi y Sabella, 2012	FCB-UANL TARDI-22 LAM-0074
CSNL-26/003 Macrobiotidae/ <i>Paramacrobiotus</i> ( <i>P.</i> ) cf. <i>klymenki</i> Pilato, Kiosya, Lisi y Sabella, 2012	FCB-UANL TARDI-22 LAM-0075
CSNL-26/003 Macrobiotidae/ <i>Paramacrobiotus</i> ( <i>P.</i> ) cf. <i>klymenki</i> Pilato, Kiosya, Lisi y Sabella, 2012	FCB-UANL TARDI-22 LAM-0076
CSNL-26/003 Macrobiotidae/ <i>Paramacrobiotus</i> ( <i>P.</i> ) cf. <i>klymenki</i> Pilato, Kiosya, Lisi y Sabella, 2012	FCB-UANL TARDI-22 LAM-0077
CSNL-26/003 Macrobiotidae/ <i>Paramacrobiotus</i> ( <i>P.</i> ) cf. <i>klymenki</i> Pilato, Kiosya, Lisi y Sabella, 2012	FCB-UANL TARDI-22 LAM-0078
CSNL-26/003 Macrobiotidae/ <i>Paramacrobiotus</i> ( <i>P.</i> ) cf. <i>klymenki</i> Pilato, Kiosya, Lisi y Sabella, 2012	FCB-UANL TARDI-22 LAM-0079
CSNL-26/003 Macrobiotidae/ <i>Paramacrobiotus</i> ( <i>P.</i> ) cf. <i>klymenki</i> Pilato, Kiosya, Lisi y Sabella, 2012	FCB-UANL TARDI-22 LAM-0080
CSNL-26/003 Macrobiotidae/ <i>Paramacrobiotus</i> ( <i>P.</i> ) cf. <i>klymenki</i> Pilato, Kiosya, Lisi y Sabella, 2012	FCB-UANL TARDI-22 LAM-0081
CSNL-26/003 Macrobiotidae/ <i>Paramacrobiotus</i> ( <i>P.</i> ) cf. <i>klymenki</i> Pilato, Kiosya, Lisi y Sabella, 2012	FCB-UANL TARDI-22 LAM-0082
CSNL-26/003 Macrobiotidae/ <i>Paramacrobiotus</i> ( <i>P.</i> ) cf. <i>klymenki</i> Pilato, Kiosya, Lisi y Sabella, 2012	FCB-UANL TARDI-22 LAM-0083
CSNL-26/003 Macrobiotidae/ <i>Paramacrobiotus</i> ( <i>P.</i> ) cf. <i>klymenki</i> Pilato, Kiosya, Lisi y Sabella, 2012	FCB-UANL TARDI-22 LAM-0084
CSNL-26/003 Macrobiotidae/ <i>Paramacrobiotus</i> ( <i>P.</i> ) cf. <i>klymenki</i> Pilato, Kiosya, Lisi y Sabella, 2012	FCB-UANL TARDI-22 LAM-0085
CSNL-26/003 Macrobiotidae/ Huevo de <i>Paramacrobiotus</i> ( <i>P.</i> ) cf. <i>klymenki</i> Pilato, Kiosya, Lisi y Sabella, 2012	FCB-UANL TARDI-22 LAM-0086

CSNL-26/003 Macrobiotidae/ Huevo de <i>Paramacrobotus</i> ( <i>P</i> ). cf. <i>klymenki</i> Pilato, Kiosya, Lisi y Sabella, 2012	FCB-UANL TARDI-22 LAM-0087
CSNL-26/003 Macrobiotidae/ Huevo de <i>Paramacrobotus</i> ( <i>P</i> ). cf. <i>klymenki</i> Pilato, Kiosya, Lisi y Sabella, 2012	FCB-UANL TARDI-22 LAM-0088
CSNL-26/003 Macrobiotidae/ Huevo de <i>Paramacrobotus</i> ( <i>P</i> ). cf. <i>klymenki</i> Pilato, Kiosya, Lisi y Sabella, 2012	FCB-UANL TARDI-22 LAM-0089
CSNL-26/003 Macrobiotidae/ Huevo de <i>Paramacrobotus</i> ( <i>P</i> ). cf. <i>klymenki</i> Pilato, Kiosya, Lisi y Sabella, 2012	FCB-UANL TARDI-22 LAM-0090
CSNL-26/003 Macrobiotidae/ Huevo de <i>Paramacrobotus</i> ( <i>P</i> ). cf. <i>klymenki</i> Pilato, Kiosya, Lisi y Sabella, 2012	FCB-UANL TARDI-22 LAM-0091
CSNL-26/003 Macrobiotidae/ Huevo de <i>Paramacrobotus</i> ( <i>P</i> ). cf. <i>klymenki</i> Pilato, Kiosya, Lisi y Sabella, 2012	FCB-UANL TARDI-22 LAM-0092
CSNL-26/003 Macrobiotidae/ Huevo de <i>Paramacrobotus</i> ( <i>P</i> ). cf. <i>klymenki</i> Pilato, Kiosya, Lisi y Sabella, 2012	FCB-UANL TARDI-22 LAM-0093
CSNL-26/003 Macrobiotidae/ Huevo de <i>Paramacrobotus</i> ( <i>P</i> ). cf. <i>klymenki</i> Pilato, Kiosya, Lisi y Sabella, 2012	FCB-UANL TARDI-22 LAM-0094
CSNL-26/003 Macrobiotidae/ Huevo de <i>Paramacrobotus</i> ( <i>P</i> ). cf. <i>klymenki</i> Pilato, Kiosya, Lisi y Sabella, 2012	FCB-UANL TARDI-22 LAM-0095
CSNL-26/003 Macrobiotidae/ Huevo de <i>Paramacrobotus</i> ( <i>P</i> ). cf. <i>klymenki</i> Pilato, Kiosya, Lisi y Sabella, 2012	FCB-UANL TARDI-22 LAM-0096
CSNL-26/003 Macrobiotidae/ <i>Calcarobiotus</i> ( <i>D</i> ). cf. <i>polygonatus</i> Binda y Guglielmino, 1991	FCB-UANL TARDI-22 LAM-0097
CSNL-26/003 Macrobiotidae/ <i>Calcarobiotus</i> ( <i>D</i> ). cf. <i>polygonatus</i> Binda y Guglielmino, 1991	FCB-UANL TARDI-22 LAM-0098
CSNL-26/003 Macrobiotidae/ Huevo de <i>Calcarobiotus</i> ( <i>D</i> ). cf. <i>polygonatus</i> Binda y Guglielmino, 1991	FCB-UANL TARDI-22 LAM-0099
CSNL-26/003 Macrobiotidae/ Huevo de <i>Calcarobiotus</i> ( <i>D</i> ). cf. <i>polygonatus</i> Binda y Guglielmino, 1991	FCB-UANL TARDI-22 LAM-0100
CSNL-26/003 Macrobiotidae/ <i>Minibiotus</i> sp.	FCB-UANL TARDI-22 LAM-0101
CSNL-26/003 Macrobiotidae/ <i>Minibiotus</i> sp.	FCB-UANL TARDI-22 LAM-0102

CSNL-26/003 Macrobiotidae/ *Minibiotus* sp.  
CSNL-26/003 Macrobiotidae/ *Minibiotus* sp.  
CSNL-26/003 Macrobiotidae/ *Minibiotus* sp.  
CSNL-26/003 Macrobiotidae/ *Minibiotus* sp.  
CSNL-26/003 Macrobiotidae/ *Minibiotus* sp.  
CSNL-26/003 Macrobiotidae/ *Minibiotus* sp.  
CSNL-26/003 Macrobiotidae/ *Minibiotus* sp.  
CSNL-26/003 Macrobiotidae/ *Minibiotus* sp.  
CSNL-26/003 Macrobiotidae/ Huevo de *Minibiotus* sp.  
CSNL-26/003 Macrobiotidae/ Huevo de *Minibiotus* sp.



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
BIBLIOTECA "BIÓL. MARÍA ANA GARZA BARRIENTOS"

FCB-UANL TARDI-22 LAM-0103  
FCB-UANL TARDI-22 LAM-0104  
FCB-UANL TARDI-22 LAM-0105  
FCB-UANL TARDI-22 LAM-0106  
FCB-UANL TARDI-22 LAM-0107  
FCB-UANL TARDI-22 LAM-0108  
FCB-UANL TARDI-22 LAM-0109  
FCB-UANL TARDI-22 LAM-0110  
FCB-UANL TARDI-22 LAM-0111  
FCB-UANL TARDI-22 LAM-0112  
FCB-UANL TARDI-22 LAM-0113



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
BIBLIOTECA "BIÓL. MARÍA ANA GARZA BARRIENTOS"