



CONTENIDO:

¿Qué es un tardígrado?.....	1
Anatomía.....	2
Reproducción.....	5
Hábitat y alimentación.....	6
Criptobiosis.....	6
Tardígrados cosmonautas.....	7
Diversidad de tardígrados.....	8
Como identificar un tardígrado.....	9
Como buscar y trabajar con tardígrados.....	9
Tardígrados en Colombia.....	9
Experto mundial en tardígrados visita la Universidad del Magdalena.....	10
Zoólogo memorable.....	12
Agradecimientos.....	13
Glosario.....	13
Referencias.....	14

AUTORES Y EDITORES

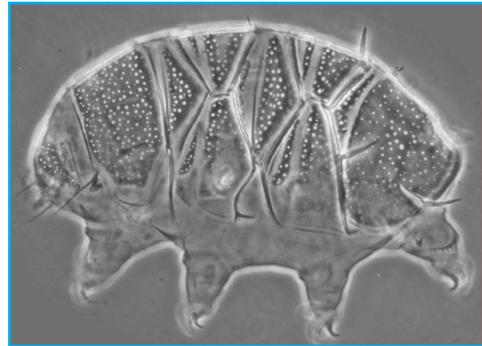
Ana M. Lagos Tobías¹
Anisbeth Daza²
Cindra Sánchez²
Ma. Victoria León²
Martín Caicedo²
Rosana Londoño³
Sigmer Quiroga⁴

1 Biólogo, Joven Investigador-Colciencias.
2 Estudiante de Biología, Universidad del Magdalena.
3 Biólogo. Investigador grupo MIKU.
4 Profesor de Planta, Universidad del Magdalena.

¿QUÉ ES UN TARDÍGRADO?

Los tardígrados son animales microscópicos, parientes cercanos de los **artrópodos**, pertenecientes al *Phylum* Tardigrada, palabra que proviene de las raíces latinas *tardus*: lento y *gradus*: paso, y hace referencia al movimiento particular de estos animales -caminantes lentos- a los que se les conoce también como ositos de agua –*waterbears*- o cerditos de musgo -*moss piglets*-.

Son animales que están distribuidos en la mayoría de ecosistemas y en casi todo el planeta. No representan ninguna amenaza para el hombre y muy pocos seres humanos conocen de su existencia; sólo unos cuantos han tenido la oportunidad de verlos, pues a simple vista es casi imposible hacerlo.



Microfotografía de un tardígrado de la clase Heterotardigrada

El zoólogo alemán Johann August Ephraim Goeze (1731-1793) fue el primero en describir estos animales en el año de 1773 y los denominó, en alemán antiguo, “ositos de agua” -*kleiner*

wasserbär-, pero fue el biólogo fisiólogo italiano Lazzaro Spallanzani (1729-1799) quien los denominó tardígrados.

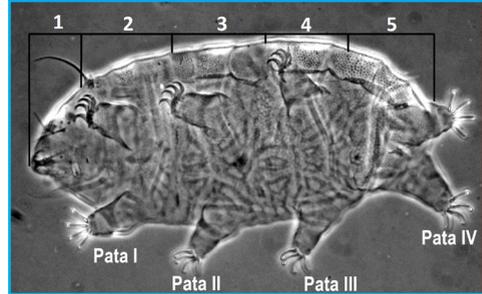
Sus tallas pueden variar entre 0.05 mm y 1.5 mm y su apariencia física es, para algunas personas, muy parecida a la de un oso o cerdo en miniatura pero con dos pares de patas adicionales. Estos organismos habitan en ambientes húmedos o acuáticos, en ecosistemas marinos, dulceacuícolas y terrestres, habitualmente asociados a la capa de agua que recubre los briófitos y líquenes.

Los tardígrados ocupan el primer lugar en la categoría de los animales más resistentes ya que poseen la capacidad de alcanzar un estado especial denominado criptobiosis, del cual se hablará más adelante. En este estado sobreviven a las condiciones más adversas, razón por la cual son muy importantes no solo dentro de los ecosistemas, sino que además se han convertido en un modelo biológico para investigaciones aplicadas en beneficio del ser humano. Adicionalmente, los tardígrados son utilizados por algunos educadores con el fin de explicar principios básicos de las ciencias biológicas.

ANATOMÍA

Como ya se mencionó, el aspecto de los tardígrados es muy particular y los hace inconfundibles. Su cuerpo es más o menos cilíndrico, en la mayoría de los casos algo cóncavo en la parte ventral. Poseen cinco segmentos, el primero de ellos corresponde al segmento cefálico o cabeza y los otros cuatro poseen cada uno un par de patas **lobopodiales**,

provistas de garras o discos adhesivos, que les sirven para su desplazamiento; el cuarto par de patas está dirigido hacia atrás y es frecuentemente usado para agarrarse del sustrato.



Microfotografía de un tardígrado señalando los cinco segmentos del cuerpo y los cuatro pares de patas

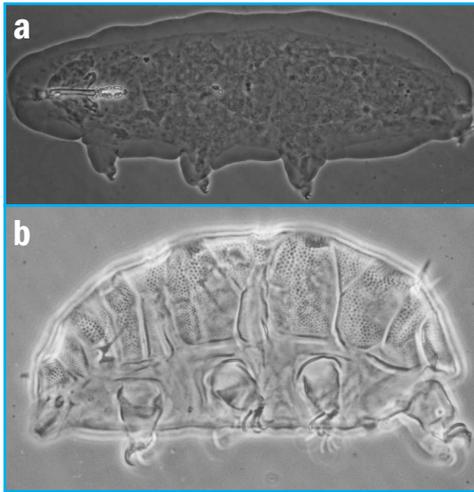
Estos organismos están incluidos dentro del **clado** Ecdysozoa que contiene a todos los animales que presentan un esqueleto cuticular que mudan periódicamente. El cuerpo de los ositos de agua está delimitado por una cutícula, compuesta principalmente por **quitina**, que mudan varias veces durante su ciclo de vida. Cuando los tardígrados alcanzan más o menos unas 40.000 células, esta cantidad se mantiene constante, es decir, que para crecer no incrementan el número de células sino el tamaño de las mismas, a este fenómeno se le denomina eutelia. Son considerados animales con **celoma**, pero la realidad es que este es pequeño y está limitado a la región donde se alojan las gónadas. El resto de la cavidad del cuerpo corresponde a un **hemocele** que toca cada célula del cuerpo para

¿Sabías que...

existe un registro fósil de un tardígrado en ámbar perteneciente al Cretácico?

distribuir efectivamente los nutrientes y facilitar el intercambio gaseoso sin necesidad de poseer un sistema circulatorio o respiratorio.

Existen básicamente dos tipos de tardígrados: heterotardígrados y eutardígrados. A los primeros se les denomina acorazados por que poseen placas que recubren su cuerpo y se diferencian además por la presencia de apéndices; las características de estos dos grupos serán detalladas más adelante.



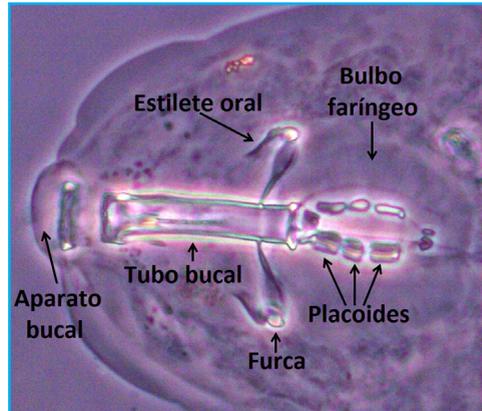
a) Eutardígrado;
b) Heterotardígrado

Dentro de los diminutos cuerpos de los tardígrados se encuentra varios sistemas que serán descritos a continuación.

Sistema digestivo

Los tardígrados poseen un sistema digestivo continuo, semejante al de los artrópodos. Inicia con un órgano bucal compuesto por una boca y un tubo bucal que posee un par de estiletes orales, útiles para perforar el cuerpo de sus presas y una faringe bulbosa y muscular que, frecuentemente, posee barras quitinosas llamadas placoides, las cuales intervienen en la trituración del alimento y sirven como apoyo estructural. Asociado a este

órgano bucal hay un par de glándulas salivales con función excretora y además intervienen en la formación del nuevo tubo bucal después de cada muda. El alimento pasa de la faringe al esófago y después a un intestino medio donde se da el proceso de digestión y absorción. La parte final del tubo digestivo está constituido por una **cloaca** -en eutardígrados- o un recto -en heterotardígrados- el cual se abre en un poro anal terminal.



Aparato bucofaryngeo de un eutardígrado del género *Paramacrobrotus*

Sistema Nervioso

El sistema nervioso de los tardígrados es similar al de los artrópodos. En el segmento cefálico presentan un ganglio cerebral dorsal con cuatro lóbulos y otro ventral conocido como subesofágico, unidos entre sí por un anillo nervioso que rodea al tubo bucal. Los cuatro segmentos restantes poseen cada uno un ganglio ventral ligeramente bilobulado. Dos cordones nerviosos conectan los ganglios entre sí formando un patrón escalonado. Adicionalmente, presentan pequeños ganglios periféricos ubicados en las patas, en la zona caudal y cerca del ano. De cada ganglio se extienden conexiones nerviosas que inervan secciones específicas del cuerpo.

Los tardígrados poseen órganos sensoriales en la región cefálica con funciones quimio y mecanorreceptoras, que incluye estructuras como,

cirros, lamelas peribucales, papilas y clavas

Algunas especies presentan un par de órganos elípticos y la mayoría presentan manchas oculares -también llamadas ojos- ubicadas dorsolateralmente. Cada ojo está compuesto de una célula pigmentada en forma de copa que contiene una única célula fotosensible. Además, se ha demostrado que la faringe puede poseer funciones quimiorreceptoras como en la especie *Macrobotus hufelandi*. En la patas y en el resto del cuerpo también se pueden encontrar algunas estructuras sensoriales como espinas y papilas.

Sistema muscular

En los tardígrados, la presión interna de los fluidos del hemocele hace que su cuerpo y extremidades se extiendan y su contracción es ocasionada por fibras de músculos lisos dispuestas en bandas. Los músculos longitudinales dorsales y ventrales son los responsables del movimiento del cuerpo, mientras que las patas se mueven gracias a grupos de músculos que se extienden desde el extremo de cada una hasta la cutícula. Una serie de músculos ubicados en la zona caudal actúa en la deposición de huevos y defecación.

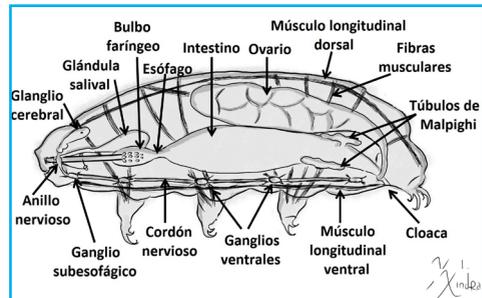
La musculatura del aparato bucal varía de acuerdo con la especie y puede contener entre 40 a 140 músculos estructuralmente independientes. Una compleja serie de músculos que unen las furcas entre sí y otros que se extienden desde las mismas hasta el tubo bucal y la faringe son los encargados de producir el movimiento de los estiletes.

Algunos movimientos han sido observados en extensiones cuticulares como por ejemplo, cerdas y filamentos, pero no son originados por la acción de músculos propios de estas estructuras, sino por la unión entre las células musculares y la cutícula por lo que son considerados como movimientos pasivos. Lo mismo sucede con el movimiento de las garras, que es generado por la contracción de los músculos de las patas haciendo que se eleven y son devueltas a su posición original por la acción elástica de la cutícula.

Sistema excretor

Los tardígrados poseen diferentes métodos de excreción. La acumulación de productos de excreción en la cutícula hace que el animal pueda deshacerse de ellos en el momento de la muda; se cree que las glándulas salivales cumplen una función muy importante en la excreción en el momento en que el animal expulsa el aparato bucal durante la ecdisis.

Los túbulos de Malpighi, también presentes en artrópodos, son los encargados de producir la orina que es descargada directamente en el intestino, cumpliendo de esta manera funciones tanto excretoras como osmorreguladoras. La cantidad de túbulos puede variar entre tres y cuatro y en algunos pueden estar ausentes, como en el caso de los heterotardígrados; el tamaño varía dependiendo del hábitat propio de cada especie.



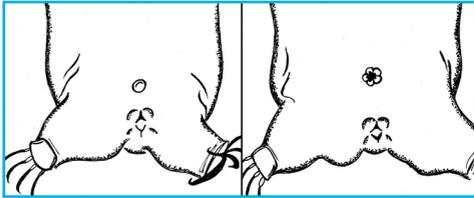
Esquema de la anatomía interna de un tardígrado

Sistema reproductivo

Aunque existen algunas especies hermafroditas, la mayoría de los tardígrados poseen sexos separados. El sistema reproductor femenino está compuesto por un único ovario, ubicado por encima del intestino y unido mediante pequeños ligamentos a la pared dorsal del cuerpo. En las hembras de los eutardígrados el oviducto es único y se abre en el recto y en los heterotardígrados se abre directamente al exterior mediante un gonoporo.

El sistema reproductor masculino está compuesto por un testículo y dos ductos espermáticos -vaso deferente pareado- que en los eutardígrados se abre en una única cloaca, mientras que en los heterotardígrados se fusionan en un conducto común, el cual desemboca en un gonoporo ventral. Adicionalmente, los eutardígrados presentan un testículo suspendido de la pared dorsal del cuerpo por dos ligamentos, mientras que en los heterotardígrados se presenta un solo ligamento.

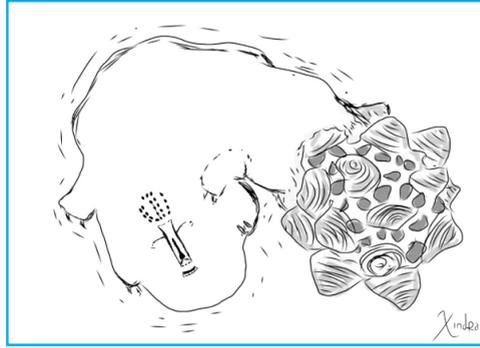
En algunas especies existen diferencias externas entre hembras y machos; en algunas ocasiones estos últimos son más pequeños que las hembras o presentan una modificación en la ramificación secundaria de las garras del primer par de patas o una papila cónica lateral en las patas posteriores. En los heterotardígrados el gonoporo de las hembras es pre-anal con forma de roseta y en los machos consiste en una protuberancia redondeada u ovalada.



REPRODUCCIÓN

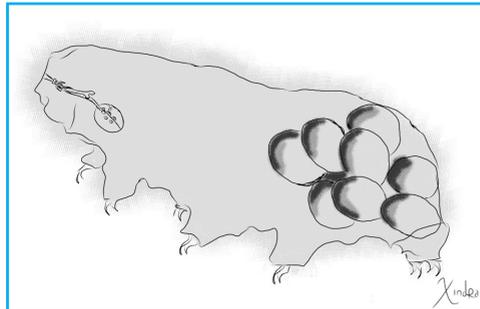
Los detalles de los mecanismos de reproducción de muchas especies de tardígrados aún no han sido explorados. Sin embargo, en términos generales se conoce que poseen reproducción sexual y asexual. Las especies límnicas y terrestres pueden ser **gonocóricas** o **hermafroditas** y presentan reproducción sexual, aunque es más común que en los ambientes limnoterrestres se presenten eutardígrados y heterotardígrados hembras, que usan la **partenogénesis telitoquia** como modo de reproducción. Los representantes de ambientes

marinos, en su mayoría, son gonocóricos y solo han sido registrados unos pocos casos de hermafroditismo.

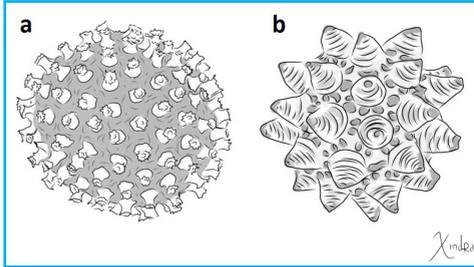


Eclosión de un tardígrado *Paramacrobiotus* del grupo *richtersi*

Los tardígrados tienen huevos **homolecíticos**, incoloros y de superficie lisa u ornamentada, que son depositados libremente en el sustrato o dejados dentro de la **exuvia** en el momento de la muda. El desarrollo embriológico puede tardar de pocos a muchos días -desde 5 hasta más de 100 días- dependiendo de la especie y la temperatura. Los tardígrados recién nacidos son muy similares a los adultos, excepto por la talla. Sin embargo, existen algunos heterotardígrados que recién nacidos difieren de los adultos por la ausencia de ano y gonoporo y por la presencia de sólo dos garras internas por pata, en vez de cuatro.



Exuvia cargada con huevos



Huevos de tardígrados: a) *Macrobiotus* grupo *hufelandi*; b) Género *Paramacrobotus*

HÁBITAT Y ALIMENTACIÓN



Tardígrado alimentándose de otro tardígrado

Como se mencionó anteriormente, los tardígrados poseen un par de estiletes cuticulares y una faringe muscular que les permite perforar y succionar los fluidos de bacterias, algas, plantas -musgos, hepáticas y líquenes- y de pequeños animales -protozoos, rotíferos, nematodos y larvas-. En algunos casos pueden ingerir organismos completos e inclusive se ha observado como algunas especies de tardígrados pueden consumir otros tardígrados más pequeños. Por ejemplo, algunas especies de eutardígrados como *Milnesium tardigradum* y *Paramacrobotus richthersi* entre otros, son carnívoros y se alimentan nematodos, rotíferos y otros tardígrados. El **detritus** también puede ser una fuente de nutrientes para algunas especies.

No se tiene mucha información sobre la alimentación de los tardígrados marinos. Es conocido que algunas especies no se alimentan por largos periodos y que otras pocas son parásitas de invertebrados marinos, por ejemplo la especie *Tetrakenton synaptae*, que presenta tres grandes ganchos en las garras que le permiten atravesar la epidermis de su hospedero y *Echiniscoides hoepneri* que parasita embriones de **balanos**.

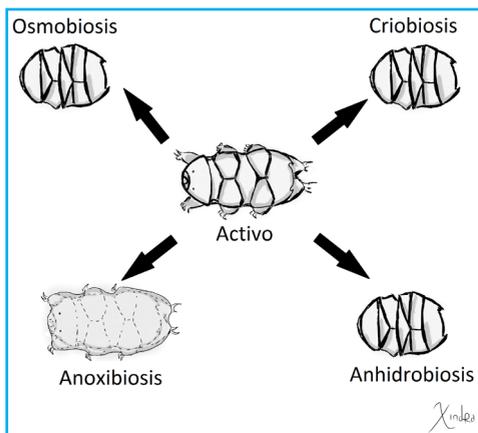
CRIPTOBIOSIS

La criptobiosis es un estado de latencia o animación suspendida de los procesos vitales que presentan algunos seres vivos cuando las condiciones ambientales son desfavorables, como por ejemplo el congelamiento, desecación, anoxia, variaciones en la salinidad, entre otros. Los tardígrados son los mejores representantes de la criptobiosis ya que en este estado son además capaces de resistir las condiciones más extremas.

Se han identificado cuatro tipos de criptobiosis:

1. Anoxibiosis: que es inducido por la baja concentración de oxígeno en el agua. Algunas especies pueden sobrevivir hasta cinco días en este estado de latencia.

2. Criobiosis: latencia inducida por bajas temperaturas. Este tipo de criptobiosis posibilita la supervivencia de los tardígrados al congelamiento y descongelamiento, permitiendo que algunas especies limno-terrestres sean comunes en regiones polares y ecosistemas de alta montaña.



3. Osmobiosis: inducida por elevación en la presión osmótica. Algunas especies marinas y limno-terrestres eurihalinas pueden tolerar variaciones en la salinidad.

4. Anhidrobiosis: este estado es inducido por la pérdida del agua del ambiente por evaporación. Es el tipo de criptobiosis más común en tardígrados.

Cuando los tardígrados están en algún estado de criptobiosis, el crecimiento, la reproducción y la senescencia se reducen o detienen temporalmente y resisten condiciones extremas como frío, calor, sequía y exposición directa al vacío, químicos tóxicos e inclusive radiaciones ionizantes del espacio.

TARDÍGRADOS COSMONAUTAS



Los ositos de agua se encuentran dentro de los pocos invertebrados que se han convertido en **cosmonautas**. Sí, estos particulares animales fueron enviados al espacio en 2007 en la cápsula espacial rusa Foton-M3. Cerca de 40 experimentos europeos de diferentes disciplinas

¿Sabías qué...

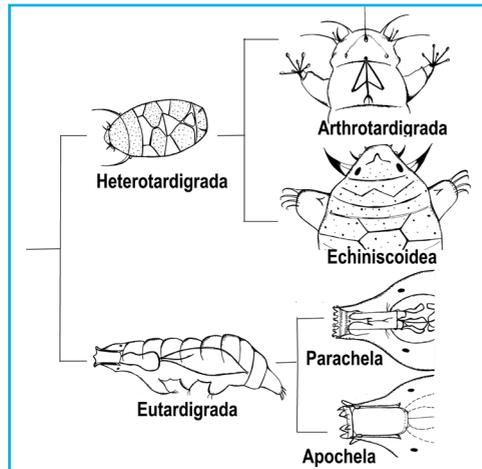
los tardígrados pueden sobrevivir a temperaturas extremas desde $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta $151\text{ }^{\circ}\text{C}$?

-física, biología y **exobiología**, fueron puestos en órbita el 11 de septiembre de 2007 a bordo del cohete Soyuz-U. Específicamente el proyecto de tardígrados se denominó *Tardigrade Resistance to Space Effects*, TARSE -por sus siglas en inglés-, lo que significa Resistencia de los Tardígrados a los Efectos del Espacio, y de esta manera se logró comprobar la resistencia de los tardígrados al ser sometidos a las condiciones del espacio exterior tales como vacío y radiación solar directa. Algunos tardígrados fueron llevados en estado normal y otros en criptobiosis y después de ser sometidos a estas condiciones espaciales extremas, fueron traídos de vuelta sin secuelas de su viaje al espacio; inclusive durante la misión los tardígrados en estado normal siguieron creciendo presentando varias mudas y algunas hembras pusieron huevos de los cuales eclosionaron tardígrados completamente normales.

DIVERSIDAD DE TARDÍGRADOS

Los tardígrados se encuentran actualmente representados por más de 1.000 especies, clasificadas taxonómicamente en dos clases principales: Heterotardigrada y Eutardigrada. Una tercera clase, Mesotardigrada, está representada por una única especie -*Thermozodium esakii*- de Japón; sin embargo, la localidad donde fue hallada desapareció durante un evento sísmico en donde también se perdieron los **especímenes tipo**. Desde este entonces no se han vuelto a encontrar especies de esta clase y por lo tanto su validez es cuestionada.

La clase Heterotardigrada está compuesta por más de 400 especies conocidas como ositos de agua “blindados”, caracterizados por poseer **cirros** cefálicos u otros **apéndices** corporales, una **cutícula** externa engrosada y patas con garras o dígitos terminados en uñas, almohadillas o discos adhesivos. En varias especies, la cutícula puede estar dividida en placas. Esta clase se divide en dos órdenes: Arthrotardigrada -principalmente marinos, una sola especie dulceacuícola- y Echiniscoidea - en su mayoría terrestres, algunos marinos y dulceacuícolas-.



La clase Eutardigrada se compone de aproximadamente 700 especies llamadas ositos de agua “desnudos”, caracterizadas por poseer patas terminadas en garras sin dígitos, una cutícula

¿Sabías qué...

los tardígrados pueden resistir una radiación mil veces mayor a la tolerada por el ser humano?

delgada y sin placas -aunque puede presentar diversas ornamentaciones- y generalmente carecen de estructuras sensoriales. Los eutardígrados se clasifican en los órdenes Apochela –terrestres- y Parachela -principalmente terrestres, algunas especies marinas y dulceacuícolas-.

COMO IDENTIFICAR UN TARDÍGRADO

Por su tamaño, los tardígrados sólo pueden ser observados utilizando un estereoscopio y se necesita **microscopía de contraste de fase** para su identificación. Debido a que entre las clases de tardígrados existen grandes diferencias morfológicas, cada clase posee sus propios caracteres morfológicos de criterio taxonómico.

En la clase Heterotardigrada, la identificación se basa en la presencia o ausencia de cirros, espinas y papilas, y en las estructuras terminales de los dígitos -en artrotardígrados- o en la presencia de garras en vez de dígitos -principalmente equiniscoideos-. En los equiniscoideos terrestres y algunos artrotardígrados, la presencia y disposición de las placas cuticulares también es un importante carácter taxonómico.

En la clase Eutardigrada, la identificación está basada en la morfología de las garras, la cutícula dorsolateral, el tubo bucal y la presencia o ausencia de lamelas peribucales o en el caso del orden Apochela, papilas orales. En algunos géneros, como *Macrobotus*, la ornamentación de los huevos constituye un carácter taxonómico muy importante.

COMO BUSCAR Y TRABAJAR CON TARDÍGRADOS

Para buscar tardígrados es necesario coleccionar muestras de sustratos en donde pueden ser encontrados y para esto se emplean diferentes metodologías. En el caso de los briófitos y

líquenes, pequeñas porciones de estos se coleccionan y depositan en bolsas de papel o de tela para su rápido secado, lo que garantiza que los tardígrados que allí habitan entren en estado de criptobiosis permitiendo el almacenamiento de la muestra hasta que se pueda realizar la extracción.

En el laboratorio, las muestras son rehidratadas con agua destilada por un periodo no inferior a 12 horas aproximadamente, con el fin de obligar a los tardígrados a dejar su estado de criptobiosis. Antes de observar la muestra es buena idea tamizarla con el fin de eliminar las partículas más grandes.

En el proceso de búsqueda, es posible encontrar no sólo tardígrados sino también sus huevos por lo que se debe ser muy cuidadoso. Con la ayuda de un estereoscopio, en un aumento superior a 30x, se inicia la búsqueda y cada espécimen o huevo es aislado utilizando una micropipeta. Los especímenes son colocados en portaobjetos, se les adicionan unas cuantas gotas de medio de montaje -Hoyer's, Faure o lactofenol polivinílico-, se coloca un cubreobjeto y se deja secar por varios días antes de comenzar con la identificación microscópica de los especímenes; no se debe olvidar que es preciso contar con un microscopio de contraste de fase o Normanski que tienen la particularidad de resaltar los detalles de estructuras cuticulares transparentes como las placas, las garras, partes bucales y procesos de los huevos, características que, como ya se mencionó, son fundamentales para una correcta identificación.

TARDÍGRADOS EN COLOMBIA

En Colombia los tardígrados hacen parte del grupo de los metazoos menos estudiados. En 1936 Ernts Marcus publicó la obra científica titulada “Das Tierreich Eine Zusammenstellung und Kennzeichnung der Rezenten Tierformen. Arthropoda: Tardigrada” -El reino animal, una recopilación y clasificación de las formas recientes de animales. Arthropoda: Tardigrada- donde se

registraron 22 especies para Colombia, pero sin detalles de la localidad dentro del país. Posterior a esta recopilación transcurrió un periodo de 58 años sin ningún trabajo adicional. Fue hasta 1994, que se publicó un trabajo sobre la artropofauna paramuna de la Cordillera Oriental, donde se registraron 176 individuos de tardígrados, sin brindar información taxonómica detallada acerca de ellos. Más tarde, en el 2001 Javier Jerez y Eliana Narváez y en el 2002 los mismos autores junto con Ricardo Restrepo, publicaron un listado taxonómico de los tardígrados de la Reserva El Diviso en el departamento de Santander, donde incluyeron siete nuevos registros para el país. En el año 2008, Peter Degma y colaboradores describieron una nueva especie *Macrobotus derkai*- que fue colectada en el Nevado del Cocuy y en el año siguiente Eliana Beltrán y Jaime Bernal publicaron un artículo de revisión sobre los estudios actuales del grupo y su importancia en la medicina.

El Grupo de Investigación en Manejo y Conservación de Fauna, Flora y Ecosistemas Estratégicos Neotropicales “MIKU”, con recursos de la Vicerrectoría de Investigación

de la Universidad del Magdalena en el marco del programa FONCIENCIAS 2010, realizó el proyecto “**Tardígrados de la Sierra Nevada de Santa Marta**” en el que participaron los profesores Sigmer Quiroga y Lyda Castro, la joven investigadora Rosana Londoño, los biólogos Julio Mazenet y Moisés Arquez y los estudiantes de semilleros de investigación Anisbeth Daza, Martín Caicedo y Cindy Guette, con la colaboración especial del Dr. Oscar Lisi, de la Universidad de Catania y experto mundial en la taxonomía de tardígrados. Uno de los objetivos importantes de este proyecto, aparte de la generación de nuevo conocimiento en biodiversidad, fue la formación de taxónomos de tardígrados para el país.

Hasta el momento, se han registrado para el país 30 especies pertenecientes a 12 géneros: *Echiniscus*, *Pseudechiniscus*, *Milnesium*, *Calohypsibius*, *Hypsibius*, *Isohypsibius*, *Ramazzottius*, *Diphascion*, *Macrobotus*, *Minibiotus*, *Richtersius* y *Murrayon*. Los resultados generados por el grupo MIKU, que están en proceso de ser publicados, elevan a seis la cifra de publicaciones para el país y a 37 el número de las especies registradas.

EXPERTO MUNDIAL EN TARDÍGRADOS VISITA LA UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA

El Dr. Oscar Lisi, es Biólogo y Ph.D. en Biología Evolutiva de la Universidad de Catania, Italia. Es pupilo de uno de los más grandes tardígradólogos de la historia, el Dr. Giovanni Pilato. El Dr. Lisi lleva cerca de 12 años estudiando la taxonomía de los tardígrados y como producto de su labor científica ha realizado más de 50 publicaciones y ha descrito 69 nuevas especies para la ciencia. El grupo MIKU tuvo la fortuna de contar con la visita del Dr. Lisi del 7 al 25 de octubre del 2013, periodo en el cual los integrantes del grupo



tuvieron la oportunidad de ser entrenados por este investigador. Como parte de su experiencia en la Universidad del Magdalena el Dr. Lisi contestó algunas preguntas realizadas por estudiantes del grupo.

- *¿Siempre estuvo decidido a ser biólogo?*

Si, definitivamente, desde que era niño.

- *Al iniciar su carrera, ¿fueron los tardígrados el grupo con el que siempre quiso trabajar?*

Yo comencé con tardígrados pero cuando era estudiante me gustaban las mantis; finalmente, decidí estudiar tardígrados porque realicé mi tesis de pregrado con ellos y los encontré fascinantes, además me di cuenta de que había mucho por hacer.

- *¿Cuáles fueron las mayores dificultades al iniciar su trabajo? ¿Cree que estas dificultades aportaron al desarrollo de la investigación?*

La uniformidad morfológica, las pequeñas tallas, las medidas y observaciones detalladas necesarias para distinguir entre especies y la gran confusión de la antigua literatura, representaron para mí, grandes dificultades al comienzo (aun hoy en día). No creo que esas dificultades me hayan ayudado a mejorar mi trabajo, pero seguramente me entrenaron para adquirir un buen método científico y un ojo experimentado que puedo usar en investigaciones con otros animales y también en la enseñanza.

- *Sabemos que la ciencia trasciende como la herencia, de generación en generación. Si algún día estuviese buscando un estudiante discípulo ¿Qué tipo de persona tendría en cuenta para dejarle su legado?*

Una persona dedicada, hábil resolviendo problemas, inteligente, con buena educación, de mente abierta, con respeto por las reglas y con buen sentido del humor.

- *Después de conocer durante tres semanas el país, ¿qué le ha sido lo que más le ha gustado?*

La calidez, generosidad y hospitalidad.

- *¿Qué consejo breve podría usted darle a los jóvenes en formación de esta universidad?*

Mi consejo para los jóvenes es que más que memorizar información y datos, siempre traten de adquirir conceptos generales y métodos. Además que tengan una visión clara de la historia del campo que quieren investigar, el pasado puede enseñar mucho, especialmente los errores y malentendidos. No abandonen nunca la investigación básica. Sean de mente abierta a los nuevos descubrimientos sin olvidar que el pasado ha sido la mejor manera de hacer un progreso gradual en el conocimiento.

- *Defina en tres palabras ¿cómo hacer ciencia?*

Inducción, deducción y conocimiento.

¿Sabías que...

*los tardígrados han vuelto a la vida después de 120 años?
Después de rehidratar un musgo de herbario de 120 años de recolectado se encontraron tardígrados vivos.*



ZOÓLOGOS MEMORABLES

Clark Beasley (1942-2012)

El Dr. Clark Beasley fue uno de los tardígradólogos más reconocidos a nivel mundial, nació el 6 de Junio de 1942 en Pittsburg (Kansas, USA). Se graduó de Kansas State College de Pittsburg en 1964. En 1968, luego de defender con éxito su tesis doctoral sobre tardígrados de Oklahoma, obtuvo su título de Ph.D. en Zoología de la Universidad de Oklahoma. Luego de su publicación con tardígrados de Kansas en 1967, Clark inició una larga vida de interés e investigación en este tema.

En 1969 ingresó como Profesor Asistente al departamento de Biología McMurry College en College Station (Texas, USA), en 1973 aceptó el cargo de Profesor Asociado, en 1977 se convirtió en profesor y en 1999 alcanzó el cargo de Profesor Distinguido. En 2009 fue galardonado con el McMurray College “Gordon and Lola Bennett Scholar Award” en reconocimiento por sus constantes contribuciones a la enseñanza excepcional, becas y servicios a la universidad. Luego de su retiro de la Universidad de McMurry en 2010 Clark continuó sus investigaciones en tardígrados y se interesó en ayudar a otros con la taxonomía del grupo, especialmente a quienes estaban iniciando.

Después de su primera participación en el 3er Congreso Internacional de Tardígrados en Johnson City (Tennessee, USA) en 1980, continuó como asistente regular a todos los congresos siguientes. Con la colaboración de otras personas de habla inglesa, Clark tradujo la “biblia” de los tardígrados (Ramazzotti & Maucci 1983 *Il Phylum Tardigrada*) de su italiano original y publicó su versión en inglés en la Universidad de McMurray, colocándolo disponible a nivel mundial, lo que ha representado el punto de partida de la mayoría de estudios de tardígrados. Además, compiló en pdf la bibliografía de casi todas las publicaciones de tardígrados hechas hasta julio de 2010 y la compartió con otros tardígradólogos del mundo.



Foto tomada de McInnes, 2013.

Clark, realizó varios viajes de campo, dentro de los cuales incluyó la República de China (sobre la cual tenía un gran interés) a la que viajó en 1990, 1992, 1996 y 2005, lo que le proporcionó gran cantidad de material para sus estudios y publicaciones de artículos con nuevos registros y nuevas especies. Fue editor de 77 publicaciones de tardígrados en la revista *Zootaxa* desde 2001-2010. Su muerte se dio de manera inesperadamente en julio de 2012, poco tiempo antes del XII Simposio Internacional en Tardígrados realizado en Portugal.

Es recordado con el nombre de dos especies (*Pseudechiniscus beasleyi* Li, Wang & Yu, 2007 y *Milnesium beasleyi* Kaczmarek, Jakubowska & Michalczyk 2012) y estuvo involucrado en la nominación de un género, en la descripción de 12 nuevas especies y en la redescipción de tres especies de tardígrados. Logró un total de 33 publicaciones (McInnes, 2013).

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Vicerrectoría de Investigación y al Fondo Patrimonial para la Investigación -Fonciencias- de la Universidad de Magdalena, por financiar el proyecto “Tardígrados de la Sierra Nevada de Santa Marta”, así como al grupo de Transferencia de Conocimiento y Propiedad Intelectual de la misma universidad por apoyar el boletín INFOZOA, en donde es posible la publicación de este tipo de cartillas.

GLOSARIO

Apéndice: parte del cuerpo de un animal unida a otra principal.

Artrópodos: filo de invertebrados caracterizado por la presencia de exoesqueleto externo y apéndices articulados.

Balanos: organismos pertenecientes al género de crustáceos cirrípedos, caracterizado por tener un cuerpo de forma cónica con 6 placas.

Celoma: cavidad general secundaria en el cuerpo, formado entre la pared corporal y el intestino está tapizada por un epitelio que deriva del mesodermo.

Cirros: estructuras delgadas, largas y flexibles, que en los tardígrados cumple función sensorial.

Clado: cada una de las ramas del árbol filogenético propuesto para agrupar a los seres vivos.

Clava: apéndices cefálico con funciones sensoriales.

Cloaca: cavidad abierta al exterior, situada en la parte final del tracto digestivo.

Cosmonautas: término designado para aquellos organismos y personas que son navegantes del universo.

Cutícula: capa segregada por la epidermis que cubre la superficie del cuerpo de ciertos animales.

Detritus: residuos en forma de partículas que proviene de la descomposición de fuentes orgánicas como plantas y animales.

Ecdisis: proceso de muda de los tardígrados, regulado por la hormona ecdisoma y la hormona juvenil.

Especímenes tipo: es un ejemplar de una especie dada sobre el que se ha realizado la descripción inicial de la misma y que, de ese modo, valida la publicación de su nombre científico.

Estilete: estructura del aparato bucal en forma de punzón.

Exobiología: área de la astrobiología que estudia las posibilidades de vida extraterrestre.

Exuvia: cutícula o cubierta exterior, dejada por los tardígrados después de la muda.

Furca: en el aparato bucal de los tardígrados hendidura producto de la terminación de dos engrosamiento basales.

Gonocórico: individuos con sexos separados.

Gonoporo: orificio genital femenino a modo de vagina en los tardígrados.

Hemocele: cavidad primitiva derivada del blastocele que constituye un sistema lagunar lleno de líquido hemático y forma parte del aparato circulatorio.

Hermafrodita: coexistencia en un mismo individuo de órganos reproductivos usualmente asociados a los dos sexos- masculino y femenino-.

Homolecíticos: tipo de huevo con vitelo uniformemente distribuido.



Lamelas peribucales: estructuras laminares existentes alrededor de la apertura bucal.

Lobopodial: patas con forma ancha y globosa.

Microscopía de contraste de fase: Microscopio utilizado para la observación de especímenes muy transparentes.

Órganos elípticos: estructura sensorial de los tardígrados en forma de elipse.

Oviducto: en tardígrados es la vía de paso desde los ovarios hasta el exterior del cuerpo.

Partenogénesis telitoquia: tipo de partenogénesis en el cual la progenie es femenina.

Quitina: polisacárido que forma parte de estructuras como las paredes celulares de los hongos y el exosqueleto de los artrópodos.

Recto: tramo final del tubo digestivo.

REFERENCIAS

Bertolani, R. 1987. Sexuality, reproduction and propagation in tardigrades. In: Bertolani R. (ed). *Biology of Tardigrade. Selected Symposia and Monographs U.Z.I.*, 1, Mucchi, Modena, 93-101.

Bertolani, R., Altiero, T. & Nelson, D. R. 2009. Tardigrada (Water Bears). In: Gene E. Likens G. E. (ed). *Encyclopedia of Inland Waters*, 2: 443-455.

Budd, G. 2001. Tardigrades as “Stem-Group Arthropods”: The Evidence from the Cambrian Fauna. *Zoologischer Anzeiger*, 240: 265–279

Degma, P., Michalczyk, Ł. & Kaczmarek, Ł. 2008. *Macrobotus derkai*, a new species of Tardigrada (Eutardigrada, Macrobiotidae, huziori group) from the Colombian Andes (South America). *Zootaxa*, 1731: 1-23.

Glime, J. M. 2006. *Bryophyte Ecology*. Vol. 1. *Physiological Ecology*. Ebook sponsored by Michigan Technological University and the International Association of Bryologists. Accessed on Octubre 2013. <http://www.bryecol.mtu.edu/>.

Hitwood, B. 1954. Tardigrades of the Gulf of Mexico. In: Galtsoff P. (ed). *Gulf of Mexico its origin waters and Marine Life*. Fishery Bulletin of the Fish and Wildlife Service, 55: 1-325.

Jerez, J. & Narváez, E. 2001. Tardígrados (Animalia: Tardigrada) de la Reserva El Diviso - Santander, Colombia. *Biota Colombiana*, 2(2): 145-151.

Jerez, J., Narváez, E. & R. Restrepo. 2002. Tardígrados en musgos de la Reserva el Diviso (Santander, Colombia). *Revista Colombiana de Entomología*, 28 (2): 199-206.

Miller, W. 2011. Tardigrades. *American Scientist*, 99: 389- 391.

McInnes, S. 2013. Clark Beasley (1942- 2012). *Zootaxa*, 3652 (4): 497-500.

Marcus, E. 1936. Tardigrada. In: De Gruyter W. (Ed.), *Das Tierreichs*, 66:1-340.

Nelson, D. 2001. Tardigrada. En: *Ecology and classification of North American freshwater invertebrates*, 2nd ed., Academic Press, San Diego. 527-550.

Nelson, D. 2002. Current status of the Tardigrada: Evolution and Ecology. *Integrative and Comparative Biology*, 42:652-659.

Pilato, G. & Binda, M. 2010. Definition of families, subfamilies, genera and subgenera of the Eutardigrada, and keys to their identification. *Zootaxa*, 2404: 1-54.

Ramazzotti, G. & Maucci, W. 1983. *Il Phylum Tardigrada*. Terza edizione. Memorie dell'Istituto Italiano di idrobiologia Dott. Marco de Marci 41. English translation by Beasley C. 1995. The Phylum Tardigrada. McMurry University, Abilene, Texas. 1-1014.

Rebecchi, L., Altiero, T. & Guidetti, R. 2007. Anhydrobiosis: the extreme limit of desiccation tolerance. *Invertebrate Survival Journal*, 4: 65- 85.

Rebecchi, L., Guidi, A. & Bertolani, R. 2000. Tardigrada. En: *Reproductive biology of invertebrates*. 267- 290.

Shill, R., Ingemar, K., Pfannkuchen, M. & Brummer, F. 2011. Food of tardigrades: a case study to understand food, choice, intake and digestion. *Journal of zoological systematics and evolutionary research*, 49 (1): 66-70.



EDITORIAL UNIMAGDALENA

VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN

Carrera 32 No. 22-08 Sector San Pedro Alejandrino
Edificio Administrativo 'Roque Morelli Zárate'
Santa Marta - Colombia PBX: (57-5) 430 1292
Ext. 170 y 274 Fax: Ext. 280
vinvestigacion@unimagdalena.edu.co
www.unimagdalena.edu.co





UNIMAG - PROCAT COLOMBIA
MIKU - NEOTROPICO
GRUPO DE INVESTIGACION
EN MANEJO Y CONSERVACION
DE FAUNA, FLORA
Y ECOSISTEMAS ESTRATEGICOS
NEOTROPICALES



Contáctenos: infozoa.unimag@gmail.com



UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA

Rector:

Ruthber Escorcía Caballero

Vicerrector de Investigación:

José Henry Escobar Acosta

Directora de Transferencia de Conocimiento y Propiedad Intelectual:

Diana Milena González Gélvez



UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
Carrera 32 No. 22-08 Sector San Pedro Alejandrino
Santa Marta - Colombia PBX: (57-5) 430 1292
www.unimagdalena.edu.co



**“La autonomía
y la excelencia
siempre lo primero”**

PERIODO 2012-2016