
DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
DEPARTAMENTO EL HOMBRE Y SU AMBIENTE
LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

PARA OBTENER EL GRADO DE
LICENCIADA EN BIOLOGÍA

**Registro y captura de información del phylum
Tardigrada en el eje neovolcánico transversal,
México.**

QUE PRESENTA LA ALUMNA

Alison Adriana Vázquez Díaz

Matrícula

21 72 03 31 00

ASESOR INTERNO:

Maestro en ciencias. German Castro Mejía. El Hombre y su ambiente

No económico: 23759



ASESOR EXTERNO

Doctor en ciencias químico biológicas. Enrico Alejandro Ruiz Castillo.

Departamento de Zoología,

Escuela Nacional de Ciencias Biológicas-IPN Unidad Santo Tomás.

Cedula profesional: 7389911

Ciudad de México

Junio, 2023

RESUMEN.

Los tardígrados (ositos de agua) se consideran como micro invertebrados cosmopolitas por la increíble adaptación evolutiva que desarrollaron, se encuentra en casi todos los ambientes del mundo y son muy resistentes a elevadas o bajas temperaturas. En el presente, se trabajó por 6 meses con este grupo de organismos en colectas realizadas dos años previos, se realizó en las instalaciones de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas Unidad Santo Tomas del IPN, dentro de las principales tareas se realizó una organización de muestras previamente analizadas en laboratorio, se colocaron ordenadamente en porta laminillas específicas y se registró cada una de ellas en una base de datos. Así mismo, se realizó una investigación bibliográfica del género *Pseudechiniscus* para conocer su morfología y diferenciarlos del resto de especies previamente encontradas, se colectaron muestras de sustrato en busca de la misma en el bosque de Tlalpan, se sometieron a observaciones bajo el microscopio y a un llenado de bitácora, ambas con el objetivo de tener más muestras de esa especie y enriquecer resultados e investigaciones futuras. Se realizó un reacomodo de muestras de sustrato (musgo) sin procesar para tenerlas en mejor estado y se realizó un registro en una base de datos de lo disponible para su futuro estudio, se hizo una organización de fotografías digitales tomadas a los ejemplares desde especie, orden, género y hábitos según la especie.

Palabras clave:

Tardígrados, especie, colecta, organización, estudio

ÍNDICE

MARCO INSTITUCIONAL.....	4
INTRODUCCION	4
ANTECEDENTES DEL PROGRAMA O PROYECTO DONDE SE REALIZARON LAS ACTIVIDADES DEL SERVICIO SOCIAL.....	6
UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROGRAMA O PROYECTO DONDE SE REALIZARON LAS ACTIVIDADES DEL SERVICIO SOCIAL.....	6
OBJETIVO GENERAL DEL PROGRAMA O PROYECTO DONDE SE REALIZARON LAS ACTIVIDADES DEL SERVICIO SOCIAL.....	7
ESPECIFICACIÓN Y FUNDAMENTO DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS DE ACUERDO AL CALENDARIO PROPUESTO.	7
IMPACTO DE LAS ACTIVIDADES	9
APRENDIZAJE Y HABILIDADES OBTENIDAS DURANTE EL DESARROLLO DEL SERVICIO SOCIAL	9
REFERENCIAS:.....	10

MARCO INSTITUCIONAL

La Universidad Autónoma Metropolitana unidad Xochimilco, tiene un margen amplio de formación de profesionales, busca en ellos despertar todas las maneras posibles de poder dar resultados a problemas socio-ambientales en los que involucra el pensamiento cognitivo con enfoques multidisciplinarios con el objetivo de construir una mejor sociedad con visión, justa y consciente; es este sentido, el objetivo de las investigaciones con dichos pensares es de importante impacto a la sociedad pues se busca que todos conozcamos lo que hay en el mismo mundo en el que vivimos y la importancia de muchas especies para todos, parte del trabajo en breve, se realizó para dar a conocer que el mundo actual va más allá de lo que el ojo humano no puede ver y para poner más atención y explorar futuramente a organismos que pueden incluso ayudarnos a regular la ecología del medio y lograr determinar cuántos de estos organismos pueden habitar este mundo.

INTRODUCCION

Los tardígrados son un grupo de microinvertebrados hidrofílicos con cuatro pares de patas que terminan en garras que les sirve para su desplazamiento, estos diminutos animales aunque también existen terrestres, necesitan una ligera película de agua para estar activos, residen en una gran variedad de ambientes acuáticos, en ecosistemas marinos, dulceacuícolas y terrestres. Los tardígrados se alimentan de algas, bacterias, detritus orgánicos, y el contenido celular de las plantas que estos habitan, algunas especies son depredadores de protozoos, nematodos o rotíferos. Por otro lado, estos organismos se encuentran divididos en cuatro grandes clases, de acuerdo a sus caracteres: Heterotardígrada, Apotardígrada, Eutardígrada y Mesotardígrada. Se consideran un aproximado de no más de 1500 especies descritas en el mundo (León Espinosa, 2019).

En México los estudios de tardígrados han sido poco variados, en 1911 se surgió el primer registro de tardígrados en el país, hasta 2006 la presencia de las especies fue documentada por extranjeros, posteriormente, en 2015, se registró la primera especie (Moreno-Talamantes et al., 2015) y hasta la actualidad se han registrado 84 especies de tardígrados (León-Espinosa, 2019; Dueñas-Cedillo et al., 2020).

Debido al escaso estudio, presencias de este grupo y conocimiento en México, trabajos actuales se enfocan en listados y registros de especies, realizando exploración, colectas intensivas, observaciones detalladas, y descripción de especies, así pues, García realiza una búsqueda literaria de estos organismos en México, donde mostró que se han recolectado tardígrados en 12 áreas nacionales: 317 registros de la Faja Volcánica Transmexicana, 42 en la Sierra Madre Oriental, 26 en Yucatán, 26 en la Sierra Madre Occidental, 20 en Tamaulipas, 11 en Veracruz, 5 en las Tierras Bajas del Pacífico, 5 en el Desierto de Chihuahua, 4 en Baja

California, 3 en la Cuenca del Balsas, 2 en la Sierra Madre del Sur y 1 en la Provincia de Los Altos de Chiapas. Además, se han registrado taxones marinos en ecorregiones marinas, principalmente en el norte del golfo de California, (García et al., 2022). Dada su búsqueda resultó una detallada lista sobre de la literatura sobre la fauna de tardígrados de México, de ellos se reconocen 105 taxones para el país, de los cuales 75 fueron "identificados a nivel de especie", 27 son asignados a nivel de género, dos a nivel de subfamilia y uno a nivel de orden (García et al., 2022).

En el 2011, solo se conocían 37 especies identificadas en México, Kaczmarek al., muestran una amplia búsqueda de estudios relacionados con identificación de tardígrados en estados de la república, obteniendo así una similitud en sustrato (musgo) de la muestra colectada, los estados pertenecientes fueron principalmente Oaxaca, Campeche y Sonora (Kaczmarek al., 2011).

Por otra parte, estudios realizados en Francia y Polonia muestran una diversidad de estos organismos presentes igualmente en musgos y cuerpos de agua dulce, como lo es la especie *Dactylobiotus Schuster* y *Isohypsibius Thulin*, respectivamente (Gasiorek et al., 1987). Por otro lado las especies *Doryphoribius quadrituberculatus*, *Diphascon mitrense*, *Echiniscus kofordi*, *Macrobiotus alvaroi*, *Macrobiotus kazmierskii* representan otro patrón de distribución neotropical encontrándolos en Argentina, Costa Rica, Ecuador, Barbados y México. También extienden su distribución en las regiones neártica y neotropical: *Doryphoribius dawkinsi*, que se encuentra en EE.UU., México y Costa Rica, y *Diphascon chilense*,(García et al., 2022).

En ese sentido, *Diphascon mitrense* pertenece al grupo de especies pingue, que es un complejo de 10 especies morfológicamente homogéneas. Esta especie se considera el primer registro en México y Norteamérica, además de solo tener conocimiento de apariciones en Argentina, (Dueñas et al., 2022).

Minibiotus sidereus, por otro lado, se caracteriza por tener una cutícula con tres tipos de poros circulares, elípticos y en forma de estrella (Pilato et al., 2003). Los mayores poros en forma de estrella que son visibles en la cabeza y en las patas; prominentes poros grandes en forma de estrella con muchos brazos están presentes en cada pata del cuarto par, lo que se considera como un carácter específico. Esta especie en el trabajo, es el primer registro en México e igualmente se tiene conocimiento de apariciones en el Ecuador (Dueñas et al., 2022).

La especie *Adropion scoticum* es un complejo cosmopolita de especies notablemente similares, que necesita una revisión taxonómica integradora. Además, no se conoce ningún material, por lo tanto, se requiere una nueva descripción. En este estudio, presentamos un nuevo registro de México, que amplía

su distribución en América del Norte, distribuyéndose en Canadá, Groenlandia, Costa Rica y América central, (Dueñas et al., 2022).

Por su parte, lo más peculiar de los tardígrados es su capacidad de sobrevivir a períodos perjudiciales de cambios en su entorno mostrando una tolerancia a los ambientes difíciles. La criptobiosis, es considerada una forma de reposo del metabolismo asociado con alteraciones en su morfología y anatomía que se induce y mantiene directamente por la aparición de condiciones adversas para una vida activa, algunas especies contraen sus cuerpos y retraen sus patas, así pueden sobrevivir hasta en épocas de congelación, en otros casos la comprensión de saber cómo poner en manifiesto esta cualidad sigue siendo poco comprensible y estudiado, algunos otras especies también pueden sobrevivir en un estado deshidratado, también se ha demostrado que pueden suspender o retrasar su metabolismo, es apropiado hacer hincapié que la criptobiosis les permita a los tardígrados resistir a condiciones adversas durante largos periodos de tiempo, otorgándoles la capacidad de extender su supervivencia en condiciones ambientales desfavorables con la capacidad de reproducirse cuando las condiciones se vuelven adecuadas, lo que contribuye a la creación de escenarios evolutivos de estos organismos y sus posibles consecuencias para su biología, diversificación y biogeografía (León Espinosa, 2019).

ANTECEDENTES DEL PROGRAMA O PROYECTO DONDE SE REALIZARON LAS ACTIVIDADES DEL SERVICIO SOCIAL

La Escuela Nacional de Ciencias Biológicas pretende realizar una formación responsable, con ética e investigadores competentes, preparados y con una visión y contribución al desarrollo sustentable para una sociedad mejor funcional ecológicamente con el mundo en el que vivimos, e informada y preparada para las futuras generaciones, además de transmitir el conocimiento con el paso de los años y seguir colaborando con nuevos registros de estos organismos en el territorio nacional.

UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROGRAMA O PROYECTO DONDE SE REALIZARON LAS ACTIVIDADES DEL SERVICIO SOCIAL.

El trabajo en apoyo se realizó en el laboratorio de Ecología, departamento de zoología de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas perteneciente al Instituto Politécnico Nacional, ubicada en la Unidad Profesional Lázaro Cárdenas, prolongación de Carpio y Plan de Ayala S/N, Colonia Santo Tomás, Alcaldía Miguel Hidalgo, C.P. 11340, México, Ciudad de México. El cual involucro trabajar con muestras colectadas con 2 años de vigencia, pertenecientes al cinturón volcánico

mexicano, principalmente a localidades aledañas al volcán Iztaccihuatl, así como regiones de Hidalgo, San Luis Potosí y el sur de la CDMX como el Ajusco.

OBJETIVO GENERAL DEL PROGRAMA O PROYECTO DONDE SE REALIZARON LAS ACTIVIDADES DEL SERVICIO SOCIAL

Conocer los patrones de distribución de las especies de tardígrados en el Eje Neovolcánico Transversal (ENT), partiendo del inventario taxonómico de las especies que están presentes en los principales macizos montañosos que integran esta provincia biogeográfica. Además de analizar la morfología, ecología y fisiología de los tardígrados en distintas escalas espaciales dentro de los distintos tipos de vegetación que integran el ecosistema boscoso dominante en el ENT, (Dueñas et al., 2022).

ESPECIFICACIÓN Y FUNDAMENTO DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS DE ACUERDO AL CALENDARIO PROPUESTO.

El área de estudio donde se colectaron las muestras del proyecto, fue en el cinturón volcánico transmexicano, principalmente en la ladera suroeste de Volcán Iztaccihuatl, se obtuvieron de los 12 sitios de muestreo seleccionados a lo largo de una gradiente altitudinal de 2700–4500 m, mismas que al momento de obtener se observó y registro la vegetación cercana y el tipo de sustrato.

Parte de los resultados fueron un total de 233 tardígrados encontrados, distribuidos en 7 géneros y 3 familias, Calohypsibiidae, Hypsibiidae y Macrobiotidae. En total fueron 5 especies encontradas e identificadas y 3 posiblemente determinadas, dentro de las más particulares se identificó a *Diphascon mitrense* con 2 ejemplares y *Minibiotus sidereus* con 50 ejemplares, que representaron nuevos registros para México, mientras que *Adropion scoticum* con 51 ejemplares, igualmente como un nuevo récord para México.

En base a lo mencionado anteriormente se realizó lo siguiente:

-Construcción de la base de datos de las especies identificadas en el Eje Neovolcánico Transversal (ENT) y ordenamiento de laminillas

Las localidades con las que obtuvo más registros de especies de tardígrados fueron las aledañas al volcán Iztaccihuatl, se consideraron 12 sitios de muestreo en diferentes altitudes, coordenadas, tipo de vegetación y el tipo de sedimento en donde se obtuvo la muestra, sin embargo, también se realizó el muestro en otro puntos del ENT como en el Ajusco, Amecameca, San Luis Potosí, Morelos e Hidalgo.

Se obtuvieron alrededor de 1 500 laminillas de ejemplares revueltas y se fueron ordenando por sitio y número de muestras por cada uno, en casos particulares, las laminillas tenían información adicional de la especie de tardígrado, especie de vegetación y tipo de sedimento de la muestra, las cuales se tomaron en cuenta para el llenado de la base de datos que proporciono el asesor externo, así como una base extra con información adicional de los sitios de muestreo en donde obtuvimos las coordenadas, nombre de cada sitio y altitud.

Por otro lado, dentro de los materiales y/o herramientas utilizadas en este apartado fueron básicamente una pc que fue proporcionada por el asesor externo, las laminillas analizadas en laboratorio con 2 años de vigencia y las bases de datos. El objetivo de esta primera actividad fue el conteo, registro y diversidad de cada una de las especies encontradas en regiones cercanas al volcán Iztaccihuatl, principalmente, dentro de un periodo de los primeros 2 meses y medio.

Se realizó a su vez el cambio de bolsas por muestra donde se encontraban las muestras en crudo de los sustratos colectados, cada uno de ellos fue reacomodado en una bolsa nueva y ordenada por fecha, sitio de la muestra y tipo de sustrato respectivamente, de igual modo todo se fue registrando en una base de datos nueva y se ordenaron en archiveros rotulados de cartón dados por el asesor externo. Cabe mencionar que algunas muestras fueron adquiridas en otras zonas de muestreo aparte del volcán Iztaccihuatl, tales como la Malinche, el Nevado de Toluca, el Nevado de Colima, San Luis Potosí, Morelos y el Ajusco, a partir de aquí el tiempo estimado fue de 2 meses a partir del 2do mes inicial.

-Revisión bibliográfica, taxonómica y morfológica del género *Pseudechiniscus*.

Se colectaron 6 muestras de musgos provenientes del bosque de Tlalpan el 14 de Septiembre de 2022, las cuales fueron procesadas y por medio de extracción con tamices se realizó la separación del musgo con el sedimento en el laboratorio de Ecología marina de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, el proceso de extracción por tamices consiste en colocar una muestra del sobre que midiera aproximadamente 2x2 cm y esta se coloca en un recipiente con 30 ml de agua, después se dejó reposar 12 horas, una vez reposada la muestra en agua se agitó bien y se vació en un tamiz de 17 mm, se exprimó bien el musgo y con ayuda de agua se lavó despacio los restos del musgo en el tamiz, toda el agua caída se juntó en otro recipiente y a partir de aquí la muestra procesada quedó lista, posteriormente fueron vistas bajo luz y un microscopio estereoscópico y con ayuda de micropipetas, cajas Petri y agua diluida se tuvo una mejor visión de los ejemplares objetivo, una vez encontrados organismos tardígrados en la muestra se retiró y excluyó del resto en una caja Petri nueva para futuras pruebas para determinación de especie y/o visualización de caracteres, esta actividad se realizó

con la finalidad de tener más diversidad o no de este género en esta particular zona del sur de la Ciudad de México.

Al par de esta actividad se llenó una bitácora desde que se salió a coleccionar en el bosque hasta el momento en el que se encontraban los organismos, considerando a partir de la fecha de cada evento hasta las observaciones necesarias en el caso de no encontrar tardígrados en la muestra, todo resultado no satisfactorio se depositó en el fregadero y se desechó la muestra, se trabajó este punto durante el segundo trimestre del tiempo postulado.

-Organización de material fotográfico de tardígrados previamente capturados

El asesor externo proporcionó una memoria USB con fotografías obtenidas en laboratorio en donde todas estaban en desorden y de acuerdo al conocimiento e investigación bibliográfica de cada una de las especies encontradas a lo largo del trabajo en apoyo, se crearon carpetas con el nombre de cada una de las especies encontradas o con el nombre del hábito deseado al momento de la captura fotográfica.

Dichas fotografías fueron modificadas en su caso si el nombre del ejemplar estaba erróneamente escrito o tenía abreviaturas sin sentido, cada nombre fue modificado idóneamente y claramente, con signos y/o letra correcta para la escritura de especies de organismos, el tiempo de dedicación fueron prácticamente las últimas 5-4 semanas de tiempo de servicio social.

Todo el material que se cambió tanto de lugar, como de recipientes y/o acomodado por orden está en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas unidad Santo Tomás del IPN, respecto a las bases de datos digitales y USB de fotografías está en el laboratorio de Ecología de la ENCB.

IMPACTO DE LAS ACTIVIDADES

Sobre todo la futura exploración de estos organismos en otro tipo de ambientes no muy conocidos, que la ciencia siga avanzando al conocimiento y peculiaridades de estos organismos ante otro tipo de comunidades y/o formas de ambiente, poner en manifiesto que son organismos importantes para la ecología y quizá experimentar con ellos para demostrar su capacidad de supervivencia y resistencia.

APRENDIZAJE Y HABILIDADES OBTENIDAS DURANTE EL DESARROLLO DEL SERVICIO SOCIAL

Fortalecimiento práctico y cognitivo alrededor del trabajo en relación, las actividades realizadas (registro, investigación, captura, colecta) en general tuvieron la finalidad de enriquecer la dedicación, responsabilidad, trabajo, empeño y pasión por un pequeño granito de la biología, saber que se pueden estudiar organismos a

diferentes escalas y sin limitaciones actuales de lograrlo, saber que podemos ir más allá de lo que el ojo humano no ve, fortalecer expectativas y enseñar a las futuras generaciones que aún hay mucho por lo cual ver y aprender, de igual modo, saber trabajar con lo que tenemos, ingeniar y poner en práctica el pensamiento, desde saber llenar una base de datos, salir de campo, coleccionar, fijar, hasta mirar organismos bajo el microscopio, son herramientas que se manifestaron desde la formación y que quizá se la base de muchos trabajos en este ámbito.

REFERENCIAS:

- Dueñas-Cedillo A., R., Martínez-Méndez E., García-Román J., Armendáriz-Toledano F., Ruiz A. E. 2022. Taxonomía y ecología del phylum Tardigrada en el eje neovolcánico transversal. T E S I S Que para obtener el grado de Doctora en ciencias químicobiológicas. CDMX. Pp 5-10.
- García-Román J., Dueñas-Cedillo A., Cervantes-Espinoza M., Flores-Martínez J. J., Vargas-Mendoza C. F., Ruiz A. E. and Armendáriz-Toledano F. 2022. Strategy to Provide a Present and Future Scenario of Mexican Biodiversity of Tardigrada. *Diversity.*, 14, 280.
- Gasiorek, P.; Stec, D.; Morek, W.; Zawierucha, K.; Kaczmarek, Ł.; Lachowska-Cierlik, D.; Michalczyk, Ł. An integrative revision of *Mesocrista Pilato*. 1987. (Tardigrada: Eutardigrada: Hypsibiidae). *J. Nat. Hist.* 2016, 50, 45–46.
- Kaczmarek Ł., Diduszko D., and Michalczyk Ł. 2011. New records of Mexican Tardigrada. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82: 1324-1327.
- León-Espinosa, G.A.; Moreno-Talamantes, A.; Rodríguez-Almaraz, G.A. Ositos de agua (Tardigrada) de México: Los famosos desconocidos. *Biol. Soc.* 2019, 2, 61–70. Available online: <https://issuu.com/biologiaysociedad/docs/biologiaysociedadn4/61> (accessed on 1 January 2020)
- Moreno-Talamantes, A.; Roszkowska, M.; Ríos-Guayasamín, P.; Flores-Maldonado, J.J.; Kaczmarek, Ł. First record of *Dactylobiotus parthenogeneticus* Bertolani, 1982 (Eutardigrada: Murrayidae) in Mexico. *Check List* 2015, 11, 1723. [CrossRef]
- Morrone, J.J.; Escalante, T.; Rodríguez-Tapia, G.; Carmona, A.; Arana, M.; Mercado-Gómez, J.D. 2022. Biogeographic regionalization of the Neotropical region: New map and shapefile. *An. Acad. Bras. Cienc.* 94, e20211167.
- Pilato, Giovanni, Binda, Maria Grazia, Lisi, Oscar (2003): Remarks on some species of tardigrades from South America with the description of *Minibiotus sidereus* n. sp. *Zootaxa* 195: 1-8, DOI: 10.5281/zenodo.156839.

German Castro Mejía
Asesor interno



Enrico Alejandro Ruiz Castillo
Asesor externo