



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA**  
**UNIDAD XOCHIMILCO**

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

**INFORME FINAL DE SERVICIO SOCIAL**  
**POR ACTIVIDADES RELACIONADAS CON LA PROFESIÓN PARA**  
**OBTENER EL GRADO DE LICENCIADO EN BIOLOGÍA**  
**QUE PRESENTA**

**Saida Jimena Mendoza Marín**

**Matrícula:**

**2193028172**

**Análisis de acumulación de Di(2-etilhexil) ftalato (DEHP) y alteraciones histológicas en hígado, músculo, gónada y cuerpos grasos en tortugas (*Trachemys venusta*) como modelo *in vivo***

**ASESORA INTERNA:**

Dra. María Judith Castellanos Moguel  
Laboratorio de Micología  
Departamento El Hombre y su Ambiente  
Número económico: 28248

**ASESOR EXTERNO:**

Dr. Víctor Hugo Reynoso Rosales  
Departamento de Zoología  
Instituto de Biología  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Cédula profesional: 1690118

**México, CDMX. Octubre, 2024**

# Índice

<b>Resumen</b> .....	2
<b>Introducción</b> .....	3
<b>Misión</b> .....	4
<b>Visión:</b> .....	4
<b>Compromiso social</b> .....	4
<b>Objetivos de las actividades realizadas</b> .....	4
<b>Actividades desarrolladas</b> .....	5
<b>Vínculo de las actividades desarrolladas con los objetivos del plan de estudios</b> .....	7
<b>Bibliografía</b> .....	8
<b>Anexos</b> .....	10
<b>Visto bueno</b> .....	17

## Resumen

El plástico es un material valorado por sus propiedades que permiten variadas aplicaciones. Se encuentra presente en productos de uso cotidiano elaborados por diversas industrias, por lo que ha tenido un crecimiento en su producción global año tras año, llegando a las 400 toneladas en el año 2022. Sin embargo, el principal problema de su uso desmedido es su escasa biodegradabilidad, así como la baja tasa de reciclaje, provocando una acumulación en el medio ambiente. Al fragmentarse, los plásticos generan microplásticos, y estos liberan compuestos químicos dañinos, como los ftalatos, que contaminan los ecosistemas, poniendo en riesgo a las especies que habitan en ellos.

Los ftalatos son aditivos que se mezclan con algunos plásticos para incrementar su elasticidad. Uno de los más usados es el Di(2-etilhexil) ftalato (DEHP), el cual se desprende fácilmente de los productos plásticos y se acumula en ecosistemas acuáticos. Estudios con numerosas especies han demostrado que causa efectos negativos en la reproducción, desarrollo y salud de animales, provocando problemas de crecimiento, carcinomas, enfermedades renales, alteraciones reproductivas y deformidades físicas, etc. Por lo anterior, es un plastificante que funge como disruptor endocrino, afectando procesos regulados por hormonas.

Las actividades desarrolladas en este proyecto se basaron en el cuidado y mantenimiento en cautiverio de 40 tortugas de la especie *Trachemys venusta* y ocho de *Trachemys scripta* con la finalidad de emplearlas como modelo *in vivo* de un experimento que analizará el efecto del Di(2-etilhexil) ftalato (DEHP), debido a que no hay estudios previos que demuestren el impacto de la exposición aguda a tal sustancia en reptiles. Asimismo, se pretende contribuir al conocimiento del ciclo de vida de *Trachemys venusta* a través de un reporte de crecimiento de la especie en cautiverio.

Como trabajo adicional, también se participó en la elaboración de una exposición temporal que tiene como objetivo divulgar información sobre los microplásticos, las especies nativas e invasoras, así como de las especies utilizadas como modelo en el presente estudio. Esta exposición se encuentra de manera temporal en el Pabellón de la Biodiversidad.

**Palabras clave:** microplásticos, ftalatos, DEHP, disruptor endocrino, tortugas.

# **Análisis de acumulación de Di(2-etilhexil) ftalato (DEHP) y alteraciones histológicas en hígado, músculo, gónada y cuerpos grasos en tortugas (*Trachemys venusta*) como modelo *in vivo***

## **Introducción**

Los materiales plásticos en la actualidad se encuentran en todo tipo de industrias, tales como farmacéutica, automotriz, eléctrica, electrónica y hasta alimentaria (Espinoza, 2019). Se encuentran presentes en objetos indispensables de uso cotidiano (Plastic Europe, 2022), debido a su amplia versatilidad, así como a sus propiedades, entre ellas, su bajo peso, flexibilidad, durabilidad y la resistencia a la corrosión. Por lo que su producción a escala mundial ha experimentado un crecimiento en la última década, para el año 2022 se registraron 400.3 millones de toneladas producidas, aumentando notablemente año tras año (Plastic Europe, 2023).

Uno de los principales problemas es que el plástico no es un material biodegradable y sólo una pequeña parte es reciclada y el resto se desecha (Buteler, 2019). El mal manejo de residuos produce la acumulación en vertederos, ríos, y océanos afectando el ambiente y la biodiversidad (Buteler, 2019; Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades, 2022).

Cuando los plásticos se desintegran, permanecen en el ambiente en fragmentos más pequeños, denominados microplásticos (Buteler, 2019; Acosta *et al.*, 2022). Al ser producidos con compuestos químicos que no están integrados a la matriz del plástico, éstos son liberados al ambiente conforme el plástico se va fragmentando y degradando (Bustamante *et al.*, 2011). Cuando los desechos desembocan al mar, los aditivos con los que se elaboran son absorbidos por el entorno marino (Zarfl *et al.*, 2011). Uno de esos componentes son los ftalatos, los cuales se acumulan y se ha demostrado que afectan la reproducción y desarrollo de los animales (Buteler, 2019).

Entre los ftalatos, el di(2-etilhexil) ftalato (DEHP) es uno de los más utilizados como plastificante y, por tanto, de los más estudiados debido a sus efectos nocivos (Calafat, 2009). Este compuesto se desprende fácilmente de los productos plásticos y se acumula en diversos hábitats, especialmente en medios acuáticos (Koch y Calafat, 2009). Se ha concluido que el DEHP actúa como un disruptor endocrino en muchas especies animales, interfiriendo en los procesos hormonales cruciales (Herrero *et al.*, 2017; Silva *et al.*, 2020).

Además, la exposición de modelos murinos a este químico ha mostrado que tiene potencial para que los animales desarrollen adenomas, carcinomas, enfermedades renales y prostáticas, así como alteraciones ováricas y testiculares (Rusyn *et al.*, 2006). En peces se evidenció el efecto negativo en la capacidad reproductiva al reducir la producción de embriones, disminuir la fecundidad, interrumpir la espermatogénesis, entre otras derivaciones (Carnevali *et al.*, 2010; Manikkam *et al.*, 2013; Ye *et al.*, 2013). De manera similar, en anfibios, se ha observado que el DEHP interfiere con el desarrollo larval, resultando en deformidades físicas y alteraciones en la metamorfosis (Ohtani *et al.*, 2018).

**Lugar de realización:** Laboratorio de Herpetología Integrativa, ubicado en el Pabellón Nacional de la Biodiversidad, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.

**Marco Institucional del Pabellón Nacional de la Biodiversidad:**

**Misión:**

Inspira y provoca una relación armoniosa con el mundo natural a través de experiencias basadas en la curiosidad y la indagación dejando un impacto significativo para una sociedad informada, responsable y conectada con la naturaleza.

**Visión:**

Ser un espacio de referencia y de encuentro para comunicar el conocimiento sobre la riqueza natural de México, facilitando su comprensión, aprecio, disfrute y conservación.

**Compromiso social:**

El Pabellón Nacional de la Biodiversidad es un espacio dedicado a la promoción del conocimiento y la conservación de la biodiversidad en México. Su compromiso social se centra en promover una cultura de responsabilidad y el ejercicio de la protección del medio ambiente y de la biodiversidad, a través de la educación ambiental, la divulgación científica, la conservación y la participación comunitaria.

**Objetivos de las actividades realizadas:**

- Cuidar y mantener en un buen estado de salud 40 ejemplares de tortugas pavo real (*Trachemys venusta*) y ocho tortugas de orejas rojas (*Trachemys scripta*).

- Evaluar características morfométricas tales como ancho recto del caparazón (ARC), longitud recta del caparazón (LRC), alto, distancia cloacal (DC), y peso de 40 tortugas *T. venusta* criadas en cautiverio.
- Realizar una exposición aguda de DEHP a tortugas *T. scripta*.
- Tomar muestras de sangre de organismos *T. scripta* e identificar el contaminante y su metabolito.
- Divulgación científica sobre especies endémicas e invasoras tomando como referencia *T. venusta* y *T. scripta*.

**Actividades desarrolladas:**

1. Cuidado y mantenimiento en cautiverio de tortugas pavo real (*Trachemys venusta*) del 01/04/2024 al 01/10/2024. Se cuidaron 40 ejemplares distribuidos en 10 peceras de 15 litros. Cada pecera contaba con calentador, termómetro y sistema de filtración, para evitar la acumulación de residuos. Las tortugas se mantuvieron a una temperatura del agua de 28 °C, y fueron alimentadas cada tercer día con alimento comercial para tortuga dulceacuícola, posteriormente se hizo una adaptación siendo alimentadas dos veces por semana; asimismo, fueron expuestas a luz ultravioleta a diario por cuatro horas.
2. Curación de individuos enfermos: Desde su introducción desde la UMA Lucertas algunos individuos de *Trachemys venusta* llegaron enfermos, por lo que su curación se basaba en la aplicación de miconazol e Isodine antiséptico (iodopovidona) directamente en las zonas afectadas, de igual forma, se aplicó una cucharada de Isodine por cada litro de agua y fueron expuestas a luz ultravioleta una hora al día. Como método preventivo se aplicó una gota de Aquari-Sol (quelato de cobre) por cada cuatro litros de agua.
3. Cuidado y mantenimiento en cautiverio de tortugas de orejas rojas (*Trachemys scripta*) del 01/04/2024 al 01/10/2024. Se cuidaron ocho ejemplares distribuidos en una pecera de 40 litros por individuo. Cada pecera cuenta con un calentador, termómetro y sistema de filtración, para evitar la acumulación de residuos, de igual forma, se hacía un recambio de agua cada vez que las tortugas eran alimentadas. La alimentación se realizó al inicio cada tercer día con alimento comercial para tortuga dulceacuícola y posteriormente se hizo una adaptación siendo alimentadas dos veces por semana.

4. Toma de datos biométricos. Cada 15 días las tortugas *T. venusta* fueron medidas con un vernier y se registraron los siguientes parámetros: ancho recto del caparazón (ARC) tomando entre puntos homólogos más amplios sobre los lados opuestos del caparazón; longitud recta del caparazón (LRC) midiendo desde el margen anterior del escudo nugal hasta el margen posterior del caparazón en la unión de las marginales 12; alto, distancia cloacal (DC), midiendo desde el borde posterior del plastrón hasta el margen anterior de la cloaca y la longitud postcloacal, desde el borde posterior de la cloaca hasta el ápice de la cola (Rueda *et al.*, 2007); y el peso utilizando una báscula digital. Las tortugas *T. scripta* únicamente fueron pesadas con una báscula digital. De igual forma, se generaron gráficos con los datos colectados en los registros de la especie *T. venusta* (Anexos).
5. Administración de carbón activado a ejemplares: Se les administró por medio de alimentación forzada carbón activado a los ocho individuos *T. scripta* y se registró el tiempo que tardaron en excretarlo en su totalidad con la finalidad de identificar el tiempo de digestión para conocer más acerca de su metabolismo.
6. Elaboración de material de difusión cultural: Realización de infografías de especies de tortugas nativas e invasoras, de las tortugas *Trachemys venusta* (nativa) y *Trachemys scripta* (invasora), de microplásticos y respuestas a preguntas “¿Quieres saber más?” para la exposición “Tortugas en la era del plástico” (Anexos).
7. Apoyo en cambio de recinto: Aclimatación del nuevo espacio para las tortugas, preparación de peceras y sistema de filtración.
8. Elaboración de plan de manejo: Redacción de un plan de manejo de las especies *T. venusta* y *T. scripta*.
9. Revisión de artículos: Búsqueda de artículos usando las palabras clave *Phthalates*, *marine* y *animal* en las bases *Web of Science* y *Scopus*. Lectura y recolección de datos de los documentos encontrados.
10. Toma de muestras sanguíneas: El 04/09/24 se colectaron muestras de 1 ml de sangre en microtubos heparinizados. Las tomas fueron realizadas a través de la punción del seno cervical. La sangre colectada fue centrifugada después de la toma y posteriormente separada en plasma y componentes celulares, los cuales se conservaron a -18 °C según el método de Koch *et al.* (2005). Después de la separación las muestras de plasma fueron acidificadas con 100 µL/mL 1 M H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> y posteriormente guardadas a -20 °C hasta ser analizadas (Palacios *et al.*, 2022).

## **Vínculo de las actividades desarrolladas con los objetivos del plan de estudios**

Las actividades desarrolladas fomentan una formación que integra el conocimiento teórico, la reflexión analítica y la capacidad de aplicar métodos científicos para enfrentar desafíos ecológicos en armonía con los objetivos propuestos, ya que permiten desarrollar una comprensión de los procesos biológicos y ecológicos, así como adquirir habilidades para proponer y evaluar estrategias de manejo de los recursos naturales en un contexto interdisciplinario, crítico y creativo.

Las actividades prácticas de manejo de fauna se encuentran directamente vinculadas con el objetivo de formar profesionales capaces de desarrollar y evaluar estrategias de manejo de recursos naturales bióticos, esto se debe a que el cuidado de tortugas en cautiverio, así como la atención a los ejemplares enfermos permite aplicar los conocimientos biológicos y ecológicos para solucionar problemas reales en un contexto práctico. Asimismo, se fomenta una actitud crítica y creativa para adaptar las condiciones de las tortugas según sus necesidades y requerimientos, contribuyendo a la comprensión de los procesos biológicos fundamentales y una creatividad para la solución de problemáticas que dificulten mantener dichas condiciones. De igual forma, la colaboración en el cambio de recinto involucra la adaptación del entorno, comprendiendo los procesos ecológicos que afectan a las especies en cautiverio, aplicando distintas estrategias para mejorar las condiciones de vida de las tortugas.

La toma de datos biométricos proporciona información importante sobre el crecimiento y la salud de tortugas en cautiverio, lo cual es esencial para el diagnóstico y monitoreo de especies. Esto ayuda a desarrollar habilidades para el análisis de datos biológicos, que son esenciales para desarrollar estrategias de manejo basadas en evidencia.

La creación del material de difusión cultural implica la comunicación de conocimientos científicos a un público más amplio, el hacer la información accesible para toda la comunidad, explorando la creatividad para el diseño de materiales de difusión, que sean informativos y comprensibles, fomentando una visión multidisciplinaria al conectar la biología con la educación, la concientización, e incluso el diseño.

Finalmente, la redacción de un plan de manejo promueve la integración de aspectos socioeconómicos y culturales en el estudio y manejo de especies, desarrollando una visión interdisciplinaria y crítica en el análisis de los problemas ecológicos y biológicos, al igual que la búsqueda y revisión de artículos científicos y la toma de muestras sanguíneas que a su vez refuerzan el uso del método científico e impulsan una actitud crítica y analítica.

## Bibliografía

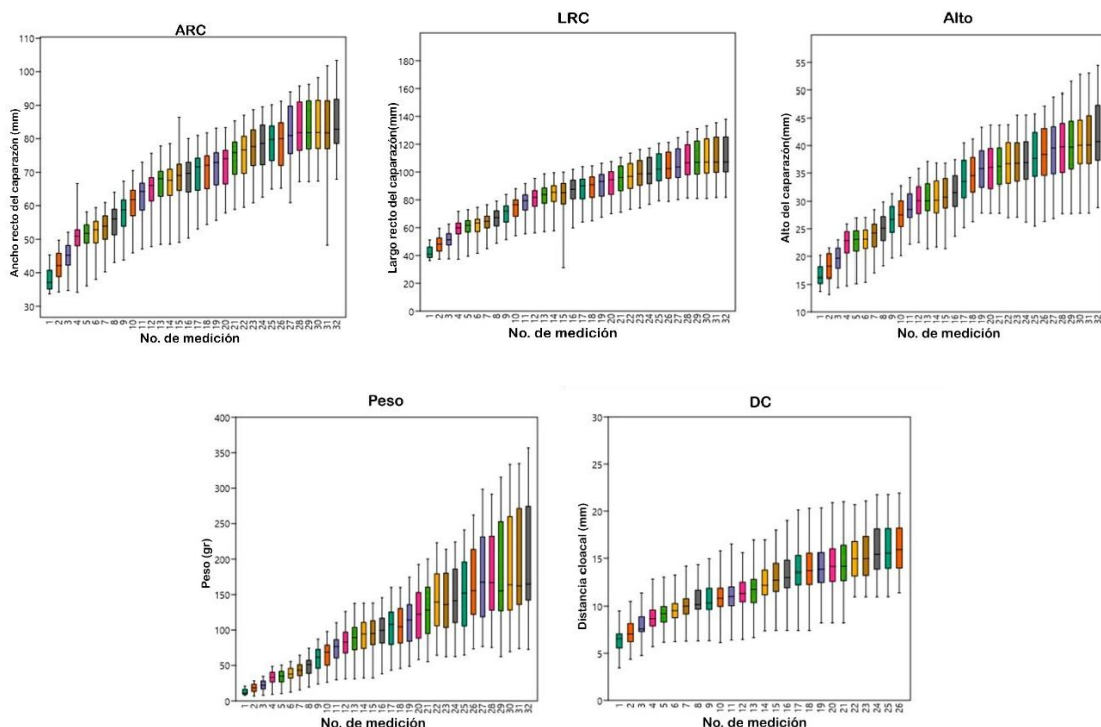
- Acosta, G., Carrillo, D. y Caballero, J. 2022. Microplásticos en agua y en organismos. *Ciencia*. 73(2), 14-21.
- Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. 2022. ToxFAQs™ – Di(2-ethylhexil) ftalato (DEHP) [Di(2-ethylhexyl) phthalate.
- Bustamante, P., Lizama, B. Olaíz, G. y Moreno, F. 2011. Ftalatos y efectos en la salud. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 17(4), 205–215.
- Buteler, M. 2019. El problema del plástico. *Desde la Patagonia Difundiendo Saberes*. 16 (28). 56-60.
- Carnevali, O., Tosti, L., Speciale, C., Peng. C., Zhu. Y. y Maradonna, F. 2010. DEHP Impairs Zebrafish Reproduction by Affecting Critical Factors in Oogenesis. *Plos One* 5(4): e10201.
- Chang, H., Chin, H., Chiu, C. y Cheng, D. 2021. The degradation of di-(2-ethylhexyl) phthalate, DEHP, in sediments using percarbonate activated by seaweed biochars and its effects on the benthic microbial community. *Journal of Cleaner Production*. (292)10
- Espinoza, J. 2019. Plásticos. Un chivo expiatorio. *Journal of Industrial Neo-Technologies*. (2)6.
- Herrero, Ó., Morcillo, G. y Planelló, R. 2017 Transcriptional deregulation of genetic biomarkers in *Chironomus riparius* larvae exposed to ecologically relevant concentrations of di(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP). *Plos One*. 12(2).
- Koch, H., Bolt, H., Preuss, R. y Angerer, J. 2005. New metabolites of di(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP) in human urine and serum after single oral doses of deuterium- labelled DEHP. *Archives of Toxicology*. 79(7):367-376.
- Koch, H. y Calafat, A. 2009. Human body burdens of chemicals used in plastic manufacture. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), 2063-2078.
- Manikkam, M., Tracey, R., Guerrero-Bosagna, C. y Skinner M.K. 2013. Plastics Derived Endocrine Disruptors (BPA, DEHP and DBP) Induce Epigenetic Transgenerational Inheritance of Obesity, Reproductive Disease and Sperm Epimutations. *Plos One* 8(1): e55387.
- Ohtani, H., Miwa, S. y Hara, I. 2018. Effects of DEHP exposure on metamorphosis and growth in amphibians. *Aquatic Toxicology*, 198, 28-35.
- Palacios, M., De Vizcaya, A., Morales, J. y Amador, O. 2022. Toxicokinetic assessment of inhalatory absorption of Diisobutyl phthalate (DiBP) using a novel thermal desorption-

- GC-MS method to determine phthalate diesters in blood plasma. *Environmental Toxicology and Pharmacology*. 90:103813.
- Plastic Europe. 2022. *Plastics - the facts 2022*. Plastic Europe. <https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-facts-2022/>. Consultado el 9 de octubre de 2024.
- Plastic Europe. 2023. *Plastics - the facts 2023: An analysis of European plastics production, demand and waste data*. Plastic Europe. <https://www.plasticseurope.org> Consultado el 9 de octubre de 2024.
- Rueda, J. V., Carr, J. L., Mittermeier, R. A., Rodríguez, J. V., Mast, R. B., Vogt, R. C., Rodhin, A. G., Ossa, J., de la Rueda, J. N. y Mittermeier, C. G. 2007. Las tortugas y los cocodrilianos de los países andinos del trópico. *Serie de guías tropicales de campo N° 6. Conservación Internacional*. Editorial Panamericana, Formas e Impresos. Bogotá, Colombia. 538 pp.
- Rusyn, I., Peters J.M. y Cunningham, M.L. 2006. Modes of action and species-specific effects of di-(2-ethylhexyl)phthalate in the liver. *Critical Reviews in Toxicology*, 36(5):459-79.
- Silva, M., Wong, L., Samandar, E., Preau, J. y Calafat, A. M. 2020. Exposure to di-2-ethylhexyl phthalate (DEHP): Current perspectives. *Environmental Health Perspectives*, 128(6), 067013.
- Ye, T., Kang, M., Huang, Q., Fang, C., Chen, Y., Shen, H. y Dong, S. 2014. Exposure to DEHP and MEHP from hatching to adulthood causes reproductive dysfunction and endocrine disruption in marine medaka (*Oryzias melastigma*). *Aquatic Toxicology*. (146)115,26
- Zarfl, C., Fleet, D., Fries, E., Galgani, F., Gerdt, G., Hanke, G. y Matthies, M. 2011. Microplastics in oceans. *Marine pollution bulletin*. 62(8):1589-91.

## Anexos

Tasas de crecimiento de las tortugas en los experimentos.

Las siguientes gráficas muestran el patrón de crecimiento de 39 ejemplares de *Trachemys venusta* a través de 32 mediciones realizadas cada 15 días a partir de su primer mes de vida.



Figuras 1, 2, 3, 4 y 5. Gráficas de crecimiento de *Trachemys venusta* en cautiverio.

La figura 1 muestra un patrón de crecimiento en el ancho recto del caparazón (ARC) de las tortugas a lo largo del tiempo, puesto que, desde el inicio de las observaciones hasta la medición final, se observa un incremento sostenido en el tamaño del caparazón. Lo cual, sugiere un desarrollo constante y saludable de las tortugas. Asimismo, la variabilidad en el ancho del caparazón aumenta con el tiempo, lo que podría indicar diferencias en las tasas de crecimiento entre los individuos.

De igual forma, en la figura 2 también se observa un patrón de crecimiento progresivo del largo recto del caparazón (LRC) en los ejemplares a través del tiempo, ya que hay un aumento constante en el tamaño del caparazón, indicando que las tortugas se desarrollan de manera adecuada durante su etapa inicial de vida. La variabilidad de las mediciones es

debido a las diferencias naturales en el ritmo de crecimiento entre individuos. Sin embargo, no hay anomalías significativas ni interrupciones en el desarrollo, lo que sugiere que las condiciones ambientales y de manejo son favorables.

En la figura 3 se nota nuevamente que el crecimiento del alto caparazón tiene un patrón constante, siendo que el aumento gradual indica que las tortugas están experimentando un desarrollo normal y saludable. Al no observarse interrupciones o cambios drásticos en el crecimiento a lo largo del tiempo, más que las diferencias individuales naturales de los ejemplares, se puede inferir que las condiciones ambientales y el manejo han sido favorables.

La figura 4 refleja un incremento progresivo en el peso de las tortugas a lo largo de las mediciones realizadas. Los datos obtenidos sugieren un desarrollo saludable y continuo durante las primeras etapas de vida, sin embargo, la variabilidad entre cada medición es notable, ya que algunos individuos tienen pesos significativamente mayores o menores que el promedio, lo que representa diferencias naturales en el crecimiento entre los ejemplares. Sin embargo, se puede decir que las tortugas siguen un patrón de desarrollo positivo, ya que, aunque hay bajas de peso que podrían ser debido a la enfermedad que padecieron, en los últimos registros se nota un incremento.

En la figura 5 se observa un aumento gradual en la distancia cloacal de los ejemplares a lo largo de 25 mediciones. Este crecimiento sugiere un desarrollo saludable en esta dimensión del cuerpo, puesto que, a lo largo de las mediciones, la variabilidad en los datos es moderada, con algunos individuos mostrando diferencias en la distancia cloacal en cada punto, lo cual es común y esperado en poblaciones naturales. Sin embargo, la tendencia general indica un incremento constante sin fluctuaciones abruptas, reflejando un crecimiento sostenido y uniforme en la distancia cloacal de las tortugas, sugiriendo que la especie tendrá un desarrollo normal bajo condiciones óptimas.



Figura 6. Infografías de especies invasoras y especies nativas.



Figura 7. Infografías de tortugas *Trachemys scripta* y *Trachemys venusta*.

# Microplásticos



## ¿Por qué usamos plástico?

La incorporación del plástico a la vida cotidiana se debe a que es un material con características de maleabilidad y resistencia. Es un producto muy útil al que se le puede dar cualquier forma y dureza.

## ¿Cuánto tarda el plástico en descomponerse?

La degradación total es lenta y puede llegar a tardar hasta 500 años. Esto ha hecho que desde su industrialización haya una gran acumulación de desechos. Se tienen registros de 280 a 330 millones de toneladas producidas anualmente en el mundo.



## ¿Por qué son peligrosos los plásticos?

Desde su manufactura, los plásticos llevan consigo productos químicos llamados plastificantes que lo hacen suave. El proceso de liberación al medio ambiente de estos aditivos pone en riesgo a los organismos expuestos. Además de objetos de plástico como los empaques de comida o las bolsas de sangre, los plastificantes se utilizan para fabricar, ingredientes inertes en plaguicidas y repelentes de insectos, perfumes, jabones y detergentes, tintas y lacas, aceites y lubricantes, papel, y adhesivos.



## ¿La degradación del plástico hace que el plástico desaparezca?

No, mucho antes de descomponerse definitivamente, la degradación del plástico genera partículas plásticas más pequeñas llamadas microplásticos. Los microplásticos son fragmentos de plástico menores a 5 milímetros de tamaño. Además existen microplásticos primarios que no son producto de la fragmentación sino que fueron manufacturados de inicio con un tamaño menor a 5 mm.



## ¿Cómo llegan los microplásticos a lagos y mares?

Muchos microplásticos se generan dentro del mismo cuerpo de agua por la degradación. Pero la mayoría son incorporados producto del mal manejo de basura así como de aguas residuales domésticas e industriales. Entre las principales causas de contaminación en playas mexicanas y ecosistemas arrecifales se encuentra la descarga de aguas residuales, drenajes deficientes o nulos, plantas de tratamiento insuficientes o sobrecargadas, desechos generados por botes y embarcaciones pesqueras, residuos urbanos, y el arrastre de residuos continentales por las lluvias y ríos.



## ¿Qué sabemos del efecto de los microplásticos?

Los plásticos son más que un problema estético, ya que representa un riesgo directo para los organismos. En 2014 se reportaron 557 especies marinas con alta ingestión de plásticos. Los microplásticos se incorporan a las redes tróficas desde el zooplankton pasando después a crustáceos como los cangrejos, moluscos como las almejas, y otros gusanos marinos, que después pasan a varias especies de peces y luego a las aves.



## ¿Los microplásticos afectan a las tortugas?

Se ha visto que las tortugas marinas son particularmente vulnerables a la basura plástica y microplástica y que todas las especies se ven afectadas por los residuos plásticos. Estas incluyen la tortuga verde (*Chelonia mydas*), la caguama (*Caretta caretta*), la lora (*Lepidochelys kempii*), la laúd (*Dermochelys coriacea*), la plana (*Natator depressus*), la carey (*Eretmochelys imbricata*) y la golfinia (*Lepidochelys olivacea*).



Figura 8. Infografía de microplásticos.

**¿Quieres saber más?**  
**¡Escanea los códigos QR!**

¿Qué hacemos aquí? 

¿De dónde venimos? 

¿Por qué estamos en este experimento? 

¿Qué cuidados necesitamos para vivir aquí? 

¿Qué pasará con nosotras después del experimento? 

**LHI**

¡Queremos escucharte!  
 Escribe aquí tus comentarios y dudas 

¿Quiénes somos? 

**UNAM**

**Laboratorio de Herpetología Integrativa**  
 Pabellón Nacional de la Biodiversidad


Figura 9. Póster de preguntas frecuentes “¿Quieres saber más?” de la exposición “Tortugas en la era del plástico”.

## ¿Qué hacemos aquí?

Somos un grupo de tortugas que participamos en un experimento que ayudará a entender cómo afecta la exposición a los químicos que se desprenden de la basura plástica a la salud de las tortugas en vida libre.

Esto es necesario ya que actualmente se producen varios millones de toneladas de basura plástica en el mundo. Se reportan de 290 a 330 millones de toneladas de basura plástica producidas anualmente y tan solo en México se producen 7 millones de éstas. Además el plástico tarda hasta 500 años en degradarse, y generalmente esta degradación solo genera partículas más pequeñas de plástico, denominadas microplásticos, que se acumulan en los ecosistemas a pesar de no ser evidentes.


Se ha reportado que las tortugas acuáticas del mundo están en contacto con la basura plástica y por lo tanto, están en contacto con los químicos que se desprenden de ella. Particularmente, es de nuestro interés el estudio de los fitatos, que son un grupo de químicos que están entre los aditivos plásticos más usados por la industria.



## ¿De dónde venimos?

Las tortugas pequeñas son de la especie *Trachemys venusta* y provienen de la Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) "Lucertas", ubicada en Avenida 16 de septiembre S/N, Municipio de Tres Valles, Veracruz. Las UMAs son sitios de producción compatibles con la conservación de la vida silvestre, por lo que la venta y adquisición de todas las tortugas pequeñas del experimento cuentan con los permisos necesarios otorgados por la SEMARNAT.


Las tortugas grandes pertenecen a la especie *Trachemys scripta* que es una especie exótica invasora en México. Fueron mascotas donadas por sus cuidadores al Herpetario de la Facultad de Ciencias de la UNAM y prestadas para el experimento.



## ¿Por qué estamos en este experimento?


Debido a que es inviable hacer experimentos con especies en riesgo de extinción, como son las tortugas marinas, se pretende simular los efectos de los contaminantes usando las especies *Trachemys venusta* y *Trachemys scripta* como modelos. A través de nosotras se podrá investigar las afectaciones a la salud a la exposición a contaminantes que se desprenden del plástico.

Las tortugas se consideran buenos indicadores de ambientes contaminados ya que son organismos longevos, que habitan una variedad de ambientes, con amplia distribución geográfica y depredadores omnívoros. Se encuentran en una posición superior en la cadena trófica y bioacumulan contaminantes de la comida, sedimentos y la columna de agua.



## ¿Qué cuidados necesitamos para vivir aquí?

Requerimos una pecera en la que quepamos para vivir holgadamente, un calentador que mantenga el agua entre 26-28°C y una lámpara de luz UVB para promover la fijación de calcio a través de la generación de vitamina D. Somos alimentadas 3 veces por semana, y aunque contamos con filtros que aseguran la calidad del agua de nuestros estanques, también nos limpian el estanque y el agua cada semana.



## ¿Qué pasará con nosotras después del experimento?

Las tortugas pequeñas serán regresadas a formar parte de la UMA Lucertas que es el sitio donde nacieron, y las tortugas grandes serán regresadas al Herpetario de la Facultad de Ciencias de la UNAM, quien nos las prestó.



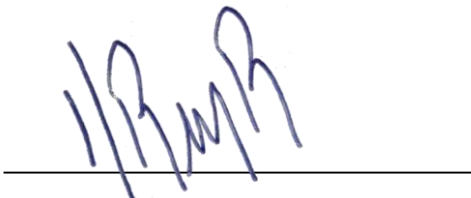


Figura 10. Respuestas a preguntas frecuentes para la exposición "Tortugas en la era del plástico."

**Visto bueno**



Vo. Bo. Asesora Interna  
Dra. María Judith Castellanos Moguel  
Laboratorio de Micología  
Departamento El Hombre y su Ambiente  
mjmoguel@correo.xoc.uam.mx



Vo. Bo. Asesor Externo  
Dr. Víctor Hugo Reynoso Rosales  
Departamento de Zoología  
Instituto de Biología  
Universidad Nacional Autónoma de México  
vrey noso@ib.unam.mx