

Ni conocidas, ni carismáticas: estado de conservación de las tortugas del género *Kinosternon* (Spix, 1824) (Testudines: Kinosternidae) y sus factores de amenaza

Neither known nor charismatic: conservation status of the tortoises of the genus *Kinosternon* (Spix, 1824) (Testudines: Kinosternidae) and their threat factors

CHRISTIAN BERRIOZABAL-ISLAS*¹, AURELIO RAMÍREZ-BAUTISTA², AURORA IRIS NAVA-JIMÉNEZ³, MIRSHA ROJAS-DOMÍNGUEZ⁴, EDUARDO REYES-GRAJALES⁵, JESÚS ALBERTO LOC-BARRAGÁN⁶

¹ Universidad Politécnica de Quintana Roo, México.
christianberriozabal@gmail.com

² Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México.

³ Universidad de Anáhuac, México.

⁴ Universidad Juárez del Estado de Durango, México.

⁵ CONACYT - El Colegio de la Frontera Sur, México.

⁶ Tecnológico Nacional de México Campus Zacapoaxtla, México.

*AUTOR DE CORRESPONDENCIA



CHRISTIAN BERRIOZABAL-ISLAS



AURELIO RAMÍREZ-BAUTISTA



JESÚS ALBERTO LOC-BARRAGÁN

Recibido: 18/06/2021

Aceptado: 16/12/2022

Publicado: 30/01/2023

© 2023 Christian Berriozabal-Islas, Aurelio Ramírez-Bautista, Aurora Iris Nava-Jiménez, Mirsha Rojas-Domínguez, Eduardo Reyes-Grajales, Jesús Alberto Loc-Barragán

LICENCIA:

Este trabajo se publica bajo una Licencia Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional.



CÓMO CITAR:

Berriozabal-Islas, C., Ramírez-Bautista, A., Nava-Jiménez, A.I., Rojas-Domínguez, M., Reyes-Grajales, E., Loc-Barragán, J.A. Ni conocidas, ni carismáticas: estado de conservación de las tortugas del género *Kinosternon* (Spix, 1824) (Testudines: Kinosternidae) y sus factores de amenaza. *Cuadernos de Biodiversidad* (64), 6-18, <https://doi.org/10.14198/cdbio.20219>

RESUMEN

Actualmente, el continente americano contiene la mayor diversidad de tortugas del planeta, así mismo, México ocupa el segundo lugar después de los Estados Unidos en riqueza de especies. Sin embargo, esta gran diversidad de tortugas se encuentra severamente amenazada por las diferentes actividades humanas, como la urbanización, el tráfico de especies, la sobrexplotación y el cambio climático que en conjunto conducen a la extinción de las poblaciones de tortugas y la fauna acuática con la que coexisten. Si esta tendencia continua, se espera un colapso ambiental y económico a medio o largo plazo en las regiones donde actualmente se distribuyen estos organismos. Esto se debe a que las tortugas son un eslabón muy importante en la cadena trófica de los ecosistemas y desempeñan papeles funcionales primordiales, como la depredación, control biológico y muchas de ellas son presas de otras especies de animales. En este trabajo, se describe el caso de las tortugas del género *Kinosternon* (Spix, 1824), comúnmente llamadas “casquitos”, las cuales hoy en día son consideradas un grupo susceptible a la extinción por diferentes amenazas antrópicas. Así mismo, mostramos un panorama general del estado de conservación de las especies de acuerdo a la NOM-059-2010 y la Lista Roja de Especies de UICN, analizamos el estado de conservación de las especies mexicanas mediante el índice de vulnerabilidad ambiental EVS (“Environmental Vulnerability Score”). Encontramos que, de los 32 táxones conocidos, 14 son endémicos de México. Por otra parte, el índice EVS muestra que 14 especies tienen alta vulnerabilidad y el resto vulnerabilidad media y de 9 especies no se tienen datos para poder determinar algún índice de vulnerabilidad, por el hecho de no saber el grado de persecución que tienen en otros países. Finalmente, proponemos algunas estrategias de conservación para este grupo de tortugas.

Palabras clave: Contaminación; Ríos; Estanques; Tráfico de especies; Quelonios, Endémico; Extinción

ABSTRACT

Currently, the American continent contains the greatest diversity of turtles on the planet, likewise, Mexico ranks second after the United States in species richness. However, this great diversity of turtles is severely threatened by different human activities such as urbanization, species trafficking, overexploitation and climate change that together lead to the extinction of turtle populations and the aquatic fauna with which coexist. If this trend continues, an environmental and economic collapse is expected in the mid or long term in the regions where these organisms are currently distributed. This is because turtles are a very important link in the trophic chain of ecosystems and play such important functional roles as predation, biological control and many of them are prey to other animal species. In this work, the case of the turtles of the genus *Kinosternon* (Spix, 1824) commonly called “casquitos”, which today are considered a group susceptible to extinction due to different anthropic threats, is described. Likewise, we show an overview of the conservation status of the species according to NOM-059-2010 and the IUCN Species Red List, later we analyze the conservation status of Mexican species using the EVS (“Environmental Vulnerability Index”). We found that, of the 32 known taxa, 14 are endemic to Mexico. On the other hand, the EVS index shows that 14 species have high vulnerability and the rest moderate vulnerability, and for 9 species, there is no data to be able to determine a vulnerability index due to not knowing the degree of persecution they have in other countries. Finally, we propose some conservation strategies for this group of turtles.

Key words: Pollution; Rivers; ponds; Traffic of species; Chelonians, Endemic; Extinction

INTRODUCCIÓN

La biodiversidad experimenta una crisis global debido a diferentes factores asociados a las acciones humanas (Cardinale *et al.*, 2012), entre estas se encuentran la fragmentación de bosques y selvas para la creación de áreas urbanas, el cambio climático global y la contaminación (Meng *et al.*, 2021). Estos factores influyen negativamente en la estructura y función de los ecosistemas (Cuarón, 2000; García-Morales *et al.*, 2016). Sin duda alguna, los ecosistemas dulceacuícolas (lagunas, lagos, agua subterránea, estanques, cenotes y ríos) son los más sensibles ante estas perturbaciones; por ejemplo, los contaminantes pueden ingresar a estos ecosistemas, a través de innumerables actividades industriales y productivas como las descargas, escorrentías agrícolas y lixiviados de los mismos (Pabón *et al.*, 2020), una vez que los contaminantes llegan al cuerpo de agua receptor, estos modifican la composición química del agua causando la muerte de la vida acuática, incluyendo el ser humano (Taniwaki *et al.*, 2016).

Entre la gran diversidad de animales que habitan los sistemas acuáticos, se encuentran las tortugas, las cuales han existido desde el periodo Triásico Tardío (hace aproximadamente 210 millones de años), por lo que se pueden considerar vertebrados muy antiguos (Kehlmaier *et al.*, 2019). Las tortugas se encuentran distribuidas a lo largo del planeta, desde sitios tropicales y templados, hasta desiertos y mares, concentrándose la mayor diversidad de especies en las regiones húmedas de los trópicos (Legler & Vogt, 2013).

Por lo tanto, los quelonios resultan ser un componente vital para los sistemas acuáticos en los que habitan (Iverson, 1982), debido a que desempeñan papeles funcionales, como la depredación y también son presas de otras especies (Legler & Vogt, 2013). Así mismo, es importante considerar que las tortugas dulceacuícolas presentan una dieta omnívora, por lo que pueden consumir múltiples recursos como carroña, larvas de diferentes especies de mosquitos, sanguijuelas, crustáceos, frutos, insectos, peces, reptiles, anfibios y aves (Legler & Vogt, 2013). Por lo tanto, las tortugas, al ser voraces depredadores, controlan las poblaciones de muchos animales,

como los mosquitos que causan daños a la salud humana (Aguirre-León & Aquino-Cruz, 2004). Por otra parte, son presa de otros animales como peces, mamíferos, reptiles, anfibios y aves, particularmente cuando se encuentran en los primeros años de vida (Legler & Vogt, 2013). De esta manera, las tortugas mantienen la dinámica de los sistemas acuáticos donde habitan (Lovich *et al.*, 2018).

Al mismo tiempo, las tortugas pueden ser consideradas como excelentes bioindicadores debido a que su sola presencia proporciona información sobre ciertas características ecológicas, físico-químicas o micro-climáticas del medio ambiente (Li *et al.*, 2010). Por ejemplo, los metales pesados y agroquímicos se acumulan en los órganos de las tortugas y en el cascarón de los huevos (Albers *et al.*, 1986; Yu *et al.*, 2011). Es así que, al encontrar niveles altos de contaminantes en las tortugas, resulta ser un indicador de la salud del ecosistema acuático. A pesar de todos los beneficios que proporcionan las tortugas a los ecosistemas, la mayoría de las especies en el mundo están en riesgo de desaparecer. Lo más preocupante es que es uno de los grupos de reptiles menos estudiados hasta el momento (Rhodin *et al.*, 2017, 2018).

Algunos grupos internacionales sobre el estudio y conservación de tortugas, como la *Turtle Conservation Coalition* (2018) y *Turtle Taxonomy Working Group* (2017), estiman que, en la actualidad, más de la mitad del orden Testudines (61%) se encuentra en riesgo de desaparecer, esto es alarmante si lo comparamos con otros grupos de animales, como las aves (13%), mamíferos (25%), peces cartilaginosos (33%) y anfibios (41%). Factores como la destrucción de los ecosistemas, la contaminación, el tráfico ilegal de especies y la caza furtiva propician este deplorable escenario (Rhodin *et al.*, 2017).

Particularmente, las tortugas del género *Kinosternon* (Spix, 1824), llamadas comúnmente tortugas de lodo, casquitos, candados o rayos, están representadas por 22 especies y 9 subespecies (Iverson, 1991; Rhodin *et al.*, 2017; López-Luna *et al.*, 2018; Loc-Barragán *et al.*, 2020). Estos nombres hacen alusión a la capacidad que tienen de plegar su plastrón hasta cerrarse completamente (Figura 1). Otra particulari-

dad de las tortugas *Kinosternon*, es que varias especies presentan determinación del sexo por temperatura, al igual que otras especies de tortugas, como las especies marinas y los cocodrilos. Por ejemplo, a mayor temperatura ambiental a partir de los 31°C constantes se desarrollan exclusivamente hembras y a temperaturas menores de 25°C se producen machos durante el tiempo de incubación (Vogt & Flores-Villela, 1986). Además, estas tortugas son de lento crecimiento y, por lo tanto, tardan varios años

en alcanzar la madurez sexual, así mismo, tienen una baja o nula capacidad de dispersión, ya que algunas especies pueden pasar toda su vida en un solo cuerpo de agua (Vogt y Flores-Villela, 1986; Pérez-Pérez *et al.*, 2017). Este conjunto de características ecológicas conlleva a que, en la actualidad, resulte ser un grupo sumamente vulnerable frente al deterioro ambiental y el cambio climático global antropogénico (Reyes-Velasco *et al.*, 2013; Berriozabal-Islas *et al.*, 2020).

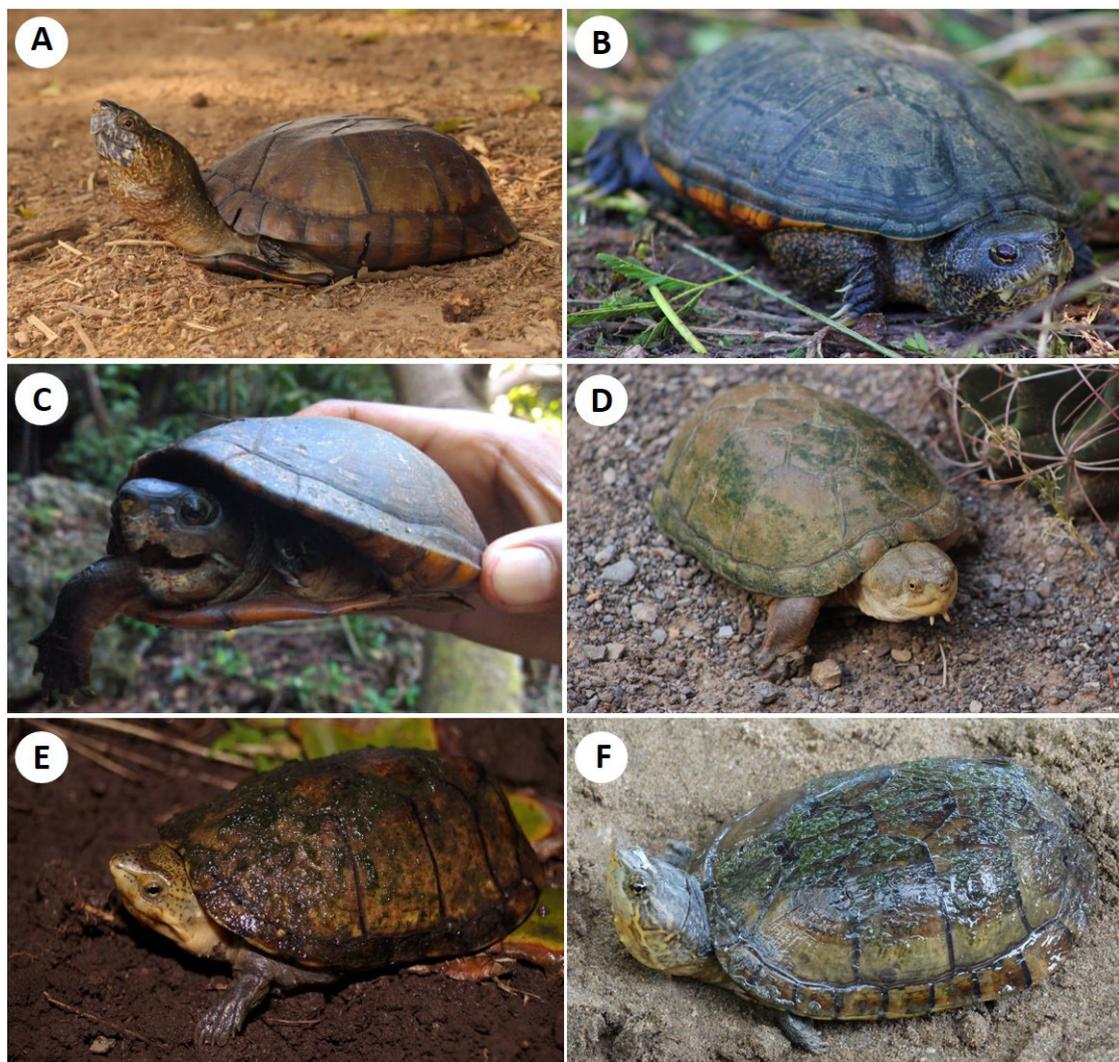


Figura 1: Especies de tortugas del género *Kinosternon* con distribución restringida en México, a) *K. abaxillare*, de la depresión central de Chiapas (Foto: E. Reyes-Grajales), b) *K. cora*, de las Costas del norte de Nayarit (Foto: J.A. Loc-Barragán), c) *K. creaseri* (Foto: C. Berriozabal-Islas), d) *K. durangoense*, de Mapimí (Foto: J.A. Loc-Barragán), *K. magdalense*, de la Presa Magdalena, f) *K. oaxacae*, de Mazunte, Oaxaca (Fotos: C. Berriozabal-Islas).

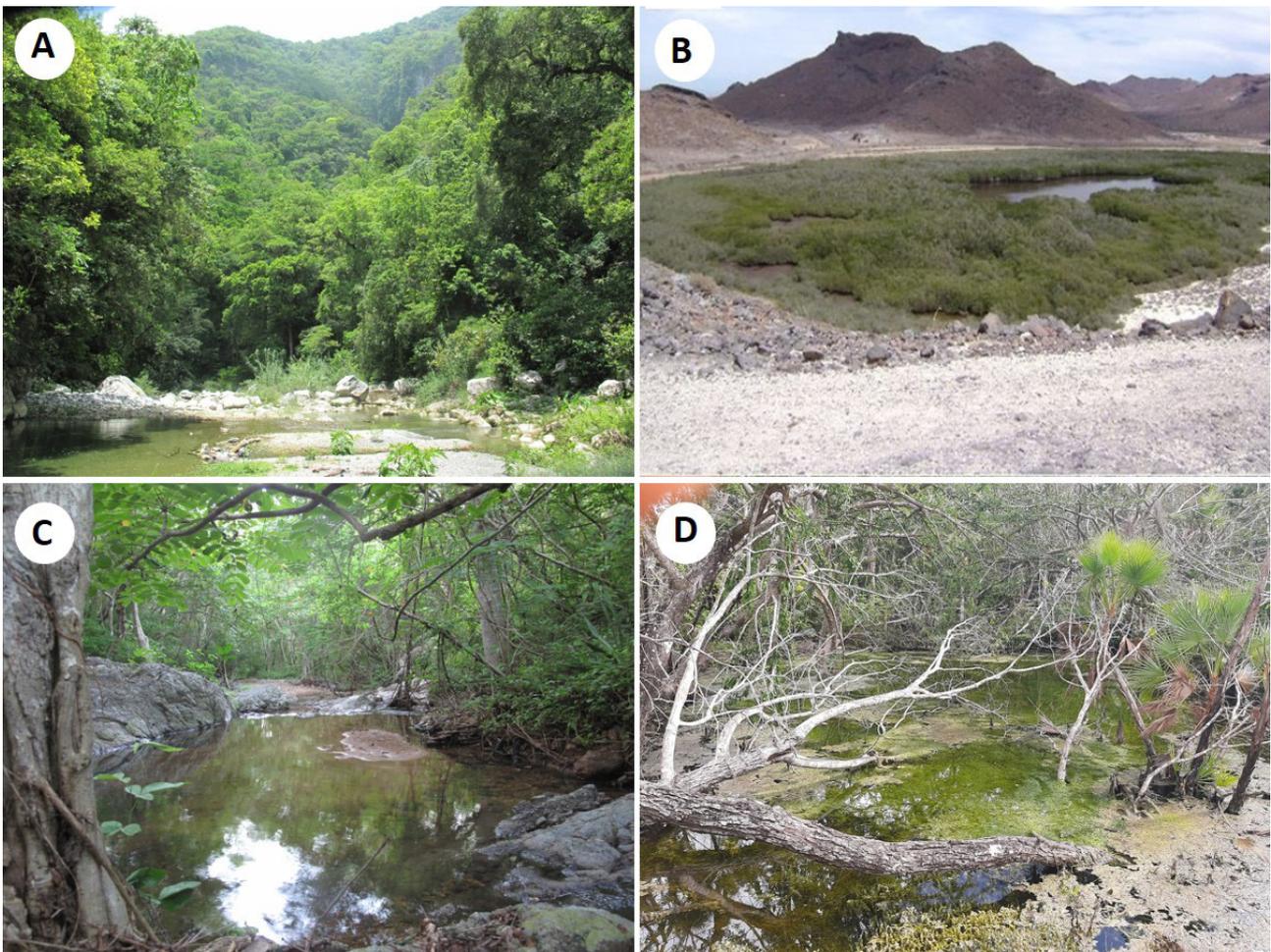


Figura 2: Representación de diferentes ambientes donde habitan las tortugas *Kinosternon* en México a) Riachuelo estacional en Bosque tropical subperennifolio, Puerto Oscuro, Pisaflores, Hidalgo, b) Humedal temporal en el desierto de Sonora, c) Estanque estacional Reserva de la Biosfera Chamela, Jalisco y d) estanque permanente Tulum, Quintana Roo (Fotos: C. Berriozabal-Islas).

En conjunto, todos los factores mencionados ejercen un efecto sinérgico sobre las poblaciones de tortugas casquito y esto ha conllevado a que muchas de estas especies se encuentren en riesgo de desaparecer (Rhodin *et al.*, 2017), como con la subespecie *Kinosternon hirtipes megacephalum* (Iverson, 1981) del norte de México que se considera extinta desde la década de los años 70 por la desecación de los cuerpos de agua donde habitaba (Legler & Vogt, 2013). Por tal motivo, los objetivos del presente documento son dar a conocer el panorama general de las principales amenazas que ponen en riesgo la supervivencia de las tortugas del género *Kinosternon*, así como proponer estrategias de conservación para este importante grupo de quelonios.

MÉTODOLÓGÍA

Descripción de los principales factores de riesgo

Con base en la búsqueda de literatura y la información recabada durante más de diez años de trabajo de campo por parte de los autores, describimos las principales amenazas que ponen en riesgo la integridad de las poblaciones de tortugas casquito, no solo en México sino en otros países a lo largo de su distribución en el continente americano. Las amenazas que abordamos son: sobrexplotación de sus poblaciones, comercio ilegal, contaminación, pérdida de hábitat, inadecuadas prácticas pesqueras y cambio climático.

Estado de conservación de las tortugas casquito

Recopilamos la información de las diferentes categorías de riesgo contenidas en las organizaciones SEMARNAT, 2010 y la UICN. Así mismo, con la información recabada y la información del trabajo de campo determinamos el Índice de Vulnerabilidad Ambiental (Wilson & McCranie, 2004; Wilson *et al.*, 2013). Este método ayuda a generar, de una manera rápida y eficiente, los riesgos que tiene cada especie de acuerdo al número de tipos de vegetación donde ocurre la especie, el grado de persecución que sufren las especies y la amplitud de su distribución, por ejemplo, las categorías de distribución se determinaron en función de las siguientes categorías: Restringida = presente en una cuenca hidrológica o estado; Moderada = presente en dos cuencas hidrológicas o más de tres estados; Amplia = presente en más de tres cuencas hidrológicas o más de cinco estados (Tabla 1). A cada una de estas categorías se le asigna un conjunto de valores que van desde 1 a 6, donde 1 es poco afectada y 6 muy afectada la especie. Una vez que se obtiene el valor para cada factor de riesgo se hace la sumatoria de valores. Por lo tanto, la obtención del índice de vulnerabilidad ambiental (Wilson & McCranie, 2004; Wilson *et al.*, 2013) se divide en intervalos basados en puntajes de vulnerabilidad: bajo (3-9); medio (10-13); alto (14-19; Tabla 1).

Para la búsqueda de información ecológica y las afectaciones de las especies, nos basamos en las principales problemáticas asociadas a estas tortugas reportadas por Iverson (1988); Iverson & Vogt (2011); Langen *et al.* (2012), Leyte-Manrique *et al.* (2014); Macip-Ríos *et al.*, 2015; Vázquez-Gómez *et al.*, 2016; Guevara-Chamacero *et al.* (2017); Aparicio *et al.* (2018) y La Jornada (2020), así como la información bibliográfica referente al grupo de estudio, por ejemplo, revisamos los trabajos de Legler & Vogt (2013), Butler *et al.* (2016) y Berriozabal-Islas *et al.* (2020), para determinar el espacio geográfico de cada especie.

RESULTADOS

Sobrexplotación

En los estados del sureste de México, como Tabasco, Veracruz, Oaxaca, Chiapas y Campeche, las tortugas casquito son utilizadas en la gastronomía local y regional (Iverson & Vogt, 2011; Zenteno-Ruíz, 2011). Es importante mencionar que esta actividad no solo ha afectado a las poblaciones del género *Kinosternon*, sino otras especies de tortugas, como *Staurotypus triporcatus* (Wiegmann, 1828) y *Trachemys venusta* (Gray, 1856) (Guevara-Chamacero *et al.* 2017). Por lo tanto, se deben tomar medidas, como planes de manejo para el correcto consumo de estos organismos en estas regiones del país (ver Figura 3a).

Hay que destacar que el consumo desmedido de tortugas disminuye el número de individuos presentes en las poblaciones. Además, la tendencia de consumir tortugas adultas conlleva a una reducción significativa de organismos capaces de reproducirse, poniendo en riesgo el futuro de las poblaciones de las cuales han sido extraídas por décadas (Zenteno-Ruíz, 2011).

Comercio ilegal

El comercio ilegal nacional e internacional para su venta como mascotas, es otro de los factores que más afecta a las diferentes especies de tortugas *Kinosternon* (Iverson & Vogt, 2011). Por ejemplo, durante el año 2020, en México se registraron dos grandes incautaciones récords a nivel mundial (PROFEPA, 2020; La Jornada, 2020), donde cerca de 30.000 tortugas fueron decomisadas y dispuestas a las autoridades competentes. Aunque no se tienen cifras oficiales, se estima que, en ambos decomisos, se tuvieron registros de tortugas *Kinosternon* que se pudieron haber extraído del sur de México.

Por otra parte, el comercio de mascotas puede ocasionar otras problemáticas debido a que en muchas ocasiones las transportan lejos de su sitio de

origen, y cuando los dueños ya no pueden cuidarla, tienden a liberar a los ejemplares en un sitio al cual no pertenecen, exponiéndola a una probabilidad de supervivencia baja (Ramírez-Bautista *et al.*, 2014) y pudiendo constituirse en especies invasoras que desplazan a otras especies autóctonas (Pérez-Santigosa *et al.*, 2008). Además, la liberación intencional de ejemplares cautivos y posteriormente devueltas al medio pueden afectar negativamente a las poblaciones naturales de otras especies nativas de ese lugar por transmisión de enfermedades o parásitos (Alonso & Castro-Díez, 2015).

Contaminación

La constante contaminación de los cuerpos de agua afecta de manera directa a las especies que ahí habitan (Windsor *et al.*, 2019). Solo por mencionar un ejemplo, en la Presa la Galera, ubicada en el estado de Guanajuato, los contaminantes derivados por la industria local ladrillera van a parar a los cuerpos de agua estacionales, lo que ha causado la muerte de la fauna asociada a estos cuerpos de agua y particularmente a la especie de tortuga *Kinosternon integrum* (Leconte, 1854) debido a la constante muerte de individuos que habita en este lugar. Esto se pudo registrar gracias a un trabajo de campo realizado en el 2013, en el que se encontraron restos de aproximadamente 25 individuos representados por 19 hembras y seis machos, de diferentes clases de edad (Leyte-Manrique *et al.*, 2014; ver Figura 3b).

Pérdida de hábitat

La urbanización afecta negativamente a las poblaciones de tortugas casquito, debido a que obstruye los cuerpos de agua que se encuentran a lo largo del territorio a urbanizar (calles, carreteras, unidades habitacionales y asentamientos humanos), afectando de manera directa al hábitat de las tortugas. Así mismo, las carreteras pueden provocar la muerte de muchas tortugas que intentan cruzar de un sitio a otro para reproducirse o conseguir alimento (Langen *et al.*, 2012; Figura 3d).

Prácticas pesqueras inadecuadas

Este factor afecta drásticamente a las poblaciones de tortugas *Kinosternon*, por ejemplo, en los estados de Nayarit y Sinaloa, en el occidente de México, donde hay lagos, ríos y pequeñas presas, en los que se desarrollan prácticas pesqueras inadecuadas al incumplir las medidas de ancho de la costura del chichorro. Por lo tanto, al colocar la red por la noche y al revisar el siguiente día, muchas tortugas quedan atrapadas y estas ya se encuentran sin vida. Esta actividad se realiza a diario por las personas locales durante todo el año, generando un alarmante escenario de mortalidad. Por otra parte, durante los meses de octubre, noviembre y diciembre, después de las lluvias del verano, los ganaderos y agricultores provocan incendios intencionales para la limpia de cercos de vegetación en los campos de cultivo, provocando la muerte de muchas tortugas *Kinosternon* al dejarlas calcinadas.

Cambio climático

Finalmente, el cambio climático causado por la industrialización afecta gravemente de manera indirecta a las poblaciones de tortugas casquito, debido a que la determinación del sexo en este grupo está condicionado a la temperatura ambiental (Vogt & Flores-Villela, 1986). Provocando que, en algunas décadas, diferentes poblaciones de tortugas casquito resulten inestables debido a la tendencia generacional de hembras, conllevando a la extinción de poblaciones, causado por la baja o nula presencia de machos (Berriozabal-Islas *et al.*, 2020). Cabe mencionar que las especies que se distribuyen en regiones áridas o semiáridas donde ocurren temperaturas extremas como el norte de México. Las tortugas son las más susceptibles a desaparecer debido a que la estacionalidad será más extrema ocasionando sequías más duraderas (Chessman, 2011; Buttler *et al.*, 2016; Berriozabal-Islas *et al.*, 2020).



Figura 3: Factores que afectan a las poblaciones de tortugas en México, a) platillos exóticos en el estado de Veracruz (Foto: J.M. Flores Torales), b) Individuos de la especie *K. integrum* registrados en la Presa la Galera, Guanajuato (Foto: A. Leyte-Manrique), c) efecto de las carreteras en las tortugas, Nayarit y, d) contaminantes abandonados a la orilla de laguna Escuinapa, Sinaloa (Foto: J.A. Loc-Barragán).

Estado de conservación de las tortugas casquito

En conjunto, estos factores colocan a las especies en diferentes categorías de riesgo y conservación, establecidas en la Ley del Equilibrio Ecológico SEMARNAT-PROFEPA (SEMARNAT, 2010), así como en la Lista Roja de Especies en Peligro de la UICN (Tabla 1). Sin embargo, existen discrepancias en las categorías de vulnerabilidad en estas organizaciones, ya que se utilizan diferentes métodos para evaluar y cuantificar el estado de vulnerabilidad de cada una de las especies, así también, cada una de estas organizaciones tienen diferentes criterios para asignar las categorías de riesgo (Macip-Ríos *et al.*, 2015).

Obtuvimos que, de los 32 táxones mencionados, 14 son endémicos de México y tienen distribución restringida. Por otra parte, el índice EVS muestra que 14 especies tienen alta vulnerabilidad y el resto vulnerabilidad media. Finalmente, de nueve especies no se cuenta con datos suficientes para poder determinar algún índice de vulnerabilidad por el hecho de no conocer el grado de persecución que tienen en otros países, como el caso de los países de Sudamérica.

Tabla 1: Listado de táxones existentes del género *Kinosternon* presentes en el continente americano. Se incluyen las siguientes variables: tipo de distribución (restringida, moderada o amplia); si es endémica de México [EMx] o no; estado de conservación asignado por la legislación mexicana NOM-059-2019 (E = Probablemente extinta en el medio silvestre, P = En peligro de extinción, A = Amenazada y Pr = Sujeta a protección especial); categoría de la UICN o Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (CR = En peligro crítico; EN = En peligro de extinción; VU = Vulnerable; NT = Casi Amenazada; LC = Preocupación Menor; DD = Datos Insuficientes, NE = No evaluada); índice de vulnerabilidad ambiental (EVS) (si la vulnerabilidad no está determinada, se indica con “ND”).

Taxón	EMx	Distribución	NOM-059-2019	UICN	EVS
<i>Kinosternon abaxillare</i> Stejneger, 1925	X	Restringida	Pr	VU	----
<i>Kinosternon acutum</i> Gray, 1831		Amplia	Pr	NT	12
<i>Kinosternon alamosae</i> Berry & Legler, 1980	X	Restringida	Pr	DD	16
<i>Kinosternon angustipons</i> Legler, 1965		Moderada	----	VU	ND
<i>Kinosternon baurii</i> Garman, 1891		Moderada	----	LC	ND
<i>Kinosternon chimalhuaca</i> Berry <i>et al.</i> , 1997	X	Restringida	----	LC	17
<i>Kinosternon creaseri</i> Hartweg, 1934		Moderada	----	LC	14
<i>Kinosterno cora</i> Loc-Barragán <i>et al.</i> , 2020	X	Restringida	----	----	17
<i>Kinosternon dunni</i> Schmidt, 1947		Moderada	----	VU	ND
<i>Kinosternon durangoense</i> Iverson, 1979	X	Restringida	----	DD	17
<i>Kinosternon flavescens</i> Agassiz, 1857		Amplia	----	LC	7
<i>Kinosternon herrerae</i> Stejneger, 1925	X	Moderada	Pr	NT	14
<i>Kinosternon hirtipes</i> Wagler, 1830		Restringida	Pr	LC	20
<i>Kinosternon hirtipes chapalaense</i> Iverson, 1981	X	Restringida	----	----	16
<i>Kinosternon hirtipes magdalense</i> Iverson, 1981	X	Restringida	----	----	17
<i>Kinosternon hirtipes megacephalum</i> Iverson, 1981	X	Restringida	----	----	ND, extint
<i>Kinosternon hirtipes murrayi</i> Glass & Hartweg, 1951		Restringida	----	----	10
<i>Kinosternon hirtipes tarascense</i> Iverson, 1981	X	Restringida	----	----	17
<i>Kinosternon integrum</i> Le Conte, 1854	X	Amplia	Pr	LC	13
<i>Kinosternon leucostomum</i> Duméril & Duméril, 1851		Amplia	Pr	----	12

<i>Kinosternon leucostomum postinguinale</i> Cope, 1887		Amplia	----	----	ND
<i>Kinosternon oaxacae</i> Berry & Iverson, 1980	X	Restringida	Pr	DD	16
<i>Kinosternon scorpioides</i> (Linnaeus, 1766)		Amplia	Pr	NT	9
<i>Kinosternon scorpioides albogulare</i> Duméril & Bocourt, 1870		Amplia	----	----	ND
<i>Kinosternon scorpioides cruentatum</i> Duméril & Duméril, 1851		Moderada	----	----	10
<i>Kinosternon sonoriense</i> Le Conte, 1854		Moderada	P	NT	14
<i>Kinosternon sonoriense longifemorale</i> Iverson, 1981		Restringida	----	----	15
<i>Kinosternon steindachneri</i> Siebenrock, 1906		Moderada	----	----	11
<i>Kinosternon stejnegeri</i> (Hartweg, 1938)		Moderada	----	LC	11
<i>Kinosternon subrubrum</i> (Bonnaterre, 1789)		Amplia	----	----	ND
<i>Kinosternon subrubrum hippocrepis</i> Gray, 1856		Moderada	----	----	ND
<i>Kinosternon vogti</i> (López-Luna <i>et al.</i> , 2018)	X	Restringida	P	----	16

DISCUSIÓN

Como se mencionó, aún hacen falta más estudios que aborden el estado poblacional y ecología de las diferentes especies de tortugas del género *Kinosternon*, particularmente en aquellas especies de las que no existen datos para asignar alguna categoría de riesgo y que tienen distribución restringida (Legler & Vogt, 2013; Macip-Ríos *et al.*, 2015). Por ejemplo, para la mayoría de las especies, solo se cuenta con la información de ecología en la descripción de la especie (Iverson 1981; López-Luna *et al.*, 2018; Loc-Barragán *et al.*, 2020). Por otra parte, la conciliación para su uso racional y protección de las diferentes especies de tortugas, es necesaria para vincular la actuación de diferentes sectores de la sociedad, tomando en cuenta la importante función que estos organismos desempeñan en los ecosistemas (Caballero-Cruz *et al.*, 2016).

Adicionalmente, se debe incentivar y apoyar los proyectos encaminados a la concientización, protección y conservación de las especies de tortugas, desde los niveles educativos más básicos. Por ejemplo, las actividades que se realizan en el Centro Mexicano de la Tortuga, ubicado en Mazunte (Oaxaca), son

un ejemplo del vínculo que ejercen estos centros entre la educación ambiental y la difusión sobre la importancia de la biodiversidad, no solo de tortugas sino de otras especies que se distribuyen en México, debido a la gran cantidad de personas que visitan este centro de conservación. Estas actividades e iniciativas son importantes para la conservación de las especies de México.

Nuestros resultados coinciden con las evaluaciones realizadas por Macip-Ríos *et al.* (2015), de acuerdo con el Análisis de Vulnerabilidad de las Especies (EVS), para nueve especies indica que, con respecto al año 2015, de continuar con la misma tendencia, se espera una mayor vulnerabilidad o la extinción para algunas especies.

Por otra parte, es necesario implementar diferentes estrategias de uso y manejo de las tortugas que se utilizan en la gastronomía, por ejemplo, implementar granjas para la reproducción de especies con el fin de satisfacer la demanda de tortugas y que no se tengan que extraer de su entorno natural. Al mismo tiempo, se genera un crecimiento económico local y regional para las sociedades que utilizan este recurso como alimento.

Sin duda alguna, es inevitable el crecimiento urbano, ya que forma parte de nuestro desarrollo como sociedad, sin embargo se pueden implementar estrategias de urbanización que sean más amigables con el ambiente, una urbanización que resulten menos destructivas, por ejemplo, la conservación y mantenimiento de fragmentos de vegetación original, especialmente si contienen cuerpos de agua. Por otra parte, se requiere fortalecer la vigilancia para evitar la extracción de organismos del entorno natural y que éstos sean comercializados. Finalmente, también se requiere realizar actividades prioritarias de investigación sobre la ecología de las especies, describir su estado poblacional y principalmente fomentar la educación ambiental encaminada a involucrar todos los sectores sociales (Caballero-Cruz *et al.*, 2016).

CONCLUSIONES

La existencia de las tortugas casquito en México se encuentra en riesgo. Por ello, es de vital importancia documentar, conocer y registrar las actividades que puedan servir como referencias para generar propuestas para su manejo y conservación. Ante los escenarios poco favorables, ahora se sabe que estos factores de origen humano ejercen una fuerte presión sobre este grupo de vertebrados que son importantes para el funcionamiento y dinámica de los ecosistemas acuáticos. Así, los estudios ecológicos y los programas de conservación son fundamentales para fortalecer la educación, el aprovechamiento y el uso racional de los recursos biológicos.

AGRADECIMIENTOS

El autor ERG agradece al *Turtle Conservation Found*, *Chelonian Research Foundation* y al programa de Becas de preparación al posgrado de ECOSUR, por el apoyo otorgado durante la escritura del presente documento.

REFERENCES

- Aguirre-León, G. & Aquino-Cruz, O. (2004). Hábitos alimentarios de *Kinosternon herrerai* Stejneger, 1925 (Testudines: Kinosternidae) en el centro de Veracruz, México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, 20: 83-98.
- Albers, P.H., Sileo, L. & Mulhern, B.M. (1986). Effects of environmental contaminants on snapping turtles of a tidal wetland. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 15: 39-49. <https://doi.org/10.1007/BF01055247>
- Alonso, A. & Castro-Díez, P. (2015). Las invasiones biológicas y su impacto en los ecosistemas. *Ecosistemas*, 24: 1-3. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2015.24-1.01>
- Aparicio, A., Mercado, E.I., Ugalde, A.M., Gaona-Murillo, E., Butterfield, T. & Macip-Ríos, R. (2018). Ecological Observations of the Mexican Mud Turtle (*Kinosternon integrum*) in the Patzcuaro Basin, Michoacán, México. *Chelonian Conservation and Biology*, 17: 284-290. <https://doi.org/10.2744/CCB-1305.1>
- Berriozabal-Islas, C., Ramírez-Bautista, A., Torres-Ángeles, F., Mota Rodrigues, J.F., Macip-Ríos, R. & Octavio-Aguilar, P. (2020). Climate change effects on turtles of the genus *Kinosternon* (Testudines: Kinosternidae): an assessment of habitat suitability and climate niche conservatism. *Hydrobiologia*, 847: 4091-4110. <https://doi.org/10.1007/s10750-020-04402-y>
- Butler, C.J., Stanila, B.D., Iverson, J.B., Stone, P.A. & Bryson, M. (2016). Projected changes in climatic suitability for *Kinosternon* turtles by 2050 and 2070. *Ecology and Evolution*, 6: 7690-7705. <https://doi.org/10.1002/ece3.2492>
- Caballero-Cruz, P., Herrera-Muñoz, G., Berriozabal-Islas, C. & Pulido, M.T. (2016). Conservación basada en comunidad: importancia y perspectivas para Latinoamérica. *Estudios Sociales*, 48: 339-355.
- Cardinale, B.J., Duffy, J.E., Gonzalez, A., Hooper, D.U., Perrings, C. P., Venail, Narwani, A., Mace, G.M., Tilman, D., Wardle, D.A., Kinzig, A.P., Daily, G.C., Loreau, M., Grace, J.B., Larigauderie, A., Srivastava, D.S. & Naeem, S. (2012). Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature*, 486: 59-67. <https://doi:10.1038/nature11148>
- Chessman, B.C. (2011). Declines of freshwater turtles associated with climatic drying in Australia's Murray-Darling Basin. *Wildlife Research*, 38: 664-671. <https://doi.org/10.1071/WR11108>

- Cuarón, A.D. (2000). A global perspective on habitat disturbance and tropical rainforest mammals. *Conservation Biology*, 14: 1574-1579. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2000.01464.x>
- García-Morales, R., Moreno, C.E., Badano, E.I., Zuria, I., Galindo-González, J., Rojas-Martínez, A.E. & Ávila-Gómez, E.S. (2016). Deforestation impacts on bat functional diversity in tropical landscapes. *PLoS ONE*, 11: 1-16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0166765>
- Guevara-Chamacero, M., Pichardo-Fragozo, A. & Martínez-Cornelio, M. (2017). La tortuga en Tabasco: comida, identidad y representación. *Estudios de cultura maya XLIX*, 49: 97-122. <https://doi.org/10.19130/iifl.ecm.2017.49.758>
- Iverson, J.B. (1981). Biosystematics of the *Kinosternon hirtipes* species group (Testudines: Kinosternidae). *Tulane Studies in Zoology and Botany*, 23: 1-74. <http://hdl.handle.net/11154/163460>
- Iverson, J.B. (1982). Biomass in turtle populations: A neglected subject. *Oecologia*, 55: 69-76. <https://doi.org/10.1007/BF00386720>
- Iverson, J.B. (1988). Distribution and status of creaser's mud turtle, *Kinosternon creaseri*. *Herpetological Journal*, 1: 285-291.
- Iverson, J.B. (1991). Phylogenetic hypotheses for the evolution of modern kinosternine turtles. *Herpetological Monographs*, 5: 1-27.
- Iverson, J.B. & Vogt, C.R. (2011). *Kinosternon acutum* Gray 1831- Tabasco mud turtle, montera, chechagua de monte. *Conservation Biology of Freshwater Turtles and Tortoises*, 5 :1-27.
- Kehlmaier, C., Graciá, E., Patrick, D., Campbell, E.P., Hofmeyr, M.D., Schweiger, S., Martínez-Silvestre, A., Joyce, W. & Fritz, U. (2019). Ancient mitogenomics clarifies radiation of extinct Mascarene giant tortoises (*Cylindraspis* spp.). *Scientific reports*, 9: 1-7. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-54019-y>
- Langen, T.A., Gunson, K.E., Scheiner, C.A. & Boulterice, J.T. (2012). Road mortality in freshwater turtles: identifying causes of spatial patterns to optimize road planning and mitigation. *Biodiversity and Conservation*, 21: 3017-3034. <https://doi.org/10.1007/s10531-012-0352-9>
- La Jornada. (2020). Decomisan 15 mil tortugas en el Aeropuerto de CdMx. <https://www.jornada.com.mx/ultimas/sociedad/2020/05/12/decomisan-15-mil-tortugas-en-aicm-588.html>
- Léglér, J., & Vogt, R.C. (2013). *The Turtles of Mexico: Land and Freshwater Forms*. University of California Press, California. 416 pp.
- Leyte-Manrique, A., Hernández-Navarro, E.M. & Mata-Silva, V. (2014). *Kinosternon integrum* (Mexican mud turtle. Mortality. *Herpetological Review*, 45: 315-316.
- Loc-Barragán, J.A. Reyes-Velasco, J. Woolrich-Piña, G.A., Grünwald, C.I., Venegas de Anaya, M., Rangel-Mendoza, J.A. & López-Luna, M.A. (2020). A New Species of Mud Turtle of Genus *Kinosternon* (Testudines: Kinosternidae) from the Pacific Coastal Plain of Northwestern Mexico. *Zootaxa*, 4885: 509-529. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4885.4.3>
- López-Luna, M.A. Capul-Magaña, F.G., Escobedo-Galván, A.H., González-Hernández, A.J., Centenero-Alcalá, E., Rangel-Mendoza, J.A., Ramírez-Ramírez, M.M. & Cazares-Hernández, E. (2018). A distinctive new species of mud turtle from Western Mexico. *Chelonian Conservation and Biology*, 17: 2-13. <https://doi.org/10.2744/ccb-1292.1>
- Lovich, J.E., Ennen, J.R., Agha, M. & Gibbons, W. (2018). Where Have All the Turtles Gone, and Why Does It Matter? *BioScience*, 68: 1-11. <https://doi.org/10.1093/biosci/biy095>
- Macip-Ríos, R., Ontiveros, R., López-Alcaide, S. & Casas-Andrew, G. (2015). The conservation status of the freshwater and terrestrial turtles of Mexico: a critical review of biodiversity conservation strategies. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86: 1048-1057. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2015.09.013>
- Meng, H., Gao, X., Song, Y., Cao, G. & Li, J. (2021). Biodiversity arks in the Anthropocene. *Regional Sustainability*, 2: 109-115. <https://doi.org/10.1016/j.regus.2021.03.001>
- Pabón, S.E., Benítez, R., Sarria-Villa, R.A. & Gallo, J.A. (2020). Contaminación del agua por metales pesados, métodos de análisis y tecnologías de remoción. Una revisión. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 14: 9-18. <https://doi.org/10.31908/19098367.1734>

- Pérez-Pérez, A., López-Moreno, A.E., Suárez-Rodríguez, O., Rhuebert, J.L. & Hernández-Gallegos, O. (2017). How far do adult turtles move? Home range and dispersal of *Kinosternon integrum*. *Ecology and Evolution*, 7: 1-12. <https://doi.org/10.1002/ece3.3339>.
- Pérez-Santigosa, N., Díaz-Paniagua, C. & Hidalgo-Vila, J. (2008). The reproductive ecology of exotic *Trachemys scripta elegans* in an invaded area of southern Europe. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 18: 1302-1310. <https://doi.org/10.1002/aqc>
- Ramírez-Bautista, A., Hernández-Salina, U., Cruz-Elizalde R., Berriozabal-Islas, C., Lara-Tufiño D., Mayer-Goyenechea, I.G. & Castillo-Cerón, J.M. (2014). *Los Anfibios y Reptiles de Hidalgo, México: Diversidad, Biogeografía y Conservación*. Sociedad Herpetológica Mexicana. 387 pp.
- Reyes-Velasco, J., Iverson, J.B. & Flores-Villela, O. (2013). The Conservation Status of Several Endemic Mexican Kinosternid Turtles. *Chelonian Conservation and Biology*, 12: 203-208. <https://doi.org/10.2744/CCB-1017.1>
- Rhodin, A.G.J., Iverson, J.B., Bour, R., Fritz, U., Georges, A., Shaffer, H.B. & van Dijk, P.P. (2017). Conservation Biology of Freshwater Turtles and Tortoises: A Compilation Project of the IUCN/SSC. Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group. En: Rhodin, A.G.J., Iverson, J.B. van Dijk, P.P. Saumure, R.A. Buhlmann K.A. Pritchard P.C.H. & Mittermeier R.A. (eds.), *Chelonian Research Monographs*. Lunenburg, MA. pp. 1-292.
- Rhodin, A.G.J., Stanford, C.B., van Dijk, P.P., Eisemberg, C., Luiselli, L., Mittermeier, R.A., Hudson, R., Horne, B.D., Goode, E., Kuchling, G., Walde, A., Baard, E.H.W., Berry K.H., Bertolero, A., Blanck, T.E.G., Bour, R., Buhlmann, K.A., Cayot, L.J., Collett, S., Currylow, A., Das, I., Digne, T., Ennen, J.R., Forero-Medina, G., Frankel, M.G., Fritz, U., García, G., Gibbons, J.W., Gibbons, P.M., Shiping, G., Guntoro, J., Hofmeyr, M.D., Iverson, J.B., Kiester, A.R., Lau, M., Lawson, D.P., Lovich, J.E., Moll, E.O., Páez, V.P., Palomo-Ramos, R., Platt, K., Platt, S.G., Pritchard, P.C.H., Quinn, H.R., Rahman, S.C., Randrianjafizanaka, S.T., Schaffer, J., Selman, W., Shaffer, H.B., Sharma, D.S.K., Haitao, S., Singh, S., Spencer, R., Stannard, K., Sutcliffe, S., Thomson, S. & Vogt, R.C. (2018). Global conservation status of turtles and tortoises (Order Testudines). *Chelonian Conservation and Biology*, 17: 135-161. <https://doi.org/10.2744/CCB-1348.1>
- SEMARNAT. (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestres – Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. 30 de diciembre de 2010, Segunda Sección, México.
- Taniwaki, R.H., Piggott, J.J. Ferraz, S.F.B. & Matthaei C.D. (2016). Climate change and multiple stressors in small tropical streams. *Hydrobiologia*, 793: 41-53. <https://doi.org/10.1007/s10750-016-2907-3>
- Turtle Conservation Coalition. (2018). *Turtles in Trouble: The World's 25+ Most Endangered Tortoises and Freshwater Turtles – 2018*. Turtle Conservation Coalition. Ojai, California, Estados Unidos de América. 79 pp.
- Turtle Taxonomy Working Group (TTWG: Rhodin, A.G.J., Iverson, J.B., Bour, R., Fritz, U., Georges, A., Shaffer, H.B. & van Dijk, P.P. (2017). Conservation Biology of Freshwater Turtles and Tortoises: A Compilation Project of the IUCN/SSC. Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group. En: Rhodin, A.G.J., Iverson, J.B. van Dijk, P.P., Saumure, R.A., Buhlmann, K.A., Pritchard P.C.H. & Mittermeier, R.A. (eds). *Chelonian Research Monographs*. Lunenburg, MA. p. 181.
- IUCN. (2020). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2022-2. <http://www.iucn-redlist.org>. Accessed 15 Dec 2022.
- Vázquez-Gómez, A., Harfush, M. & Macip-Ríos, R. (2016). Observations on population ecology and abundance of the micro-endemic Oaxaca mud turtle (*Kinosternon oaxacae*). *Herpetological Conservation and Biology*, 11: 265-271.
- Vogt, R.C. & Flores-Villela, O.A. (1986). Determinación del sexo en tortugas por la temperatura de incubación de los huevos. *Ciencia*, 37: 21-32.
- Wilson, L.D., & McCranie, J.R. (2004). The conservation status of the herpetofauna of Honduras. *Amphibian & Reptile Conservation*, 3: 6-33. <http://10.1514/journal.arc.0000012>
- Wilson, L.D., Mata-Silva, V. & Johnson, J.D. (2013). A conservation reassessment of the reptiles of Mexico based on the EVS measure. *Amphibian & Reptile Conservation*, 7: 1-47. <https://biostor.org/reference/192976>

- Windsor, F.M., Pereira, M.G. Tyler, C.R. & Ormerod, S.J. (2019). Persistent contaminants as potential constraints on the recovery of urban river food webs from gross pollution. *Water Research*, 163: 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.114858>
- Yu, S., Halbrook, R.R. Sparling, D.W. & Colombo, R. (2011). Metal accumulation and evaluation of effects in a freshwater turtle. *Ecotoxicology*, 20: 1801-1812. <https://10.1007/s10646-011-0716-z>
- Zenteno-Ruiz, C.E. (2011). Análisis espacio-temporal del hábitat y presencia de *Dermatemys mawii* (Gray, 1847) en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. Tesis de Doctorado. El Colegio de la Frontera Sur. Villahermosa, Tabasco. 99 pp.