

# HERPETOFAUNA COMO ANIMALES ORNAMENTALES Y DE COMPAÑÍA EN TRES MERCADOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO

## TRADE OF HERPETOFAUNA AS ORNAMENTAL AND COMPANION ANIMALS IN THREE MARKETS IN MEXICO CITY

MARIANA PINEDA-VÁZQUEZ<sup>1</sup>, ALEJANDRO VILLEGAS<sup>1</sup>, NOÉ PACHECO-CORONEL<sup>1</sup>, JORGE ALBERTO ESCUTIA-SÁNCHEZ<sup>1</sup> & GRACIELA GÓMEZ-ÁLVAREZ<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Vertebrados, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, C.P. 04510, Ciudad de México, México.

\*Correspondence: [graciela.gomez0830@gmail.com](mailto:graciela.gomez0830@gmail.com)

Received: 2022-08-03. Accepted: 2022-10-28. Published: 2022-12-23.

Editor: Rafael Alejandro Lara Resendiz, México.

**Abstract.**— Amphibians and reptiles have gained popularity as pets, and the number of species offered for sale is increasing. The need to carry out studies that analyze wildlife crime within countries has been recognized in order to have a better understanding of the phenomenon. In order to know how many species and which ones are sold in Mexico City, we conducted 14 visits to three major markets in Mexico City and conducted an analysis of the groups of amphibians and reptiles sold as pets and ornamental animals. We recorded a total of 31,919 individuals comprising 90 different species (14 amphibians, 76 reptiles) and found that 92.8% of the amphibians and 76.9% of the reptiles are protected by the Mexican government NOM-059, IUCN Red List and/or CITES. Significant differences ( $W = 3.14, p < 0.05$ ) were found in the number of registered organisms of the amphibian species, as well as in the number of registered individuals per reptile species ( $W = 7.52, p < 0.001$ ). We consider it necessary to evaluate all native species of amphibians and reptiles in the markets that could be included in sustainable use plans as a tool for their management.

**Keywords.**— Illegal trade, CITES, endangered species, exotic pets, fauna trafficking, illegal trade of fauna.

**Resumen.**— Los anfibios y los reptiles han ganado popularidad como mascotas y el número de especies que se ofrecen a la venta va en aumento. Se ha reconocido la necesidad de realizar estudios que analicen los delitos contra la vida silvestre a nivel mundial para tener una mejor comprensión del fenómeno. Con el objetivo de conocer cuantas especies y cuáles son las que se venden en la Ciudad de México, realizamos 14 visitas a tres importantes mercados y realizamos un análisis de los grupos de anfibios y reptiles vendidos como mascotas y animales ornamentales. Registramos un total de 31,919 individuos de 90 especies diferentes (14 de anfibios, 76 de reptiles) y encontramos que el 92.8% de los anfibios y el 76.9% de los reptiles están protegidos por la Norma mexicana NOM-059, la Lista Roja de la UICN y/o CITES. Se encontraron diferencias significativas ( $W = 3.14, p < 0.05$ ) en el número de organismos registrados de las especies de anfibios, así como en el número de individuos registrados por especie de reptiles ( $W = 7.52, p < 0.001$ ). Consideramos necesario evaluar todas las especies nativas de anfibios y reptiles en los mercados que podrían ser incluidos en programas de aprovechamiento sustentable como una herramienta para su manejo.

**Palabras clave.**— Comercio ilegal, CITES, especies amenazadas, mascotas exóticas, tráfico de fauna.

## INTRODUCCIÓN

México ocupa el cuarto lugar en el grupo de países considerados megadiversos (Espinosa & Ocegueda, 2008; Sarukhán et al., 2017), se han registrado 5,757 especies de vertebrados de un total de 68,724 que han sido descritas en el mundo, lo que representa



el 8.37% de la diversidad de vertebrados mundial (Koleff et al., 2018). En el caso particular de los reptiles, se han descrito para México 908 especies (Sarukhán et al., 2017), de las cuáles el 56% son endémicas (Koleff et al., 2018). En el caso de los anfibios, cabe señalar que alrededor del 65% de las 399 especies registradas en México son endémicas y que siete de las 16 familias de anfibios contienen más del 50% de las especies endémicas (Parra-Olea et al., 2014).

Los anfibios y reptiles juegan un papel importante en los ecosistemas, así como en beneficio de los humanos al proporcionar servicios ecosistémicos tales como biomasa animal, acumulación de alcaloides, reciclaje de nutrientes, depredación e interacción en la cadena alimentaria y control de plagas (Valencia-Aguilar et al., 2012). En la actualidad la herpetofauna se encuentra bajo presiones de origen antrópico que amenazan su supervivencia tales como: el cambio de uso de suelo, la pérdida y reducción de la calidad del hábitat, la contaminación de aguas y suelos, el calentamiento global, la extracción y comercio ilegal, la introducción de especies exóticas que compiten o se convierten en depredadores de especies nativas, portadores de parásitos y enfermedades o causan introgresión genética dentro de las poblaciones nativas (Valentine et al., 2007; Butchart et al., 2010; Bellard et al., 2012; Nijman et al., 2012; Janssen & Shepherd, 2019; González-Sánchez et al., 2021; Pienaar et al., 2022).

Desde la antigüedad se sabe que el ser humano ha hecho uso de los ecosistemas para satisfacer sus necesidades, como de la tenencia de animales con fines alimenticios, medicinales, religiosos, ornamentales y de compañía la cual está documentada en muchas culturas antiguas (Fitzgerald, 1994; Broad, 2001; Traffic, 2001; Auliya, 2003; Laidlaw, 2005; Schlaepfer et al., 2005; Gómez-Álvarez et al., 2007; Brown et al., 2011; Stephen et al., 2012). Los anfibios y reptiles han experimentado un aumento en la popularidad como mascotas y hay una expansión continua de la gama de especies y grupos taxonómicos que se ofrecen a los fanáticos de este tipo de mascotas (Altherr & Freyer, 2001). Según Eurostat (2015) los 15 principales países que más comercializan reptiles vivos a la Unión Europea son Estados Unidos (13,083,406 especímenes), China (1181,561), Vietnam (1038,065), Tanzania (835,423), El Salvador (611,643), Togo (570,475), Uzbekistán (451,691), Ghana (428,983), Indonesia (407,214), Egipto (351,176), Hong Kong (176,986), Taiwán (14,804), Madagascar (113,626), Guyana (90,964) y Benin (87,333). Los reptiles representan actualmente la segunda clase de vertebrados más rica en especies después de las aves en el comercio internacional de mascotas (Bush et al. 2014). Engler y Parry-Jones (2017) reportaron que, en 2005, la Unión Europea fue el principal importador mundial de reptiles vivos para el comercio de mascotas (valuado en \$6

millones USD) y de pieles de reptiles (valuado en \$97 millones USD). En cantidad, la Unión Europea ocupa el segundo lugar (18.2%) después de Estados Unidos (56.1%) en importaciones de reptiles vivos (Robinson et al., 2015). No obstante, muchas de las especies comercializadas no están protegidas por ninguna legislación (Hoover, 1999), por ejemplo, ninguna de las 25 especies de anfibios más populares y comercializadas en los Estados Unidos durante 2005 fue incluida en la lista de CITES (Schlaepfer et al., 2005). El comercio de vida silvestre es crucial entre el desarrollo sustentable y la conservación de la biodiversidad (Broad et al., 2001). Si este comercio se realiza de manera sustentable, puede proporcionar valores de uso directo para la población local y, por lo tanto, tener un valor de conservación significativo (Bodmer & Lozano, 2001). De hecho, este tipo de comercio puede beneficiar al sector empresarial, a la economía nacional y a las comunidades rurales al convertirse en una importante fuente de ingresos para ellas (Oldfield, 2003). Sin embargo, si el comercio es ilegal y extractivo provoca un impacto negativo en las poblaciones, en las especies y en los ecosistemas (Laidlaw, 2005; Schlaepfer et al., 2005; Kuhnen et al., 2012).

En México, Flores-Villela (1980) realizó una recopilación sobre especies de reptiles de relevancia económica, registrando 32 especies que fueron explotadas principalmente para alimento, medicina, piel y como animales de ornato y/o mascotas, siendo las tortugas, cocodrilos e iguanas los grupos más vendidos. Cantú y Sánchez (1996) investigaron el comercio ilegal de vida silvestre en la Ciudad de México registrando 85 especies, de las cuales 31 eran reptiles, siendo las lagartijas y las tortugas los grupos más comercializados. Fitzgerald et al. (2004) evaluó la extracción y comercio de anfibios y reptiles en el desierto de Chihuahua y encontró 83 especies sujetas a algún tipo de comercio, principalmente como alimento, medicina o mascota. Posteriormente, Ruíz-Boites (2008) en mercados de la Ciudad de México registró 18 especies de anfibios y 51 de reptiles que se ofrecían como alimento, medicina o mascotas. Lo más común fue encontrar 18 especies de anfibios y 50 de reptiles comercializadas como mascotas, siendo los más frecuentes los ajolotes (*Ambystoma mexicanum*), las ranas de la familia Hylidae, las serpientes de la familia Colubridae y las tortugas *Trachemys scripta elegans*.

México es un país activo en el comercio de especies silvestres principalmente debido a dos factores clave: 1) la gran diversidad de especies silvestres actuando como proveedor; 2) su cercanía y fácil comunicación con países como Estados Unidos, Guatemala, Belice, España y Alemania, considerados importantes importadores y exportadores de vida silvestre, actuando como consumidores y como zonas de tránsito (Reuter, 2009;

Reuter & Mosig, 2010; SEMARNAT, 2012). Durante el periodo 2007-2011, México fue el segundo importador a nivel mundial con aproximadamente 750,000 ejemplares de reptiles vivos (SEMARNAT, 2012). Por lo anterior, el objetivo de este estudio fue registrar y analizar a las especies de anfibios y reptiles que se comercializan como mascotas y animales de ornato en tres mercados de la Ciudad de México y el tipo de protección a la que están sujetos a nivel nacional e internacional.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Colecta de datos.** Para saber qué especies y el número de individuos que se venden, se realizaron 14 visitas desde marzo de 2012 hasta abril de 2013 a tres importantes mercados de la Ciudad de México donde se comercializan especies de vida silvestre: 1) el mercado de Sonora, que es considerado el centro de comercio de vida silvestre más concurrido (Anzures & Bolaños, 1991) localizado al sureste del Centro Histórico de la Ciudad de México; 2) el mercado Nuevo San Lázaro localizado en la zona centro-oriente-sur de la Ciudad de México; y 3) el mercado de Xochimilco, que se encuentra en el suroeste de la Ciudad de México. Para la toma de datos se inspeccionaron todas las tiendas que venden anfibios y reptiles. Asimismo, se realizaron entrevistas semiestructuradas (Dos Santos-Rodríguez, 2009) tanto a los vendedores como a los compradores para saber qué especies venden y compran, su origen y sus costos.

La identidad taxonómica de las especies se determinó in situ y se confirmó utilizando diferentes guías de identificación como Canseco-Márquez y Gutiérrez (2006, 2010), Conant (1975), Flores-Villela et al. (1995), Stafford y Meyer (2000), O'shea y Halliday (2001), Flores-Villela y Canseco-Márquez (2004), Liner (2007), Lemos-Espinal y Smith (2008), Ramírez-Bautista et al. (2009), y se buscó su categoría de riesgo de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana 059 (SEMARNAT, 2010), la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2022) y la categoría de protección en la que están incluidos según la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2022).

**Análisis de datos.** Para determinar si existen diferencias significativas entre el número de especies en alguna categoría de protección, se evaluó el número de especies protegidas en la NOM-059, la Lista Roja UICN y CITES, así como la proporción de especies endémicas, nativas y exóticas con una prueba de Wilcoxon ( $\alpha = 0.05$ ). Para evaluar si el comercio de especies es aleatorio o si hay preferencia por algún tipo de especie, asumiendo que las más numerosas tienen más demanda se aplicó una prueba de chi-cuadrada de bondad de ajuste ( $\alpha =$

0.001) para determinar la preferencia hacia un grupo de anfibios o reptiles. Por último, se realizó una correlación de Spearman para encontrar si existe asociación entre abundancia y los precios de las especies.

## RESULTADOS

Se registraron un total de 90 especies (Tabla 1), 14 de anfibios (15%) y 76 de reptiles (84%), con un total de 31,919 organismos (Fig. 1). Respecto al número de individuos, se registraron 8,218 de anfibios en total, de los cuales 7,527 individuos fueron de 11 especies de Anura, y 690 individuos de tres especies de Caudata. El 42% ( $n = 6$ ) de las especies fueron endémicas, dos de ellas listadas en la NOM-059, todas se encuentran bajo alguna categoría de riesgo en la Lista Roja de la UICN, y solo dos especies estuvieron listadas en el Apéndice II de CITES. De todas las especies de anfibios, 21% ( $n = 3$ ) fueron especies exóticas y ninguna estuvo incluida en la Lista Roja de la UICN ni de CITES.

Los reptiles fueron más numerosos, registrándose un total de 23,702 individuos de cuatro grupos: orden Squamata con 26 especies de lagartijas y 4,135 individuos y Serpentes con 23 especies y 494 individuos; Testudines con 26 especies y 18,958 individuos, por último, los Crocodylia con tres especies y 115 individuos. El 21% ( $n = 16$ ) de las especies de reptiles registradas son endémicas, 12 están en la NOM-059 y todas están en alguna categoría de la Lista Roja de la UICN. El 46% ( $n = 35$ ) de las especies registradas son exóticas, 30 de ellas listadas en la Lista Roja de la UICN y 22 en la CITES. Del porcentaje restante de las especies de reptiles, 31.5% ( $n = 24$ ), 19 están en la NOM-059, 24 en la Lista Roja de la UICN y seis en CITES (Fig. 2).

Por otra parte, se encontraron diferencias significativas ( $W = 3.14, p < 0.05$ ) en el número de organismos registrados de las especies de anfibios. Las especies que presentaron un mayor número de individuos fueron la rana africana de garras (*Xenopus laevis*) con 4,933 y la ranita de cañón (*Dryophytes arenicolor*) con 1056 individuos. El ajolote (*Ambystoma mexicanum* y *A. velasci*) son las únicas especies que están en la NOM-059 con las categorías de Peligro de extinción (P) y Protección especial (Pr) respectivamente. *Ambystoma mexicanum* también está en la categoría Críticamente amenazada (CR) en la Lista Roja y en el Apéndice II de CITES. Respecto a los reptiles, también se encontraron diferencias significativas ( $W = 7.52, p < 0.001$ ) en el número de individuos registrados por especies. La tortuga de orejas rojas (*Trachemys scripta elegans*) fue la que tuvo el mayor registro con 15,960 individuos y en segundo lugar la iguana verde (*Iguana iguana*) con 3,027 individuos. La tortuga de concha blanda (*Apalone spinifera*) tuvo un registro de 265 individuos y fue la única especie en la categoría P de la NOM-059. Respecto a las

**Table 1.** List of amphibians and reptiles registered in three markets in Mexico City. *n* = Number of registered organisms, P = Danger of extinction, A = Threatened, Pr = Special protection, according to NOM-059. DD = Data Deficient, LC = Least Concern, NT = Nearly Threatened, VU = Vulnerable, EN = Threatened, CR = Critically Threatened, according to the IUCN Red List. The distribution is indicated as Endemic, Native and Exotic.

**Tabla 1.** Lista de anfibios y reptiles registrados en tres mercados de la Ciudad de México. *n* = Número de organismos resgitrados, P = Peligro de extinción, A = Amenazada, Pr = Protección especial, de acuerdo con la NOM-059. DD = Datos deficientes, LC = Preocupación menor, NT = Cercanamente amenazada, VU = Vulnerable, EN = Amenazada, CR = Críticamente amenazada, de acuerdo a la Lista Roja de la IUCN. La distribución se indica como Endémico, Nativo y Exótico.

Orden/Nombre científico	<i>n</i>	NOM-059	UICN	CITES	Distribución
<b>Anfibios</b>					
<b>Caudata</b>					
<i>Ambystoma mexicanum</i>	169	P	CR	II	Endémico
<i>Ambystoma velasci</i>	520	Pr	LC		Endémico
<i>Taricha torosa</i>	1		LC		Exótico
<b>Anura</b>					
<i>Agalychnis callidryas</i>	2		LC	II	Nativo
<i>Agalychnis dacnicolor</i>	267		LC		Endémico
<i>Bombina orientalis</i>	15		LC		Exótico
<i>Dryophytes arenicolor</i>	1056		LC		Nativo
<i>Dryophytes eximius</i>	771		LC		Endémico
<i>Dryophytes plicatus</i>	183		LC		Endémico
<i>Incilius occidentalis</i>	1		LC		Nativo
<i>Rana catesbeiana</i>	137		LC		Nativo
<i>Rana montezumae</i>	139		LC		Endémico
<i>Rhinella marina</i>	23		LC		Nativo
<i>Xenopus laevis</i>	4933		LC		Exótico
<b>Reptiles</b>					
<b>Lacertilla</b>					
<i>Abronia graminea</i>	5	A	EN	II	Endémico
<i>Anolis carolinensis</i>	10		LC		Exótico
<i>Barisia imbricata</i>	290	Pr	LC		Endémico
<i>Basiliscus plumifrons</i>	10		LC		Exótico
<i>Basiliscus vittatus</i>	22		LC		Nativo
<i>Chamaeleo calypratus</i>	4		LC	II	Exótico
<i>Chlamydosaurus kingii</i>	5		LC		Exótico
<i>Coleonyx elegans</i>	9	A	LC		Nativo
<i>Corytophanes hernandezii</i>	6	Pr	LC		Nativo
<i>Ctenosaura pectinata</i>	37	A	LC	II	Endémico
<i>Eublepharis fuscus</i>	22		LC		Exótico
<i>Gekko gekko</i>	16		LC	II	Exótico
<i>Gekko vittatus</i>	18		LC		Exótico
<i>Iguana iguana</i>	3027	Pr	LC	II	Nativo

**Table 1 (cont.).** List of amphibians and reptiles registered in three markets in Mexico City. *n* = Number of registered organisms, P = Danger of extinction, A = Threatened, Pr = Special protection, according to NOM-059. DD = Data Deficient, LC = Least Concern, NT = Nearly Threatened, VU = Vulnerable, EN = Threatened, CR = Critically Threatened, according to the IUCN Red List. The distribution is indicated as Endemic, Native and Exotic.

**Tabla 1 (cont.).** Lista de anfibios y reptiles registrados en tres mercados de la Ciudad de México. *n* = Número de organismos resgitrados, P = Peligro de extinción, A = Amenazada, Pr = Protección especial, de acuerdo con la NOM-059. DD = Datos deficientes, LC = Preocupación menor, NT = Cercanamente amenazada, VU = Vulnerable, EN = Amenazada, CR = Críticamente amenazada, de acuerdo a la Lista Roja de la IUCN. La distribución se indica como Endémico, Nativo y Exótico

Orden/Nombre científico	<i>n</i>	NOM-059	UICN	CITES	Distribución
<i>Phrynosoma asio</i>	9	Pr	LC		Nativo
<i>Phrynosoma orbiculare</i>	244	A	LC		Endémico
<i>Physignathus cocincinus</i>	31		VU		Exótico
<i>Pogona vitticeps</i>	1		LC		Exótico
<i>Salvator merianae</i>	4		LC	II	Exótico
<i>Sceloporus mucronatus</i>	83		LC		Endémico
<i>Sceloporus spinosus</i>	6		LC		Nativo
<i>Sceloporus torquatus</i>	265		LC		Endémico
<i>Trioceros jacksonii</i>	1		LC	II	Exótico
<i>Trioceros melleri</i>	2		LC	II	Exótico
<i>Varanus finschi</i>	3		LC	II	Exótico
<i>Varanus rudicollis</i>	5		DD	II	Exótico
<b>Serpentes</b>					
<i>Boa imperator</i>	13		LC	II	Nativo
<i>Conopsis lineata</i>	132		LC		Endémico
<i>Crotalus molossus</i>	2	Pr	LC		Nativo
<i>Crotalus polystictus</i>	1	Pr	LC		Endémico
<i>Drymobius margaritiferus</i>	2		LC		Nativo
<i>Epicrates cenchria</i>	3		LC	II	Exótico
<i>Lampropeltis getula</i>	4	A	LC		Nativo
<i>Lampropeltis triangulum</i>	8	A	LC		Nativo
<i>Leptodeira septentrionalis</i>	1		LC		Nativo
<i>Pantherophis guttatus</i>	6		LC		Exótico
<i>Pituophis deppei</i>	20	A	LC		Endémico
<i>Python bivittatus</i>	19		VU	II	Exótico
<i>Python curtus</i>	7		LC	II	Exótico
<i>Python regius</i>	14		NT	II	Exótico
<i>Rhinocheilus lecontei</i>	1		LC		
<i>Salvadora bairdi</i>	7	Pr	LC		Endémico
<i>Storeria storerioides</i>	2		LC		Endémico
<i>Thamnophis cyrtopsis</i>	9	A	LC		Nativo
<i>Thamnophis eques</i>	36	A	LC		Nativo
<i>Thamnophis melanogaster</i>	26	A	EN		Endémico

**Table 1 (cont.).** List of amphibians and reptiles registered in three markets in Mexico City. *n* = Number of registered organisms, P = Danger of extinction, A = Threatened, Pr = Special protection, according to NOM-059. DD = Data Deficient, LC = Least Concern, NT = Nearly Threatened, VU = Vulnerable, EN = Threatened, CR = Critically Threatened, according to the IUCN Red List. The distribution is indicated as Endemic, Native and Exotic.

**Tabla 1 (cont.).** Lista de anfibios y reptiles registrados en tres mercados de la Ciudad de México. *n* = Número de organismos resgitrados, P = Peligro de extinción, A = Amenazada, Pr = Protección especial, de acuerdo con la NOM-059. DD = Datos deficientes, LC = Preocupación menor, NT = Cercanamente amenazada, VU = Vulnerable, EN = Amenazada, CR = Críticamente amenazada, de acuerdo a la Lista Roja de la IUCN. La distribución se indica como Endémico, Nativo y Exótico

Orden/Nombre científico	<i>n</i>	NOM-059	UICN	CITES	Distribución
<i>Thamnophis scalaris</i>	99	A	LC		Endémico
<i>Thamnophis scaliger</i>	81	A	VU		Endémico
<i>Trimorphodon vilkinsonii</i>	1	A	LC		Nativo
<b>Testudines</b>					
<i>Apalone ferox</i>	191		LC	III	Exótico
<i>Apalone spinifera</i>	265	P	LC	I	Endémico
<i>Centrochelys sulcata</i>	90		EN	II	Exótico
<i>Chelonoidis carbonaria</i>	41			II	Exótico
<i>Chelonoidis denticulata</i>	6		VU	II	Exótico
<i>Chelus fimbriata</i>	71				Exótico
<i>Chelydra serpentina</i>	42		LC	III	Exótico
<i>Chrysemys picta</i>	96		LC		Exótico
<i>Gopherus berlandieri</i>	1	A	LC	II	Nativo
<i>Graptemys pseudogeographica</i>	1056		LC	III	Exótico
<i>Kinosternon integrum</i>	16	Pr	LC		Endémico
<i>Kinosternon scorpioides</i>	17	Pr	NT		Nativo
<i>Macrochelys temminckii</i>	67		VU	III	Exótico
<i>Podocnemis unifilis</i>	109		VU	II	Exótico
<i>Pseudemys gorzugi</i>	6	A	NT		Nativo
<i>Pseudemys nelsoni</i>	12		LC		Exótico
<i>Rhinoclemmys pulcherrima</i>	25	A			Nativo
<i>Staurotypus triporcatus</i>	48	A	NT		Nativo
<i>Stigmochelys pardalis</i>	43		LC	II	Exótico
<i>Terrapene carolina</i>	4	Pr	VU	II	Nativo
<i>Testudo horsfieldii</i>	7		VU	II	Exótico
<i>Trachemys callirostris</i>	674				Exótico
<i>Trachemys grayi emolli</i>	111				Exótico
<i>Trachemys scripta elegans</i>	15 960	Pr	LC		Nativo
<b>Crocodylia</b>					
<i>Alligator mississippiensis</i>	1		LC	II	Exótico
<i>Caiman crocodilus</i>	26	Pr	LC	I	Nativo
<i>Crocodylus moreletii</i>	88	Pr	LC	II	Nativo

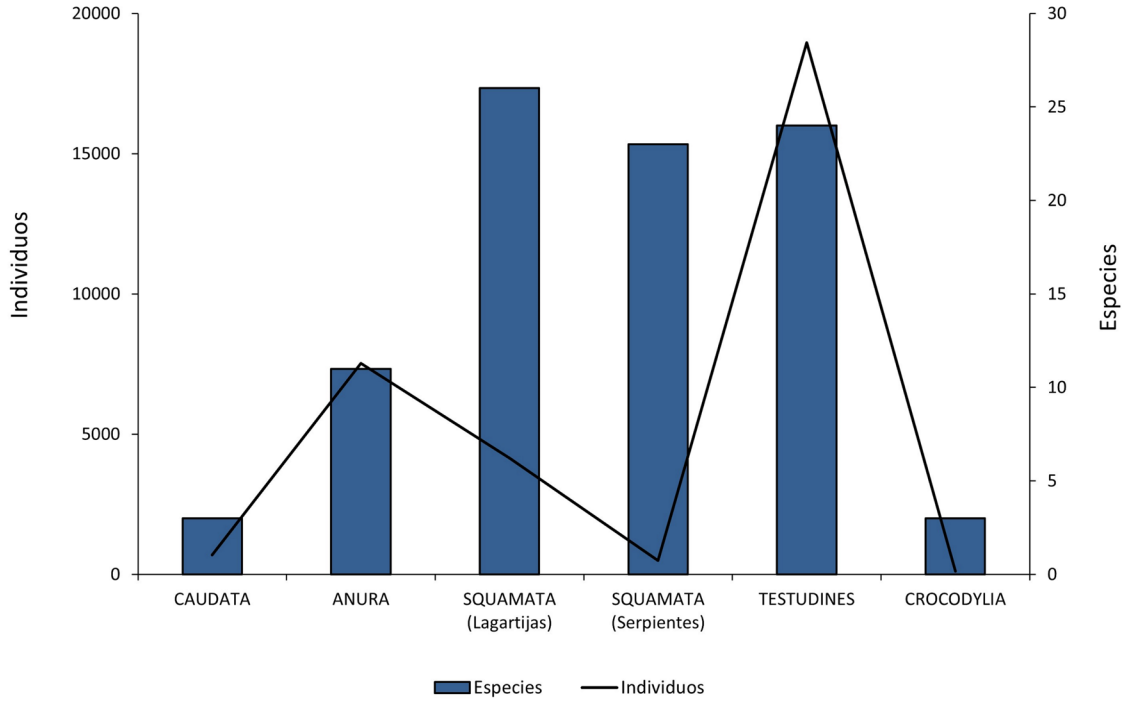


Figure 1. Number of species and abundance of amphibians and reptiles recorded in three markets in Mexico City.

Figura 1. Número de especies y abundancia de anfibios y reptiles registrados en tres mercados de la Ciudad de México.

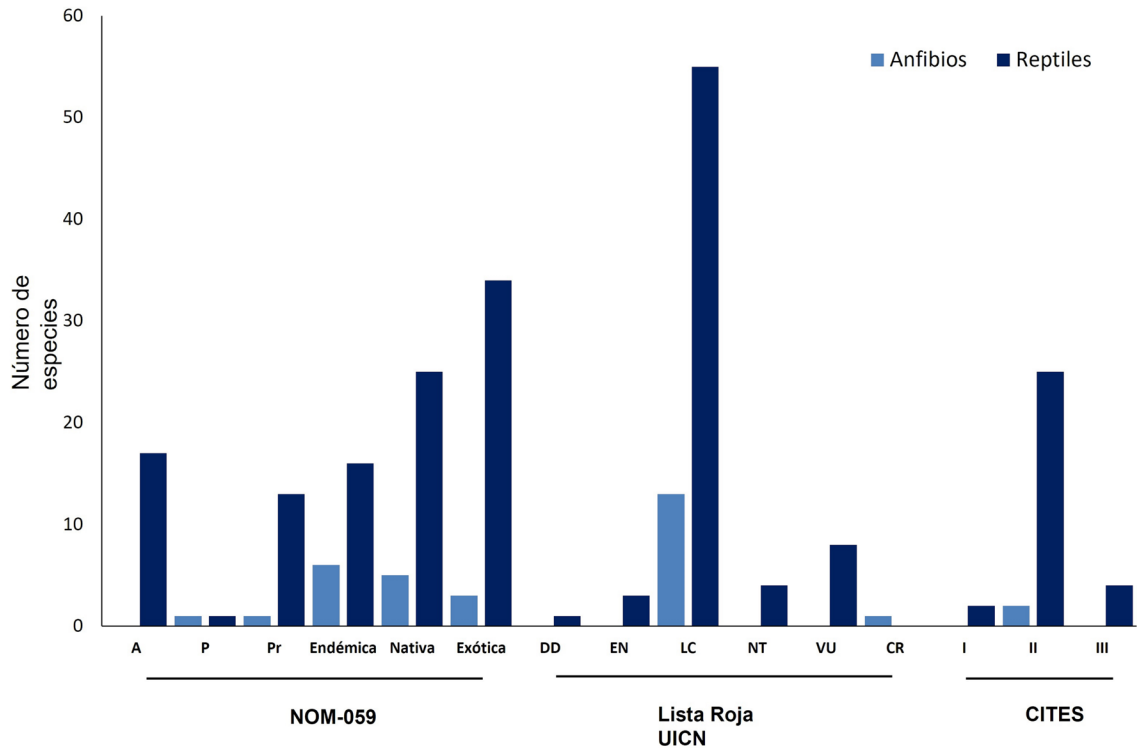


Figure 2. Total number of species registered under protection in NOM-059, IUCN Red List and CITES.

Figura 2. Número total de especies registradas bajo protección en la NOM-059, Lista Roja de UICN y CITES.

especies registradas en la Lista Roja, se encontraron tres especies en la categoría Amenazada (EN), las cuales fueron el dragoncito de la Sierra Madre Oriental (*Abronia graminea*) especie endémica registrada con cinco individuos, la tortuga africana de espolones (*Centrochelys sulcata*) especie exótica con 90 individuos y la culebra de agua (*Thamnophis melanogaster*) especie endémica con 26 registros. La especie exótica que presentó el mayor registro fue la tortuga mapa del Mississippi (*Graptemys pseudogeographica*) con 1,056 individuos, listada en la categoría Preocupación menor (LC) en la Lista Roja y en el Apéndice III de CITES.

Por otra parte, se realizaron un total de 60 entrevistas a personas de entre 15 a 60 años, el rango de edad más común de los compradores fue entre los 20-30 años. Los datos obtenidos de las entrevistas a los compradores mostraron una mayor tendencia hacia la compra de reptiles que de anfibios ( $\chi^2 = 16$ ,  $gl = 1$ ,  $p < 0.001$ ). Se encontró que el 90% ( $n = 54$ ) de las personas están de acuerdo en que el comercio tiene un impacto en la naturaleza, el resto de las personas 10% ( $n = 6$ ) piensa que el comercio de animales no causa ningún daño a la naturaleza. De estas personas, el 78% ( $n = 47$ ) cree que hay comercio de especies en peligro de extinción. El rango de precios registrado abarcó desde \$1 hasta \$1,500 USD mostrando una correlación negativa entre precio y abundancia ( $r_s = -0.56$ ,  $p < 0.001$ ).

## DISCUSIÓN

El número de especies de herpetofauna registradas en este estudio es similar a las reportadas por Masés-García et al. (2021) para el estado de Oaxaca, México, ellos registraron 12 especies de anfibios y 71 de reptiles que son comercializadas ilegalmente. El comercio de herpetofauna en la Ciudad de México muestra una tendencia hacia la abundancia de algunas especies (ver Cuadro 1), que coincide con estudios previos de Cantú y Sánchez (1996), Auliya (2003) y Whiting et al. (2013). Las lagartijas tuvieron la mayor variedad de especies ( $n = 26$ ), pero las más abundantes fueron las tortugas debido a la gran cantidad de individuos ( $n = 15\ 960$ ) del género *Trachemys*. Resultados similares fueron reportados por Ceballos y Fitzgerald (2004), Ruíz-Boites (2008) y Brown et al. (2011) para los géneros *Apalone*, *Trachemys* y *Geochelone*, descritos como los más abundantes en el comercio de tortugas. CITES (2020) menciona que las tortugas terrestres y las tortugas de agua dulce constituyen el lugar nueve de las 10 principales especies de reptiles vivos de origen silvestre incluidas en la lista de la CITES y decomisadas en los últimos diez años. Además se menciona que, con la gran demanda de las redes sociales, YouTube y otros sitios para compartir videos, ha resultado en una gran cantidad de videos de "cómo hacer" para capturar especies, alentando a las personas que viven en el área de distribución a

recolectar reptiles de manera oportunista para obtener ingresos secundarios. La abundancia de estos géneros de tortugas en el mercado se explica por las características reproductivas del grupo y su aceptación entre los compradores (Ceballos & Fitzgerald, 2004; Schlaepfer et al., 2005). Sin embargo, Masés-García et al. (2021), reportaron que el orden Squamata fue el grupo con más especies comercializadas, y la familia Colubridae fue la más común con 12 especies en el estado de Oaxaca. CITES (2020) reportó que durante el período 2007-2018, México fue un país activo en cuanto a tráfico de reptiles, funcionando tanto para recibir como para enviar organismos vivos. Esto podría tener costos como los observados en la problemática de las especies introducidas en Florida, Estados Unidos, donde hay consecuencias ecológicas y económicas, principalmente de 47 especies de anfibios y reptiles (Meshaka, 2011), donde la ruta de introducción fue su liberación del cautiverio (Livo et al., 1998). Respecto a los anfibios, se registraron en este estudio 14 especies, siendo el orden Anura el más representativo al igual que lo que registraron Masés-García et al. (2021). Especies registradas con un solo individuo (*singletons*) se consideran especies raras porque representan un producto novedoso y único por su singularidad en el mercado (identificadas como exóticas por los compradores). Shepherd et al. (2004) estudió los mercados de mascotas en Medan, Indonesia y menciona que las especies únicas se venden ocasionalmente y son responsables del gran aumento en la variedad de especies que se encuentran en los mercados. Sosa-Escalante (2011) y Alvarado-Martínez (2012) mencionan que Oaxaca es uno de los principales sitios en México donde se extrae la vida silvestre para abastecer de manera ilegal lo mercados nacionales e internacionales. La tenencia (no comercio) de especímenes está relacionada con el uso común de vertebrados en Oaxaca con fines de consumo, rituales, mascotas, amuletos y medicina tradicional (González-Pérez et al., 2004).

Por otro lado, la variación en los costos de los organismos puede estar relacionada con varios factores como la condición del animal, la persona que lo vende, el número de tiendas que lo venden, la abundancia y disponibilidad en la tienda o el origen del organismo. Hoover (1998), Auliya (2003) y Ceballos y Fitzgerald (2004) mencionan que el tamaño del organismo tiene un efecto en el precio debido a que los individuos más grandes son costosos por el tiempo y los insumos que se utilizan durante la crianza, así como las variedades albinas que también son sumamente costosas. Sin embargo, Moreno-Lara et al. (2022), mencionan que el elevado precio de algunas especies podría atribuirse a las características morfológicas o por estar dentro de una alta categoría de riesgo (En peligro [EN]) en la IUCN. Los precios elevados no se establecen por el hecho de que las especies estén listadas en alguna categoría de protección en la NOM-059 o en la



Lista Roja de la UICN, esto fue puntualizado también por Tapley et al. (2011) y Stephen et al. (2012), el factor más importante en el establecimiento de los precios de las especies de vida silvestre es la oferta y la demanda (Rivalan et al., 2007). Aunque Scheffers et al. (2019), mencionan que sí existe una preferencia hacia las especies en peligro de extinción o endémicas, ya que son más codiciadas y valiosas en el mercado ilegal. El valor económico de los anfibios y reptiles comercializados se vuelve complejo debido a que también los patrones de color y morfología son aspectos que repercuten en el precio de la especie (Auliya, 2003). Muchas especies de anfibios y reptiles son naturalmente polimórficas, lo que significa que puede haber cambios en los patrones de color debido a la reproducción selectiva (Peltz, 1992).

La mayoría de las especies registradas en este estudio que están en la Lista Roja de la UICN son consideradas de preocupación menor, pero en la Norma Oficial Mexicana son consideradas con mayor importancia (ver Cuadro 1). Se considera necesario evaluar a todas las especies de vida silvestre que se venden, lo que ayudaría en el establecimiento de una propuesta de uso sustentable que contemplen cuotas de extracción, así como, el fortalecimiento de la legislación vigente sobre el comercio de vida silvestre para que esta actividad pueda contribuir a su conservación.

**Agradecimientos.-** Agradecemos a Margarita Garza y Elvia Jiménez† por su colaboración en la identificación taxonómica de las especies.

## LITERATURA CITADA

- Alther, S. & D. Freyer. 2001. Morbidity and Mortality in Private Husbandry of Reptiles. Report by Pro Wildlife to the Royal Society for the Prevention of Cruelty to Animals. Horsham, UK: RSPCA.
- Alvarado-Martínez, I. 2012. Delincuencia organizada ambiental en México, una nueva manifestación criminal del tráfico de especies. *Revista Criminalidad* 54:283-311.
- Anzures y Bolaños, M.C. 1991. El Mercado de Sonora. *Anales de Antropología* 28:273-290.
- Auliya, M. 2003. Hot Trade in Cool Creatures: A review of the Live Reptile Trade in the European Union in the 1990s with a Focus on Germany. *Traffic Europe*.
- Bellard, C., C. Bertelsmeier, P. Leadley, W. Thuiller & F. Courchamp. 2012. Impacts of climate change on the future of biodiversity. *Ecology Letters* 15:365-377.
- Bodmer, R.E. & E.P. Lozano. 2001. Rural development and sustainable wildlife use in Peru. *Conservation Biology* 15:1163-1170.
- Broad, S. 2001. The nature and extent of legal and illegal trade in wildlife. Paper presented at the seminar on Wildlife Trade Regulation and Enforcement. Hughes Hall, Cambridge University.
- Broad, S., T. Mulliken & D. Roe. 2001. The nature and extent of legal and illegal trade. Pp 3-22. En S. Oldfield (Ed.). *The trade in wildlife: Regulation for conservation*. Earthscan publications, London.
- Brown, D.J., V.R. Farallo, J.R. Dixon, J.T. Baccus, T.R. Simpson & M.R.J. Forstner. 2011. Freshwater turtle conservation in Texas: harvest effects and efficacy of the current management regime. *Journal of Wildlife Management* 75:486-494.
- Butchart, S.H.M., M. Walpole, B. Collen, A. van Strien, J.P.W. Scharlemann, R.E.A. Almond, J.E.M. Baillie, B. Bomhard, C. Brown, J. Bruno, K.E. Carpenter, G.M. Carr, J. Chanson, A.M. Chenery, J. Csirke, N.C. Davidson, F. Dentener, M. Foster, A. Galli, J.N. Galloway, P. Genovesi, R.D. Gregory, M. Hockings, V. Kapos, J.F. Lamarque, F. Leverington, J. Loh, M.A. McGeoch, L. McRae, A. Minasyan, M.H. Morcillo, T.E.E. Oldfield, D. Pauly, S. Quader, C. Ravenga, J.R. Sauer, B. Skolnik, D. Spear, D. Stanwell-Smith, S.N. Stuart, A. Symes, M. Tierney, T.D. Tyrrell, J.C. Vié & R. Watson. 2010. Global biodiversity: indicators of decline. *Science* 328:1164-1168.
- Bush, E.R., S.E. Baker & D.W. Macdonald. 2014. Global trade in exotic pets 2006-2012. *Conservation Biology* 28:663-676.
- Canseco-Márquez, L. & G.M. Gutiérrez. 2006. *Guía de Campo de los Anfibios y Reptiles del Valle de Zapotitlán Puebla*. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México.
- Canseco-Márquez, L. & G. M. Gutiérrez. 2010. *Anfibios y Reptiles del Valle de Tehuacán-Cuicatlán*. CONABIO. México, D.F.
- Cantú, J.C. & M.E. Sánchez. 1996. El mercado de Sonora de la ciudad de México. *Naturaleza y Tráfico*. Teyeliz A.C. 1:10-26.
- Ceballos, C. P. & L.A. Fitzgerald. 2004. The trade in native and exotic turtles in Texas. *Wildlife Society Bulletin* 32:881-892.
- CITES, Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. 2020. UNODC, World Wildlife Crime



- Report: Trafficking in Protected Species. United Nations Publication, New York.
- CITES, Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. 2022. Appendices I, II, and III. CITES. <https://checklist.cites.org/#/en> [Consultado en febrero 2022].
- Conant, R. 1975. A Field Guide to Reptiles and Amphibians of Eastern and Central North America. The Peterson field guide series. United States.
- Dos Santos-Rodriguez, A. 2009. Metodología de la investigación etnozoológica. Pp. 253-271. En D. Costa-Neto, M. Santos-Fita, E.M. Vargas-Clavijo (Eds.). Manual de Etnozoolología una Guía Teórico-Práctica para Investigar la Interconexión del Ser Humano con los Animales. Tundra, México.
- Espinosa, D.O. & S.C. Ocegueda. 2008. El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural. Pp. 33-65. En J. Soberón, G. Halffer, J. Llorente-Bousquets (Eds.). Capital natural de México, vol. I: Conocimiento Actual de la Biodiversidad, CONABIO, México.
- Engler, M. & R. Parry-Jones. 2007. Opportunity or Threat: The Role of the European Union in Global Wildlife Trade. TRAFFIC Europe, Brussels
- Eurostat. 2015. Import data for live reptiles (commodity group number 0106 20 00) to EU member states, period 2004–2014. [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/search\\_database](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/search_database) [Consultado en septiembre 2022].
- Fitzgerald, L.A. 1994. *Tupinambis* lizards and people: a sustainable use approach to conservation and development. Conservation Biology 8:12-15.
- Fitzgerald, S. 1989. International Wildlife Trade: Whose Business is It? Washington DC: World Wildlife Fund.
- Fitzgerald, L.A., C.W. Painter, A. Reuter & C. Hoover. 2004. Collection, Trade, and Regulation of Reptiles and Amphibians of the Chihuahuan Desert Ecoregion. TRAFFIC North America, World Wildlife Fund.
- Flores-Villela, O. 1980. Reptiles de Importancia Económica en México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. México D.F.
- Flores-Villela O. & L. Canseco-Márquez. 2004. Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de México. Acta Zoológica Mexicana 20:115-144.
- Flores-Villela, O., F.Q. Mendoza & G.P. González (Comps.). 1995. Recopilación de claves para la determinación de anfibios y reptiles de México. Publicación Especial del Museo de Zoología 10:1-285.
- Gómez-Álvarez, G., S.R. Reyes-Gómez, C. Teutli-Solano & R. Valadez-Azúa. 2007. La medicina tradicional prehispánica, vertebrados terrestres y productos medicinales de tres tianguis del valle de México. Etnobiología 5:86-98.
- González-Pérez, G., M. Briones-Salas & A. Alfaro. 2004. Integración del conocimiento faunístico de Oaxaca. Pp. 449-466. En A. J. García-Mendoza, M. J. Ordóñez & M. Briones-Salas (Eds.). Biodiversidad de Oaxaca. México, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza and World Wildlife Fund.
- González-Sánchez, V.H., J.D. Johnson, D. González-Solís, L.A. Fucsko & L.D. Wilson. 2021. A review of the introduced herpetofauna of Mexico and Central America, with comments on the effects of invasive species and biosecurity methodology. ZooKeys 1022:79.
- Hoover, C. 1998. The U.S. role in the international live reptile trade: amazon tree boas to zululand dwarf chameleons. TRAFFIC Bulletin 17: 123-128.
- Hoover, C. 1999. Amazon tree boas to Zululand dwarf chameleons, the US role in the international live reptile trade. TRAFFIC Bulletin 17:26-32.
- Janssen, J. & C.R. Shepherd. 2019. Herpetofauna endemic to the nansei islands warrants increased protection. Current Herpetology 38:99-109.
- Koleff, P., T. Urquiza-Haas, S.P. Ruiz-González, D.R. Hernández-Robles, A. Mastretta-Yanes, E. Quintero & J. Sarukhán. 2018. Biodiversity in Mexico: State of knowledge. Global Biodiversity 285-337.
- Kuhnén, V.V., J.O. Remor & R.E.M. Lima. 2012. Breeding and trade of wildlife in Santa Catarina state, Brazil. Brazilian Journal of Biology 72:59-64.



- Laidlaw, R. 2005. Scales and tails the welfare and trade of reptiles kept as pets in Canada. *World Society for the Protection of Animals (WSPA)*.
- Lemos-Espinal, J.A. & H.M. Smith. 2008. Anfibios y Reptiles del Estado de Coahuila, México. UNAM/CONABIO, México.
- Liner, E. A. 2007. A check list of the amphians and reptiles of México. *Occasional Papers of the Museum of Natural Science. Louisiana State University*.
- Livo, L.J., G.A. Hammerson & H.M. Smith. 1998. Summary of amphibians and reptiles introduced into Colorado, Northwestern Naturalist 79:1-11.
- Masés-García, C.A., M. Briones-Salas & J.E. Sosa-Escalante. 2021. Assessment of wildlife crime in a high-biodiversity region of Mexico. *Journal for Nature Conservation* 59:125932.
- Meshaka, W. E. 2011. A runaway train in the making: the exotic amphibians, reptiles, turtles and crocodilians of Florida. *Monograph 1. Herpetological Conservation Biology* 6:1-107.
- Moreno-Lara, I., R. Cruz-Elizalde, I. Suazo-Ortuño & A. Ramírez-Bautista. 2022. El tráfico de lagartijas emblemáticas del género *Abronnia* (Squamata: Anguillidae). *Revista Latinoamericana de Herpetología* 5:44-53.
- Nijman, V., C.R. Shepherd & K.L. Sanders. 2012. Over-exploitation and illegal trade of reptiles in Indonesia. *The Herpetological Journal* 22:83-89.
- Oldfield, S. 2003. *The Trade in Wildlife, Regulation for Conservation*. London: Earthscan Publications.
- O'shea, M. & T. Halliday. 2001. *Reptiles y Anfibios: Manuales de Identificación*. Ediciones Omega S. A. España.
- Parra-Olea, G., O. Flores-Villela & C. Mendoza-Almeralla. 2014. Biodiversidad de anfibios en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85:460-466.
- Peltz, S. 1992. Snake colourphases. *The Reptilian* 1:9-10.
- Pienaar, E.F., D.J. Episcopio-Sturgeon & Z.T. Steele. 2022. Investigating public support for biosecurity measures to mitigate pathogen transmission through the herpetological trade. *PLoS One* 17:e0262719.
- Ramírez-Bautista, A., AS. Hernández, U.V. García, U.M. Leyte & L.M. Canseco. 2009. *Herpetofauna del Valle de México: Diversidad y Conservación*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México.
- Reuter, A. 2009. Reflexiones sobre el comercio de vida silvestre en México. *CONABIO. Biodiversitas* 84:11-15.
- Reuter, A. & P. Mosig. 2010. Comercio y Aprovechamiento de Especies Silvestres en México: Observaciones Sobre la Gestión, Tendencias y Retos Relacionados. *Traffic Norteamérica, México*.
- Rivalan, P., V. Delmas, E. Angulo, L.S. Bull, R.J. Hall, F. Courchamp, A.M. Rosser & N. Leader-Williams. 2007. Can bans stimulate wildlife trade? *Nature* 447:529-530.
- Robinson, J.E., R.A. Griffiths, F.A.V. St. John & D.L. Roberts. 2015. Dynamics of the global trade in live reptiles: shifting trends in production and consequences for sustainability. *Biological Conservation* 184:42-50.
- Roe, D., T. Mulliken, S. Milledge, J. Mremi, S. Mosha & M. Grieg-Gran. 2002. Making a Killing or Making a Living? *Wildlife Trade, Trade Controls and Rural Livelihoods*. Stevenage: Earthprint.
- Ruiz-Boites, M. 2008. *Uso y comercialización de anfibios y reptiles en cuatro mercados del Distrito Federal*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. México D.F.
- Sarukhán, J., P. Koleff, J. Carabias, J. Soberón, R. Dirzo, J. Llorente-Bousquets, G. Halffter, R. González, I. March, A. Mohar, S. Anta, J. de la Maza, I. Pisanty, T. Urquiza-Haas, S. P. Ruiz-González & G. García-Méndez. 2017. *Capital Natural de México. Síntesis: Evaluación del Conocimiento y Tendencias de Cambio, Perspectivas de Sustentabilidad, Capacidades Humanas e Institucionales*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Scheffers, B.R., B.F. Oliveira, I. Lamb & D.P. Edwards. 2019. Global wildlife trade across the tree of life. *Science* 366:71-76.
- Schlaepfer, M.A., C. Hoover & C.K. Dodd Jr. 2005. Challenges in evaluating the impact of the trade in amphibians and reptiles on wild populations. *BioScience* 55:256-264.
- Shepherd, C.R., J. Sukumara & S.A. Wich. 2004. *Open Season: an Analysis of the Pet Trade in Medan, Sumatra*. *Traffic Southeast Asia*.



- SEMARNAT, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 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. Modificación del Anexo Normativo III, 13/08/2018, México. <http://www.semarnat.gob.mx/node/17> [Consultado en febrero 2022]
- SEMARNAT, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2012. Informe anual PROFEPA 2011. 1a edición. México D.F. [http://profepa.gob.mx/innovaportal/file/4742/1/informe\\_profepa\\_2011.pdf](http://profepa.gob.mx/innovaportal/file/4742/1/informe_profepa_2011.pdf) [Consultado en noviembre 2021]
- Sosa-Escalante, J.E. 2011. Aplicación de la Ley para el Combate del Tráfico Ilegal de Vida Silvestre en México: El caso de Charco Cercado. *Therya* 2:245-262.
- Stafford, P.J. & J.R. Meyer. 2000. A guide to the reptiles of Belize. Academic Press, Londres.
- Stephen, C., S. Pasachnik, A. Reuter, P. Mosig, L. Ruyle & L. A. Fitzgerald. 2012. Evaluación del estado, comercio y explotación de las iguanas de Centroamérica. CITES.
- Tapley, B., R.A. Griffiths & I. Bride. 2011. Dynamics of the trade in reptiles and amphibians within the United Kingdom over a ten-year period. *Herpetological Journal* 21:27-34.
- TRAFFIC Trade Records Analysis of Flora and Fauna in Commerce. 2001. An overview of the trade in live South-east Asian freshwater turtles. German CITES Scientific Authority, An Information Paper for the 17th Meeting of the CITES Animals Committee.
- UICN, International Union for Conservation Nature. 2022. The IUCN Red List of Threatened Species. <http://www.iucnredlist.org> [Consultado en febrero 2022].
- Valencia-Aguilar, A., A.M. Cortés-Gómez & C.A. Ruiz-Agudelo. 2012. Servicios ecosistémicos brindados por los anfibios y reptiles del Neotrópico: una visión general. Pp. 1-26. En Reflexiones sobre el capital natural de Colombia 2, Conservación Internacional Colombia.
- Valentine, E. L., B. Roberts & L. Schwarzkopf. 2007. Mechanisms driving avoidance of non-native plants by lizards. *Journal of Applied Ecology* 44:228-237
- Whiting, M.J., V.L. Williams & T.J. Hibbitts. 2011. Animals traded for traditional medicine at the Faraday market in South Africa: species diversity and conservation implications. *Journal of Zoology* 284:84-96.

