

ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO DEL ESCORPIÓN CHIAPANECO (*HELODERMA ALVAREZI*) Y PERSPECTIVAS DE SU CONSERVACIÓN

CURRENT STATE OF KNOWLEDGE AND CONSERVATION PERSPECTIVES OF THE BLACK BEADED LIZARD (*HELODERMA ALVAREZI*)

Aarón Gómez-Cruz^{1,2}, Oscar M. Mendoza-Velázquez^{1,3} & Magdalena Hernández Álvarez^{3*}

¹Red Mesoamericana y del Caribe para la Conservación de Anfibios y Reptiles.

²Dirección de Jardín Botánico Dr. Faustino Miranda, Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural, Parque Madero, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

³Instituto de Ciencias Biológicas, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Caleras Maciel, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

*Correspondence: magda.heal@gmail.com

Received: 2024-04-11. Accepted: 2024-09-19. Published: 2024-12-19.

Editor: Rafael Alejandro Lara Resendiz, México.

Abstract.— The lizard *Heloderma alvarezii* lives in southeastern Mexico (Guerrero, Oaxaca and Chiapas) and part of Guatemala. For many years this species went unnoticed in the eyes of science, as several years passed since its description before researchers resumed studying this enigmatic reptile. Therefore, many aspects of the species' biology and ecology are unknown. The objective of this work focuses on collecting the authors' own information and published literature in order to identify the problems that the species faces, generating supporting literature for future conservation studies. *Heloderma alvarezii* occupies less than 5 % of the Mexican national territory. Currently there is no risk category in Mexican standards for *H. alvarezii*, so this study proposes for the first time, based on specific criteria, assigning a category for this species.

Keywords.— Central depression, state of knowledge, Helodermatidae, natural history, risk category, vulnerability.

Resumen.— *Heloderma alvarezii* es una especie de lagarto que habita el sureste mexicano (Guerrero, Oaxaca y Chiapas) y parte de Guatemala. Durante mucho tiempo esta especie pasó desapercibida a los ojos de la ciencia, ya que desde su descripción transcurrieron varios años antes que los investigadores retomaran el estudio de este enigmático reptil. Por lo que muchos aspectos de su biología y ecología son desconocidos. Debido a ello el objetivo de este trabajo se centra en recopilar información con la finalidad de identificar las problemáticas que la especie afronta, generando literatura de apoyo para futuros estudios de conservación. *Heloderma alvarezii* ocupa menos del 5 % del territorio nacional mexicano y no tiene una categoría de riesgo en las normas mexicanas, por lo que se propone por primera vez con base a criterios específicos asignar una categoría a esta especie.

Palabras clave.— Categoría de riesgo, depresión central, estado del arte, Helodermatidae, historia natural, vulnerabilidad.

En México los helodermátidos son quizás uno de los grupos menos comprendidos y estudiados, al mismo tiempo de ser uno de los más estigmatizados por las personas, ocasionando daños en las poblaciones y desafíos para su conservación en vida libre (Domínguez et al., 2017). Actualmente la familia se encuentra conformada por cinco especies (Reiserer et al., 2013; García-Grajales et al., 2021), de entre las cuales *Heloderma alvarezii* es una de las especies menos estudiadas, lo que ha traído grandes

afectaciones en su conservación, ya que desde su descripción por Bogert y Del Campo (1956) y algunas publicaciones realizadas a finales del siglo XX, dejaron de realizarse investigaciones sobre esta especie (Alagón et al., 1892; Ramírez & Guichard, 1989; Álvarez del Toro, 1972). Durante muchos años diferentes aspectos de la biología y ecología de *H. alvarezii* permanecieron desapercibidos por la ciencia, no fue sino hasta 20 años después cuando dio inicio la elaboración de nuevos estudios

que retomaron el estudio de esta especie (Ariano, 2013; Aranda-Coello et al., 2019; García-Grajales et al., 2020, 2021; Gómez-Cruz et al., 2021; Reyes et al., 2022; Gómez, 2023). Sin embargo, gran parte de los estudios se han enfocado en analizar patrones de distribución (Domínguez-Vega et al., 2012; Ariano, 2013; García-Grajales et al., 2020, 2021; Gómez-Cruz et al., 2021).

Las investigaciones para comprender diferentes aspectos de la biología (comportamiento, distribución, temperatura y ecología térmica) de esta especie se han desarrollado cada vez con mayor frecuencia (Ariano, 2013; Aranda-Coello et al., 2019; García-Grajales et al., 2020; Gómez-Cruz et al., 2021; Gómez, 2023), sin embargo, aún falta mucho por conocer y sobre todo hace falta generar estrategias para su conservación. Derivado de la problemática que la falta de estudios ocasiona en la conservación de las especies (Reiserer et al., 2013; Mata-Silva et al., 2015; Domínguez-Vega et al., 2017; Barragán-Vázquez

et al., 2022). El objetivo principal de este trabajo se centra en recopilar información publicada de *H. alvarezii* e identificar las problemáticas que histórica y actualmente afronta, generando una literatura de apoyo para futuros estudios de conservación. Para ello se buscó la literatura publicada en plataformas electrónicas como Google académico, Scince Direct, Scielo, Researchgate, además de observaciones propias de los autores.

Conociendo al Escorpión chiapaneco

El escorpión chiapaneco, escorpión negro, escupión, lagarto bufador o me'us (en lengua tzotzil) son algunos de los nombres vernáculos con los que se le conoce a *Heloderma alvarezii* (Fig. 1). Anteriormente la especie era considerada como una subespecie de *H. horridum*, siendo quizás una de las principales causas de la falta de estudios, no fue sino hasta que Reiserer et al. (2013) proponen elevarlo a categoría de especie (Tabla 1).



Figure 1. Two adult males of *Heloderma alvarezii* fighting during the breeding season. Photo: Aarón Gómez Cruz

Figura 1. Dos machos adultos de *Heloderma alvarezii* peleando durante la temporada de reproducción. Foto: Aarón Gómez Cruz.

Morfológicamente *H. alvarezii* es igual al resto de helodermátidos, diferenciándose principalmente por poseer una coloración totalmente negra en su etapa adulta, a diferencia del resto de especies que suelen tener patrones de pigmentación (en diferentes tonalidades de amarillo y naranja) durante toda su vida, *H. alvarezii* únicamente presenta este patrón durante los primeros años de vida y gradualmente va perdiéndolo.

Debido a la complejidad del grupo, en un principio *H. exasperatum*, *H. alvarezii* y *H. charlesbogerti* eran considerados como subespecies de *H. horridum*, por lo que no se conocía de manera específica los límites de distribución de cada una de las hasta entonces subespecies. La distribución conocida hasta entonces sugería que *H. alvarezii* se distribuía principalmente en la Depresión Central de Chiapas, México desde el municipio de Arriaga hasta su continuación en Huehuetenango, Guatemala, creyéndose que se encontraba restringido a esta región geográfica (Álvarez del Toro, 1972; Ariano, 2013; Gómez-Cruz et al., 2021). A pesar de que Campbell y Vannini (1988) plantearon que existían zonas de integración entre *H. alvarezii* y *H. horridum* en la región del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, no se realizaron esfuerzos para comprobar dicha hipótesis. No fue sino hasta años recientes cuando se tuvo el registro de *H. alvarezii* en las costas de Oaxaca y en la parte baja de Guerrero (García-Grajales et al., 2020, 2021), modificando la idea sobre la ocupación de la especie, planteando nuevas incógnitas y generando debates entre los investigadores (Fig. 2).

Dentro de todo esto cabe preguntarse si los nuevos registros en sitios tan distantes de lo conocido hasta el momento corresponden a una ampliación en la distribución ya sea de forma continua o disyunta, y de ser así ¿cómo se encuentran genéticamente emparentadas estas poblaciones? o bien si estos registros corresponden a individuos de *H. horridum* con un incremento en el melanismo. Aunque es un fenómeno poco usual, se han llegado a avistar individuos de *H. horridum* con una pigmentación en su mayoría de color negro (Bogert & Martín del Campo, 1956), por lo que sería importante considerar si existen

cambios en la lepidosis (disposición y orden de las escamas) o a nivel genético, más allá de la pigmentación que permitan diferenciar a los individuos de ambas especies.

Se sabe que la distribución del escorpión chiapaneco ocurre principalmente en selvas bajas caducifolias y en sitios con buen estado de conservación, preferentemente a elevaciones de entre 400 y 1,000 m s.n.m., con temperaturas durante la temporada cálida entre los 28 y 30 °C y precipitaciones entre los 110 y 120 mm; lo que los hace excelentes bioindicadores de la calidad del hábitat (Ariano, 2013; Domínguez-Vega et al., 2017; Gómez, 2023). Sin embargo, aún hace falta mucho esfuerzo para conocer detalladamente cuales son los requerimientos específicos que esta especie necesita para poder persistir (e.g. ámbito hogareño, requerimientos térmicos y reproductivos, uso de hábitat, etc.). Esta información es imprescindible para desarrollar estrategias de conservación, ya que como muchos otros reptiles *H. alvarezii* se encuentra en una carrera de supervivencia contra el cambio climático, pues se espera que en escenarios futuros la distribución se reduzca de manera alarmante hacia el 2050 (Sinervo et al., 2010; Gómez-Cruz et al., 2021). Lamentablemente el cambio climático no es la única amenaza para el escorpión chiapaneco, ya que factores como la cacería, pérdida de hábitat, agricultura y tráfico comprometen la permanencia de esta especie.

Vulnerabilidad del escorpión chiapaneco

Actualmente en México las selvas bajas son uno de los ecosistemas más amenazados y con mayor pérdida de biodiversidad, anteriormente comprendían cerca del 10.8 % de la vegetación del país, sin embargo, debido a las actividades antrópicas se estima que la vegetación original es menor al 5 % (Maass, 1995; Ceballos & García, 1996; Massera et al., 1997; Trejo & Dirzo, 2000; Rickers et al., 2007; Rocha-Loredo et al., 2010). Convirtiéndose en un mosaico entre remanentes de vegetación primaria, vegetación sucesional, agricultura y ganadería; y debido al ámbito hogareño relativamente amplio de los helodermátidos (21.6 - 75.9 ha), el desplazamiento entre estos parches aumenta la probabilidad

Table 1. Taxonomic history of the genus *Heloderma*. / **Tabla 1.** Historia taxonómica del género *Heloderma*.

| Wiegmann (1829) descripción del género y especie | | Cope (1869) descripción de otra especie | Bogert y Del Campo (1956) descripción de subespecies | Campbell y Vannini (1988) descripción de nueva subespecie | Reiserer et al. (2013) recategorización de subespecies a especies |
|---|--------------------|--|---|--|--|
| <i>Heloderma</i> | <i>H. horridum</i> | <i>H. suspectum</i> | <i>H. h. horridum</i> <i>H. h. exasperatum</i> <i>H. h. alvarezii</i> | <i>H. h. charlesbogerti</i> | <i>H. horridum</i> <i>H. exasperatum</i> <i>H. alvarezii</i> <i>H. charlesbogerti</i> |



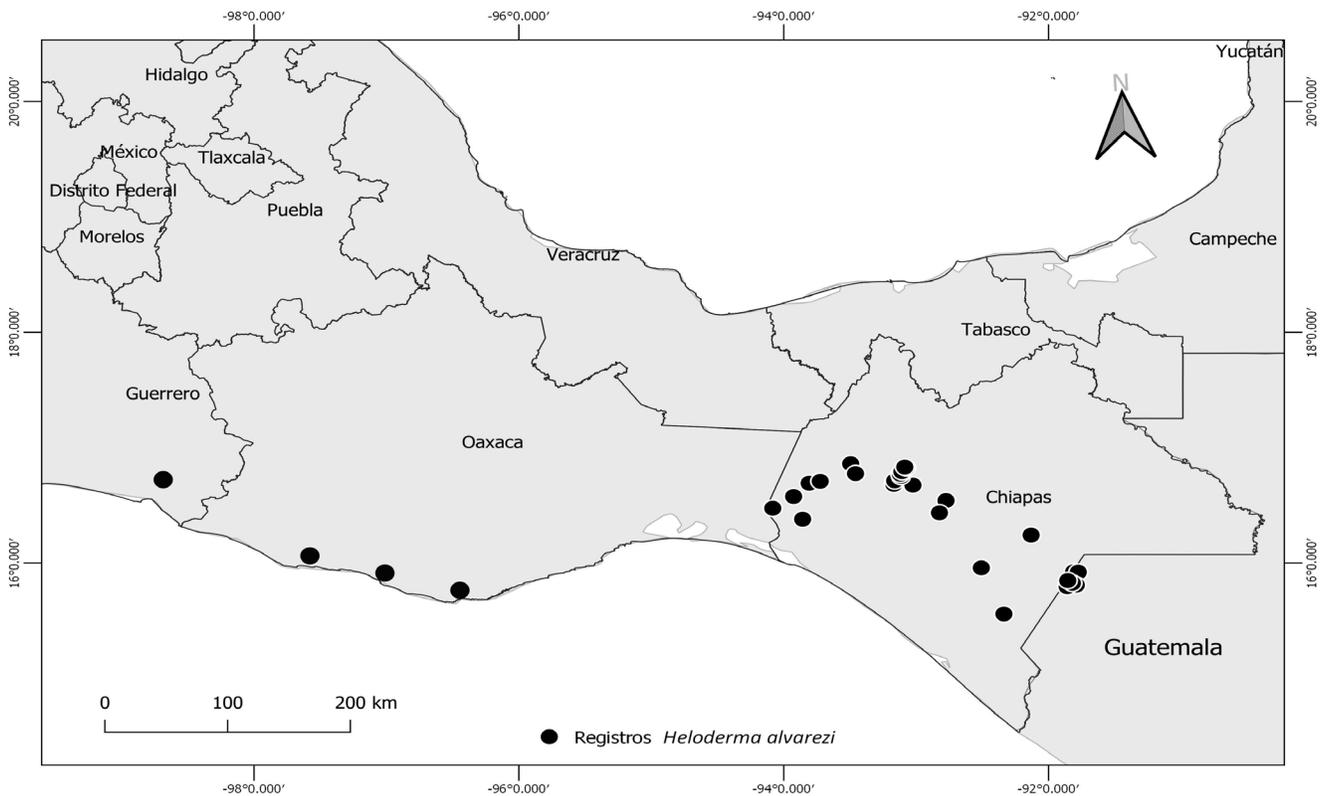


Figure 2. Occurrence records of *Heloderma alvarezii*, with those from Oaxaca and Guerrero being the most recent.

Figura 2. Registros de presencia de *Heloderma alvarezii*, siendo aquellos de Oaxaca y Guerrero los más recientes.

de avistamientos, y con ello el riesgo de cacería aversiva (Beck & Lowe, 1991; Rodríguez et al., 2019; Ariano-Sánchez et al., 2020). Ya que gran parte de la distribución del escorpión chiapaneco se encuentra fuera de las Áreas Naturales Protegidas (ANP's), y únicamente cerca del 4.2 % se encuentra dentro de ellas, siendo el Parque Nacional Cañón del Sumidero el que integra una mayor parte de la distribución (Gómez-Cruz et al., 2021). Por otra parte, en distintas regiones de la depresión central de Chiapas donde no hay ningún tipo de protección cada año durante los meses de enero a marzo ocurren incendios con fines agrícolas, los cuales en la mayoría de las ocasiones llegan a salirse de control. El uso de estas prácticas tan invasivas indiscutiblemente pone en riesgo a las poblaciones de *H. alvarezii*, pues al tratarse de un reptil que tiene una capacidad de desplazamiento limitada (3.5 m/min) (Beck & Lowe, 1996) puede llegar a quedar atrapado dentro de estos incendios. Sin mencionar que los huevos son particularmente sensibles a cambios ambientales externos, y las elevadas temperaturas ambientales y de los incendios pueden afectar considerablemente la viabilidad de los huevos (Beck & Lowe, 1996; Ariano & Salazar, 2015).

El efecto de la actividad humana ha tenido repercusiones en algunas poblaciones de *H. charlesbogerti*, conduciéndolas a presentar una baja diversidad genética y alto grado de endogamia indicando efecto de cuello de botella para algunas poblaciones pese a las medidas de conservación implementadas. La pérdida de diversidad genética representa un riesgo alto para la especie ya que esto podría traer consecuencias en la adaptación frente a escenarios como el cambio climático, pérdida de hábitat, nicho térmico (Schrei, 2014; González, 2016; Andrade et al., 2017). Lo anterior representa un desafío en la implementación de estrategias que permitan incrementar la diversidad genética de la especie.

Es bien sabido que los helodermátidos sufren una presión muy fuerte por parte de la cacería aversiva, hasta el momento en Chiapas se ha reportado que el municipio de Villaflores es uno de los lugares que presentan los valores más elevados de cacería (Domínguez-Vega et al., 2017; Reyes et al., 2022). Sin embargo, es probable que lo mismo ocurra a lo largo de toda la distribución de la especie, ya que mediante observaciones directas se

han registrado las mismas actividades en las localidades de Venustiano Carranza, El Parral y Emiliano Zapata, donde se cree que estos organismos son extremadamente venenosos. Entre algunas de las creencias más populares se ha llegado a decir que a pesar de cortar a los individuos por la mitad, los sapos llegan en la noche y los lamén, haciendo que el individuo reviva y pueda escapar, por lo que la única forma efectiva de matarlos es clavándolos en el suelo con una estaca (Fig. 3a). Asimismo, al creerse que son capaces de escupir su veneno, se han llegado a confundir algunas ovoposiciones de algunos invertebrados con la saliva del escorpión (Fig. 3b).

Categoría de riesgo

Otra de las actividades que comprometen a las poblaciones del escorpión chiapaneco es el tráfico ilegal, razón por la que se encuentra en el apéndice dos del CITES, pues en algunas

localidades de Chiapas se han tenido reportes sobre el comercio directo de compradores con algunos campesinos (*com. pers.*). Como se mencionó en un principio, durante mucho tiempo el escorpión chiapaneco permaneció como una subespecie de *H. horridum*, por lo que no estaba clasificado bajo ninguna categoría de riesgo en la norma mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010). Actualmente, pese a los nuevos trabajos publicados, *H. alvarezii* aún carece de una categoría propia, ya que se sigue tomando en cuenta a *H. horridum* como referencia. Debido a esto se considera justificable proponer que *H. alvarezii* sea atendida bajo una categoría propia dentro de la Norma Oficial Mexicana (NOM-059SEMARNAT-2010), dado que la especie cumple con los criterios definidos por el Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de las Especies Silvestres en México (MER) (Sánchez-Salas et al., 2013). El MER es una herramienta que se aplica exclusivamente en México y se encarga de cuantificar de forma sencilla los factores que afectan a una especie en el país.



Figure 3. a) Common practice of hunting *Heloderma alvarezii* to prevent the individual from reviving and escaping. b) Oviposition of some invertebrates that in regions of Chiapas are often mistaken for saliva from the black beaded lizard. Photos: Aarón Gómez Cruz.

Figura 3. a) Práctica común de sacrificio de *Heloderma alvarezii*, para evitar que el individuo reviva y escape. b) Oviposiciones de algunos invertebrados que en regiones de Chiapas suele ser confundida con la saliva del escorpión. Foto: Aarón Gómez Cruz.

Estos factores son ampliamente reconocidos por incrementar la tendencia o vulnerabilidad a la extinción; y se encuentra constituido por cuatro criterios, tres de los cuales consideran la biología e historia natural de la especie, mientras que el último básicamente se enfoca en la interacción con el hombre (SEMARNAT, 2010). Dicha sugerencia de categorización se basa en que *H. alvarezii* presenta las siguientes características: una distribución muy restringida (4 puntos de 4) abarcando menos del 5 % del territorio nacional mexicano; un hábitat intermedio o limitante (2 puntos de 3) con respecto a los requerimientos para el desarrollo natural de la especie, debido a su restricción a las selvas bajas caducifolias. Una vulnerabilidad media (2 puntos de 3) intrínseca a la biología de la especie, la cual requiere de grandes extensiones de hábitat hogareño, pero permite que la especie persista en bosques fragmentados y perturbados; y un alto impacto (4 puntos de 4) por parte de los humanos sobre la especie debido a la presión de las actividades agrícolas y ganaderas, la fragmentación del hábitat, la cacería aversiva, el comercio y tráfico ilegal de la especie. Con base a los criterios del MER aquellas especies con una puntuación de entre 12 y 14 puntos son consideradas en peligro de extinción (P); por lo que con base a la evaluación generada y con un valor de 12 puntos se plantea que *H. alvarezii* sea considerada como una especie en peligro de extinción.

Estudios más recientes como el de Reiserer et al. (2013) evalúan a *H. alvarezii* y le otorgan un Environmental Vulnerability Score (EVS) de 15 dentro de la clasificación de Wilson et al., (2013), siendo una especie con alta categoría de vulnerabilidad después de *H. horridum* y *H. charlesbogerti* (EVS= 17). Y posteriormente Aranda-Coello y Gómez-Cruz (2021) asignan a *H. alvarezii* en la categoría de vulnerable (Vu) en la lista roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés). Esto indiscutiblemente reafirma la necesidad de comenzar a realizar acciones que mitiguen el impacto hacia las poblaciones, siendo la base de toda estrategia un robusto entendimiento de la especie, así como la aplicación de las herramientas disponibles para hacer factibles los esfuerzos de conservación; por lo que la próxima década es clave para la implementación de estrategias destinadas a la preservación de la especie *in situ*.

Desafortunadamente en México y principalmente en Chiapas las estrategias implementadas para la conservación de *H. alvarezii* son sumamente escasas por lo que la presión sobre esta especie aún es latente, pues aún falta mucho por conocer sobre la biología del escorpión chiapaneco. En Guatemala Ariano-Sánchez (2003) integró a pobladores locales en los monitoreos realizados con el escorpión guatemalteco (*H. charlesbogerti*),

posteriormente Ariano (2013) volvió a incluir a pobladores locales en su estudio con *H. alvarezii*, obteniendo resultados positivos tanto para el estudio como en la percepción de los pobladores sobre la especie, demostrando que esta actividad favorece a la conservación de estos saurios. Es por ello, que la divulgación de resultados obtenidos mediante investigaciones científicas con personas no involucradas en ese ámbito juega un papel importante para sentar las bases de la conservación y puede cambiar la desinformación que se tiene hacia los reptiles, ya que las personas que cohabitan e interactúan con estos organismos son la clave para que los planes de conservación tengan resultados favorables.

Claramente algunos de los requerimientos esenciales para la conservación de *H. alvarezii* se encuentran en la preservación de las selvas bajas caducifolias, así como en la participación de las Áreas Naturales Protegidas (ANP's) quienes incluso pueden utilizar a este fascinante reptil como una especie bandera. Brindando así la posibilidad de realizar estudios de investigación a largo plazo que nos permitan entender mejor los requerimientos biológicos para la especie y la viabilidad de las poblaciones. Por otra parte, una de las acciones que puede tener mayor impacto y resultados favorables en la conservación de esta especie se encuentra directamente asociada con la aplicación de programas de educación ambiental. De esta manera es posible generar sincretismo entre los pobladores disminuyendo así la frecuencia de cacería aversiva, funcionando como una herramienta importante que coadyuve en la permanencia de la especie.

CONCLUSIONES

Dada la falta de estudios realizados y publicados, cualquier esfuerzo por enriquecer el conocimiento del escorpión chiapaneco es esencial para los trabajos de investigación y conservación. Es necesario estudiar profundamente el tamaño de las poblaciones para reconocer el efecto de la cacería aversiva, para prevenir que ocurra un efecto de cuello de botella, ya que esta actividad puede traer efectos negativos en la variabilidad genética de las poblaciones, además de conocer el uso y el papel que cumple esta especie dentro del territorio que habita. Indiscutiblemente la divulgación de la información disponible con los pobladores locales de los sitios donde se encuentra la especie es crucial en la formación de concientización y consecuentemente la cooperación para su conservación. Además de ello es necesaria la participación de sectores gubernamentales y académicos para consolidar esfuerzos con las comunidades y asegurar el éxito de las diferentes estrategias de conservación.

LITERATURA CITADA

- Alagón, A.C., M.E.A. Maldonado, J.Z. Juliá, C.R. Sánchez & L.D. Possani. 1982. Venom from two sub-species of *Heloderma horridum* (Mexican beaded lizard): General characterization and purification of ethyl ester hydrolase. *Toxycon* 20:463-475.
- Álvarez del Toro, M. 1972. Los reptiles de Chiapas, 3ra edición. Instituto de Historia Natural, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.
- Andrade, E.M., K.A. Cardona, E.E. Castañón, J.S. Rodas & G.R. Rossi. 2017. Genética de la Conservación y Toxinología de las Especies de Fauna Amenazadas de Extinción en el Bosque Seco del Valle del Motagua. Facultad de Ciencias y Humanidades. Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala, Guatemala.
- Aranda-Coello, J. M., A. Gómez, O.M. Mendoza & E. Reyes. 2019. Termorregulación en el comportamiento de *Heloderma alvarezii* (Squamata: Helodermatidae) en cautiverio. *Revista Latinoamericana de Herpetología* 2:41-46.
- Aranda-Coello, J.M. & A. Gómez-Cruz. 2021. *Heloderma alvarezii*. The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T181146498A181151090. <http://www.iucnredlist.org> [Consultado en febrero 2024].
- Ariano-Sánchez, D. 2003. Distribución e historia natural del Escorpión *Heloderma horridum charlesbogerti* Cambell y Vannini, (Sauria: Helodermatidae) en Zacapa, Guatemala y caracterización de su veneno. Tesis de Licenciatura. Departamento de Biología. Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala. Guatemala.
- Ariano, D. 2013. Distribución, Ecología, Evaluación y Desarrollo de Estrategias para la Conservación del Escorpión Negro (*Heloderma horridum alvarezii*) en los Bosques Secos de Guatemala. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. 72.
- Ariano, D. & G. Salazar. 2015. Spatial ecology of *Heloderma charlesbogerti* (Sauria: Helodermatidae), in a tropical dry forest of the Motagua valley, Guatemala. *Mesoamerican Herpetology* 2:64-74.
- Ariano-Sánchez, D., R. Mohr, S. Reinhardt & F. Rossel, 2020. Escaping drought: Seasonality effects on home range, movement patterns and habitat selection of the Guatemalan Beaded Lizard. *Global Ecology and conservation* 23:1-13.
- Barragán-Vázquez, M.R., L. Ríos-Rodas, L.A. Fucsko, L.W. Porras, V. Mata-Silva, A. Rocha, D.L. De Santis, E. García-Padilla, J.D. Johnson & Wilson, L. D. 2022. The herpetofauna of Tabasco, Mexico: composition, distribution, and conservation status. *Amphibian & Reptile Conservation* 16:1-61.
- Beck, D.D. & C.H. Lowe. 1991. Ecology of the beaded lizard, *Heloderma horridum*, in a tropical dry forest in Jalisco, México. *Journal of Herpetology*. 25:395-406.
- Bogert, C.M. & R. Martín del Campo. 1956. The Gila monster and its allies. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 109:1-238.
- Campbell, J.A. & J.P. Vannini. 1988. A new subspecies of beaded lizard, *Heloderma horridum*, from the Motagua Valley of Guatemala. *Journal of Herpetology* 22:457-468
- Ceballos, G. & A. García. 1996. La selva baja: biodiversidad única en peligro. *Ocelotl* 5:4-9.
- Cope, E. 1869. *Heloderma suspectum*. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 21:5.
- Domínguez-Vega, H., Q. Monroy, J. Manjarrez & C.J. Balderas. 2017. Aversive hunting and sight frequency ecology of Beaded lizards (Squamata: Helodermatidae). *Perspectives in Ecology and Conservation* 15:47-51.
- Domínguez-Vega, H., O. Monrroy-Vilchis, C.J. Balderas-Valdivia, C.M. Gienger & D. Ariano-Sánchez. 2012. Predicting the potential distribution of the beaded lizard and identification of priority areas for conservation. *Journal for Nature Conservation* 20:247-253.
- García-Grajales, J., R. Arrazola, M.A. Penguilly & A. Buenrostro. 2020. New records of *Heloderma alvarezii* (Wiegmann, 1829) (Sauria: Helodermatidae) on the coast of Oaxaca and increases to its distribution in Mexico. *Journal of Threatened Taxa* 12:15495-15498.
- García-Grajales, J., A. Ventura, C. Casiano, C.U. Muñoz & A. Buenrostro. 2021. Beaded lizard, *Heloderma alvarezii* (Bogert y Martín del Campo, 1956) (Squamata, Helodermatidae), in southeastern Guerrero, México. *Check List* 17:1231-1236.
- Gómez-Cruz, A., N.G. Santos-Hernández, J.A. Cruz, D. Ariano-Sánchez, C. Ruiz-Castillejos, E.E. Espinoza-Medinilla & J.A. De Fuentes-Vicente. 2021. Effect of climate change on the potential distribution of *Heloderma alvarezii* (Squamata, Helodermatidae). *Zookeys* 1070:1-12.



- Gómez, A. 2023. Ecología térmica y comportamiento termorregulador del Escorpión chiapaneco (*Heloderma alvarezii*) Sauria: Helodermatidae. Tesis de Maestría. Instituto de Ciencias Biológicas. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México
- González, S.A. 2016. Diversidad genética de la población del lagarto escorpión (*Heloderma charlesbogerti*) en el municipio de Cabañas, Zacapa y de ejemplares en cautiverio: implicaciones para su conservación. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias y Humanidades. Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala, Guatemala.
- Maass, J.M. 1995. Tropical deciduous forest conversion to pasture and agriculture. Pp: 399-422. En Bullock, S.H, H.A. Mooney & E. Medina (Eds.), Seasonally Dry Tropical Forests. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Massera, O.R., M.J. Ordóñez & R. Dirzo. 1997. Carbon emissions from Mexican forests: current situation and long-term scenarios. *Climatic Change* 35:265-295
- Mata-Silva, V., J.D. Johnson, L.D. Wilson & E. García-Padilla. 2015. The herpetofauna of Oaxaca, Mexico: composition, physiographic distribution, and conservation status. *Mesoamerican Herpetology* 2:5-62.
- Ramírez, A. & C.A. Guichard. 1989. El escorpión negro: Combates ritualizados. Combates Ritualizados Del Escorpión Negro, *Heloderma horridum alvarezii*, en Cautividad. Instituto de Historia Natural. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.
- Reiserer, S.S., G.W. Schuett & D.D. Beck. 2013. Taxonomic reassessment and conservation status of the beaded lizard, *Heloderma horridum* (Squamata: Helodermatidae). *Amphibian & Reptile Conservation* 7:74-96.
- Reyes, E., A. Legaspi, H.I. Cruz & L. Martínez. 2022. Conocimiento local sobre el escorpión negro (*Heloderma alvarezii*) en Villa Hidalgo, Municipio de Villaflores, Chiapas, México. *LUM* 3:24-35.
- Rickers, M., I. Ramírez-Krauss, G. Ibarra-Manríquez, E. Martínez, C.H. Ramos, G. González-Medellín, G. Gómez-Rodríguez, J.L. Palacio-Prieto & H.M. Hernández. 2007. Optimizing conservation of forest diversity: a countrywide approach in Mexico. *Biodiversity and Conservation* 16:1927-1957.
- Rocha-Loredo A.G., N. Ramírez-Marcial & M. González-Espinoza. 2010. Riqueza y diversidad de árboles del bosque tropical caducifolio en la Depresión Central de Chiapas. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 87:89-103.
- Rodríguez, D.A., P. Martínez & P.J. Martínez. 2019. Efectos del fuego en el arbolado de un bosque tropical de pino y en el de una selva baja caducifolia en Villaflores, Chiapas. *Ciencia Florestal, Santa María* 29:1033-1047.
- SEMARNAT. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001 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. 6 de marzo de 2002, Segunda Sección. México.
- Sinervo, B., F. Méndez de la Cruz, D.B. Miles, B. Heulin, E. Bastiaans, M. Villagrán-Santa Cruz, R. Lara-Resendiz, N. Martínez-Méndez, M.L. Calderón-Espinosa, R.N. Meza-Lázaro, H. Gadsden, L.J. Ávila, M. Morando, I.J. De la Riva, P.V. Sepúlveda, C.F. Duarte Rocha, N. Ibarra-Guengoyría, C. Aguilar Puntriano, M. Massot, V. Lepetz, T.A. Oksanen, D.G. Chapple, A.M. Bauer, W.R. Branch, J. Clobert & J.W. Sites Jr. 2010. Erosion of lizard diversity by climate change and altered thermal niches. *Science* 328:894–899.
- Schrei, K.T. 2014. Diversidad genética e historia demográfica de una población del lagarto escorpión (*Heloderma charlesbogerti*) basada en marcadores microsatélites e implicaciones para su conservación. Facultad de Ciencias y Humanidades. Tesis de Licenciatura. Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala, Guatemala.
- Trejo-Vázquez, I. & R. Dirzo. 2000. Deforestation of seasonally dry tropical forest: a national and local analysis in Mexico. *Biological Conservation* 94:133-142.
- Wiegmann, A.F.A. 1829. *Heloderma horridum*. *Isis von Oken* 22:628.
- Wilson, L.W., V. Mata-Silva & J.D. Johnson. 2013. A conservation reassessment of the reptiles of Mexico based on the EVS measure. *Amphibian & Reptile Conservation* 7:1-47.

