

DATOS BIOLÓGICOS: FUENTES Y CONSIDERACIONES

BIOLOGICAL DATA: SOURCES AND CONSIDERATIONS

CÉSAR A. RÍOS-MUÑOZ^{1,2} Y DEBORAH V. ESPINOSA-MARTÍNEZ^{3*}

¹Secretaría de Desarrollo Institucional, Universidad Nacional Autónoma de México, Torre de Rectoría piso 8, Ciudad Universitaria,

²Coordinación Universitaria para la Sustentabilidad, Universidad Nacional Autónoma de México, Antiguo Edificio de Posgrados, 2º piso, Ciudad Universitaria, Ciudad de México.

³Laboratorio de Arqueozoología, Subdirección de Laboratorios y Apoyo Académico, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Moneda 16 Centro, Ciudad de México.

*Correspondence: dvem@ciencias.unam.mx

La elaboración de modelos de nicho ecológico (MNE/Ecological Niche Models) y/o modelos de distribución de especies (MDE/Species Distribution Models) requieren de diferentes fuentes de información para poder hacer la inferencia de la distribución de las especies en un espacio geográfico y ecológico interactuante (Ríos-Muñoz & Espinosa-Martínez, 2019; Peterson et al., 2011). La información biológica está representada por los sitios geográficos donde las especies han sido registradas (datos de ocurrencia) y por lo tanto, bajo la perspectiva de los MNE/MDE, representan los sitios donde existen las condiciones ambientalmente viables (tanto físicas como ecológicas) para que las especies puedan mantenerse a largo plazo (Pulliam, 2000). Por esta razón, es necesario considerar diferentes aspectos referentes a la calidad de la información que representan los datos de ocurrencia de las especies y hacer énfasis en algunas consideraciones que deben tenerse con este tipo de datos. Esta es la segunda entrega de la serie de editoriales que están enfocadas a este proceso.

Fuentes de información

Aunque toda la información biológica proviene de fuentes primarias, es decir, es producto del trabajo de campo en donde se han recolectado o avistado a las especies, no todos los registros cuentan con la información suficiente (taxonómica o de localización geográfica específica) para que puedan ser utilizados. Por esta razón, muchos registros deben ser reinterpretados o generalizados, sin que sea el propio colector u observador quien se encargue de hacerlo (e.g. Flores-Villela et al., 2016). Este proceso es parte del trabajo curatorial de las colecciones científicas, que es donde se alberga la mayor cantidad de información biológica (Peterson et al., 2003), por lo que sus catálogos muchas veces representan fuentes secundarias de información.

Además del trabajo de campo, existen trabajos publicados de los que es posible extraer información biológica como monografías (e.g. Hardy & McDiarmid, 1969), catálogos de colecciones científicas (e.g. Flores-Villela et al., 1991), descripciones de especies (e.g. Dugès, 1888; Campbell et al., 2018), revisión y reevaluación de ejemplares (e.g. Flores-Villela et al., 2016) e incluso trabajos filogeográficos (e.g. Parkinson et al., 2000).

Mucha de la información, en colecciones biológicas y en publicaciones, comenzó a digitalizarse desde finales del siglo pasado para poder ser consultada de forma libre en internet (Peterson et al., 2003), por lo que ha sido necesario generar esfuerzos para crear sistemas de bases de datos distribuidas (Vieglais et al., 1998; Navarro et al., 2003; Peterson et al., 2003) capaces de permitir la búsqueda en diferentes fuentes de información con la finalidad de integrarla para su consulta (e.g. sistemas de información sobre biodiversidad). A continuación se enlistan algunas fuentes de información de las cuales es posible obtener información de ocurrencia sobre anfibios y reptiles:

Colecciones biológicas herpetológicas

Smithsonian, National Museum of Natural History (<https://naturalhistory.si.edu/research/vertebrate-zoology/amphibi>).

Museum of Comparative Zoology, Harvard University (<https://mcz.harvard.edu/>).

Museum of Vertebrate Zoology, University of California, Berkeley (http://mvz.berkeley.edu/Herp_Collection.html).

Peabody Museum of Natural History (<https://peabody.yale.edu/>).

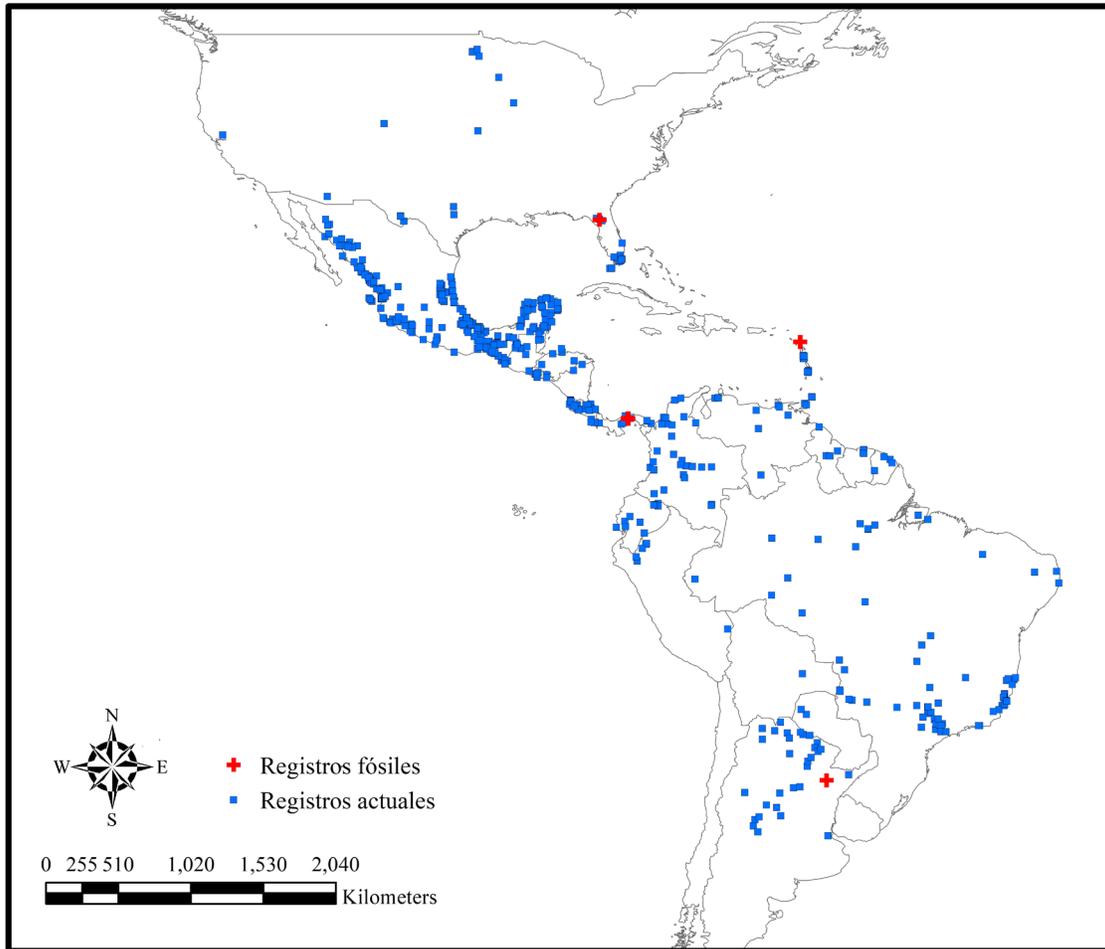


Figure 1. Example of information with different temporality. *Boa constrictor* (*sensu lato*) records obtained from GBIF where it was possible to obtain fossil and recent records housed in scientific collections.

Figura 1. Ejemplo de información con diferente temporalidad. Registros de *Boa constrictor* (*sensu lato*) obtenidos de GBIF donde fue posible obtener registros fósiles y recientes albergados en colecciones científicas.

Sistemas de Información de biodiversidad

Global Biodiversity Information Facility (<http://gbif.org>)

Vertnet (<http://vertnet.org>).

Red Mundial de Información sobre Biodiversidad, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (<http://www.conabio.gob.mx/remib/doctos/remibnodosdb.html?>).

Observaciones y otras fuentes de información

Amphibiaweb (<https://amphibiaweb.org>).

CrocBITE, Worldwide crocodylian attack database (<http://www.crocodile-attack.info>).

Herpmapper (<http://www.herpmapper.org>).

Vale la pena señalar que estos sitios pueden actualizarse o se pueden crear nuevos portales, por ejemplo HerpNet (<http://herpnet.org>), una red de colaboración de colecciones herpetológicas que se originó en 2002 (Guralnick & Constable, 2010), junto con otras redes globales de vertebrados, dieron paso a Vertnet la cual incluye más fuentes de información y una mayor cantidad de registros (Constable et al., 2010).

Autoridades taxonómicas

Los registros obtenidos de las fuentes de información deben contener información taxonómica para poder ser utilizados, ya que esta información corresponderá a la entidad biológica de interés. Por esta razón, es importante que se considere tener un buen conocimiento del grupo taxonómico a la hora de identificar,

contar con buenas claves de identificación y tener autoridades taxonómicas actualizadas que incluyan modificaciones nomenclaturales producto de nuevas hipótesis filogenéticas.

Parte de esto se ha reflejado en la publicación de guías y claves de campo actualizadas de algunas regiones en particular (e.g.

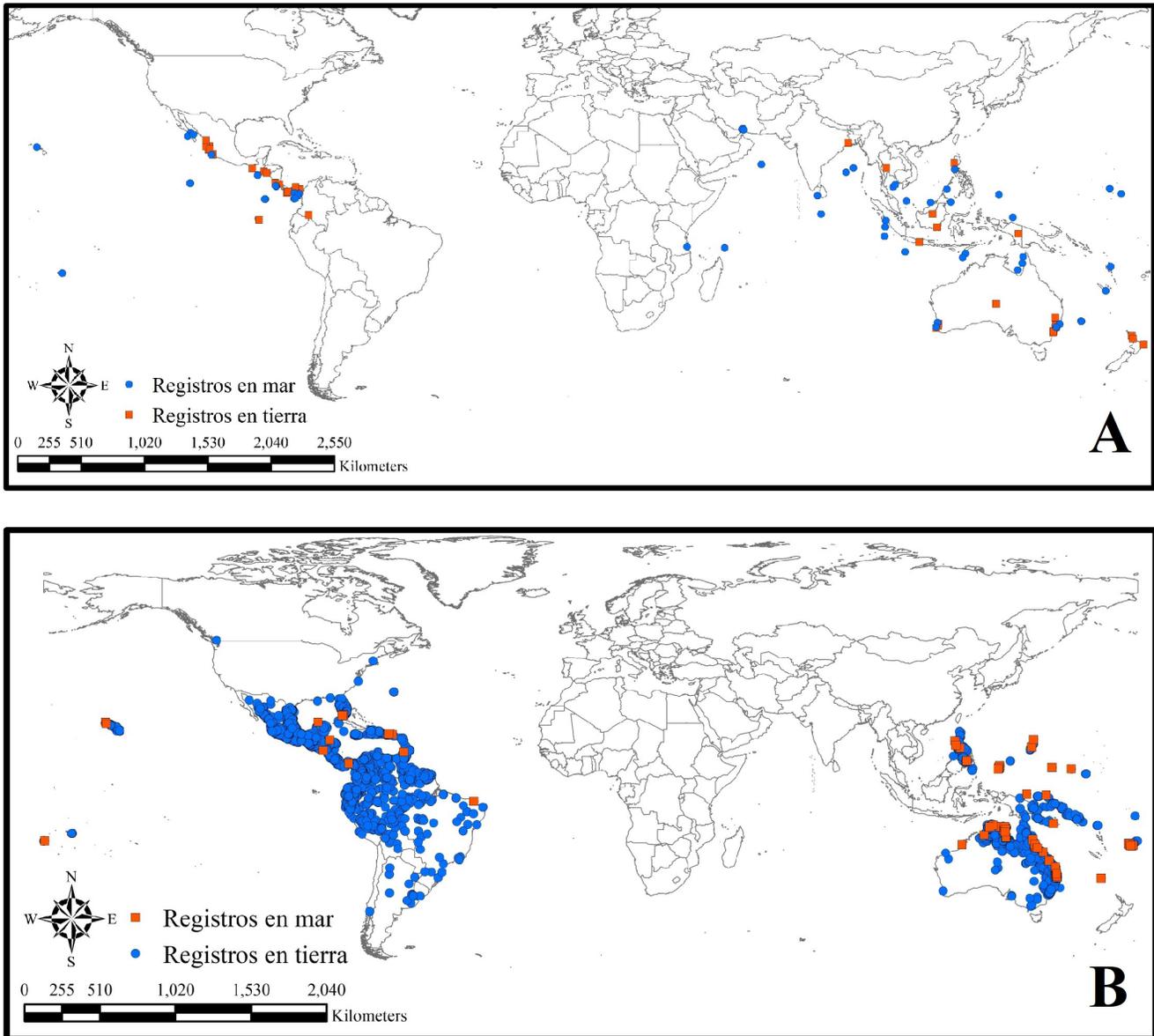


Figure 2. Examples of errors in georeferences. A) Records of *Hydrophis platurus* in GBIF in which some are found on land (orange); B) Records of *Rhinella horribilis* in GBIF in which some are located in the sea (orange color).

Figura 2. Ejemplos de errores en las georreferencias. A) Registros de *Hydrophis platurus* en GBIF en los cuales se encuentran algunos en tierra (color naranja); B) Registros de *Rhinella horribilis* en GBIF en los cuales algunos se localizan en mar (color naranja).

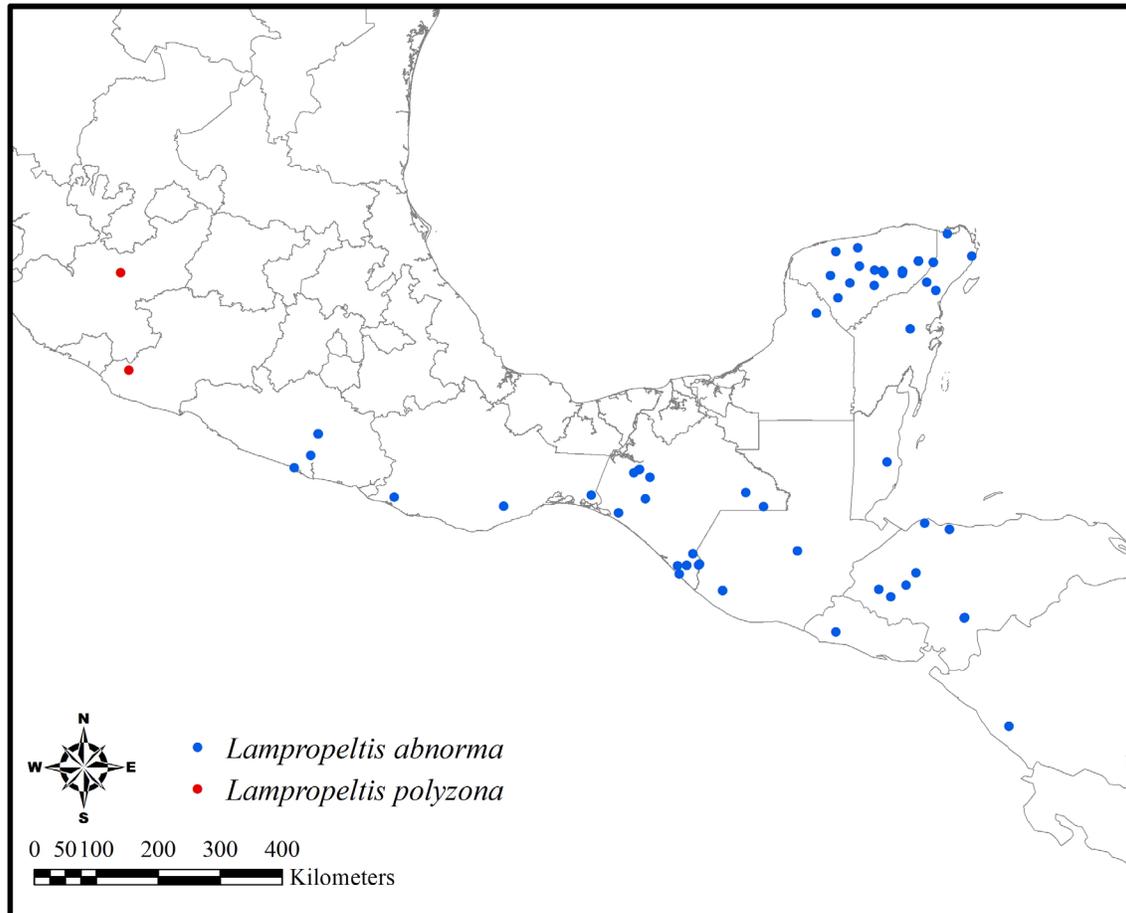


Figure 3. Example of errors in georeferences due to taxonomic changes. Records under the name of *Lampropeltis abnormalis* in GBIF (red and blue), the westernmost records were reassigned to *L. polyzona* in an evaluation of the species limit (Ruane et al., 2014).

Figura 3. Ejemplo de errores en las georreferencias por cambios taxonómicos. Registros bajo el nombre de *Lampropeltis abnormalis* en GBIF (rojos y azules), los registros más occidentales fueron reasignados a *L. polyzona* en una evaluación del límite de especies (Ruane et al., 2014).

Ramírez-Bautista et al., 2009; Canseco-Márquez & Gutiérrez-Mayen, 2010), lo que permite tener un mejor conocimiento de la herpetofauna. Además, existen proyectos que han mantenido actualizaciones nomenclaturales y que han funcionado como autoridades taxonómicas, tal es el caso de The Reptile Database (<http://www.reptile-database.org/>), donde las actualizaciones son muy espaciadas y el trabajo está hecho por voluntarios (Uetz & Hošek, 2019) y el proyecto Amphibian Species of the World 6.0: an Online Reference (<http://research.amnh.org/vz/herpetology/amphibia/index.php/>), Frost, 2019), que ha sido capaz de integrar los cambios taxonómicos, producto de análisis filogenéticos, con actualizaciones periódicas (Frost, 2019) siendo una herramienta confiable en la actualización nomenclatural de los taxones.

El contar con una autoridad taxonómica, que sea capaz de identificar los cambios nomenclaturales y las respectivas sinonimias, permite tener un contexto taxonómico que será parte fundamental en la interpretación. Además, es necesario considerar que los cambios taxonómicos no son incluidos de manera inmediata en las colecciones científicas y por lo tanto es posible que no se reflejen en sus bases de datos. Por ejemplo, la especie *Sarcohyala hapsa*, descrita como una especie nueva a partir del complejo de *Sarcohyala bistincta* (Campbell et al., 2018), al hacer búsquedas en Vertnet no existieron registros para ninguno de los dos taxones, debido a que los registros aparecen bajo la sinonimia de *Hyla bistincta*.

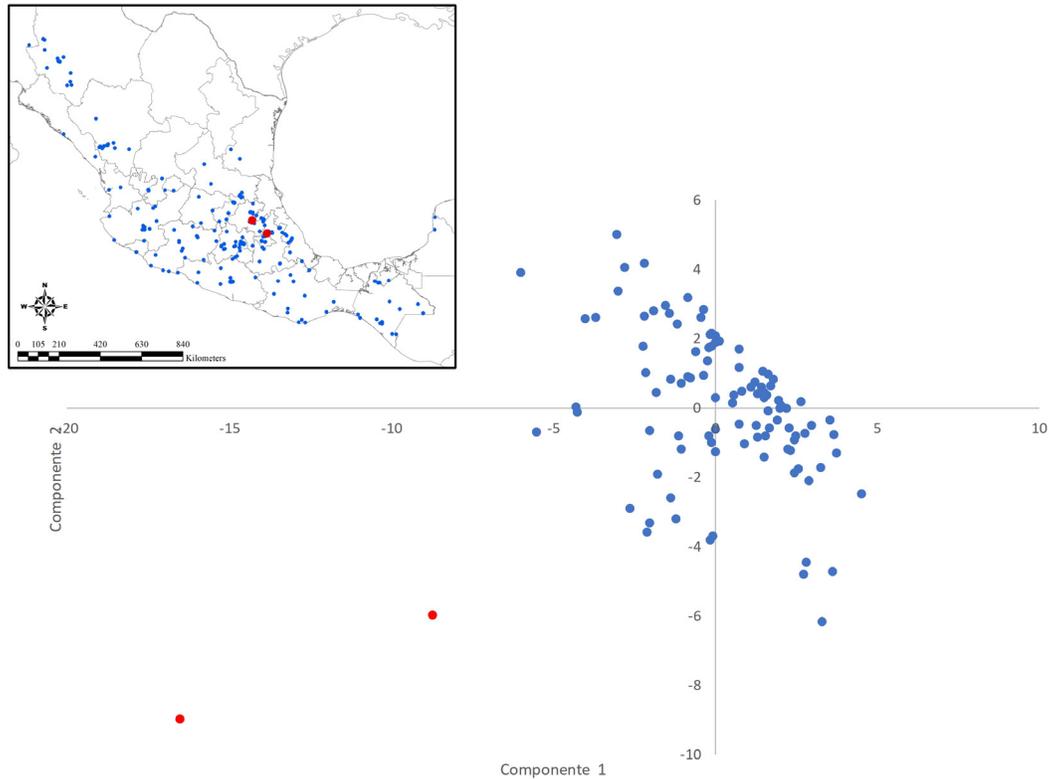


Figure 4. Example of environmental exploration. *Hyla eximia* records geographically projected and analyzed in an analysis of main components with environmental variables. Red dots represent environmentally further data although they do not represent isolated geographical records.

Figura 4. Ejemplo de exploración ambiental. Registros de *Hyla eximia* proyectados geográficamente y analizados en un análisis de componentes principales con variables ambientales. Los puntos rojos representan datos ambientalmente más alejados aunque no representan registros geográficos aislados.

Localidades y georreferenciación

Otro punto a considerar es la información sobre las localidades de los ejemplares. En este caso, tanto la descripción precisa de la localidad (en la etiqueta de los ejemplares, catálogos, publicaciones o en diarios de campo) como la georreferencia (el proceso de conversión de una descripción basada en texto a una coordenada geoespacial, Murphey et al., 2004), son indispensables para tener una buena representación del espacio geográfico y ecológico que ocupan (Peterson et al., 2011). Una buena parte de los registros contenidos en colecciones científicas no cuentan con una buena descripción de la localidad ni con georreferencias, debido a que no se le dio la importancia necesaria en su momento (Sua et al., 2004), incluso se ha dudado de la localización de especies en sitios reportados y ha sido necesario llevar a cabo revisiones de manera minuciosa (e.g. Peterson & Nieto-Montes de Oca,

1996). Sin embargo, la relevancia que esta información tiene en los MNE/MDE ha promovido el establecimiento de estándares de georreferenciación (e.g. Chapman & Wieczorek, 2006), o protocolos que permitan mejorar la precisión de las localidades que ha permitido evaluar el efecto de la georreferenciación en los MNE/MDE (Bloom et al., 2018).

Actualmente existen gaceteros en línea que nos pueden facilitar la búsqueda de la georreferenciación de localidades (e.g. <http://www.geonames.org>) o es posible ocupar gaceteros publicados en trabajos herpetológicos (e.g. Hardy & McDiarmid, 1969), o con otros grupos taxonómicos, ya que existen localidades que han sido visitadas donde se ha llevado la recolecta de ejemplares de varios grupos taxonómicos (e.g. Llorente Bousquets et al., 1997; Peterson et al., 2004a). Sin embargo, en algunas ocasiones dichos gaceteros no cuentan con

la información precisa que se señala en las descripciones (e.g. cuando se hace referencia a cierta distancia de una localidad), por esta razón se puede recurrir al uso de cartas topográficas de alguna zona en particular y realizar la localización o la medición con curvímetros de manera manual, e incluso utilizar las herramientas de medición que se encuentran disponibles en medios digitales como por ejemplo Google Earth (<https://earth.google.com/web/>).

Temporalidad en los registros biológicos

Existen especies cuyas historias de vida están estrechamente relacionadas con la estacionalidad o que representan aspectos migratorios que son necesarios considerar en los MNE/MDE. Por ejemplo en anfibios, los registros de *Smilisca fodiens* muestran una marcada temporalidad asociada a la temporada de lluvias (Encarnación-Luévano et al., 2013), por lo que hacer generalizaciones sobre la presencia de la especie llevaría a conclusiones que no corresponden con la historia de vida de la especie. Para reptiles, en el caso de *Chelonia mydas* se ha registrado que un mayor arribo de tortugas en la costa peruana está relacionado con fenómeno de El Niño (Quiñones et al., 2010), por lo que es necesario considerar eventos temporales asociados a la presencia de registros.

Otro factor temporal que debe ser involucrado es la edad de los individuos que son registrados. Por ejemplo, los registros de *Chelonia mydas agassizii* se encuentran en aguas tropicales y subtropicales del Pacífico oriental (Márquez, 1990), y existen sólo dos registros aislados para la parte occidental del Estrecho de Magallanes (Guzmán & Campodónico, 1973; Cáceres Murrie et al., 2018). Estos registros en aguas frías han sido registrados como individuos juveniles (Guzmán & Campodónico, 1973; Cáceres Murrie et al., 2018), lo que en otros grupos taxonómicos ha sido relacionado con movimientos de dispersión que permiten una exploración del territorio por parte de individuos juveniles (Hoffman & Genoways, 2005; Hannon & Martin, 2006).

Existen también registros históricos que corresponden a localidades en las que las especies han sido extirpadas por modificaciones del hábitat, tal es el caso de localidades que han desaparecido por el crecimiento de la mancha urbana como es el caso de las localidades reportadas en la descripción de *Ambystoma velasci* (Dugès, 1888). Estas localidades se encuentran en una zona densamente poblada dentro de la Ciudad de México, donde las condiciones de hábitat adecuadas para la especie han desaparecido completamente. Si este tipo de datos no se consideran con el contexto adecuado podrían hacerse interpretaciones erróneas sobre la distribución de la especie.

Finalmente, al obtener datos a partir de bases de datos, es necesario considerar que puedan existir registros fósiles cuya localización no forma parte de la distribución actual, o si lo es, posiblemente no se encuentre bajo las mismas condiciones ambientales que los registros actuales (Chávez Galván et al., 2013), por ejemplo una búsqueda de *Boa constrictor (sensu lato)* en GBIF, arrojó ocho registros de especímenes fósiles, varios fuera de su área de distribución actual (Fig. 1). Por esta razón, es necesaria una revisión cuidadosa de los registros, ya que la mezcla de datos fósiles con datos recientes puede llevar a una interpretación inadecuada de los registros.

Revisión, análisis y depuración de los registros biológicos

La utilización de los registros biológicos debe garantizar la existencia de un ejemplar que permita corroborar su presencia taxonómica y geográfica, o debe tratarse de una observación que pueda ser confirmada, sobre todo antes de ser utilizados en los MNE/MDE. Por esta razón, es necesario considerar la información completa de las bases de datos, o incluir información adicional a la localización geográfica y taxonómica, al momento de crear una. La información asociada como la colección de la que proviene y el número de catálogo, son parte fundamental de la confiabilidad de los registros, si a esto se agregan otras como el colector o la fecha pueden reconstruirse itinerarios para descartar errores (e.g. Peterson et al., 2004b) o que se desconfie de la veracidad de los colectores (e.g. Peterson & Nieto-Montes de Oca 1996). También es necesario considerar que no toda la información pueda estar únicamente en los catálogos o las etiquetas asociadas a los ejemplares, si no que puede ser necesaria una revisión de diarios de campo, ya que han servido para detectar errores en registros que no corresponden con la distribución de las especies (Ríos-Muñoz et al., 2017).

Existe la posibilidad de que los errores en las georreferencias se produzcan como un error humano en el momento de la georreferenciación, por lo que la utilización de sistemas de información geográfica (SIG) permite la visualización de los registros para detectar los errores geográficos. Por ejemplo, hay errores que pueden ser muy evidentes, como registros de taxones marinos en partes continentales (Fig. 2A), o registros de taxones terrestres en el mar (Fig. 2B). Otros errores pueden encontrarse al comparar los registros con otras fuentes de información, en donde vale la pena revisar de manera detallada si la discordancia entre los registros es debida a errores en la georreferenciación o a cambios taxonómicos que reflejan una falta de actualización de los registros (Fig. 3). Sin embargo, existe la posibilidad de que haya registros que no sea posible detectar geográficamente pero que presenten condiciones ambientales (o un conjunto de ellas) alejadas de la mayoría (Ochoa-Ochoa & Ríos-Muñoz, 2019).

La exploración de los registros asociados con información ambiental (e.g. coberturas ambientales) permite una evaluación del comportamiento ecológico de los registros, siendo posible identificar registros con comportamientos aislados que vale la pena revisar de forma detallada (Ochoa-Ochoa & Ríos-Muñoz, 2019). Esta evaluación, seguida de la depuración geográfica, permitiría detectar aquellos registros que se encuentran en zonas donde las condiciones son diferentes del resto (Fig. 4) y que podrían representar zonas de anisotropía en las condiciones ambientales dentro de la región geográfica donde se distribuye una especie (Rapoport & Monjeau, 2003; Soberón & Peterson, 2011). El uso de la información ambiental permite analizar la distribución de los registros biológicos desde una perspectiva complementaria al aspecto geográfico, como lo hiciera Gadow (1910) al analizar los efectos de la altitud en la distribución de la herpetofauna mexicana.

Consideraciones finales

Los registros biológicos son en general el punto de partida para poder inferir el resto de las localidades que forman parte del área de distribución de un taxón. Sin embargo, hemos visto que hay registros que podrían ser clasificados como registros de ocurrencia extralimital, causados por factores aislados y/o estocásticos. Esto nos lleva a que no todos los registros en realidad aseguran una “presencia verdadera” que represente la presencia de poblaciones viables sin necesidad de inmigrantes (Pulliam, 2000).

Por otro lado, los registros de ausencias usualmente no son reportados, ya que la mayor parte de los esfuerzos en los muestreos biológicos se enfocan en la detección de presencias de las especies y no se reportan las especies que no se encontraron durante el muestreo (ver Reyes-Velasco & Ramírez-Chaparro, 2019; este número). Además, es importante señalar que la “no detección” de una especie puede estar relacionada con factores relacionados con el diseño, los métodos y materiales empleados en los muestreos que pueden ser específicos para cada taxón (Vanzolini & Papaverio, 1990) y no necesariamente con una “ausencia verdadera” de la especie. Algunos algoritmos, además de los datos de presencia, requieren datos de ausencias (e.g. modelos lineales generalizados [GLM por sus siglas en inglés], Brotons et al., 2004), mientras que otros recurren al uso de pseudoausencias (e.g. algoritmo genético para la producción de conjuntos de reglas, [GARP por sus siglas en inglés], Stockwell & Peters, 1999), asumiendo que la “no presencia” no debe ser interpretada como una “ausencia verdadera”.

Además, pueden existir sesgos de muestreo que haga que los registros estén agrupados por algún motivo, como la presencia

de carreteras o localidades tradicionalmente muestreadas (Bojórquez-Tapia et al., 1994; Soberón et al., 1996). Lo que ocasiona que no sean muestreos aleatorios y creando un “efecto diana” donde se predicen las áreas cercanas a donde se tiene una mayor concentración de puntos, por lo que debería considerarse la autocorrelación espacial que pueda existir (e.g. Boria et al., 2014) con la finalidad de evitar concentraciones de puntos que sesguen los MNE/MDE (Aiello-Lammens et al., 2015).

Aunado a todo esto, es necesario considerar que muchas localidades tienen datos que no representan un punto en el espacio, por ejemplo, ciudades o áreas naturales protegidas en realidad representan un polígono a nivel cartográfico por lo que existe un grado de incertidumbre en la localización de estas. Incluso los sistemas de posicionamiento global (GPS) tienden a reportar un grado de incertidumbre que usualmente nunca se considera. Por esta razón, las localidades deberían considerar algún método para determinar su grado de incertidumbre (e.g. Wieczorek et al., 2004), ya que existen trabajos en los que se ha evaluado el efecto que esto puede tener en los MNE/MDE (e.g. Bloom et al., 2018).

Finalmente, aunque no menos importante, siempre es necesario detenerse para analizar las unidades biológicas con las que se está trabajando. Aunque existe una concepción basada en el nicho ecológico para la realización de los MNE/MDE y esta se basa en las especies (Soberón, 2007), hay que considerar que no se trata de un concepto universal dentro del campo de la Biología (de Queiroz, 2007), por lo que es necesario pensar si realmente lo que se está modelando tiene un sentido biológico o se trata simplemente de un agrupamiento “convencional”. Algunos trabajos han utilizado grupos funcionales con el objeto de modelar ecosistemas (e.g. Cruz-Cárdenas et al., 2012; Prieto-Torres & Rojas-Soto, 2016) lo que implica la utilización de los registros biológicos a ser analizados desde una perspectiva diferente.

Agradecimientos.— Agradecemos a la Dra. Leticia M. Ochoa-Ochoa por la invitación para escribir esta editorial.

LITERATURA CITADA

- Aiello-Lammens, M.E., R.A. Boria, A. Radosavljevic, B. Vilela & R.P. Anderson. 2015. spThin: an R package for spatial thinning of species occurrence records for use in ecological niche models. *Ecography* 38:541-545.
- Bloom, T.D.S., A. Flower & E.G. DeChaine. 2018. Why georeferencing matters: Introducing a practical protocol to prepare species

- occurrence records for spatial analysis. *Ecology and Evolution* 8:765-777.
- Bojórquez-Tapia, L.A., P. Balvanera & A.D. Cuarón. 1994. Biological inventories and computer data bases: Their role in environmental assessments. *Environmental Management* 18:775-785.
- Boria, R.A., L.E. Olson, S.M. Goodman & R.P. Anderson. 2014. Spatial filtering to reduce sampling bias can improve the performance of ecological niche models. *Ecological Modelling* 275:73-77.
- Brotons, L., W. Thuiller, M.B. Araujo & A.H. Hirzel. 2004. Presence-absence versus presence-only modelling methods for predicting bird habitat suitability. *Ecography* 27:437-448.
- Cáceres Murrie, B., A. Aguayo Lobo, D. Scholfield, F. Arcos, N. Muñoz García, J. Cabello Stom & J. Acevedo. 2018. New Record of Black Turtle *Chelonia mydas agassizii* in High Latitudes of Eastern South Pacific Ocean. *Journal of Life Sciences* 12:150-158.
- Campbell, J.A., E.D. Brodie, I.W. Caviedes-Solís, A. Nieto-Montes de Oca, V.H. Luja, O. Flores-Villela, U.O. García-Vázquez, G.C. Sarker, E. Wosti & E.N. Smith. 2018. Systematics of the frogs allocated to *Sarcohyala bistincta sensu lato* (Cope, 1877), with description of a new species from Western Mexico. *Zootaxa* 4422:366-384.
- Canseco-Márquez, L. & M.G. Gutiérrez-Mayén. 2010. Anfibios y reptiles del valle de Tehuacán-Cuicatlán. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Fundación para la Reserva de la Biosfera Cuicatlán, A. C., Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. México, D. F.
- Chapman, A.D. & J. Wicczorek. 2006. Guide to Best Practices for Georeferencing. Global Biodiversity Information Facility. Copenhagen, Denmark.
- Chávez Galván, B., A.F. Guzmán & O.J. Polaco. 2013. Sinopsis de la herpetofauna en contextos paleontológicos y arqueológicos del Cuaternario en México. Instituto Nacional de Antropología e Historia. México, D. F.
- Constable, H., R. Guralnick, J. Wicczorek, C. Spencer, A.T. Peterson & C. The VertNet Steering. 2010. VertNet: A New Model for Biodiversity Data Sharing. *PLoS Biology* 8:e1000309.
- Cruz-Cárdenas, G., J.L. Villaseñor, L. López-Mata & E. Ortiz. 2012. Potential distribution of humid mountain forest in Mexico. *Botanical Sciences* 90:331-340.
- de Queiroz, K. 2007. Species Concepts and Species Delimitation. *Systematic Biology* 56:879-886.
- Dugès, A. 1888. Batracios del Valle de México. *La Naturaleza* (2) 1:136-146.
- Encarnación-Luévano, A., O.R. Rojas-Soto & J.J. Sigala-Rodríguez. 2013. Activity response to climate seasonality in species with fossorial habits: A niche modeling approach using the lowland burrowing treefrog (*Smilisca fodiens*). *PLoS ONE* 8:e78290.
- Flores-Villela, O., C.A. Ríos-Muñoz, G.E. Magaña-Cota & N.L. Quezadas-Tapia. 2016. Alfredo Dugès' type specimens of amphibians and reptiles revisited. *Zootaxa* 4092:33-54.
- Flores Villela, O.A., E. Hernández García & A. Nieto Montes de Oca. 1991. Catálogo de anfibios y reptiles. Serie Catálogos del Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera" Catálogo No. 3. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D. F.
- Frost, D.R. 2019. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.0. <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. American Museum of Natural History, New York, NY. [consultado en octubre 2019].
- Gadow, H. 1910. The effect of altitude upon the distribution of Mexican amphibians and reptiles. *Zoologischen Jahrbüchern, a beitiung für Systematik, Geographie und Biologie der Tiere* 29:689-714.
- Guralnick, R. & H. Constable. 2010. VertNet: Creating a Data-sharing Community. *BioScience* 60:258-259.
- Guzmán M., L. & I. Campodónico G. 1973. Presencia de *Chelonia mydas agassizi* Bocourt en Magallanes. *Anales del Instituto de la Patagonia* 4:339-341.
- Hannon, S.J. & K. Martin. 2006. Ecology of juvenile grouse during the transition to adulthood. *Journal of Zoology* 269: 422-433.
- Hardy, L.M. & R.W. McDiarmid. 1969. The amphibians and reptiles of Sinaloa, México. University of Kansas Publications, Museum of Natural History 18:1-8.
- Hoffman, J.D. & H.H. Genoways. 2005. Recent records of formerly extirpated carnivores in Nebraska. *The Prairie Naturalist* 37:225-244.

- Llorente Bousquets, J.E., L. Oñate-Ocaña, A. Luis-Martínez & I. Vargas-Fernández. 1997. Papilionidae y Pieridae de México: Distribución geográfica e ilustración. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, Facultad de Ciencias, UNAM. México, D. F.
- Márquez, R. 1990. Vol. 11 Sea turtles of the World. An annotated and illustrated catalogue of sea turtle species known to date. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma, Italia.
- Murphey, P.C., R.P. Guralnick, R. Glaubitz, D. Neufeld & J.A. Ryan. 2004. Georeferencing of museum collections: A review of problems and automated tools, and the methodology developed by the Mountain and Plains Spatio-Temporal Database-Informatics Initiative (Mapstedi). *PhyloInformatics* 3:1-29.
- Navarro S, A.G., A.T. Peterson, Y.J. Nakazawa U, I. Liebig-Fossas, J.J. Morrone & J.E. Llorente B. 2003. Colecciones biológicas, modelaje de nichos ecológicos y los estudios de la biodiversidad. Pp. 115-122. En J.J. Morrone & J. Llorente Bousquets (Eds.), Una perspectiva Latinoamericana de la biogeografía. Las Prensas de Ciencias, Fac. Ciencias, UNAM. México D. F.
- Ochoa-Ochoa, L.M. & C.A. Ríos-Muñoz. 2019. Estimación de adecuabilidad de especies en ambientes antropizados desde el enfoque de modelado de nicho. Pp. 345-361. En Ornelas-García, C. P., F. A. Álvarez & A. Wegier (Eds.), Antropización: primer análisis integral. IBUNAM, CONACyT. Red Temática de Fauna Nativa en Ambientes Antropizados. UNAM, Ciudad de México.
- Parkinson, C.L., K.R. Zamudio & H.W. Greene. 2000. Phylogeography of the pitviper clade *Agkistrodon*: historical ecology, species status, and conservation of cantils. *Molecular Ecology* 9:411-420.
- Peterson, A.T., L. Canseco-Márquez, J.L. Contreras-Jiménez, G. Escalona-Segura, O.A. Flores-Villela, J. García-López, B.E. Hernández-Baños, C.A. Jiménez-Ruiz, L. León-Paniagua, S. Mendoza-Amaro, A.G. Navarro-Sigüenza, V. Sánchez-Cordero & D.E. Willard. 2004a. A preliminary biological survey of Cerro Piedra Larga, Oaxaca, Mexico: Birds, mammals, reptiles, amphibians, and plants. *Anales del Instituto de Biología, Serie Zoológica* 75:439-466.
- Peterson, A.T., A.G. Navarro S & R. Scachetti. 2004b. Detecting errors in biodiversity data based on collectors' itineraries. *Bulletin of the British Ornithological Club* 124:143-151.
- Peterson, A.T. & A. Nieto-Montes de Oca. 1996. Sympatry in *Abronia* (Squamata: Anguillidae) and the Problem of Mario del Toro Avilés' Specimens. *Journal of Herpetology* 30:260-262.
- Peterson, A.T., J. Soberón, R.G. Pearson, R.P. Anderson, E. Martínez-Meyer, M. Nakamura & M.B. Araujo. 2011. Ecological niches and geographic distributions. Princeton University Press. Princeton, NJ.
- Peterson, A.T., D.A. Vieglais, A.G. Navarro S & M. Silva. 2003. A global distributed biodiversity information network: building the world museum. *Bulletin of the British Ornithological Club* 123A:186-196.
- Prieto-Torres, D.A. & O.R. Rojas-Soto. 2016. Reconstructing the Mexican Tropical Dry Forests via an autoecological niche approach: reconsidering the ecosystem boundaries. *PLoS ONE* 11:e0150932.
- Pulliam, H.R. 2000. On the relationship between niche and distribution. *Ecology Letters* 3:349-361.
- Quiñones, J., V. González Carman, J. Zeballos, S. Purca & H. Mianzan. 2010. Effects of El Niño-driven environmental variability on black turtle migration to Peruvian foraging grounds. Pp. 69-79. En J.E. Purcell & D.L. Angel (Eds.), Jellyfish Blooms: New Problems and Solutions. Springer Netherlands. Dordrecht.
- Ramírez-Bautista, A., U. Hernández-Salinas, U.O. García-Vázquez, A. Leyte-Manrique & L. Canseco-Márquez. 2009. Herpetofauna del Valle de México: Diversidad y conservación. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F.
- Rapoport, E.H. & J.A. Monjeau. 2001. Areografía. Pp. 23-30. En J. Llorente-Bousquets & J.J. Morrone (Eds.), Introducción a la biogeografía en Latinoamérica: Teorías, conceptos, métodos y aplicaciones. Las Prensas de Ciencias. México, D. F.
- Reyes-Velasco, J. & R. Ramírez-Chaparro. 2019. Algunas sugerencias para el formato de listados herpetofaunísticos de México. *Revista Latinoamericana de Herpetología* 2 (2):96-99.
- Ríos-Muñoz, C.A. & D.V. Espinosa-Martínez. 2019. ¿Qué es necesario considerar para utilizar de manera adecuada los modelos de nicho ecológico o modelos de distribución de especies?: Cómo no caer en la tentación. *Revista Latinoamericana de Herpetología* 2(1):5-8.

- Ríos-Muñoz, C.A., D.V. Espinosa-Martínez, C. Ballesteros-Barrera, G. Ameneiro-Cruz, G. López-Ortega, J. Arroyo-Cabrales & L. León-Paniagua. 2017. Mamíferos de Zacatecas. *Revista Mexicana de Mastozoología Nueva época* 7:1-24.
- Ruane, S., J.R.W. Bryson, R.A. Pyron & F.T. Burbrink. 2014. Coalescent Species Delimitation in Milksnakes (Genus *Lampropeltis*) and Impacts on Phylogenetic Comparative Analyses. *Systematic Biology* 63:231-250.
- Soberón, J. 2007. Grinnellian and Eltonian niches and geographic distributions of species. *Ecology Letters* 10:1115-1123.
- Soberón, J., J. Llorente-Bousquets & H. Benítez. 1996. An international view of national biological surveys. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 83:562-573.
- Soberón, J. & A.T. Peterson. 2011. Ecological niche shifts and environmental space anisotropy: a cautionary note. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82:1348-1355.
- Stockwell, D. & D. Peters. 1999. The GARP modelling system: problems and solutions to automated spatial prediction. *International Journal of Geographical Information Science* 13:143-158.
- Sua, S., R.D. Mateus & J.C. Vargas. 2004. Georreferenciación de registros biológicos y gacetero digital de localidades. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.
- Uetz, P.F. & J. Hošek (eds.). 2019. The Reptile Database. <http://www.reptile-database.org>, [consultado en octubre 2019]
- Vanzolini, P.E. & N. Papavero. 1990. Manual de recolección y preparación de animales. 2a Edición (en español). Facultad de Ciencias, UNAM. México D. F.
- Vieglais, D.A., D. Stockwell, C.M. Cundari, J. Beach, A.T. Peterson & L. Krishtalka. 1998. The species analyst: Tools enabling a comprehensive distributed biodiversity network. Pp 23-27. En M. van Keulen & M.A. Borowitzka (Eds.), *Biodiversity, biotechnology & biobusiness*, 2nd Asia-Pacific Conference on biotechnology. Perth, Australia.
- Wieczorek, J., Q. Guo & R. Hijmans. 2004. The point-radius method for georeferencing locality descriptions and calculating associated uncertainty. *International Journal of Geographical Information Science* 18:745-767.



Nota editorial:

La Revista quiere hacer énfasis en que también existe AmphibiaWeb (<https://amphibiaweb.org/search/>), un sitio web donde se pueden buscar registros de especies de anfibios pero este está mucho más enfocado a la historia natural y al estatus de conservación de las especies. Por lo que no necesariamente la taxonomía está actualizada.