

¿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

WHAT IS NECESSARY TO CONSIDER TO USE PROPERLY ECOLOGICAL NICHE MODELS OR SPECIES DISTRIBUTION MODELS?: HOW NOT TO FALL IN TEMPTATION

CÉSAR A. RÍOS-MUÑOZ^{1*} Y DEBORAH V. ESPINOSA-MARTÍNEZ²

¹Coordinación Universitaria para la Sustentabilidad, Universidad Nacional Autónoma de México, Antiguo Edificio de Posgrados, 2º piso, Ciudad Universitaria, Ciudad de México, 04510, México.

²Laboratorio de Arqueozoología, Subdirección de Laboratorios y Apoyo Académico, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Moneda 16 Centro, Ciudad de México, 06060, México.

*Correspondence: cesar.rios@unam.mx

El uso de las herramientas relacionadas con el campo del modelado de nichos ecológicos (MNE) o modelado de distribución de especies (MDE) ha aumentado de forma importante desde la década de 1990 (Brotons, 2014; Lorini & Vale, 2015). Dada a la capacidad que tienen para explorar la asociación de variables ambientales con datos de presencia de especies, es posible generar información novedosa que explique la distribución de las especies en un sentido geográfico y ecológico interactuante (Peterson et al., 2011). En el contexto de la herpetología, los MNE/MDE han sido utilizados en diferentes aspectos: como una forma prospectiva para guiar trabajos de inventario (e.g. Raxworthy et al., 2003), definir el área de distribución geográfica de las especies (e.g. Becerra-López et al., 2014), determinar su distribución ecológica (e.g. Velasco et al., 2016), en la identificación de patrones biogeográficos (e.g. Ochoa-Ochoa & Flores-Villela, 2006), estimar abundancias (e.g. Ureña-Aranda et al., 2015), para contextualizar estudios filogeográficos (e.g. Valdivia-Carrillo et al., 2017), analizar los efectos de cambio de uso de suelo y cambio climático (e.g. Ballesteros-Barrera et al., 2007), analizar el recambio de especies en un contexto macroecológico (e.g. Rodríguez et al., 2019), determinar el impacto en salud pública (e.g. Yañez-Arenas et al., 2014, 2016), determinar el efecto de la estacionalidad en las especies (e.g. Encarnación-Luévano et al., 2013), para priorizar zonas de conservación (e.g. Urbina-Cardona & Flores-Villela 2010), entre otros. Aunque se ha señalado que el empleo de estas herramientas obedece a un interés científico más que a la moda

de usarlo (Brotons, 2014), desde nuestro punto de vista se ha caído en un uso excesivo y poco crítico, que ha dejado de lado las buenas prácticas que deben considerarse. Por esta razón, el presente editorial pretende hacer una reflexión sobre cuáles son algunos de los aspectos que deben ser considerados en campo del MNE/MDE.

Antes de hacer un modelo de nicho ecológico, es necesario detenerse a pensar si en realidad la pregunta biológica que nos estamos planteando es posible resolverla a través del uso de estas herramientas y no usarla por el simple hecho de tenerla disponible. En caso de que de verdad sea necesaria, hay que considerar varios puntos (Fig. 1):

1. ¿Los datos biológicos con los que se cuentan son adecuados? Es decir, se han considerado aspectos como sesgos de muestreo, cantidad y calidad de los registros de las especies, temporalidad de la información, datos biológicos relevantes de los registros (individuos juveniles, adultos, datos fósiles), cambios taxonómicos, determinaciones erróneas, precisión de las georreferencias, cuál es la unidad de análisis con la que se va a trabajar, entre otras. Estos aspectos pueden hacer que existan modificaciones en los métodos (e.g. Pearson et al., 2007; Morales et al., 2017) o que la incertidumbre de los muestreos y de las georreferencias de los registros pueda ser o no considerada en los modelos finales (e.g. Graham et al., 2008; Tessarolo et al., 2014; Velásquez-Tibatá et al., 2016; Niamir et al., 2019).

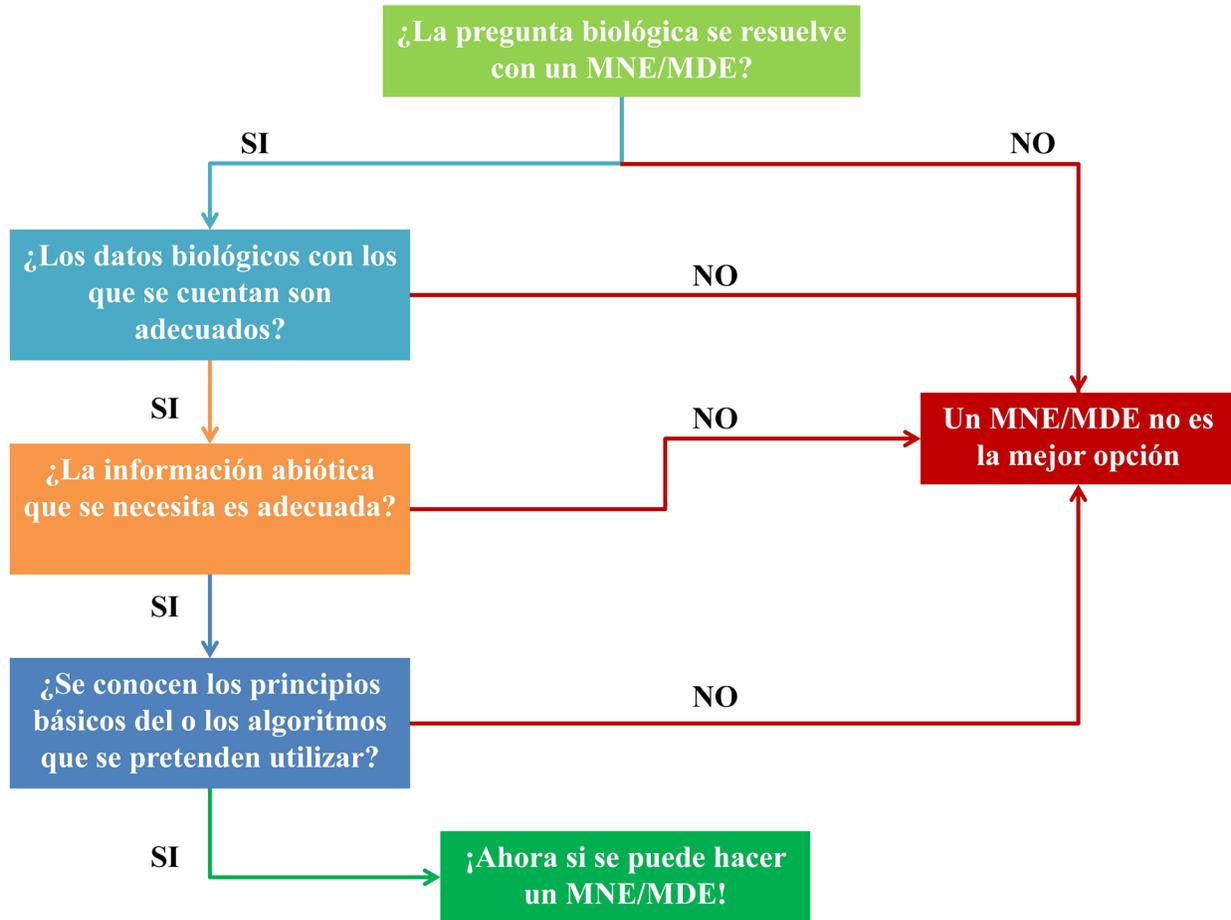


Figura 1. Diagrama de flujo para la toma de decisión si se requiere hacer un modelo de nicho ecológico (MNE) o modelo de distribución de especie (MDE).

Figure 1. Flow chart for decision making if an ecological niche model (MNE) or species distribution model (MDE) is required.

2. ¿La información abiótica que se necesita es adecuada? Esto se refiere a las variables con las que se asocian los registros biológicos. Existe un fuerte sesgo en utilizar los conjuntos de coberturas disponibles sin considerar aspectos como la concordancia temporal, ya que es necesario considerar que aunque se traten de coberturas climáticas, los datos a partir de los cuales se generan son de un periodo definido, por ejemplo las coberturas actualizadas para México corresponden al periodo 1910-2009 únicamente para las estaciones climáticas en el país (Cuervo-Robayo et al., 2014), mientras que las del proyecto WorldClim 1.4 (<http://www.worldclim.org>) son principalmente de 1960-1990 de entre poco menos de 15,000 a más de 47,000 estaciones dependiendo de los parámetros para todo el mundo (Hijmans et al., 2005). Además, es necesario tener en cuenta que no todas las coberturas funcionan de la misma manera ya que, aunque las variables climáticas pueden funcionar para trabajos a niveles globales o continentales, son poco útiles a escalas

locales donde se requiere información como los tipos de suelo o el cambio de uso de suelo (Peterson et al., 2011). Otro aspecto es la resolución de las coberturas, ya que existen modificaciones dependiendo de la región geográfica y el tipo de distribución de los taxones (Guisan et al., 2007; Mitchell et al., 2016). Finalmente, es necesario contemplar que varias de las coberturas utilizadas pueden presentar correlación entre ellas (Peterson et al., 2011) o puede existir autocorrelación espacial al ser analizadas con los registros biológicos (Boria et al., 2014).

3. ¿Se conocen los principios básicos del o los algoritmos que se pretenden utilizar? Existen diferentes algoritmos para asociar los registros biológicos con las coberturas ambientales, todos presentan ventajas y limitaciones por lo que es necesario entender los principios básicos de su funcionamiento ya que su trabajo es hacer una representación del comportamiento de los datos en el espacio ecológico (Peterson et al., 2011). Cada algoritmo tiene

requerimientos técnicos como algunos que utilizan únicamente variables continuas, mientras que otros además aceptan variables categóricas (Phillips et al., 2006; Peterson et al., 2011). También es necesario conocer los parámetros de cada algoritmo, con la finalidad de dar una mejor explicación biológica al resultado (e.g. Merow et al., 2013). Debido a que cada algoritmo hace una representación diferente del nicho ecológico, existen propuestas que consisten en la utilización de diferentes algoritmos para generar un ensamble (e.g. Thuiller et al., 2009; Muñoz et al., 2011); sin embargo, es necesario considerar la naturaleza de los algoritmos para poder hacerlos.

Estas recomendaciones representan una visión rápida que es importante considerar antes de utilizar las herramientas que se encuentran disponibles. Su uso crítico, los fundamentos biológicos y metodológicos representan una parte importante del entendimiento del problema que se pretende resolver. Existen muchos detalles que deben ser considerados en el proceso de modelado. Sin embargo, creemos que estos puntos deben ser parte de la autocrítica que debe realizarse antes de utilizar las herramientas, ya que de esta forma es posible estar conscientes sobre su uso, además de los alcances y limitaciones que ofrecerán en las investigaciones que cada quien realice.

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

LITERATURA CITADA

- Ballesteros-Barrera, C., E. Martínez-Meyer & H. Gadsden. 2007. Effects of land-cover transformation and climate change on the distribution of two microendemic lizards, genus *Uma* of Northern Mexico. *Journal of Herpetology* 41:733-740.
- Becerra-López, J.L., U. Romero-Méndez, J.D. Anadón-Herrera & C. García-De La Peña. 2014. Modelo de nicho potencial de las madrigueras de *Gopherus flavomarginatus* en la Reserva de la Biosfera de Mapimí. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85:523-531.
- 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.
- Brotos, L. 2014. Species Distribution Models and Impact Factor Growth in Environmental Journals: Methodological Fashion or the Attraction of Global Change Science. *PLoS ONE* 9:e111996.
- Cuervo-Robayo, A.P., O. Téllez-Valdés, M.A. Gómez-Albores, C.S. Venegas-Barrera, J. Manjarrez & E. Martínez-Meyer. 2014. An update of high-resolution monthly climate surfaces for Mexico. *International Journal of Climatology* 34:2427-2437.
- 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.
- Graham, C.H., J. Elith, R.J. Hijmans, A. Guisan, A. Townsend Peterson, B.A. Loiselle & The Nceas Predicting Species Distributions Working Group. 2008. The influence of spatial errors in species occurrence data used in distribution models. *Journal of Applied Ecology* 45:2392-47.
- Guisan, A., C.H. Graham, J. Elith, F. Huettmann & N.S.D.M. Group. 2007. Sensitivity of predictive species distribution models to change in grain size. *Diversity and Distributions* 13:332-340.
- Hijmans, R.J., S.E. Cameron, J.L. Parra, P.G. Jones & A. Jarvis. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25:1965-1978.
- Lorini, M.L. & M.M. Vale. 2015. Publication trends in species distribution modeling and the pioneer contribution of Dr. Rui Cerqueira to ecological and biogeography and distribution modeling in Brazil. *Oecologia Australis* 19:16-31.
- Merow, C., M.J. Smith & J.A. Silander. 2013. A practical guide to MaxEnt for modeling species' distributions: what it does, and why inputs and settings matter. *Ecography* 36:1058-1069.
- Mitchell, P.J., J. Monk & L. Laurenson. 2016. Sensitivity of fine-scale species distribution models to locational uncertainty in occurrence data across multiple sample sizes. *Methods in Ecology and Evolution* 8:12-21.
- Morales, N.S., I.C. Fernández & V. Baca-González. 2017. MaxEnt's parameter configuration and small samples: are we paying attention to recommendations? A systematic review. *PeerJ* 5:e3093.
- Muñoz, M.S., R. De Giovanni, M. de Siqueira, T. Sutton, P. Brewer, R. Pereira, D. Canhos & V. Canhos. 2011. openModeller: a generic approach to species' potential distribution modelling. *GeoInformatica* 15:111-135.
- Niamir, A., A.K. Skidmore, A.R. Muñoz, A.G. Toxopeus & R.

- Real. 2019. Incorporating knowledge uncertainty into species distribution modelling. *Biodiversity and Conservation* 28:571-588.
- Ochoa-Ochoa, L.M. & O.A. Flores-Villela. 2006. Áreas de diversidad y endemismo de la herpetofauna mexicana. Las Prensas de Ciencias. México, D. F.
- Pearson, R.G., C.J. Raxworthy, M. Nakamura & A.T. Peterson. 2007. Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in Madagascar. *Journal of Biogeography* 34:102-117.
- 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.
- Phillips, S.J., R.P. Anderson & R.E. Schapire. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* 190:231-259.
- Raxworthy, C.J., E. Martínez-Meyer, N. Horning, R.A. Nussbaum, G.E. Schneider, M.A. Ortega-Huerta & A.T. Peterson. 2003. Predicting distributions of known and unknown reptile species in Madagascar. *Nature* 426:837-841.
- Rodríguez, P., L.M. Ochoa-Ochoa, M. Munguía, V. Sánchez-Cordero, A.G. Navarro-Sigüenza, O.A. Flores-Villela & M. Nakamura. 2019. Environmental heterogeneity explains coarse-scale β -diversity of terrestrial vertebrates in Mexico. *PLoS ONE* 14: e0210890.
- Tessarolo, G., T.F. Rangel, M.B. Araújo & J. Hortal. 2014. Uncertainty associated with survey design in Species Distribution Models. *Diversity and Distributions* 20:1258-1269.
- Thuiller, W., B. Lafourcade, R. Engler & M.B. Araújo. 2009. BIOMOD - a platform for ensemble forecasting of species distributions. *Ecography* 32:369-373.
- Urbina-Cardona, J.N. & O. Flores-Villela. 2010. Ecological-Niche Modeling and Prioritization of Conservation-Area Networks for Mexican Herpetofauna. *Conservation Biology* 24:1031-1041.
- Ureña-Aranda, C.A., O. Rojas-Soto, E. Martínez-Meyer, C. Yáñez-Arenas, R. Landgrave Ramírez & A. Espinosa de los Monteros. 2015. Using Range-Wide Abundance Modeling to Identify Key Conservation Areas for the Micro-Endemic Bolson Tortoise (*Gopherus flavomarginatus*). *PLoS ONE* 10:e0131452.
- Valdivia-Carrillo, T., F.J. García-De León, M.C. Blázquez, C. Gutiérrez-Flores & P. González-Zamorano. 2017. Phylogeography and Ecological Niche Modeling of the Desert Iguana (*Dipsosaurus dorsalis*, Baird & Girard 1852) in the Baja California Peninsula. *Journal of Heredity* 108:640-649.
- Velasco, J.A., E. Martínez-Meyer, O. Flores Villela, A. García, A.C. Algar, G. Köhler & J.M. Daza. 2016. Climatic niche attributes and diversification in *Anolis* lizards. *Journal of Biogeography* 43:134-144.
- Velásquez-Tibatá, J., C.H. Graham & S.B. Munch. 2016. Using measurement error models to account for georeferencing error in species distribution models. *Ecography* 39:305-316.
- Yáñez-Arenas, C., A. T. Peterson, P. Mokondoko, O. Rojas-Soto & E. Martínez-Meyer. 2014. The Use of Ecological Niche Modeling to Infer Potential Risk Areas of Snakebite in the Mexican State of Veracruz. *PLoS ONE* 9:e100957.
- Yáñez-Arenas, C., A. Yáñez-Arenas & D. Martínez-Ortíz. 2016. Epidemiological panorama of venomous snake bites in the state of Yucatan, Mexico (2003-2012). *Gaceta Médica de México* 152:511-516.



COMENTARIO DE LA EDITORA

El uso de los modelos de nicho ecológico como aproximación a las áreas de distribución se ha expandido de manera impresionante. Esto ha ocasionado que existan muchas interpretaciones y formas de generar modelos de distribución de especies. Debido a lo cual hay en la actualidad una gran variación en las implicaciones de los distintos supuestos que se utilizan para

modelar. Por lo cual la Revista Latinoamericana de Herpetología ha decidido hacer una serie de artículos por invitación acerca del tema. Esperamos que sean de gran utilidad y que se logren resolver muchas dudas y esclacerer, también, algunos mitos.

Leticia M. Ochoa Ochoa