

2014-07-01

Tras las huellas de las especies: modelos de distribución geográfica

Óscar Ramos

Universidad de Los Andes, o.j.ramos.real@gmail.com

Gelys Mestre Carrillo

Universidad de La Salle, Bogotá, gmestre@unisalle.edu.co

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/bi>

Citación recomendada

Ramos, Óscar and Mestre Carrillo, Gelys (2014) "Tras las huellas de las especies: modelos de distribución geográfica," *Biodiversidad Colombia*: No. 4 , Article 3.

Disponible en:

This Artículo de Divulgación is brought to you for free and open access by the Revistas descontinuadas at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Biodiversidad Colombia by an authorized editor of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

Óscar Ramos
Biólogo, Dr. Sc. Nat.
Universidad de los Andes, Colombia
o.j.ramos.real@gmail.com

Gelys Mestre Carrillo
Matemática, MSc.
Universidad de La Salle, Colombia
gmestre@unisalle.edu.co



TRAS LAS HUELLAS DE LAS ESPECIES: MODELOS DE DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

La historia de nuestra especie ha estado siempre marcada por la necesidad de predecir dónde se ubican espacialmente las otras especies, ya sea para la caza, la recolección de frutos u otras actividades relacionadas con el sustento. Existen evidencias arqueológicas de mapas grabados en las paredes de cuevas, piedras, pieles de animales y pergaminos, en los que están representados los animales con los que los humanos de esa época convivían y que, probablemente, les servían para tener un referente de las regiones en las que podrían encontrar alimentos. En la actualidad, modelar la distribución de las especies nos permite, entre otros aspectos, estudiar el comportamiento de plagas o generar planes de conservación para especies en peligro de extinción.

Desde nuestros inicios, los seres humanos nos hemos interesado en predecir dónde se ubican los organismos vivos. Una estrategia para lograr esta tarea es determinar las condiciones ambientales que prefieren las especies y reconocer geográficamente los lugares donde ocurren tales condiciones. De esta forma, se pueden postular zonas potenciales de presencia de una especie. Esto era lo que probablemente hacían nuestros ancestros en sus faenas de caza de animales o de recolección de plantas. En sus jornadas de exploración, los cazadores-recolectores podían asociar las características ambientales locales con las plantas o animales encontrados. Así, en futuras jornadas, al llegar a zonas con características similares a las vistas anteriormente les permitía hacer un pronóstico de la presencia de especies ya conocidas.

Al optimizar la tarea, nuestros ancestros, en sus recorridos y travesías, iban construyendo mapas mentales de las condiciones ambientales de diferentes lugares. Con esta abstracción del espacio geográfico, el mapa mental les permitía definir hacia dónde dirigirse para cazar o recolectar. En otras palabras, ellos estaban construyendo un modelo de predicción de encuentro con sus presas o alimento, estrategia que en esencia es la misma usada hoy en día para construir modelos de distribución de especies. En contraste, los modelos de distribución actualmente son elaborados con mayor precisión gracias a los avances en los procesos matemáticos, a la modernización de los equipos de computación y al acelerado desarrollo de algoritmos cada vez más eficientes.

Mientras nuestros ancestros usaban sus sentidos para determinar las condiciones del lugar donde observaban su presa o recurso vegetal y construir así los mapas mentales de las condiciones ambientales, hoy en día usamos información de estaciones meteorológicas o proveniente de satélites. Al usar los sentidos para adquirir la información ambiental, nuestros ancestros hacían una estimación subjetiva para construir sus mapas mentales de paisaje y condiciones ambientales. Hoy en día, con el uso de instrumentos avanzados, se logran mediciones de alta precisión y resolución (tabla 1). Por ejemplo, actualmente se logran medidas muy precisas que incluyen información de la temperatura, humedad, pluviosidad, altura sobre el nivel del mar, tipo de bosque e incluso datos que nuestros sentidos nos son capaces de captar, como información de radiación infrarroja o radiación ultravioleta, entre otros.

Tabla 1. Bases de datos en las que se puede encontrar información meteorológica y geoambiental

Tipo de información	Fuente de información	Detalles
Meteorológica	Bioclim (http://www.worldclim.org/bioclim)	<i>Clima actual:</i> genera datos climáticos a partir de interpolación de promedios mensuales medidos en estaciones meteorológicas. Esta base de datos usa los promedios de los datos de los últimos cincuenta años. <i>Clima futuro:</i> genera datos de clima futuro a partir de datos de proyección en diferentes escenarios de cambio climático, acordes con el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC).
Meteorológica	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (Ideam) (http://institucional.ideam.gov.co)	Este instituto dispone de información hidrometeorológica, oceanográfica y ambiental del país. Tiene disponibles información de variables climáticas como temperatura, precipitación y humedad relativa, obtenidas de aproximadamente 4430 estaciones que se encuentran dispersas por todo el país.
Sensores remotos	Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio (NASA) (http://landsat.gsfc.nasa.gov), SarVision (http://www.sarvision.nl) y Agencia Japonesa de Exploración Aeroespacial (JAXA) (http://www.jaxa.jp/projects/sat/index_e.html)	A partir de datos de bandas de diferente longitud de onda, se deriva información de topografía, estructura vegetal, características de suelo, evapotranspiración, temperatura, entre otros.

Fuente: elaboración propia a partir de los sitios web de las bases de datos en mención.

Por otra parte, nuestros ancestros no podían tener un mapa completo de sus áreas de exploración; ellos tenían solo una apreciación parcial y burda de su territorio, limitada a los lugares que recorrían. Actualmente, los satélites o la interpolación de valores de estaciones meteorológicas nos permiten tener información del ciento por ciento del área de interés, cuyo detalle depende de la resolución (tamaño de pixel) con la cual está construido el mapa.

En la actualidad contamos con bases de datos o matrices, denominados *mapas digitales*. Para cada condición ambiental o variable se genera un mapa digital (figuras 1 y 2). Puesto que el desempeño de los organismos depende de varios factores ambientales, predecir la distribución geográfica de una especie requiere un conjunto de mapas digitales, los cuales contienen la información de las variables ambientales. El aumento en el número de mapas utilizados mejorará la predicción; de esta forma, con la información de localización de un

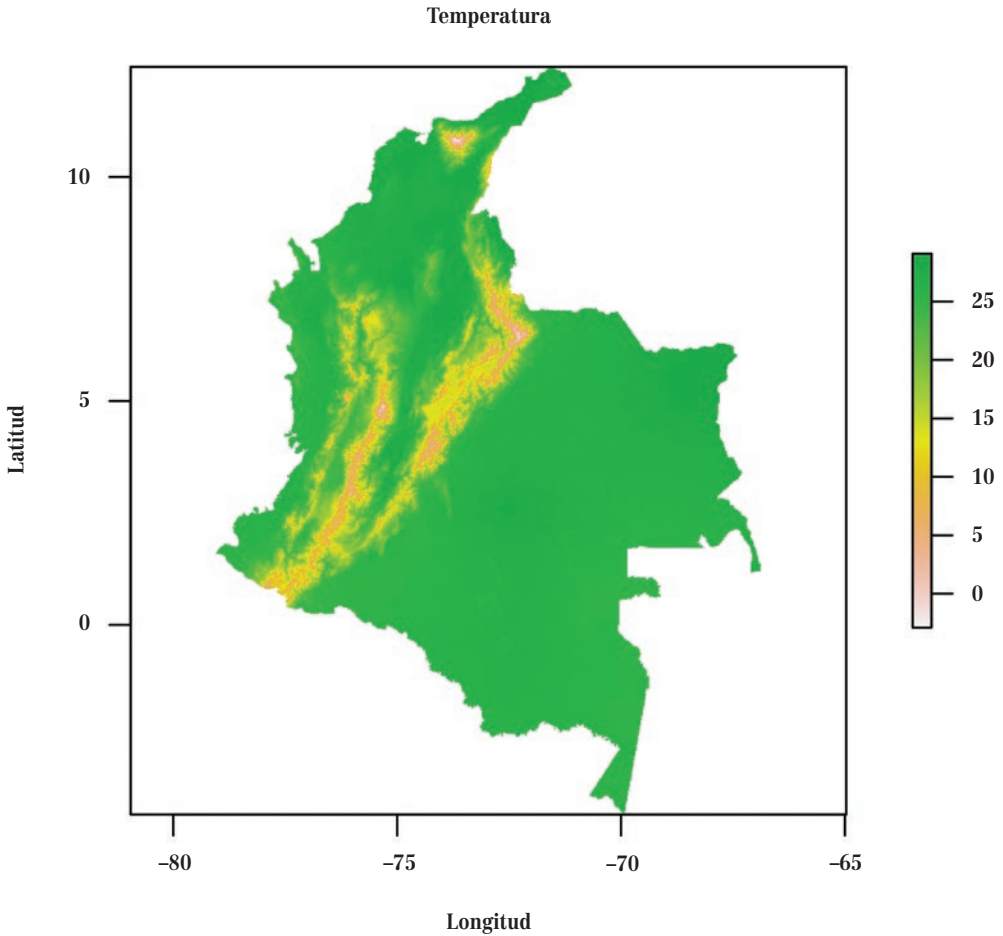


Figura 1. Temperatura promedio en Colombia

Nota. La escala está dada en grados centígrados.

Fuente: <http://www.worldclim.org>

lugar (por ejemplo, las coordenadas geográficas) se extrae también de las bases de datos, o de los mapas digitales, la información de las condiciones ambientales allí existentes. Así, si nuestros ancestros relacionaban el paisaje observado con diferentes combinaciones de condiciones ambientales (por ejemplo, relacionar los trópicos con alta temperatura, alta pluviosidad y alta densidad vegetal; los desiertos con alta temperatura, baja pluviosidad y baja densidad vegetal, y los páramos con alta pluviosidad y baja temperatura). Actualmente podemos

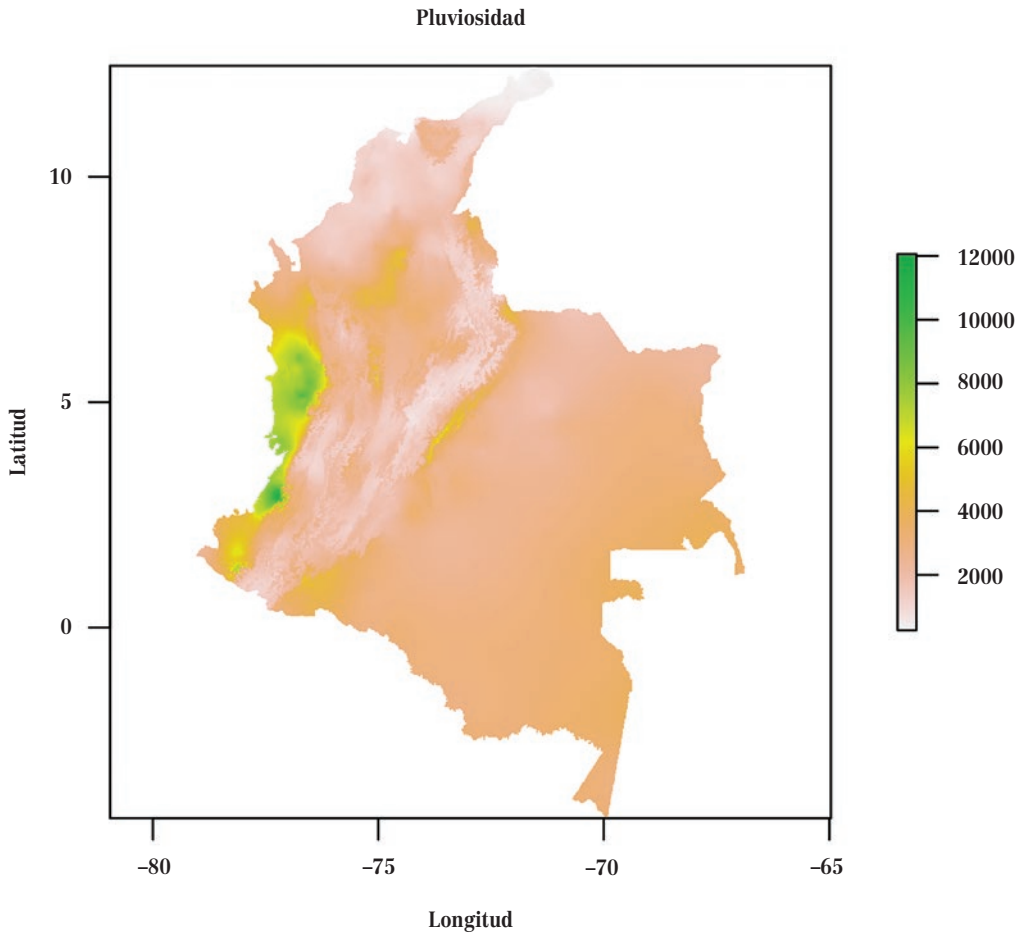


Figura 2. Precipitación anual acumulada en Colombia

Nota. La escala está dada en milímetros al año.

Fuente: <http://www.worldclim.org>

caracterizar un lugar extrayendo la información de cada uno de los mapas digitales que conforman el conjunto de mapas.

De forma análoga a como nuestros ancestros identificaban las condiciones preferidas de las especies a partir de observaciones *in situ* de los organismos, hoy en día podemos conocer las preferencias de un organismo combinando la información de los mapas digitales con los datos de registros de avistamiento de individuos de dicha especie. Estos registros biológicos son un cúmulo de información que,

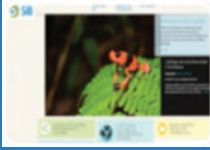
entre otros datos, contienen las coordenadas geográficas donde fueron avistados o colectados los individuos de la especie. Estos datos son compilados por museos, colecciones o instituciones de investigación (tabla 2). Usando estas coordenadas geográficas, para cada registro se extrae del conjunto de mapas digitales una combinación específica de condición ambiental, con lo cual se obtiene para la especie en estudio un rango de preferencias, en la medida en que existen ciertas diferencias entre los lugares donde fueron avistados los organismos.

Así como nuestros ancestros usaban la información previa de avistamiento para dirigirse a lugares probables de encuentro y emboscar a sus presas o recolectar frutos o semillas, actualmente los rangos de preferencia extraídos de los mapas digitales constituyen la información previa para determinar sitios probables donde encontrar los organismos. Esta predicción se genera mediante el uso de algoritmos y rutinas computacionales, con los cuales se calcula para cada pixel del mapa digital un valor de probabilidad de que la especie se encuentre allí, a partir de la información del rango de preferencias de la especie obtenida previamente.

En síntesis, los modelos de distribución hacen una predicción de probabilidad de presencia de una especie basados en dos insumos: 1) mapas digitales de condición ambiental o variables ambientales y 2) información de registros biológicos de la especie (coordenadas geográficas de localización de los organismos). Ya no son nuestros sentidos en medio de la naturaleza los que determinan qué prefiere un organismo, sino que ciertas rutinas computacionales son las que toman la información de coordenadas geográficas de los registros, identifican cuáles son las combinaciones de condición ambiental que prefiere la especie y, a partir de esta información, recorren los mapas digitales buscando dónde ocurren tales combinaciones de condición ambiental. De esta forma se genera un resultado: los mapas digitales, que son del mismo tamaño y resolución que los mapas de variables ambientales e indican en cada pixel la probabilidad de presencia de la especie en estudio; en otras palabras, se genera un modelo de distribución de esa especie (figura 3).

En nuestro pasado histórico, este ejercicio mental estaba basado en la experiencia y nos era útil para buscar alimento y otros recursos, incluso para decidir hacia dónde migrar. Los métodos modernos que generan modelos de distribución de especies tienen fines diferentes;

Tabla 2. Bases de datos en las que se puede encontrar información de registros biológicos



Sistema de Información sobre Biodiversidad (SIB): Es una red encargada de facilitar herramientas para la integración, publicación y consulta de la información sobre biodiversidad biológica de Colombia. Actualmente consta de 1.434.789 registros biológicos (<http://www.sibcolombia.net/web/sib/home>).



Global Biodiversity Information Facility (GBIF): Esta base proporciona información mundial sobre una amplia variedad de grupos biológicos, mediante 285 proveedores que suman 7445 conjuntos de datos y un total de más de 298 millones de registros. Dependiendo del país, el porcentaje de datos georreferenciados es muy variable, pero para el caso concreto de Colombia, se encuentran referenciados aproximadamente 1.851.994, correspondientes a 623 conjuntos de datos (<http://www.gbif.org/>).



VertNet: Es una base global de información sobre vertebrados que comprende cuatro grandes redes y disciplinas: anfibios y reptiles (HerpNET), aves (ORNIS), mamíferos (MaNIS) y peces (FishNET) (<http://vertnet.org/index.php>).



Ocean Biogeographic Information System (OBIS): Es una fuente que provee enlace a 643 conjuntos de datos sobre animales y plantas marinas, con un total de 31,34 millones de registros de aproximadamente 116.603 especies válidas, entre los que se encuentran protozoarios, invertebrados, vertebrados y algas (<http://www.iobis.org/>).



Trópicos: Cuenta con gran cantidad de datos sobre plantas,; además, tiene más de 1,2 millones de nombres científicos y 4 millones de registros de especímenes (<http://www.tropicos.org>).

Fuente: elaboración propia a partir de los sitios web de las bases de datos en mención.

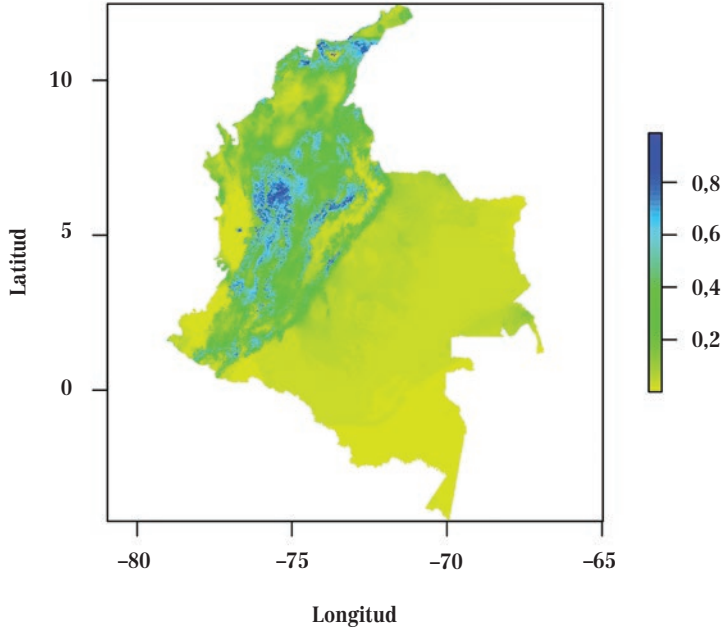


Figura 3. Modelo de distribución de la especie de ave *Momotus momota* en el territorio colombiano

Nota. La escala representa la probabilidad de presencia de esta ave en Colombia.

Fuente: Óscar Ramos.

sin embargo, se basan en los mismos principios intuitivos de nuestros ancestros. Hoy en día, los modelos de distribución de especies son útiles para aspectos relacionados con estudios biológicos, socioeconómicos y de conservación. Entre los campos de aplicación de los modelos de distribución de especies, los más relevantes son los relacionados con el estudio de biodiversidad, efectos de cambio climático, planes de protección y conservación, evaluación de especies invasoras, diseño de reservas, reintroducción de especies amenazadas, efectos de las actividades humanas en la distribución de especies, estudio de enfermedades transmitidas por vectores, estudios de biogeografía y evolución de los organismos. Es una técnica en progreso que avanza aceleradamente y postula nuevas estrategias metodológicas y bases teóricas, con gran influencia en la toma de decisiones y definición de políticas ambientales.

BIBLIOGRAFÍA

- Franklin, J. (2010). *Mapping species distributions: Spatial inference and prediction*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Guisan, A. y Zimmermann, N. (2000). Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling*, 135, 147-180.
- Jopp, F., Reuter, H. y Breckling, B. (2011). *Modelling complex ecological dynamics* (1.ª ed.). Nueva York: Springer.
- Jørgensen, S. E. y Bendricchio, G. (1994). *Fundamentals of ecological modelling* (3.ª ed.). Ámsterdam: Elsevier.
- Mateo, R., Felicísimo, A. y Muñoz, J. (2011). Modelos de distribución de especies: una revisión sintética. *Revista Chilena de Historia Natural*, 84, 217-240.
- Towsend, P., Soberón, J., Pearson, R., Anderson, R., Martínez-Meyer, E., Nakamura, M. y Araújo, M. (2011). *Ecological niches and geographic distributions*. Princeton: Princeton University Press,

