

## RESEÑA BIBLIOGRÁFICA

Guisan, A., Thuiller, W., Zimmermann, N. E., 2017. *Habitat Suitability and Distribution Models. With Applications in R*. Cambridge University Press. Cambridge, Reino Unido. ISBN: 9781108505512. 478 páginas.

Existen diferentes definiciones para denominar los modelos que representan la distribución del nicho ecológico de organismos o comunidades de seres vivos basándose en la relación entre registros de presencia, abundancia o ausencia y determinadas variables ambientales explicativas.

De acuerdo con la *Web of Science* (Thomsons Reuters, 2016), el término «modelo de distribución de especies» (*Species Distribution Models*, SDMs) es el más empleado. Junto con esta denominación, coexisten otras tales como «modelos de envueltas ambientales», «modelos predictivos del hábitat», «modelos correlativos», «modelos de nicho ecológico» (*Ecological Niche Models*, ENMs) y, finalmente, el término que emplean los autores del presente libro, «modelos de idoneidad del hábitat» (*Habitat Suitability Models*, HSMs).

En España, con un desarrollo más tardío de la Biogeografía como ciencia geográfica, la comunidad de geógrafos –salvo algunas excepciones– no ha sido muy permeable a la introducción de esta línea de investigación basada en la inferencia estadística y la teoría del nicho ecológico, no así los biólogos practicantes de la Biogeografía, más permeables en este sentido.

A nivel internacional, estamos ante una corriente metodológica que constituye el principal «Research fronts» (Essential Science Indicators, 2016) para el ámbito de la ecología y medio ambiente, dentro de las ramas «Physical Geography», «Ecology» o «Environment» del «Science Citation Index» del «Journal of Citation Report».

*Habitat Suitability and Distribution Models* es una obra firmada por tres reconocidos investigadores por sus contribuciones en la modelización de nichos ecológicos, especialmente en ecosistemas de montaña: Antoine Guisan, de la Universidad de Lausanne; Wilfried Thuiller, de la Universidad de Grenoble; y Niklaus E. Zimmermann, del Instituto Federal Suizo de Investigaciones sobre los Bosques, la Nieve y el Escenario Natural.

La importancia de este manual radica en que: 1) Aborda una corriente metodológica muy activa que ha evolucionado a pasos agigantados en los últimos 15 años, por lo que hay mucho material publicado pero pocas revisiones sobre el estado del arte; 2) Esta línea de investigación involucra a investigadores procedentes de muy distintos campos relacionados con la biología, la geografía, la ingeniería, el medioambiente y la conservación en general, actores tan dispares que se ha creado un *corpus* teórico y metodológico a menudo confuso y ambiguo, por lo que este manual contribuye a la integración y coherencia de

unos contenidos relativamente novedosos y eminentemente aplicados; 3) Es la primera revisión sobre modelos de distribución de especies que incluye un apartado práctico mediante el uso del software R.

El libro está organizado entorno a siete secciones y veinte capítulos, a los que hay que añadir un anexo donde se incluye un glosario de términos y características de los algoritmos predictivos empleados. El bloque introductorio es justamente una guía sobre el manual. Aunque extenso y exhaustivo por sus 478 páginas, el texto está redactado con un estilo deliberadamente expeditivo, pues los autores pretender ofrecer al lector una perspectiva operativa: saber qué y cómo hacer. Sin embargo, en palabras de los propios autores, es un manual pensado para estudiantes universitarios de cursos avanzados, científicos y consultores que tengan una base de conocimientos en Ecología, Estadística y Sistemas de Información Geográfica. De otro modo, hubiera sido imposible abordar todo con un estilo tan directo y operacional.

El primer bloque, que abarca los capítulos 2, 3, 4 y 5, presenta las bases generales del flujo de trabajo de los modelos de idoneidad del hábitat. En esta dirección, aciertan plenamente cuando manifiestan que los modelos deben estar respaldados por unas asunciones teóricas y metodológicas preliminares, esto es, unas hipótesis de partida sobre aquello que intentamos modelar: una determinada expresión del nicho ecológico de una especie o comunidad de especies y su proyección en el espacio geográfico.

El segundo bloque, incluye los capítulos 6, 7 y 8, y se centra en los datos necesarios para el desarrollo de los citados modelos. Básicamente, se requieren registros de presencia, ausencia o abundancia de especies, pero también registros de ausencia y datos de fondo conocidos con el nombre de *background*. En todos los casos, se trata de puntos que se refieren a localizaciones en el espacio geográfico codificadas en un SIG, usualmente en formato vectorial (puntos). Y junto con estos puntos u ocurrencias, se necesitan un conjunto de variables ambientales que envuelvan las localizaciones. Estas variables ambientales suelen estar codificadas en forma de mapas raster. Finalmente, los puntos toman los atributos de las variables ambientales, de forma que incorporan variables independientes o factores ambientales y la variable dependiente o respuesta, esto es, la ocurrencia de la especie. En este capítulo, se introduce estos contenidos pero se discute sobre una serie de aspectos fundamentales que no siempre se tienen en cuenta y que resultan cruciales, tales

como la estrategia de muestreo, la configuración y tamaño del área de estudio, la resolución espacial de los datos y la selección de las variables ambientales.

El tercer bloque, capítulos 9, 10, 11, 12, 13 y 14, fija su atención en la explicación de las técnicas estadísticas implicadas en el ajuste de los modelos. Básicamente, se describen las técnicas que incluye el paquete *Biomod2*: envueltas bioclimáticas y distancias ecológicas, métodos de regresión, árboles de clasificación, máquina de aprendizaje automático y métodos basados en máxima entropía. Se hace hincapié en los fundamentos de estos métodos, en la naturaleza de los datos de entrada, el modo en que el algoritmo interacciona con los datos y la interpretación de sus resultados. Aunque el abanico de algoritmos es amplio, e incluye varios de los algoritmos más populares, como *Random Forest* o *Maxent*, quizá se echa en falta la inclusión de nuevos algoritmos de reciente aparición como *Kernel Density Estimation* (KDE), no incluido en el paquete *Biomod2*.

Toda vez se ha calibrado un modelo, se procede a su evaluación. El cuarto bloque, que incluye los capítulos 15 y 16, aborda esta cuestión. Se compara las predicciones que ofrecen los modelos basados en registros de presencia y ausencia y aquellas que devienen únicamente de registros de presencia. Hay que advertir que a menudo se introducen en la misma categoría modelos basados en datos de solo presencia y modelos basados en datos de presencia-*background*. En parte, la confusión estriba porque en muchos casos el operador no define explícitamente el *background*, pues algunos algoritmos lo generan automáticamente sin necesidad de explicitarlo. En cualquier caso, hay que diferenciar unos modelos de otros. Por último, los autores discuten sobre qué métricas son las adecuadas según el caso y se hace hincapié en la necesidad de aleatorizar el muestreo y contar con un set de datos independientes para evaluar los modelos.

Calibrado y evaluado un modelo, se procede a espacializar los resultados mediante la producción cartográfica. La cartografía es una de las salidas más interesantes de estos modelos y no cabe duda que la más utilizada en trabajos de investigación aplicada a la gestión de la flora y fauna. El capítulo 17, dentro del bloque quinto, analiza la naturaleza de las predicciones espaciales. Uno de los aspectos más útiles de estos modelos es que una vez calibrados, se pueden proyectar en el mismo espacio geográfico del área de estudio o en otros espacios geográficos y temporales diferentes, es decir, se pueden extrapolar los resultados en el espacio y en el tiempo. Dado que existe una amplia variedad de algoritmos y modelos en general, a veces es difícil elegir cuál es el mejor, por lo que es po-

sible ensamblar diferentes modelos en un único modelo de consenso. Los resultados permiten no sólo una cartografía de la predicción sino, además, una cartografía del error.

El bloque sexto, capítulos 18 y 19, es eminentemente práctico. Wilfried Thuiller es el creador de *Biomod*, uno de los paquetes de análisis de modelos de nicho ecológico que funciona en entorno informático de R más utilizados en este campo. En este manual, se emplea *Biomod2* y se ilustra con dos ejemplos: uno sobre idoneidad del hábitat de *Protea laurifolia* en Sudáfrica, y otro sobre el desarrollo de mapas de diversidad de especies del género *Laurus*.

Finalmente, el capítulo 20 que integra el bloque séptimo, constituye un oportuno epílogo en el que se establecen una serie de conclusiones generales sobre el conjunto de metodologías y los autores discuten hacia dónde puede dirigirse esta corriente metodológica en función de los datos y algoritmos disponibles, así como los objetivos propuestos, que consecuentemente se adaptaran en la medida de las posibilidades.

Cabe mencionar que en el glosario de términos los autores se refieren a «Different Names and Acronyms for the Same Models!» en clara alusión a la coexistencia de múltiples definiciones de estos modelos. A mi juicio, la coexistencia de todas estas definiciones produce cierta confusión terminológica, porque, aunque cada una de las denominaciones no se refiere exactamente a lo mismo, a menudo se emplean como sinónimas, cuando en realidad no lo son. Se da el caso de que la definición más utilizada (SDM) es, en la práctica, la más confusa de todas, dado que en la mayor parte de estos modelos las predicciones se aproximan más a la idea de nicho ecológico y a la distribución potencial (ENM), que a un auténtico modelo de distribución de especie, que no sólo comporta variables ambientales en el espacio ecológico sino la incidencia de la variable tiempo y la consideración del espacio geográfico.

Concluyendo, este manual puede constituir una estupenda herramienta tanto para aquellos que pretenden iniciarse en este campo de investigación, siempre y cuando manejen unas nociones básicas sobre las disciplinas auxiliares, como para aquellos que llevan años trabajando con modelos de idoneidad del hábitat pero no han tenido tiempo de revisar toda la bibliografía existente. Este manual es sin duda una excelente elección.

Oliver Gutiérrez Hernández.  
Depto. de Geografía. Universidad de Málaga.  
olivergh@uma.es