CURSO MODELADO DE NICHO ECOLÓGICO, VERSIÓN 1.0

A. Townsend Peterson¹, Robert P. Anderson², Marlon E. Cobos¹, Martín Cuahutle³, Angela P. Cuervo-Robayo^{3,4}, Luis E. Escobar⁵, Marc Fernandez⁶, Daniel Jiménez-García⁷, Andrés Lira-Noriega⁸, Jorge M. Lobo⁹, Fernando Machado-Stredel¹, Enrique Martínez-Meyer^{4,10}, Claudia Nuñez-Penichet¹, Javier Nori¹¹, Luis Osorio-Olvera¹⁰, María Teresa Rodríguez³, Octavio Rojas-Soto⁸, Daniel Romero-Álvarez¹, Jorge Soberón¹, Sara Varela¹², y Carlos Yañez-Arenas¹³

¹Biodiversity Institute, University of Kansas, Lawrence, Kansas 66045 USA; ²Department of Biology, City College of New York, City University of New York, 160 Convent Avenue, New York, NY 10031 USA; Doctoral Program in Biology, Graduate Center, City University of New York, 365 5th Avenue, New York, NY 10016 USA; American Museum of Natural History, Central Park West at 79th Street, New York, NY 10024 USA; ³Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), Ciudad de México, C.P., México; ⁴Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México City 04510, México; Department of Fish and Wildlife Conservation, Virginia Tech, Blacksburg, Virginia 24061 USA; 6Centre for Ecology, Evolution and Environmental Changes/Azorean Biodiversity Group, and Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade dos Açores, Ponta Delgada, 9501-801, Portugal; ⁷Centro de Agroecología y Ambiente, Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Edif. Val1, Ecocampus-BUAP. Km 1.7 Carretera San Baltazar Tetela, San Pedro Zacachimalpa. C.P. 72960, Puebla, Puebla, México.; 8Instituto de Ecología, A.C.; Carretera antigua a Coatepec No. 351, El Haya, 91070 Xalapa, Veracruz, México.; Dept. Biogeography and Global Change, National Museum of Natural Sciences, c/José Gutiérrez Abascal, 2, 288006, Madrid, Spain; ¹⁰Centro del Cambio Global y la Sustentabilidad en el Sureste AC, CP 86080, Villahermosa, Tabasco, Mexico.; ¹¹Instituto de Diversidad y Ecología Animal (IDEA-CONICET) and Centro de Zoología Aplicada, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina; ¹²Museum für Naturkunde Leibniz Institut für Evolutions und Biodiversitätsforschung. Invalidenstraße 43. D-10115 Berlin, Germany; 13 Laboratorio de Ecología Geográfica, Unidad de Biología de la Conservación, Parque Científico y Tecnológico de Yucatán, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, 97302 Sierra Papacal, Yucatán, México.

Resumen.—El conjunto de ideas, métodos y programas informáticos que se conoce como "Modelado de Nicho Ecológico" (MNE) el relacionado "Modelado de Distribución de Especies" (MDS)— han sido objeto de intensa exploración e investigación en las últimas décadas. A pesar de existir al menos cuatro síntesis publicadas, este campo ha crecido tanto en complejidad, que la formación de nuevos investigadores es difícil. Hasta ahora, dicha formación se ha hecho de manera presencial en cursos organizados por universidades o centros de investigación, de los que hemos formado parte como instructores. Sin embargo, el acceso a este tipo de cursos especializados es restringido, por un lado, porque los cursos no se ofrecen en todas las universidades, y por otro, porque normalmente se imparten en inglés. Para facilitar el acceso a una mayor comunidad de científicos de habla hispana, presentamos un curso en español, completamente digital y de acceso gratuito, que se realizó vía Internet durante 23 semanas consecutivas en 2018. Aunque las barreras intrínsecas al uso de Internet pueden dificultar la accesibilidad a los materiales del curso, hemos usado diversos formatos para la divulgación de los contenidos académicos (video, audio, pdf) con el objetivo de eliminar la mayor parte de estos problemas.

Abstract.—The suite of ideas, protocols, and software tools that has come to be known as "Ecological Niche Modeling" (ENM)—as well as those for the related "Species Distribution Modeling" (SDM)—has seen intensive exploration and research attention in recent decades. In spite of at least four syntheses, the field has grown so much in complexity that it is rather difficult to access for newcomers. Until now, accessibility to this field was achieved by in-person courses organized by universities or research centers, in some of which we have participated as instructors. However, the access to these

1

specialized courses is limited, on one hand because they are not offered in all universities, and on the other because normally they are taught in English. To expand the access to a wider community of Spanish-speaking researchers, here we offer an entirely digital and free-of-charge course in Spanish, which was presented over 23 weeks via Internet in 2018. Although intrinsic Internet-related barriers may limit access to course materials, we have made them available in diverse formats (video, audio, pdf) in order to eliminate most of these problems.

Palabras claves: modelado de nicho ecológico, modelado de distribucion de especies, ecología, biogeografía, curso en línea

Key Words: ecological niche modeling, species distribution modeling, ecology, biogeography, online course

Muchas de las preguntas en ecología y biogeografía giran en torno a la posibilidad de disponer de un conocimiento detallado sobre la distribución de las especies. Esto incluye la ecología poblacional (e.g., qué condiciones necesita una especie para mantener a una población), biogeografía (e.g., qué o cuántas especies se encuentran en diferentes lugares del planeta), conservación (e.g., qué áreas necesitan ser protegidas para asegurar la supervivencia de un grupo de especies) y el estudio de las invasiones biológicas (e.g., qué áreas pueden ser colonizadas por una especie invasora en particular). El gran valor de este tipo de información relacionada con la distribución geográfica de las especies incrementó recientemente debido a la popularidad de un tipo de métodos generados a finales de los años 70 y principios de los 80 (Soto et al. 1984; Nix 1986) y que se han desarrollado intensamente en los últimos 20 años (Peterson et al. 1999; Guisan y Zimmermann 2000; Elith et al. 2006).

La base conceptual de este campo, que podría denominarse "ecología distribucional", está en los trabajos clásicos de ecología y biogeografía (Andrewartha y Birch 1964; Udvardy 1969), pero su sentido moderno fue desarrollado en las últimas dos décadas. Pulliam (2000) desarrolló el primer conjunto de ideas modernas, que luego fue interpretado y reelaborado por Soberón y Peterson (2005). Más tarde se editaron una serie de síntesis extensas (Franklin 2010; Peterson et al. 2011; Peterson 2014; Guisan et al. 2017) al mismo tiempo que se generó una serie de trabajos desarrollando nuevos conceptos o discutiendo los fundamentos del campo (Araújo y Guisan 2006; Jiménez-Valverde et al. 2008; Anderson 2012). Además, numerosos avances metodológicos han sido publicados en forma de artículos científicos, opiniones e ideas sobre diversas elecciones metodológicas (e.g., Radosavljevic y Anderson 2014; Zhu y Peterson 2017; Qiao et al. 2018). Por lo tanto, esta

especialidad, la ecología distribucional, se ha convertido en un campo difícil de abarcar, provocando que los estudiantes e investigadores que buscan comenzar su formación en la materia puedan llegar a sentirse abrumados e incluso frustrados. Aunque la mayoría de la literatura científica sobre la ecología distribucional ha sido publicada en inglés, con ciertas excepciones (Mateo et al. 2011; Varela et al. 2014; Anderson 2015; Soberón et al. 2017), investigadores de España y Latinoamérica han sido líderes en el establecimiento y crecimiento del campo. Además, la gran biodiversidad en Latinoamérica también ha contribuido en la demanda de fuentes de entrenamiento en estas técnicas en la región.

Gran parte de nosotros, individual y colectivamente, hemos realizado distintos cursos en el campo, contribuyendo con el establecimiento de los principios básicos del aporte digital que aquí tratamos. A pesar de que dichos cursos han mostrado una alta participación y han sido realizados en diversos países (Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, España, México, Perú y Venezuela), estas iniciativas presentan limitaciones obvias si se busca alcanzar a la mayoría de los hispanohablantes interesados en el campo. Por lo tanto, elaboramos un curso en línea sobre modelado de nicho, gratuito y en español, durante el período marzo a agosto de 2018. Dicho curso fue dictado por un grupo de 21 instructores que trabajan actualmente en seis países, realizando investigación activa y con amplia experiencia en la ecología distribucional. Ya que esta iniciativa se encuentra en línea en formato de acceso abierto, presentamos esta contribución como un recurso que esperamos sea de utilidad para una comunidad más amplia. Sin dudas, anticipamos que el presente material requerirá ser revisado y actualizado en el futuro, de manera que se mantenga como una herramienta pertinente en el campo de la ecología distribucional.

EL CURSO

El curso fue impartido durante 23 semanas. Fue organizado en los siguientes tópicos generales: introducción al concepto de nicho ecológico, variables ambientales, datos de presencia, visualización, el área de calibración (M), el diagrama BAM (i.e., factores del ambiente abiótico, del ambiente biótico y de movimiento, que afectan distribuciones de especies; sensu Soberón y Peterson 2005), algoritmos, evaluación de modelos, transferencia de modelos, comparaciones de nichos, aplicaciones y conclusiones. El material de cada semana fue presentado en una serie de video conferencias publicadas cada lunes, junto

a versiones descargables en distintos formatos, así como una sesión posterior de preguntas y respuestas cada viernes. La Tabla 1 resume el curso y los diferentes elementos incluidos.

Las presentaciones consistieron en grabaciones de audio de los instructores con captura simultánea de diapositivas. Esto aseguró una calidad alta de audio y video, en lugar de instructores filmados frente a una pantalla como en cursos anteriores (Peterson y Ingenloff 2015). Todo el material se encuentra disponible a través de un centro de intercambio de información de enlaces en la página web de <u>Biodiversity Informatics Training Curriculum</u>. Para el final del

Tabla 1. Resumen del curso de Modelado de Nicho Ecológico, Versión 1.0, incluyendo los temas principales, título específico, enlaces para las versiones en formato .pdf, .mp3, y .mp4, así como los enlaces a los videos en YouTube, materiales descargables e instructor para cada tema.

Datos ambientales – práctica Preguntas y respuestas Datos de climas, con práctica en R PDF MP3 YT MP4 Enlace Angela Cuervo Robayo AOGCMs y diferencias entre worldclim y AOGCMs Datos de ambientes marinos y su dinámica Preguntas y respuestas Datos de sensores remotos PDF MP3 YT MP4 Marc Fernandez Preguntas y respuestas Datos de sensores remotos PDF MP3 YT MP4 Procesamiento de datos ambientales: preparación, reducción, selección Preguntas y respuestas PDF MP3 YT MP4 Claudia Nuñez-Penichei PDF MP3 YT MP4 Relación a teoría de nicho ¿Qué son presencias y qué son ausencias? Unidades de modelado Preguntas y respuestas Fuentes de datos PDF MP3 YT MP4 AITIN Cuahutte Claudia Nuñez-Penichei Saupe paper Jorge Soberón Octavio Rojas Soto PDF MP3 YT MP4 AITIN	Unidad	Título	PDF	MP3	YouTube	MP4	Material adicional	Instructor
Introducción a la ecología de distribuciones de especies Preguntas y respuestas Elementos de una teoría del nicho Grinnelliano Mirando un mapa PDF MP3 YT MP4 Preguntas y respuestas Elementos de una teoría del nicho Grinnelliano Mirando un mapa PDF MP3 YT MP4 Preguntas y respuestas Datos Ambientales Relación a teoría de nicho Datos ambientales - práctica PDF MP3 YT MP4 Preguntas y respuestas PDF MP3 YT MP4 Preguntas y respuestas PDF MP3 YT MP4 Preguntas y respuestas Datos de climas, con práctica en R PDF MP3 YT MP4 Preguntas y respuestas PDE MP3 YT MP4 Preguntas y respuestas PDF MP3 YT MP4 Preguntas y respuestas PDF MP3 YT MP4 Procesamiento de datos ambientales: PDF MP3 YT MP4 Preguntas y respuestas PDF MP3 YT MP4 PREGUNTATION PREG	Introducción							
de especies Preguntas y respuestas Elementos de una teoría del nicho Grinnelliano Mirando un mapa PDF MP3 YT MP4 Enlace Jorge Soberón Grinnelliano Mirando un mapa PDF MP3 YT MP4 Preguntas y respuestas Datos Ambientales Relación a teoría de nicho Datos ambientales - práctica PDF MP3 YT MP4 POF Saupe paper POF Saupe Paper POF MP3 YT MP4 POF Saupe Paper POF Saupe Paper POF Saupe Paper POF MP3 YT MP4 POF Saupe Paper POF Saupe Paper POF MP3 YT MP4 POF Saupe Paper POF MP3 YT MP4 POF Saupe Paper POF Saupe Paper POF Saupe Paper POF MP3 YT MP4 POF Saupe Paper POF Saupe Paper POF MP3 YT MP4 POF PAPER								
Elementos de una teoría del nicho Grinnelliano Mirando un mapa PDE MP3 YT MP4 Index Jorge Soberón Grinnelliano Mirando un mapa PDE MP3 YT MP4 Jorge M. Lobo Preguntas y respuestas Relación a teoría de nicho Datos ambientales — práctica PDE MP3 YT MP4 Preguntas y respuestas Preguntas y respuestas Preguntas y respuestas PDE MP3 YT MP4 POEMP3 YT MP4 POESamiento de datos ambientales: POEMP3 YT MP4 POEMP3 YT M		de especies	PDF	MP3		<u>MP4</u>		
Grinnelliano Mirando un mapa PDF MP3 YT MP4 Preguntas y respuestas Relación a teoría de nicho Datos ambientales - práctica Preguntas y respuestas Relación a teoría de nicho Datos ambientales - práctica Preguntas y respuestas Pareguntas y respuestas PDE MP3 YT MP4 Paniel Jiménez García Preguntas y respuestas PDE MP3 YT MP4 Paniel Jiménez García PDE MP3 YT MP4 Paniel Jiménez García PDE MP3 YT MP4 Paniel Jiménez García PDE MP3 YT MP4 Pareguntas y respuestas PDE MP3 YT MP4 Procesamiento de datos ambientales: Preguntas y respuestas PDE MP3 YT MP4 Procesamiento de datos ambientales: PDE MP3 YT MP4 Procesamiento de datos ambientales: PDE MP3 YT MP4 Preguntas y respuestas PDE MP3 YT MP4 PR4 PR5		0 , ,						
Preguntas y respuestas Ambientales Relación a teoría de nicho Datos ambientales – práctica Preguntas y respuestas Datos de climas, con práctica en R PDE MP3 YT MP4 Enlace Daniel Jiménez García Preguntas y respuestas Datos de climas, con práctica en R PDE MP3 YT MP4 Enlace Angela Cuervo Robayo AOGCMs y diferencias entre worldclim y AOGCMs Datos de ambientes marinos y su dinámica Preguntas y respuestas Datos de ambientes marinos y su dinámica Preguntas y respuestas Datos de sensores remotos PDE MP3 YT MP4 Marc Fernandez Procesamiento de datos ambientales: PDE MP3 YT MP4 Teresa Rodríguez y Martín Cuahutle Preguntas y respuestas PDE MP3 YT MP4 Claudia Nuñez-Peniche Preguntas y respuestas PDE MP3 YT MP4 Simões paper. Saupe paper Unidades de modelado PDE MP3 YT MP4 Simões paper. Saupe paper Unidades de modelado PDE MP3 YT MP4 Enlace Preguntas y respuestas Fuentes de datos Georeferenciación PDE MP3 YT MP4 Enlace Todos Control de calidad y reducción PDE MP3 YT MP4 Enlace Fernando Machado-Stredel Subconjuntos para evaluación PDE MP3 YT MP4 Enlace A. Townsend Peterson			PDF	<u>MP3</u>	<u>Y I</u>	<u>MP4</u>	<u>Enlace</u>	Jorge Soberón
Datos Ambientales Relación a teoría de nicho Datos ambientales – práctica Preguntas y respuestas Datos de climas, con práctica en R PDE MP3 YT MP4 Enlace Angela Cuervo Robayo Datos de climas, con práctica en R PDE MP3 YT MP4 Enlace Angela Cuervo Robayo Datos de climas, con práctica en R PDE MP3 YT MP4 Enlace Angela Cuervo Robayo AOGCMs y diferencias entre worldclim y AOGCMs Datos de ambientes marinos y su dinámica PDE MP3 YT MP4 Marc Fernandez Preguntas y respuestas Datos de sensores remotos PDE MP3 YT MP4 Teresa Rodríguez y Martin Cuahutle Procesamiento de datos ambientales: PDE MP3 YT MP4 Claudia Nuñez-Peniche Preguntas y respuestas PDE MP3 YT MP4 Simões paper. Saupe paper Unidades de modelado PDE MP3 YT MP4 Simões paper. Saupe paper Octavio Rojas Soto Preguntas y respuestas PDE MP3 YT MP4 A. Townsend Peterson Georeferenciación PDE MP3 YT MP4 Enlace Paniel Jiménez Garcia Preguntas y respuestas PDE MP3 YT MP4 Enlace POCTAVIO Rojas Soto PDE MP3 YT MP4 Enlace POCTAVIO ROJAS R		Mirando un mapa	<u>PDF</u>	<u>MP3</u>	<u>YT</u>	MP4		Jorge M. Lobo
Relación a teoría de nicho PDE MP3 YT MP4 Enlace Angela Cuervo Robayo Datos ambientales – práctica Preguntas y respuestas Datos de climas, con práctica en R PDE MP3 YT MP4 Enlace Angela Cuervo Robayo Datos de climas, con práctica en R PDE MP3 YT MP4 Enlace Angela Cuervo Robayo AOGCMs y diferencias entre worldclim y AOGCMs y diferencias entre worldclim y AOGCMs Datos de ambientes marinos y su dinámica PDE MP3 YT MP4 Sara Varela AOGCMs Preguntas y respuestas Datos de sensores remotos PDE MP3 YT MP4 Teresa Rodríguez y Martín Cuahulle Claudia Nuñez-Peniche Preguntas y respuestas PDE MP3 YT MP4 Claudia Nuñez-Peniche Preguntas y respuestas Relación a teoría de nicho ¿Qué son Preguntas y respuestas Relación a teoría de nicho ¿Qué son PDE MP3 YT MP4 Simões paper. Saupe paper Unidades de modelado PDE MP3 YT MP4 Simões paper. Saupe paper Octavio Rojas Soto Preguntas y respuestas Fuentes de datos PDE MP3 YT MP4 Enlace Daniel Jiménez García Preguntas y respuestas Control de calidad y reducción PDE MP3 YT MP4 Enlace Daniel Jiménez García POS MP3 YT MP4 Enlace Pos Pos MP3 YT MP4 Enlace Daniel Jiménez García Preguntas y respuestas Control de calidad y reducción PDE MP3 YT MP4 Enlace Daniel Jiménez García POS MP3 YT MP4 Enlace Daniel Jiménez García		Preguntas y respuestas			YT			Todos
Relación a teoría de nicho Datos ambientales – práctica PDE MP3 YT MP4 Daniel Jiménez García Preguntas y respuestas Datos de climas, con práctica en R PDE MP3 YT MP4 AOGCMs y diferencias entre worldclim y AOGCMs Datos de ambientes marinos y su dinámica Preguntas y respuestas Datos de sensores remotos PDE MP3 YT MP4 Arc Fernandez Preguntas y respuestas Datos de sensores remotos PDE MP3 YT MP4 Procesamiento de datos ambientales: PDE MP3 YT MP4 Procesamiento de datos ambientales: PDE MP3 YT MP4 Procesamiento de datos ambientales: PDE MP3 YT MP4 Preguntas y respuestas PDE MP3 YT MP4 Datos de Presencia Relación a teoría de nicho ¿Qué son Preguntas y respuestas PDE MP3 YT MP4 Preguntas y respuestas PDE MP3 YT MP4 Claudia Nuñez-Peniche Claudia Nuñez-Peniche Preguntas y qué son ausencias? Unidades de modelado PDE MP3 YT MP4 Preguntas y respuestas PDE MP3 YT MP4 PREGUNTA Saupe paper Saupe paper Supe paper Octavio Rojas Soto Todos POE MP3 YT MP4 PREGUNTA Servica Sono PDE MP3 YT MP4 PREGUNTA SIMÕES PAPER Saupe paper Saupe paper Octavio Rojas Soto Todos POE MP3 YT MP4 PREGUNTA SIMÕES PAPER Saupe paper Saupe paper Octavio Rojas Soto Todos POE MP3 YT MP4 PREGUNTA SIMÕES PAPER Saupe paper POE MP3 YT MP4 PREGUNTA SIMÕES PAPER Saupe paper Saupe paper Saupe paper Saupe paper Saupe paper Octavio Rojas Soto Todos POE MP3 YT MP4 PREGUNTA SIMÕES PAPER Saupe pap								
Preguntas y respuestas Datos de climas, con práctica en R AOGCMs y diferencias entre worldclim y AOGCMs Datos de ambientes marinos y su dinámica PDF MP3 YT MP4 AOGCMs Datos de ambientes marinos y su dinámica PDF MP3 YT MP4 Preguntas y respuestas Datos de sensores remotos PDF MP3 YT MP4 Procesamiento de datos ambientales: preparación, reducción, selección Preguntas y respuestas PDF MP3 YT MP4 PDF MP3 YT MP4 Claudia Nuñez-Peniche Claudia Nuñez-Peniche Claudia Nuñez-Peniche Claudia Nuñez-Peniche PDF MP3 YT MP4 POF MP3 Y	Timbioritaico	Relación a teoría de nicho	<u>PDF</u>	<u>MP3</u>	<u>YT</u>	<u>MP4</u>	<u>Enlace</u>	Angela Cuervo Robayo
Datos de climas, con práctica en R AOGCMs y diferencias entre worldclim y AOGCMs Datos de ambientes marinos y su dinámica PDF MP3 YT MP4 AOGCMs Datos de ambientes marinos y su dinámica PDF MP3 YT MP4 AOGCMs Datos de ambientes marinos y su dinámica PDF MP3 YT MP4 AMARC Fernandez Preguntas y respuestas Datos de sensores remotos PDF MP3 YT MP4 Procesamiento de datos ambientales: PDF MP3 YT MP4 Procesamiento de datos ambientales: PDF MP3 YT MP4 Claudia Nuñez-Peniche Preguntas y respuestas PDF MP3 YT MP4 ACIDADA Claudia Nuñez-Peniche Presencia Preguntas y respuestas PDF MP3 YT MP4 ACIDADA Claudia Nuñez-Peniche PDF MP3 YT MP4 ACIDADA ACIDADA CLaudia Nuñez-Peniche PDF MP3 YT MP4 ACIDADA ACID		Datos ambientales – práctica	<u>PDF</u>	<u>MP3</u>	<u>YT</u>	MP4		Daniel Jiménez García
AOGCMs y diferencias entre worldclim y AOGCMs Datos de ambientes marinos y su dinámica PDF MP3 YT MP4 Marc Fernandez Preguntas y respuestas YT Todos Datos de sensores remotos PDF MP3 YT MP4 Tenlace Procesamiento de datos ambientales: preparación, reducción, selección Preguntas y respuestas YT MP4 Clauditle Claudia Nuñez-Peniche Procesamiento de datos ambientales: preparación, reducción, selección Preguntas y respuestas YT MP4 Clauditle Claudia Nuñez-Peniche Claudia Nuñez-Peniche MP3 YT MP4 Simões paper. Saupe paper Unidades de modelado PDF MP3 YT MP4 Simões paper. Saupe paper Unidades de modelado PDF MP3 YT MP4 A. Townsend Peterson Georeferenciación PDF MP3 YT MP4 Enlace Daniel Jiménez García Preguntas y respuestas YT Enlace Fernando Machado-Stredel Subconjuntos para evaluación PDF MP3 YT MP4 Enlace A. Townsend Peterson		Preguntas y respuestas			<u>YT</u>			Todos
AOGCMs Datos de ambientes marinos y su dinámica PDF MP3 YT MP4 Preguntas y respuestas Datos de sensores remotos PDF MP3 YT MP4 Procesamiento de datos ambientales: PPDF MP3 YT MP4 Procesamiento de datos ambientales: PPDF MP3 YT MP4 Procesamiento de datos ambientales: PPDF MP3 YT MP4 Claudia Nuñez-Peniche Claudia Nuñez-Peniche Preguntas y respuestas PDF MP3 YT MP4 Simões paper, Saupe paper Unidades de modelado PDF MP3 YT MP4 Preguntas y respuestas PDF MP3 YT MP4 PR4 Preguntas y respuestas PDF MP3 YT MP4 PR4 PR6 PR7 PNF MP4 PNF PNF PNF MP4 PNF PNF MP4 PNF		Datos de climas, con práctica en R	<u>PDF</u>	<u>MP3</u>	<u>YT</u>	<u>MP4</u>	<u>Enlace</u>	Angela Cuervo Robayo
Preguntas y respuestas Datos de sensores remotos PDF MP3 YT MP4 Procesamiento de datos ambientales: preparación, reducción, selección Preguntas y respuestas Relación a teoría de nicho ¿Qué son presencias y qué son ausencias? Unidades de modelado Preguntas y respuestas Relación a teoría de nicho ¿Qué son presencias y qué son ausencias? Unidades de modelado PDF MP3 YT MP4 POTENTA MP4 POT			PDF	MP3	YT	MP4		
Datos de sensores remotos PDF MP3 YT MP4 Procesamiento de datos ambientales: preparación, reducción, selección Preguntas y respuestas PDF MP3 YT MP4 PDF MP3 YT MP4 Claudia Nuñez-Peniche Claudia Nuñez-Peniche Presencia Relación a teoría de nicho ¿Qué son presencias y qué son ausencias? Unidades de modelado Preguntas y respuestas PDF MP3 YT MP4 A. Townsend Peterson Georeferenciación PDF MP3 YT MP4 Preguntas y respuestas Fuentes de datos PDF MP3 YT MP4 PREGUNTA PREGU		Datos de ambientes marinos y su dinámica	<u>PDF</u>	<u>MP3</u>	<u>YT</u>	<u>MP4</u>		
Procesamiento de datos ambientales: preparación, reducción, selección Preguntas y respuestas Datos de Presencia Relación a teoría de nicho ¿Qué son presencias y qué son ausencias? Unidades de modelado Preguntas y respuestas PDF MP3 YT MP4 Simões paper. Saupe paper Unidades de modelado PDF MP3 YT MP4 Octavio Rojas Soto PDF MP3 YT MP4 A. Townsend Peterson Georeferenciación PDF MP3 YT MP4 Enlace Daniel Jiménez García Preguntas y respuestas Control de calidad y reducción PDF MP3 YT MP4 Enlace Fernando Machado-Stredel Subconjuntos para evaluación PDF MP3 YT MP4 Enlace A. Townsend Peterson		Preguntas y respuestas			YT			Todos
Procesamiento de datos ambientales: preparación, reducción, selección Preguntas y respuestas Datos de Presencia Relación a teoría de nicho ¿Qué son presencias y qué son ausencias? Unidades de modelado Preguntas y respuestas PDF MP3 YT MP4 Simões paper. Saupe paper Octavio Rojas Soto PDF MP3 YT MP4 Preguntas y respuestas Fuentes de datos Georeferenciación PDF MP3 YT MP4 PREDIACE POTOMOS Control de calidad y reducción PDF MP3 YT MP4 PDF PDF PDF PDF MP3 YT MP4 PDF		Datos de sensores remotos	<u>PDF</u>	MP3	YT	<u>MP4</u>		
Preguntas y respuestas Presencia Relación a teoría de nicho ¿Qué son presencias y qué son ausencias? Unidades de modelado PDF MP3 YT MP4 Preguntas y respuestas PDF MP3 YT MP4 Preguntas y respuestas PDF MP3 YT MP4 PREGUNTAS Y RESPUESTAS PUENTAS DE MP3 YT MP4 POTENTAS DE MP3 YT MP4 PREGUNTAS Y RESPUESTAS POTENTAS Y RESPUESTAS PREGUNTAS Y RESP			PDF	<u>MP3</u>	<u>YT</u>	<u>MP4</u>		Claudia Nuñez-Penichet
Relación a teoría de nicho ¿Qué son presencias y qué son ausencias? Unidades de modelado Preguntas y respuestas Fuentes de datos Georeferenciación PDF MP3 YT MP4 Fuentas y respuestas y respu					<u>YT</u>			Todos
presencias y qué son ausencias? Unidades de modelado PDF MP3 YT MP4 Preguntas y respuestas Fuentes de datos Georeferenciación PDF MP3 YT MP4 Preguntas y respuestas PDF MP3 YT MP4 POCTAVIO Rojas Soto PDF MP3 YT MP4 A. Townsend Peterson PDF MP3 YT MP4 Preguntas y respuestas PDF MP3 YT MP4 PREDIACE Preguntas y respuestas PDF MP3 YT MP4 POCTAVIO ROJAS SOTO PDF MP3 YT MP4 POCTAVIO ROJAS P								
Unidades de modelado PDF MP3 YT MP4 Preguntas y respuestas Fuentes de datos Georeferenciación PDF MP3 YT MP4 Preguntas y respuestas PDF MP3 YT MP4 PREGUNTAS Y RESPUESTAS Preguntas y respuestas PDF MP3 YT MP4 PREGUNTAS Y RESPUESTAS POTENTIAL PROPERTIES POTENTAL PROPE			<u>PDF</u>	<u>MP3</u>	<u>YT</u>	<u>MP4</u>		Jorge Soberón
Fuentes de datos Georeferenciación PDF MP3 YT MP4 Enlace Daniel Jiménez García Preguntas y respuestas Control de calidad y reducción PDF MP3 YT MP4 Enlace Todos Control de calidad y reducción PDF MP3 YT MP4 Enlace Fernando Machado- Stredel Subconjuntos para evaluación PDF MP3 YT MP4 Enlace A. Townsend Peterson			<u>PDF</u>	<u>MP3</u>	<u>YT</u>	MP4	<u>очиро рирог</u>	Octavio Rojas Soto
Georeferenciación PDF MP3 YT MP4 Enlace Daniel Jiménez García Preguntas y respuestas YT Enlace Todos Control de calidad y reducción PDF MP3 YT MP4 Enlace Stredel Subconjuntos para evaluación PDF MP3 YT MP4 Enlace A. Townsend Peterson		Preguntas y respuestas			<u>YT</u>			Todos
Preguntas y respuestas YT Enlace Todos Control de calidad y reducción PDF MP3 YT MP4 Enlace Stredel Subconjuntos para evaluación PDF MP3 YT MP4 Enlace A. Townsend Peterson		Fuentes de datos	<u>PDF</u>	MP3	<u>YT</u>	MP4		A. Townsend Peterson
Control de calidad y reducción PDF MP3 YT MP4 Enlace Fernando Machado-Stredel Subconjuntos para evaluación PDF MP3 YT MP4 Enlace A. Townsend Peterson		Georeferenciación	<u>PDF</u>	<u>MP3</u>	<u>YT</u>	MP4	<u>Enlace</u>	Daniel Jiménez García
Subconjuntos para evaluación PDF MP3 YT MP4 Enlace A. Townsend Peterson		Preguntas y respuestas			<u>YT</u>		<u>Enlace</u>	Todos
Subconjuntos para evaluación <u>PDF MP3 YT MP4 Enlace</u> <u>A. Townsend Peterson</u>		Control de calidad y reducción	PDF	MP3	<u>YT</u>	<u>MP4</u>	<u>Enlace</u>	
Preguntas y respuestas YT Todos		Subconjuntos para evaluación	PDF	<u>MP3</u>	YT	<u>MP4</u>	<u>Enlace</u>	
		Preguntas y respuestas			YT			Todos

Visualización						
	Visualización de los datos ambientales	PDF MP3	<u>YT</u>	<u>MP4</u>	<u>Datos</u>	Daniel Jiménez García
	Intro a NicheA	PDF MP3	<u>YT</u>	MP4	<u>NicheA</u>	Luis Escobar
	NicheA: Práctica	PDF MP3	<u>YT</u>	MP4	<u>Datos</u>	Luis Escobar
	Preguntas y respuestas		<u>YT</u>		GeoDa, Enlace	
M y						
Configuración BAM						
BAIVI	Relación a teoría de nicho	PDF MP3	ΥT	MP4	<u>Enlace</u>	Carlos Yañez Arenas
	Estimados de M	PDF MP3	YT	MP4	Enlace	A. Townsend Peterson
	Limitantes en que se puede modelar y	PDF MP3	<u>YT</u>	<u>MP4</u>	<u>Enlace</u>	A. Townsend Peterson
	que no Preguntas y respuestas		YT		Enlace	Todos
	r regultas y respuestas				Lindoc	10003
Algorithmos						
7 agona anos	Relación a teoría de nicho	PDF MP3	ΥT	MP4		Jorge Soberón
	"The Good, The Bad, and the Ugly," "Un	PDF MP3	YT	MP4		A. Townsend Peterson
	Solo Dios" y balas de plata	<u>r Dr </u>		IVII 4		
	Preguntas y respuestas		ΥT			Todos
	Incertidumbre: introducción	PDF MP3	YT	MP4		A. Townsend Peterson
	Incertidumbre: conceptos básicos	PDF MP3	YT	MP4	<u>Enlace</u>	Enrique Martínez-Meyer
	Evaluación de incertidumbre	PDF MP3	YT	MP4		Marlon Cobos
	Selección de modelos, y control de sobreajuste en calibración	PDF MP3	<u>YT</u>	<u>MP4</u>		Robert Anderson
	Preguntas y respuestas		<u>YT</u>		Ebola, climate	Todos
					<u>models</u>	
English of Co.						
Evaluación	Relación a teoría de nicho	PDF MP3	ΥT	MP4		A. Townsend Peterson
	Datos para evaluación	PDF MP3	YT	MP4	Enlace	A. Townsend Peterson
	Probabilidad, favorabilidad e idoneidad	PDF MP3	YT	MP4		Jorge M. Lobo
	Preguntas y respuestas		YT		<u>Enlace</u>	Todos
	Validación, discriminación y calibración:	PDF MP3	<u>YT</u>	<u>MP4</u>		Jorge M. Lobo
	¿Cómo podemos validar un modelo? Evaluación no dependiente de un umbral	PDF MP3	YT	MP4	Enlace	A. Townsend Peterson
	(ROC y ROC parcial)	I DI MI S		1011 4	Lillace	A. IOWIISCIIU I CICISOII
	ROC parcial, teoría y práctica.	PDF MP3	<u>YT</u>	<u>MP4</u>		Luis Osorio Olvera
	Preguntas y respuestas		<u>YT</u>		<u>Enlace</u>	Todos
	Más sobre evaluación: umbrales, pruebas dependientes de umbral, rendimiento, etc.	PDF MP3	<u>YT</u>	<u>MP4</u>	<u>Enlace</u>	A. Townsend Peterson
	Preguntas y respuestas		<u>YT</u>		<u>Enlace</u>	Todos
Transferencia						
_	Transferencias 1	PDF MP3	<u>YT</u>	MP4	<u>Enlace</u>	A. Townsend Peterson
	Transferencias 2	PDF MP3	<u>YT</u>	MP4		Robert Anderson
	Pasado, presente, futuro	PDF MP3	<u>YT</u>	<u>MP4</u>		Enrique Martínez-Meyer
	Preguntas y respuestas		YT		<u>Enlace</u>	Todos
	Owens et al. – MOP y extrapolación	PDF MP3	YT	MP4	<u>Enlace</u>	A. Townsend Peterson
	Implementación de MOP	PDF MP3	YT VT	<u>MP4</u>		<u>Luis Osorio Olvera</u>
	Preguntas y respuestas		YT			Todos
Comparación	Relación a teoría de nicho	DDE MD2	VT	MDA	Enlace	A. Townsend Peterson
	Visualización de Modelos	PDF MP3 PDF MP3	<u>YT</u> <u>YT</u>	<u>MP4</u> <u>MP4</u>	<u>Enlace</u>	<u>Luis Escobar</u>
	Comparación de Modelos	PDF MP3	YT	MP4		Luis Escobar
	Preguntas y respuestas	<u>. D. IVII U</u>	YT	1411 7	Enlace	Todos
	J ,					

Aplicaciones						
•	Introducción a aplicaciones	<u>MP3</u>	<u>YT</u>	MP4		A. Townsend Peterson
	Estructura interna de nichos	PDF MP3	<u>YT</u>	<u>MP4</u>		Jorge Soberón
	Descubrir poblaciones	PDF MP3	<u>YT</u>	<u>MP4</u>		Octavio Rojas Soto
	Preguntas y respuestas		<u>YT</u>		<u>Enlace</u>	Todos
	Cambio de clima I	PDF MP3	<u>YT</u>	<u>MP4</u>		Angela Cuervo Robayo
	Cambio de clima II	PDF MP3	<u>YT</u>	<u>MP4</u>		Enrique Martínez-Meyer
	Preguntas y respuestas		<u>YT</u>			Todos
	Modelado de abundancias	PDF MP3	<u>YT</u>	MP4	<u>Enlace</u>	Carlos Yañez Arenas
	Planeación para conservación	PDF MP3	<u>YT</u>	MP4	<u>Enlace</u>	<u>Javier Nori</u>
	Preguntas y respuestas		<u>YT</u>			Todos
	Invasiones de especies	PDF MP3	<u>YT</u>	<u>MP4</u>		Andres Lira Noriega
	Mapeo de enfermedades	PDF MP3	<u>YT</u>	<u>MP4</u>	<u>Enlace</u>	Daniel Romero-Alvarez
	Preguntas y respuestas		ΥT		<u>Enlace</u>	Todos
Conclusiones						
Contolasiones	Mesa redonda con (casi) todos los instructores		YT		<u>Enlace</u>	Todos

curso, los videos fueron vistos en YouTube un aproximado de 64,000 veces, con un tiempo total de más de 12,500 horas de reproducción. Este formato también permitió que los materiales del curso estuviesen disponibles para descarga directa como archivos de video (.mp4) y audio (.mp3) acompañados de las presentaciones utilizadas (.pdf; Curso Modelado de Nicho Ecológico 2018). Anticipamos que debido a la diversidad de espectadores del curso, diferentes tipos de acceso iban a ser considerados como óptimos, por lo cual usamos diversos recursos digitales. En una encuesta de recapitulación del curso, con 354 participantes, 50.0% reportaron usar videos de YouTube como su modo de acceso, 19.2% descargaron archivos .mp4 y 2.2% usaron archivos .mp3. El 28.5% de los participantes descargó las diapositivas en formato .pdf como auxiliar a las presentaciones en archivo de audio o video.

Todos los estudiantes tuvieron la oportunidad de enviar preguntas a los instructores a través de un Formulario de Google, los instructores pudieron responder una porción de estas preguntas— las más comunes—al final de cada semana. A pesar de no ser respondidas en su totalidad, las preguntas fueron una manera útil de verificar la participación (i.e., participantes que enviaron preguntas más de 11 semanas) y también para averiguar lo entendido o parcialmente asimilado por la audiencia en las presentaciones (Fig. 1). Al final del curso contamos aproximadamente 6,200 preguntas; un patrón consistente en la inquietud de los participantes del curso fue la selección de las variables ambientales necesarias para calibrar los modelos de nicho. Las preguntas frecuentes fueron: Cuáles variables usar? y Cómo seleccionarlas?

¿Cuántas usar? Además, un tema de interés común fue la evaluación de la transferencia de modelos hacia otras regiones o períodos, que son aplicaciones de estas herramientas para evaluar zonas de riesgo para especies invasoras y potenciales efectos del cambio climático, respectivamente. Otro tema particularmente dominante en las preguntas de los participantes, fue sobre la selección del algoritmo ideal para utilizar en los distintos estudios (Fig. 1).

Hasta donde sabemos, este material curricular representa el conjunto más exhaustivo de recursos de entrenamiento para el campo disponible en cualquier idioma. El grupo de instructores representó diversas



Figura 1. Palabras más frecuentes encontradas en las preguntas de los participantes del curso de Modelado de Nicho Ecológico.

áreas del conocimiento de la ecología distribucional, permitiendo abarcar una diversidad considerable de temas y herramientas. Consideramos que el curso fue efectivo, con base en la diversidad de países representados por instructores y participantes, el alto número de participantes y su compromiso al atender a la mayoría de las sesiones semanales. Así, proponemos que esta estructura de educación puede ser empleada por otras disciplinas para facilitar la educación de acceso libre y a distancia, facilitando la trasferencia de tecnología e información hacia (y entre) países en desarrollo. Por su forma modular, este curso se puede actualizar y evolucionar, según los intereses y deseos de los miembros de la comunidad. Los videos de las presentaciones son accesibles en internet de forma gratuita, y pueden ser actualizados y mejorados a través del tiempo; además, esperamos la participación de la comunidad global para la traducción de los materiales generados en este curso a otros idiomas.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al resto de los miembros del Grupo de Modelado de Nicho Ecológico de la Universidad de Kansas por su aporte y asistencia. Las presentes contribuciones representan difusión científica por parte de varias instituciones y agencias de financiamiento (incluyendo U.S. NSF DBI-1661510 para R.P. Anderson y Virginia Tech Startup Funds para L.E. Escobar).

LITERATURE CITED

- Anderson, R. P. 2012. Harnessing the world's biodiversity data: Promise and peril in ecological niche modeling of species distributions. Annals of the New York Academy of Sciences 1260:66-80.
- Anderson, R. P. 2015. El modelado de nichos y distribuciones: No es simplemente "clic, clic, clic". Biogeografía 8:4-27.
- Andrewartha, H. G., and L. C. Birch. 1964. The Distribution and Abundance of Animals. University of Chicago Press, Chicago.
- Araújo, M. B., and A. Guisan. 2006. Five (or so) challenges for species distribution modelling. Journal of Biogeography 33:1677-1688.
- Elith, J., C. H. Graham, R. P. Anderson, M. Dudik, S. Ferrier, A. Guisan, R. J. Hijmans, F. Huettmann, J. R. Leathwick, A. Lehmann, J. Li, L. G. Lohmann, B. A. Loiselle, G. Manion, C. Moritz, M. Nakamura, Y. Nakazawa, J. M. Overton, A. T. Peterson, S. J. Philips, K. Richardson, R. Scachetti-Pereira, R. E. Scha-

- pire, J. Soberon, S. Williams, M. S. Wisz, and N. E. Zimmermann. 2006. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. Ecography 29:129-151.
- Franklin, J. 2010. Mapping Species Distributions: Spatial Inference and Prediction. Cambridge University Press, Cambridge.
- Guisan, A., W. Thuiller, and N. E. Zimmermann. 2017. Habitat Suitability and Distribution Models: with Applications in R. Cambridge University Press, Cambridge.
- Guisan, A., and N. Zimmermann. 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. Ecological Modelling 135:147-186.
- Jiménez-Valverde, A., J. M. Lobo, and J. Hortal. 2008. Not as good as they seem: The importance of concepts in species distribution modelling. Diversity and Distributions 14:885-890.
- Mateo, R. G., Á. M. Felicísimo, and J. Muñoz. 2011. Modelos de distribución de especies: Una revisión sintética. Revista Chilena de Historia Natural 84:217-240.
- Nix, H. A. 1986. A biogeographic analysis of Australian elapid snakes. Pp. 4-15 *in* R. Longmore, ed. Atlas of elapid snakes of Australia. Australian Government Publishing Service, Canberra.
- Peterson, A. T. 2014. Mapping Disease Transmission Risk. Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Peterson, A. T., and K. Ingenloff. 2015. Biodiversity Informatics Training Curriculum, version 1.2. Biodiversity Informatics 10:65-74.
- Peterson, A. T., J. Soberón, R. G. Pearson, R. P. Anderson,
 E. Martínez-Meyer, M. Nakamura, and M. B. Araújo.
 2011. Ecological Niches and Geographic Distributions. Princeton University Press, Princeton.
- Peterson, A. T., J. Soberón, and V. Sánchez-Cordero. 1999. Conservatism of ecological niches in evolutionary time. Science 285:1265-1267.
- Pulliam, H. R. 2000. On the relationship between niche and distribution. Ecology Letters 3:349-361.
- Qiao, H., X. Feng, L. E. Escobar, A. T. Peterson, J. Soberón, G. Zhu, and M. Papeş. 2018. An evaluation of transferability of ecological niche models. Ecography 42:521-534.
- Radosavljevic, A., and R. P. Anderson. 2014. Making better Maxent models of species distributions: Complexity, overfitting and evaluation. Journal of Biogeography 41:629-643.
- Soberón, J., L. Osorio-Olvera, and A. T. Peterson. 2017. Diferencias conceptuales entre modelación de nichos y modelación de áreas de distribución. Revista Mexicana de Biodiversidad 88:437-441.

- Soberón, J., and A. T. Peterson. 2005. Interpretation of models of fundamental ecological niches and species' distributional areas. Biodiversity Informatics 2:1-10.
- Soto, M., M. J. Angulo, O. L. Garduño, and M. Hernández. 1984. Bioclimatología y computación interactiva. Ciencia y Desarrollo 59:153-161.
- Udvardy, M. D. F. 1969. Dynamic Zoogeography. Van Nostrand Reinhold Company, New York.
- Varela, S., R. G. Mateo, R. García-Valdés, and F. Fernández-González. 2014. Macroecología y ecoinformática: Sesgos, errores y predicciones en el modelado de distribuciones. Revista Ecosistemas 23:46-53.
- Zhu, G.-P., and A. T. Peterson. 2017. Do consensus models outperform individual models? Transferability evaluations of diverse modeling approaches for an invasive moth. Biological Invasions 19:2519-2532.