

Modelamiento de Distribuciones Geográficas de Especies Endémicas

La conservación de las especies de plantas y animales depende en parte del conocimiento que tengamos del lugar donde viven. Por más de doscientos años los biólogos han realizado inventarios de campo para mapear la distribución de plantas y animales. Sin embargo nuestra comprensión de la distribución de la mayoría de las especies, sobre todo en Perú y Bolivia, se encuentra aún incompleta debido al tiempo y costo que implica el trabajo de campo.

El desarrollo de computadoras de alta velocidad así como software de mapeo geográfico nos permite ahora modelar la distribución de una especie en particular analizando las características ambientales de sus localidades conocidas. Estos modelos matemáticamente definidos pueden luego ser combinados con restricciones conocidas basadas en la historia de vida de la especie para predecir en qué otros lugares podría ocurrir. Una serie de datos ambientales son utilizados como insumo para estos modelos matemáticos, algunos de los cuales hace muy poco se encuentran ampliamente disponibles. Estos incluyen modelos digitales de terrenos (representando elevación e inclinación), uso actual del suelo, y capas de datos digitales para precipitación, temperatura y otros factores climáticos.

Los modelos generados en esta forma cuantitativa son mucho más detallados que los conocidos polígonos de distribución de especies que aparecen en las guías de campo. El análisis de estos datos ayudará a ubicar con exactitud centros de endemismo para diferentes tipos de organismos, así como a identificar concentraciones de especies endémicas que ocurren fuera del sistema actual de áreas protegidas. Una parte importante del proyecto es lograr que estos mapas se encuentren disponibles libremente de manera que cualquiera pueda utilizarlos en sus propios análisis.

PASOS PARA MODELAR ZONAS DE DISTRIBUCIÓN

Aunque los científicos y los matemáticos han desarrollado docenas de algoritmos para predecir zonas de distribución de especies, todo puede ser resumido en dos pasos comunes. Primero, determinar el tipo de ambiente donde se encuentra la especie y luego predecir que la especie ocurre en cualquier lugar donde se presente ese tipo de ambiente. Entre mejor se haya definido la relación entre la especie y el ambiente, mejor será la predicción. También, datos ambientales más precisos pueden permitir una predicción más detallada. Para mejorar la precisión, los modeladores han expandido el proceso incluyendo los siguientes pasos.

DEFINICIÓN DE LA RELACIÓN ESPECIE-AMBIENTE

Los modeladores han determinado dos formas importantes de definir esta relación. Los modelos **deductivos** se basan en el conocimiento existente sobre los lugares donde una especie tiende a ocurrir. Por ejemplo, es posible que se sepa que una especie en particular ocurre en bosques primarios entre 1900-2250 metros de elevación en la Cordillera de Vilcabamba. En el caso de los modelos **inductivos**, una computadora establece la relación con base en el ambiente encontrado en las localidades donde los investigadores de campo han documentado la ocurrencia de la especie. Los modelos deductivos son especialmente útiles para especies conocidas en pocas localidades. Los modelos inductivos pueden brindar relaciones especie-ambiente muy detalladas para especies conocidas en muchas localidades.

UTILIZACIÓN DEL MODELO ESPACIAL

En este paso se procede a buscar entre los datos ambientales los lugares que calzan con la relación especie-ambiente ya establecida. Generalmente se empieza dividiendo el área de estudio en una cuadrícula y asignando valores a las vari-

ables ambientales en cada celda. Debido a que las celdas en la cuadrícula pueden ser tan pequeñas como 1km cuadrado (o incluso menos en algunos casos), el proceso resulta a menudo intensivo en recursos de computación para áreas de estudio extensas como la que estamos enfocando en este momento. El modelo espacial identifica cuál de las celdas en la cuadrícula presenta condiciones ambientales

continúa en la próxima página



*Especie endémica de anfibio; *Eleutherodactylus mercedesae*.
Foto por Steffen Reichle.*

que calzan con aquellas identificadas en el primer paso como importantes para la especie en cuestión. Ahora necesitamos producir un mapa de los lugares donde ocurren estas celdas.

REVISIÓN DE ESPECIALISTAS

El mapa preliminar resultante puede sobrepredicir o subpredicir los lugares donde ocurre una especie. Las interacciones interespecíficas, como competencia, depredación o enfermedad pueden evitar que una especie ocurra en algunas áreas. Por este motivo es importante la revisión del mapa por un especialista. Además, con base en los errores del mapa preliminar, el especialista puede sugerir una mejora en la relación especie-ambiente. En este caso es posible ajustar el modelo y correrlo nuevamente.

Existen muchos tipos diferentes de datos ambientales disponibles, así como de programas de modelamiento. El arte al correr estos modelos reside en elegir las capas ambientales más apropiadas para la especie en cuestión y el tipo de modelos que sacan el mayor provecho de los datos disponibles.

EL ENFOQUE DE NATURESERVE AL MODELAMIENTO DE DISTRIBUCIONES

En el caso de este proyecto que se enfoca en el mapeo de especies endémicas de la ladera oriental de los Andes en Perú y Bolivia, procederemos a (a) identificar especies meta, (b) compilar datos de localidades de estas especies, (c) definir una escala de trabajo, (d) seleccionar un conjunto de capas de datos ambientales para modelamiento, (e) elegir una clase apropiada de modelo para definir las relaciones especie-ambiente, (f) correr modelos preliminares y (g) refinar distribuciones modeladas con base en la retroalimentación obtenida de especialistas.

ESPECIES META

Hemos decidido trabajar con todas las especies de los taxones seleccionados que sean endémicas del área de estudio más un amortiguamiento de 50 kilómetros en cada dirección. Los grupos taxonómicos son aves, mamíferos, anfibios y 15 familias y géneros de plantas vasculares. No estamos trabajando en otros grupos de animales debido a la falta de compilaciones de línea base que nos permitan determinar rápidamente cuáles son endémicas del área de estudio. Elegimos los grupos de plantas meta con base en que eran relativamente bien conocidas en ambos países y que juntos, los grupos tienen centros de diversidad en cada uno de los tipos principales de hábitats que ocurren en el área de estudio.

DATOS DE LOCALIDADES

Estamos trabajando con herbarios y museos de historia natural en Perú y Bolivia así como en los Estados Unidos para compilar listas de todas las localidades donde se han recolectado especímenes de estas especies. Para las aves y los mamíferos grandes también estamos utilizando datos de registro confiables. Debido a que la mayor parte de la

información de localidades existente presenta únicamente el nombre del lugar donde el espécimen fue colectado, una parte importante de nuestro trabajo incluye la utilización de mapas e índices geográficos para georreferenciar o asignar coordenadas geográficas a cada una de estas localidades.

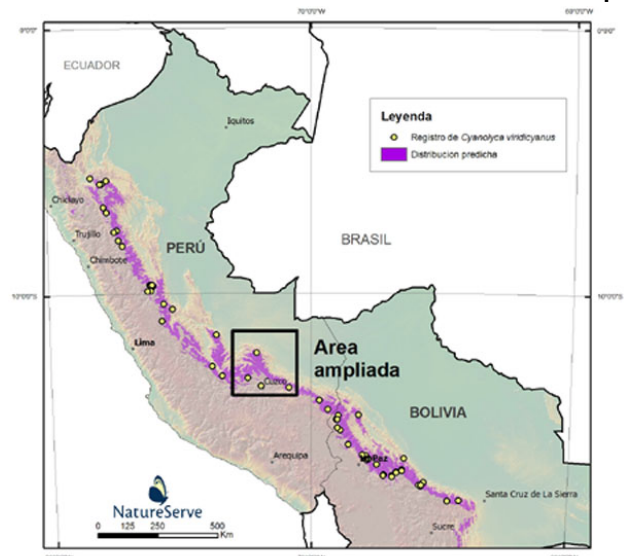
CAPAS DE DATOS AMBIENTALES

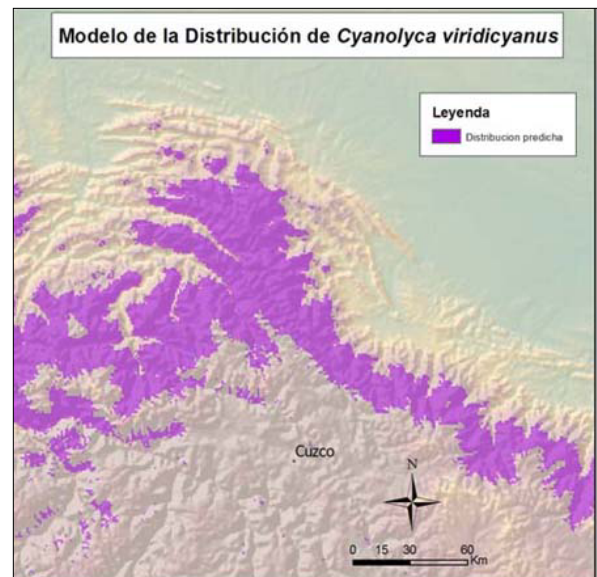
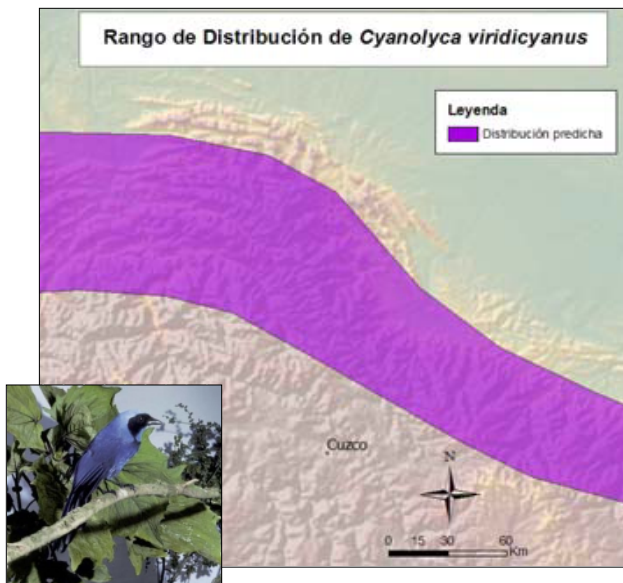
Aunque existen muchos datos ambientales de alta calidad para algunas partes del área de estudio, requerimos datos disponibles para la región completa con el fin de modelar especies que ocurren en diferentes lugares. Por esta razón hemos elegido datos de conjuntos de datos globales incluyendo SRTM (datos de elevación digital), WorldClim (datos climáticos) y MODIS (imágenes de sensor remoto para el monitoreo de la cobertura terrestre). Considerando la precisión de los datos de localidades y la escala de los datos ambientales disponibles, hemos decidido modelar utilizando cuadrículas con celdas de un kilómetro cuadrado.

MODELOS

Las especies meta varían en la cantidad de localidades en las que son conocidas, pero debido a que todas las especies meta son endémicas, por definición la mayoría son conocidas en pocas localidades. Para especies conocidas en menos de ocho o diez localidades resulta muy difícil generar un modelo especie-ambiente preciso utilizando métodos inductivos. Por lo tanto utilizaremos como variables ambientales modelos deductivos con elevación, tipo de cobertura terrestre y posiblemente suelos en el caso de plantas. Para determinar cuáles modelos inductivos funcionan mejor con las especies andinas conocidas en más de diez localidades estamos colaborando con el Dr. Kazuya Naoki de la Universidad Mayor San Andrés (La Paz) para probar el desempeño de BIOCLIM, DOMAIN, GARP, regresión logística y Máxima Entropía en una muestra de especies de plantas y animales andinos.

Mapa preliminar de la distribución de *Cyanolyca viridicyanus* realizado a través del modelamiento con máxima entropía





Cyanolyca viridicyanus / Foto por © J. Dunning/VIREO.

Fuentes de datos de localidades para *Cyanolyca viridicyanus*:

Armonia, Colección Boliviana de Fauna, Carnegie Museum, Delaware Museum of Natural History, Louisiana State University Museum of Zoology, Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional San Marcos, Museum of Vertebrate Zoology, United States National Museum, Yale Peabody Museum, Lane & Pequeño 2004, Schulenberg et al. 2001.

MODELOS PRELIMINARES

Estamos colaborando con científicos de la Universidad Mayor San Marcos (Lima) y el Centro de Datos para la Conservación de Perú (Lima) para correr modelos con los datos de animales. Todavía estamos esperando determinar las características de los datos de localidades de plantas para decidir cómo proceder con estos modelos.

Para refinar los mapas modelados hemos pedido a curadores en varios museos de historia natural y herbarios que revisen nuestros resultados y hagan sugerencias sobre la manera en que podemos mejorar los mapas.

Más Información sobre Modelamiento de Áreas de Distribución

Fuentes de Datos Ambientales

MODIS. Índices de vegetación y productos de datos de campos de vegetación continuos

(<http://edcdaac.usgs.gov/modis/dataproducts.asp>)

Worldclim. Datos meteorológicos para el mundo

(<http://biogeo.berkeley.edu/worldclim/worldclim.htm>)

SRTM. Datos digitales de elevación (<http://srtm.csi.cgiar.org>)

Para Mayor Información sobre Modelos

Elith, J., and Burgman, M. A. 2003. Habitat models for PVA. In: *Population Viability in Plants. Conservation, Management and Modeling of Rare Plants*. Editors: Brigham C.A. and Schwartz M.W. Springer-Verlag, New York : pp.203-235.

Guisan, A., and Zimmermann, N. E. 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modeling* 135:147-186.

Guisan and Thuiller. 2005. Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecology Letters* 8: 993-1009.

Mejorando la Calidad de los Datos de Especies en la Región

Como parte del proceso para desarrollar la base de datos de plantas, los curadores y técnicos están revisando y corrigiendo las identificaciones de los especímenes en el herbario. Los catálogos de los museos están siendo digitalizados. Las localidades están siendo georreferenciadas y esta información está siendo incorporada a las bases de datos institucionales. En Bolivia, la Lic. Julieta Vargas Mattos, Jefe del área de Mastozoología de la Colección Boliviana de Fauna, visitó el campo con un GPS para georreferenciar las localidades de mamíferos pequeños. Con el fin de agregar los datos de especímenes de la colección de mamíferos en el Centro de Biodiversidad y Genética de Cochabamba, Vargas se ofreció como voluntaria para confirmar las identificaciones y digitalizar los datos de estos especímenes en Cochabamba. En casos como estos, el proyecto se beneficia aumentando los datos disponibles para modelamiento, mientras las instituciones locales se benefician limpiando y mejorando las bases de datos para futuros proyectos científicos y de conservación.



Arriba: Dr. Kazuya Naoki.

Abajo: Ejemplares de mamíferos en la Colección Boliviana de Fauna.

Fotos por Bruce Young.

Noticias: Proyecto Andes-Amazonia

SIMPOSIO INTERNACIONAL DE MODELOS DE PREDICCIÓN PARA LA DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES ANDINAS

NatureServe organizó un simposio público con el fin de aprender sobre las experiencias de otros científicos que han modelado distribuciones de especies andinas y compartir esta información con la comunidad científica y conservacionista regional. El simposio, realizado en Lima el 26 de septiembre de 2005, contó con la participación de 80 personas. Los ponentes eran: Dolores Armenteras, Inst. von Humboldt, Colombia; Robin Caballero, Fundación Amigos de la Naturaleza, Bolivia; Ron Eastman, Clark U., EEUU; Pilar Hernández y Bruce Young, NatureServe; Kazuya Naoki, U. Mayor San Andrés, Bolivia; Juan Parra, U. California, Berkeley, EEUU; Florencia Sangermano, Clark

U., EEUU; y Carolina Tovar, CDC-Perú. Para más información dirigirse a: www.natureserve.org/AndesAmazon.

COMPARTIENDO DATOS REGIONALMENTE

Los colegas del Herbario Nacional de Bolivia están aprovechando los datos digitales generados por el proyecto Andes-Amazonia para el "Taller de Entrenamiento para el Manejo de Categorías de Criterios de la Lista Roja de la IUCN" patrocinado por UNEP/GEF y la Fundación PUMA, realizado en febrero del 2006. Para más información: lpb.dir@accelerate.com

PLAN PILOTO DE VISTA EN PERÚ

Para un análisis local de planificación y conservación seleccionamos un municipio Peruano para realizar un plan piloto de Vista, una herramienta para la toma de decisiones (www.natureserve.org/vista). Un equipo



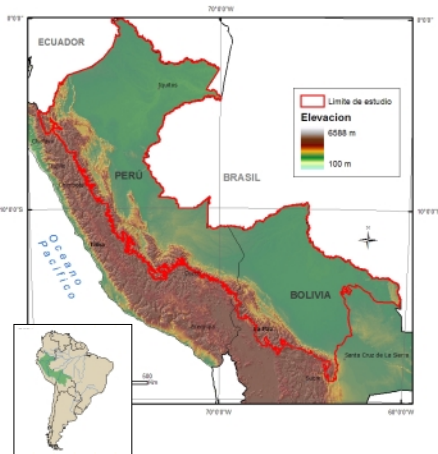
Equipos de mapeo de Bolivia, Perú, y E.E.U.U., juntos para conciliar métodos del campo en San Ramón, Perú. / Foto por Wanderley Ferreira.

de NatureServe e IIAP va a visitar el Alto Mayo en el departamento de San Martín en febrero.

MAPEO DE SISTEMAS ECOLÓGICOS

Los equipos de CDC-La Molina, IIAP, y Gonzalo Navarro y Wanderley Ferreira siguen en campo tomando muestras de sistemas para mejorar y evaluar los mapas de sistemas ecológicos. Se ha planificado sobrevuelos durante el mes de febrero para recoger datos en áreas inaccesibles.

DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES ENDÉMICAS Y MAPEO DE SISTEMAS ECOLÓGICOS EN LA CUENCA AMAZÓNICA



ÁREA DE ESTUDIO

Nuestro proyecto se compone de:
1) Identificar la distribución de especies de flora y fauna endémica y las concentraciones de estas especies.
2) Mapear sistemas ecológicos terrestres para toda la región de estudio.
3) Aplicar una herramienta de apoyo de decisiones que indique las mejores opciones para conservar los recursos en un contexto conflictivo.

Para más información dirigirse a:
www.natureserve.org/AndesAmazon

INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Asociación Armonía
Centro de Biodiversidad y Genética de la Universidad Mayor de San Simón
Centro de Datos para la Conservación (CDC) de la Universidad Nacional Agraria La Molina
Colección Boliviana de Fauna
Fundación Amigos de la Naturaleza
Fundación Herencia
Herbario Nacional de Bolivia
Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP)
Missouri Botanical Garden
Museo de Historia Natural de la Universidad Mayor de San Marcos
Muchas otras colecciones de historia natural han contribuido datos al proyecto

Boletín del Proyecto Andes-Amazonia

es publicado por NatureServe con el apoyo de la Fundación Gordon and Betty Moore. Un agradecimiento especial a Ana María Piza por sus servicios de traducción.

© 2006 NatureServe

Próximo Boletín No. 3

"El Uso de una Herramienta de la Toma de Decisiones en la Cuenca Amazónica."

Envíe sus comentarios, preguntas y opiniones a:
Coordinadora del Proyecto
jennifer_swenson@natureserve.org
tel USA 703.908.1889
Jennifer Swenson

NatureServe

Una organización conservacionista dedicada a proveer información y herramientas útiles para guiar acciones de conservación eficientes.

NatureServe

1101 Wilson Blvd., 15th Floor
Arlington, Virginia, USA 22209
tel 703.908.1800
fax 703.908.1917
www.natureserve.org

