



1^{er}

SIMPOSIO DE BIOGEOGRAFÍA ECUATORIANA:
CAMBIO CLIMÁTICO, BIODIVERSIDAD Y ECOSISTEMAS AMENAZADOS





El conocimiento de la diversidad y biogeografía de la flora y fauna ecuatoriana ha sido tema de estudio y análisis vertiginoso en las últimas décadas, con la evidente inclusión de herramientas novedosas de investigación, desde el uso de análisis moleculares hasta la aplicación de modelos computacionales de vanguardia. Por otro lado, el efecto del cambio climático, la pérdida de cobertura vegetal y los diversos factores antrópicos característicos del paisaje ecuatoriano, son actualmente considerados como insumos primarios en el desarrollo de propuestas de manejo y conservación de las especies, y los ecosistemas donde éstas se distribuyen.

Atendiendo esta problemática, la Fundación EcoCiencia y la Universidad Tecnológica Indoamérica organizaron el I Simposio de Biogeografía ecuatoriana: Cambio climático, biodiversidad y ecosistemas amenazados”, durante los días 21 y 22 de septiembre del 2015, con el objetivo de reunir a los diferentes investigadores que trabajan en el campo de la biogeografía, para analizar el estado actual de la disciplina en Ecuador, crear un foro para presentar recientes contribuciones, y debatir las implicaciones de la conservación y manejo de ecosistemas en un contexto de cambio climático y modificación del paisaje.

Convencidos que espacios como estos son indispensables para el debate académico en el Ecuador y en la región, el evento contó con la participación de expositores nacionales e internacionales, además de un panel de discusión final. A través del Simposio se creó un espacio de intercambio de conocimiento en aquellos interesados en la biogeografía ecuatoriana, constituyendo un estímulo para jóvenes y futuras generaciones de investigadores que aspiramos sea replicado regularmente en Ecuador.



Las Listas Rojas de ecosistemas: un estándar global que destaca lo particular

María A. Oliveira-Miranda^{1,2}, Jon Paul Rodríguez^{1,2,3,4} y David A. Keith^{2,3,5}

¹Provita, Caracas, Venezuela

²IUCN Commission on Ecosystem Management, Gland, Switzerland

³IUCN Species Survival Commission, Gland, Switzerland

⁴Centro de Ecología, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Caracas, Venezuela

⁵Centre for Ecosystem Science, University of New South Wales, Sydney, New South Wales, Australia

⁶New South Wales Office of Environment and Heritage, Hurstville, New South Wales, Australia

La evaluación de los ecosistemas, hábitats tipo o comunidades ecológicas ha sido una preocupación en el mundo de la conservación desde hace varias décadas. En ese sentido, se han desarrollado diversas propuestas para la elaboración de listas rojas de ecosistemas o listas de ecosistemas amenazados, en especial en los últimos 20 años. Sin embargo, las mismas, con mucha frecuencia, mezclan el análisis de riesgo con la priorización de áreas para la conservación. En 2007 se avanzó en la búsqueda de una herramienta que separara estos dos enfoques y, al mismo tiempo, fuera cuantitativa y aplicable en los diferentes tipos de ambientes. Para el desarrollo de esa herramienta, el cual tuvo lugar en el marco de experiencia de la UICN, se consideró el conocimiento acumulado en más de 50 años de trabajo y aplicación de la Lista Roja de Especies Amenazadas. Luego de varios años de trabajo, en 2013 se publican los fundamentos científicos de lo que vendría a convertirse, en mayo de 2014, en el estándar global de la UICN para la elaboración de la Lista Roja de Ecosistemas (LRE). Se trata de un protocolo probado en ecosistemas terrestres, marinos, dulceacuícolas y subterráneos. El mismo está centrado en la evaluación del riesgo para un determinado ecosistema de perder sus características distintivas desde el punto de vista biológico

y físico, así como sus condiciones de funcionamiento; es decir, estima su riesgo de colapso, asociado a umbrales cuantitativos. Su aplicación requiere la existencia de una definición operativa de los ecosistemas a evaluar, la cual represente el complejo de organismos y su entorno físico en una región geográfica definida. De esta manera, la clasificación o tipología a emplear debe incorporar la biota que caracteriza o diferencia cada unidad, en un contexto abiótico particular, sus interacciones y su ubicación espacial. Este enfoque lleva implícito la consideración de aspectos biogeográficos, así como de especificidad ambiental que permiten considerar y evaluar la gran diversidad ecosistémica a lo largo de los continentes, y entre ellos. En ese sentido, las clasificaciones o tipologías anidadas o jerárquicas permiten recuperar las diferencias a nivel continental, nacional o a escalas más detalladas, dando cuenta de las particularidades producto de la heterogeneidad espacial y siendo transparente al momento de integraciones de orden global. De esta forma se responde tanto a necesidades de gestión municipal, estatal y estatal, así como a políticas de orden internacional. Las LRE constituyen una herramienta para el conocimiento del estado de la biodiversidad en períodos de tiempo relativamente cortos y además facilita su monitorización.

Filogeografía de las aves andinas de Ecuador y su importancia para la conservación

Elisa Bonaccorso¹, David A. Prieto-Torres², Angela Parody-Merino²,
Carlos A. Rodríguez-Saltos¹, Nora Oleas-Gallo¹, Nicolás Penafiel¹

¹Centro de Investigación de la Biodiversidad y Cambio Climático,
Universidad Tecnológica Indoamérica

²Master Oficial en Biodiversidad en Áreas Tropicales y su Conservación.
Universidad Internacional Menéndez Pelayo, Santander, España
Centro de Modelado Científico de la Universidad del Zulia. Facultad
Experimental de Ciencias. Maracaibo, Venezuela

La filogeografía, entendida como la disciplina que estudia las relaciones filogenéticas en el contexto geográfico, tiene el potencial de explicar el trayecto evolutivo que conecta las dinámicas poblacionales con la generación de linajes independientes y nuevas especies. En este proceso, las barreras geográficas juegan un papel preponderante, promoviendo procesos de aislamiento entre poblaciones, ya sea por procesos de vicarianza o por dispersión. En este trabajo, se presenta una compilación de análisis originales del efecto de las barreras geográficas sobre los patrones de distribución y la genética de las poblaciones a lo largo de los Andes ecuatorianos. Esta compilación trata de cubrir el gradiente altitudinal de la región, incluyendo estudios que van desde los páramos hasta el bosque subtropical. Los resultados son diversos para cada región y reflejan

cómo el grado de conectividad entre zonas altitudinales tiene un efecto sobre la conectividad genética entre las poblaciones. En las zonas de páramos se observa una bajísima diferenciación genética entre poblaciones. En la zona de bosque andino alto, se observa una posible fluidez genética entre cordilleras, con una abrupta diferenciación entre las poblaciones al norte y al sur de la zona más baja de los Andes, al sur del país. En la zona subtropical se observa una potencial separación entre las laderas de las cordilleras y complejidad en las zonas bajas del sur del país. Finalmente, se discute cómo el estudio de la estructura genética de las poblaciones a lo largo de los Andes ecuatorianos, puede informar las estrategias de conservación que tomen en cuenta esta diversidad, así como los procesos que la mantienen.

Ranas de cristal: evolución, diversificación y conservación

Juan Manuel Guayasamin¹

¹Centro de Investigación de la Biodiversidad y Cambio Climático (BioCamb) e Ingeniería en Biodiversidad y Recursos Genéticos, Facultad de Ciencias de Medio Ambiente, Universidad Tecnológica Indoamérica, Machala y Sabanilla, Quito, Ecuador EC170103.

El presente estudio resume el trabajo realizado en las ranas de cristal (familia Centrolenidae) durante los últimos 10 años, incorporando resultados publicados, así como avances inéditos relacionados a la filogenia de este grupo de anfibios. Tomando como referencia un árbol evolutivo que incorpora aproximadamente el 80% de las especies descritas en la familia, se discuten los escenarios de origen, especiación, evolución de caracteres y diversidad críptica. También se realiza una evaluación del estado de conservación de las especies del Ecuador, resaltando las variables que más las amenazan. Entre los resultados principales se incluyen

los siguientes: (i) las ranas de cristal tienen su origen evolutivo en América del Sur, desde donde se han dispersado varias veces a América Central; (ii) en los Andes, la diversidad del grupo se explica principalmente por el tiempo que cada los linajes tienen para especiarse; (iii) existen pocos cambios de nicho en los distintos géneros, lo que resalta la importancia de la especiación alopátrica, combinada con el conservatismo de nicho en la diversificación de este grupo de anfibios. También se enfatizan los altos niveles de diversidad críptica descubiertos principalmente en especies andinas.

Dinámica de los ecosistemas y su respuesta al cambio climático y procesos antropogénicos en los Andes del Sur del Ecuador en el Pleistoceno tardío

Fernando Rodríguez R.¹

¹Instituto Nacional de Biodiversidad,
Ministerio del Ambiente del Ecuador, Ecuador

Los Andes ecuatorianos albergan ecosistemas con la más alta biodiversidad sobre la tierra. Información sobre la dinámica de los ecosistemas en el pasado es necesaria para entender, conservar y manejar los ecosistemas, y su biodiversidad. Los resultados presentados en este resumen son el producto de tres muestras de sedimentos, Rabadilla de Vaca (RV) a 3244 m de altura y Valle Pequeño (VP) a 3200 m de altura, ambas en la parte central del Parque Nacional Podocarpus (PNP), y Lagunas Natosas (LNB) a 3495 m de altura, al sur del PNP. Con base en análisis de polen, esporas y partículas de carbón se revelan cambios en la vegetación durante los últimos 16,000 años. Así, durante el Pleistoceno tardío (15,930 – 11,660 cal yr BP), la vegetación de páramo dominó el área, y la presencia de *Plantago rigida* sugiere condiciones ambientales frías y húmedas, las mismas que disminuyeron drásticamente durante el último período glacial, especialmente durante el “Younger Dryas”, un período frío (hace 12,800 a 11,500 años). El límite superior del bosque (UFL) probablemente fue más bajo que en la actualidad. Entre 11,660 y 4280 cal yr BP, ocurrió una marcada reducción de cobertura de páramo, y una expansión de la vegetación de subpáramo (arbusto enano leñoso). Al sur del PNP, se evidenció un cambio altitudinal del UFL hacia arriba. En este sitio se evidencia por primera vez la presencia de grandes extensiones de *Polylepis* en la región de la Depresión Andina. Alrededor de 4200 cal yr BP el regreso a condiciones climáticas frías y húmedas lo que favoreció la expansión de los páramos. El Holoceno tardío hasta el presente se caracteriza por la continua fluctuación entre vegetación de páramo y subpáramo.

Sin embargo, alrededor de los 1200 cal yr BP, vegetación de subpáramo fue frecuente, lo que sugiere un incremento moderado en temperatura y humedad al igual que en el área central del Podocarpus. En el área sur después de los 800 cal yr BP, el incremento de vegetación de páramo indica condiciones más húmedas y redujo la posibilidad de crecimiento de bosque. En el sur del PN Podocarpus durante el Holoceno tardío, *Polylepis* estuvo casi ausente debido a condiciones más húmedas y fuegos (incendios) frecuentes. Aunque, restos de partículas de carbón indican la presencia humana desde hace más de 4000 años, la máxima concentración de partículas de carbón indica alta frecuencia de fuegos desde 1800 hasta 1600 cal yr BP y desde 600 a 400 cal yr BP.

Se concluye que el fuego favoreció la expansión de vegetación de páramo en detrimento de la vegetación de subpáramo y bosque montano alto. El fuego probablemente tuvo un rol importante en el control de los cambios del límite del bosque durante el Holoceno tardío. Sin embargo, es difícil establecer si cambios en las condiciones del clima también tuvieron un rol importante durante este período. Los fuegos se presentaron a distintos momentos entre los diferentes sitios, esto sugiere que existió influencia antropogénica. Es posible inferir cambios a nivel regional ocasionados por la variabilidad de clima; sin embargo, condiciones locales como temperatura, precipitación, vientos, radiación solar y geomorfología, también tienen un impacto fuerte en los patrones de la vegetación, los mismos que pueden determinar la estructura, heterogeneidad y distribución de los ecosistemas.

Biogeografía del Neotrópico: Estado actual y perspectivas

Juan J. Morrone¹

¹Museo de Zoología “Alfonso L. Herrera”, Departamento de Biología Evolutiva, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Apartado Postal 70-399, 04510 Ciudad de México, México

La región Neotropical corresponde a los trópicos del Nuevo Mundo, en el sur y centro de México, las Antillas y la mayor parte de América del Sur. Posee 53 provincias biogeográficas, agrupadas en la zona de transición Mexicana (áreas montañosas del centro y sur de México y norte de América Central), la subregión Antillana (Antillas y Bahamas), la subregión Brasileña (sur y centro de México, América Central y noroeste de América del Sur; incluye los dominios Mesoamericano, Pacífico, Brasileño Boreal y Brasileño Austral), la subregión Chaqueña (sudeste de América del Sur; incluye los dominios del Sudeste Amazónico, Chaqueño y Paranaense) y la zona de transición

Sudamericana (Andes desde el oeste de Venezuela hasta el norte de Chile y noroeste y centro-oeste de la Argentina). Desde la perspectiva de la biogeografía evolutiva, la identificación de biotas/ áreas de endemismo — implícitas en una regionalización—constituye una etapa inicial del análisis. Las biotas están integradas por subconjuntos bióticos, denominados cenocrones, para cuya identificación es preciso examinar taxones particulares dentro un contexto filogenético y geográfico más amplio, procediendo a la datación de linajes. A partir del reconocimiento de estos cenocrones y su dispersión es posible comprender el modo que las biotas se han ensamblado.

De la autoecología a la sinecología: reconstrucción de los ecosistemas terrestres a partir de modelos individuales de nichos ecológicos

Octavio R. Rojas Soto¹ & David A. Prieto-Torres^{1,2}

1. Red de Biología Evolutiva, Laboratorio de Biogeografía, Instituto de Ecología, A. C., km 2.5, carretera antigua a Coatepec, El Haya, Xalapa, Veracruz, México. CP 91070.

2. Eje BioCiencias, Centro de Modelado Científico (CMC), Universidad del Zulia, CP 4004, Av. Universidad calle No 65, Maracaibo, Estado Zulia, Venezuela

Desde hace muchos años, se han desarrollado sistemas de clasificación para el reconocimiento y estudio de la naturaleza. Esta dinámica de clasificación ha llevado al ser humano a la búsqueda de unidades ecológico-evolutivas a diferentes niveles, desde unidades organizacionales simples como los genes y los individuos, pasando por las poblaciones y las especies, hasta unidades más complejas como son las comunidades y ecosistemas. Sin embargo; el reconocimiento de cada una de estas unidades plantea múltiples retos conceptuales y metodológicos para su definición y delimitación, poniendo en tela de juicio la propia existencia de algunas de estas unidades biológicas.

La definición de las comunidades y los ecosistemas ha sido abordada desde la perspectiva de las interacciones ecológicas, así como de la historia y evolución de sus grupos taxonómicos. Recientemente, el modelado de comunidades representa un enfoque alternativo a la perspectiva de fisionomía (composición y abundancia de plantas) para la reconstrucción de los ecosistemas. Sin embargo, el reto de modelar comunidades enteras, así como los ecosistemas, sigue siendo controversial y se necesitan más investigaciones para entender qué factores son importantes para la

definición de estas unidades; y cómo pueden afectar los patrones ecológicos y geográficos de distribución de estas entidades.

En este trabajo hemos planteado la reconstrucción de comunidades (sinecología) a partir del modelado de nichos ecológicos de especies individuales (autoecología), con el fin de realizar reconstrucciones climáticas de dos ecosistemas terrestres. Este enfoque propone el análisis estadístico de las especies co-distribuidas en un espacio ambiental y asume que los patrones de co-ocurrencia de las especies capturan las interacciones bióticas significativas con importancia en la conformación de sus distribuciones. Para evaluar estos puntos, nos hemos centrado en la reconstrucción y definición de los patrones ecológicos-geográficos de dos ecosistemas altamente amenazados en México: el Bosque Mesófilo de Montaña y el Bosque Seco Tropical. Específicamente analizamos el rendimiento predictivo de las reconstrucciones obtenidas mediante la suma acumulativa de modelos de especies, las diferencias entre las estrategias de modelado empleadas, así como los aspectos teóricos y las implicaciones del uso de este nuevo enfoque en otras aplicaciones, como lo es el cambio climático futuro sobre las dinámicas de respuesta de los artificialmente llamados ecosistemas.

El “MASTER CHEF” de las distribuciones: descripción de los principales algoritmos usados para modelar la distribución potencial de las especies

Rosario Landgrave¹ y Octavio Rojas²

¹Red de Biología Evolutiva, Laboratorio de Biogeografía, Instituto de Ecología, A. C., km 2.5, carretera antigua a Coatepec, El Haya, Xalapa, Veracruz, México. CP 91070.

En la actualidad no se puede concebir la vida diaria sin las computadoras, incluso los niños son súper-usuarios, como si literalmente “nacieran con ellas”. Usamos programas para leer nuestros correos, para interactuar en las redes sociales, usar hojas de cálculo y los procesadores de texto, etc. Sin embargo, los creadores de estos programas tuvieron que diseñar por escrito, con diagramas (la receta), las tareas que debían ejecutar dichos programas; lo que en informática se conoce como “algoritmo”; el cual se define como el conjunto ordenado de pasos a seguir para realizar una tarea. El ejemplo más simple de un algoritmo es una receta de cocina. En los últimos años, se han desarrollado programas para entender el nicho ecológico de una especie y su representación sobre la superficie terrestre; a lo que se le ha llamado ENM (modelos de nicho ecológicos por sus siglas en inglés) o SDM (modelos de distribución de especies por sus siglas en inglés). Los datos de entrada (los ingredientes) para los SDM son: (1) un conjunto de ocurrencias (registros de presencia de una especie de interés representada a través de coordenadas geográficas lat-long) está presente, aunque en

algunos casos se requieren de registros de ausencias; y (2) las condiciones ambientales que caracterizan una región. De los datos de entrada hay mucho que analizar, por ejemplo su calidad, cantidad, representatividad, etc. De la misma manera, “la salida” también debe ser analizada considerando la calidad y el impacto ecológico. La salida de estos programas (el platillo) es un mapa de la región en formato de celdas. Cada celda tendrá un valor de 1 o 0 si las condiciones ambientales son adecuadas o no para la especie. Incluso algunos SDM entregan en cada celda la probabilidad de que las condiciones ambientales sean adecuadas para la especie. El objetivo de esta plática es meterse hasta la cocina cuando tenemos muchos algoritmos (o chefs) invitados; en este caso los diferentes programas utilizados son: BIOCLIM (Bioclimate Analysis), DOMAIN, GARP (Genetic Algorithm for Ruleset Prediction), MaxEnt (Maximum Entropy), GLM (Generalized Linear Models) y SVM (Support Vector Machines), y la idea es compartir con cada algoritmo tanto la cocina como las recetas sin la dureza matemática, pero respetando las ideas principales de los modeladores.

Evaluación integral del estado de conservación de los ecosistemas Amazónicos de Ecuador

H.Mauricio Ortega-Andrade¹, Karima López De Vargas-Machuca², Paulina Romero¹, Paola Pulupa¹, Andrea Shuguli³, Silvia Salgado¹, Esteban Guevara³ y Pablo Moreno³.

¹Proyecto de Ecosistemas Amenazados de Ecuador. Fundación EcoCiencia, Pasaje Estocolmo E2- 166 y Av. Amazonas, Quito, Ecuador

²Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica, Proyecto de Ecosistemas Amenazados de Ecuador. Fundación EcoCiencia, Pasaje Estocolmo E2- 166 y Av. Amazonas, Quito, Ecuador

³Consultor independiente

La Cuenca Alta Amazónica está experimentando procesos de rápida transformación social y económica, con un aumento en obras de infraestructura y extracción de los recursos bióticos-abióticos de forma acelerada, sin advertir las implicaciones al mediano y largo plazo sobre sus servicios ecosistémicos. En este contexto, analizamos el estado de conservación y amenazas de 34 ecosistemas amazónicos ecuatorianos, evaluando el efecto del cambio climático y pérdida de hábitat, a través de los siguientes procesos: 1) Generación de una base de datos geo-referenciada y modelos ecológicos de nicho para especies clave de anfibios, aves, mamíferos y árboles representativos de los ecosistemas amazónicos; 2) identificación y valoración del impacto de las amenazas de los ecosistemas bajo escenarios de cambio climático y tendencias de deforestación histórico-actual y a futuro; y, 3) generación de espacios de validación y discusión de la metodología y resultados. Los mapas de especies clave se basaron en el modelamiento ecológico de

664 especies de árboles, 252 especies de aves, 192 especies de mamíferos y 121 de anfibios. Los modelos ecológicos proyectados a escenarios futuros de estas especies demuestran que las zonas Andinas tienen una mayor sensibilidad al cambio climático. Al integrar estos modelos con los de deforestación, y siguiendo los criterios de la Lista Roja de Ecosistemas de la UICN, se determina un total de 26 ecosistemas amenazados (en peligro crítico, en peligro o vulnerables), localizados principalmente en las tierras bajas del sur de la Amazonía, estribaciones y zonas alto-Andinas del oriente de Ecuador. Finalmente, aportamos con herramientas de información espacial y ecológica, como son las bases de datos, mapas y metodologías, que permitirán la toma de decisiones sobre la conservación, diseño y aplicación de estrategias de manejo en aquellos ecosistemas identificados como amenazados. Esta investigación fue financiada por USAID y la Iniciativa para la Conservación en La Amazonía Andina (ICAA).

Complemento metodológico para la evaluación integral de las categorías de amenaza de los ecosistemas amazónicos de Ecuador

Karima López De Vargas-Machuca¹, Paulina Romero², Paola Pulupa², Silvia Salgado², Esteban Guevara³, Pablo Moreno³, Andrea Shugulí³ y H.Mauricio Ortega-Andrade²

¹Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica, Proyecto de Ecosistemas Amenazados de Ecuador. Fundación EcoCiencia, Pasaje Estocolmo E2- 166 y Av. Amazonas, Quito, Ecuador

²Proyecto de Ecosistemas Amenazados de Ecuador. Fundación EcoCiencia, Pasaje Estocolmo E2- 166 y Av. Amazonas, Quito, Ecuador

³Consultor independiente

Las actividades de origen antropogénico han causado alteraciones graves en los ecosistemas naturales a lo largo de la historia, y continúan modificando los patrones de biodiversidad en todo el mundo. Por tanto, es primordial la evaluación del grado de amenaza de los ecosistemas para su categorización y comprensión, y de esta forma poder tomar medidas precautelares. La UICN ha desarrollado una metodología estandarizada para diagnosticar los riesgos que atañen a los ecosistemas a través de indicadores de pérdida de la cobertura vegetal, sus características bióticas, procesos ecológicos y probabilidades de colapso ecosistémico. Bajo esta perspectiva, y siguiendo los parámetros y criterios propuestos por la UICN, describimos un complemento

metodológico mediante 1) la relación de una línea base de datos y selección de especies clave, 2) generación de Modelos de Nicho Ecológico (MNE) en el presente y proyectados a escenarios futuros del año 2050, considerando tanto el cambio climático como la pérdida de hábitat, 3) modelos de amenazas y 4) una validación que integre datos de distintas fuentes de información que complemente la evaluación de Lista Roja de Ecosistemas (LREc). Desde esta visión integradora, identificamos áreas prioritarias de conservación para la Amazonía ecuatoriana. Los resultados obtenidos proveen de una herramienta integral metodológica para contribuir en la toma de decisiones y estrategias de manejo de los ecosistemas y su conservación.