



Verificando un modelo predictivo de distribución para anfibios en Bolivia

¹Miguel Fernandez, ²Dr. Healy Hamilton ³Dr. Steffen Reichle, ⁴Dr. Don Wilson, ⁴Dr. Ron Heyer and ⁴Dr. Roy McDiarmid

¹Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia MIGUEL_F_T@HOTMAIL.COM

²California Academy of Science hhamilton@CalAcademy.Org

³Universität Bonn, Germany

⁴National Museum of Natural History, Smithsonian Institution, Washington DC

Abstract

Over the past hundred years, the human population has increased from one to six billion human beings. As a result, the pressure to squeeze this little planet of ours for more food, water, and fuel has increased. Therefore, managing the limited natural resources of the Earth has emerged as perhaps the most crucial problem faced by humanity. Fortunately, technologies are now becoming widely available that may allow us to feed and power the growing population without destroying the very environment that sustains us in the process. With this technology we have started to measure virtually everything on Earth and how these things change over time. Analyzed with special databases called Geographic Information Systems (GIS), these measurements help us to understand what's happening all around us and even make predictions for areas where there is a lack of information.

To provide politicians and decision-makers in Bolivia with useful and fast information as to which places need protection due to their high biodiversity, it is necessary to understand the patterns of distribution of different taxa. This project focuses on a predictive model developed from a GIS database, using information obtained about Bolivian amphibians based on Bolivian collections. This will assist in making a decision on whether or not to protect a specific area. However, testing is required to know if the predictions we developed about the environment reflect reality. In order to test this model, a group of frogs was chosen as a focus group. Using a source of information that was not used to build the model (National Museum of Natural History collection and a revisionary study made by Dr. Ron Heyer); the localities for ten species were mapped and overlaid on the model. The results indicate that two levels of improvement are needed to characterize biodiversity distribution in Bolivia: 1) All available museum data should be used to develop predictive distributions for each species; 2) The various GIS layers now available for climate, soils, and vegetation are inaccurate and/or out of date and need to be improved.

Resumen

En los últimos cien años la presión humana sobre los recursos de nuestro planeta se ha incrementado. Como consecuencia el manejo de estos limitados recursos se ha convertido en un problema crucial para la humanidad. Afortunadamente tecnologías que nos permitirán alimentar y proveer de energía a la creciente población, sin destruir el ambiente que nos sostiene en el proceso, están mucho más disponibles que antes. Con estas nuevas herramientas hemos empezado a medir virtualmente todo en la tierra, como se mueve y como cambia en el tiempo. Alimentadas en bases de datos espaciales o también conocidas como Sistemas de Información Geográfica (SIG), estas medidas nos ayudan a entender que esta sucediendo al rededor de nosotros e incluso hacer predicciones sobre áreas donde existe muy poca o ninguna información.

Para proveer a políticos y tomadores de decisiones en Bolivia con información rápida y útil sobre que lugares necesitan protección debido a su elevada biodiversidad, es necesario entender los patrones de distribución de diferentes taxas. Un modelo predictivo de distribución ha sido desarrollado utilizando información de colecciones en Bolivia. Este modelo ayudara en la decisión de proteger o no una determinada área. Sin embargo, se requiere una verificación para saber si el modelo refleja la realidad. Con el objetivo de verificar este modelo, un grupo de anfibios fue escogido, utilizando una fuente de información que no fue utilizada en el modelo (NMNH) y un estudio de revisión realizado por Ron Heyer las localidades para 11 especies fueron mapeadas en Arc View® y sobrepuestas a los modelos de distribución. Los resultados indican que dos niveles de implementación son necesarios para la caracterización de la distribución de la biodiversidad en Bolivia: 1) Todos datos disponibles en museos deben ser utilizados para desarrollar modelos predictivos de distribución para cada especie. 2) Los mapas base o layers disponibles sobre clima, suelo y vegetación son inexactos por lo que necesitan ser puestos al día.

Palabras clave: conservación, anfibios, Bolivia, modelo predictivo de distribución

Introducción

Los recursos para la conservación siempre han sido limitados, por lo que para maximizar los beneficios de cualquier acción es aconsejable focalizar las más altas prioridades. Mucho de la práctica de conservación implica la realización de juicios sobre la importancia relativa de diferentes áreas a rangos de diferentes escalas. El objetivo puede ser por ejemplo: que países pueden ser prioridades para la conservación, o determinar que áreas dentro de un país son las mas

importantes, que parte dentro de un área es mas importante para la creación de reservas, o tal vez incluso a una escala mucho mas local: decidiendo que parte de un área debe ser utilizada para la creación de un campamento o un parqueo para automóviles.

La importancia de conservar un área es típicamente determinada por su relevamiento de biodiversidad, y como la unidad básica de la biodiversidad puede ser considerada la especie. El relevamiento es realizado principalmente averiguando que especies están presentes y en algunos casos la abundancia de algunas especies clave. A creación de una lista de especies no es sin embargo un proceso fácil y barato. Se ha estimado que la creación de una lista de plantas superiores y vertebrados de 40 km² en cualquier área protegida de Australia cuesta 60 mil dólares (Balmford et al., 2000), y un inventario de Hymenopteros u otra taxa similar cuesta entre uno y dos mil dólares por especie (Gould, 1990). Es aquí donde surge la pregunta: ¿Cómo usar la información y recursos disponibles, para proveer la mejor evaluación de las prioridades en conservación antes de realizar cualquier evaluación in situ?

2. Metodología

1.1. ¿Por qué anfibios?

Un problema enorme surge de la dificultad de comparar grupos, si la variación de esfuerzo provee una mayor contribución al número de especies determinado por sitio, Por lo que es mejor utilizar grupos bien estudiados como por ejemplo las aves o grandes mamíferos donde la variación de esfuerzo de muestreo parece ser menos crítica (Sutherland, 2000) en nuestro caso escogimos una familia de anfibios con bastante información y con un status taxonómico relativamente ideal, para disminuir la variación de esfuerzo de muestreo tratamos de usar la mayor cantidad de datos disponible.

Entre las otras razones por las que la familia Leptodactylidae fue escogida esta que: los anfibios en general son muy sensibles a contaminantes y productos tóxicos de origen humano (Blaustein, 2003). También se han encontrado interesantes correlaciones entre la disminución de algunas poblaciones de anfibios y cambios en el clima (temperatura y humedad) (Carey, 2003). Se ha reconocido también su alta sensibilidad a la perdida de hábitat sin embargo las fluctuaciones naturales de las poblaciones nos hacen necesarios análisis mas objetivos de las poblaciones (Storfer, 2003).

Tampoco debemos dejar a un lado la disponibilidad de los modelos de distribución para cada especie de la familia, provistos por Steffen Reichle, ya que sin estos, no se podría haber realizado la verificación.

De las más de 87 especies de la familia Leptodactylidae que ocurren en Bolivia solo 23 están representadas en la colección del NMNH con más de 400 especímenes colectados. Para estos ~400 especímenes se verifico el estatus taxonómico y se georeferenció las localidades. A partir de la información de latitud y longitud de los especímenes se discrimino los datos separando las especies que tenían más de dos localidades diferentes. La lista disminuyo a 13 especies de las cuales solo 11 tenían los modelos de distribución desarrollados:

Leptodactylus rhodonotus
Pleuroderma cinerea
Eleutherodactylus cruralis
Pleuroderma marmorata
Eleutherodactylus fenestratus
Adenomera hylaedactyla
Leptodactylus chaquensis
Leptodactylus elenae
Leptodactylus fuscus
Leptodactylus leptodactyloides
Leptodactylus petersii

Leptodactylus podicipinus *
Physalaemus cuvieri *

*Especies sin modelos de distribución hasta la fecha de publicación del presente trabajo

Posteriormente la información de latitud y longitud fue transformada a grados decimales y vaciada a una base de datos en Excel®. Esta base de datos fue recuperada en Arc View® y mapeada utilizando el mismo mapa de límites utilizado en los modelos de distribución. Se creó un mapa diferente para cada especie en cuestión y este fue comparado con los modelos de distribución creados por Steffen Reichle para cada especie.

3. Resultados

Figura 1 *Leptodactylus chaquensis* datos del MNHN (izquierda); Modelo de distribución para la especie (derecha)

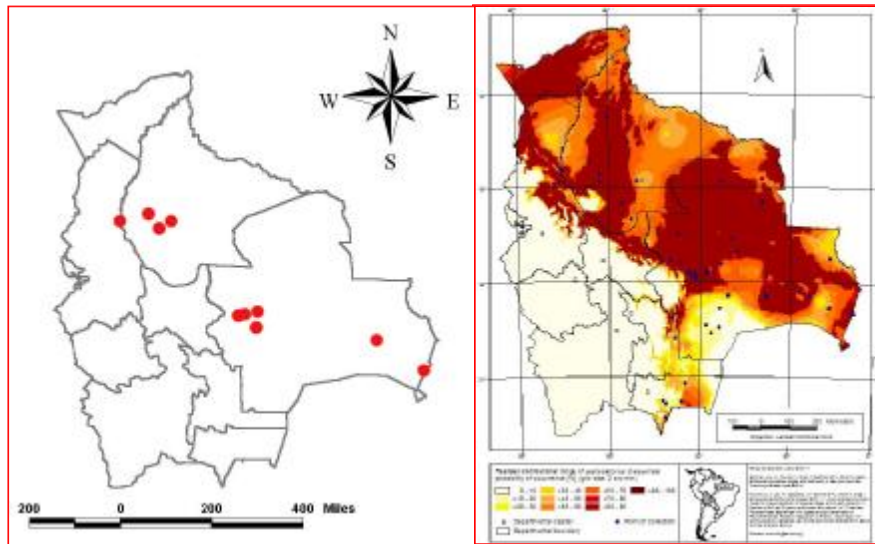


Figura 2 *Eleutherodactylus cruralis* datos del MNHN (izquierda); Modelo de distribución para la especie (derecha)

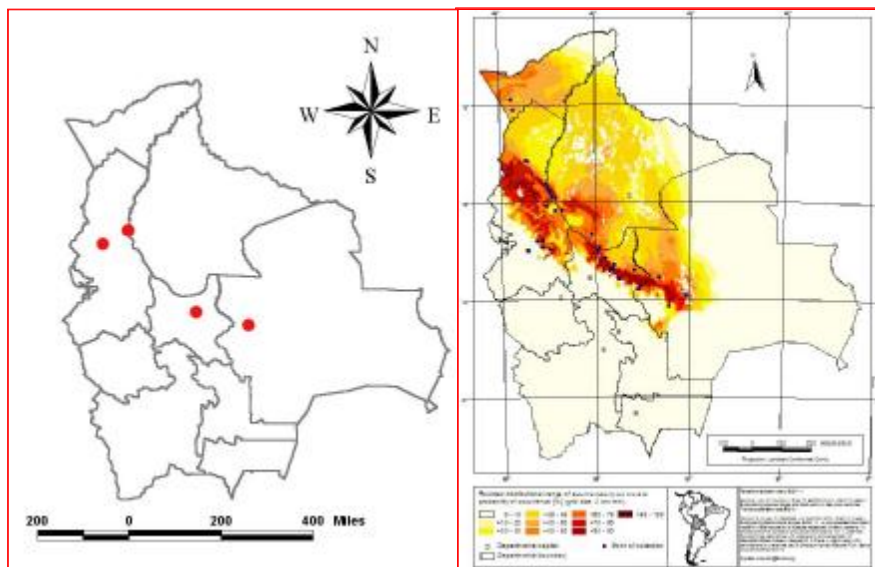


Figura 3 *Pleuroderma marmorata* datos del MNHN (izquierda); Modelo de distribución para la especie (derecha)

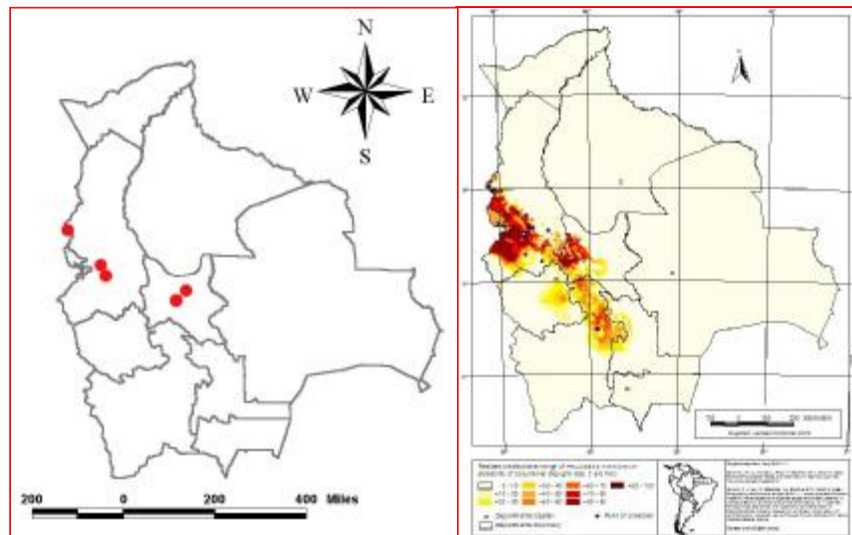
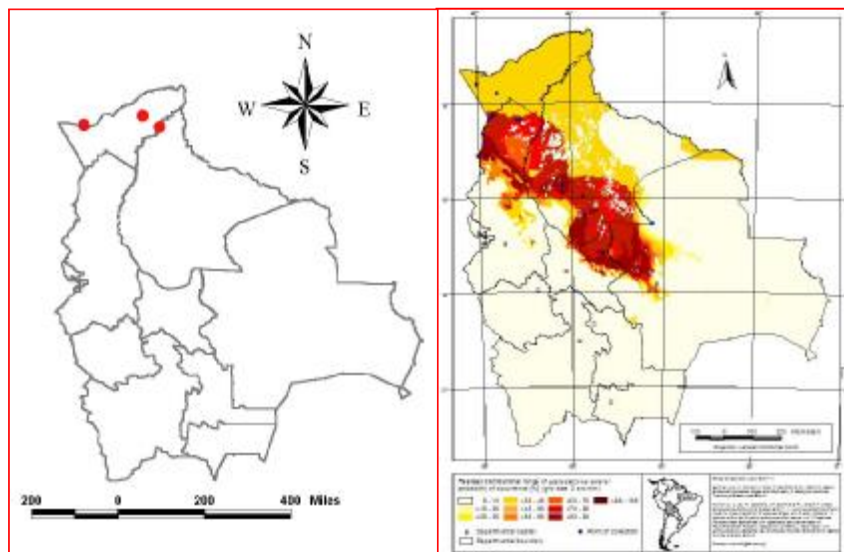


Figura 4 *Leptodactylus petersii* datos del MNHN (izquierda); Modelo de distribución para la especie (derecha)



El caso de *Leptodactylus chaquensis* y *Eleutherodactylus cruralis* (Fig. 1 y 2) es un ejemplo claro de como todas las localidades de especímenes obtenidas de MNHN caen dentro de zonas de alta probabilidad de ocurrencia de la especie de acuerdo al modelo. Los datos georeferenciados dentro de este proyecto podrían ser añadidos al modelo y así incrementar la capacidad predictivas de este, sin embargo la variación predictiva del modelo antes y después de su incorporación será mínima, y sin consecuencias importantes, de todas maneras estos datos refuerzan y apoyan el modelo.

No en todos los casos el ajuste entre nuestras localidades y las zonas de alta probabilidad de ocurrencia de la especie fue tan bueno: *Pleuroderma marmorata* (Fig. 3) es un ejemplo de cuando nuestras localidades caen en zonas de baja probabilidad de ocurrencia de la especie, de todas maneras esto puede deberse a un error debido al esfuerzo de muestreo. Un ejemplo mas dramático aun es el de *Leptodactylus petersii* (Fig. 4) en el que todas las localidades están en

zonas de muy baja probabilidad de la especie dando a pensar que es probable que no solo se trate de una especie sino de un complejo de especies reunidas bajo el mismo nombre.

Conclusiones

El familia Leptodactylidae ha sido considerada como el “basurero” de los taxonomos (Heyer com pers.), y es muy posible que por que es imposible identificar diferencias morfológicas entre diferentes especímenes de colecciones en muchos casos estemos tratando con complejos de especies en vez de una sola. Por lo que para mejorar la situación taxonómica del grupo sugerimos un estudio de filogenia molecular usando muestras de especímenes que caen en zonas de alta probabilidad y muestras de especímenes de zonas de baja probabilidad.

A nivel de caracterización de distribuciones de biodiversidad en Bolivia, los resultados obtenidos indican que dos niveles importantes son necesarios:

- 1) Todos los datos disponibles en museos deben ser incorporados en el desarrollo de modelos predictivos de distribución.
- 2) Los mapas bases o layers disponibles sobre clima y vegetación son incompletos y necesitan ser puestos al día para poder ser utilizados en proyectos como este.

Agradecimientos

Agradezco especialmente a mis asesores y coautores: Dr. Healy Hamilton, Dr. Ron Heyer, Dr. Roy McDiarmid y Dr. Don Wilson por su apoyo durante todo el proyecto. A Steffen Reichle por sus comentarios, sugerencias y por proveer los modelos de distribución. A Steve Gotte, por sus comentarios. Y finalmente a Natural Science Fundation y Smithsonian Institution por la oportunidad de desarrollar este proyecto bajo el Programa de Entrenamiento para Investigación 2003.

Referencias

- Balmford A., et al., 2000**, “Integrating cost of conservation into international priority settings”, *Conservation Biology*, 14:597-605.
- Blaustein, A., Romansic J., Kiesecker, J., Hatch, A., 2003**, “Ultraviolet radiation, toxic chemicals and amphibian population declines”, *Diversity and Distributions* (2003) 9, 123-140
- Carey, C. & Alexander M., 2003**, “Climate change and amphibian declines, Is there a link?”, *Diversity and Distributions* (2003) 9, 111-121
- Gould S.J., 1990**, “The golden rule-a proper scale of our environmental crisis”, *Natural History*, 1990 (9):24-30.
- Heyer, R. (1994)**: Variation within the *Leptodactylus podicipinus-wagneri* Complex of Frogs (Amphibia: Leptodactylidae), *Smithsonian Contributions to Zoology*, Number 546, Smithsonian Press, Washington D.C.
- Paynter, R., 1992**, “Ornithological Gazetteer of Bolivia”, Bird Department, Museum of Comparative Zoology, Harvard University
- Reichle, S. (stet 2003)**: Diversity, Distribution and Conservation status of the Amphibians of Bolivia. PhD. Thesis Rheinische Friedrichs-Wilhelm Universität Bonn, Germany.
- Storfer, A., 2003**, “Amphibians declines: future directions”, *Diversity and Distributions* (2003) 9, 151-163
- Sutherland, W., 2000**, “The Conservation Handbook”, Cambridge Press, England.