



Factores geográficos y determinantes de la distribución de la flora en las áreas naturales protegidas de Bolivia: un modelo predictivo de la riqueza de especies en un territorio

Geographic and determining factors of the distribution of the flora in the natural protected areas of Bolivia: a predictive model of the wealth of species in a territory

Sazcha Marcelo Olivera Villarroel¹ y Hakna Ferro Azcona^{2*}

Palabras clave: distribución de flora, factores geográficos, Bolivia

Keywords: distribution of the flora, geographic factors, Bolivia

Recibido: 15/09/2011

Aceptado: 02/02/2012

RESUMEN

El trabajo de investigación abordó la temática de la distribución de la flora en áreas naturales protegidas, a través del desarrollo de un modelo predictivo que da pautas sobre el efecto de las características geográficas y climáticas en la diversidad florística existente en áreas protegidas de Bolivia. Para ello utilizó el análisis de regresión en su versión múltiple para conocer las sinergias existentes entre los diferentes factores analizados y la distribución de la flora. Como resultado principal se obtuvo un modelo funcional que permite predecir el potencial de especies de la flora.

ABSTRACT

The subject of distribution of the flora in natural protected areas is developed through a predictive model. This model identifies the geographical and climatic factors that govern the distribution of the flora in the natural protected areas of Bolivia. For this purpose, the analysis of multiple regressions is used since this method permits to explore the interactions between these factors and the distribution of the flora. This functional model is the principal result which allows the prediction of the potential number of species of the flora.

* Autor para correspondencia.

hakna@snap.cu haferro@ecosur.edu.mx

¹ Universidad Autónoma Metropolitana
Avenida Constituyentes 1054, Col. Lomas Altas, Delegación Miguel Hidalgo, México, D. F., C. P. 11950, Tel. 9177 6650.
Universidad Mayor de San Simón, Instituto de Estudios Sociales y Económicos - IESE. Edificio IESE, Campus

Universitario Central, prolongación calle Jordán (este)
Cochabamba - Bolivia.

² Centro Nacional de Áreas Protegidas
Calle 18 No. 4114 e/ 41 y 47, Playa. C.P. 11300, Cuba
El Colegio de la Frontera Sur
Carretera Villahermosa-Reforma km 15.5, Ranchería Guineo, sección II CP 86280 Villahermosa, Tabasco, México

INTRODUCCIÓN

Los procesos de extinción de especies debido a las presiones ejercidas por las actividades humanas, constituyen uno de los conflictos ambientales más difíciles que debe enfrentar actualmente la humanidad (Wilson, 1998). Ante este hecho las estrategias de protección de la diversidad de especies deben sustentarse en evidencias científicas que avalen no sólo la importancia de este recurso para la humanidad, sino que también se ocupen de cuantificarla en forma eficiente (Lobo, 2000).

Afectar la naturaleza, de hecho, repercute en forma directa en nuestra forma de vida como humanidad. De esta manera, se requiere tener el conocimiento sobre aquellos factores que determinan la diversidad biológica de una región; ya que esto nos permite, como sociedad, conservar y manejar los recursos existentes en ella, no sólo desde una perspectiva utilitarista, sino como condicionante para nuestra existencia como sociedad y cultura.

Desde esta perspectiva, se requiere analizar las condiciones para la existencia de una mayor o menor diversidad biológica en una región específica. Actualmente la comunidad científica sólo posee respuestas aproximadas sobre los procesos que generan y mantienen la diversidad biológica en una región. Ver la influencia de los diferentes factores geográficos en la diversidad de la flora en una región determinada, es un primer paso para plantear políticas de manejo de la diversidad de flora de una región. Estas políticas deben buscar la interrelación existente entre los factores que condicionan la existencia de la flora en un territorio y las actividades humanas, con ello se podría estimar los efectos del accionar humano en otras regiones donde la actividad humana es latente.

El objetivo del presente trabajo es desarrollar un modelo para la diversidad biológica existente en las áreas naturales protegidas (ANP's) de Bolivia a fin de identificar *a priori* áreas que puedan considerarse prioritarias para la conservación de especies y focalizar políticas de protección.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del Área de Estudio

Bolivia se encuentra entre los 9° y 23° LS, tiene una precipitación anual que varía entre los 80 y los 5 000 mm de precipitación pluvial y altitudes desde 80 y los 6 500 m snm. El tamaño de las áreas protegidas de Bolivia están entre los 17 000 a 3 500 000 ha. Las áreas protegidas de Bolivia cubren 14% del territorio y 16 de las 17 ecoregiones comprendidas en su territorio (SERNAP, 2001).

Hacia un modelo predictivo de la riqueza de especies en un territorio de Bolivia

El Análisis de Regresión Múltiple (ARM) fue el método empleado en la presente investigación, dada su versatilidad y facilidad de aplicación (Lobo, 2000). El ARM puede usar información de tipo temporal o de corte transversal poseyendo, como método, múltiples opciones para desarrollar la estimación de los modelos de acuerdo a las características de los datos a partir de los cuales se desarrollará el estudio del fenómeno a analizar (Yamane, 1973; Greene, 2003).

Con la modelación de una teoría como la distribución y riquezas de especies es necesario expresar y evaluar supuestos e hipótesis del fenómeno estudiado en forma conjunta. Hacer la misma en forma individual sesga la posible estimación de los parámetros y puede llegar a obviar información que es importante incorporar.

Se utilizaron las bases de datos relacionadas con los muestreos de flora de los parques nacionales en Bolivia, los cuales fueron realizados gracias al apoyo de las agencias de cooperación y organismos internacionales de conservación de la naturaleza. Esta información tiene una representatividad basada en años de esfuerzo de la comunidad académica boliviana. Los esfuerzos de muestreo y las metodologías aplicadas pueden verse en Navarro *et al.*, (2004).

Se desarrolló un modelo para la predicción de distribución y riqueza de especies de la flora, tomando en cuenta las consideraciones anteriores, el cual se

expresó en una función de logaritmos naturales de la siguiente forma:

$$\ln (Sf) = \partial \ln (\text{Área}) + \beta 1 (\text{Altura}) + \beta 2 (\text{RPB}) + \beta 3 (\text{Coordenadas}) + y \ln (\text{precipitación}) (1)$$

Donde:

Ln (Sf): Número de especies de flora existentes en un territorio.

∂ln(Área): Primera derivada logarítmica respecto al área de superficie.

β1: coeficiente de la variable altura, la cual representa el rango de alturas sobre el nivel del mar de las ANP's.

β2: Coeficiente de la variable representatividad de pisos bioclimáticos, la cual representa la diversidad de hábitats.

β3: Coeficiente de las variables coordenadas (latitud sur), la cual representa la media de las coordenadas (SERNAP, 2001).

y ln (precipitación): Coeficiente de la variable precipitación media anual de las ANP's (SERNAP, 2001).

El modelo supone, sobre la base de los argumentos teóricos encontrados en la literatura, que las variables altura, latitud y representatividad de pisos bioclimáticos, caracterizan la variable superficie geográfica. Las variables superficie y precipitación media anual son variables sin las cuales la existencia de Flora en una región sería improbable; ya que sin superficie no existe unidad de análisis y sin precipitación la posibilidad de existencia de la flora se reduce prácticamente a cero.

Para el proceso de estimación del modelo, inicialmente se utilizó el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MICO), y en una segunda etapa se realizó una estimación por el Método de Máxima Verosimilitud.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los parámetros estimados por los métodos de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MICO) (Tabla 1) y el de Estimación de Máxima Verosimilitud (MV) (Tabla 2), se encontraron en un rango de entre una y dos desviaciones estándar, por lo que estadísticamente son muy similares. Al mostrar el método de MICO comportamientos no lineales de las variables se procedió a realizar en una segunda etapa una estimación de MV que es la más adecuada para procesar este tipo de comportamiento.

El método MV posee propiedades que hace que se tenga un mejor ajuste en modelos predictivos que las estimaciones realizadas por MICO, apreciándose los datos de la flora con las estimaciones realizadas por el modelo, tomando como punto de referencia las variables observadas.

Tabla 1. Estimación de los Parámetros del Modelo Predictivo Distribución y Riqueza de Especies por el Método Mínimo Cuadrado Ordinario

Variable dependiente: Ln Flora				
Método : MICO				
Variable	Coeficiente	Std. Error	t-estadística	Prob.
Área	0.51287	0.12283	4.17556	0.001
Representatividad Pisos Bioclimáticos	1.44065	0.41712	3.45382	0.005
Precipitación	0.36556	0.16633	2.19785	0.048
Altura	-2.20087	0.78666	-2.79773	0.016
Coordenadas	-0.00228	0.00065	-3.48885	0.005
R-Cuadrado	0.732801	R-Cuadrado ajustado	0.6437	
Estadístico de Durbin-Watson			2.65256	

Tabla 2. Estimación de los Parámetros del Modelo Predictivo Distribución y Riqueza de Especies por el Método de Máxima Verosimilitud

Estimaciones del Modelo	
Variable Dependiente: Especies de Flora	
Método : Máxima Verosimilitud (likelihood)	
Variable	Coefficiente
Área	0.67814381
Representatividad Pisos Bioclimáticos	2.23833293
Precipitación	0.39774708
Altura	-3.86942695
Coordenadas	-0.00383728
Las estimaciones se desarrollaron a través del Modulo de resolución numérica SOLVER de IGOR	

Analizando los parámetros de los factores geográficos utilizados en el modelo, pudo verse que la representatividad de pisos bioclimáticos y el coeficiente de variación de los rangos de altura de las áreas naturales protegidas tienen parámetros muy elevados y de signo contrario. Esto refuerza la hipótesis de que mientras mayor sea la diversidad de hábitats mayor será el número de especies; pero con la condicionante altura la cual limita la variedad de especies de un territorio. La existencia de especies de la flora alcanzó altitudes de 5 000 m.

Las pruebas de normalidad de los residuos no rechazaron la hipótesis nula. Los resultados encontrados tuvieron un error estándar de 307 especies, lo cual indica un ajuste razonable, dadas las características de la muestra (Tabla 3). También se efectuó una prueba de raíces unitarias (Tabla 4) a los residuos en la cual se comprueba la no existencia de tendencias en su comportamiento.

Tabla 3. Resultados de la Prueba de Normalidad de los residuos de la estimación por máxima verosimilitud

Desviación estándar	307
Media	65
Máximo	537
Mínimo	-666
Jarque- Bera	0,9158
Probabilidad	0,6326

Los parámetros encontrados, apoyaron los resultados de la literatura, existiendo una relación entre características geográficas y la existencia de mayor o menor diversidad biológica de especies en un territo-

Tabla 4. Prueba de Raíces Unitarias

Prueba de raíz unitaria			
Prueba Estadística Dickey-Fuller aumentado	t-estadística	Prob.*	
	-6,797341	0,0001	
	1% level	-4,05791	
Valores críticos asintóticos :	5% level	-3,11991	
	10% level	-2,701103	

*MacKinnon (1996).

rio determinado. Lo novedoso del modelo fue poder analizar estos factores de forma conjunta y observar las sinergias generadas entre dichos factores.

Adicionado con el efecto proporcionado por la precipitación pluvial, el modelo tuvo comportamientos muy interesantes que mostraron picos de diversidad florística en ciertas ANP's, las cuales constatan los efectos no lineales que surgen por las sinergias entre los diferentes factores. Esto indicó que se puede encontrar, en las mismas coordenadas geográficas (latitud sur en este caso), diferentes composiciones de diversidad gamma dados los efectos adicionales de los otros factores como la altura, precipitación pluvial entre otras.

Al analizar los aspectos teóricos en forma conjunta utilizando las metodologías de ARM, el modelo llegó a considerar el efecto de un conjunto de variables en un fenómeno dado por lo que permite visualizar las sinergias que se establecen entre los diversos factores geográficos en la distribución de la flora en una región determinada. De esta forma se arriba como

resultado principal, en este tipo de modelación, al carácter no lineal de la diversidad biológica y su relación con las características geográficas de un territorio (Tabla 5).

La relación entre el número de especies y el tamaño del territorio analizado y la latitud del mismo (Barnosky *et al.*; 2000) ha sido un factor muy estudiado en la literatura. El modelo desarrollado refuerza esta idea, existiendo una relación positiva cre-

ciente entre las variables territorio y número de especies, y negativa entre la latitud y el número de especies. En forma separada, los parámetros tenderían a crecer indefinidamente o a reducir el número de especies hasta cero, pero en forma conjunta presentan los comportamientos no lineales observados en los muestreos realizados. Este comportamiento no lineal se observa en otros estudios; para mayor información se puede ver la investigación de Koleff y Gaston (2001).

Tabla 5. Simulación del modelo de distribución de flora en áreas protegidas en Bolivia

Área Natural Protegida	Spfo.	Sha.	R.	Coom.	AMax.	AMin.	PM.	Spfe.
Sajama	154	112,416	2	1992	6542	4000	335	42
Apolobamba	807	466,525	4	1641	6200	800	1100	1473
Madidi	5000	1,867,810	4	1536	6000	200	2850	4899
Eduardo Avaroa	102	687,874	2	2471	6000	4200	100	37
Cotapata	820	61,257	4	1783	5900	1000	2000	523
Carrasco	614	687,186	3	1917	4700	300	5000	473
Tunari	.	326,367	2	1897	4400	2200	900	288
Tariquia	808	247,435	3	2426	3400	900	1950	271
Amboro	2961	669,419	3	1842	3300	300	2250	2770
Isiboro Secure	402	1,256,598	2	1773	3000	180	2700	800
Pilon Lajas	624	398,451	1	1643	2000	300	2250	256
San Matias	874	2,886,350	1	1936	1210	108	1469	584
Aguarague	.	111,076	1	2365	1900	750	925	110
Noel Kempff Mercado	2614	1,602,359	1	1575	750	200	848	2573
Kaa-iyá del Gran Chaco	880	3,426,545	1	2097	400	200	700	846
Manuripi		760,501	1	1309	269	128	2158	10606
E. B. del Beni	815	134,118	1	1613	250	210	2200	1168

Elaboración propia con datos del modelo y SERNAP

Abreviaturas utilizadas: Spfo. (Especies de flora observadas), Sha. (Superficie en hectárea), R. (Representatividad), Coom. (Coordenada Media), AMax. (Altura Máxima), AMin. (Altura Mínima), PM. (Precipitación media), Spfe. (Especies de la flora estimadas)

El carácter no lineal en el comportamiento de la distribución de la flora, describe en gran medida, por que países con características geográficas muy variadas, como Bolivia, albergan un número importante de especies. Diferentes disciplinas de la biología y la geografía han abordado desde diversos ángulos y con diferentes metodologías el tema de la distribución de la flora en un territorio, así como de los factores que influyen sobre ella (Lobo, 2000). A menudo, estas disciplinas (sistemática, biogeografía, ecología clásica, macroecología, entre otras) se encuentran separadas por diferentes concepciones de un mismo objeto, en este caso la diversidad biológica; aunque en el fondo analizan el mismo fenómeno.

Las escalas o niveles de diversidad han sido una propuesta de gran utilidad en el estudio de los patrones de distribución de las especies. Whittaker (1960) propuso hace cuatro décadas que la diversidad de un paisaje (diversidad gamma: número total de especies) era resultado de la combinación de dos niveles de diversidad: alfa y beta. La primera se refiere al número de especies a nivel local mientras que la beta cuantifica que tan diferentes o similares son los conjuntos de especies de las localidades (Rodríguez, 2005).

A pesar de las diferencias entre las visiones existentes, hay un consenso sobre los principales factores que regulan la diversidad biológica (Barnosky, 2000):

1. Latitud (Darwin, 1859; Wallace, 1870; Fischer, 1960; Rapoport *et al.*, 1971; Gaston y Koleff, 2001)
2. Altitud (elevación) (Gentry y Dodson, 1987; Humboldt y Bonpland, 1997)
3. Diversidad de hábitats (MacArthur y MacArthur, 1961; Huston, 1994)
4. Productividad del medio (Rosenzweig, 1995)
5. Tamaño del continente donde la biota está localizada (MacArthur y Wilson, 1967; Brown, 1995; Rosenzweig, 1995)
6. Nichos ecológicos (Huston, 1994; Pianka, 1994)
7. Restricciones históricas sobre la filogenia (Llorente, 2005)
8. Cambios ambientales (Vuilleumier y Simberloff, 1980; Barnosky, 1994; Bennet, 1997)

9. Aislamiento (MacArthur y Wilson, 1967; Webb, 1991).

El estudio de estos factores, su relación con la diversidad y distribución de especies, puede realizarse utilizando diferentes metodologías, entre ellas los sistemas de información geográficos (SIG). Estas metodologías usan estimaciones holísticas que explican el fenómeno de distribución de especies desde una perspectiva general y sistémica, usando toda la información disponible y comparando fenómenos localizados en diferentes regiones pero con características similares.

El principal problema de este tipo de metodología, es que al usar sólo alguno de los factores mencionados por la teoría, el parámetro encontrado puede estar sesgado por la posible omisión de otros factores que influyen en el fenómeno en forma conjunta con el factor analizado. Adicionalmente, al tomar un tamaño de muestra de un territorio prefijado por una grilla, se pierde justamente uno de los factores anteriormente mencionados "la diversidad de hábitats" que tiene una distribución aleatoria (arbitraria) según la geografía de la región estudiada. Además los resultados están condicionados al tamaño del mosaico usado en el experimento y al desarrollar una grilla arbitraria y experimental se puede llegar a generar un problema de correlación espacial. La correlación espacial es entendida como la relación geográfica entre una grilla y las grillas circundantes, que en sí tienen un componente explicativo que al no ser incorporado sesga las estimaciones realizadas (Felizola *et al.*; 2005).

La aplicación de este tipo de modelo confirma el elevado poder predictivo que posee y que es posible extrapolar sus pronósticos hacia otros territorios, además de permitir el mejoramiento continuo del ajuste de los parámetros estimados a partir de la incorporación de nuevas muestras al proceso de estimación. Aún así hay que decir que existieron desajustes en aquellas áreas protegidas con elevadas cantidades de especies endémicas y con pequeños tamaños de territorio. La falta de información sobre las especies endémicas no permitió introducir dentro del modelo una variable que hiciera posible

relacionar el número de especies endémicas y las características geográficas. Esto es consistente con los análisis teóricos ya que las especies endémicas suelen ocupar territorios muy reducidos con características geográficas muy peculiares.

El carácter exploratorio del modelo permite responder en parte a interrogantes relacionadas con las condiciones que deben primar para la existencia de mayor o menor diversidad florística en una región.

Así de forma conjunta, el modelo analizó los factores que condicionan la existencia o no de mayor diversidad de la flora lo cual da la posibilidad de corroborar muestreos realizados en el campo, además de resultar útil para el estudio del comportamiento del número de especies afectadas en las áreas protegidas bolivianas por el desarrollo de actividades económicas de alto impacto tales como la creación de infraestructura caminera o la exploración minera y petrolera (Fig. 1).

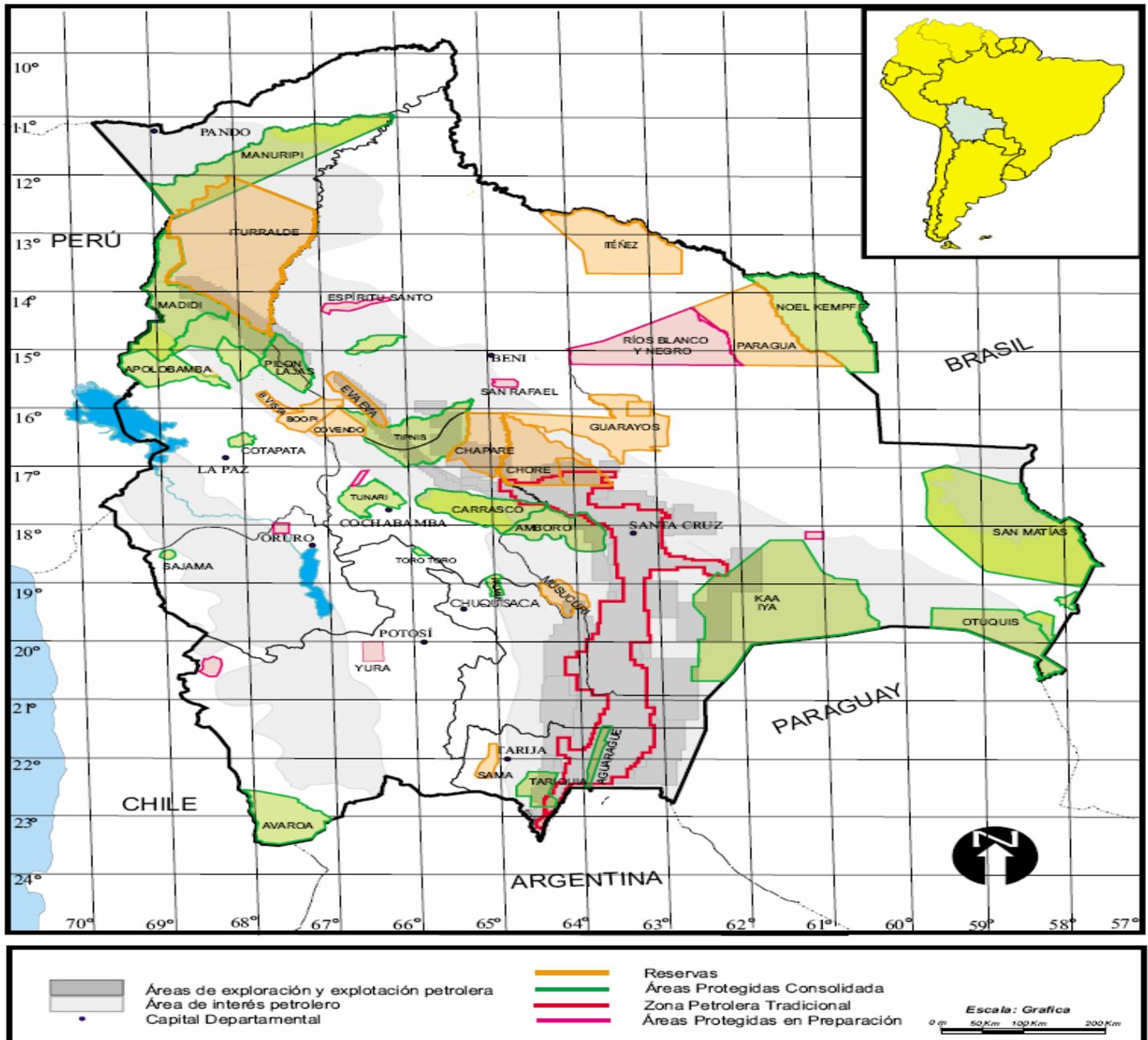


Fig. 1. Ubicación de las áreas protegidas bolivianas y la incidencia de algunas actividades de interés económico como la exploración y explotación petrolera. Fuente: Viceministerio de Energía e Hidrocarburos (Y.P.F.B.) (Mapa Oficial 01/2001)

De igual forma el modelo brinda información preliminar sobre el número potencial de especies de la flora que podrían haber existido en una región degradada, en la cual no existan muestreos preliminares de flora (Fig. 2a,b).

Para el ámbito económico, la aplicación de un modelo con estas características pudiera resultar interesante para la proyección de planes de protección para la flora, no sólo para la creación de un mejor sistema de áreas protegidas que tenga una mejor representación de las ecoregiones del territorio boliviano; sino también para tener estrategias claras sobre otras regiones ricas en especies de flora que carecen en este momento de protección legal ante los avances de la actividad humana.

sante para la proyección de planes de protección para la flora, no sólo para la creación de un mejor sistema de áreas protegidas que tenga una mejor representación de las ecoregiones del territorio boliviano; sino también para tener estrategias claras sobre otras regiones ricas en especies de flora que carecen en este momento de protección legal ante los avances de la actividad humana.

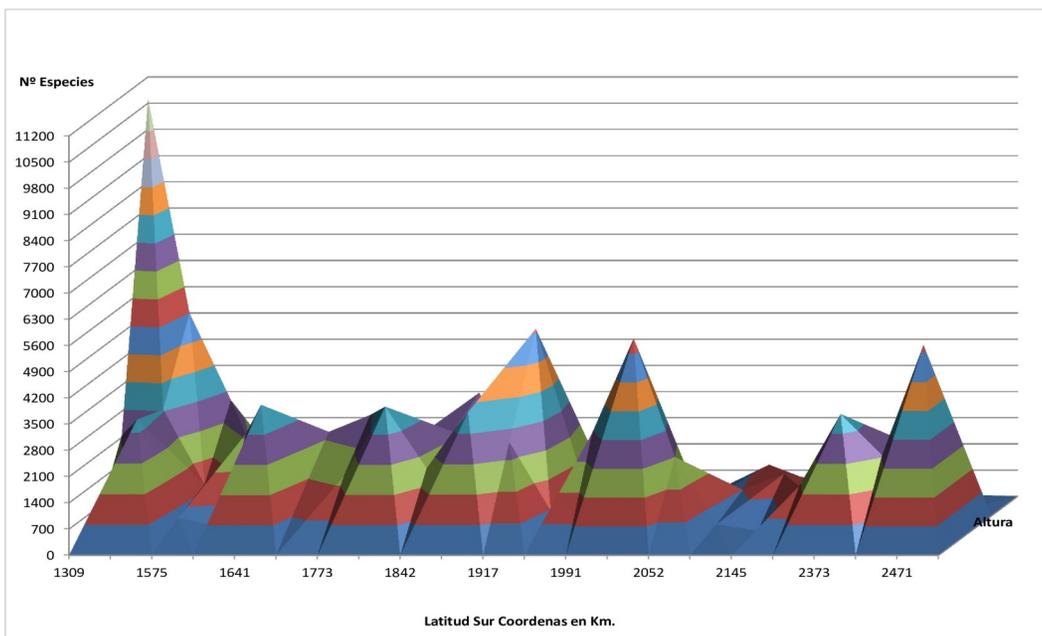


Fig. 2a. Simulación del número de especies de flora dadas las características geográficas de Bolivia

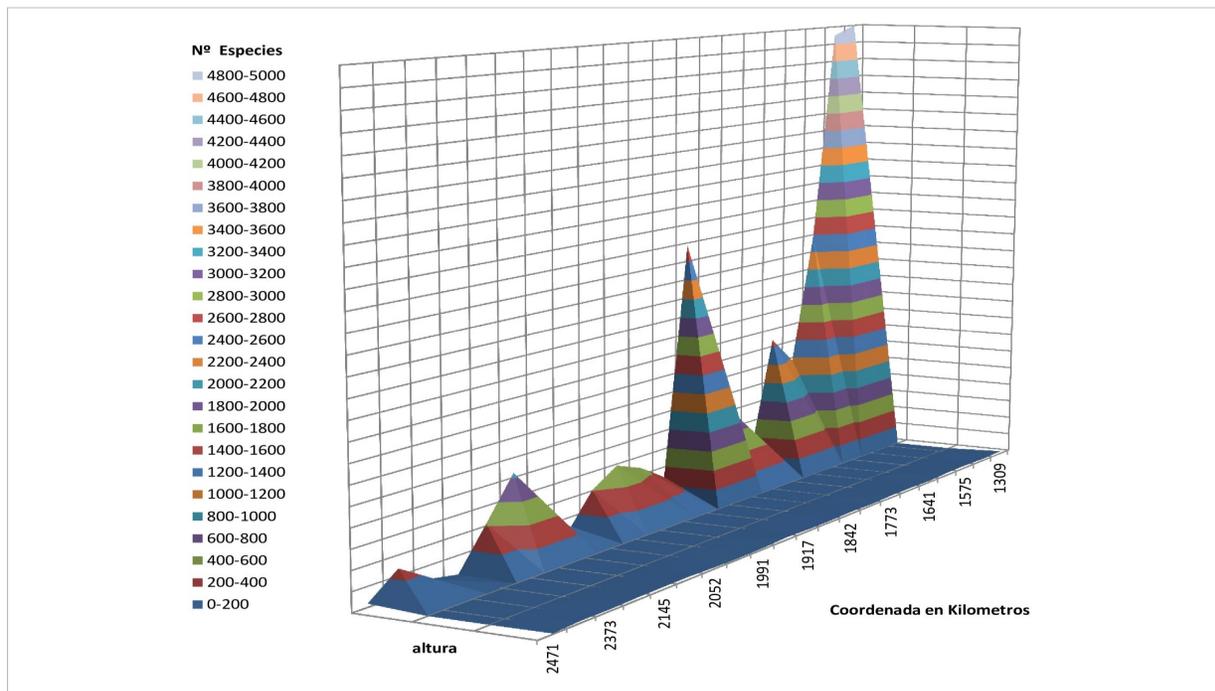


Fig. 2b. Simulación del número de especies de flora dadas las características geográficas de Bolivia

CONCLUSIONES

La simulación de la diversidad florística en áreas naturales protegidas en Bolivia permitió proponer las áreas de importancia para la conservación y aportar elementos para el diseño de políticas de protección.

El análisis de los factores geográficos sobre la diversidad de la flora como el área, la representatividad de pisos bioclimáticos, la precipitación, la altura y las coordenadas permitió predecir el número de especies de la flora que podría haber existido en una región degradada y contribuyó con el estudio del comportamiento del número de especies de la flora degradada dado el desarrollo socioeconómico en las áreas naturales protegidas de Bolivia.

El reconocimiento de la influencia de los diferentes factores geográficos sobre la diversidad de la flora en las áreas naturales protegidas bolivianas posibilitará plantear políticas para su manejo en función de las interrelaciones entre los factores condicionantes de la flora y las actividades humanas.

El modelo cubrió solamente 14% del territorio boliviano y con ello 94% de sus ecoregiones.

RECOMENDACIONES

El modelo desarrollado en la investigación contempló una muestra generada con información de la región sudamericana (Neotropical) lo cual debe ser considerado para su futura aplicación hacia la predicción de la flora de otros continentes.

REFERENCIAS

Anderson, R.P., D. Lew & A.T. Peterson. 2003. Evaluating predictive models of species distributions- criteria for selecting optimal models. *Ecological Modeling*, 162: 211-232.

Arita, H. & P. Rodríguez. 1999. Aplicaciones de la Ecología Geográfica y la Macroecología. *Circular Guanabios*. <http://www.guanabios.org/circular/1-10/1-10-36.html> 10, 36.

Barnosky, A.D. 1994. Defining Climate's Role in Ecosystem Evolution: Clues from Late Quaternary Mammals. *Historical Biology*, 8:173-190.

Barnosky, A., E. Hadly, B. Maurer & M. Christie. 2001. Temperate Terrestrial Vertebrate Faunas In North And South America- Interplay of Ecology, Evolution, And Geography With Biodiversity. *Conservation Biology* 15: 658- 674.

Bennet, K. (ed.) 1997. Evolution and Ecology. Press Cambrigde Universit, New York. 247pp.

Brown, J. H. 1995. Macroecology. University of Chicago Press, Chicago, Illinois. 269pp.

Bueno, A. & J. Llorente. 2005. La obra biogeográfica de Alfred Russel Wallace. Parte ii- El modelo extensionista y la inflexión al permanentismo, México D.F., 19-44.

Carey, P.D. 1996. A Cellular Automaton for Predicting the Distribution of Species in a Changed Climate. *Global Ecology and Biogeography Letters* 5: 217-226.

Darwin C. & G. Levine. 2003. The Origen of the Species. Barnes and Noble Classics. New york, 480pp.

Espinoza, D., J. Morrone, J. Llorente & O. Villela. 2005. Introducción al Análisis de Patrones en Biogeografía Histórica. Edición de Ciencias-UNAM, L.P. México. 133pp.

Felizola, J. A. & L. M. Bini. 2005. Spatial Autocorrelation and Red Herrings in Geographical Ecology. *Global Ecology and Biogeography* 14: 177-1985.

Fischer, A. 1960. Latitudinal Variations in Organic Diversity. *Evolution* 14: 64-81.

Gentry, A. H. & C. H. Dodson. 1987. Diversity and Biogeography of Neotropical Vascular Epiphytes. *Annals of The Missouri Botanical Garden* 74: 205-233.

González, L. 1999. La variación espacial en la abundancia de especies. *Circular Guanabios* <http://www.guanabios.org/circular/1-10/1-10-34.html>. 10, 34.

Greene, W.H. 1999. Análisis econométrico. Prentice Hall Ibérica, 3ra ed., Madrid. 938pp.

Guisan, A. & W. Thuiller. 2005. Predicting species distribution- offering more than Simple Habitat Models. *Ecology Letters* 8: 993-1009.

Hulbert, S. 1971. The non-concept of species diversity- A critique and alternative parameters *Ecology* 52: 577-586.

Humboldt, A.V. & A. Bonpland. 1997. Ensayo sobre la geografía de las plantas. Editorial Siglo XXI. México, D. F. 134pp.

Huston, M. 1994. Biological Diversity. Editorial Press, C.U. Cambridge, United Kingdom. 681pp.

Koleff, P. & K.J. Gaston. 2001. Latitudinal Gradients in Diversity- Real Patterns and Random Models. *Ecography* 24: 341-351.

Llorente, J. (ed.) 2005. Regionalización Biogeográfica en Iberoamérica y Tópicos Afines, Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad - CONABIO, México D.F. 577pp.

- Lobo, J. 2000. ¿Es posible predecir la distribución geográfica de las especies basándonos en variables ambientales? <http://entomología.rediris.es/pribes/Lobo/Subproyecto3.htm>.
- Lobo, J. M. & J. Hortal. 2003. Modelos predictivos- Un atajo para describir la distribución de la diversidad biológica. *Ecosistemas*. <http://www.aeet.org/ecosistemas/031/investigacion3.htm> 12, 1-8.
- Macarthur, R.H. & E.O. Wilson. 1967. *The Theory of Island Biogeography*. Editorial Princeton University Press, New Jersey. 203pp.
- Macarthur, R. H. & J. Macarthur. 1961. On Bird Species Diversity. *Ecology* 42: 594-598.
- MacKinnon K, G. Hatta, H. Halim & H. Mangalik. 1996. *The ecology of Kalimantan*. Periplus Edition, United Kingdom. 802pp.
- Navarro, G. 2004. Bio-Corredor Amboró Madidi- Zonificación Ecológica. Fundación de la Naturaleza. Santa Cruz, Bolivia. 216 pp.
- Nogués, D. 2003. El estudio de la distribución espacial de la biodiversidad, conceptos y métodos. *Cuadernos de Investigación Geográfica* 29: 67-82.
- Pearce, D. W. 1985. *Economía Ambiental*. Fondo de Cultura Económica. México. 259 pp.
- Pianka, E. R. 1994. *Evolutionary Ecology*. Publishers, Harper Collins, New York. 485pp
- Pino Del, J.O., R. Zamora & J. A. Oliet. 2004. Empleo de diferentes índices de biodiversidad en los modelos basados en técnicas de decisión multicriterio. Reporte Técnico. Departamento de Ingeniería Forestal. Universidad de Córdoba. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes. 25pp.
- Rapoport, E., M. Capparelli & J. Rabinovich. 1971. La Irregularidad, un nuevo parámetro para describir la distribución espacial de organismos. *Acta Científica Venezolana* 22: 26-27.
- Rodríguez, P. 2005. Megadiversidad, Diversidad Beta y Conservación de Los Mamíferos de México. *Prodiversitas* <http://www.Prodiversitas.Bioetica.Org/Nota63-2.Htm>.
- Rosenzweig, M. 1995. *Species Diversity In Space and Time*. Editorial Press, C.U. Cambridge. 436pp.
- Servicio Nacional de Áreas Protegidas (SERNAP) (2001). *Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Bolivia*. Editorial Servicio Nacional de Áreas Protegidas. 218pp.
- Silman, M., T. Consiglio, P. Jorgenson, J. Bradford & C. Webb. 2004. Turnover in Andean tree diversity with elevation and latitude. <http://www.coexploration.org/ABC2004>.
- Uribe, J. & H. T. Arita. 1998. Distribución, diversidad y conservación de los mamíferos de importancia cinegética en México. *Acta Zoológica Mexicana*, Nueva Serie, 75:47-71.
- Vuilleumier, F. & D. Simberloff. 1980. Ecology Versus History As determinants of Patchy and Insular Distributions In High and an Birds. *Evolutionary Biology* 12: 235-379.
- Wallace, A. R. 1889. A narrative of travels on the Amazon and Rio Negro, with an account of the native tribes, and observations on the climate, geology, and natural history of the Amazon valley. With a biographical introduction by the editor. Londres/Nueva York: Ward, Lock and Co. 363pp.
- Webb, S. 1991. Ecogeography and The Great American Interchange. *Paleobiology* 17: 266-280.
- Whittaker, R. H. 1960. Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California. En: Rodríguez, 2005.
- Wilson, E.O. 1988. *The Current State of Biological Diversity*, Washington D.C., Chapter I: 3-18.
- World Resources Institute 2005. Base de Datos Actualizada al Año 2005. Technical Report, World Resources Institute. www.wri.org.
- Yamane, T. 1973. *Statistics: An Introductory Analysis*. Harper & Row New York. 1130pp.