

Modelos de Probabilidad del Bosque Andino Patagónico Frente al Cambio Climático Global

Hilda Cristina Salvatierra¹ y María Magdalena Herrera

Becarios: Erica Ecuadero. 4º año. Ing. En Agrimensura

Gustavo García. 3º año. Ing. En Agrimensura

csalvatierra@umaza.edu.ar

Resumen

En el año 2008 el grupo de investigación del área de Ingeniería se vinculó oficialmente a la actual red FORCLIM (Red Iberoamericana para el estudio de los ecosistemas forestales frente al cambio climático global), como parte de un programa internacional financiado por el CYTED de España. Esta red quedó conformada por grupos de investigadores de Argentina; Bolivia, Ecuador, México y España. Esta experiencia sirvió de base no sólo para convalidar la metodología y los resultados obtenidos a nivel de los países iberoamericanos intervinientes sino, y con muchas más veras, para extrapolar la metodología a nuestro claustro, bajo dos grandes aspectos: 1. la transferencia conceptual hacia los becarios y asistentes de este proyecto y 2. la replica de la metodología a alguna de las formaciones con bosques nativos más importantes del país y con mayor riesgo frente a ciertos cambios climáticos locales. A partir de estas premisas, se inició el proyecto con el estudio del Bosque Andino Patagónico, por representar una comunidad boscosa de tipo endémica, con predominancia de un grupo notorio de especies forestales y por la disponibilidad de información actualizada y precisa, la cual serviría de marco de referencia tanto para convalidar procesos y resultados dentro del grupo de la red Forclim El objetivo planteado fue evaluar la distribución probabilística de las principales especies forestales del Bosque Andino Patagónico frente a la presencia de determinadas variables indicadoras del cambio climático global, a partir de la implementación de modelos predictivos o idóneos. Para ello se recurrió a buscar y recopilar información estandarizada y de libre acceso, la que fue obtenida del servidor mundial WORLCLIM para el cuadrante abarcado por la República Argentina. Luego se procedió a la selección de variables climáticas de acuerdo a 2 situaciones temporales: 1. la

actual (datos de precipitación, temperatura máxima y mínima) y 2. la de los escenarios futuros (A2 y B2) para las décadas de los años 202, 2050 y 2080. Los resultados de esta investigación muestran la distribución potencial y las áreas predecidas por el modelo de idoneidad de aquellas especies arbóreas que mejor se adaptarán al cambio climático (especialmente el ciprés, cohiue y ñire). Estos resultados estará reflejado en 1 libro a publicar por el CYTED, encontrándose actualmente en proceso de edición.

Introducción

El Cambio Climático Global está dado por la alteración global que sufre el clima en nuestro planeta, particularmente en el presente siglo, como resultado del aumento de concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) tales como el dióxido de carbono, metano, óxidos nitrosos y clorofluoro carbonos (Houghton et al., 1990, 1992). Estos gases están atrapando una porción creciente de radiación infrarroja terrestre y se espera que aumentarán la temperatura planetaria entre 1,5 y 4,5°C, dando lugar al llamado Efecto Invernadero y Calentamiento Global. Como respuesta a esto, se estima que los patrones de precipitación global y corrientes marinas también se alteren. Trabajos científicos sugieren que los rangos de especies arbóreas, podrán variar significativamente como resultado de estos cambios climáticos globales (Gallardo, 1997), mostrando que el 70% de las emisiones de gases efecto invernadero proviene de la remoción de biomasa en la conversión a agricultura, un 20% de las emisiones proviene de la pérdida de carbono del suelo posterior a la deforestación y el restante 10% proviene de la degradación a través de la tala no sostenible e ilegal, así como de los incendios forestales incontrolados (REDD, 2009). El ambiente

natural ha sido el más perjudicado ya que se han extinguido muchas especies endémicas, otras se han trasladado a nuevas regiones, provocando cambios en el rol propio de los ecosistemas. Uno de ellos el que conforman los bosque naturales, sumideros de carbono de alto valor productivo. Según Sean Cadman, de The Wilderness Society, “no existe la posibilidad de prevenir los peligros del cambio climático sin los bosques”. Esta situación entre el bosque y el clima (afectados directamente por la intervención del hombre), genera muchos interrogantes a la comunidad científica en cuanto a ¿cuál será la consecuencia de la tala indiscriminada de los bosques?, como afectará esto en la emisión de gases de efecto invernadero? Como podrá cada país paliar con esta situación? En busca de respuestas científicas basadas en la generación de escenarios predictivos, fue que se creó en el año 2008 la Red Iberoamericana para el estudio de los ecosistemas forestales frente al cambio climático global (conformada por grupos de investigadores de Argentina; Bolivia, Ecuador, México y España), como parte de un programa internacional financiado por el CYTED de España. La Universidad Maza, como responsable científica de este estudio por parte de Argentina, asumió este compromiso, iniciando en su primera etapa el estudio del Bosque Andino Patagónico (BAP), y estableciendo como objetivo la evaluación la distribución probabilística de las principales especies forestales del Bosque Andino Patagónico frente a la presencia de determinadas variables indicadoras del cambio climático global, a partir de la implementación de modelos predictivos o idóneos. La selección de esta formación boscosa natural se debió a que se contó con información actualizada y precisa suministrada por la Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAYDS, 2005), al igual que con una excelente base de datos bioclimáticas (actuales y futuros) provenientes del servidor público WORLDCLIM.

Material y Método

Área de estudio: El BAP se extiende casi desde el norte de la provincia de Neuquén hasta la Isla de los Estados, abarcando una longitud de 2200 km en Argentina (Dimitri, 1972) y una superficie de 1.985.495 hs (SAYDS, 2005). Está limitada por la estepa patagónica al este y la cordillera andina por el oeste, siendo su relieve montañoso, con valles glaciares transversales y numerosos lagos (Santos Biloni, 1990). Fitogeográficamente pertenece a la Provincia Subantártica, dentro del Dominio Subantártico y en él se distinguen cuatro distritos diferentes: del Pehuén, Valdiviano, del Bosque Caducifolio y Magallánico (Cabrera, 1971). El clima varía con la latitud, siendo templado y húmedo en los distritos septentrionales, y frío y húmedo en los australes (Santos Biloni, 1990). Las temperaturas medias son de 9,5 °C en el norte y 5,4 °C en el extremo sur, y las precipitaciones alcanzan más de 2000 mm en el límite con Chile y disminuyen rápidamente hacia el este, hasta 800 mm anuales. El tipo de vegetación dominante es el bosque, ya sea caducifolio o perenne,

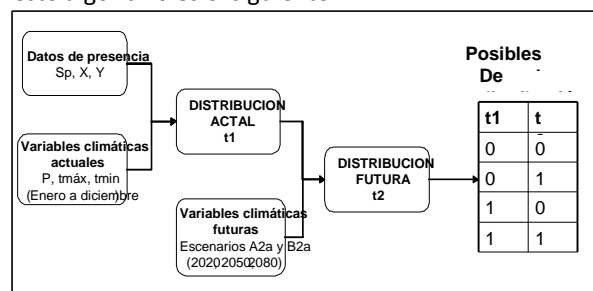
existiendo también praderas y turberas. Desde del centro del Neuquén hacia el norte, la cobertura boscosa continua va dejando lugar a un bosque ralo con isletas de bosque denso, en los que se desarrollan asociaciones puras de “pehuén” (araucaria araucana), el “Coihue” (Nothofagus dombeyi); el “guindo” (Nothofagus betuloides), la lenga (Nothofagus pumilio), el “ciprés de la cordillera” (Austrocedrus chilensis), el “alerce” (Fitzroya cupressoides) y el “radal” (Lomatia hirsuta). En la región más austral, esta formación es comúnmente denominada como bosque magallánico y se caracteriza por ser más pobre en especies predominando las pertenecientes al género nothofagus.

Material

- Mapa digital del BAP , en formato vectorial(shapefile) año 2000, escala 1: 1.100.000. Fuente SAYDS;
- 19 variables bioclimáticas actuales y futuras (estas últimas correspondientes a los escenarios hdc3a2_2020, 2050 y 2080). Fuente Worldcli (Hijmans, 2005);
- Algoritmo Maxent v.3.3.3.a . Fuente: Steven Phillips, Miro Dudik y Rob Schapire (2006)
- ArcView versión 3.2. Esri

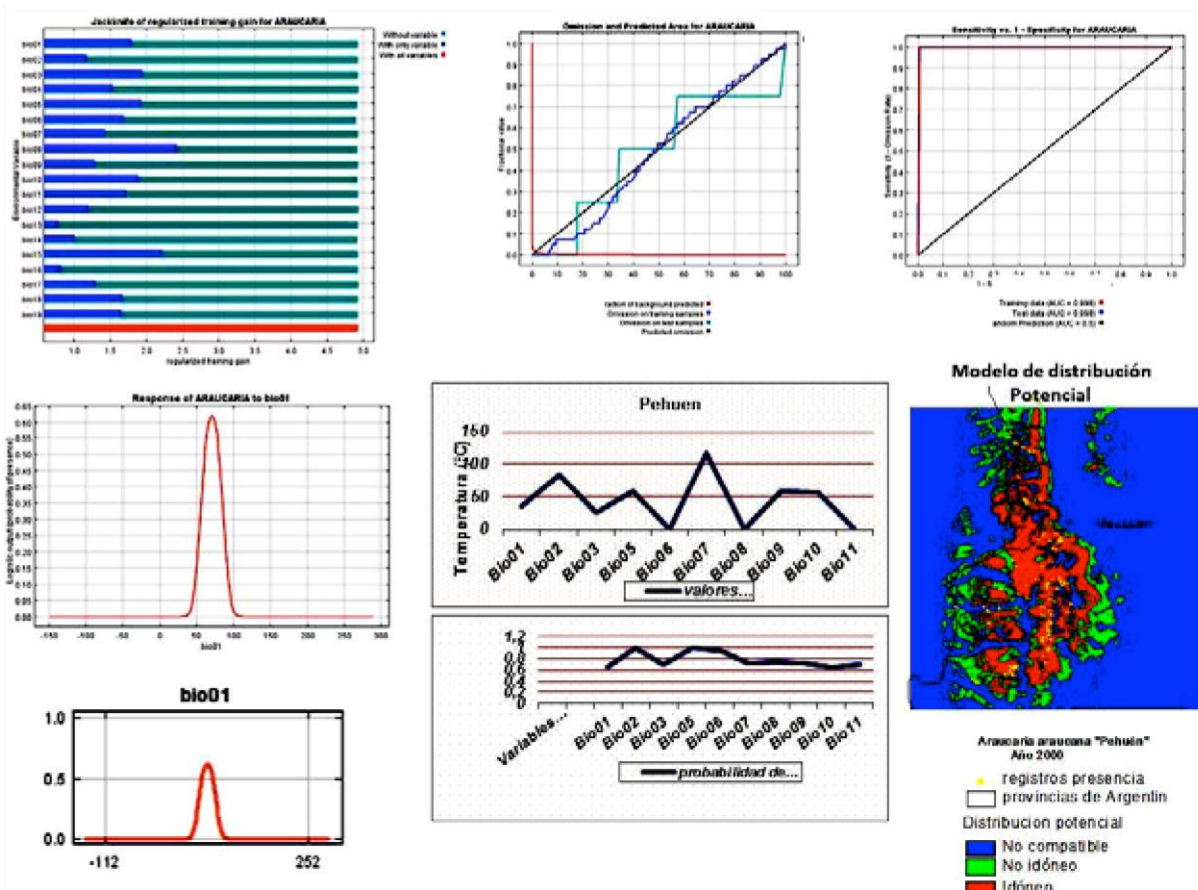
Método

El método empleado se basó en el principio de la Máxima entropía, la cual estima la distribución de probabilidad a partir únicamente de datos de presencia. Es un método determinístico que no necesita evaluar los resultados apoyado en datos complementarios de ausencia. Maxent fue originalmente implementado con objeto del modelado de la distribución geográfica de especies, a partir de algoritmos de actualización-secuencial, lo que permite manejar un número muy grande de atributos (Phillips et al, 2008). Estima la probabilidad de ocurrencia de la especie buscando la distribución de máxima entropía, sujeta a la condición de que el valor esperado de cada variable ambiental coincide con su media empírica. El resultado del modelo expresa el valor de idoneidad del hábitat para la especie como una función de las variables ambientales. El flujo secuencial que utiliza este algoritmo es el siguiente:



El modelo trabaja con tres capas de información: 1. Los datos “muestra”, que representan los datos de localización de presencia, referidos geográfica y taxonómicamente a cada una de las especies presentes,

expresando la posición geográfica en coordenadas de Relacionado con el grado de apropiación de



latitud y longitud. Estos datos se almacenan en un archivo de texto. 2. Las “variables ambientales”, representados por las datos climáticos actuales y futuros recopilados en Worldclim. La condición de estos datos es que deben contener un número de cuadrículas (raster grids) en ASCII (en el formato .asc de ESRI), cada uno de los cuales describe una variable ambiental. 3. Los datos de “salida”, aquellos representados por los resultados encontrados tanto en términos del modelo de distribución, salidas gráficas como por los errores y precisión encontrados. En esta investigación se ha seleccionado el formato de salida logística, ya que permite estimar la probabilidad de presencia asumiendo que el diseño de muestreo es tal que las localidades de presencia típicas tienen una probabilidad de presencia de alrededor de 0,5 (Phillips, Anderson y Schapire, 2006). El control del errores, es estimado mediante el estadístico AUC o área bajo la curva ROC (Receiver Operating Characteristic).

Resultados

Los resultados encontrados son de dos tipos: 1. Temático Se refieren al logro alcanzado por la metodología empleada. En este sentido, se ha comprobado la eficacia del algoritmo empleado (Maxent) como modelo de distribución probabilística idóneo para el Bosque Andino Patagónico (figura 1); 2. Académico/investigativo

conocimientos logrados por el equipo de investigación, especialmente los becarios.

Bibliografía

- Cabrera, A.L. (1971). Ed. Correa, Flora Patagónica, parte VII: 29, fig. 15
- Biloni, J. S. (1990). Árboles Autóctonos Argentinos. Tipografía. Edit Argentina. Bs. As. ISBN 950– 521-069-8.
- Dimitri, M.J. 1972. La Región de los Bosques Andino Patagónicos. Sinopsis general. Colección Científica INTA. T.X. Buenos Aires
- Gallardo, M. (1997). Cambio Climático Global. Informe final para el Programa de Doctorado en Ciencias Ambientales. Universidad De Concepción Centro Eula-Chile. Tomado de: <http://www.cambioclimaticoglobal.com/>
- Houghton, J.T., Jenkins, G.J. y Ephraums, J.J. eds (1990). The Climatic Change. Scientific assessment of the IPCC. Cambridge University Press, trad. Por el Instituto Nacional de meteorología en 1992.
- Phillips, S.J. and Miroslav Dudi’k (2008). Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography* 31: 161_175.
- SAYDS (2005). Primer inventario nacional de Bosques Nativos. Proyecto Bosques Nativos y Areas Protegidas. Presidencia de la república Argentina. 88 páginas.
- Phillips, S.J.; Anderson, R.P. and Schapire, R.E. (2006) Maximum entropy modeling of species geographic

distributions. *Ecological Modelling*, Vol 190/3-4 pp 231-259.

– REDD (2009). Cost of implementing methodologies and monitoring systems relating to estimates of emissions from deforestation and forest degradation, the assessment of carbon stocks and greenhouse gas emissions from changes in forest cover, and the enhancement of forest carbon stocks. Technical paper. United Nations Office at Geneva.

– Hijmans, R.J., S.E. Cameron, J.L. Parra, P.G. Jones and A. Jarvis, (2005). Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25: 1965-1978.