

# Corredores biológicos y cambio climático en el cono sur

*Derek Corcoran*

*2016-07-22*

## Introducción

La distribución actual de las especies no será la misma en el futuro, por lo que es importante que las áreas protegidas cubran tanto una porción de la distribución actual como de la futura. Además, es importante que las especies puedan moverse desde los hábitat presentes hasta los que potencialmente utilizarían en el futuro. No es suficiente con que existan ambas áreas, sino que no hayan barreras al movimiento de las especies de una a otra.

Uno de los objetivos principales de la ecología es el entender la abundancia y distribución de los organismos (Elton 1927). La distribución de una especie, corresponde a los límites geográficos de su presencia, y es generalmente reconocido que la extensión del rango de una especie es proporcional a la amplitud de su nicho (Gaston 2003; Peterson et al. 2011). Los determinantes y limitantes de la distribución de una especie pueden ser tanto bióticos (incapacidad de reproducirse, o sobrevivir en ciertas condiciones) o bióticos (influenciado por depredadores, parásitos y/o mutualistas) (Gaston 2009). A pesar de ser una característica básica de los organismos es extremadamente complejo de estudiar, en parte por ser un concepto dinámico ya que el rango de una especie puede cambiar por cambios en los factores que limitan el rango o debido a cambios evolutivos de la especie que modifican estos límites (Holt 2003; MacArthur 1972; MacArthur 1968).

De los factores que más han modificado el rango de dispersión de especies se encuentran la sobreexplotación de los recursos naturales, el cambio climático global (Parmesan et al. 2013; Parmesan et al. 1999), la fragmentación de hábitat (Bright 1993), y la introducción de especies entre otras (Mooney and Cleland 2001). Es por esto que se le atribuye al ser humano la responsabilidad de ser uno de los principales moduladores del rango de las especies.

Una herramienta ampliamente utilizada para el estudio de los rangos geográficos de las especies es la modelación de distribución de especies. Esta metodología se ha utilizado para estudiar tanto **distribuciones actuales a partir de . . .** (Hirzel and Le Lay 2008; Peterson et al. 2011; Soberón 2007), como para predecir las distribuciones potenciales de las especies producto del cambio climático bajo distintos escenarios propuestos para el futuro [Baker et al. (2000); maiorano\_building\_2013].

Bajo esta línea de estudio, el cambio climático y la fragmentación del hábitat se combinan formando una nueva problemática. Por efecto del cambio climático se predice que las especies cambien su área de distribución (Chen et al. 2011), sin embargo es necesario que se dispersen hacia esta nueva área. Debido a la presencia de hábitats fragmentados producto del proceso de urbanización, industrialización o cambios de uso de suelo, las especies no siempre podrán llegar a esta nueva área óptima. #Los corredores biológicos surgen como una herramienta para. . . Para evitar problemas de conservación de especies debido a que no puedan dispersarse a áreas óptimas, se requiere de corredores biológicos (Nuñez et al. 2013; Rosenberg, Noon, and Meslow 1997).

Recientemente en una revisión a los métodos utilizados para la modelación espacial de corredores biológicos

Tan solo tomando en cuenta condiciones actuales, se ha determinado que aproximadamente un 13% de las especies chilenas no se encuentran consideradas por las áreas protegidas de Chile [Marquet et al. (2004); tognelli\_how\_2008]. Esto sin tomar en cuenta los cambios en distribución que tendrían estas especies dado los factores anteriormente mencionados.

Junto con esto, las soluciones que se toman a nivel nacional pueden ser ineficientes comparativamente con soluciones a nivel regional [Levin et al. (2014); Mazar, Possingham, and Kark (2013); mazar\_large-scale\_2014], donde se ha encontrado ahorros de hasta un 66% en costos económicos para proteger la misma cantidad de recursos naturales si se hace de forma coordinada entre varias naciones que si se hace como nación individual (@ Mazar, Possingham, and Kark 2013).

importancia de las áreas protegidas áreas protegidas... extensión total en el país representatividad por región representatividad por ecosistema mantienen hábitat no modificados por el hombre (preservados) varias especies que se espera que se vean beneficiadas, pero no se sabe si es suficiente áreas protegidas se encuentran fragmentadas en el país (muy separadas unas de otras)

Áreas verdes informales como parte de corredores

podemos hacernos una idea de los cambios mediante modelación de nicho

## **POR QUE ESTE PROYECTO?**

Existen numerosos ejemplos de estudios en los cuales se estudian los corredores potenciales de una o unas pocas especies (Alagador, Cerdeira, and Araújo 2016; Gregory et al. 2014 ; Cushman, Landguth, and Flather 2013), pero hay pocos casos que han trabajado con varias especies y en estos trabajos se ha realizado a una escala muy local (P. Beier, Majka, and Bayless 2007). Recientemente se ha acuñado el término enlace (Paul Beier, Majka, and Spencer 2008), para definir el consenso de los corredores biológicos de múltiples especies, lo cual permitiría planificar para la conservación de diversidad y no solo de especies en particular. A pesar de la existencia de este concepto, se han realizado muy pocos estudios al respecto.

Este proyecto propone considerar la modelación de distribución actual de especies, la distribución potencial de especies considerando escenarios de cambio climático (IPCC 2013) y la modelación basada en agentes (Valbuena et al. 2010), para determinar la posibilidad de dispersión de las especies desde la distribución actual y la potencial en el futuro. Se generarán estos modelos para Chile y para todos los países del cono sur, y se generarán consensos para ambos escenarios para determinar si los corredores resultantes son los mismos.

### **Escenarios**

- Chile planifica solo
- Países del cono sur planifican en conjunto

## **Objetivo general**

Desarrollar una metodología estadística robusta que sostenga la creación y aplicación de un software libre que permita el estudio de los corredores biológicos necesarios para la dispersión de las especies desde su distribución actual a la futura, considerando todos los casos necesarios por especie y por región. Probar estas metodologías se utilizarán X especies presentes en Chile.

Analizar si dado el uso de suelo actual de Chile, es posible que las especies estudiadas utilicen sus nuevos rangos y si las rutas propuestas son posibles.

## **Métodos**

El objetivo principal de este proyecto será, más que el estudio de casos particulares, el desarrollo de una metodología estadística robusta, y el desarrollo de un software libre que permita la aplicación de estos análisis en todos los casos necesarios. El software se desarrollará como una extensión de R, su función será el modelar la distribución de una especie bajo condiciones actuales, proyectar esta distribución a escenarios futuros de acuerdo a modelos de la IPCC, y utilizando modelos basados en agentes, predecir las rutas más factibles de migración de estas especies para llegar a sus nuevos rangos.

El segundo objetivo es probar estas metodologías se utilizarán X especies presentes en Chile.

Se generará una base de datos con la totalidad de especies de Fauna terrestre de Chile (No migratorias) esta base de datos tendrá las siguientes características:

- El área (kms cuadrados) de su rango de acuerdo a IUCN
- El centroide de su distribución
- La categoría de conservación de acuerdo a la IUCN como variable ordinal (En peligro crítico, En peligro, Vulnerable, Casi amenazada, Preocupante, No preocupante)
- Phylum de cada especie

Luego de generar esta base de datos se clasificarán las especies en cinco grupos usando agrupación de k-means. Posterior a eso se caracterizará cada grupo y se seleccionarán aleatoriamente X especies por cada grupo para ser modelada.

El tercer objetivo de este proyecto es el ver si dado el uso de suelo actual de Chile, es posible que las especies estudiadas utilicen sus nuevos rangos y si las rutas propuestas son posibles.

## Pasos (Alagador, Cerdeira, and Araújo 2014):

1.- Crear índices de idoneidad de hábitat 2.- Habilidad de dispersión de las especies 3.- Metas de representatividad de especies 4.- Costo y presupuesto 5.- Optimización

Extracción de presencias (mapr) Extracción de datos climáticos (GetData raster) centroid {geosphere}

Connectivity Planning to Address Climate Change

In the past, species moved great distances relatively unperturbed in response to climatic change (Parmesan & Yohe 2003; Martinez-Meyer et al. 2004). Given the rate of projected future climate change, it is likely species will need to move farther in the 21st century (Schloss et al. 2012), and they may encounter substantial anthropogenic barriers that were not present in the past (Sanderson et al. 2002). Thus, maintaining connectivity—the degree to which a landscape facilitates the movement of organisms (Tischendorf & Fahrig 2000)—is the most frequently recommended strategy for conserving species diversity in a changing climate (Heller & Zavaleta 2009). However, traditional connectivity models are used to identify areas that facilitate species movements at one point in time between their current habitats and within their current distributions (Crooks & Sanjayan 2006; Hannah 2011). Thus, these models cannot identify areas that would allow species to track climate-driven range shifts of key attributes of their habitats. We focused instead on connectivity that enables species—and their component populations—to move among suitable areas and to newly suitable areas over time as climate changes (Hannah 2011)

## Referencias

Alagador, Diogo, Jorge Orestes Cerdeira, and Miguel Bastos Araújo. 2014. “Shifting Protected Areas: Scheduling Spatial Priorities Under Climate Change.” *Journal of Applied Ecology* 51 (3): 703–13. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1365-2664.12230/full>.

———. 2016. “Climate Change, Species Range Shifts and Dispersal Corridors: An Evaluation of Spatial Conservation Models.” *Methods in Ecology and Evolution*. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/2041-210X.12524/pdf>.

Baker, R. H. A., C. E. Sansford, C. H. Jarvis, R. J. C. Cannon, A. MacLeod, and K. F. A. Walters. 2000. “The Role of Climatic Mapping in Predicting the Potential Geographical Distribution of Non-Indigenous Pests Under Current and Future Climates.” *Agriculture, Ecosystems & Environment* 82 (1): 57–71. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880900002164>.

- Beier, P, D Majka, and T Bayless. 2007. "Linkage Designs for Arizona's Missing Linkages." *Arizona Game and Fish Department, Phoenix, Arizona, USA*.
- Beier, Paul, Daniel R Majka, and Wayne D Spencer. 2008. "Forks in the Road: Choices in Procedures for Designing Wildland Linkages." *Conservation Biology* 22 (4). Wiley Online Library: 836–51.
- Bright, P. W. 1993. "Habitat Fragmentation-Problems and Predictions for British Mammals." *Mammal Review* 23 (3-4): 101–11. doi:[10.1111/j.1365-2907.1993.tb00420.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2907.1993.tb00420.x).
- Chen, I.-Ching, Jane K. Hill, Ralf Ohlemüller, David B. Roy, and Chris D. Thomas. 2011. "Rapid Range Shifts of Species Associated with High Levels of Climate Warming." *Science* 333 (6045): 1024–26. <http://science.sciencemag.org/content/333/6045/1024.short>.
- Cushman, Samuel A, Erin L Landguth, and Curtis H Flather. 2013. "Evaluating Population Connectivity for Species of Conservation Concern in the American Great Plains." *Biodiversity and Conservation* 22 (11). Springer: 2583–2605.
- Elton, Charles S. 1927. *Animal Ecology*. Chicago: University Of Chicago Press.
- Gaston, Kevin J. 2003. *The Structure and Dynamics of Geographic Ranges*. Oxford University Press on Demand. <https://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=zBqpX1ajLFMC&oi=fnd&pg=PA1&ots=zOz7ThfUea&sig=6AT4OdbRB5Fa0vGNNcw-OOvh9Xc>.
- . 2009. "Geographic Range Limits: Achieving Synthesis." *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 276 (1661): 1395–1406. <http://rspb.royalsocietypublishing.org/content/276/1661/1395.short>.
- Gregory, Stephen D, Marc Ancrenaz, Barry W Brook, Benoit Goossens, Raymond Alfred, Laurentius N Ambu, and Damien A Fordham. 2014. "Forecasts of Habitat Suitability Improve Habitat Corridor Efficacy in Rapidly Changing Environments." *Diversity and Distributions* 20 (9). Wiley Online Library: 1044–57.
- Hirzel, Alexandre H., and Gwenaëlle Le Lay. 2008. "Habitat Suitability Modelling and Niche Theory." *Journal of Applied Ecology* 45 (5): 1372–81. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2664.2008.01524.x/full>.
- Holt, Robert D. 2003. "On the Evolutionary Ecology of Species' Ranges." *Evolutionary Ecology Research* 5 (2): 159–78. <http://www.evolutionary-ecology.com/abstracts/v05/1143.html>.
- IPCC. 2013. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Book. Cambridge, United Kingdom; New York, NY, USA: Cambridge University Press. doi:[10.1017/CBO9781107415324](https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324).
- Levin, Noam, Marta Coll, Simonetta Fraschetti, Gideon Gal, Sylvaine Giakoumi, Cordula Göke, Johanna Jacomina Heymans, et al. 2014. "Biodiversity Data Requirements for Systematic Conservation Planning in the Mediterranean Sea." *Marine Ecology Progress Series* 508: 261–81. <http://www.int-res.com/abstracts/meps/v508/p261-281>.
- MacArthur, Robert H. 1968. "The Theory of the Niche." *Population Biology and Evolution* 159: 176.
- . 1972. *Geographical Ecology: Patterns in the Distribution of Species*. Princeton University Press. [https://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=3NAYEKc--WAC&oi=fnd&pg=PR11&dq=geographical+ecology+macarthur&ots=Mr\\_P2UpIQY&sig=ZaqNVRvfsJ78GaeLRhZsVNzjSBY](https://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=3NAYEKc--WAC&oi=fnd&pg=PR11&dq=geographical+ecology+macarthur&ots=Mr_P2UpIQY&sig=ZaqNVRvfsJ78GaeLRhZsVNzjSBY).
- Marquet, P. A., M. Tognelli, I. Barria, M. Escobar, C. Garin, and P. Soublette. 2004. "How Well Are Mediterranean Ecosystems Protected in Chile? Insights from Gaps in the Conservation of Chilean Vertebrates." In *Proceedings 10th MEDECOS Conference, Rhodes, Greece. Millpress, Rotterdam, the Netherlands*, 1–4. <http://personal.mendoza-conicet.gov.ar/mtognelli/marquetetal04-medecos.pdf>.
- Mazor, Tessa, Hugh P. Possingham, and Salit Kark. 2013. "Collaboration Among Countries in Marine Conservation Can Achieve Substantial Efficiencies." *Diversity and Distributions* 19 (11): 1380–93. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ddi.12095/full>.
- Mooney, Harold A., and Elsa E. Cleland. 2001. "The Evolutionary Impact of Invasive Species." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 98 (10): 5446–51. <http://www.pnas.org/content/98/10/5446.short>.

- Núñez, Tristan A., Joshua J. Lawler, Brad H. Mcrae, DJOHN PIERCE, Meade B. Krosby, Darren M. Kavanagh, Peter H. Singleton, and Joshua J. Tewksbury. 2013. "Connectivity Planning to Address Climate Change." *Conservation Biology* 27 (2): 407–16. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/cobi.12014/full>.
- Parmesan, Camille, Michael T. Burrows, Carlos M. Duarte, Elvira S. Poloczanska, Anthony J. Richardson, David S. Schoeman, and Michael C. Singer. 2013. "Beyond Climate Change Attribution in Conservation and Ecological Research." *Ecology Letters* 16 (s1): 58–71. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ele.12098/full>.
- Parmesan, Camille, Nils Ryrholm, Constantí Stefanescu, Jane K. Hill, Chris D. Thomas, Henri Descimon, Brian Huntley, et al. 1999. "Poleward Shifts in Geographical Ranges of Butterfly Species Associated with Regional Warming." *Nature* 399 (6736): 579–83. doi:[10.1038/21181](https://doi.org/10.1038/21181).
- Peterson, A. Townsend, Jorge Soberón, Richard G. Pearson, and Robert P. Anderson. 2011. *Ecological Niches and Geographic Distributions*. Princeton, N.J: Princeton University Press.
- Rosenberg, Daniel K., Barry R. Noon, and E. Charles Meslow. 1997. "Biological Corridors: Form, Function, and Efficacy." *BioScience* 47 (10): 677–87. <http://bioscience.oxfordjournals.org/content/47/10/677.full.pdf>.
- Soberón, Jorge. 2007. "Grinnellian and Eltonian Niches and Geographic Distributions of Species." *Ecology Letters* 10 (12): 1115–23. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1461-0248.2007.01107.x/full>.
- Valbuena, Diego, Peter H. Verburg, Arnold K. Bregt, and Arend Ligtenberg. 2010. "An Agent-Based Approach to Model Land-Use Change at a Regional Scale." *Landscape Ecology* 25 (2): 185–99. <http://link.springer.com/article/10.1007/s10980-009-9380-6>.