



El Nicho Ecológico y la Abundancia de las Especies

Enrique Martínez Meyer

Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México La abundancia poblacional de las especies varía enormemente a lo largo de sus distribuciones



Algunas generalidades

1. La mayoría de los sitios de ocupación de una especie tienen pocos individuos, mientras que pocos sitios tienen órdenes de magnitud más de individuos ('hot spots')





Fuente: Brown et al. 1995. Ecology 76: 2028-243

2. La abundancia presenta una fuerte autocorrelación espacial: sitios cercanos entre sí tienen abundancias más similares que sitios más alejados





Fuente: Brown et al. 1995. Ecology 76: 2028-243

3. La variación geográfica de la abundancia tiende a ser mayor hacia el centro de la distribución, donde hay números altos y bajos. Hacia la periferia, la abundancia tiende a ser constantemente baja (Hipóteisis Centro-Abundante).





Spiza americana

La Hipótesis Centro-Abundante

...sin embargo, la validez misma de la HCA no ha sido suficientemente documentada empíricamente y los resultados de algunos meta-análisis ponen en duda su 'generalidad'

Por ejemplo, sólo 39% de 145 bases de datos independientes de diversos grupos taxonómicos mostraron un patrón centro-abundante



Figure I. Relative abundance (= site-specific abundance/maximum abundance across the range for each species) across the range for 12 intertidal invertebrate species. The data indicate that abundant-center distributions are not more common than other distributions, and that high relative abundances are often found near the range edge. Based on data from [60].

¿En dónde le gusta más vivir al león?



El poder explicativo de este MNE sobre la distribución de la abundancia de esta especie es muy bajo





La información que aportan los valores de favorabilidad generados por MexEnt sobre la abundancia de las especies permite, en el mejor de los casos, conocer los límtes máximos de abundancia

VOL. 174, NO. 2 THE AMERICAN NATURALIST AUGUST 2009

Abundance and the Environmental Niche: Environmer Suitability Estimated from Niche Models Predicts the Upper Limit of Local Abundance

Jeremy VanDerWal,* Luke P. Shoo, Christopher N. Johnson, and Stephen E. Williams



La relación de la abundancia con la favorabilidad modelada por diferentes métodos, es moderada en algunos de éstos y baja o nula en otros



SDM	R^2	Р
37 data group)	
BIOCLIM	0.24**	0.00
MD	0.03	0.31
DOMAIN	0.03	0.29
MAXENT	0.13*	0.03
СТА	0.06	0.16
RF	0.04	0.26
GBM	0.11*	0.05
MARS	0.00	0.95
MDA	0.00	0.90
ANN	0.03	0.33
GARP	0.09	0.06
17 data group		
BIOCLIM	0.33*	0.02
MD	0.13	0.16
DOMAIN	0.05	0.37
MAXENT	0.07	0.30
CTA	0.03	0.51
RF	0.00	0.94
GBM	0.05	0.42
MARS	0.00	0.95
MDA	0.16	0.11
ANN	0.06	0.37
GARP	0.26*	0.04

*P < 0.05; **P < 0.01.

Fuente: Tôrres et al. 2012. Diversity & Distribution 18: 615-627

A partir de esto surgen dos preguntas:

1. ¿Qué significan los valores de probabilidad, de similitud, de favorabiliad que dan las salidas de los MNE?

2. ¿Es posible modelar la distribución de la abundancia de las especies?

¿Qué mecanismos causan estos patrones? La Hipótesis del Nicho Ecológico

"... the spatial variation in abundance largely reflects the extent to which local sites satisfy the niche requirements of a species" (Brown et al. 1995, *Ecology* 76: 2028-2043)



Concepto Hutchinsoniano de Nicho El hipervolumen *n*-dimensional en el que cada punto corresponde a un estado del ambiente que permite la existencia de la especie indefinidamente.



Respuesta de una población a una variable fundamental



Variable importante (ej. Temperatura)

El nicho ecológico y la abundancia de las especies



La estructura interna del nicho ecológico (Maguire 1973, *Am. Nat.* 107: 213-246)



En el espacio ecológico, teóricamente existe un óptimo en donde las poblaciones tenderían a ver maximizada su tasa de natalidad y minimizada su tasa de mortalidad; que se reducen conforme se alejan de dicho óptimo El modelado de nichos ecológicos (MNE) permite caracterizar las condiciones ecológicas que determinan la distribución geográfica de las especies y representarlas en forma de mapa



Entonces, una hipótesis que surge es:

Existiría una relación inversa entre la distancia al óptimo del nicho y la abundancia de las poblaciones de una especie



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS



INSTITUTO DE BIOLOGÍA

EL NICHO ECOLÓGICO Y LA ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE

MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS (BIOLOGÍA AMBIENTAL)

PRESENTA

DANIEL FERNANDO DÍAZ PORRAS

DIRECTOR DE TESIS: DR. ENRIQUE MARTÍNEZ MEYER



ABRIL, 2006



In Honoris





THE NICHE-RELATIONSHIPS OF THE CALIFORNIA THRASHER.¹

BY JOSEPH GRINNELL.

1917 *The Auk*, Vol. 34, 427-433



Requerimientos de datos

1. Datos de abundancia a lo largo de la distribución de una especie (US Breeding Bird Survey)



2. Conjunto de variables ambientales relevantes en la distribución de la especie

- 1. Annual mean temperature
- 2. Mean diurnal range
- 3. Isothermality
- 4. Temperature seasonality
- 5. Max temp of the hottest month
- 6. Min temp of the coldest month
- 7. Annual range temp
- 8. Mean temp of the wettest quarter
- 9. Mean temp of the driest quarter
- 10. Mean temp of the hottest quarter
- 11. Mean temp of the coldest quarter
- 12. Annual precipitation
- 13. Precipitation of the wettest month
- 14. Precipitation of the driest month
- 15. Precipitation seasonality
- 16. Precip of the wettest quarter
- 17. Precip of the driest quarter
- 18. Precip of the hottest quarter
- 19. Precip of the coldest quarter
- 20. Elevation
- 21. Slope
- 22. Aspect
- 23. Topographic Index



Métodos

3. Reconstrucción del nicho ecológico



Métodos

La obtención de un modelo de distribución adecuado indica que también se tiene una buena caracterización del nicho de la especie



4. Extraer los pixeles que representan la distribución modelada y estandarizar las variables ambientales

Métodos

5. Calcular el centroide del nicho en espacio ecológico



6. Calcular la distancia
Euclidiana multidimensional
de cada punto poblacional al
centroide del nicho



Temperatura

Relación Distancia Ecológica vs Abundancia



Distancia Geográfica



Favorabilidad de MaxEnt



Hylocicla mustelina









Calamospiza melanocornys







Spiza americana

Canis lupus

Alouatta palliata

Más especies

Clemys guttata

¿Y para qué sirve?

Es posible generar modelos espaciales predictivos de la abundancia relativa de las especies usando las ecuciones de regresión.

Modelos en escenarios alternos

Modelación de abundancias en escenarios de cambio climático

Modelo predictivo de presencia

Modelo predictivo de abundancia

Sin embargo, en la revisión del artículo hubo la necesidad de repetir los análisis, y las cosas no fueron tan lindas ¿viste?

Sallágestote esto:

Toxostoma redivivum

Φ

C

ര

σ

¿Qué pasó?

En el primer análisis el cálculo del "centroide" no fue en realidad al centroide geométrico del nicho, sino al óptimo con base en el análisis de las curvas de respuesta de las especies a las variables ambientales, lo que favoreció el mayor ajuste de los modelos de regresión

A pesar de ello, unos análisis sí funcionan con el centroide, lo que indica que para ciertas especies o escalas, si no se tienen datos de abundancia, la estimación de la distancia al centroide a partir sólo de los datos de presencia informa más que las favorabilidades modeladas con métodos tradicionales

Modelling geographic patterns of population density of the white-tailed deer in central Mexico by implementing ecological niche theory

Carlos Yañez-Arenas, Enrique Martínez-Meyer, Salvador Mandujano and Octavio Rojas-Soto

Fuente: Yáñez-Arenas et al. 2012. Oikos

Using rangewide abundance modeling to identify key conservation areas for the

micro-enedemic Bolson Tortoise (Gopherus flavomarginatus)

Cinthya Alejandra Ureña-Aranda^{1,2}, Octavio Rojas-Soto^{2*}, Enrique Martínez-Meyer³,

Carlos Yáñez-Arenas1 y Alejandro Espinosa de los Monteros2

Distance to the centroid - Abundance	R^2	AICc
OLS Result	0.313	143.043
Explained by Predictor Variables	0.309	143.188
Total Explained (Predictor + Space)	0.549	133.796
	P	< 0.01

¿Qué hemos aprendido?

La variación geográfica de la abundancia de las poblaciones de las especies está mejor explicada por las las condiciones del nicho en los sitios de ocupación que por su estructura geográfica. La integración de ambos factores explica mejor la variación de la abundancia

¿Qué hemos aprendido?

Existe una estructura interna del nicho que determina la adecuación de las poblaciones, y esto su abundancia; siendo máxima en torno a un óptimo, que *puede o no ser el centroide* geométrico. Además, estos óptimos pueden o no estar restringidos por la geografía en la que vive la especie

¿Qué hemos aprendido?

Es posible modelar y mapear la distribución de la abundancia, lo que representa un paso importante en la modelación de nichos y distribuciones geográficas de las especies, tanto teóricamente como en ciencia aplicada

¿Para dónde vamos?

 Seguir haciéndo análisis sobre optimalidad ecológica y su interacción con la geografía que nos permita entender mejor la estructura interna del nicho y la abundancia

2. Probar el concepto del centroide para ciencia aplicada (e.g., probar si el rendimiento de maíz nativo responde al concepto de centroide [Carolina Ureta]; aprovechamiento cinegético de fauna [Dr. Salvador Mandujano])

3. Desarrollo de un conjunto de programas para modelar la distribución de la abundancia bajo el concepto del centroide

Desarrollo de un conjunto de programas para modelar la distribución de la abundancia bajo el concepto del centroide (Nichosfera)

[8]

S Estimación de abundancias	
Modelo de Distribución de la especie: Variables Ambientales:	Sitios con registros de abundancias/densidad
Variables Ambientales:	 de abundancias/densidar poblacional: Shapefie, Feature Class de puntos que contiene sitios cuya abundancia/densidad es conocida. Debe contener al menos 2 campos: 1. Campo de valores únicos (e.g., ID) para cada sitio 2. Campo con los valores de abundancias o densidad poblacional observada
Shapefile de salda	
Guardar resultados de la regresión en G Guardar resultados de la regresión en C Cancel Environments << Hide Help	+ + · · · · · · · · · · · · · · · · · ·

R Console

E 🔾 🕾 🗅 🖴

00

rm(list=ls(all=TRUE)) ###Librerias requeridas library(sp) library(raster) library(rgdal) #LEER ARCHIVOS ASCII RAS

for(i in 1:k) 33 🔻 {

25 k

27

29

R Nichosfera_Dist-Cent.R

+ Q. Help search

###Librerias requeridas	Q* Help Search	
library(sp)		
library(raster)	Equidation for Statistical Computing	
library(rgdal)	rwin10.8.0 (64-bit)	
		The inclusion of the second se
#LEER ARCHIVOS ASCII RASTER	viene sin GARANTIA ALGUNA.	Analyze Manage
capas asc <= list files(path="/Users/enrique/Documents/Provectos/	o bajo ciertas circunstancias.	Archivo Idioma
Conabio/Centroide/Modelog/Canag" nattern='asc' full names=TRUE)	cence()' para detalles de distribucion.	
canag ago	tivo con muchos contribuyentes	
cupus_usc	para obtener m'as informaci'on y	Opciones
#CDEAD UN STACK DE LAS CADAS ASCIT	'omo citar R o paquetes de R en publicaciones.	Arabiya da abundanajar
predictorog (= stack(capag agg)		Archivo de abundancia. Seleccionar
predictores <- Stack(capas_asc)	ostraciones, 'help()' para el sistema on-line de ayuda,	Número de iteraciones:
predictores	ir el sistema de ayuda HTML con su navegador.	\\psf\Home\Documents\Proyectos\Conabio\Centroide\Inf
ACTECTE AND DECEMPTO DE DECEMPTE DE LE DODECTE	de R.	
#CARGAR MAPA RASTER BINARIO DE PRESENCIA DE LA ESPECIE	n - Mensaies de aviso perdidos	Archivo Binario Ausencia/Presencia: Seleccionar
presencia_bin <- raster(/Users/enrique/Documents/Proyectos/Conabio/	d, using "C"	Porcentaie de validación: %
Centroide/Modelos/Niera_K/MapasBinarios/Cirio_Din.asc*, Values=TRUE)	led, using "C"	
presencia_bin	, using "C"	/\pst\Home\Documents\Proyectos\Conabio\Centroide\Inf
	iled using "C"	
#GRAFICAR 1ESIMO PREDICTOR Y EL MAPA BINARIO DE PRESENCIA	6 64-apple-darwin10.8.01	Capas: 22 Agregar capa(s) Eliminar capa
plot(predictores[[1]])		
plot(presencia_bin)	on-UTF8 locale, therefore only ASCII characters will work.	
	X FAQ (see Help) section 9 and adjust your system preferences	nents/Proyectos/Conabio/Centroide/Modelos/Capas/actualdio18.asc
#EXTRAER EL NUMERO DE PREDICTORES EN EL STACK		nents/Provectos/Conabio/Centroide/Modelos/Canas/actualbio19 asc
<pre>k <- dim(predictores)[3]</pre>	sers/enrique/Documents/K/Nichosfera/.Kapp.historyj	
k		nents\Proyectos\Conabio\Centroide\Modelos\Capas\h_dem.asc Ruta de resultados: Seleccionar
		nanta/Provertes/Canabia/Cantraida/Madalas/Canas/h_slana.ass
#GENERAR UNA LISTA VACIA		nentsir oyettosiconabiocentroidentiodentiodentiodentisicapasin_stope.asc
<pre>z_predictores <- list()</pre>		nents\Proyectos\Conabio\Centroide\Modelos\Capas\h topoind.asc v \\pst\Home\Documents\Proyectos\Con
z_predictores		
#DESARROLLAR UN LOOP PARA Z-ESTANDARIZAR LOS PREDICTORES CON BASE EN		
UNA MASCARA DEL MAPA BINARIO DE LA ESPECIE		
for(i in 1:k)		Sp1 abundancias.csv
{		
mascara <- mask(predictores[[i]] presencia bin maskvalue=0)		