

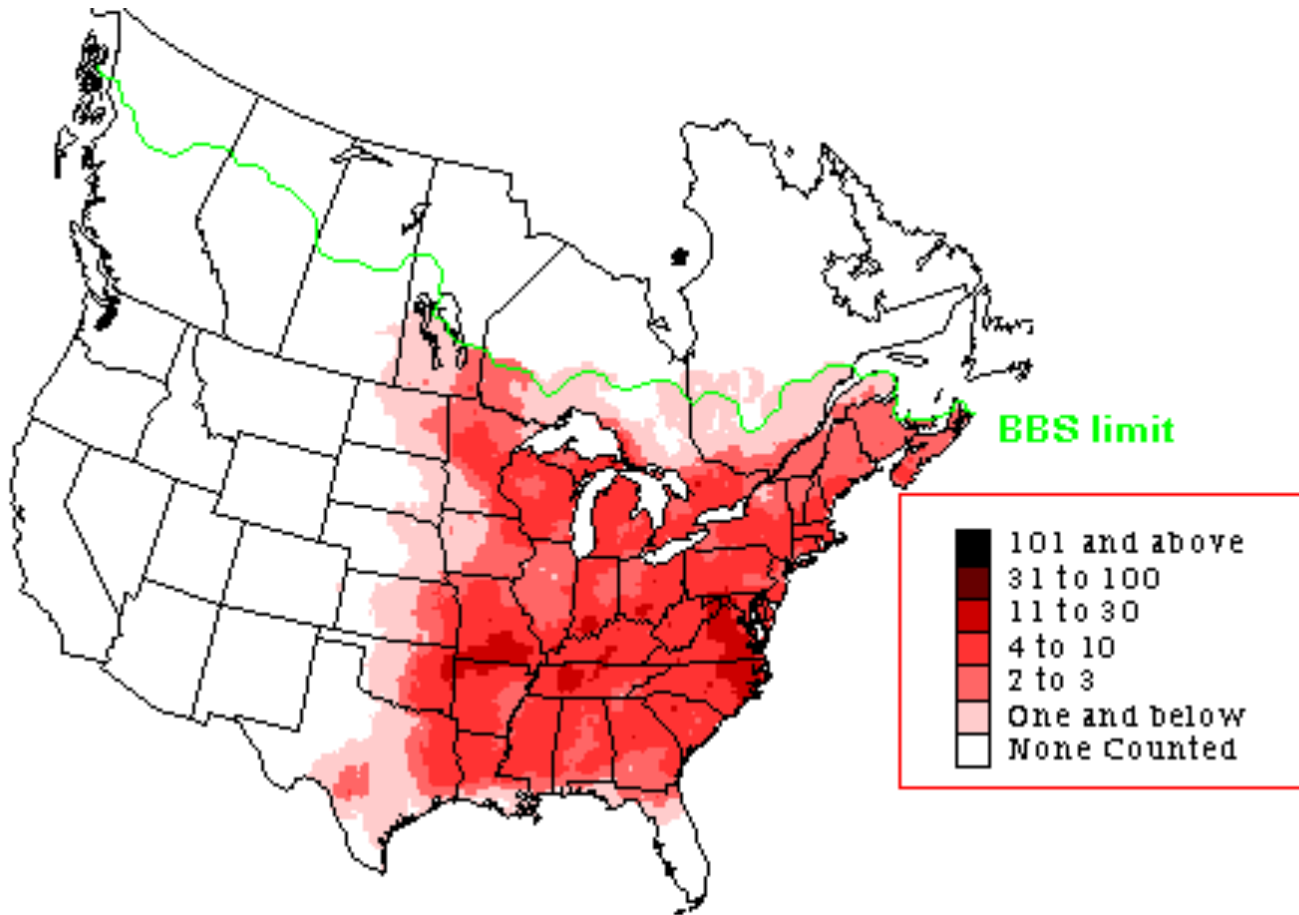


El Nicho Ecológico y la Abundancia de las Especies

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

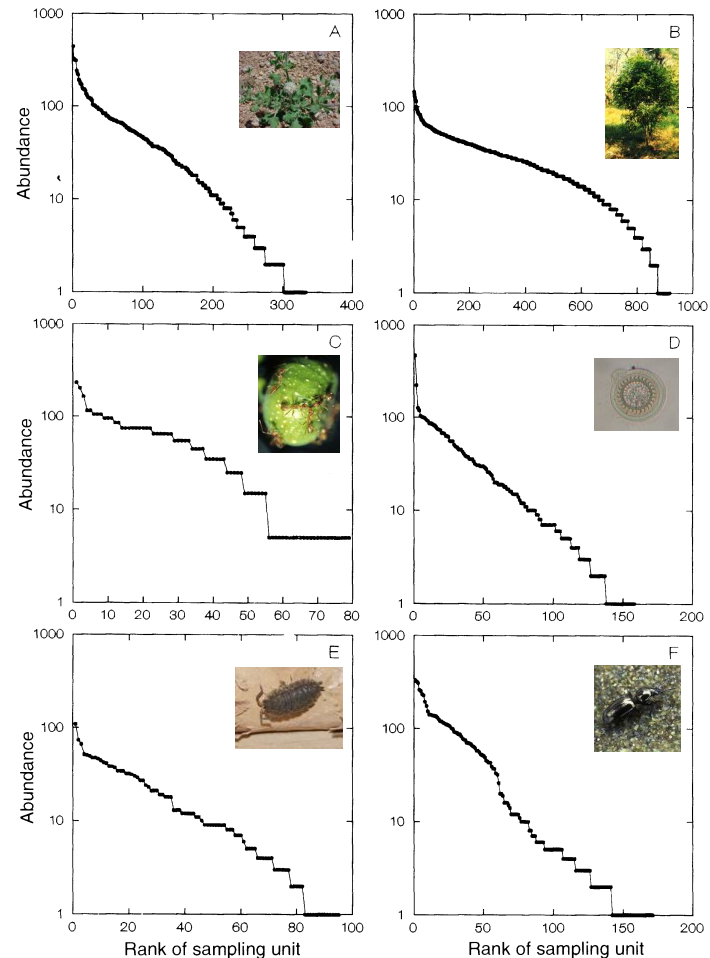
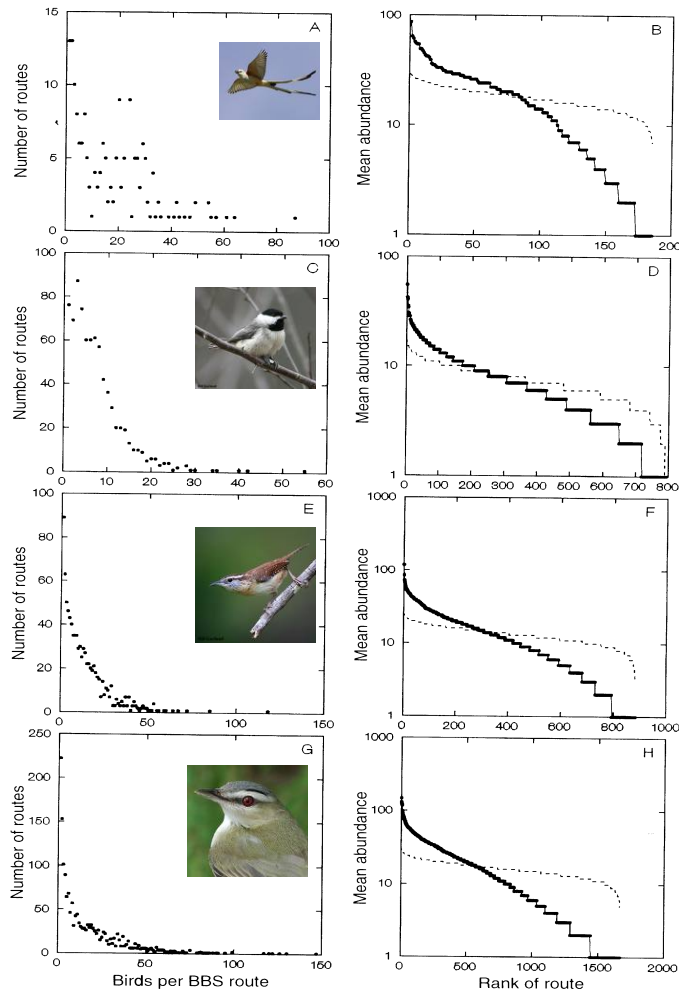


Contopus virens



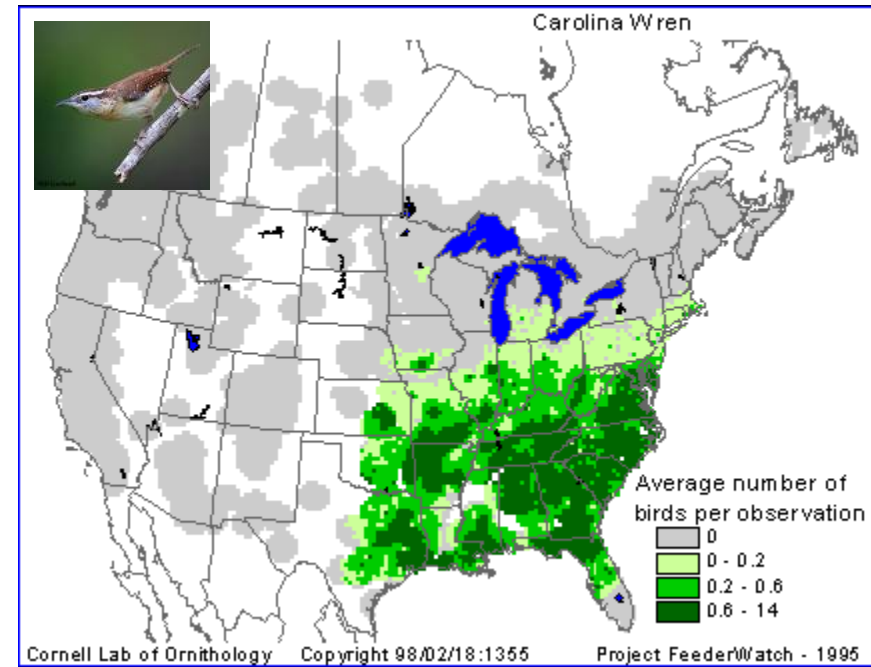
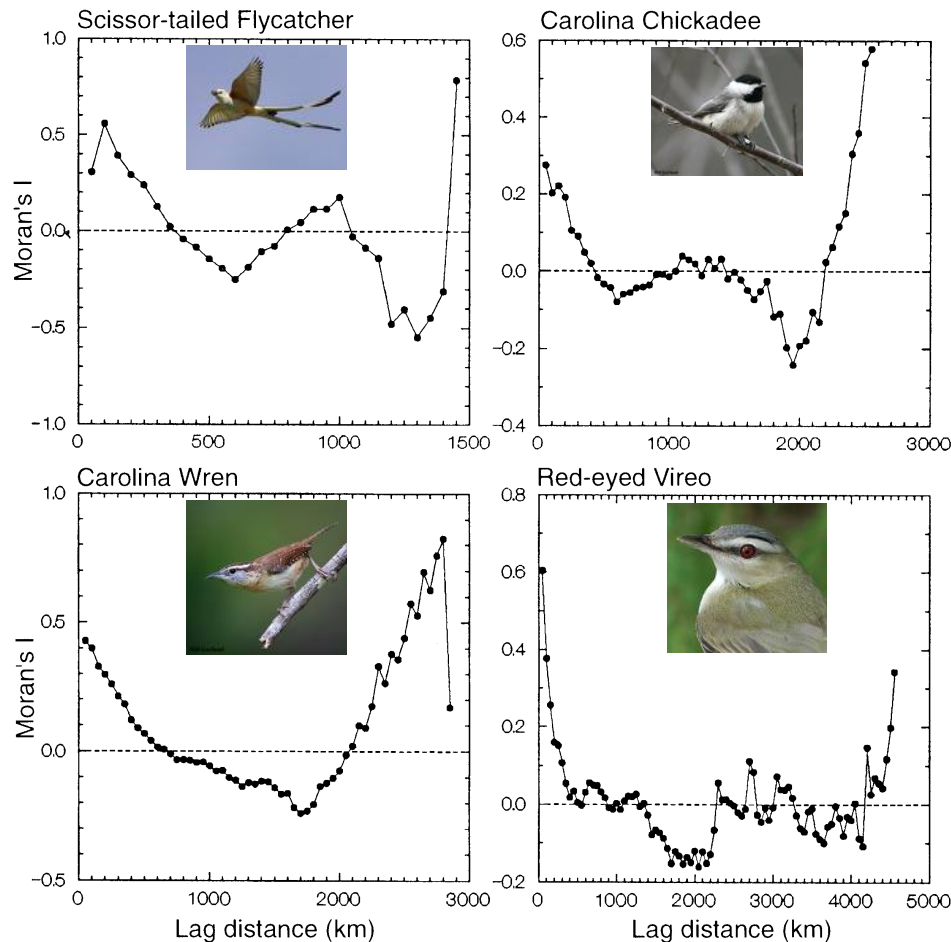
Algunas generalidades

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’)

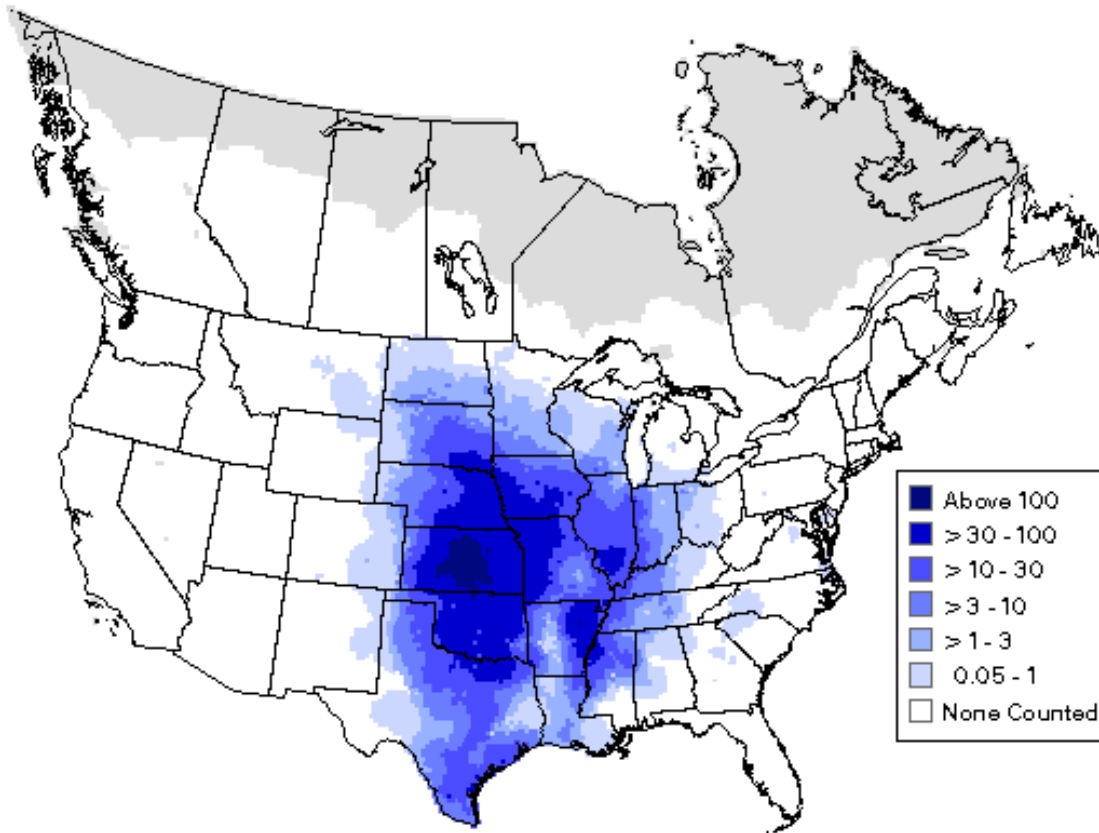


Fuente: Brown *et al.* 1995. *Ecology* 76: 2028-243

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



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 (Hipótesis Centro-Abundante).

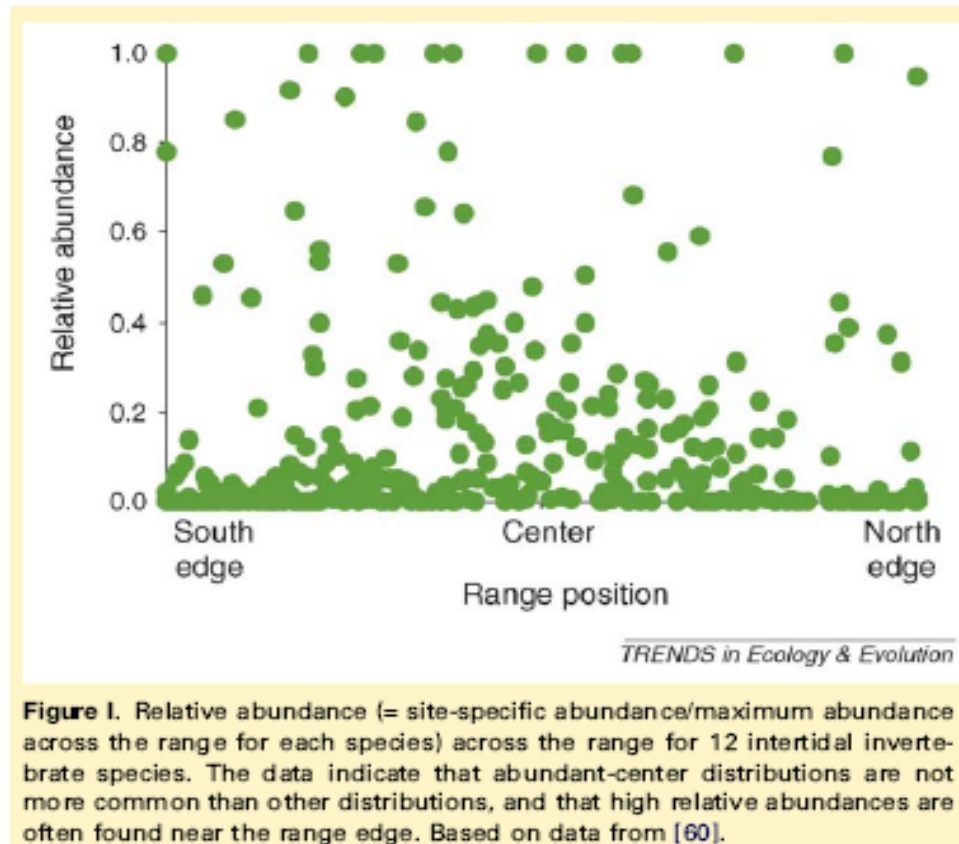


Spiza americana

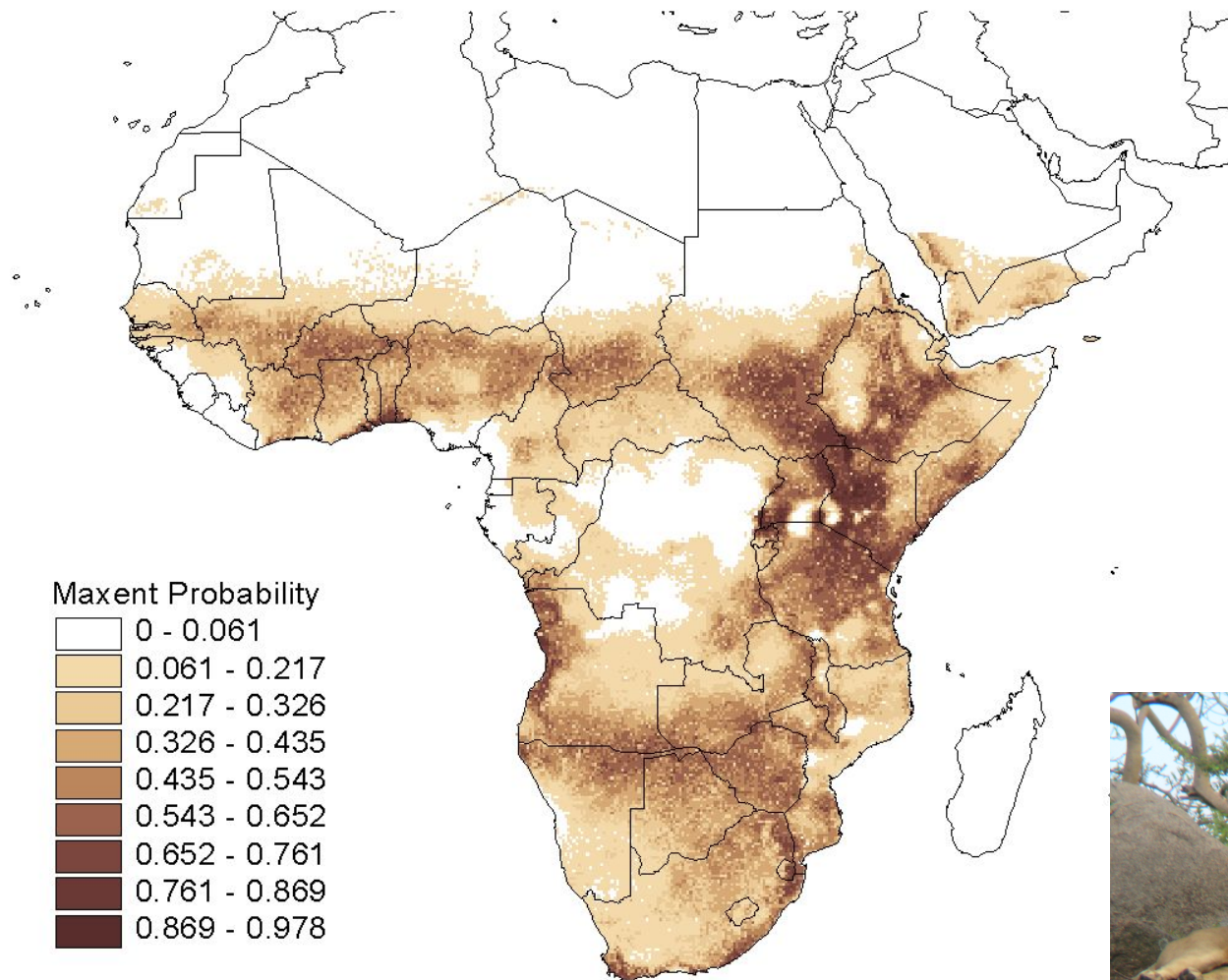
La Hipótesis Centro-Abundante

...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'

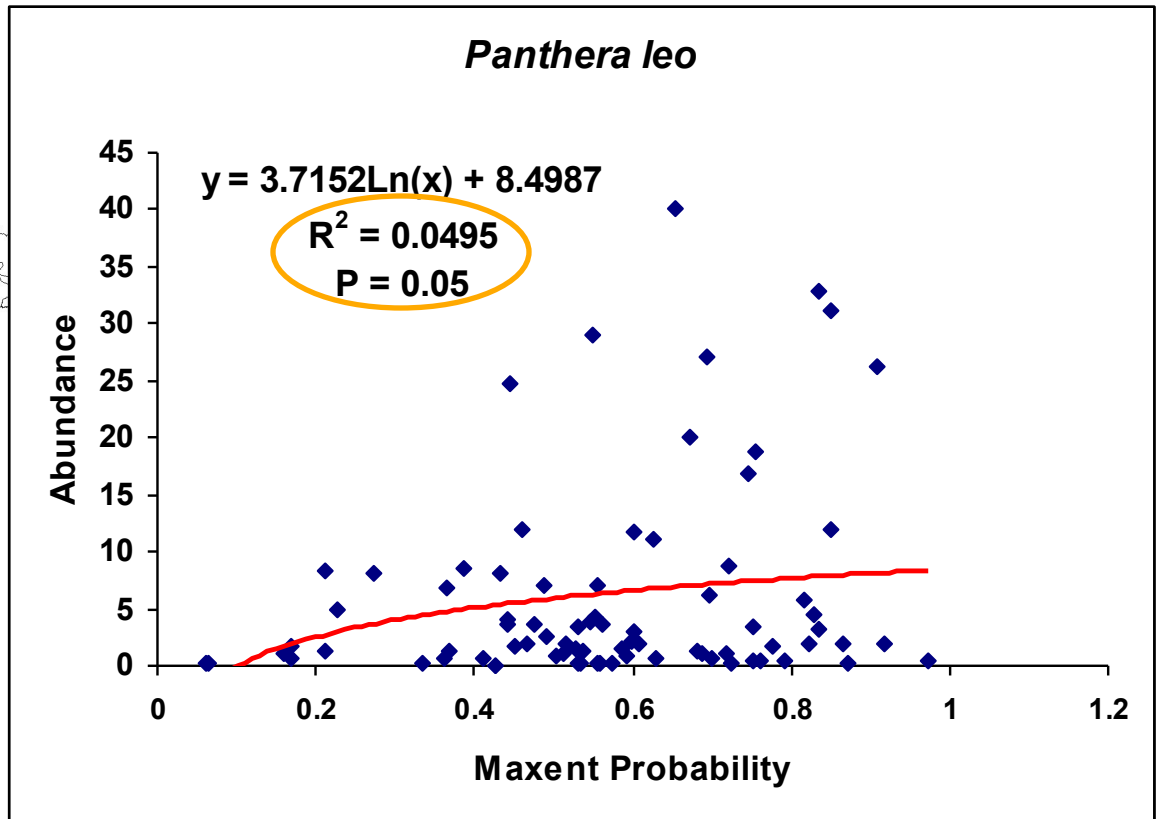
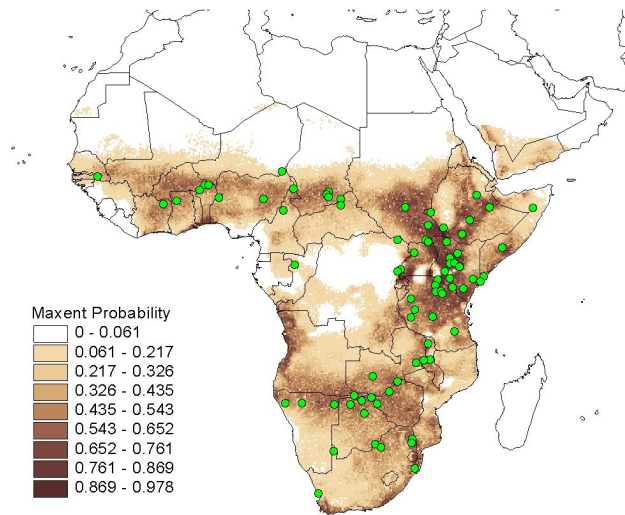
Por ejemplo, sólo 39% de 145 bases de datos independientes de diversos grupos taxonómicos mostraron un patrón centro-abundante



¿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

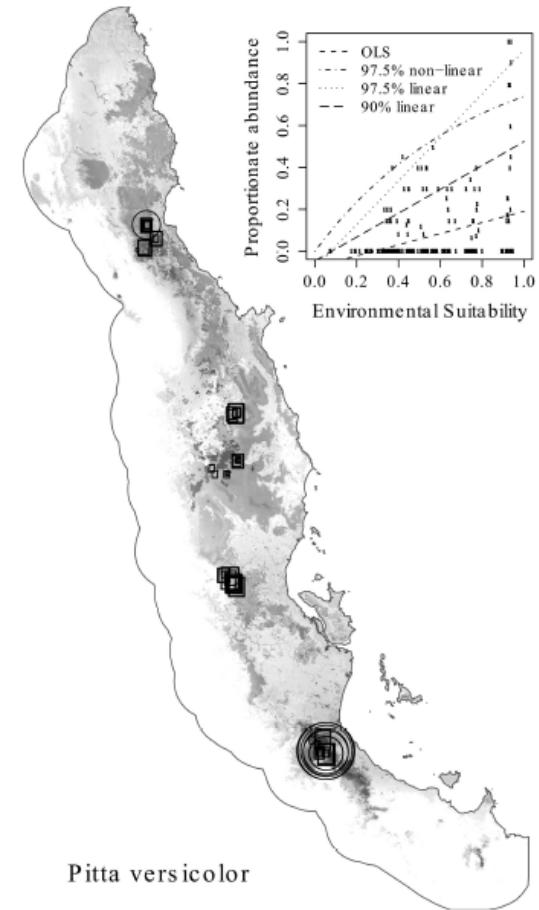


La información que aportan los valores de favorabilidad generados por MexEnt sobre la abundancia de las especies permite, en el mejor de los casos, conocer los límites máximos de abundancia

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

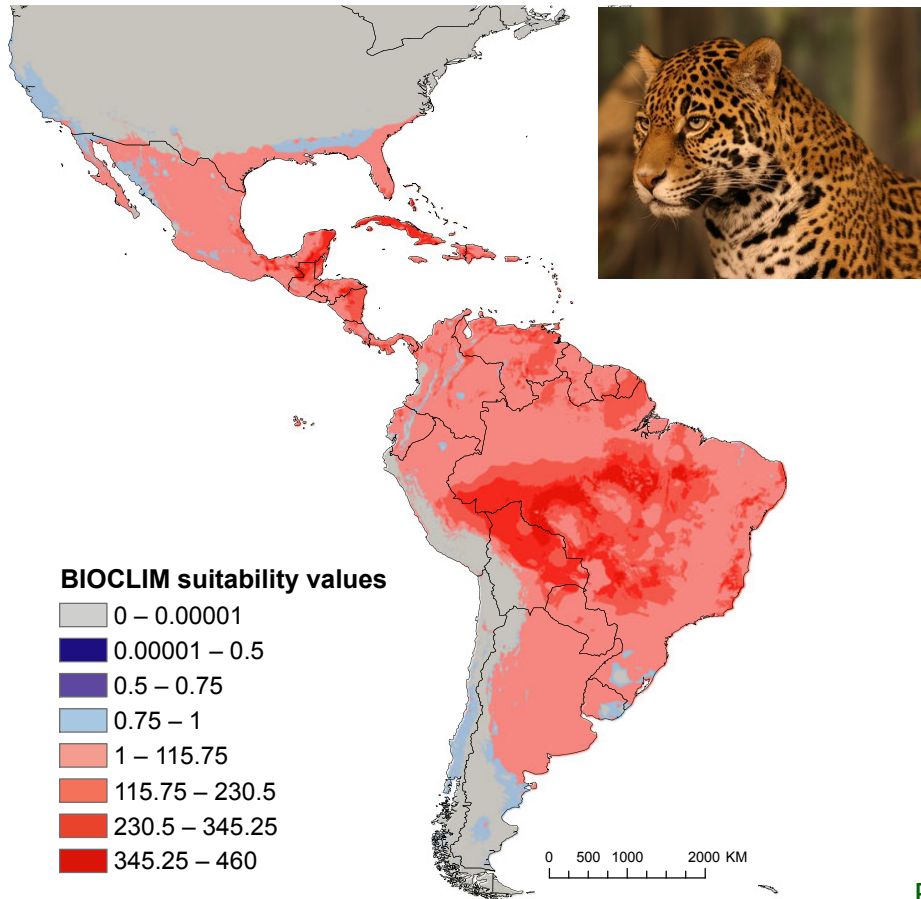
Abundance and the Environmental Niche: Environmental Suitability Estimated from Niche Models Predicts the Upper Limit of Local Abundance

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



Pitta versicolor

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	P
37 data group		
BIOCLIM	0.24**	0.00
MD	0.03	0.31
DOMAIN	0.03	0.29
MAXENT	0.13*	0.03
CTA	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

* $P < 0.05$; ** $P < 0.01$.

A partir de esto surgen dos preguntas:

1. ¿Qué significan los valores de probabilidad, de similitud, de favorabilidad que dan las salidas de los MNE?
2. ¿Es posible modelar la distribución de la abundancia de las especies?

¿Qué mecanismos causan estos patrones?

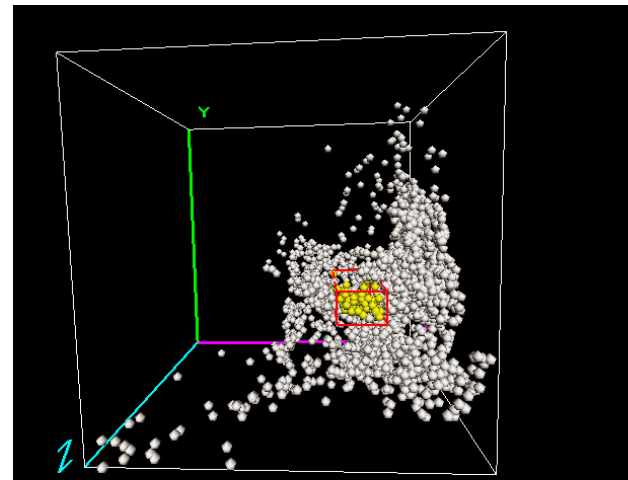
La Hipótesis del Nicho Ecológico

“... 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)

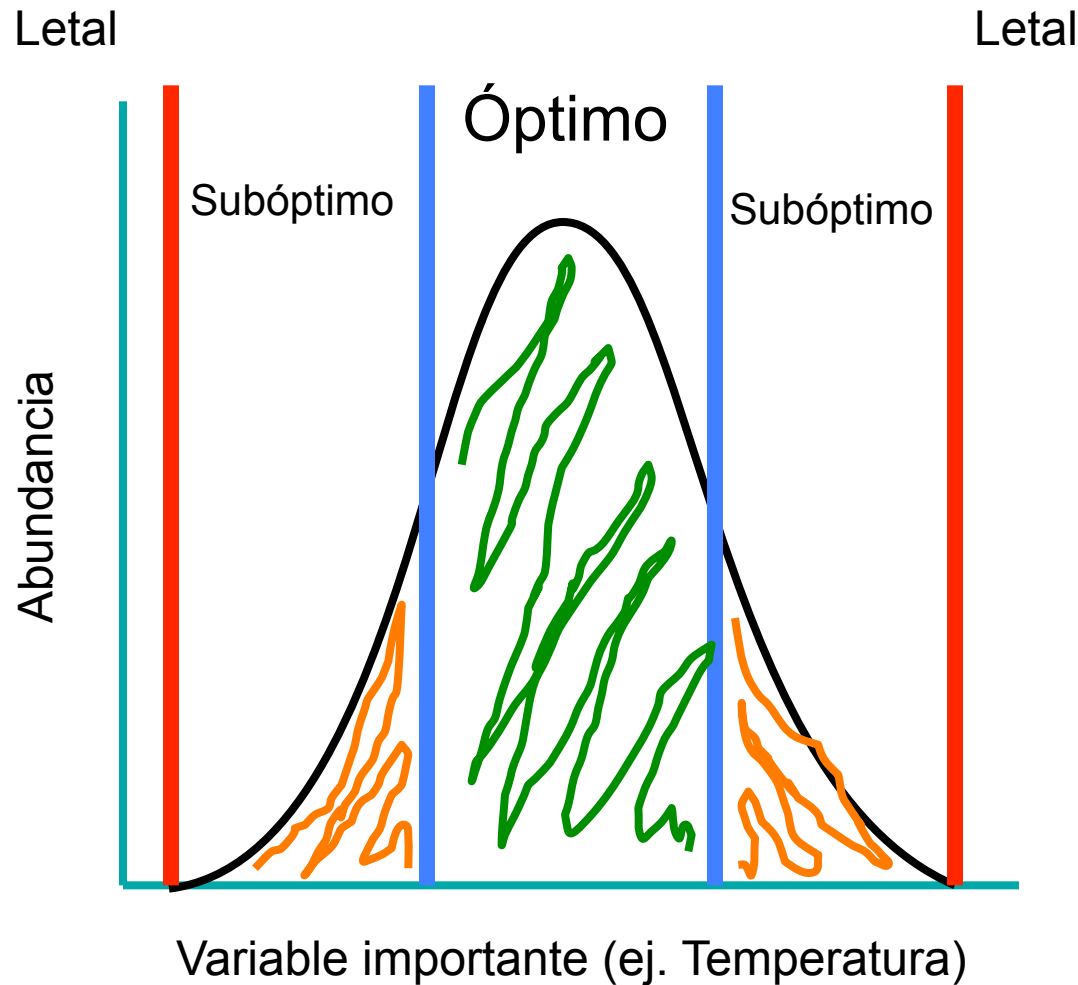


Concepto Hutchinsoniano de Nicho

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

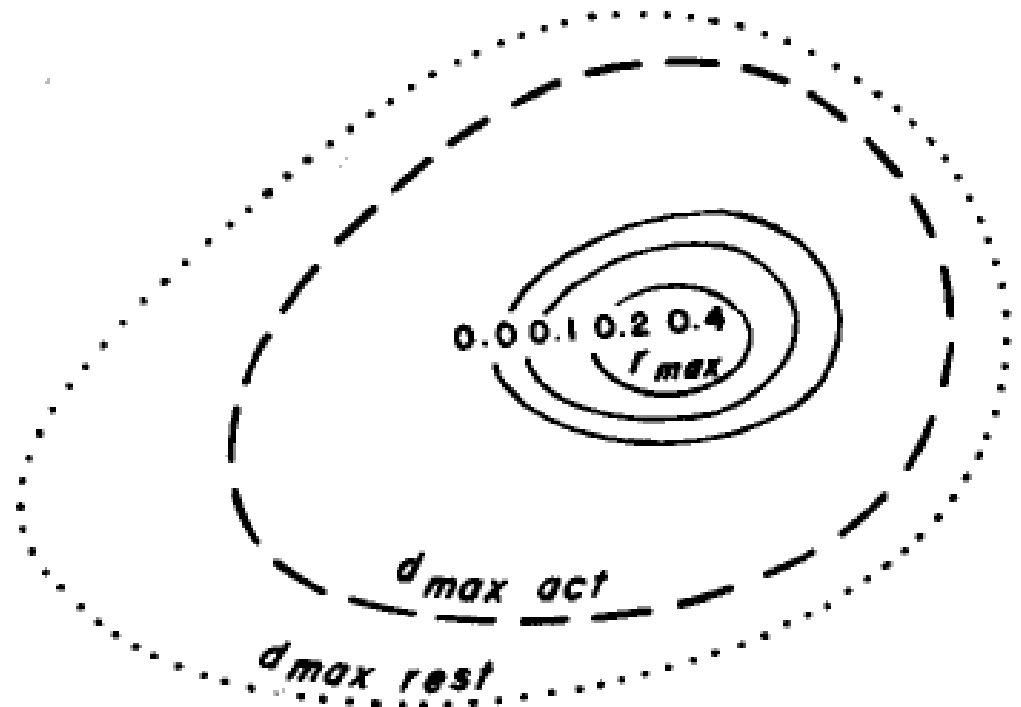


Respuesta de una población a una variable fundamental



El nicho ecológico y la abundancia de las especies

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



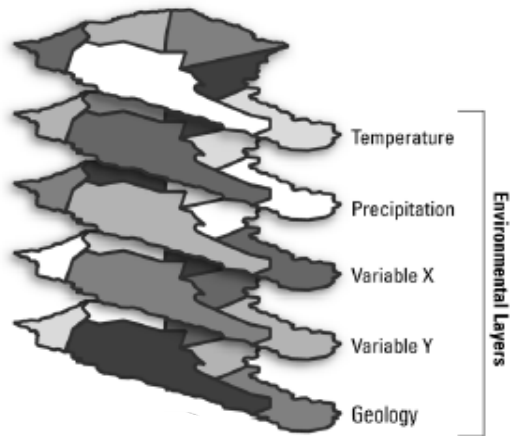
En el espacio ecológico, teóricamente existe un óptimo en donde las poblaciones tenderían a ver maximizada su tasa de natalidad y minimizada su tasa de mortalidad; que se reducen conforme se alejan de dicho óptimo

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

**Registros de presencia
de una especie**

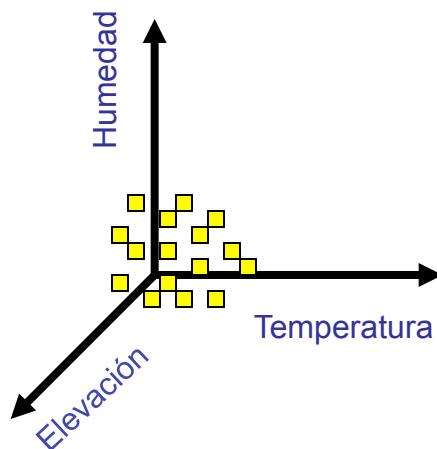


+



Datos de entrada

Algoritmo de modelado
(Bioclim, GLM, GAM, ANN,
GARP, MAXent, etc.)



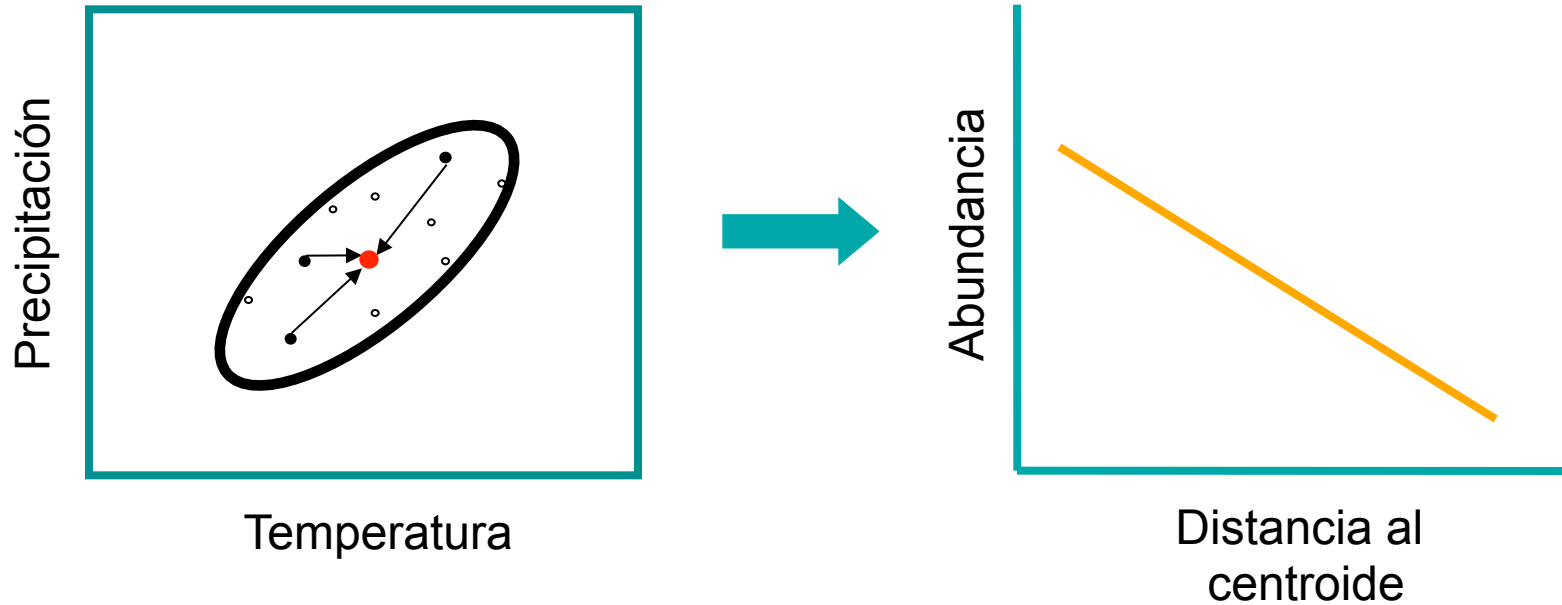
**Mapa de
distribución
potencial**



Producto

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 NICHU ECOLÓGICO Y LA
ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE

**MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
(BIOLOGÍA AMBIENTAL)**

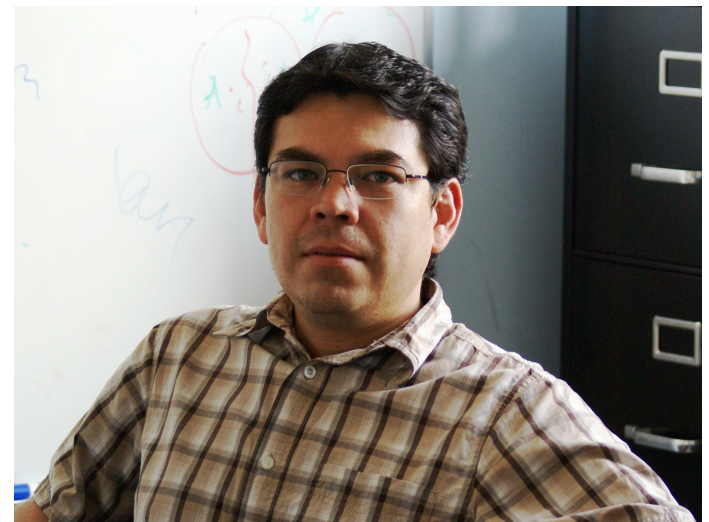
P R E S E N T A

DANIEL FERNANDO DÍAZ PORRAS

DIRECTOR DE TESIS: DR. ENRIQUE MARTÍNEZ MEYER

MÉXICO, D.F.

ABRIL, 2006



In Honoris

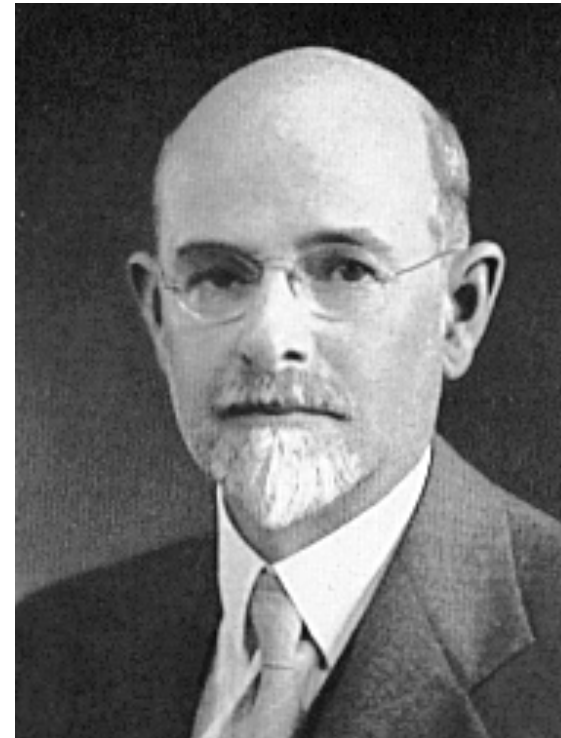
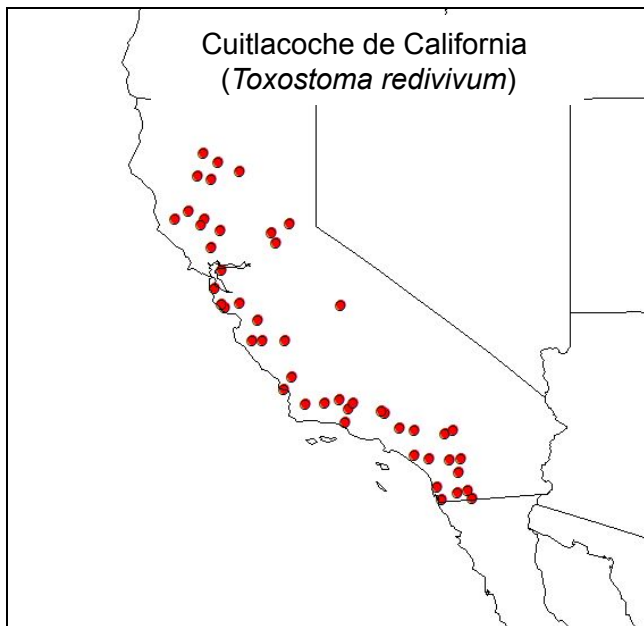


THE NICHE-RELATIONSHIPS OF THE CALIFORNIA THRASHER.¹

BY JOSEPH GRINNELL.

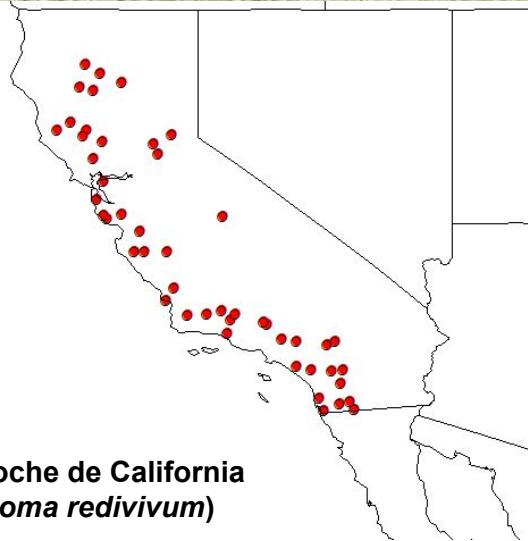
1917

The Auk, Vol. 34, 427-433



Requerimientos de datos

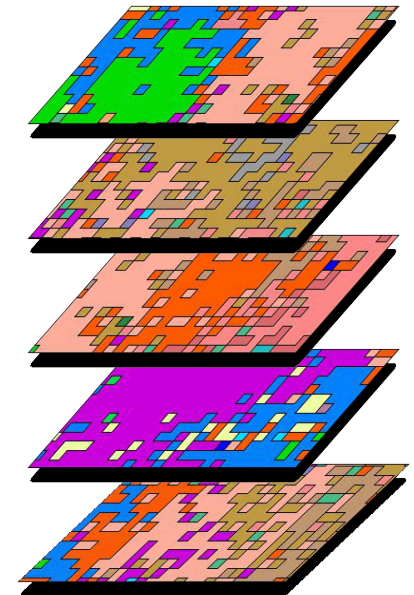
1. Datos de abundancia a lo largo de la distribución de una especie
(US Breeding Bird Survey)



Cuitlacoche de California
(*Toxostoma redivivum*)

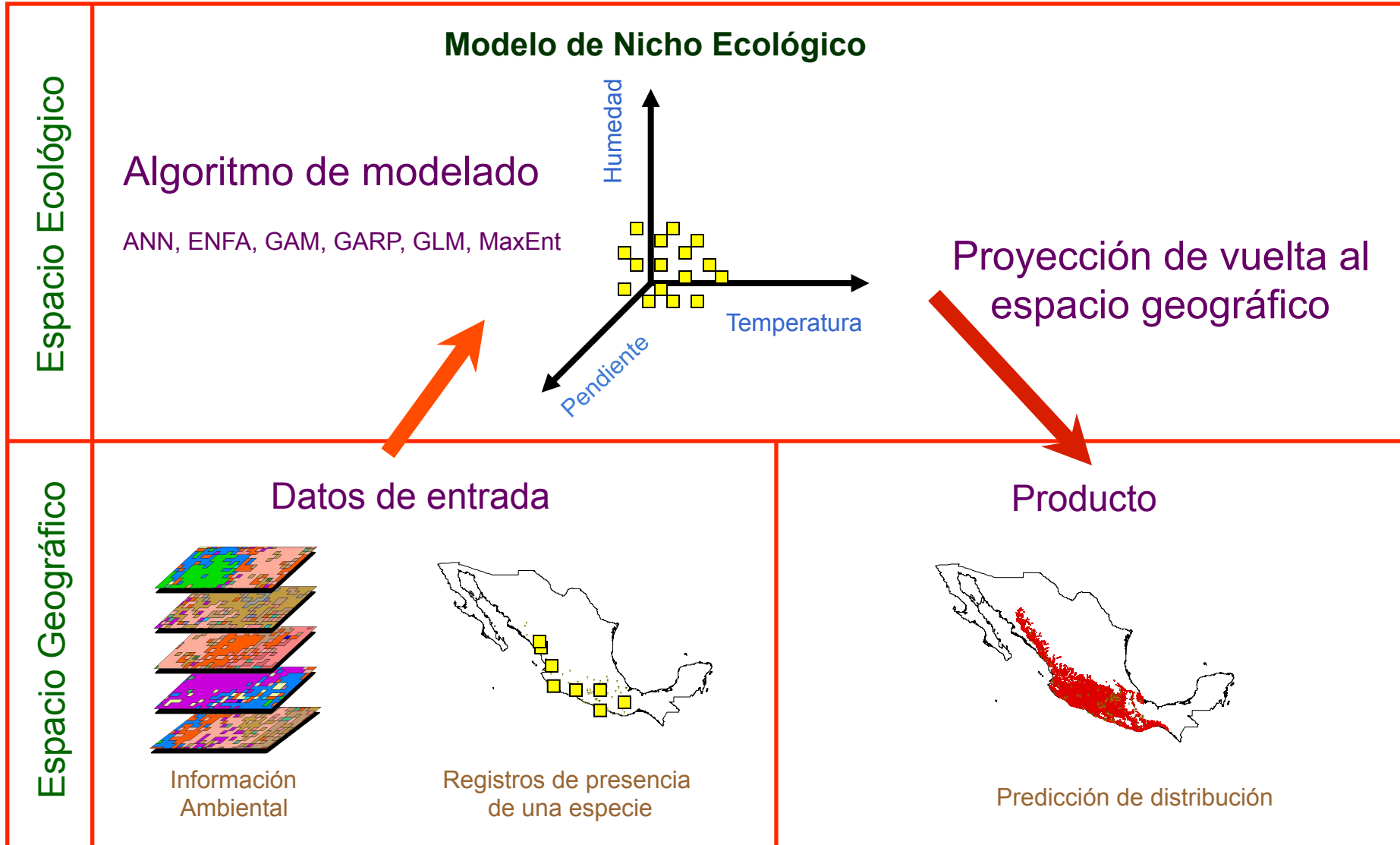
2. Conjunto de variables ambientales relevantes en la distribución de la especie

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



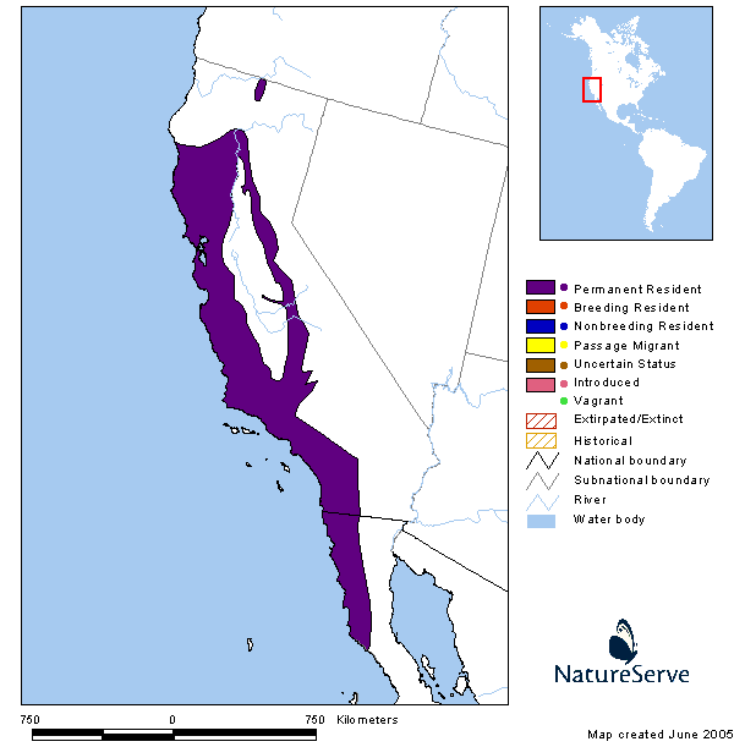
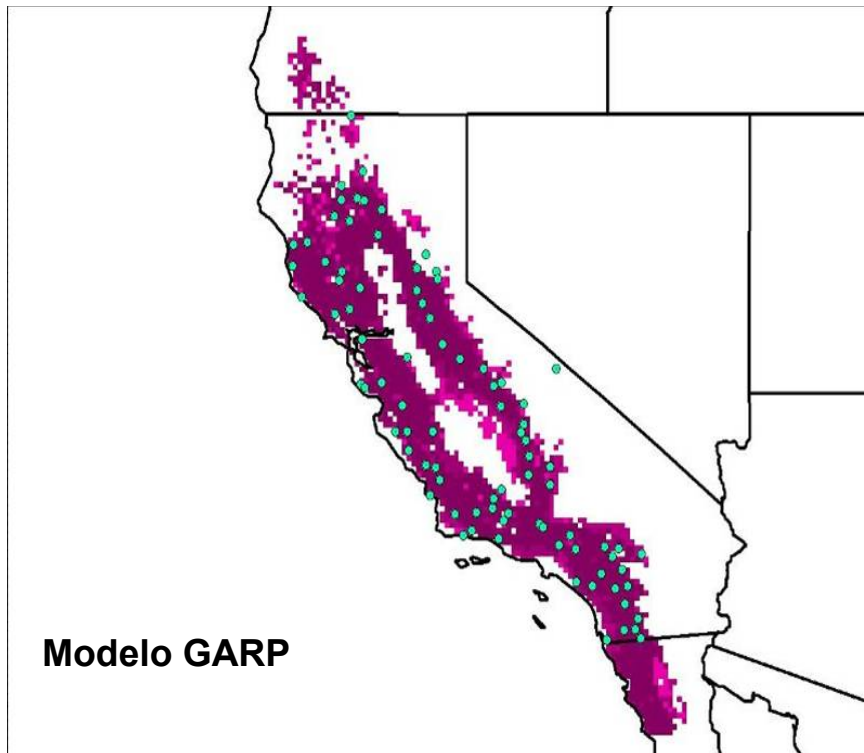
Métodos

3. Reconstrucción del nicho ecológico



Métodos

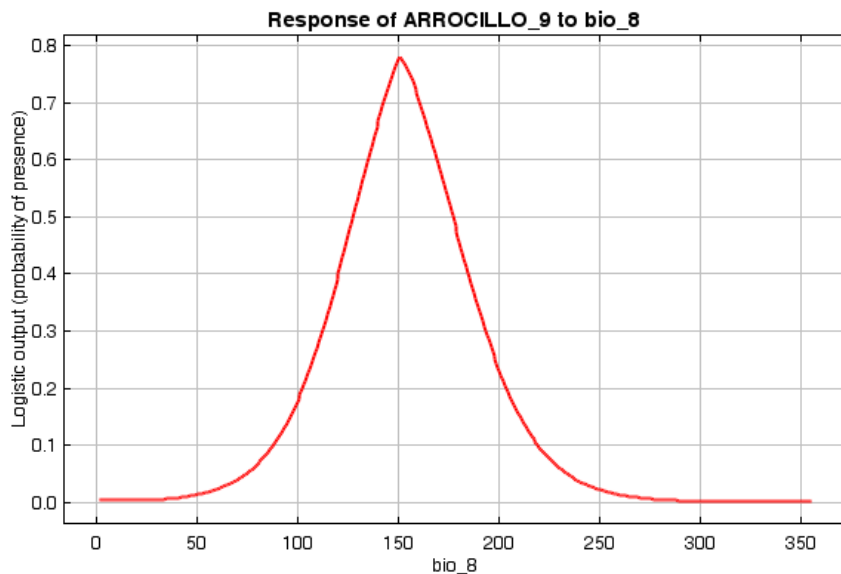
La obtención de un modelo de distribución adecuado indica que también se tiene una buena caracterización del nicho de la especie



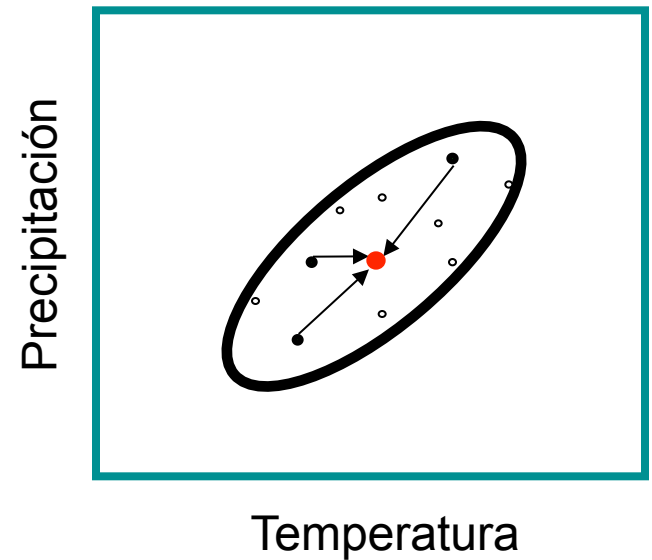
4. Extraer los pixeles que representan la distribución modelada y estandarizar las variables ambientales

Métodos

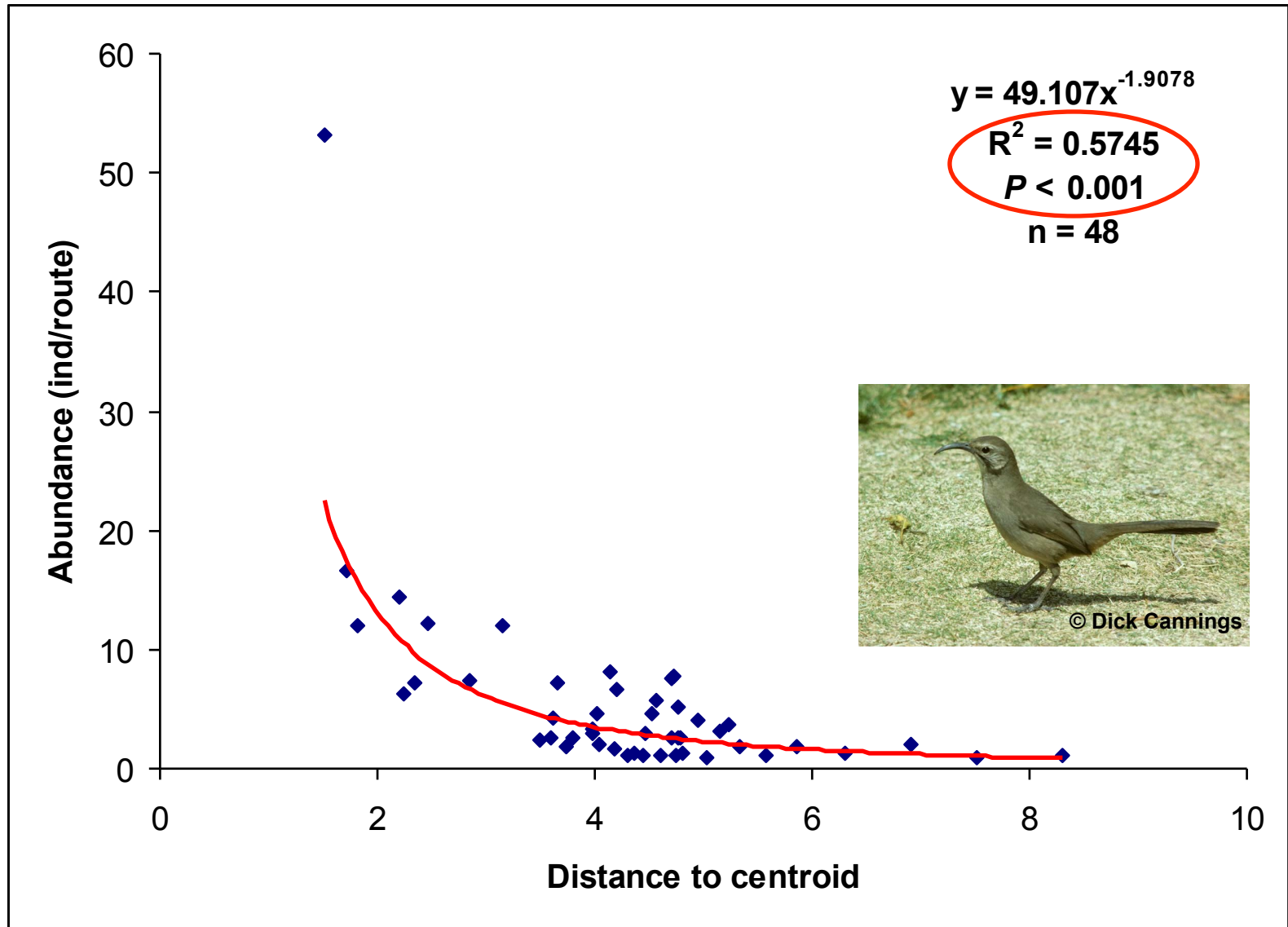
5. Calcular el centroide del nicho en espacio ecológico



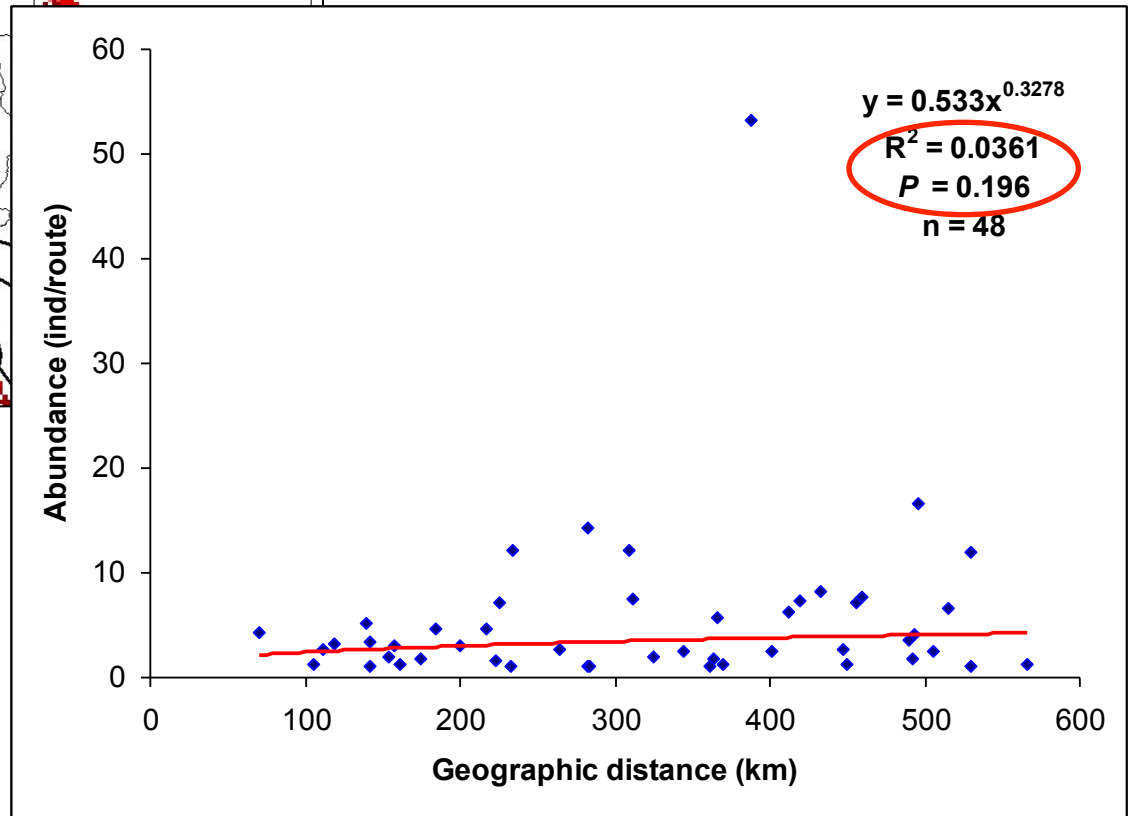
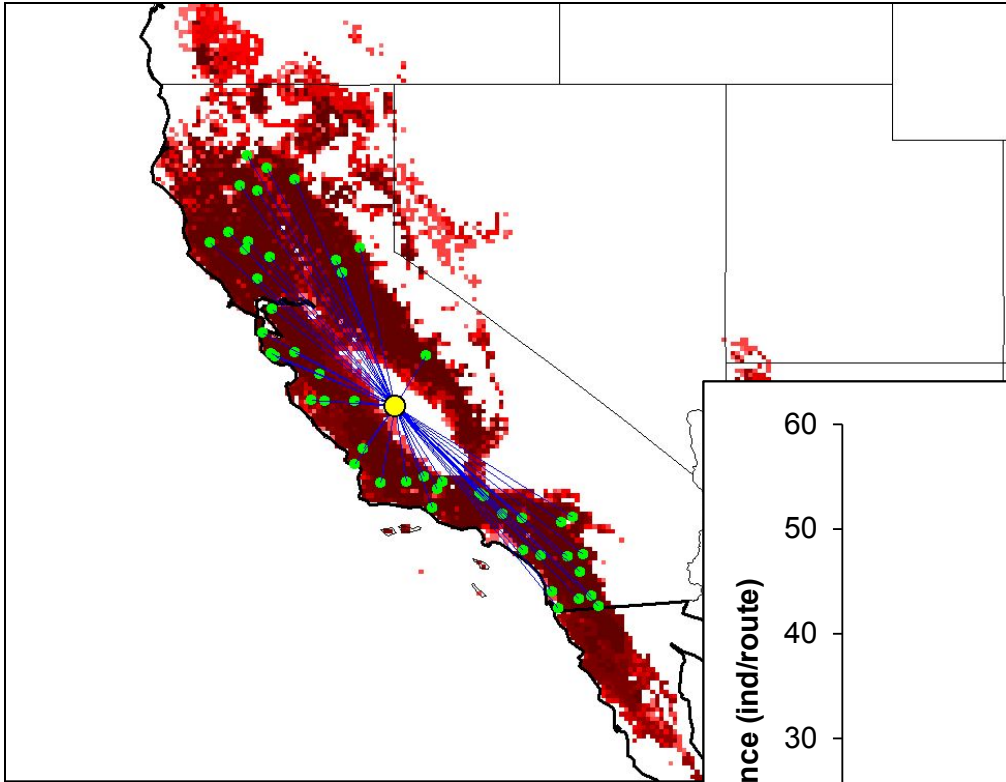
6. Calcular la distancia Euclidiana multidimensional de cada punto poblacional al centroide del nicho



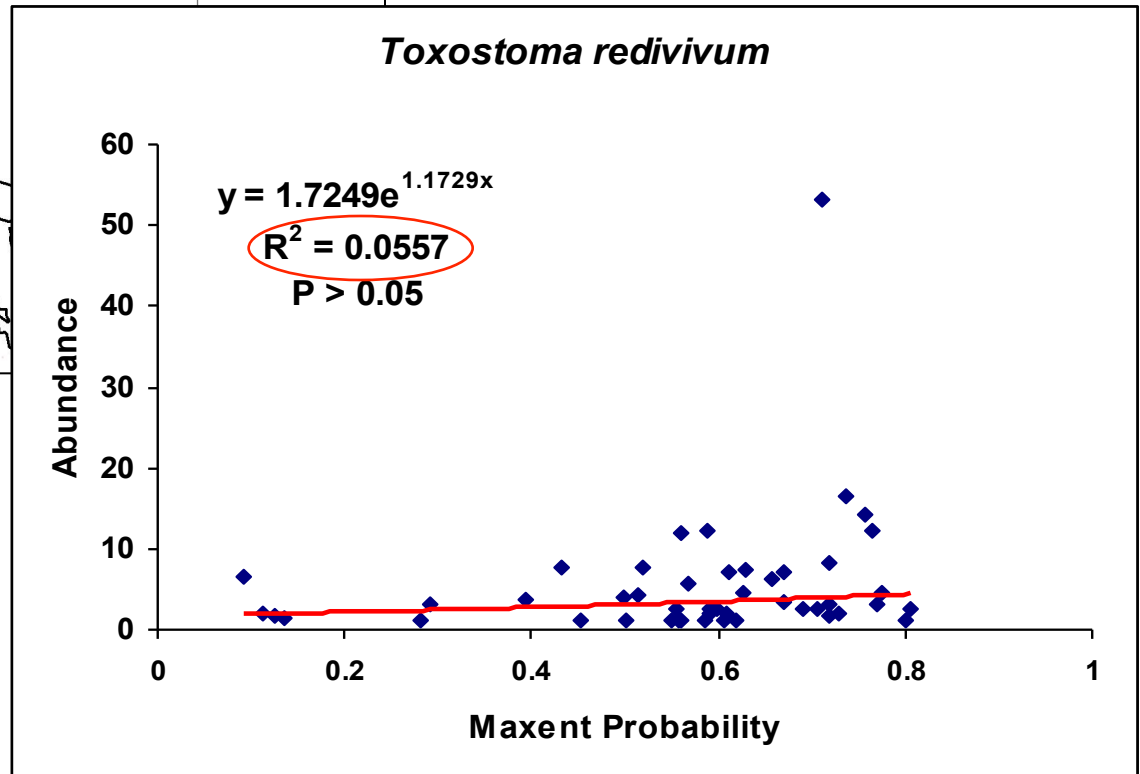
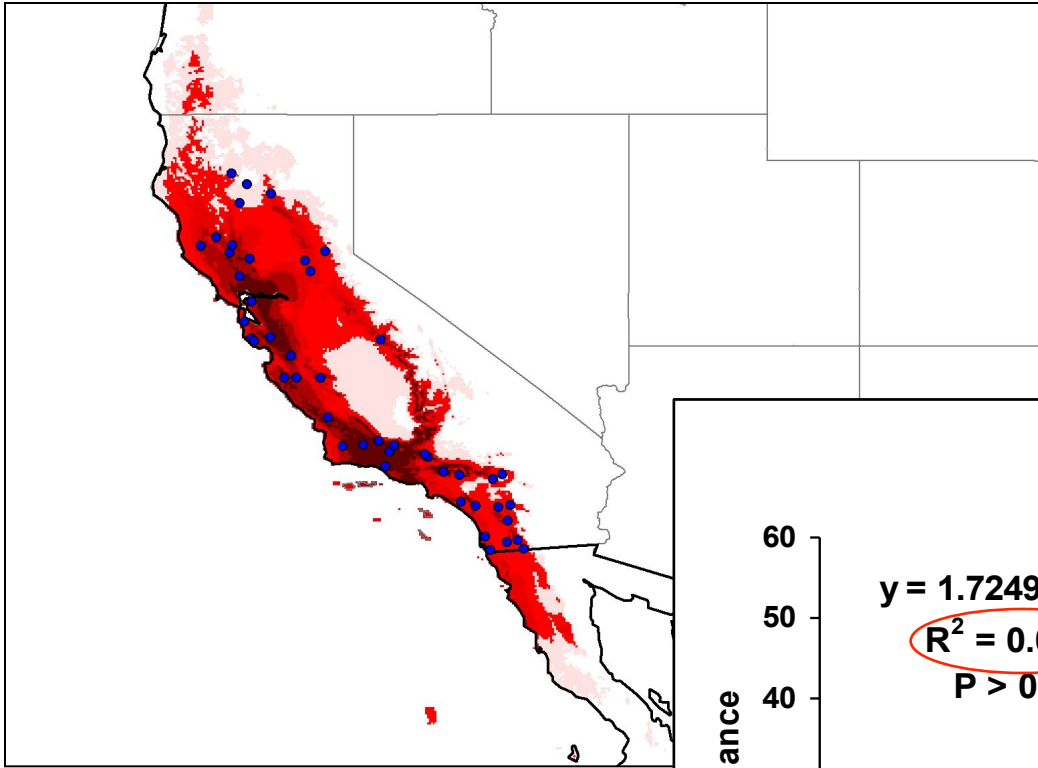
Relación Distancia Ecológica vs Abundancia



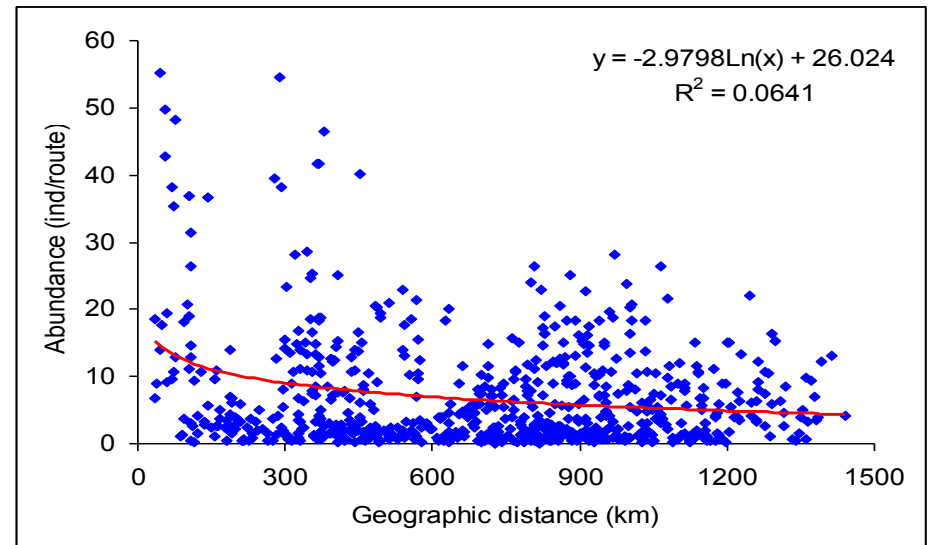
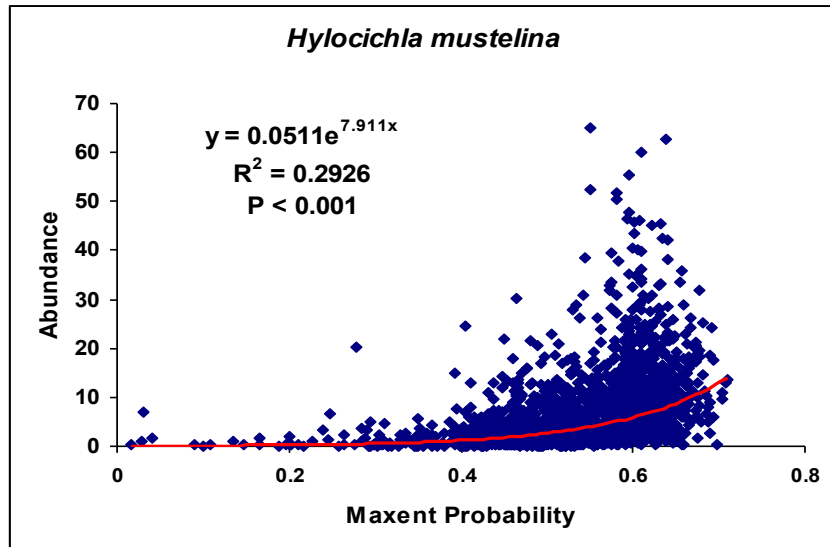
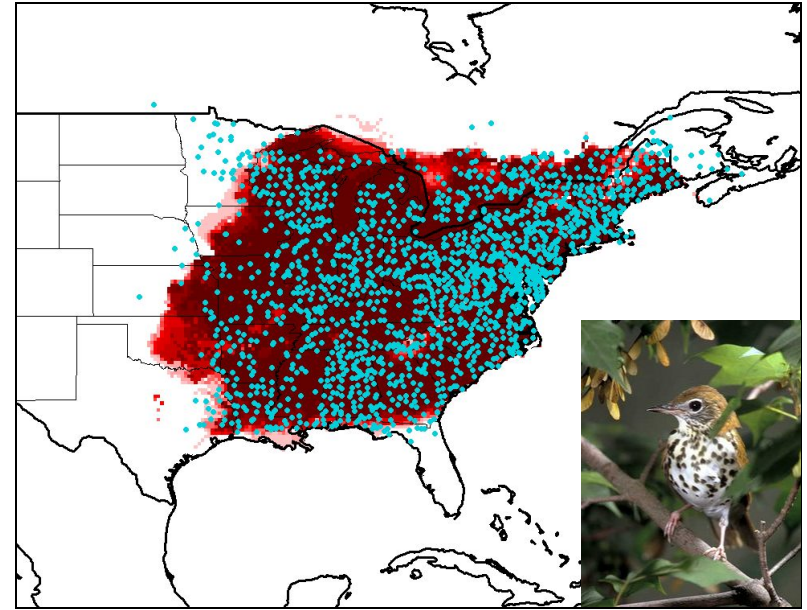
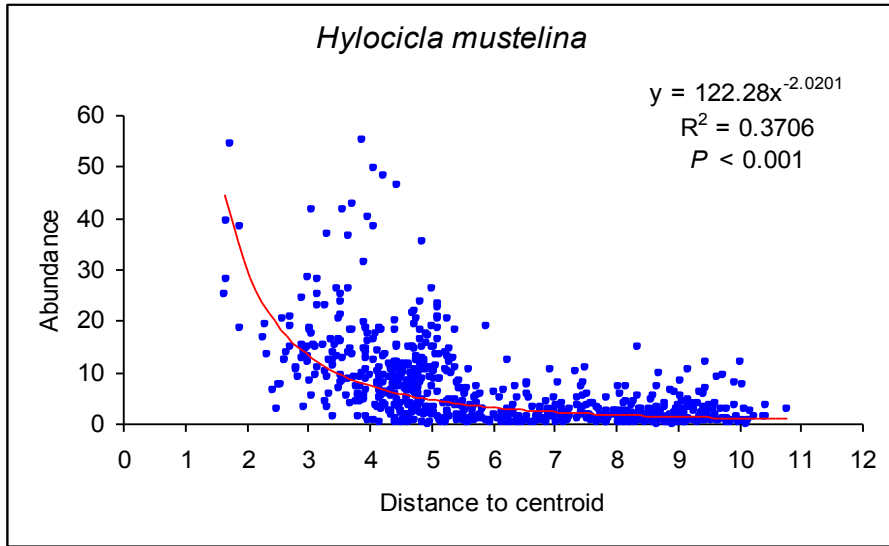
Distancia Geográfica



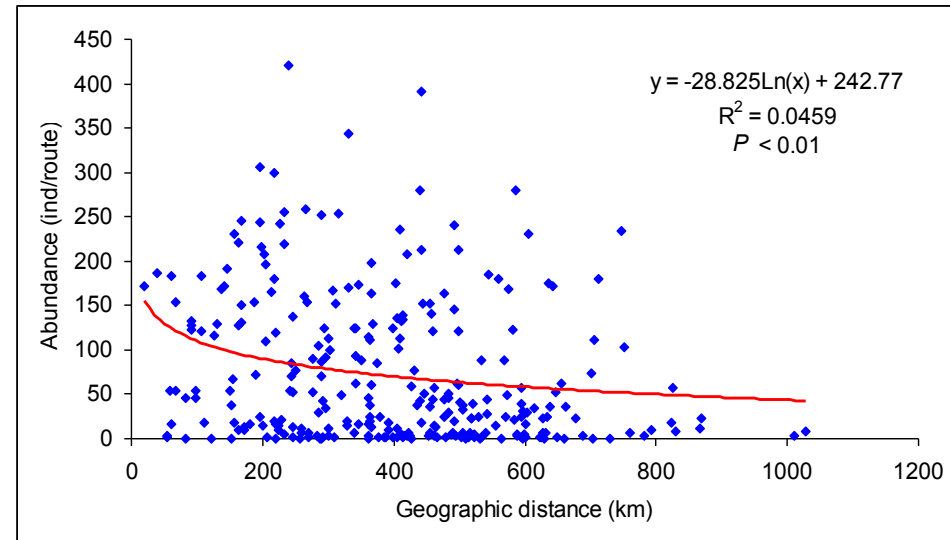
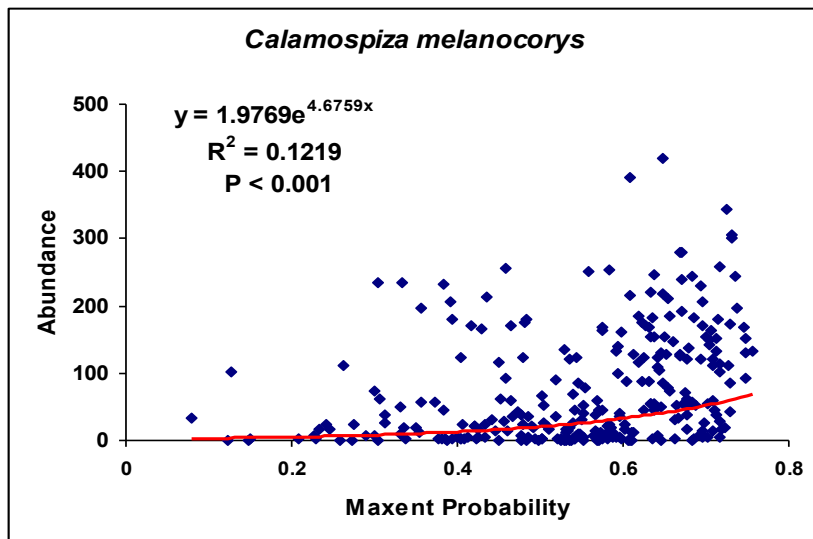
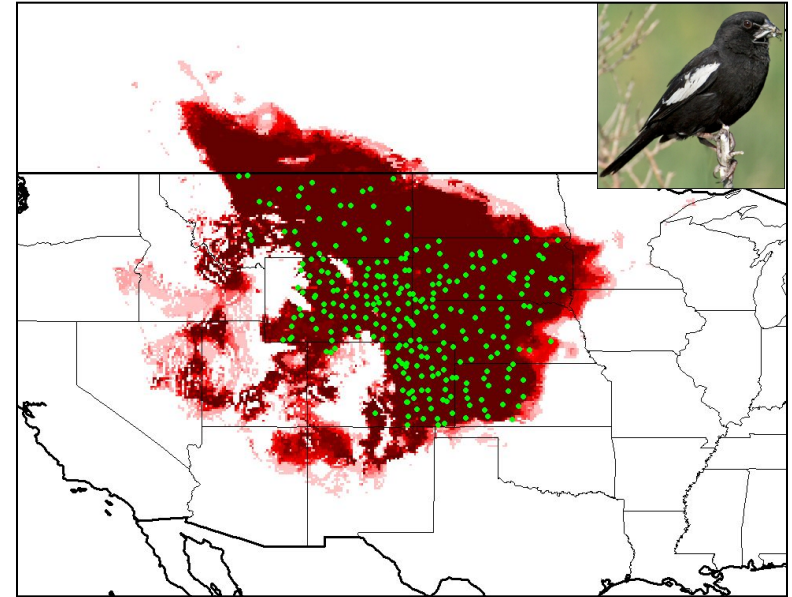
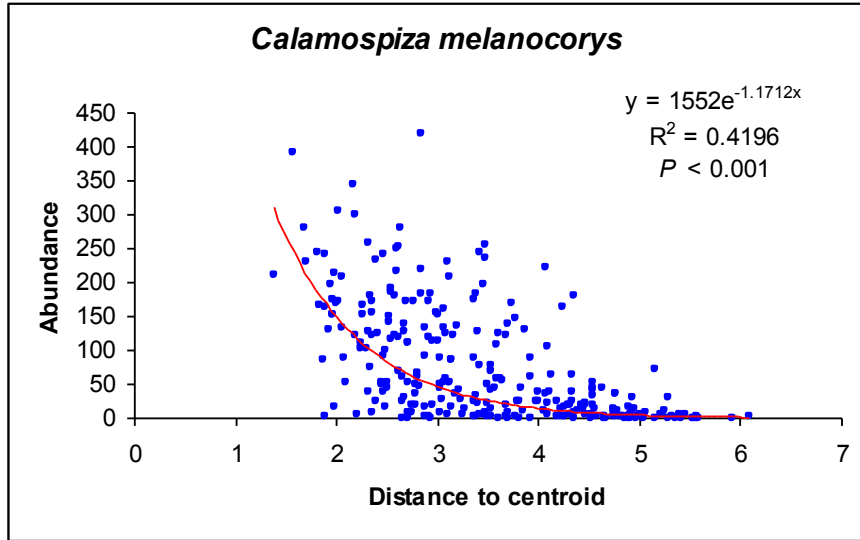
Favorabilidad de MaxEnt



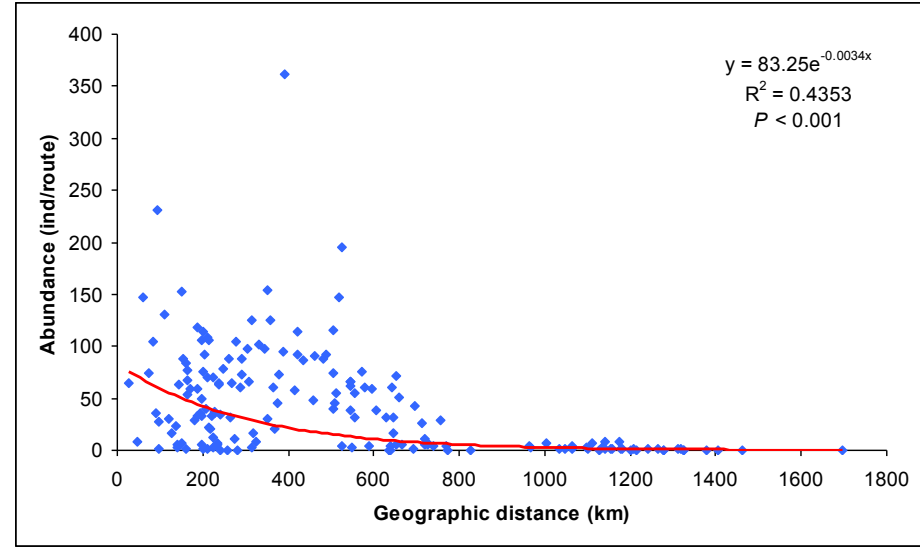
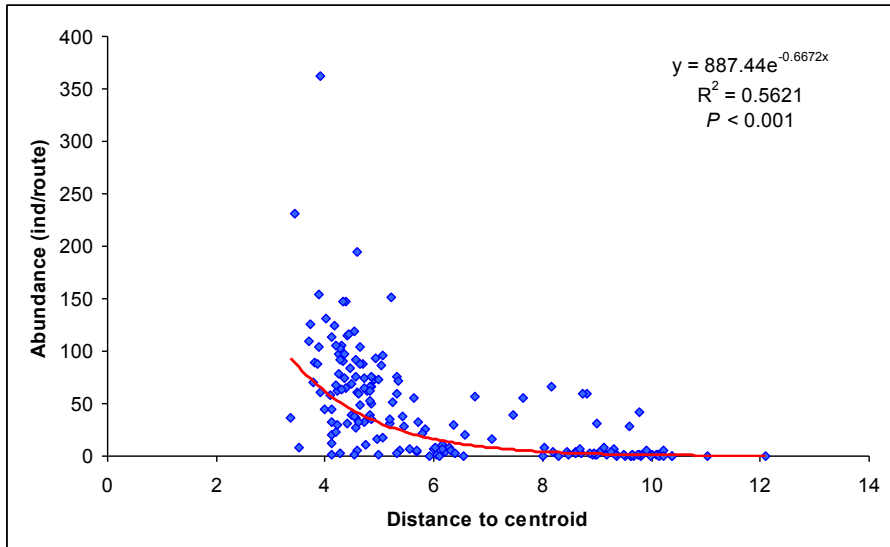
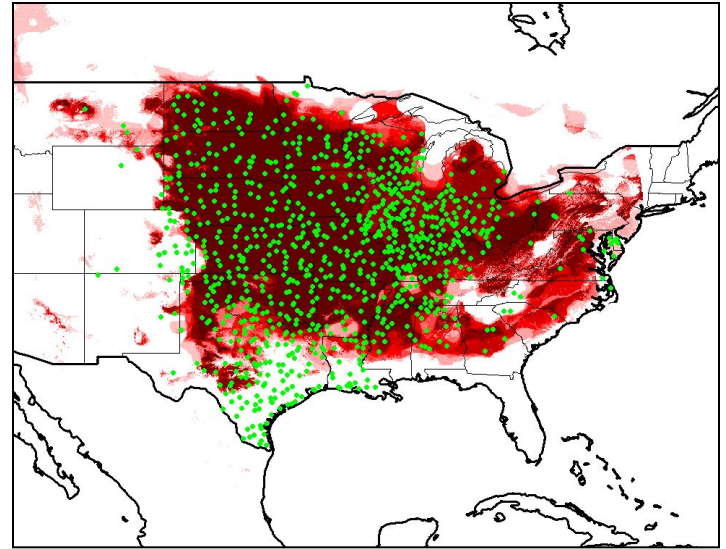
Hylocichla mustelina



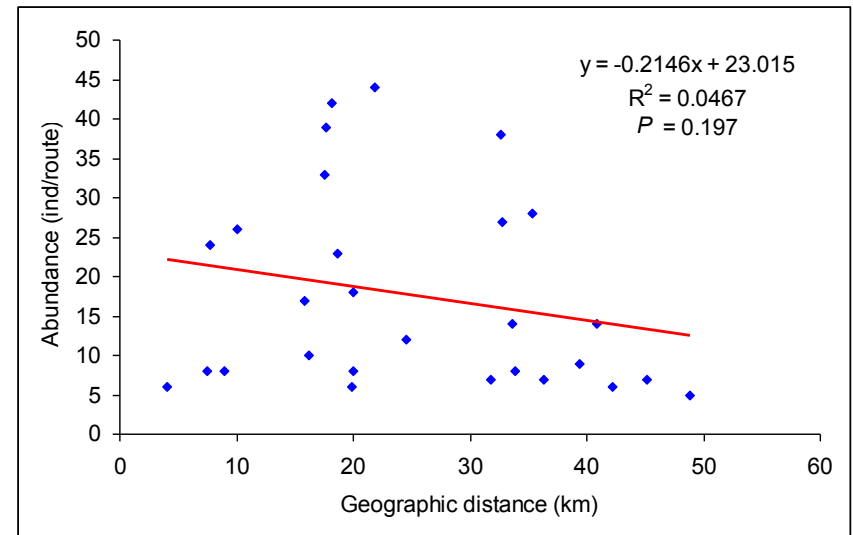
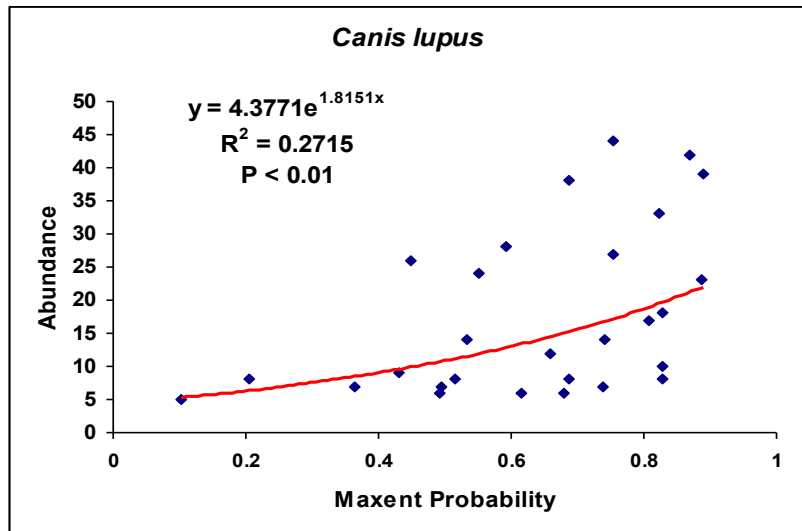
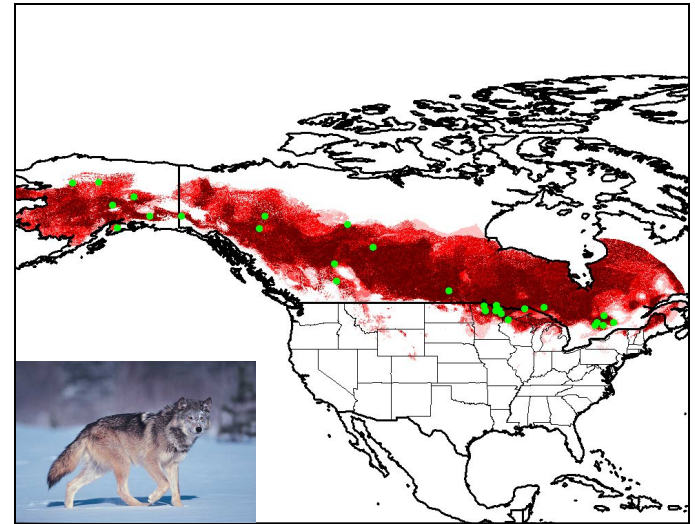
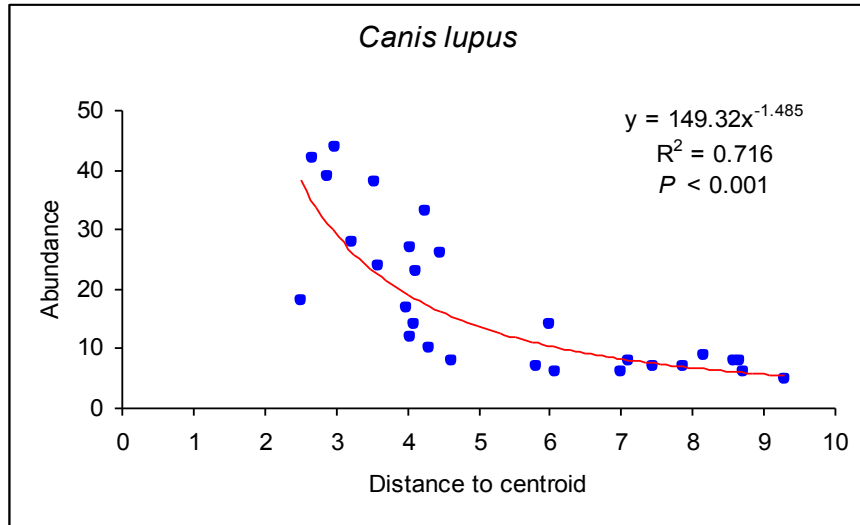
Calamospiza melanocorys



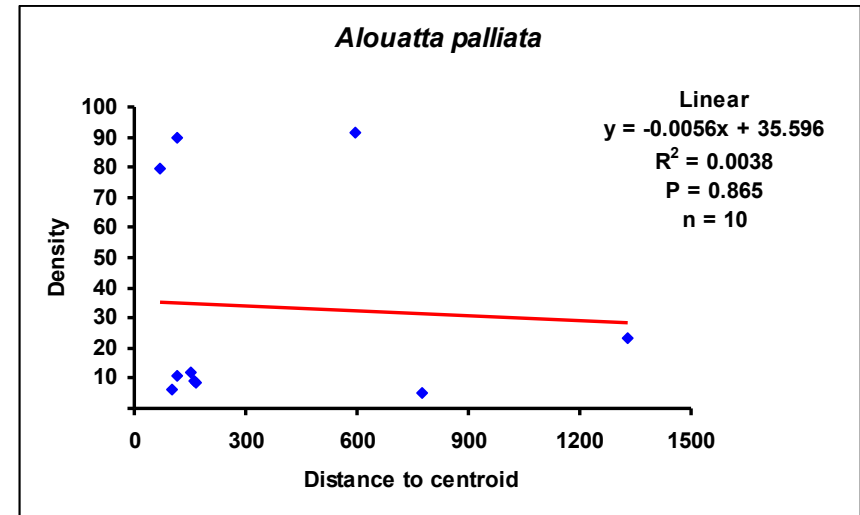
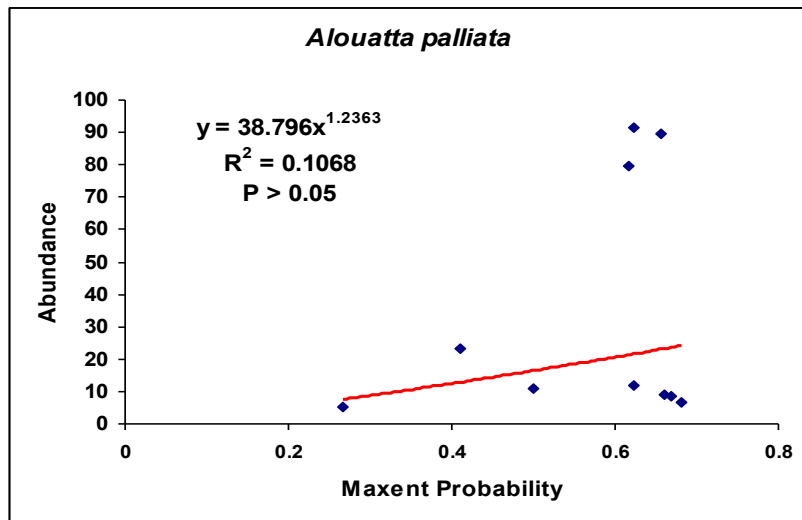
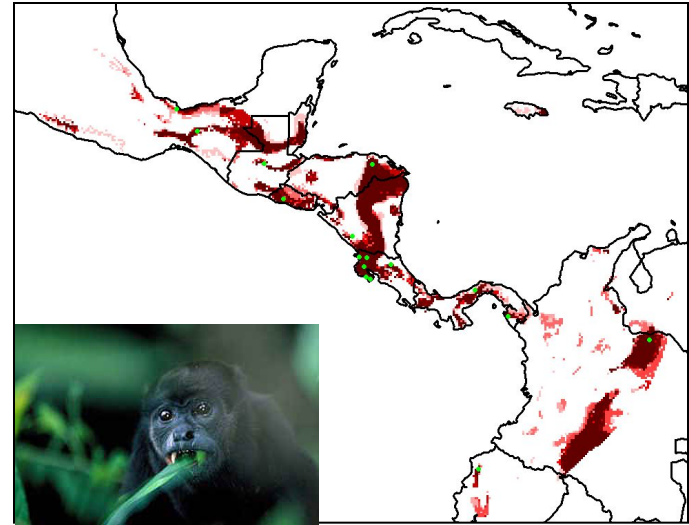
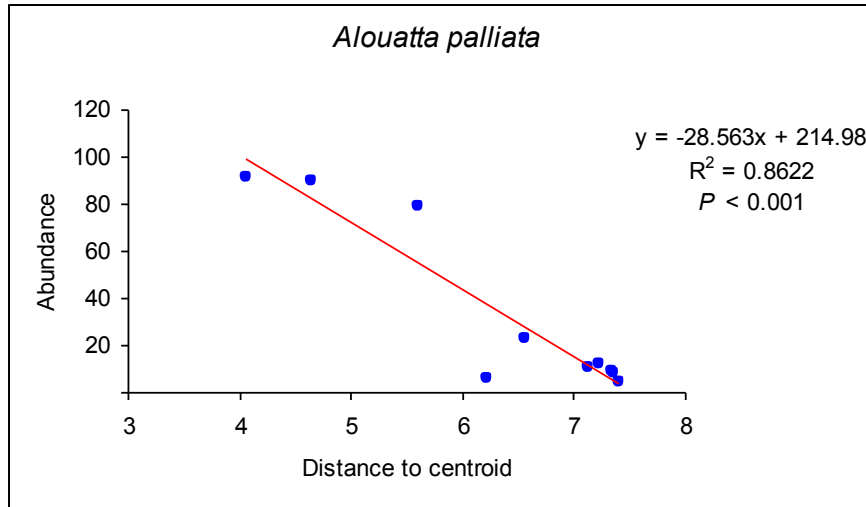
Spiza americana



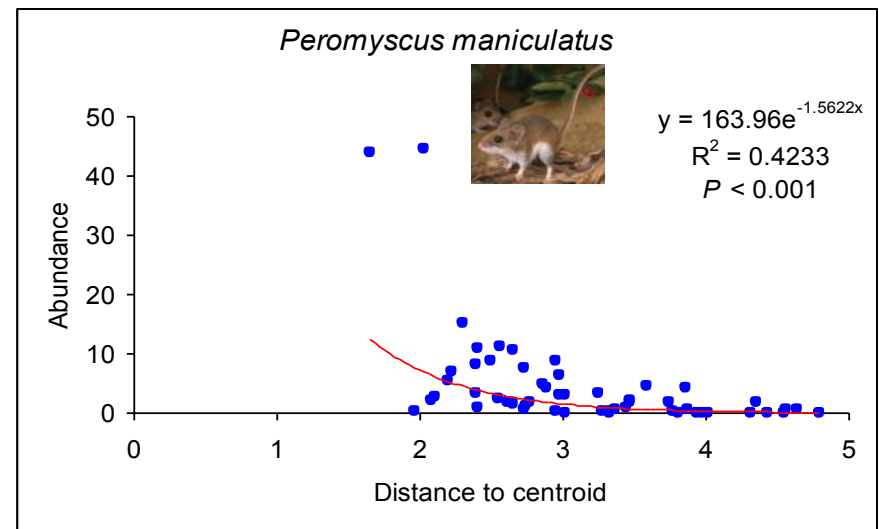
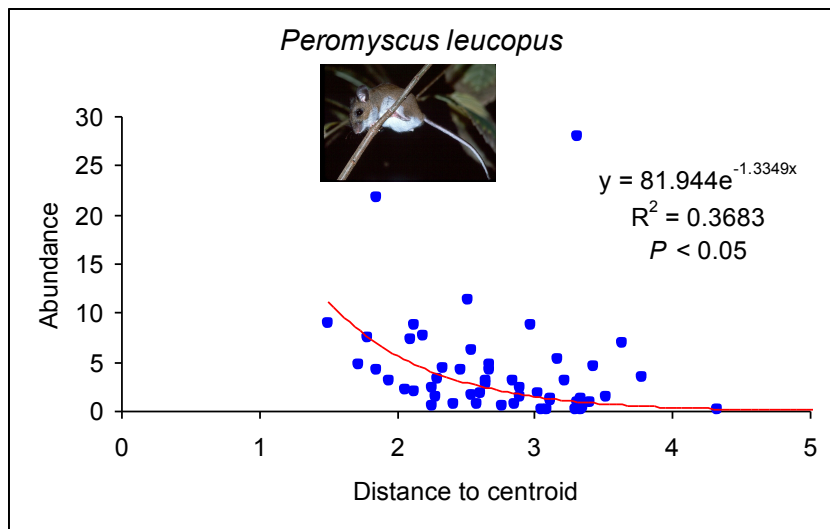
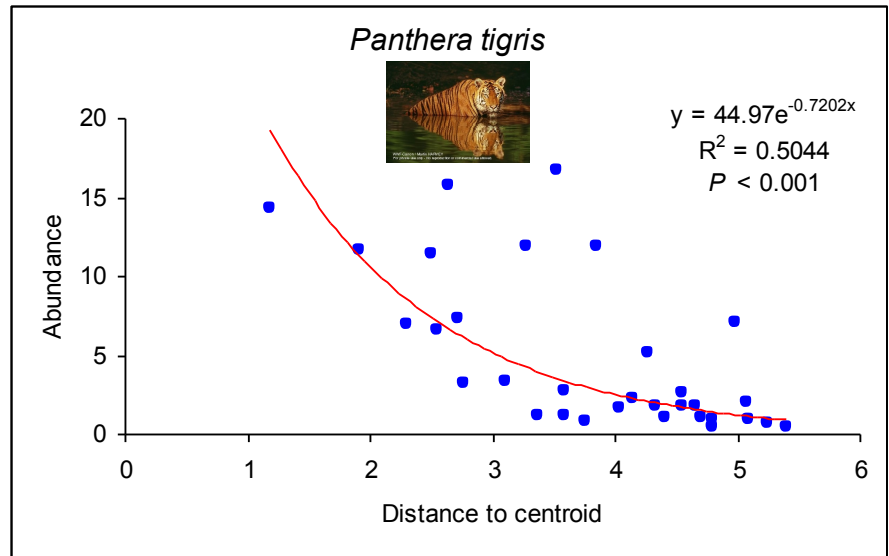
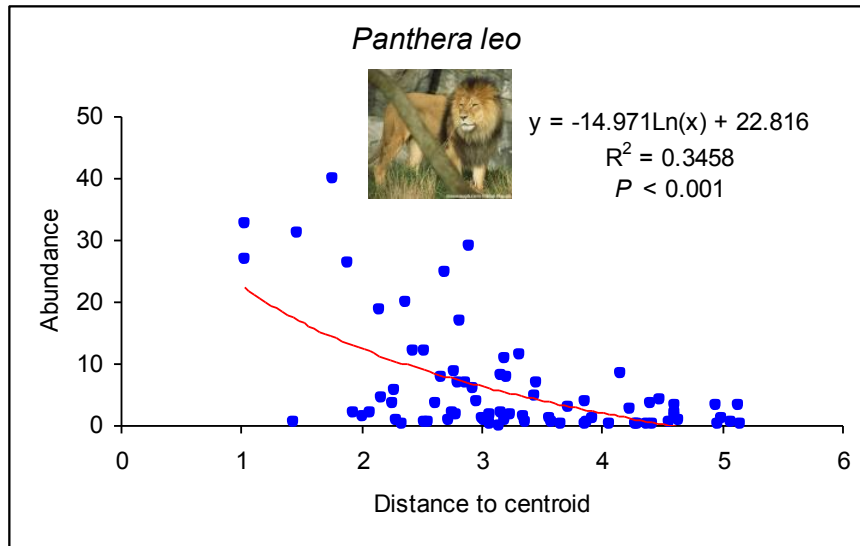
Canis lupus



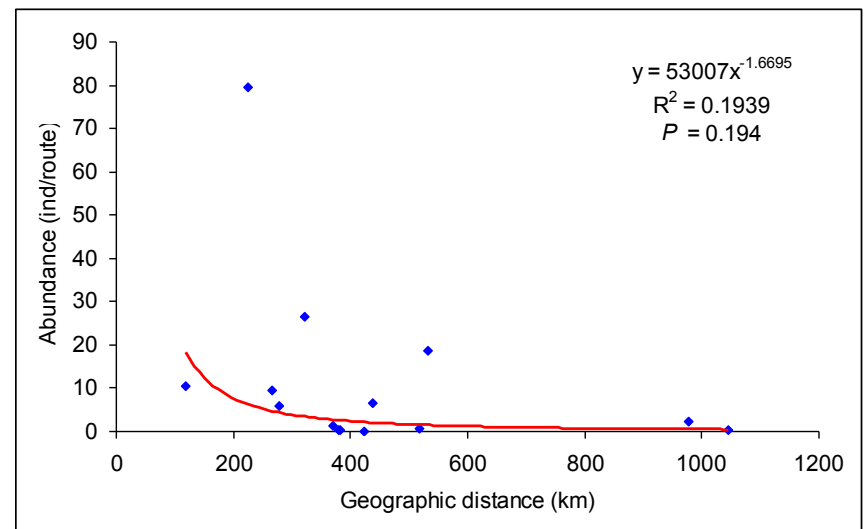
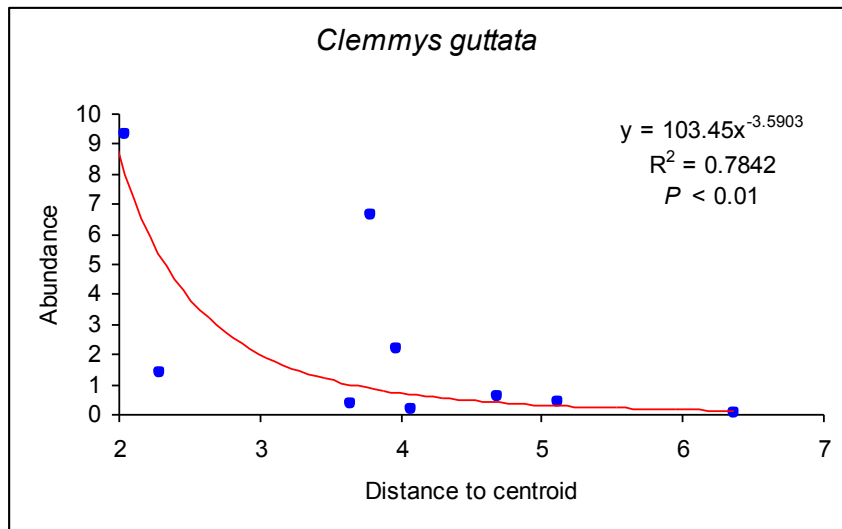
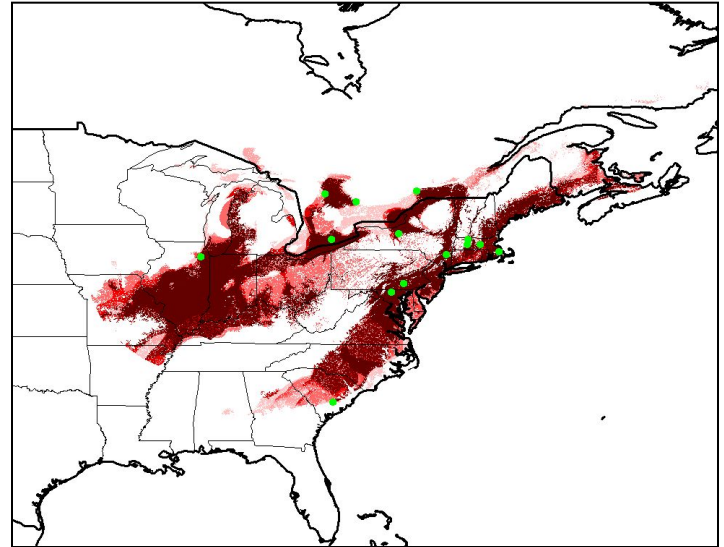
Alouatta palliata



Más especies

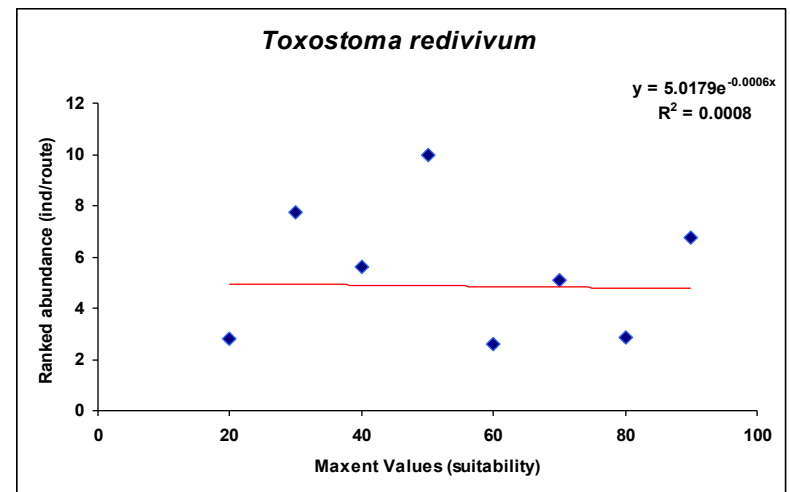
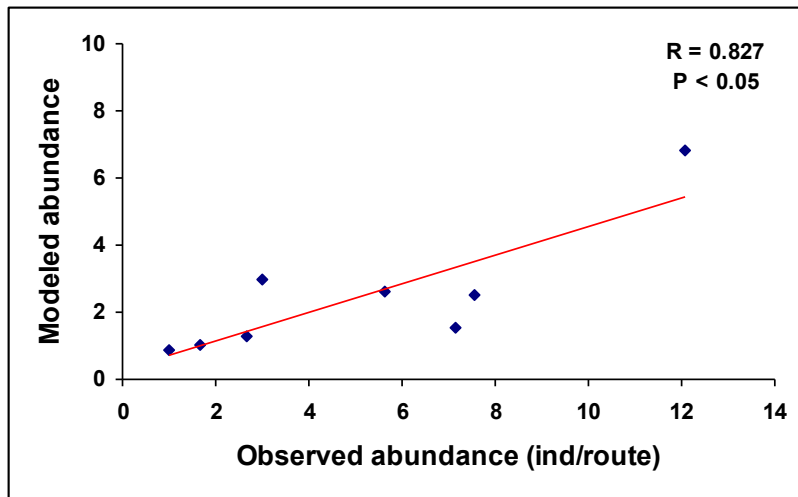
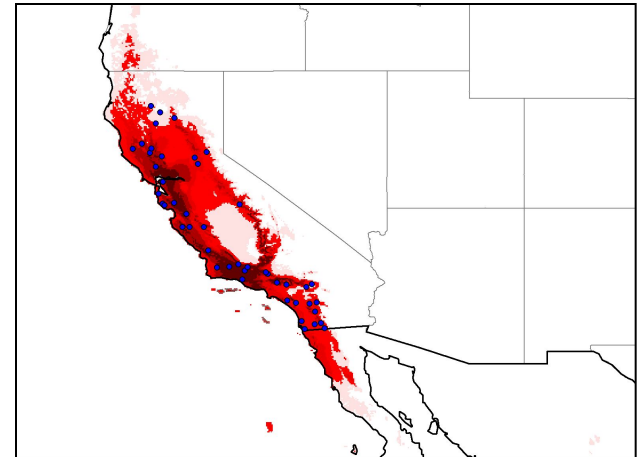
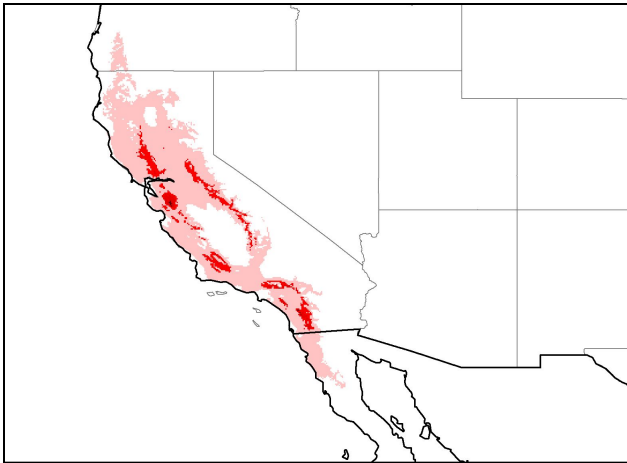


Clemmys guttata



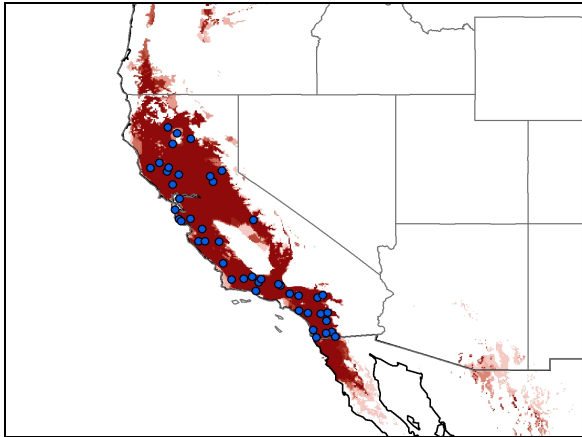
¿Y para qué sirve?

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

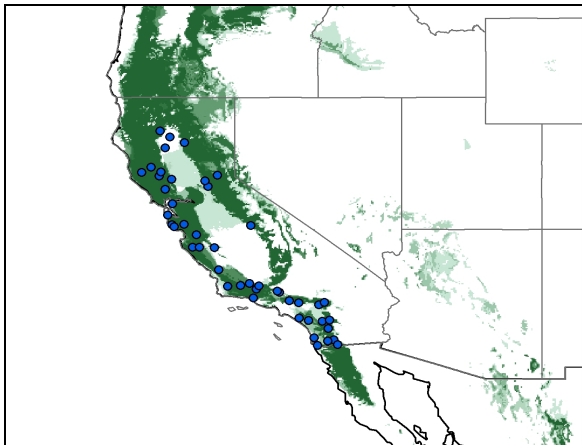


Modelos en escenarios alternos

Modelación de abundancias en escenarios de cambio climático

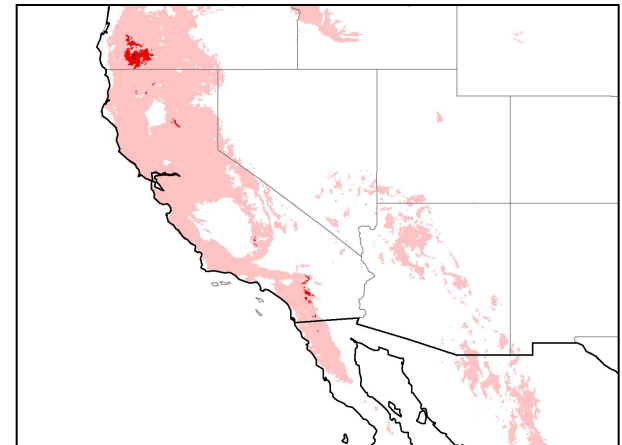
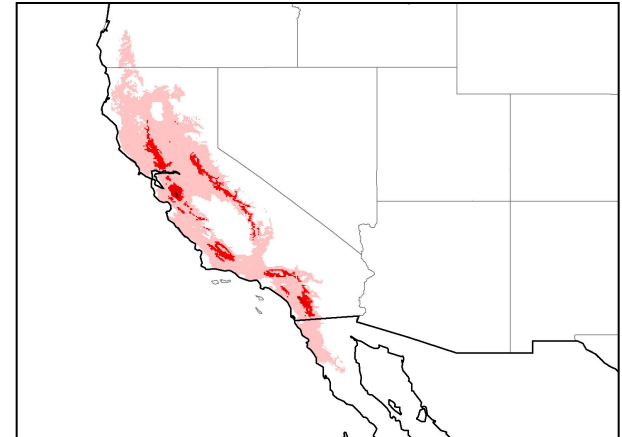


Presente



2050 bajo el
escenario
CCM3 A1

Modelo predictivo de presencia



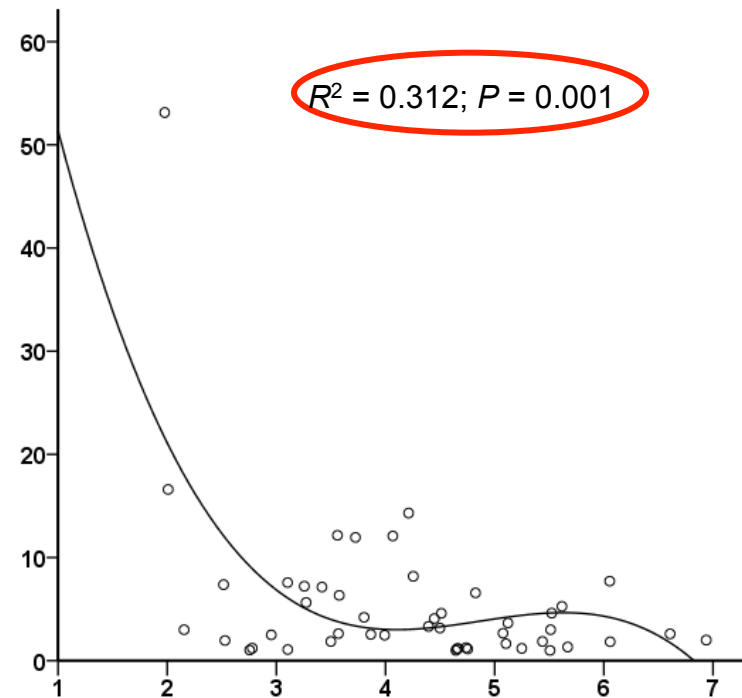
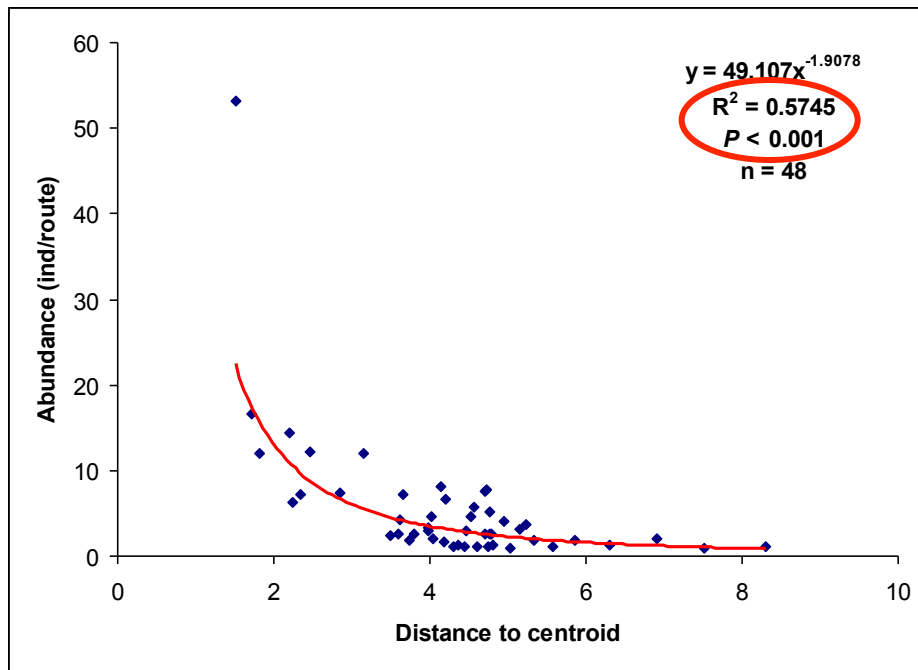
Modelo predictivo de abundancia

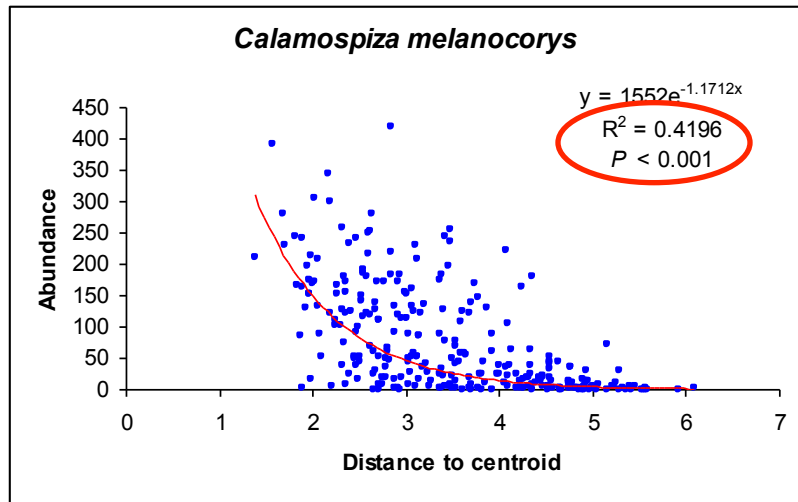
Sin embargo, en la revisión del artículo hubo la necesidad de repetir los análisis, y las cosas no fueron tan lindas ¿viste?

Saló este esto:



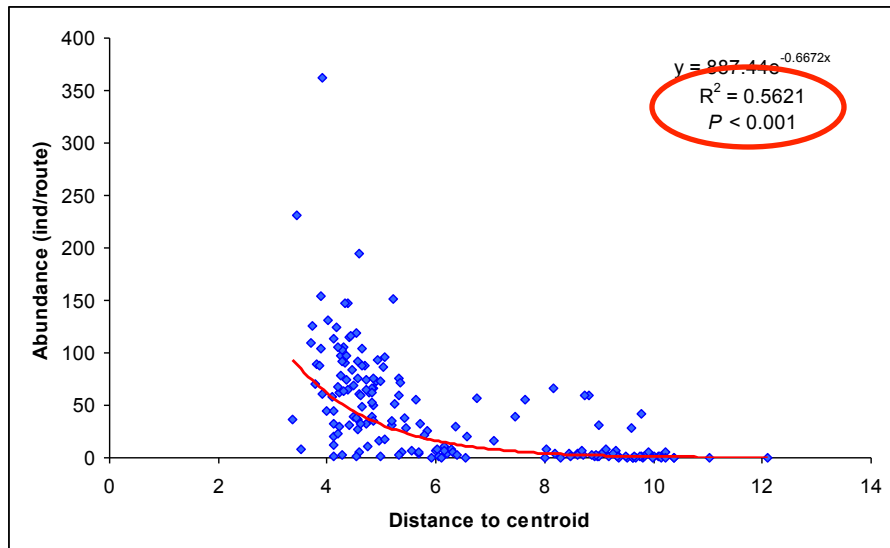
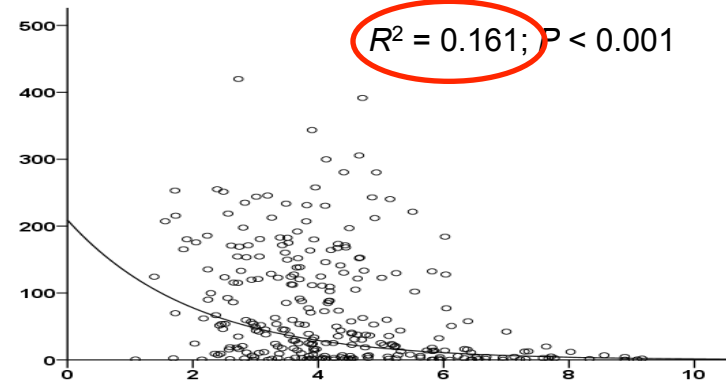
Toxostoma redivivum



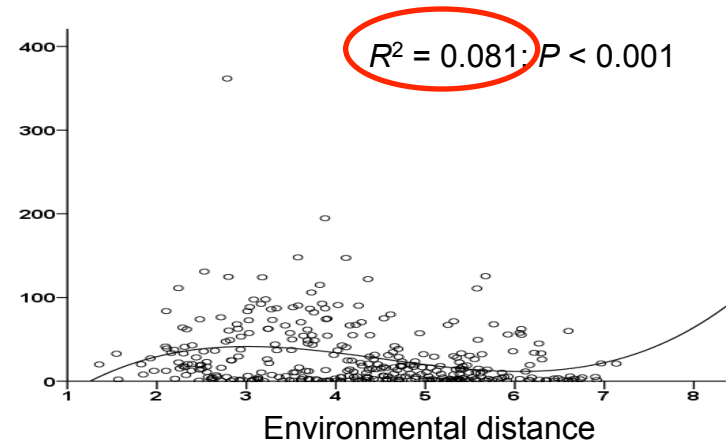


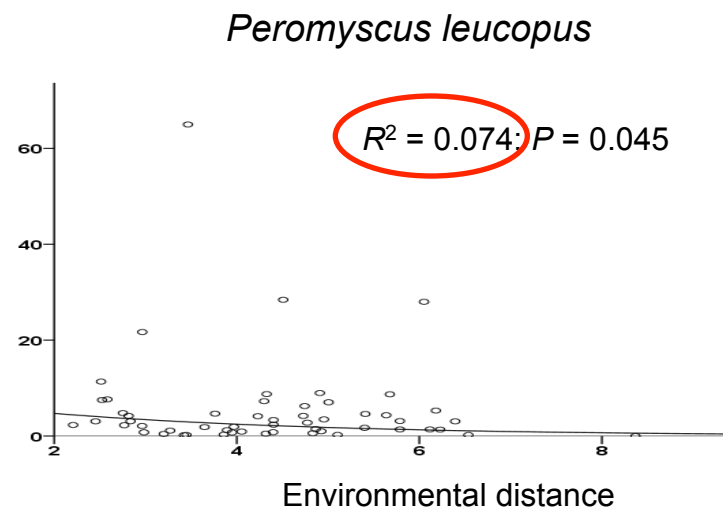
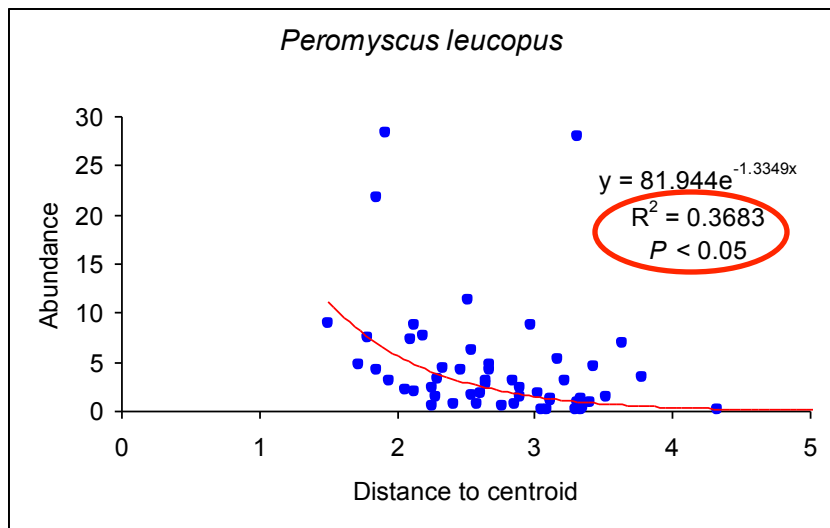
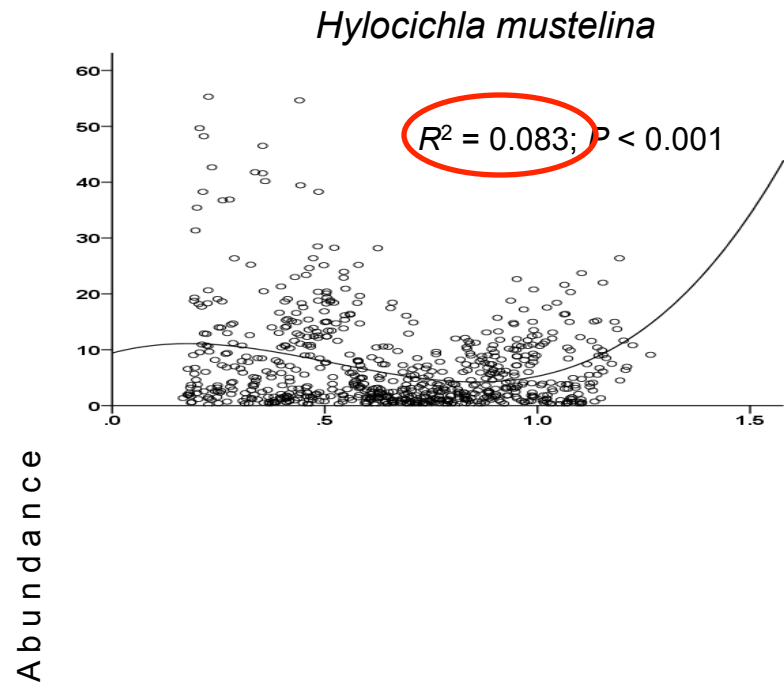
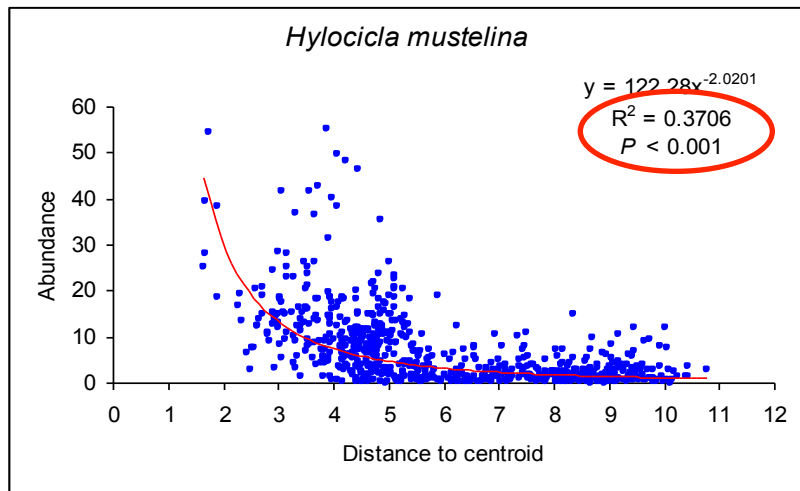
Abundance

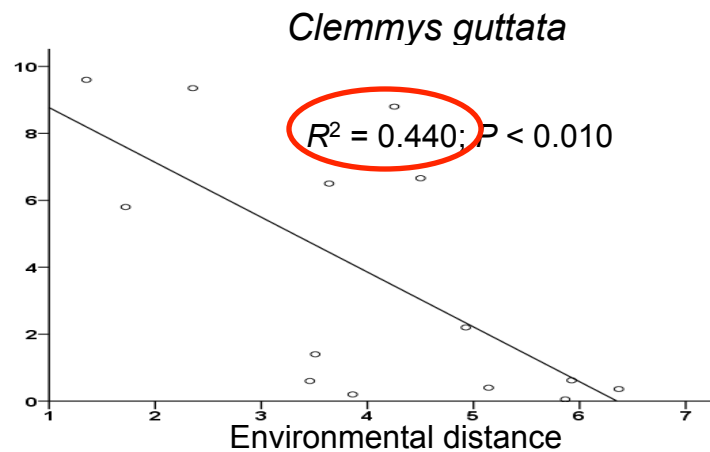
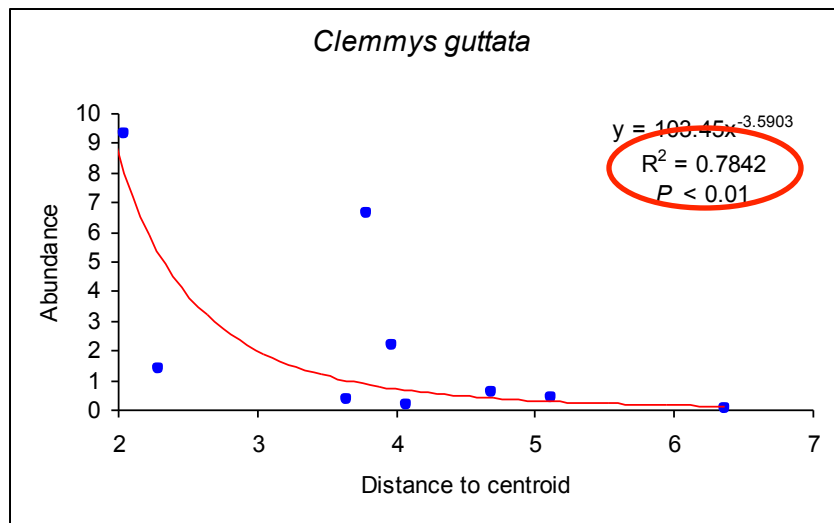
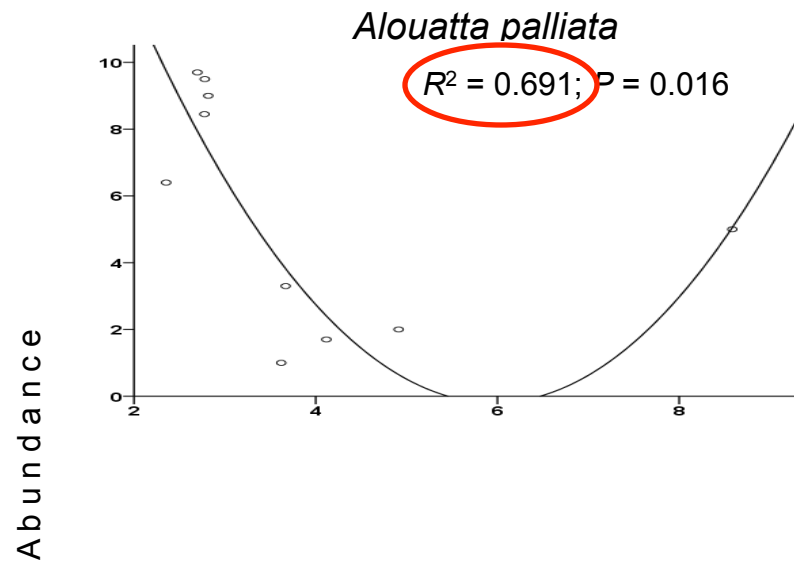
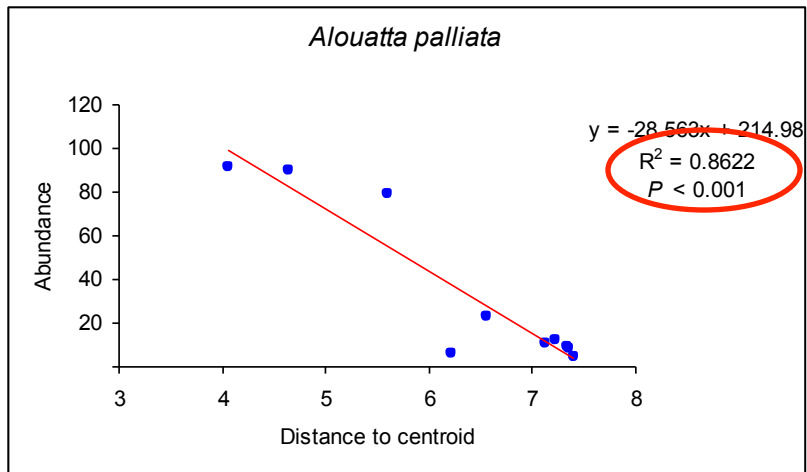
Calamospiza melanocorys



Spiza americana

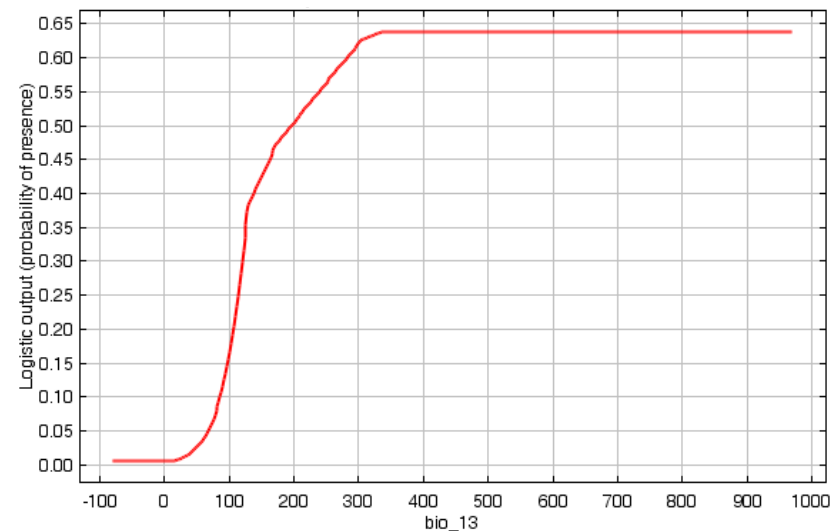
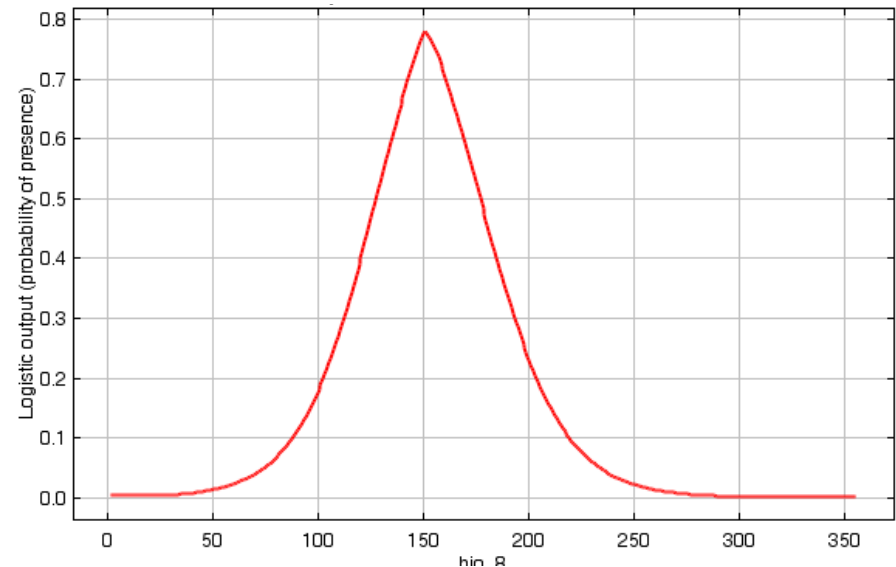






¿Qué pasó?

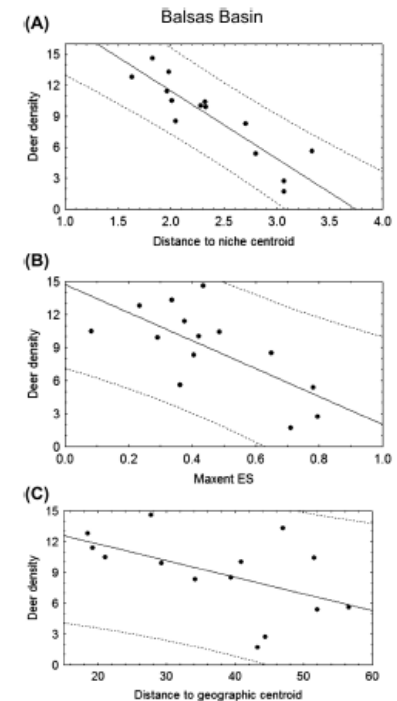
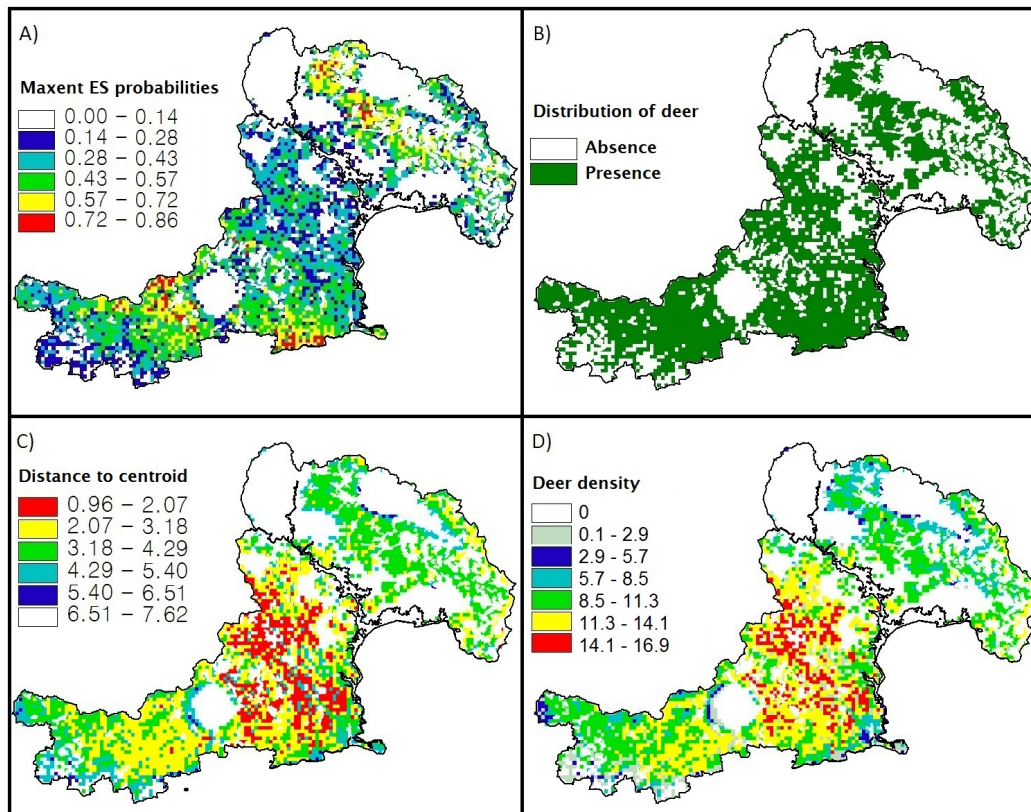
En el primer análisis el cálculo del “centroide” no fue en realidad al centroide geométrico del nicho, sino al óptimo con base en el análisis de las curvas de respuesta de las especies a las variables ambientales, lo que favoreció el mayor ajuste de los modelos de regresión



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

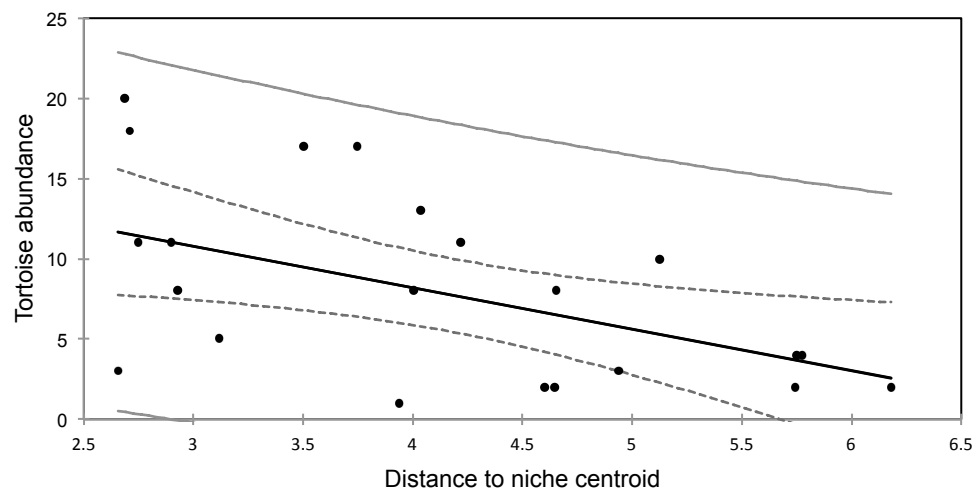


Fuente: Yáñez-Arenas *et al.* 2012. *Oikos*

Using rangewide abundance modeling to identify key conservation areas for the micro-enedemic Bolson Tortoise (*Gopherus flavomarginatus*)



Cinthyá Alejandra Ureña-Aranda^{1,2}, Octavio Rojas-Soto^{2*}, Enrique Martínez-Meyer³, Carlos Yáñez-Arenas¹ y Alejandro Espinosa de los Monteros²



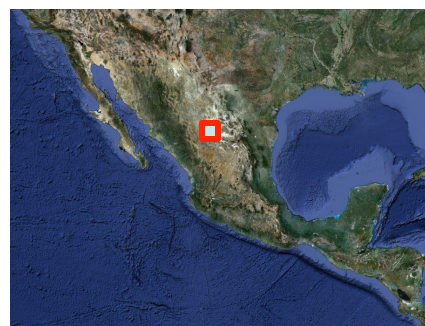
Distance to the centroid - Abundance	R^2	AICc
--------------------------------------	-------	------

OLS Result	0.313	143.043
------------	-------	---------

Explained by Predictor Variables	0.309	143.188
----------------------------------	-------	---------

Total Explained (Predictor + Space)	0.549	133.796
-------------------------------------	-------	---------

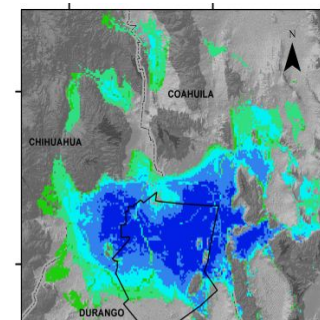
$P < 0.01$



A)

Abundance

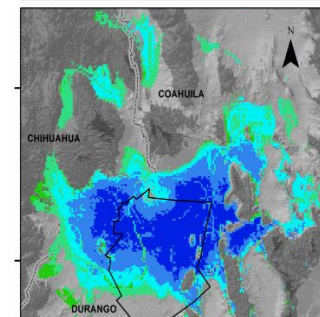
- 0 - 4.36
- 4.36 - 6.82
- 6.82 - 9.15
- 9.15 - 11.61
- 11.61 - 15.60



B)

Distance to centroid

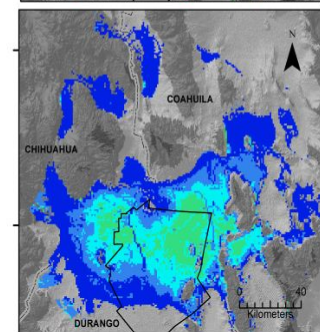
- 1.55 - 2.98
- 2.98 - 3.93
- 3.93 - 4.78
- 4.78 - 5.78
- 5.78 - 13.61



C)

Confidence intervals

- 1.52 - 2.13
- 2.13 - 3.04
- 3.04 - 3.96
- 3.96 - 7.92
- 7.92 - 14.41



¿Qué hemos aprendido?

La variación geográfica de la abundancia de las poblaciones de las especies está mejor explicada por 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?

1. Seguir haciendo 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)

