
Nociones de modelización de nicho ecológico.

María Cecilia Londoño.
**Investigador Titular Laboratorio de Biogeografía
Aplicada y Bioacústica.**



Concepto Nicho Ecológico

Autor	Año	Elementos del concepto
R. H. Johnson	1910	- exclusión competitiva en un contexto ecológico
Joseph Grinnell	1914-1920s	- Se refiere al "habitat" en el sentido del espacio disponible para que una especie lo ocupe.
Charles Elton	1927	- Se refiere a la "profesión" o rol de la especie en una comunidad
G.F. Gause	1934	- La intensidad de competencia entre especies sugiere el grado al cual sus nichos se superponen
David Lack	1947	- Las relaciones del nicho pueden proveer una base para la diversificación de las especies.
Dice	1952	- subdivisión del habitat; - 'the term does not include, except indirectly, any consideration of the function the species serves in the community.'
Clarke	1954	- distingue dos conceptos diferentes: "nicho funcional" y "nicho lugar"; plantas y animales tienen una función en el complejo ecológico
G.E. Hutchinson	1957	-Propone un enfoque matemático en el cual el nicho es más una propiedad de la especie y se define como un hipervolumen de n-dimensiones donde se encuentran las condiciones ambientales en las cuales la especie puede sobrevivir. Todo el espacio posible a ser aprovechado por la especie es su NICHOS FUNDAMENTAL o POTENCIAL. - Dos especies no ocurren en el mismo nicho, a lo que llamó NICHOS REALIZADO.
Odum	1959	- Posición de un organismo en su comunidad y ecosistema resultado de sus adaptaciones estructurales, fisiológicas, y conducta: "dirección y profesión"
Weatherley	1963	- Con relación a su papel nutricional en un ecosistema, comida disponible, etc.: divide el nicho en lugar o alimento.



George Evelyn Hutchinson (1903-1991)

El nicho es una propiedad de la especie.

Define como: Un hipervolumen de n-dimensiones donde se encuentran las condiciones ambientales en las cuales la especie puede sobrevivir.

Todo el espacio posible a ser aprovechado por la especie es su **NICHO FUNDAMENTAL** o **POTENCIAL**.

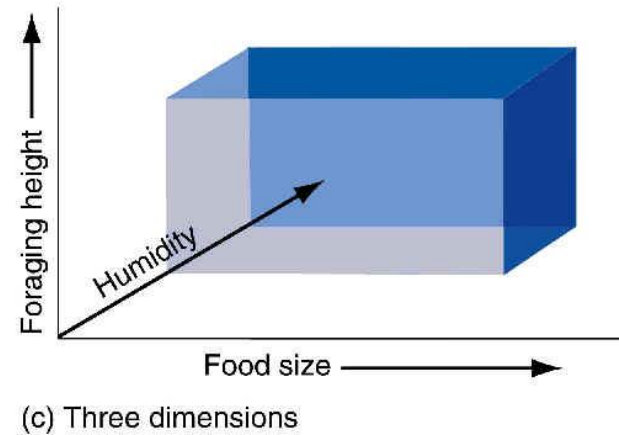
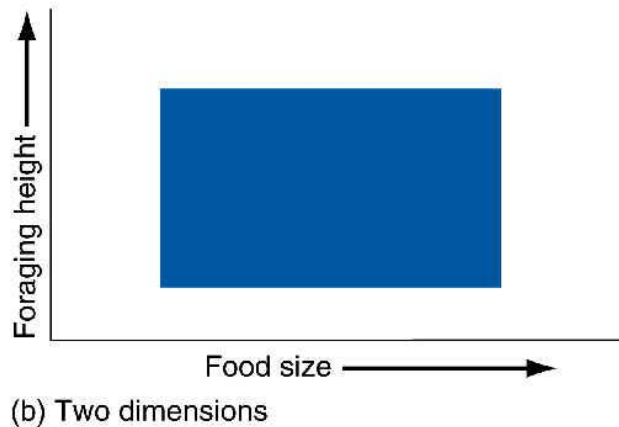
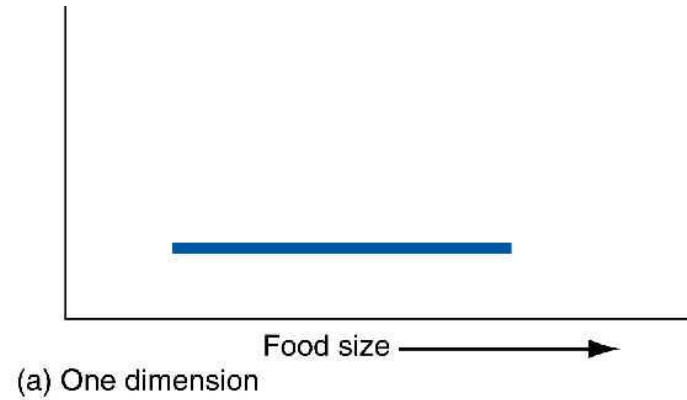
Dos especies no ocurren en el mismo nicho, a lo que llamó **NICHO REALIZADO**.



Imagen tomada de :
<http://www.nceas.ucsb.edu/~alroy/lefa/Hutchinson.html>



Hipervolumen de n-dimensional



Copyright © Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman



La presencia de una especie

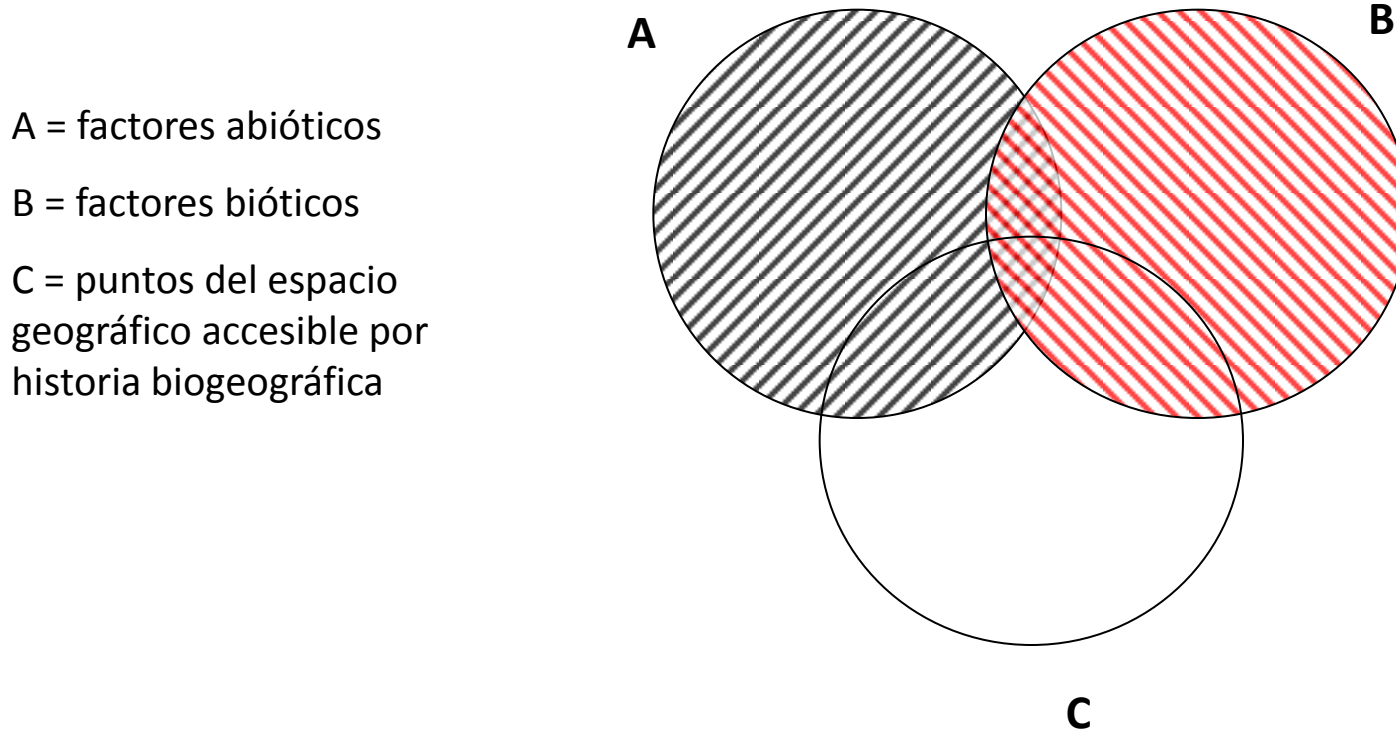
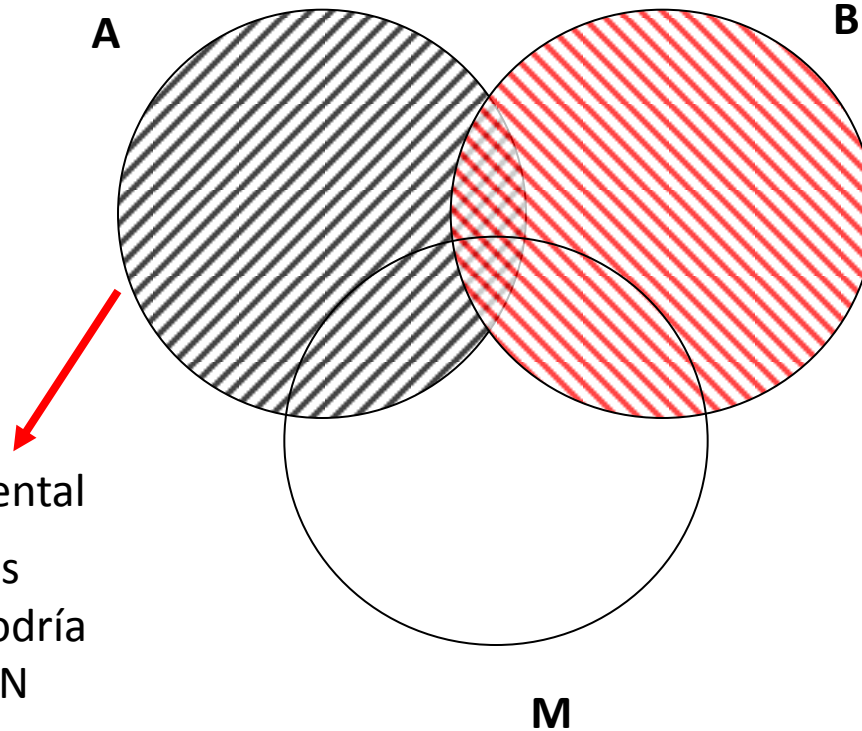


Figura 1: Factores que influyen la presencia de una especie en un área geográfica. Modificado de Soberón y Peterson (2011)



Nicho fundamental

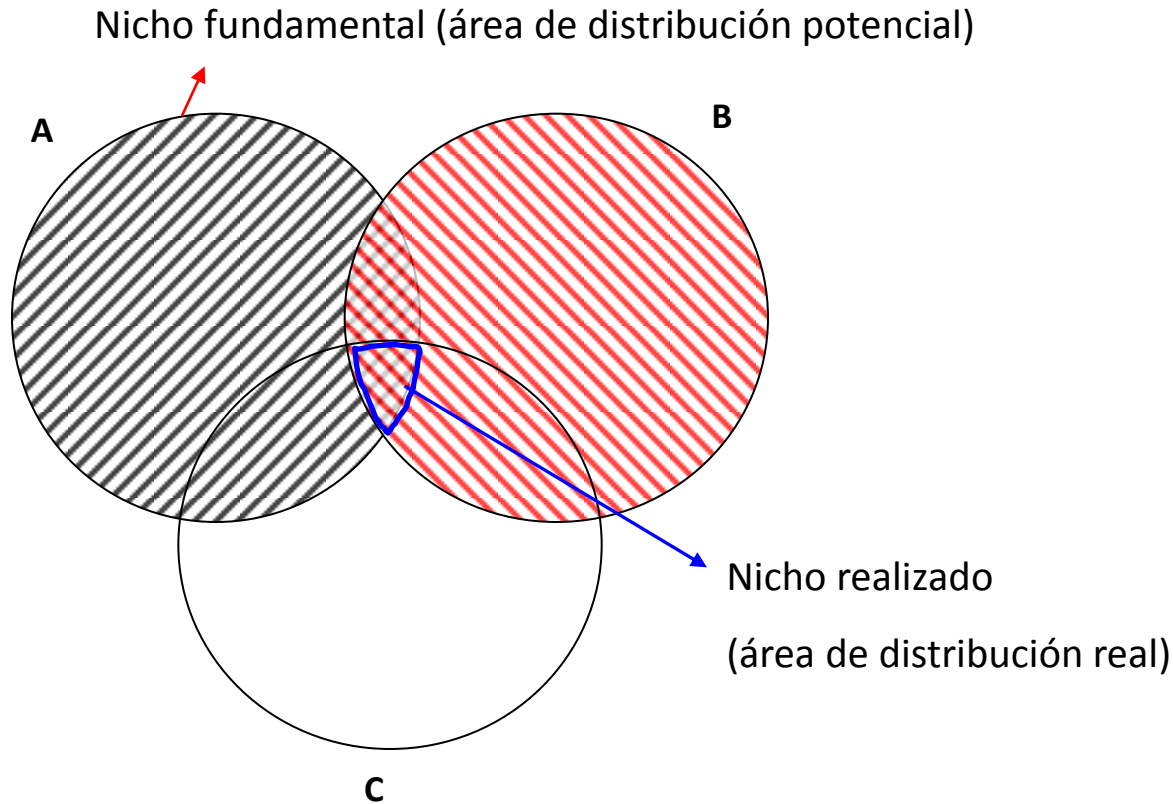


A = Nicho fundamental
Todos los intervalos
abióticos donde podría
estar la especie (SIN
INTERACCIONES)

A, B y M pesan y
se interpretan
diferente al
cambiar la escala



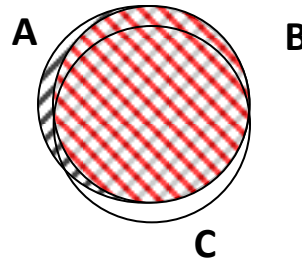
Nicho realizado



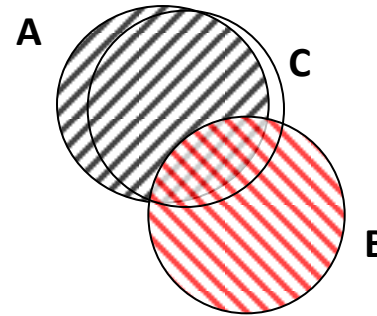
Escenarios

1) Nicho fundamental = Nicho realizado

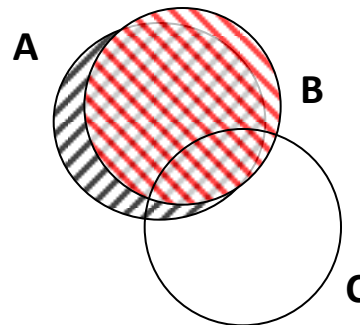
Distribución potencial =
Distribución real



2) Nicho realizado limitado por las características bióticas (Interacciones bióticas).



3) Nicho realizado limitado por la historia biogeográfica (capacidad de dispersión).



Área de distribución.

- ¿Qué es un AD?
 - El área de distribución es el espacio geográfico que ocupa una especie (Gaston, 1994; Brown *et al.* 1996; Brown y Lomolino, 1998).

Límites?? Porque son relevantes??



Importancia área de distribución

Área de distribución de una especie: el espacio geográfico que ocupa una especie (Gaston, 1994; Brown *et al.* 1996; Brown y Lomolino, 1998).

Describir, explicar,
proyectar

Diversidad de especies:

- Distribución dentro del territorio nacional
- Papel en la funcionalidad de los ecosistemas
- Proyecciones de cambio respondiendo a presiones naturales y antrópicas

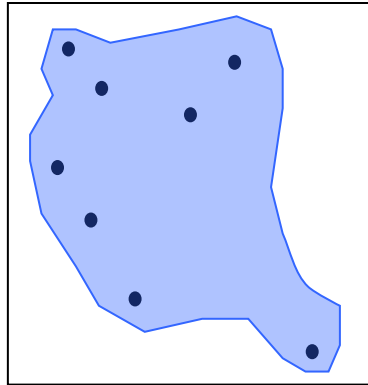
Biogeografía de la
conservación

Información necesaria como apoyo a la toma de decisiones para la gestión ambiental del territorio.

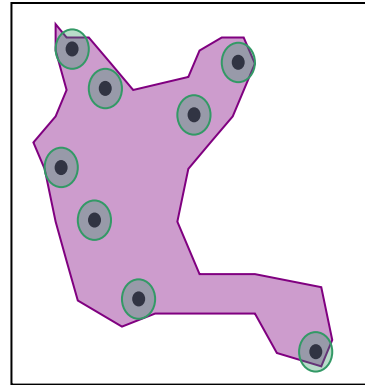


Aproximaciones para la delimitación de áreas de Distribución

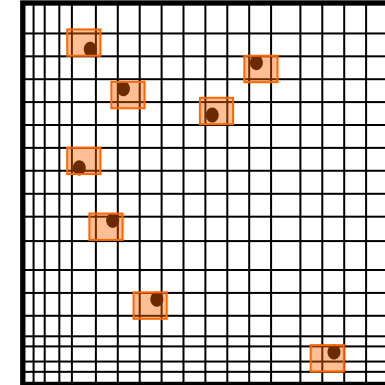
Los datos a partir de los cuales reconocemos un área de distribución son las localidades donde la misma ha sido registrada.



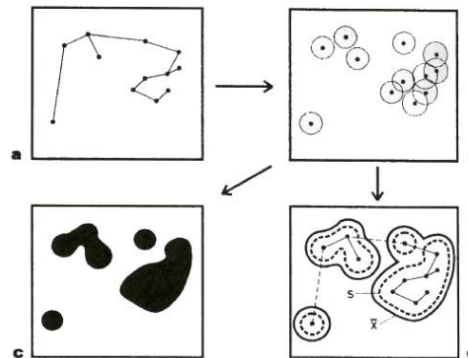
A mano alzada



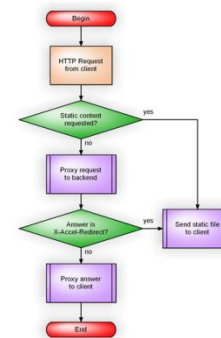
Buffer



Cuadrículas



Propinquidad Media



Modelos



Colecciones científicas



Colección de aves del Museo Smithsonian, EU

Las colecciones albergan en todo el mundo alrededor de 3,000,000,000 de ejemplares cubriendo más de 300 años de historia de colectas sistemáticas

Las colecciones científicas son la principal fuente de información primaria sobre biodiversidad.



Nociones de modelización de nicho ecológico.

¡Mucha información!

- Satélites
- GPS
- Desarrollo informática
- Cantidad y Calidad de información.



Imagen tomada de:
<http://wimminwiselpts.wordpress.com/2009/04/29/globalization-links/paperwork/>

Desarrollo de métodos analíticos que permiten usar información.

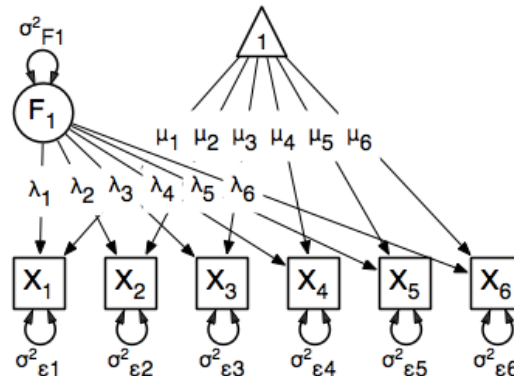
Nociones de modelización de nicho ecológico.



Modelos de distribución de especies

‘El universo es vasto y complejo’

- Captar la realidad a través de parámetros
- Los modelos numéricos tratan de reproducir los procesos naturales y probar su sensibilidad a los cambios en los parámetros.
- La sutileza del modelado consiste en escoger pocos factores que puedan reproducir el fenómeno que nos interesa



Nociones de modelización de nicho ecológico.



Modelos de distribución de especies

- DOMAIN
- Generalized Linear Models (GLIMS)
- General Algebraic Models Systems (GAMS) No lineares

<http://www.gams.com/Default.htm>

- Bioclim

<http://cres.anu.edu.au/outputs/anuclim/doc/bioclim.html>

<http://www.andra.fr/bioclim/>

- Why Where

<http://landshape.org/enm/whywhere-20-server/>

- Redes Neuronales (ANN – Artificial Neural Networks)

<http://www.nd.com/neurosolutions/products/ns/whatisNN.html>

- Árboles de Decisión (Random forest)

<http://www.aaai.org/AITopics/html/trees.html>

- BRT – Boosted regression trees

- Máxima entropía

<http://www.cs.cmu.edu/~aberger/maxent.html>

- Algoritmos Genéticos (GARP)

<http://www.lifemapper.org/desktopgarp/>



Modelos de distribución de especies

Method(s) ¹	Model/software name ²	Species data type	Key reference/URL
Gower Metric	DOMAIN*	presence-only	Carpenter et al. 1993 http://www.cifor.cgiar.org/docs/ref/research_tools/domain/ http://diva-gis.org
Ecological Niche Factor Analysis (ENFA)	BIOMAPPER*	presence and background	Hirzel et al. 2002 http://www2.unil.ch/biomapper/
Maximum Entropy	MAXENT*	presence and background	Phillips et al. 2006 http://www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent/
Genetic algorithm (GA)	GARP ^{3*}	pseudo-absence ⁴	Stockwell and Peters 1999 http://www.lifemapper.org/desktopgarp/
Artificial Neural Network (ANN)	SPECIES	presence and absence (or pseudo-absence)	Pearson et al. 2002
Regression: generalized linear model (GLM), generalized additive model (GAM), boosted regression trees (BRT), multivariate adaptive regression splines (MARS)	Implemented in R ^o	presence and absence (or pseudo-absence)	Lehman et al. 2002 Elith et al. 2006 Leathwick et al. 2006 Elith et al. 2007
Multiple methods	BIOMOD	presence and absence (or pseudo-absence)	Thuiller 2003
Multiple methods	OpenModeller	depends on method implemented	http://openmodeller.sourceforge.net/

Pearson. 2007. Species' Distribution Modeling for Conservation Educators and Practitioners

http://biodiversityinformatics.amnh.org/files/SpeciesDistModelingSYN_1-16-08.pdf

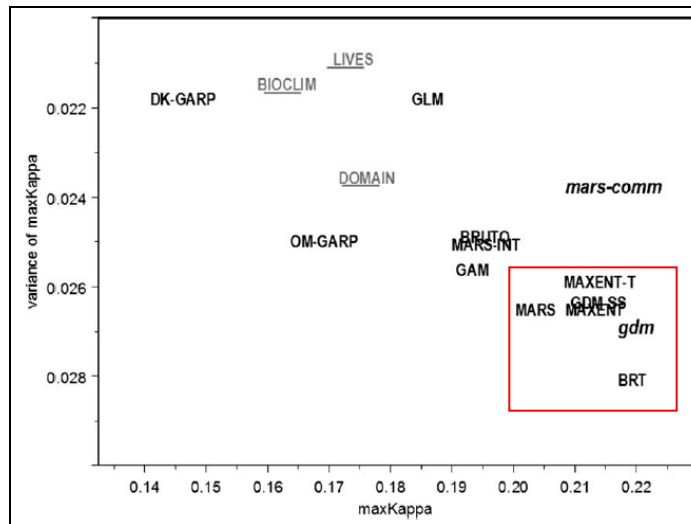
Nociones de modelización de nicho ecológico.



Evaluación de Modelos

Elith et al. 2006, *Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. Ecography 29: 129-151*

- 16 métodos de predicción de distribución de especies a partir de datos de presencia
- 226 especies en 6 regiones
 - Aves, mamíferos, reptiles, ranas, plantas...
 - 2 – 5822 localidades de presencia por especies
 - 11 – 13 variables predictivas

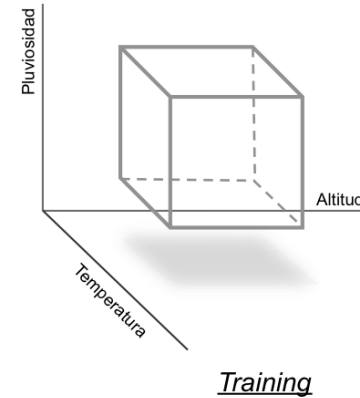
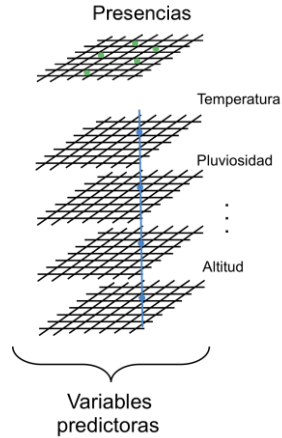


A la fecha NO existe un algoritmo que sea mejor que los demás para todos los tipos de datos. Algunos funcionan mejor cuando el número y la calidad de registros es baja y otros son más robustos cuando la calidad de los datos mejora.

Nociones de modelización de nicho ecológico.

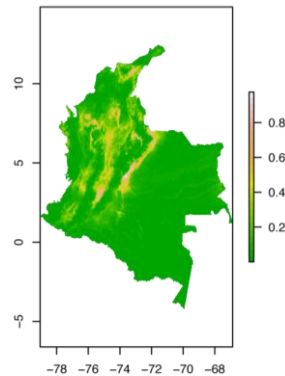


Modelado del nicho y distribución geográfica



Datos de registros de especie.
Datos ambientales.

Proceso de modelado del
volumen n-dimensional.



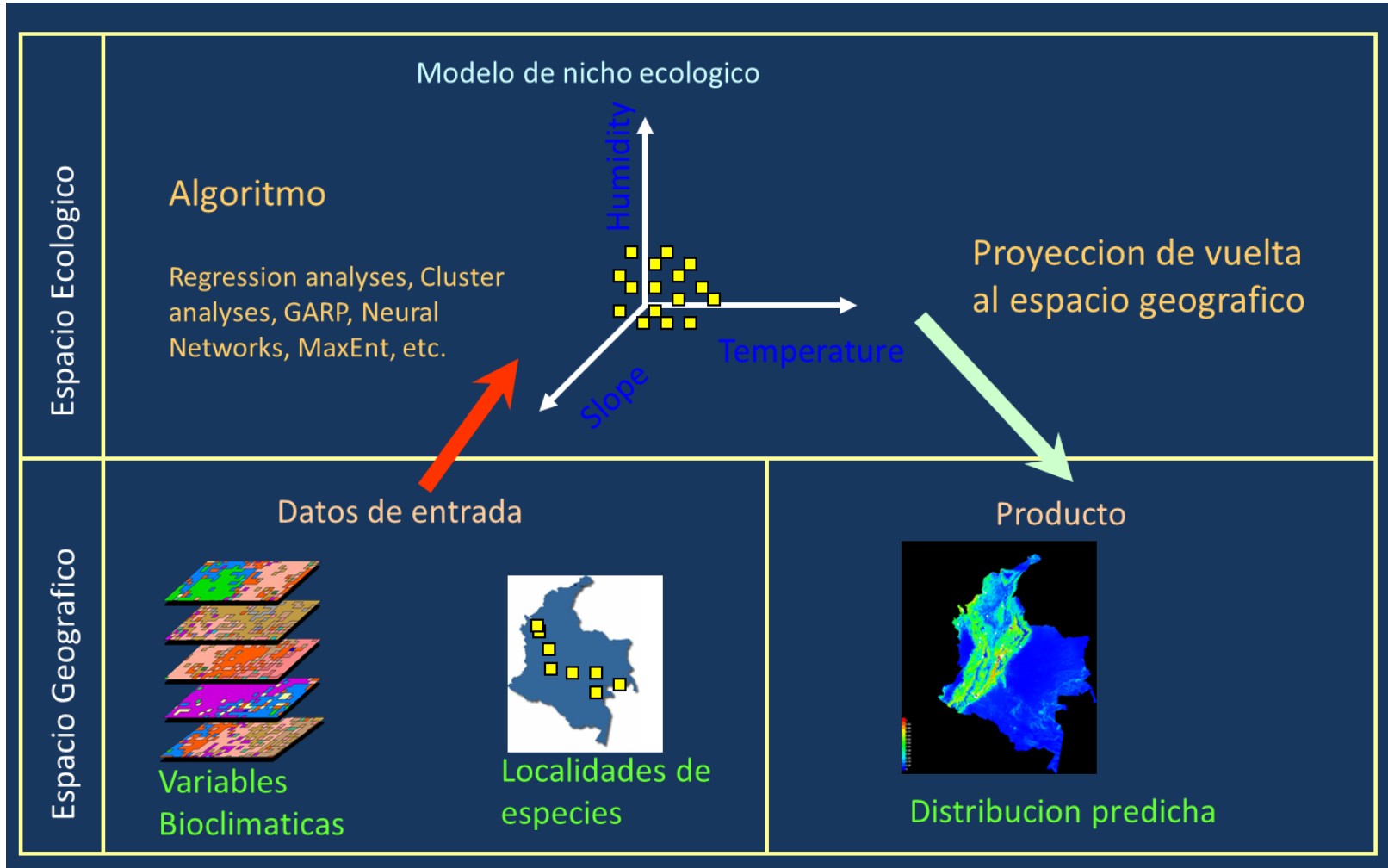
Distribución
potencial .



Nociones de modelización de nicho ecológico.



Modelado del nicho y distribución geográfica



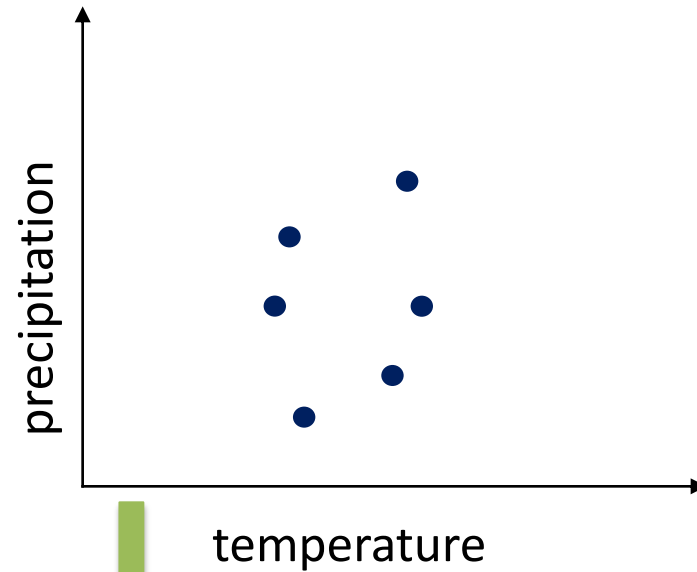
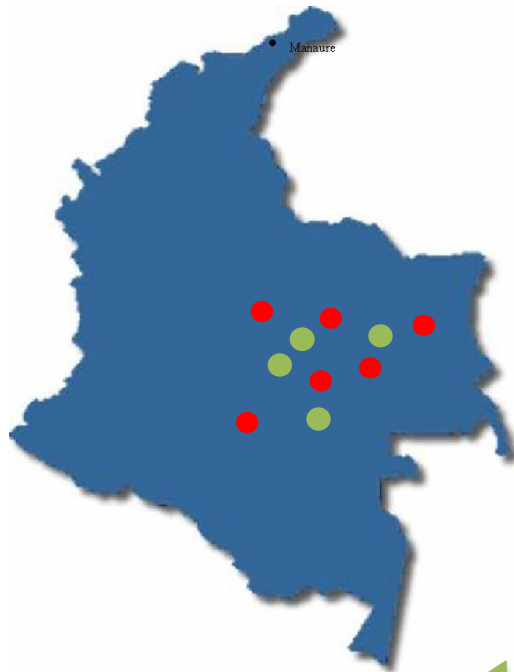
Modificado de Martinez-Meyer 2007

Nociones de modelización de nicho ecológico.



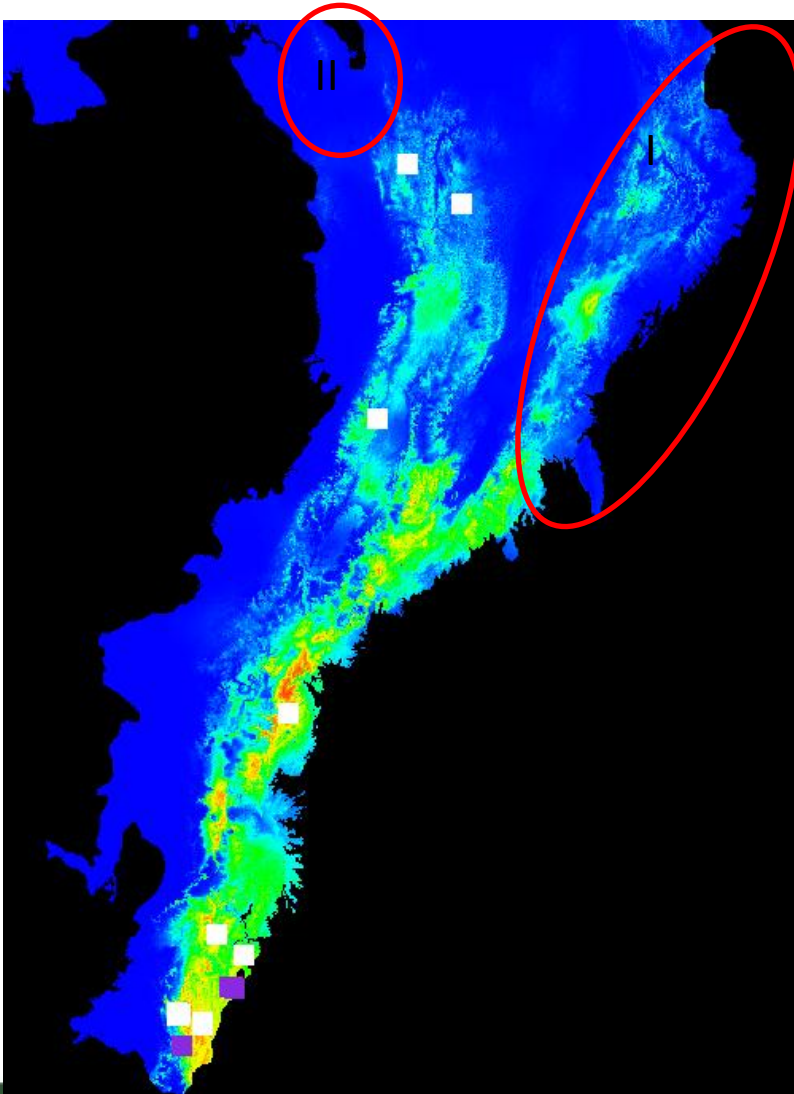
Modelado del nicho y distribución geográfica

Para cada punto en el espacio geográfico existe 1 y sólo 1 punto en el espacio ecológico; en cambio, para cada punto en el espacio ecológico puede haber más de un punto en el espacio geográfico



Nociones de modelización de nicho ecológico.

Modelado del nicho y distribución geográfica



Errores

- Tipo I: Falsos positivos, error de comisión.
- Tipo II: Falsos negativos, error de omisión.



Nociones de modelización de nicho ecológico.

Modelado del nicho y distribución geográfica

- Subestimación (omisión).



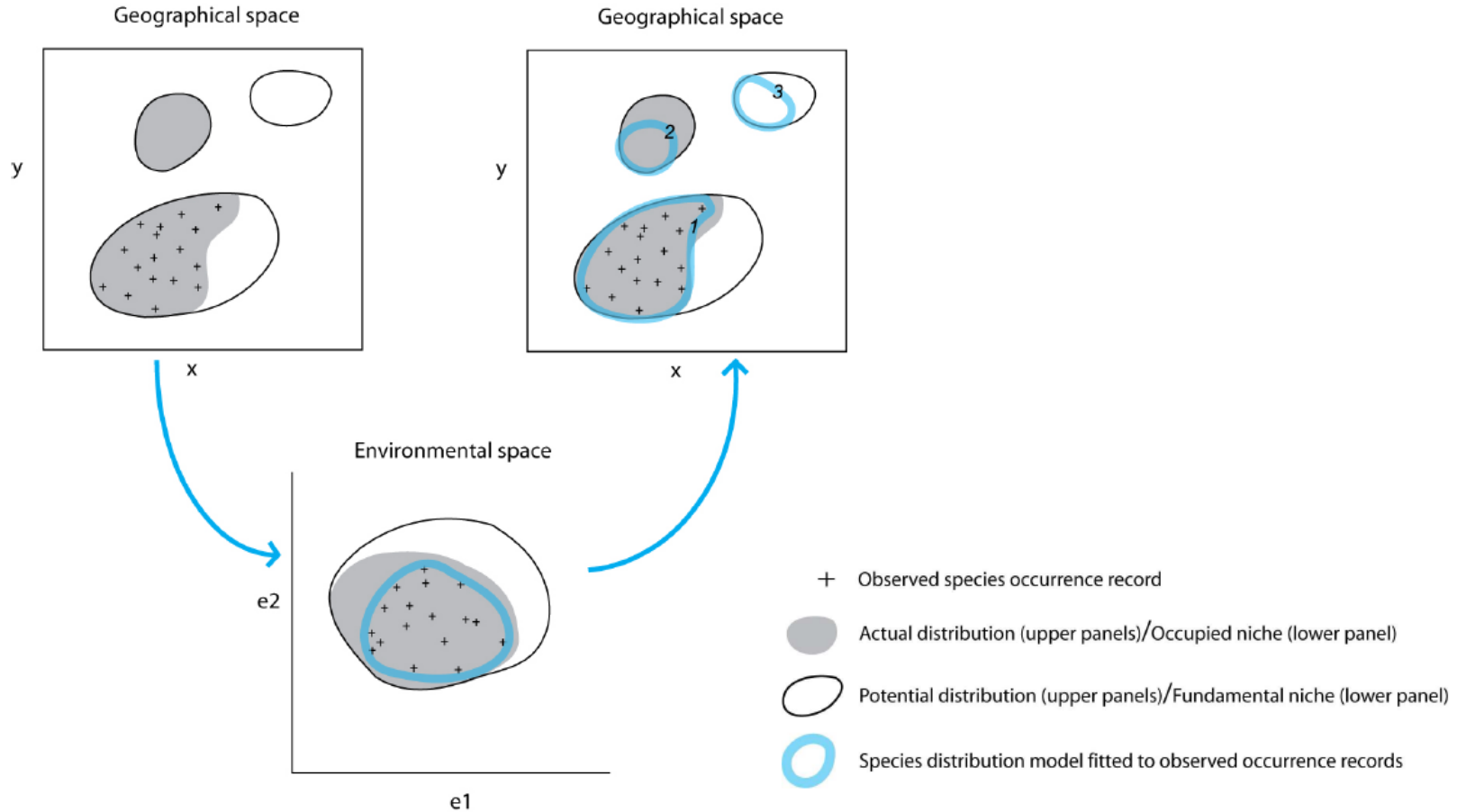
- Sobreestimación (comisión).



- Sobreajuste (overfitting)



Modelado del nicho y distribución geográfica



Implicaciones en Conservación

Error Comisión, sobreestimación, Falsos Positivos, Tipo I.

Gasto tiempo y dinero en sitios no prioritarios
Impresión de mas flexibilidad.

Error de Omisión, subestimación, Falsos Negativos, Tipo II.

No tengo en cuenta sitios prioritarios.



Aplicaciones: Búsqueda de nuevas especies

- 11 especies de camaleones (621 localidades)
- Los modelos identifican dos áreas de intersección de sobrepredicción que contenían **siete especies nuevas para la ciencia**



Predicting distributions of known and unknown reptile species in Madagascar

Christopher J. Raxworthy¹, Enrique Martinez-Meyer², Ned Horning¹, Ronald A. Nussbaum³, Gregory E. Schneider³, Miguel A. Ortega-Huerta² & A. Townsend Peterson⁴



Nociones de modelización de nicho ecológico.

Evaluación de áreas protegidas

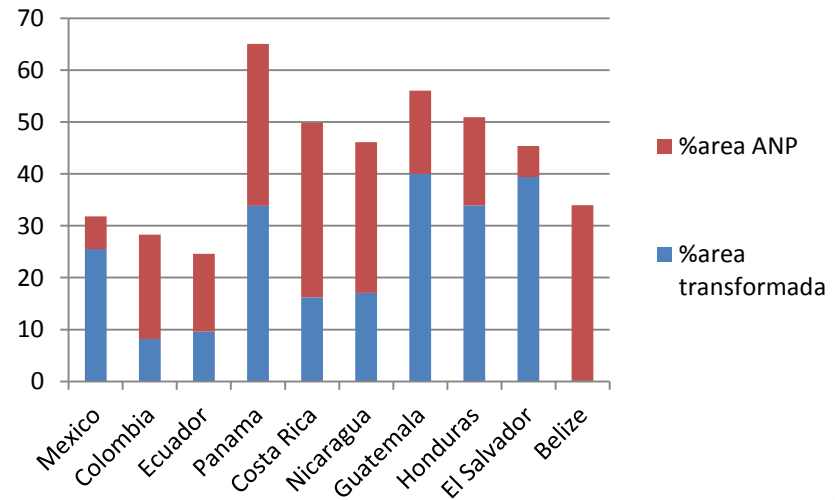
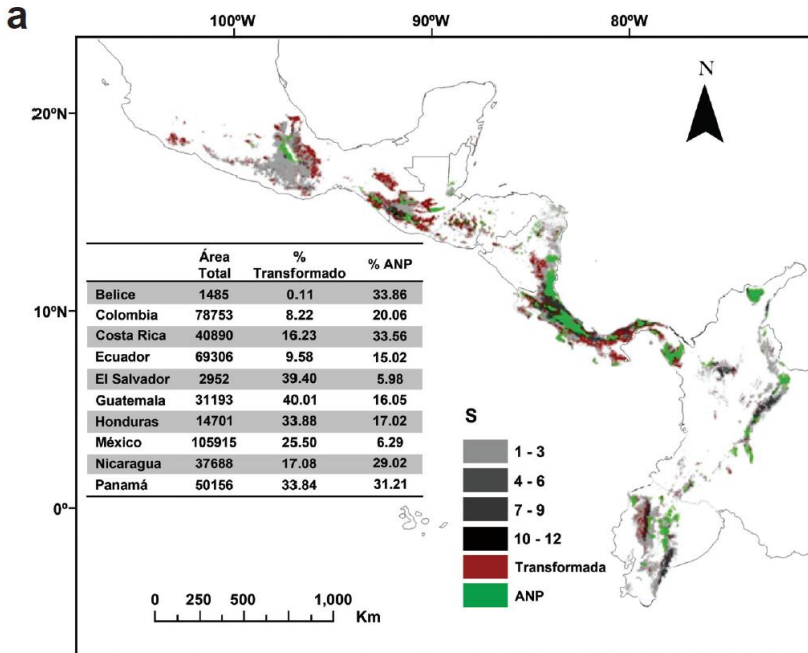
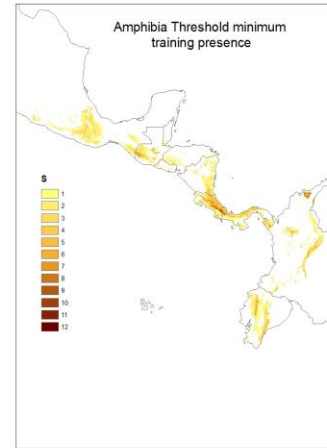


Revista Mexicana de Biodiversidad 82: 926-950, 2011

Distribución y conservación de especies amenazadas en Mesoamérica, Chocó y Andes tropicales

Distribution and conservation of endangered species in Mesoamerica, Chocó and Tropical Andes

María Cecilia Londoño-Murcia y Víctor Sánchez-Cordero*



Nociones de modelización de nicho ecológico.

Especies Invasoras

OPEN ACCESS Freely available online

PLOS one

Climate Change and American Bullfrog Invasion: What Could We Expect in South America?

Javier Nori^{1*}, J. Nicolás Urbina-Cardona², Rafael D. Loyola³, Julián N. Lescano^{1,4}, Gerardo C. Leynaud¹

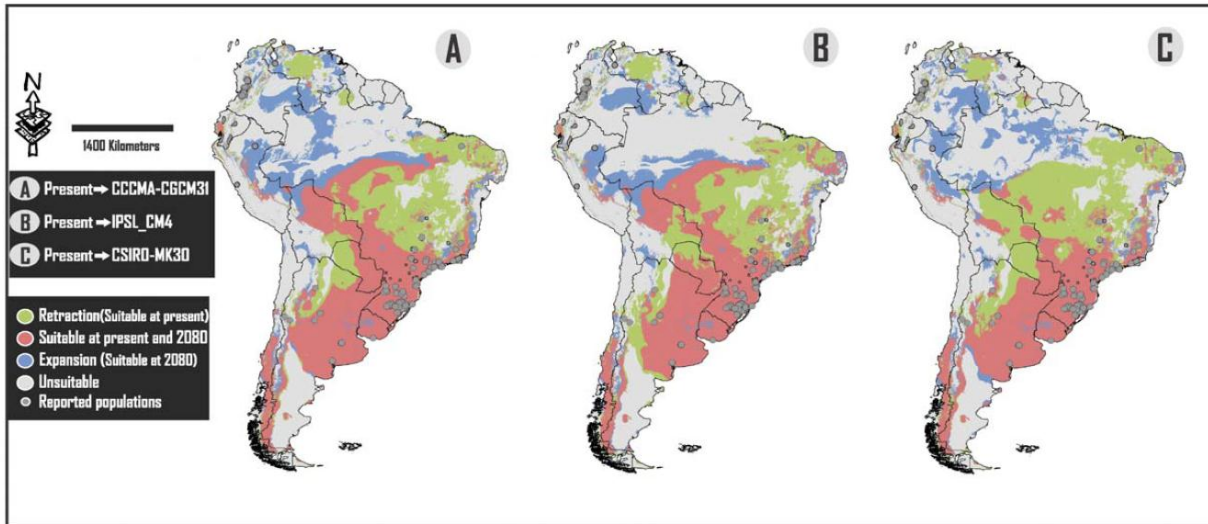


Figure 1. Comparison between results of projections at present and 2080. Each map shows potential suitable areas for *Lithobates catesbeianus* at one of the three different analyzed AOGCMs, classified in: Retraction (suitable areas at present but not at 2080), Expansion (suitable areas at 2080 but not at present conditions) and suitable areas at present and at 2080.

doi:10.1371/journal.pone.0025718.g001



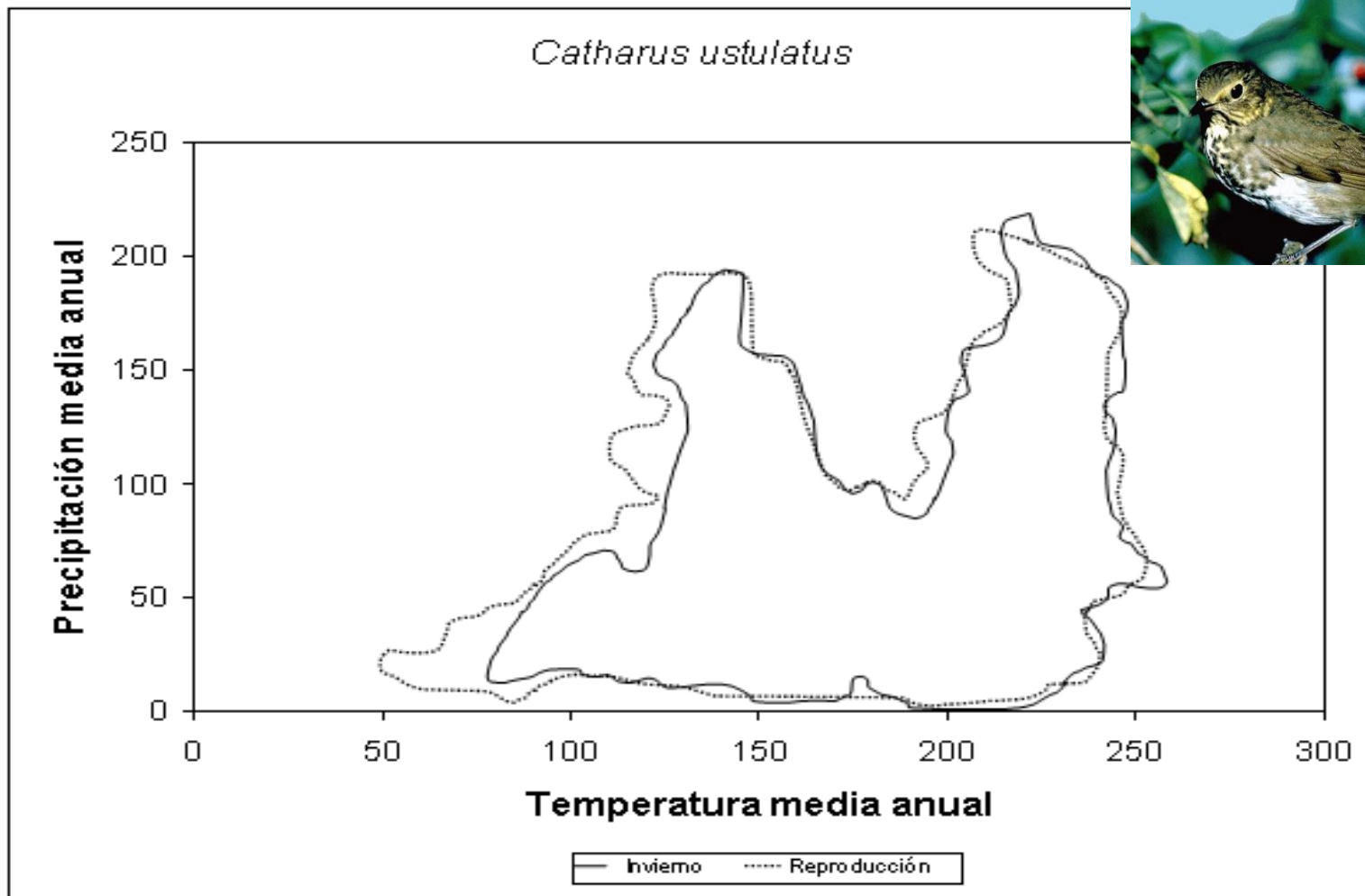
Nociones de modelización de nicho ecológico.

Dinamismo del nicho

- Dado que el nicho es una propiedad emergente de las especies (asumiendo que la especie es la suma de las poblaciones), esta característica está en constante cambio.
- Los cambios temporales del nicho pueden considerarse en dos niveles:
 - 1) Cambios a corto plazo o en escala ecológica (durante la vida de un individuo o en pocas generaciones);
 - 2) Cambios a largo plazo o escala evolutiva, a través de muchas generaciones.
- Entonces el **Nicho Realizado** debe concebirse como un hipervolumen n-dimensional el cual está rodeado del hipervolumen correspondiente al nicho fundamental (ambos son dinámico en espacio y tiempo).

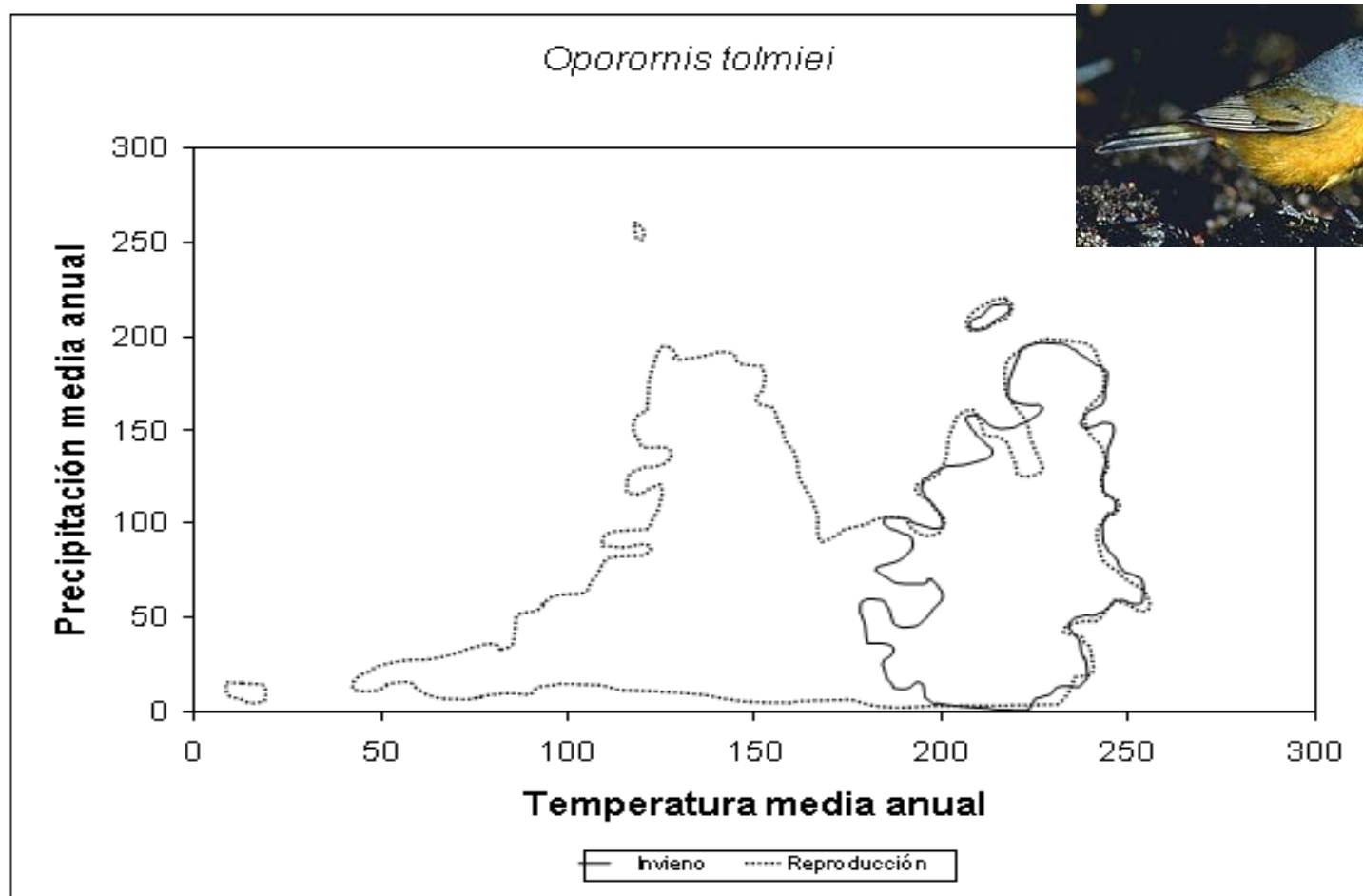


CAMBIOS A CORTO PLAZO NICHO HOMOGÉNEO



Nociones de modelización de nicho ecológico.

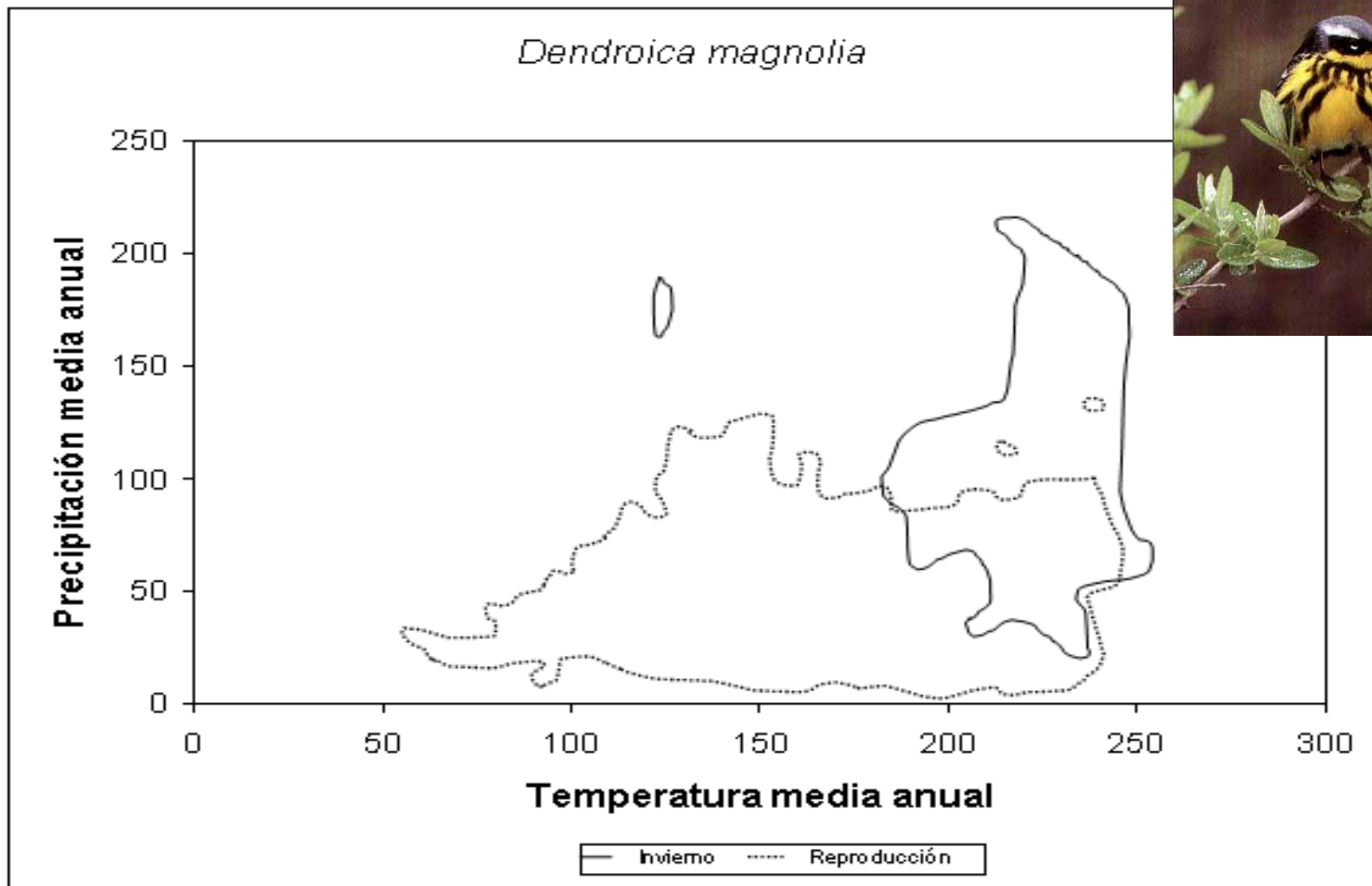
CAMBIOS A CORTO PLAZO NICHO ANIDADADO



Nociones de modelización de nicho ecológico.

CAMBIOS A CORTO PLAZO

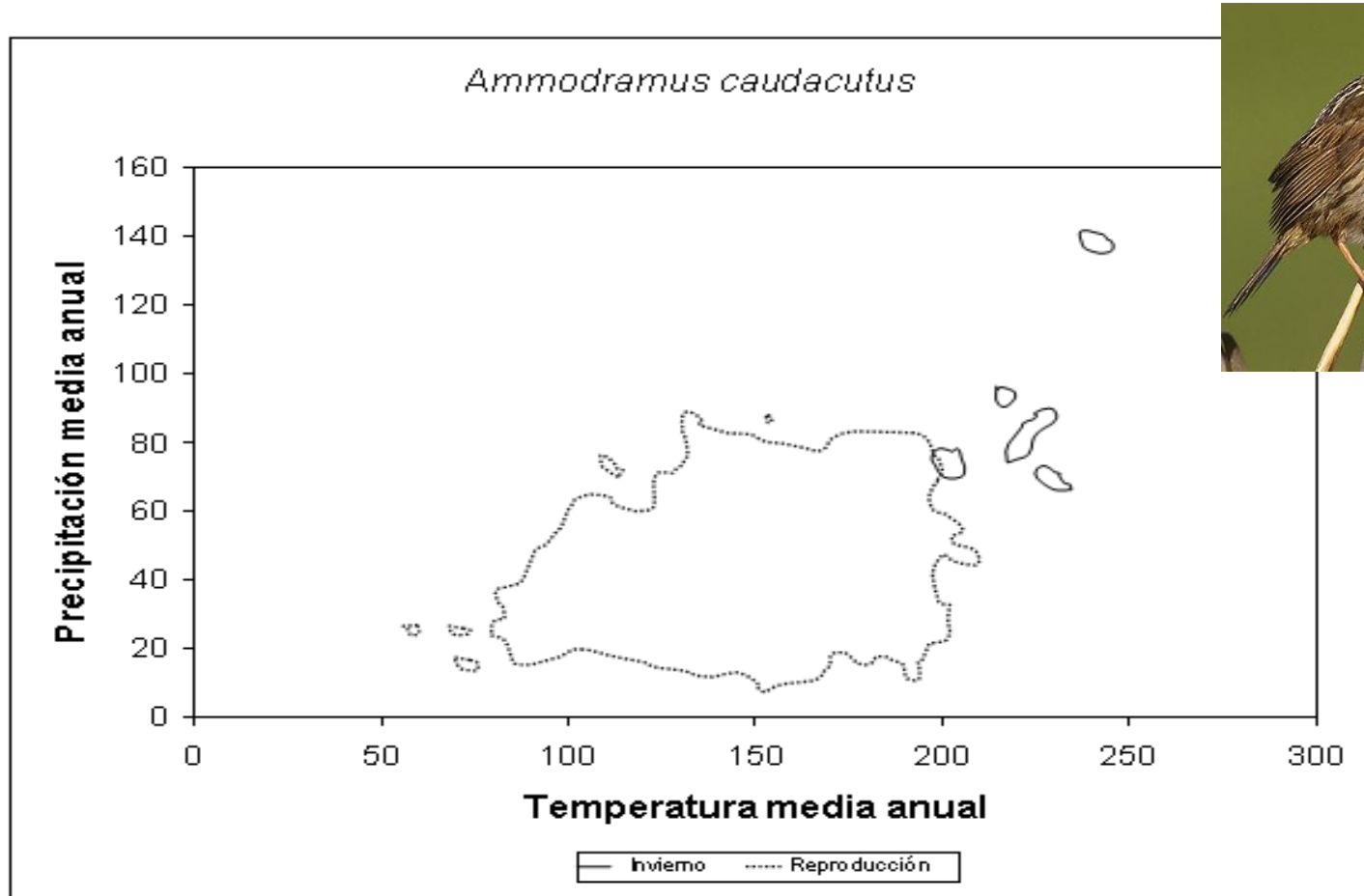
NICHO SOBREPUESTO



Nociones de modelización de nicho ecológico.

CAMBIOS A CORRO PLAZO

NICHO DISYUNTO



Nociones de modelización de nicho ecológico.

Cambios a largo plazo

Conservadurismo y divergencia del nicho

	Peterson et al. 1999. Science	Losos et al. 2003. Nature
Pregunta	¿Especies hermanas mantienen nichos ecológico a lo largo del tiempo evolutivo?	¿Qué determina la estructura de la comunidad? Conservatismo o divergencia de nicho. Génesis evolutiva de la estructura de la comunidad
Diseño experimental	Modelado del nicho por especies hermanas (mariposas, aves, mamíferos) a ambos lados del Istmo de Tehuantepec. (alopatría)	Comunidad de lagartijas endémicas a Cuba. (Coevolución de la comunidad : simpatría)
Resultados	Baja diferenciación – conservatismo- de nichos a lo largo del tiempo (evolutivo)	Divergencia evolutiva determina la estructura de las comunidades
Diferencias	Conservadurismo en alopatría	Divergencia en simpatría

Nociones de modelización de nicho ecológico.



El modelado de nichos y distribuciones es una disciplina en proceso de maduración apoyada en un marco teórico robusto

Fortalezas

- Potencializa el uso de datos de registros geográficos de especies.
- Es posible modelar distribuciones geográficas confiables para un gran número de especies con relativamente pocos datos.
- Es posible generar hipótesis espaciales en escenarios geográficos distintos en tiempo y espacio.

Limitaciones

- La representatividad de los datos de entrada.
- La incertidumbre de algoritmos es todavía muy alta, especialmente en las proyecciones en espacio y tiempo.
- No incorpora otros aspectos relevantes de la distribución de las especies, como la capacidad de dispersión, interacciones bióticas, barreras biogeográficas, procesos históricos.

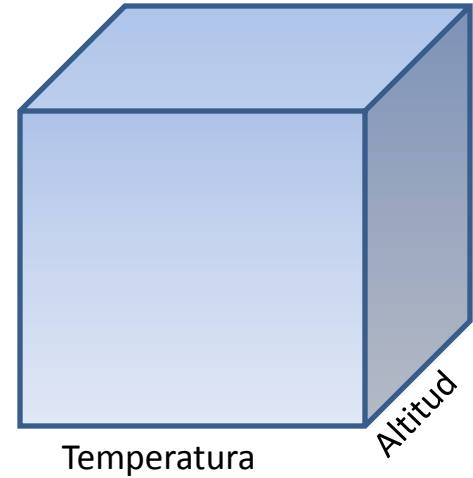
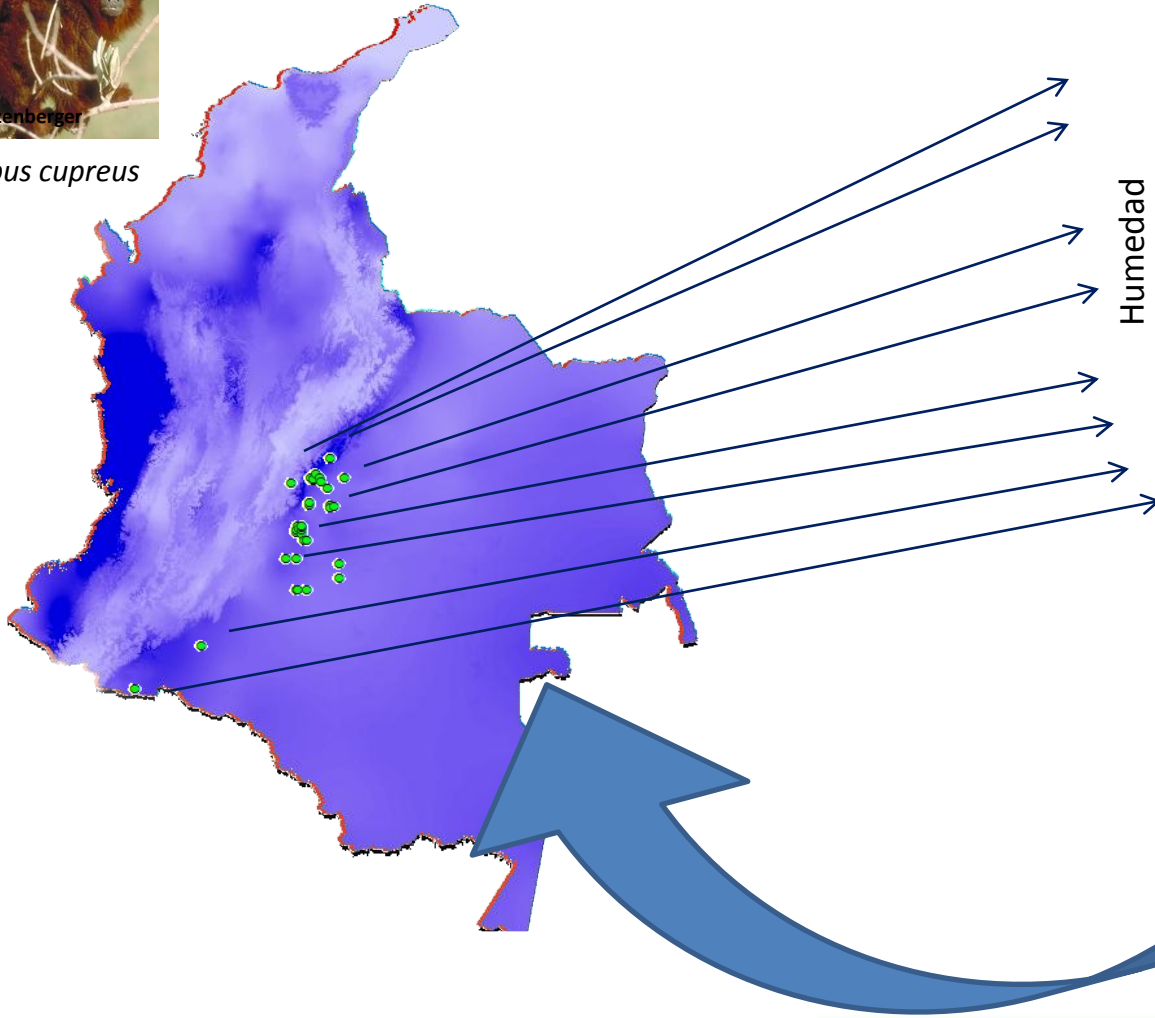


Distribuciones Potenciales Especies



Gustl Anzenberger

Callicebus cupreus



Distribuciones Potenciales Especies



Gustl Anzenberger

Callicebus cupreus

