

# MAXENT

## MAXIMUM ENTROPY MODELING OF SPECIES GEOGRAPHIC DISTRIBUTIONS

**Steven J. Phillips, Robert P. Anderson,  
Robert E. Schapire**

Ecological Modelling 190 (2006) 231–259

# MAXENT

- Es una técnica de aprendizaje de máquina que combina estadística, máxima entropía y métodos bayesianos, cuyo propósito es estimar distribuciones de probabilidad de máxima entropía sujeto a restricciones dadas por la información ambiental.

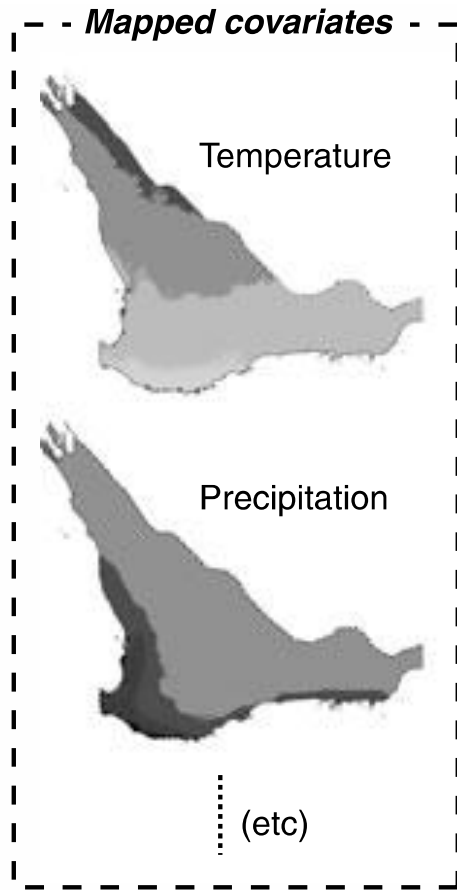
# Máxima Entropía

- Por qué **máxima** entropía?
- Maximizar entropía = Minimizar “compromiso”
- Modela todo lo que es conocido y no supone nada sobre lo desconocido.
  - Modelar todo lo conocido: cumplir con una serie de condicionantes que deben ser satisfechas
  - No suponer nada sobre lo desconocido: escoger la distribución más “uniforme”
    - ➔ escoger la que tiene máxima entropía

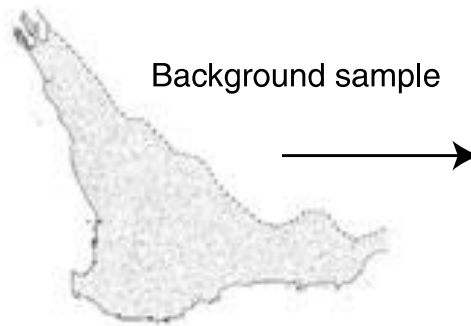
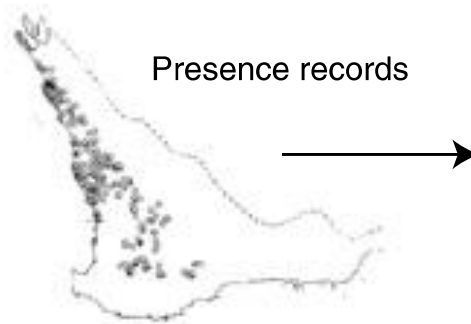
# Supuestos de MAXENT

- Las localidades de colecta fueron seleccionadas independientes del contexto geográfico bajo una probabilidad de distribución desconocida ( $\pi$ ). El objetivo de MaxEnt es estimar  $\pi$ .
- La restricción esencial del modelo es que el valor esperado de cada distribución de probabilidad debe coincidir con los promedios empíricos de las variables ambientales.

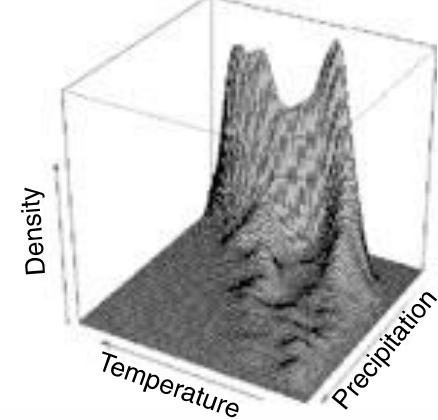
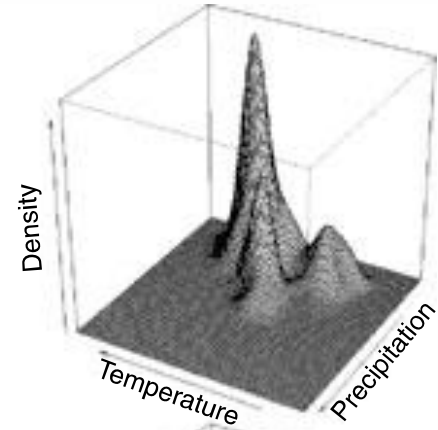
# MAXENT



— *Sample at locations* —→



*Probability densities*

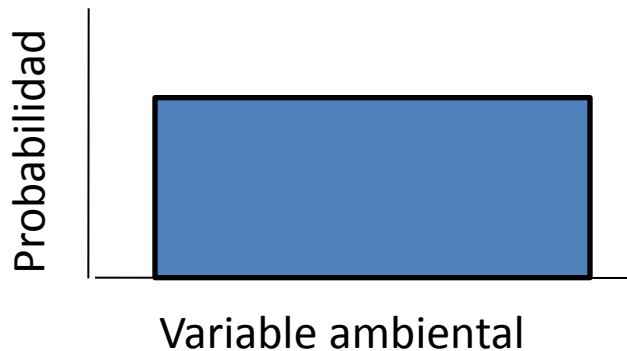


# Distribución según Entropía

- Entropía: “elección envuelta en la selección de un evento” (Shannon)

$$H' = - \sum_{i=1}^m \pi_i \ln \pi_i$$

$\pi$ : Distribución de probabilidad desconocida

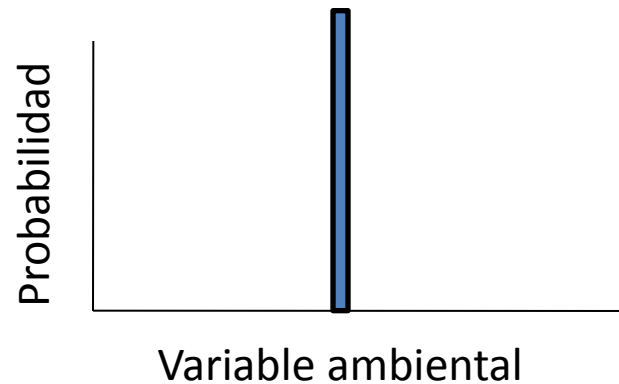


**ALTA ENTROPÍA (MAX)**

Más elecciones

posibles

Menos restricciones



**BAJA ENTROPÍA**

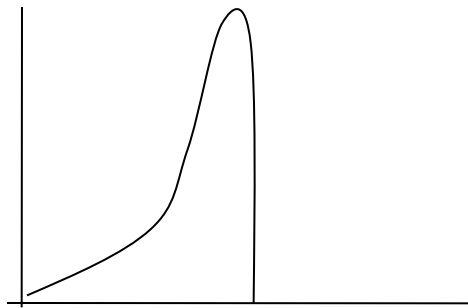
Menos elecciones

posibles

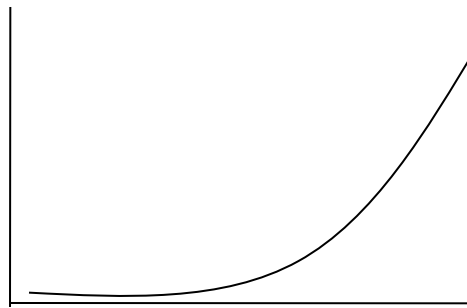
Más restricciones

# Distribución de probabilidad observada

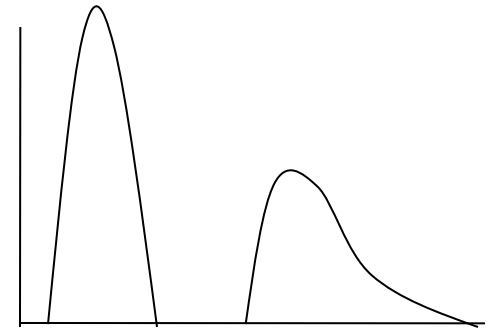
Probabilidad



Variable ambiental 1

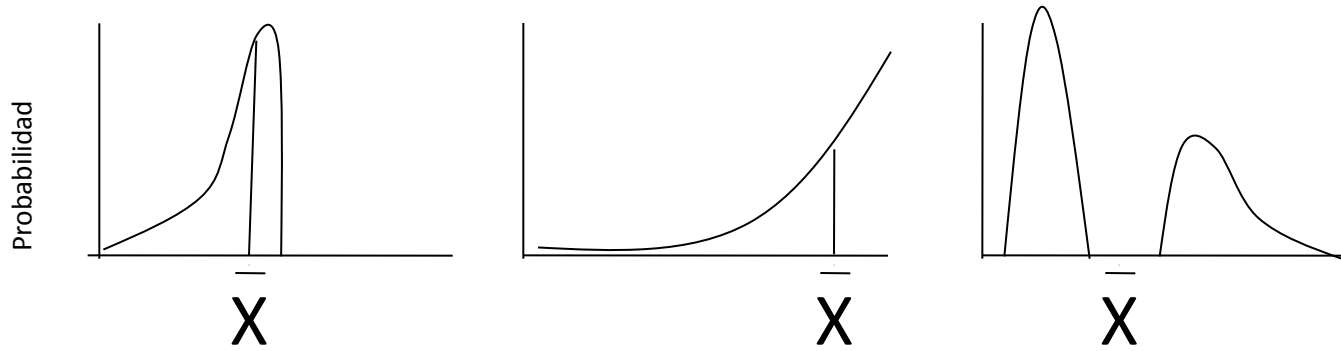


Variable ambiental 2

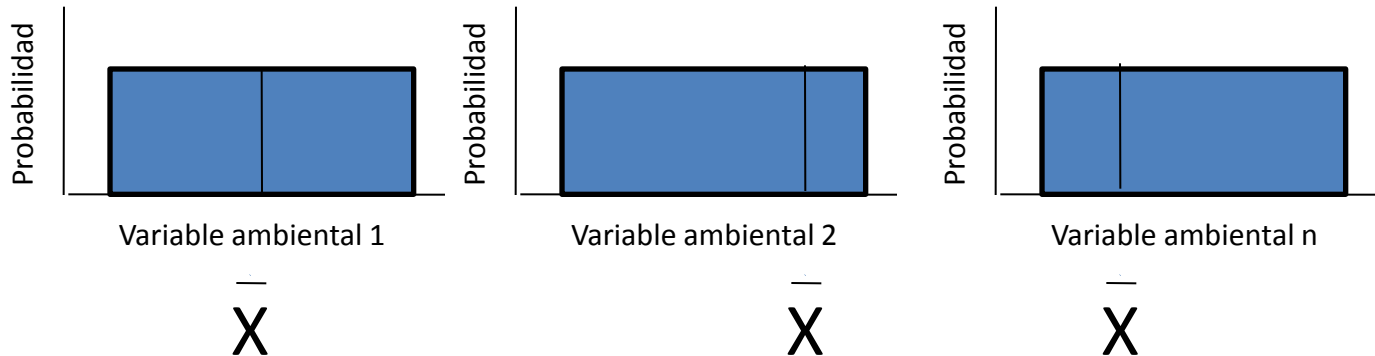


Variable ambiental m

# Modelo



ALGORITMO ITERATIVO QUE AJUSTA LOS PESOS



**MÁXIMA ENTROPÍA**  
(alta entropía indica pocos ceros)



# VENTAJAS

- Requiere sólo datos de presencia (EJEMPLO INFORMACIÓN MUSEOS) (modelo incondicional)
- Puede usar variables continuas y categóricas, y puede incorporar interacciones entre diferentes variables.
- En modelos lineales y aditivos sin interacción, permite evaluar el papel de cada variable ambiental.
- El sobre-ajuste puede ser evitado usando regularizaciones
- La variable de salida es continua permitiendo distinciones entre áreas (aunque permite discretas).
- Puede ser usado en múltiples aplicaciones y en todas las escalas.

# ...pero

Biometrics. 2013 Mar;69(1):274-81. doi: 10.1111/j.1541-0420.2012.01824.x. Epub 2013 Feb 4.

## **Equivalence of MAXENT and Poisson Point Process Models for Species Distribution Modeling in Ecology.**

Renner IW, Warton DI.

School of Mathematics and Statistics and Evolution & Ecology Research Centre, The University of New South Wales, NSW 2052, Australia.

### **Abstract**

Modeling the spatial distribution of a species is a fundamental problem in ecology. A number of modeling methods have been developed, an extremely popular one being MAXENT, a maximum entropy modeling approach. In this article, we show that MAXENT is equivalent to a Poisson regression model and hence is related to a Poisson point process model, differing only in the intercept term, which is scale-dependent in MAXENT. We illustrate a number of improvements to MAXENT that follow from these relations. In particular, a point process model approach facilitates methods for choosing the appropriate spatial resolution, assessing model adequacy, and choosing the LASSO penalty parameter, all currently unavailable to MAXENT. The equivalence result represents a significant step in the unification of the species distribution modeling literature.

Copyright © 2013, The International Biometric Society.