

SOLUCIONES RÁPIDAS A DUDAS CON ARCGIS



14

Creación de modelos
predictivos con MaxEnt



SOLUCIONES RÁPIDAS A DUDAS CON ARCGIS

Redacción de textos: Roberto Matellanes, Luís Quesada y Devora Muñoz

Elaborado por: Proyecto Pandora y Asociación Geoinnova



[www.proyectopandora.es.](http://www.proyectopandora.es)



www.geoinnova.org



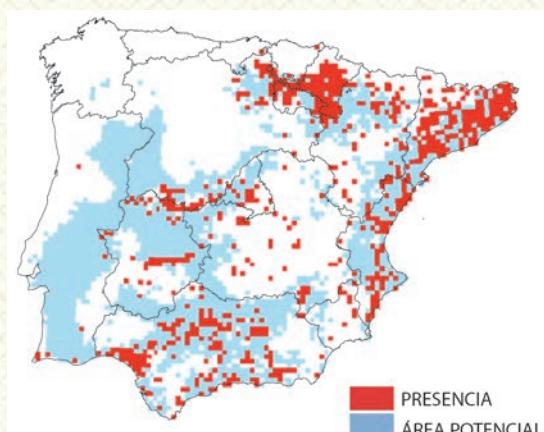
Reconocimiento – NoComercial – CompartirlGual (by-nc-sa): No se permite un uso comercial de la obra original ni de las posibles obras derivadas, la distribución de las cuales se debe hacer con una licencia igual a la que regula la obra original.

Creación de modelos predictivos con MaxEnt

1. Introducción.

MaxEnt, es un software destinado al análisis predictivo utilizando archivos cartográficos en un formato y características específicas. Emplea un archivo de entrada de coordenadas de distribución de especies que es evaluado, junto con un grupo de variables ambientales, para dar como resultado la posible distribución potencial de la especie.

La ventaja de las modelizaciones de especies y sus entornos reside en la posibilidad de modelizar situaciones futuribles con muestras de datos parciales o “incompletos”, es decir, que con un volumen de datos representativo podemos tratar de extrapolar la información advirtiendo datos complementarios. Como resultado de estos análisis, obtenemos nuestros mapas predictivos en los que poder visualizar la distribución potencial de las especies bajo el entorno futurable o actual.



Un ejemplo de este tipo de modelizaciones podemos verlo a través de las variaciones climáticas que sufren las especies en su entorno y las repercusiones que ello conlleva, como el ejemplo anteriormente ilustrado, y ofrecido por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, de distribución real y potencial del Musgaño enano (*Suncus etruscus*) en base a escenarios íntegramente climáticos.

2. Coordenadas de distribución.

Para poder llevar a cabo la modelización es necesario partir de coordenadas de distribución. El formato de entrada de coordenadas de distribución reconocido por MaxEnt es un formato de archivo de tipo **CSV** donde debemos indicar el nombre de la especie, seguido de la coordenada X y la coordenada Y (también mediante longitud y latitud respectivamente). Cada uno de estos campos descriptivos debe estar separado por comas y de forma secuencial como podemos ilustrar con el siguiente conjunto de coordenadas para la especie *Sus scrofa*.

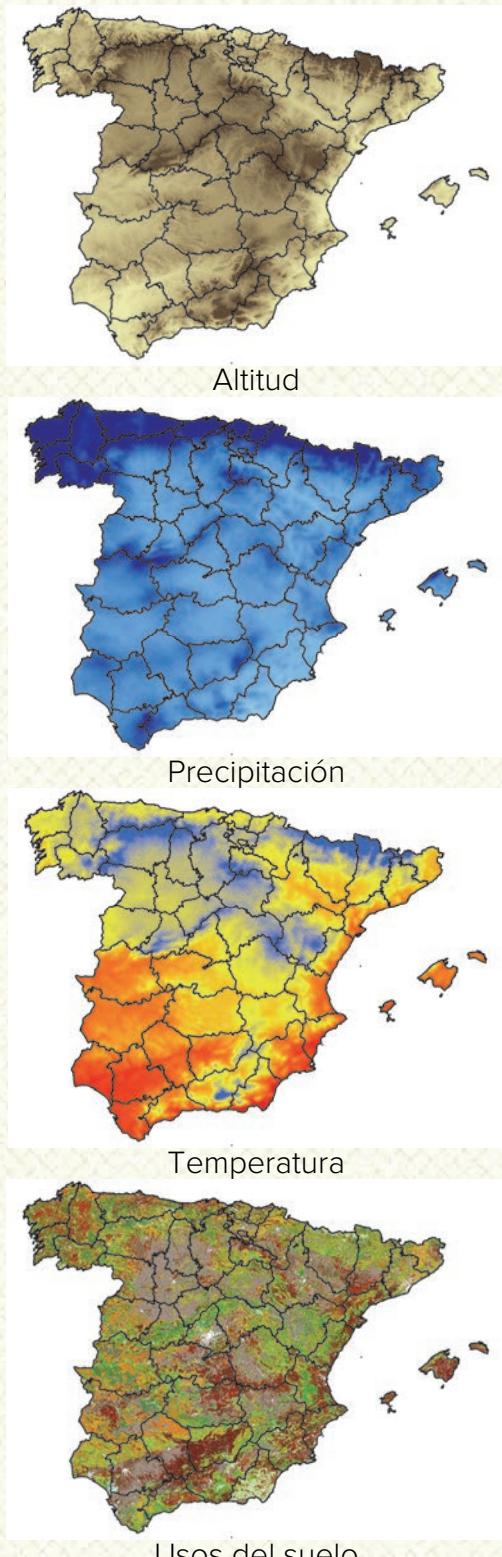
Especie,X,Y
Sus scrofa,56191.86,4779273.327
Sus scrofa,96175.638,4776407.282
Sus scrofa,105453.157,4765698.733
Sus scrofa,24759.191,4761420.403
Sus scrofa,184641.913,4750001.84

3. Variables ambientales descriptivas.

El modelo predictivo será llevado a cabo en base a las variables ambientales seleccionadas para la creación del modelo. Es importante tener en cuenta que estas variables deberán ser variables dependientes de la especie. Siempre será recomendable emplear variables escasas pero concisas, que complicar el modelo con variables que no aporten gran información a la distribución de la especie o estén vinculadas con su biología.

Deberemos crear o editar nuestras variables en función de los recursos y aptitudes cartográficas que dispongamos. La premisa fundamental que permite analizar estas variables bajo el entorno de MaxEnt es que todas las variables deben presentar los mismos valores de resolución así como límites espaciales. El formato de archivo reconocido por MaxEnt para estas variables es el formato **ASCII** no pudiendo recurrir a variables descriptivas en formato vectorial u otros formatos ráster similares.

Podremos emplear variables como las climáticas, usos del suelo, vegetación o proximidad a zonas húmedas. No existen límites en el análisis de las variables para nuestro software predictivo.



4. Generación del modelo.

La interfaz de MaxEnt es sencilla. A través de la sección **Samples** deberemos indicar el archivo CSV que contiene la localización de coordenadas en los que se conoce la distribución de la especie.

Una segunda sección localizada en la zona superior derecha de la aplicación, denominada **Environmental layers**, permite introducir todas las capas de variables temáticas que vamos a manejar en el proyecto. Deberemos indicar si se trata de una variable continua (por ejemplo la temperatura, las distancias, la precipitación o la altitud), o de una variable categórica (tipo de suelo, tipo de vegetación, zona protegida). Seleccionando para cada variable su tipología e introduciendo las coordenadas de distribución tendremos los datos básicos para comenzar a modelizar nuestras distribuciones. Tan solo es necesario indicar, adicionalmente, unas especificaciones técnicas bajo las cuales crear nuestro modelo.

Debajo de la sección de variables encontramos tres casillas de activación denominadas **Create response curves**, **Make pictures of predictions** y **Do jackknife to measure variable importance**. Las tres opciones serán responsables de generar una serie de mapas y gráficas temáticas vinculadas con el resultado de la predicción de la especie. Activando todas y cada una de ellas obtendremos gráficas y mapas que nos aportarán información visual sobre los resultados obtenidos por el modelo.

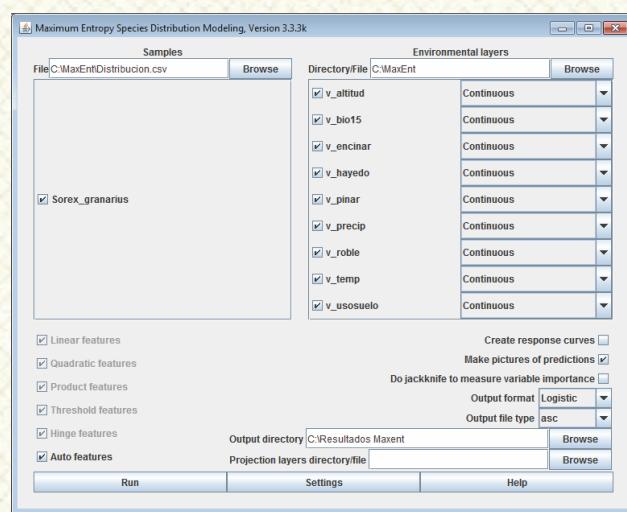
En la sección inferior derecha encontramos los apartados **Output format** y **Output file type**. Ambos campos nos permitirán generar resultados de salida bajo un tipo de análisis estadístico y bajo un formato u otro de archivo. Gracias a esta opción, los archivos de salida adoptarán un formato específico que podrá ser leído por software cartográfico para continuar explotando la información o representar los resultados. Uno de los formatos que podemos emplear, y que es perfectamente reconocible por MaxEnt, es el formato ASCII.

Inmediatamente debajo encontramos dos secciones que permiten introducir una serie de directorios o carpetas. Corresponden a los apartados **Output directory** y **Projection**

layers directory/file. En esta sección han de indicarse las rutas donde MaxEnt guardará los resultados del modelo y donde directamente podremos obtener los mapas temáticos y los resultados técnicos elaborados por el programa. La sección Output directory permite asignar una ruta de salida de resultados y la sección Projection layers directory/file permitirá asignar una ruta donde encontrar archivos ASCII adicionales que puedan simular variables futuras de manera que se establezcan predicciones bajo condiciones no actuales sino futuribles.

En el lado izquierdo de la aplicación encontramos una serie de casillas a seleccionar. Por defecto encontramos la opción **Auto features** seleccionada. Estas opciones influyen en la generación del modelo de probabilidad de distribución en función del número de datos de coordenadas de distribución de los que partamos. En caso de no seleccionar ninguna opción, MaxEnt, empleará la opción Auto features evaluando la manera más conveniente que considere oportuna en función de los datos disponibles.

Con esta información tendremos rellenos todos los apartados necesarios para comenzar a modelizar la distribución potencial de nuestra especie.



Una vez hemos indicado los parámetros necesarios e introducidos los datos de distribución y variables ambientales bastará con pulsar sobre la opción **Run** y el programa comenzará a analizar nuestros datos generándonos nuestro modelo. En caso de que alguna capa temática presente

fallos de formato de resolución, de límites distribución, o las coordenadas de análisis se encuentren fuera de la zona territorial analizada, el programa, nos ofrecerá mensajes de error advirtiéndonos de ello y describiéndonos el tipo de error. Deberemos prestar atención a estos errores para poder corregirlos y generar el modelo sin problema alguno.

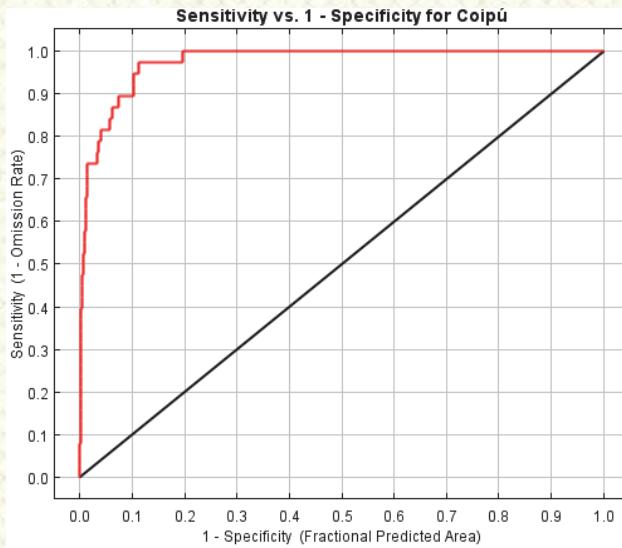
5. Resultados del análisis.

Cuando MaxEnt finalice el análisis podremos acceder a la carpeta donde hemos guardado los resultados del análisis y que ha sido previamente definida en el apartado **Output directory** de la aplicación. Al acceder a esta carpeta encontraremos diferentes archivos mostrados con diferentes formatos. El archivo principal que ofrece la información técnica del análisis presentará un formato HTML nombrado con el mismo nombre de la especie que analizamos, por ejemplo, *Sus scrofa.html*.

Ejecutando este archivo podremos advertir gráficas descriptivas, pesos de variables, éxitos del modelo y mapas de distribución. Las principales secciones que encontraremos, y su descripción serán las siguientes.

En primer lugar encontramos el epígrafe **Analysis of omission/commission**. Este epígrafe muestra una gráfica que nos indica cómo varían las omisiones de predicción calculadas en el modelo respecto de una omisión predicha. De manera resumida podemos describir la función de esta gráfica como una representación que muestra la manera en la que se sobreestima, o no, la distribución en nuestro modelo en función de un valor umbral o de tolerancia.

Además de esta gráfica, podemos observar una segunda gráfica que nos relaciona los potenciales verdaderos positivos, verdaderos negativos, falsos positivos y falsos negativos obtenidos dentro de nuestro modelo. Esta gráfica será más intuitiva desde el punto de vista de comprensión describiéndonos como el modelo genera un mayor éxito en la predicción de zonas. MaxEnt evalúa los aciertos y fracasos que ha conseguido en el modelo aportándonos un valor de AUC que indicará cómo de preciso es nuestro modelo (mostrará valores entre 0 y 1).

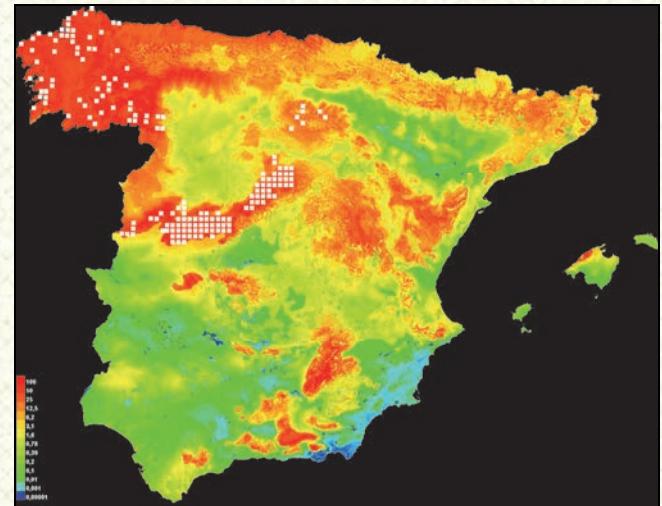


Junto a nuestras gráficas observaremos, también, una tabla descriptiva de diferentes metodologías empleadas para generar diferentes umbrales a partir de los cuales considerar más adecuados o menos adecuados los datos.

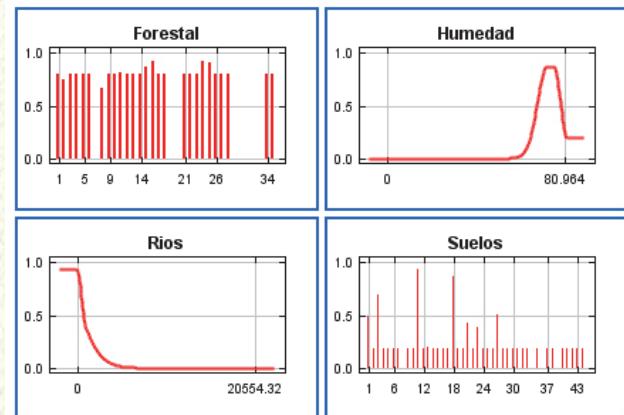
Cumulative threshold	Logistic threshold	Description	Fractional predicted area	Training omission rate
1.000	0.005	Fixed cumulative value 1	0.506	0.000
5.000	0.024	Fixed cumulative value 5	0.251	0.000
10.000	0.057	Fixed cumulative value 10	0.152	0.026
7.248	0.038	Minimum training presence	0.195	0.000
14.978	0.093	10 percentile training presence	0.103	0.079
14.991	0.094	Equal training sensitivity and specificity	0.103	0.105
13.779	0.082	Maximum training sensitivity plus specificity	0.113	0.026
5.982	0.030	Balance training omission, predicted area and threshold value	0.224	0.000
19.154	0.126	Equate entropy of thresholded and original distributions	0.077	0.105

Quizá, la información más llamativa y atractiva para nuestro análisis se encuentre en la sección **Pictures of the model**. A través de esta sección visualizamos un mapa que muestra los resultados de nuestro análisis por medio de una representación gráfica de degradados de color. Estos degradados de color simbolizan la probabilidad de encontrar a nuestra especie en el territorio.

MaxEnt dispone de tres formatos de creación de modelo en función de la metodología de valores de predicción que asigne a cada píxel. Estos modelos son: logist, cumulative o raw, y pueden ser determinados desde la opción **Output format** de la aplicación de MaxEnt.



Otra sección interesante es la destinada a evaluar la probabilidad de éxito por medio de gráficas. La sección **Response curves** dispone de gran cantidad de gráficas para cada una de las variables. Pinchando sobre cada una de ellas podremos visualizarlas a tamaño mayor.



Estas gráficas muestran la probabilidad de presencia y éxito de la especie (comprendida entre 0 y 1) en función los valores que adopta la variable. De esta manera podemos advertir, gráficamente, los intervalos de variables en los que las probabilidades son mayores y, por tanto, existe más afinidad de la especie por esos parámetros cuando se lleva a cabo el modelo.

Por último, a través de la sección **Analysis of variable contributions** podemos observar una tabla destinada a indicarnos la medida en la que unas variables y otras ofrecen mayor peso de importancia o relevancia a la hora de crear el modelo.

Variable	Percent contribution	Permutation importance
Suelos	54.1	15.4
Ríos	27.8	29
Humedad	14.5	48.8
Forestal	3.6	6.8

Esta información también puede ser visualizada a través de una gráfica de barras encargada de representar los pesos de cada variable de manera gráfica a través de tres barras de colores.



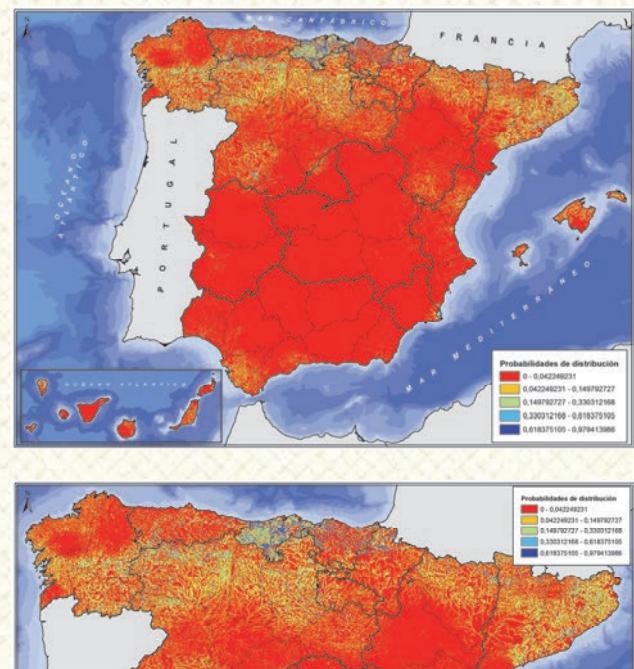
Una última sección, denominada **Raw data outputs and control parameters**, nos permitirá acceder a una relación de archivos en formato, principalmente, CSV que se han creado durante la creación del modelo así como una relación de datos descriptivos del modelo, tiempo invertido en la generación del mismo, el número de puntos muestreados o la localización donde han sido guardados los datos.

6. Importación de archivos en ArcMap.

Entre los resultados obtenidos podemos encontrar archivos cartográficos. Estos archivos podrán tener diferentes formatos en función de las especificaciones indicadas durante la generación del modelo. Archivos de formato ASC o BIL pueden ser perfectamente leídos por ArcGIS y ser transformados a un formato GRID habitual.

Por defecto, estos archivos no presentan proyección, por lo que deberemos recordar, una vez generados por MaxEnt, asignarle la proyección equivalente a los archivos cartográficos iniciales con los que realizamos la modelización. Con ayuda de las herramientas de conversión disponibles en ArcToolBox podremos realizar las transformaciones de archivos a diferentes formatos, simbolizar los valores de píxel y advertir los valores de distribución potencial en el territorio.

Con ayuda de las herramientas de Layout podremos montar nuestro mapa final con el que representar la distribución potencial de la especie.



No debemos olvidar que, para todo modelo predictivo, es necesario interpretar los datos obtenidos, debiendo recurrir a nuevas variables, excluir otras o analizar la coherencia de los resultados. En caso de obtener un modelo pobre o poco fiable será necesario volver a analizar los datos empleando otras variables ambientales más concisas o afines a la especie.

7. Recomendaciones.

- Recuerda siempre que los archivos de distribución de la especie deben presentarse en formato CSV con la coordenada X, en primer lugar, y la coordenada Y a continuación.
- Para los formatos CSV no pueden existir valores decimales representados por el carácter decimal de coma. Este carácter sólo puede ser empleado para separar los campos de los datos de coordenadas.
- Los archivos descriptivos de variables ambientales deben introducirse en formato ASCII y deben presentar siempre los mismos formatos de resolución de píxel así como límites espaciales.

¿SIGUES ATASCADO CON ARCGIS?

¿NECESITAS UN REPASO?

RECICLATE CON UN CURSO EN WWW.CURSOS.GEOINNOVA.ORG



ArcGIS 10

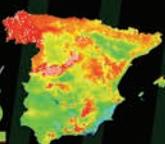
SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA



GESTIÓN DE FAUNA

MEDIANTE ARCGIS 10

MAXENT
y
ArcGIS



Modelos predictivos de DISTRIBUCIÓN de ESPECIES,
NICHOS ECOLÓGICOS y CONECTIVIDAD

ArcGIS 10

MODELOS DIGITALES DE TERRENO



CORREDORES ECOLÓGICOS: CONECTIVIDAD DE ESPECIES MEDIANTE ARCGIS 10

GESTIÓN DE FORESTALES

mediante
CAMINOS E INCENDIOS ArcGIS

10

Fragilidad Paisajística

Análisis de la fragilidad del paisaje mediante ArcGIS 10





Curso superior de Experto en
GEOMARKETING

TALLER DE PLANIFICACIÓN DE VÍAS DE COMUNICACIÓN CON
MÍNIMO IMPACTO MEDIOAMBIENTAL

ArcGIS 10



Análisis de **AVENIDAS e INUNDACIONES**
con **ArcGIS y HECRAS**

Gestión Hidrológica mediante

ArcGIS 10

SEGUIMIENTO, INVENTARIO Y RASTREO DE
FAUNA IBÉRICA CON TÉCNICAS GIS

Taller de **ArcGIS** aplicado a la gestión de
Especies Exóticas Invasoras: **El Caracol Manzana**



PLANES TÉCNICOS DE CAZA Y SU GESTIÓN MEDIANTE
SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEGRÁFICA

