

DETERMINACIÓN DE LAS ÁREAS PROBABLES DE DISTRIBUCIÓN DE LOS MAMÍFEROS TERRESTRES EN LA PROVINCIA DE MÁLAGA

A. B. ROJAS, I. COTILLA, R. REAL Y L. J. PALOMO

Depto. Biología Animal, Fac. Ciencias, Univ. Málaga, 29071 Málaga
(icotilla@uma.es), (rgimenez@uma.es), (javier.palomo@uma.es)

RESUMEN

En el presente trabajo se determina el área probable de distribución de las 33 especies de mamíferos terrestres presentes en la provincia de Málaga. Por medio de regresiones logísticas por pasos, se determina los efectos que algunas variables geográficas, climáticas, de hábitat y de actividad humana tienen sobre la presencia de las especies de mamíferos de la zona de estudio. Para establecer el pronóstico favorable a la presencia de la especie se ha tomado como criterio que la probabilidad de presencia sea cuatro o más veces mayor que la de ausencia. Además, el valor de probabilidad "0.5" no siempre es el que mejor separa a las zonas de presencia de las de ausencia, por lo que se aplica un método que tiene en cuenta la distribución de cada especie. El criterio de contigüidad permite desestimar áreas probabilísticamente favorables desde el punto de vista ecológico, pero aisladas geográficamente de zonas con presencias conocidas. Se ha encontrado una explicación ambiental para la distribución de 27 especies. Para 9 de ellas no se ha detectado cuadrículas favorables. En 6 especies aparecen cuadrículas favorables pero incluidas en la distribución conocida de las especies. Para 12 especies se ha obtenido un pronóstico favorable en cuadrículas en las que su presencia no estaba descrita, contiguas a áreas de presencia conocida, con lo que su distribución probable amplía la distribución actualmente registrada.

Palabras claves: Distribución potencial, influencias ambientales, mamíferos terrestres, pronóstico.

ABSTRACT

Determination of probable distribution areas for terrestrial mammals in Málaga province (South of Spain) using the registered distributions

In this paper, we determine the area of probable distribution for 33 species of terrestrial mammals in Málaga province. Using stepwise logistic regression, we determine the effects of some variables referred to geography, climate, habitat and human activities on the presence of mammal species in the studied area. We consider the odds of presence of the species to be favourable when the probability of presence is four or more times higher than the probability of absence. In addition, the probability value "0.5" is not always the best value that separates presences from absences. Therefore, we developed a method to adapt this value according to the distribution of each species. The contiguity criterion allows to reject areas with favourable probability from the ecological point of view, but geographically isolated from areas with registered presences. An environmental explanation for the distribution of 27 species was found. For 9 of them there is no favourable square. For 6 species there are favourable squares, but all of them were included in the registered distribution of the species. For 12 species we obtained favourable odds in squares where the presence of the species is not registered and contiguous to areas of registered presence, so that the probable distributions of these species are higher than their registered distributions.

Keywords: environmental influences, odds, potential distribution, terrestrial mammals.

INTRODUCCIÓN

Las especies animales tienen una distribución real que en la mayoría de los casos es difícilmente detectable. A diferencia de las plantas, los animales pueden estar presentes en una zona determinada y no ser vistos en el momento del muestreo. Esto se hace más patente, si cabe, en el caso de los mamíferos, que son animales de difícil visualización, pues se mueven en un territorio amplio, suelen esconderse en refugios, algunos tienen hábitos nocturnos y las especies de gran tamaño tienen un número reducido de efectivos. Por todo esto, aunque las presencias registradas para una especie sean fiables, pues suelen proceder de observaciones directas en la naturaleza, las ausencias pueden deberse a muestreos incompletos o poco intensos (Palomo y Antúnez 1992).

Para estudios enfocados a la conservación, como son los de regionalización biogeográfica o determinación de áreas importantes para las especies (Ramírez y Vargas 1992), no es suficiente con disponer de la distribución conocida, pues si ésta es incompleta, la regionalización biogeográfica puede resultar imprecisa y las áreas importantes para las especies pueden presentar lagunas, al no tener en cuenta algunas zonas donde dichas especies probablemente se encuentren. Por lo tanto, es importante poder determinar la distribución probable de una especie a partir del análisis de su distribución conocida (Hausser 1995).

Una forma de aproximarse a la distribución real de la especie es determinar su área de distribución potencial. El área de distribución potencial está condicionada por una serie de factores ambientales, geográficos o humanos en una determinada zona, aunque la especie puede no estar presente por razones históricas, y se suele expresar en términos de probabilidad de ocurrencia de la especie para dicha unidad geográfica (Bustamante 1997). El área de distribución potencial de una especie es imprescindible para conocer su área probable de distribución, pero distribución potencial y distribución probable no son términos equivalentes. En primer lugar hace falta establecer un umbral de probabilidad, dentro del área de distribución potencial, a partir del cual poder considerar que la especie estará "probablemente" presente (Hausser 1995). El problema es cómo establecer ese umbral y decidir si será el mismo para todas las especies, tanto para las que tienen una distribución registrada muy amplia o muy restringida. En segundo lugar, pueden existir zonas en las que, a pesar de que las condiciones sean favorables para la presencia de una especie, ésta esté ausente por razones históricas o debido a que barreras geográficas o ambientales separan el área potencial del área de distribución real.

En el presente trabajo se hace un primer intento de determinación de las áreas probables de distribución de los mamíferos terrestres en la provincia de Málaga. Para ello, se desarrolla un método que permite determinar un umbral de probabilidad distinto para cada especie en función de la amplitud de su distribución conocida.

MATERIAL Y MÉTODO

Área de estudio y especies analizadas

La provincia de Málaga está situada en el sur de la Península Ibérica y es una de las provincias más montañosas de España, a la vez que posee un amplio litoral. En esta provincia aparecen 33 especies de mamíferos terrestres, pertenecientes a los órdenes Carnívora, Insectívora, Rodentia, Lagomorpha y Artiodactyla. Esta cifra equivale aproximadamente a la mitad de las presentes en España y a la cuarta parte de las que aparecen en Europa, pertenecientes a los mismos órdenes. La presencia o ausencia de cada una de ellas ha sido registrada en las 95 cuadrículas UTM de 10x10 km en las que al menos un 10% de su superficie pertenece a la provincia. Las citas proceden de muestreos y observaciones desarrollados por miembros y colaboradores del Departamento de Biología Animal de la Universidad de Málaga a partir del año 1985 y han sido cedidas para el Proyecto Atlas de Mamíferos que está elaborando la SECEM.

Áreas de distribución potencial

Existen diversas formas de calcular el área de distribución potencial (Antúnez y Mendoza 1992). De entre estos métodos son preferibles aquellos que obtienen una función de probabilidad (Teixeira 1999). En el presente trabajo se realizan regresiones logísticas por pasos hacia delante, las cuales tienen en cuenta la colinearidad entre las variables predictoras al introducir variables en el modelo. La expresión analítica de la función logística es:

$$p = \frac{e^y}{1 + e^y}$$

donde p es la probabilidad estimada de presencia de la especie, y es una función del tipo $k+ax_1+bx_2+\dots+zx_n$, siendo x_1, x_2, \dots, x_n cada una de las variables seleccionadas (Lawless y Singhal 1978, 1987). En el presente caso se han utilizado 34 variables que se pueden agrupar en 4 tipos: geográficas, climáticas, de hábitat y de actividad humana y que aparecen reflejadas, junto con su procedencia, en la tabla 1. La mayoría de las variables climáticas están relacionadas con la disponibilidad de agua y la disponibilidad de energía ambiental. La irregularidad pluviométrica es el coeficiente de variación de la precipitación media anual; la gama de temperatura es la diferencia entre las temperaturas medias de julio y enero; la gama de humedad relativa es la diferencia entre las humedades relativas de enero y julio a las 7:00 h; la precipitación máxima relativa es la precipitación máxima registrada en 24 h dividida por la precipitación media anual; el índice de mecanización es el número de tractores por cada 100 ha de superficie agraria útil. Se considerará que la primera variable

que entra en la ecuación de regresión explica la distribución de la especie de forma principal, mientras que las demás la explican de forma secundaria.

TABLA 1
Relación de variables utilizadas y su procedencia
Variables used in the analyses and their sources

Tipo de variables	Nombre de variable y abreviatura
Geográficas	Distancia a la costa (DC) (1) Gama de altitud (GA) (1) Evapotranspiración potencial media anual (EP) (2) Gama de temperatura (GT) (2) Nº días de nieve (NN) (2) Gama de humedad relativa (GHR) (2) Nº días de niebla (NB) (2) Temperatura media anual (Tm) (2) Nº medio anual de días de precipitación (NPP) (2) Nº días de helada (NH) (2) Nº medio anual de días de tormenta (NT) (2) Precipitación máxima en 24 h (PM) (2) Duración media anual de la insolación (IN) (2) Radiación solar media anual (RS) (2) Humedad relativa de enero a las 7:00 h (HE) (2) Precipitación media anual (Pm) (2) Humedad relativa de julio a las 7:00 h (HJ) (2) Temperatura media de enero (TE) (2) Evapotranspiración real (ER) (7) Temperatura media de julio (TJ) (2) Irregularidad pluviométrica (IP) (3) Precipitación máxima relativa (PMr) (2) Presencia de Matorral (M) (6) Escorrentía (E) (4) Presencia de Bosques de Coníferas (C) (6) Nº de pisos bioclimáticos (PE) (5) Presencia de Pastizal (P) (6) Nº de series de vegetación (NV) (5) Presencia de Ríos, Lagunas o Embalses (R) (6) Presencia de Bosques de Frondosas (F) (6) Presencia de Cultivos (CU) (6) Densidad humana (DH) (6) Presencia de Bosques de Reforestación (RE) (6) Índice de mecanización (IM) (6)
Climáticas	
Hábitat	
Actividad Humana	

Fuentes: (1) Servicio Geográfico del Ejército (1980, 1981, 1982, 1985, 1986, 1988, 1989, 1990, 1991, 1992); (2) Font (1983); (3) Montero de Burgos y González-Rebollar (1974); (4) Instituto Geológico y Minero de España (1979); (5) Rivas-Martínez (1985); (6) Pezzi *et al.* (1992);

Áreas de pronóstico favorable

Un concepto relacionado con el de probabilidad es el de pronóstico (pr), que se define como

$$pr = \frac{p}{1 - p} ,$$

siendo p la probabilidad de presencia de la especie y $1-p$ la probabilidad de ausencia (Shott 1991).

Cuando el valor de probabilidad es de $p=0,5$, el pronóstico es de 1:1, es decir, la probabilidad de presencia es la misma que la de ausencia y el pronóstico no es ni favorable ni desfavorable a la presencia de la especie, sino que es equilibrado. Para valores superiores a 0,5 el pronóstico será favorable, pero valores de probabilidad de presencia ligeramente superiores a 0,5 producen valores de pronóstico correspondientemente cercanos al equilibrio. Por lo tanto, es necesario establecer un valor de pronóstico favorable que se considere que disminuye suficientemente el error que se puede cometer al considerar que es probable la presencia de la especie. En función del estudio que se esté realizando, este valor umbral, que siempre será arbitrario, debe ser más o menos elevado. En nuestro caso se asumirá que una especie estará probablemente presente cuando el pronóstico de presencia sea mayor de 4:1, es decir, cuando la probabilidad de presencia sea cuatro veces mayor que la de ausencia.

En especies con un número de presencias y de ausencias similar, es decir, que se distribuyen más o menos por la mitad del territorio de estudio, la regresión logística, que es simétrica por definición, es de hecho también simétrica para el dominio de la función que viene dado por el área de estudio (Figura 1a). En los casos, bastante frecuentes, en que el número de cuadrículas con presencias y ausencias de una especie son muy diferentes, la regresión logística en el dominio de la función no es simétrica, sino que está marcadamente desplazada hacia el extremo (presencias o ausencias) que presenta un mayor número de cuadrículas (Figura 1b). En estos casos, existe un desajuste entre la función logística y la respuesta de la especie a las condiciones ambientales. Para solucionar este desajuste, una opción podría ser eliminar datos de la categoría más frecuente y analizar el mismo número de presencias que de ausencias, pero esto conlleva una pérdida importante de información y la obtención de un modelo basado en una muestra del territorio que no garantiza que sea extrapolable a todo el territorio de estudio. Otra opción, que es la que se ha seguido en el presente trabajo, es ajustar los valores de probabilidad y de pronóstico de acuerdo con los porcentajes de clasificación correcta obtenidos para cada nivel de probabilidad teórica.

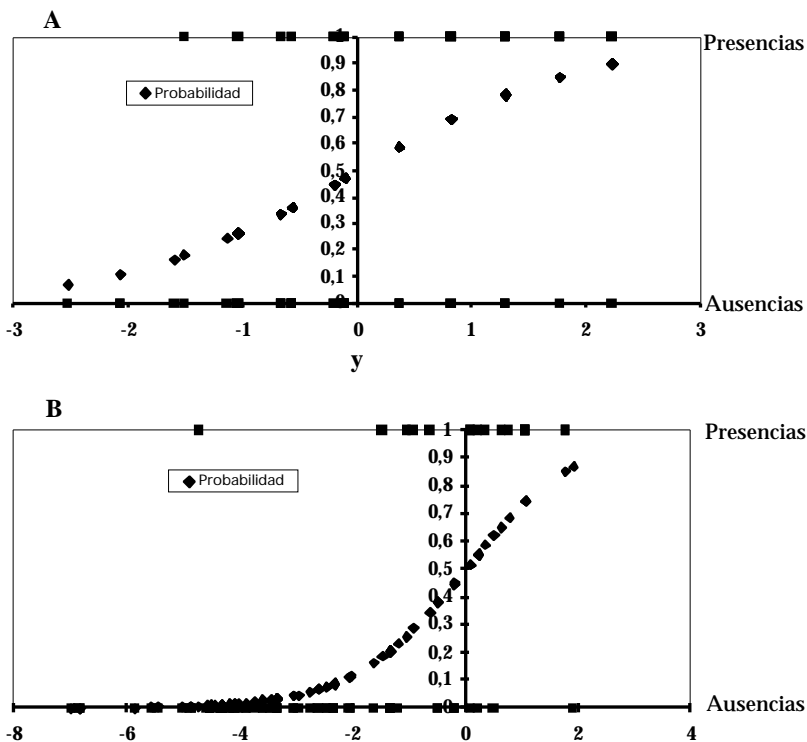


Figura 1. Regresiones logísticas para *Crocidura russula* (A) y *Capreolus capreolus* (B) en la provincia de Málaga

Logistic regressions for Crocidura russula (A) and Capreolus capreolus (B) in Málaga province

El porcentaje de presencias correctamente clasificadas representa la sensibilidad del modelo, mientras que el porcentaje de ausencias correctamente clasificadas representa su especificidad (Brito et al. 1999). Al representar la sensibilidad y la especificidad del modelo frente a distintos umbrales de clasificación, se obtiene dos funciones que se cortan en el umbral de probabilidad que clasifica correctamente el mismo porcentaje de presencias que de ausencias. Este punto de clasificación correcta equilibrada es a veces seleccionado como el mejor umbral de clasificación (Teixeira 1999). También se puede representar el promedio entre la sensibilidad y la especificidad del modelo y seleccionar el umbral de probabilidad donde este valor sea más alto (Barbosa 2001). En el caso de que el número de cuadrículas de presencias y ausencias de una especie sean similares (Figura 2a), estos dos umbrales coinciden en el valor $p=0,5$ y el punto en el que el pronóstico

es de 4:1 ($p=0,8$) se obtiene al sumarle a 0,5 los $3/5$ del intervalo que va desde 0,5 hasta el extremo en que $p=1$.

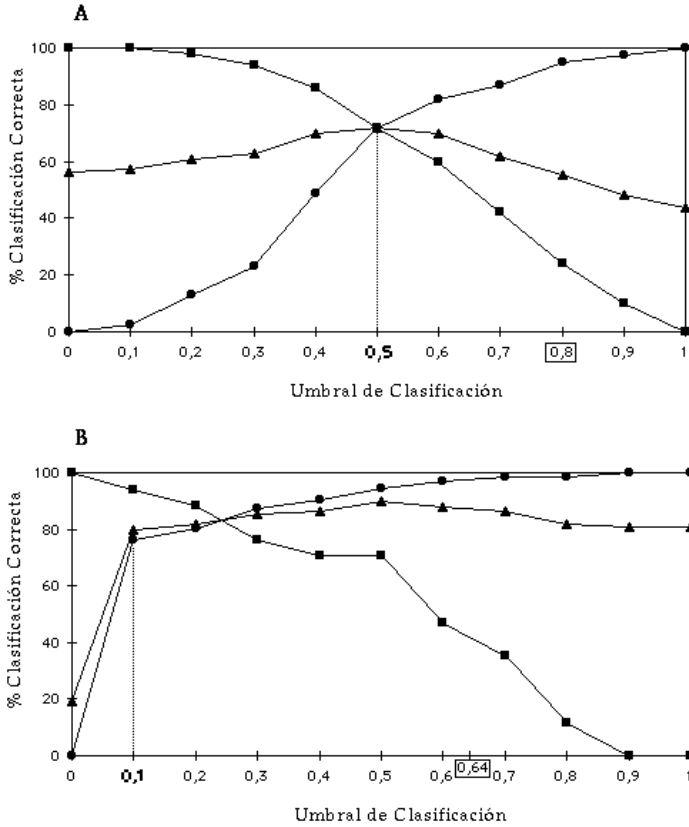


Figura 2. Porcentaje de clasificación correcta para las presencias, ausencias y el promedio de ambas para *Crocidura russula* (A) y *Capreolus capreolus* (B) en la provincia de Málaga

Percentage of correct classification for the presences, absences and the average of both of them for Crocidura russula (A) and Capreolus capreolus (B) in Málaga province

Sin embargo, si el número de presencias y de ausencias es muy diferente, los dos umbrales de clasificación no coinciden, y ambos pueden ser diferentes de 0,5. En el ejemplo que se muestra en la Figura 2b, estos umbrales son $p=0,25$ para el primero y $p=0,1$ para el segundo. En estos casos, el umbral que mejor clasifica es el que produce un mayor promedio de sensibilidad y especificidad (Brito et al. 1999), siempre que la sensibilidad sea mayor o igual que la especificidad, es decir, que esté a la izquierda del punto de clasificación correcta equilibrada ($p=0,1$ en la Figura

2b). La razón es que las presencias son fiables mientras que las ausencias son dudosas. Por lo tanto, para obtener el punto en que el pronóstico es mayor de 4:1 de forma análoga a cuando el umbral de clasificación es $p=0,5$, se suma al mejor umbral de clasificación los $3/5$ del intervalo que va desde ahí hasta el extremo en que $p=1$. En el ejemplo de la Figura 2b el valor obtenido es $p=0,1+(3/5)0,9=0,64$.

Área probable de distribución

En este trabajo, para considerar que la presencia de una especie es probable en una cuadrícula donde no ha sido citada, se exigirá que su pronóstico de presencia, determinado como se explica en el apartado anterior, sea mayor de 4:1 y que, además, la cuadrícula sea contigua a otra donde la presencia de la especie haya sido registrada. El criterio de contigüidad incorpora el efecto de autocorrelación espacial en la distribución de las especies que se debe a la propia dinámica de sus poblaciones (Barbosa 2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La metodología expuesta ha sido aplicada a todas las especies de mamíferos terrestres de la provincia de Málaga. Los resultados obtenidos tras la aplicación de las regresiones logísticas se resumen en la tabla 2.

La distribución de seis especies no ha podido ser explicada por ninguna de las variables empleadas. De las especies restantes, 19 se ven afectadas por alguna variable climática como factor principal, cinco han introducido como factor principal alguna variable geográfica, dos especies dependen principalmente de alguna variable de hábitat, y sólo una especie se ve influida por la actividad humana como variable principal (Tabla 3).

La distribución de los mamíferos en la provincia de Málaga se explica en su mayoría por variables climáticas. Las variables geográficas afectan a menos especies que las variables de hábitat, pero lo hacen en mayor proporción como causa principal, y ambos tipos de variables tienen mayor influencia que la actividad humana. Sin embargo, la actividad humana condiciona la distribución provincial de aproximadamente un 10% de las especies, lo que resulta considerable, ya que la distribución de las especies está tomada sobre cuadrículas de 100 km² de superficie.

En nueve especies no se ha detectado cuadrículas con un pronóstico favorable mayor de 4:1 ni siquiera en su área de distribución registrada; estas son *A. algirus*, *S. vulgaris*, *M. putorius*, *L. granatensis*, *M. foinea*, *M. duodecimcostatus*, *O. cuniculus*, *D. dama* y *O. ammon*. Es posible que en estos casos la provincia de Málaga constituya una zona marginal dentro de su área de distribución y que existan zonas favorables para ellas fuera de la provincia.

TABLA 2

Modelos significativos obtenidos mediante regresiones logísticas para cada especie analizada, incluyendo el chi-cuadrado (χ^2) del modelo y su nivel de significación (p). Cada modelo corresponde a la función Y que se incorpora a la función logística. Abreviatura de las variables como en la tabla 1

Significant models obtained for each species using logistic regressions, including the model chi-square and significance level. Each model corresponds to the function Y that is included into the logistic function. Abbreviations of the variables as in table 1

Especie	Y	χ^2	p
<i>Apodemus sylvaticus</i>	1,04-0,3 DC+0,01 RS	18,955	0,0001
<i>Crocidura russula</i>	2,7-0,47 DC-2,43 M	20,157	0,0000
<i>Martes foina</i>	-2,21+0,01 GA	6,807	0,0091
<i>Rattus rattus</i>	4,15-0,53 DC-0,13 NT-1,57 M	27,534	0,0000
<i>Lutra lutra</i>	-10,82-0,96 DC-0,02 EP-0,16 NB+0,44 HE	41,528	0,0000
<i>Capra pyrenaica</i>	21,21+0,12 NPP-0,47 GHR-1,59 Tm+0,01 GA+3,02 C+0,02 DH	67,194	0,0000
<i>Felis silvestris</i>	10,4-1,23 Tm+0,85 TE	17,961	0,0001
<i>Lepus granatensis</i>	2,01-0,003 NPP	7,838	0,0051
<i>Meles meles</i>	12,04-0,1 GHR-0,28 IP	9,310	0,0095
<i>Suncus etruscus</i>	3,31-0,78 GT-2,26 M-1,78 P+8,25 CU	26,446	0,0000
<i>Capreolus capreolus</i>	-14,06+0,99 TE+0,01 E	36,314	0,0000
<i>Herpestes ichneumon</i>	-38,96+0,01 NPP+0,9 IP+1,26 F	41,952	0,0000
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	3,06-0,01 PM	4,779	0,0288
<i>Mustela putorius</i>	-15,56+0,56 TJ	5,790	0,0161
<i>Rattus norvegicus</i>	-21,85+0,01 IN	14,417	0,0001
<i>Mus domesticus</i>	-42,41+0,01 IN-2,62 M	30,269	0,0000
<i>Mus spretus</i>	-3,25-0,05 NH+0,01 PM+2,07 CU	14,631	0,0022
<i>Atelerix algirus</i>	37,67-3,2 GHR	4,264	0,0389
<i>Sciurus vulgaris</i>	-81,14+2,03 NB+39,88 M	12,545	0,0019
<i>Genetta genetta</i>	4,36-0,15 GHR- 0,01 PM	11,977	0,0025
<i>Ovis ammon</i>	-4,28+2,33 M	3,614	0,0573
<i>Talpa occidentalis</i>	-3,59+0,52 NN+0,58 NV	18,503	0,0001
<i>Erinaceus europeus</i>	-25,61+0,01 IN+0,43 TJ	21,483	0,0000
<i>Mustela nivalis</i>	-60,7+0,77 NN+0,01 IN+0,81 TJ	24,100	0,0000
<i>Microtus duodecimcostatus</i>	-8,2+9,0 CU	11,111	0,0009
<i>Cervus elaphus</i>	-40,54+0,13 NPP+0,47 HJ	23,278	0,0000
<i>Dama dama</i>	-12,20+10,29 C	8,794	0,0030

Otras seis especies presentan zonas con pronóstico favorable, pero que están incluidas en su distribución conocida (*T. occidentalis*, *S. etruscus*, *C. elaphus*, *M. meles*, *M. nivalis* y *F. silvestris*). Por tanto, en la provincia de Málaga existen zonas importantes para todas estas especies, debido a la favorabilidad de sus condiciones ambientales.

TABLA 3
 Factores explicativos de la distribución de las especies de mamíferos terrestres en la provincia de Málaga. En la parte superior de la tabla están las especies para las que el factor implicado es la principal explicación de su distribución
Environmental factors that explain the distribution of terrestrial mammals species in Málaga province. In upper: species for which the factor involved is the main explanation of its distribution

Sin explicación ambiental	F. Geográficos	F. Climáticos	F. Hábitat	F. Actividad ambiental
Neomys anomalus Eliomys quercinus Arvicola sapidus Vulpes vulpes Lynx pardinus Sus scrofa	Apodemus sylvaticus Crocidura russula Martes foina Rattus rattus Lutra lutra	Felis silvestris Lepus granatensis Meles meles Suncus etruscus Capreolus capreolus Herpestes ichneumon Oryctolagus cuniculus Mustela putorius Rattus norvegicus Mus domesticus	Dama dama Ovis ammon	Microtus duodecimcostatus
S E C U N D A R I O	Capra pyrenaica	Apodemus sylvaticus Lutra lutra Rattus rattus	Capreolus capreolus Capra pyrenaica Crocidura russula Rattus rattus Sciurus vulgaris Suncus etruscus Talpa occidentalis Mus domesticus Herpestes ichneumon	Capra pyrenaica Suncus etruscus Mus spretus

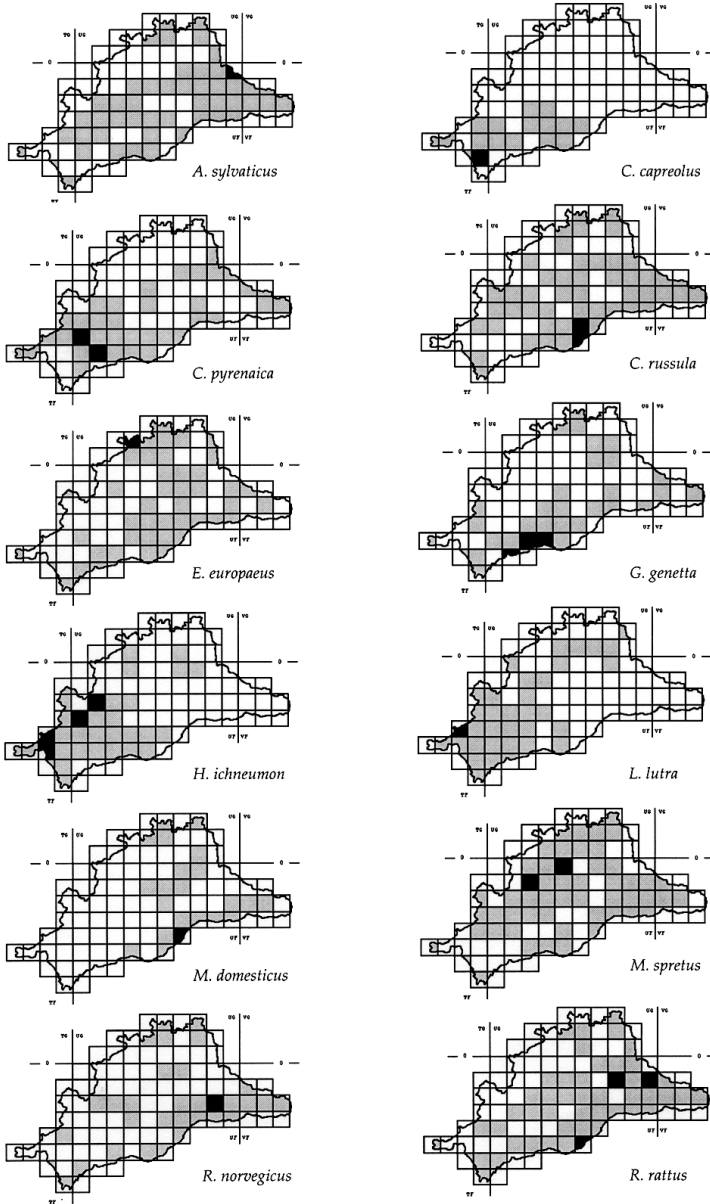


Figura 3. Especies con área de distribución probable mayor que el área de distribución registrada. Las cuadrículas grises representan las áreas de distribución registrada y las negras las áreas de distribución probable no registrada

Species with probable distribution larger than recorder one. Grey squares: recorded presence; black squares: probable but not recorder presence

Por último, para 12 especies se han obtenido zonas con un pronóstico favorable que incluían cuadrículas en las que la presencia de la especie no estaba citada, pero que son contiguas a cuadrículas con citas registradas. Para estas especies la distribución probable es más amplia que la registrada (Figura 3). Un ejemplo es el del meloncillo (*H. ichneumon*) cuya distribución conocida muestra una separación entre el extremo más occidental y el resto de la provincia (Figura 3). Una vez realizados los pronósticos, ambas zonas quedan unidas mediante la incorporación de dos cuadrículas. Este hecho podría llegar a suponer un cambio en la consideración de los patrones de distribución de la especie.

La metodología aquí expuesta permite definir el área de distribución probable de una especie como la suma del área de distribución conocida más las zonas favorables que sean contiguas a las zona de presencia conocida. Además, se puede constatar cómo los umbrales de favorabilidad no son los mismos para todas las especies, sino que un mismo valor de probabilidad en una zona puede ser favorable para una especie y no para otra, dependiendo de la amplitud de su distribución conocida.

REFERENCIAS

- ANTÚNEZ, A. Y M. MENDOZA (1992). Factores que determinan el área de distribución geográfica de las especies: conceptos, modelos y métodos de análisis. Pp 51-72. En: J.M. Vargas, R. Real y A. Antúnez (eds). *Objetivos y métodos biogeográficos. Aplicaciones en Herpetología*. Monogr. Herpetol., 2.
- BARBOSA, A. M. (2001). *Modelação biogeográfica da distribuição da lontra (Lutra lutra) na Península Ibérica com base em factores espaciais, ambientais e humanos*. Relatório de estágio profissionalizante.
- BRITO, J. C., E. G. CRESPO Y O. S. PAULO (1999). Modelling wildlife distributions: Logistic Multiple Regression vs Overlap Analysis. *Ecography* 22: 251-260.
- BUSTAMANTE, J. (1997). Predictive models for lesser kestrel *Falco naumanni* distribution, abundance and extinction in southern Spain. *Biol. Cons.* 80: 153-160.
- CEREZUELA, F (1977). *Evapotranspiración y microclimas de la vertiente mediterránea del sur de España*. Universidad de Málaga. Málaga.
- FONT, I. (1983). *Atlas climático de España*. Instituto Nacional de Meteorología. Madrid.
- HAUSSER, J. (1995). *Säugetiere der Schweiz*. 501pp.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1979). *Mapa hidrogeológico nacional. Explicación de los mapas de lluvia útil, reconocimiento hidrogeológico y de síntesis de los sistemas acuíferos*. I.G.M.E. Madrid.
- LAWLEES J. F Y K. SINGHAL (1978). Efficient screening of nonnormal regression models. *Biometrics* 34: 318-327.
- LAWLEES J. F Y K. SINGHAL (1987). ISMOD: An all-subsets regression program for generalized linear models. I. Statistical and computational background. *Computer Methods and Programs in Biomedicine* , 24: 117-124.

- MONTERO DE BURGOS, J. L. Y J. L. GONZÁLEZ-REBOLLAR (1974). *Diagramas bioclimáticos*. ICONA. Madrid.
- PALOMO, L. J. Y A. ANTÚNEZ (1992). Los Atlas de distribución de especies. Pp 39-51. En: J.M. Vargas, R. Real y A. Antúnez (eds). *Objetivos y métodos biogeográficos. Aplicaciones en Herpetología*. Monogr. Herpetol., 2.
- PEZZI, M., M. E. CÓZAR, M. E. MARTÍN-VIVALDI, E. ARJONA Y M. J. CON (1992). *Atlas Básico de Andalucía*. Junta de Andalucía. Sevilla.
- RAMÍREZ, J. M. Y J. M. VARGAS (1992). Contribución de la biogeografía a la gestión del medio ambiente y a la conservación de las especies. Pp 95-106. En: J.M. Vargas, R. Real y A. Antúnez (eds). *Objetivos y métodos biogeográficos. Aplicaciones en Herpetología*. Monogr. Herpetol., 2.
- RÍVAS-MARTÍNEZ, S. (1985). *Biogeografía y Vegetación*. Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Madrid.
- SERVICIO GEOGRÁFICO DEL EJÉRCITO (1980, 1981, 1982, 1985, 1986, 1988, 1989, 1990, 1991, 1992). *Mapa Militar de España, Escala 1:200000*. S. G. E. Madrid.
- SHOTT, S. (1991). Logistic regression and discriminant analysis. *JAVMA*, vol 198, No. 11.
- TEIXEIRA, J. F. (1999). *Biogeografía de Salamandra-Lusitanica, Chioglossa lusitanica. Utilização de Sistemas de Informação Geográfica na modelação da distribuição*. Tesis Doctoral.