

Evaluación de las redes de espacios naturales protegidos en Andalucía mediante el uso de modelos espaciales de distribución de vertebrados

A. Estrada ¹

(1) Grupo de Biogeografía, Diversidad y Conservación. Dpto. Biología Animal. Universidad de Málaga. 29071 Málaga. España.

➤ Recibido el 25 de julio de 2008, aceptado el 11 de agosto de 2008.

Estrada, A. (2008). Evaluación de las redes de espacios naturales protegidos en Andalucía mediante el uso de modelos espaciales de distribución de vertebrados. *Ecosistemas* 17(3): 149-154

En la tesis se ha realizado un análisis de huecos en la protección de la biodiversidad (*Biodiversity Gap Analysis*) en Andalucía. Mediante esta técnica biogeográfica se comparan determinadas áreas importantes para la conservación de la biodiversidad con la distribución de los espacios naturales protegidos de una región, para observar si existen desajustes entre ambas. Las zonas importantes a proteger, y que no estén protegidas actualmente, serán las que se propongan en el caso de querer ampliar una red de espacios protegidos.

La tesis se centra en las distribuciones de todos los vertebrados continentales en Andalucía, que se han agrupado en función de las clases taxonómicas a las que pertenecen (peces, anfibios, reptiles, mamíferos y aves) para facilitar el estudio. Las unidades geográficas en las que se ha dividido el territorio han sido las cuadrículas UTM de 10 km x 10 km, para el caso de los vertebrados tetrápodos, y las cuencas fluviales de Andalucía para el caso de los peces continentales. Los datos de distribución de las 325 especies de vertebrados continentales autóctonos de Andalucía se han tomado de los Atlas de los vertebrados de España. En estos atlas las distribuciones de las especies se presentan en cuadrículas UTM de 10 km x 10 km en toda España. Se han seleccionado las cuadrículas de Andalucía y, para el caso de los peces continentales, se han transformado los datos de presencia/ausencia de las cuadrículas a datos de presencia/ausencia en las cuencas hidrográficas.

Frecuentemente, las áreas importantes para las especies se obtienen tras realizar una modelación de sus presencias/ausencias con una serie de variables ambientales. Una razón por la que se usa la modelación en estos análisis es porque generalmente existe un diferente esfuerzo de muestreo en el territorio, de manera que algunas especies pueden aparecer con distribuciones dispersas cuando éste no es el verdadero estado de la especie. Por otra parte, los espacios naturales protegidos son zonas muy bien muestreadas y pueden aparecer en los atlas con mayor número de especies que las zonas aledañas. Por tanto, un aparente ajuste de estos espacios con la distribución de las especies puede reflejar no una buena ubicación de las zonas protegidas, sino un mayor esfuerzo de muestreo en estos lugares. Además, una ausencia en el atlas puede significar bien que realmente la especie esté ausente en esa zona, o bien que la especie esté presente pero que no se haya detectado. Los resultados de la modelación ayudan a inferir si se trata de uno u otro caso en función de si la favorabilidad para la especie en esa zona es baja o alta, respectivamente.

Se ha modelado la distribución de las especies a partir de la función de favorabilidad (F). La función de favorabilidad establece cómo varía la probabilidad local de ocurrencia respecto a la probabilidad general esperada por la prevalencia de la especie, que sería el número de presencias dividido entre el número total de casos. Si en una unidad geográfica $F > 0,5$ esa unidad es favorable para la especie porque la probabilidad de presencia es mayor que la esperada en función de la prevalencia, y si F

<0,5 será desfavorable, ya que la probabilidad es menor que la esperada por la prevalencia. Se ha obtenido la distribución de las áreas favorables para cada una de las especies estudiadas. En este trabajo se ha considerado prioritario proteger las áreas favorables para los distintos grupos de vertebrados continentales autóctonos de Andalucía.

Dado que la incertidumbre es parte inherente de la ecología y la conservación, resulta aconsejable incluir conceptos de la lógica difusa en los estudios destinados a la conservación de la biodiversidad. El valor de favorabilidad obtenido en la modelación puede ser interpretado como el grado de pertenencia de cada zona al conjunto borroso de áreas que son favorables para la especie, de forma que puede ser utilizado para aplicar los conceptos, operaciones y reglas de la lógica difusa al análisis de la distribución de las especies.

Se ha obtenido modelo de favorabilidad para 297 de las 325 especies de vertebrados autóctonos presentes en Andalucía, y la mayoría de estos modelos se han visto afectados por variables que pertenecen a factores predictivos diferentes (ver algunos ejemplos en la **Figura 1**).

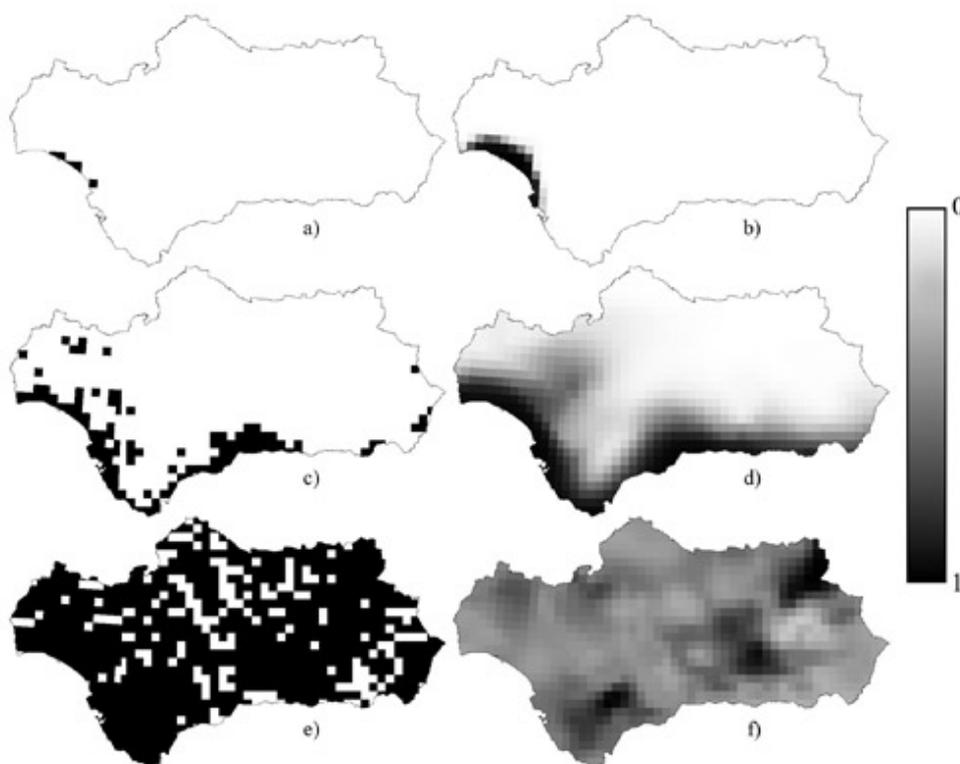


Figura 1. Distribución de tres especies de reptiles (lagartija de Carbonell (*Podarcis carbonelli*), a y b; camaleón común (*Chamaeleo chamaeleon*), c y d; lagarto ocelado (*Lacerta lepida*), e y f) en Andalucía en cuadrículas UTM de 10 km x 10 km según el Atlas y Libro Rojo de los Anfibios y Reptiles de España (a, c, e) y según los resultados obtenidos tras la modelación aplicando lógica difusa (b, d, f).

Para determinar si una unidad geográfica era importante para la biodiversidad se han seleccionado una serie de criterios de valoración, como son la riqueza, la rareza, la vulnerabilidad y la endemidad. En todos los casos se ha comparado los resultados que se obtienen tras aplicar los cálculos a los valores de presencia/ausencia, con los obtenidos tras aplicar esos mismos cálculos a los valores de favorabilidad de las especies y tras aplicar conceptos de la lógica difusa. Así se obtienen las zonas favorables para un número alto de especies, para las especies de distribución restringida, las especies vulnerables y las especies endémicas, respectivamente. Dependiendo de cuál sea el criterio que se estime oportuno, en los resultados de cada capítulo de la tesis se muestran cuáles son las cuadrículas o cuencas identificadas como más importantes para ampliar la red de reservas. Los cuatro criterios establecidos tienen suficiente peso e importancia en sí mismos pero, no obstante, se han combinado entre ellos para obtener las zonas importantes por los cuatro criterios simultáneamente o por al menos uno de ellos, para cada uno de los cinco grupos estudiados. También se ha realizado combinaciones para conocer las áreas importantes para todos los vertebrados tetrápodos en Andalucía.

Las zonas importantes dentro de un mismo grupo de especies han resultado ser similares tras aplicar los diferentes criterios de valoración (por ejemplo, **Fig. 2**). Por el contrario, las zonas importantes por un mismo criterio de valoración tienden a

situarse en lugares diferentes para cada uno de los grupos, por lo que ninguno de ellos podría usarse como paraguas para proteger al resto de los grupos (por ejemplo, **Fig. 3**).

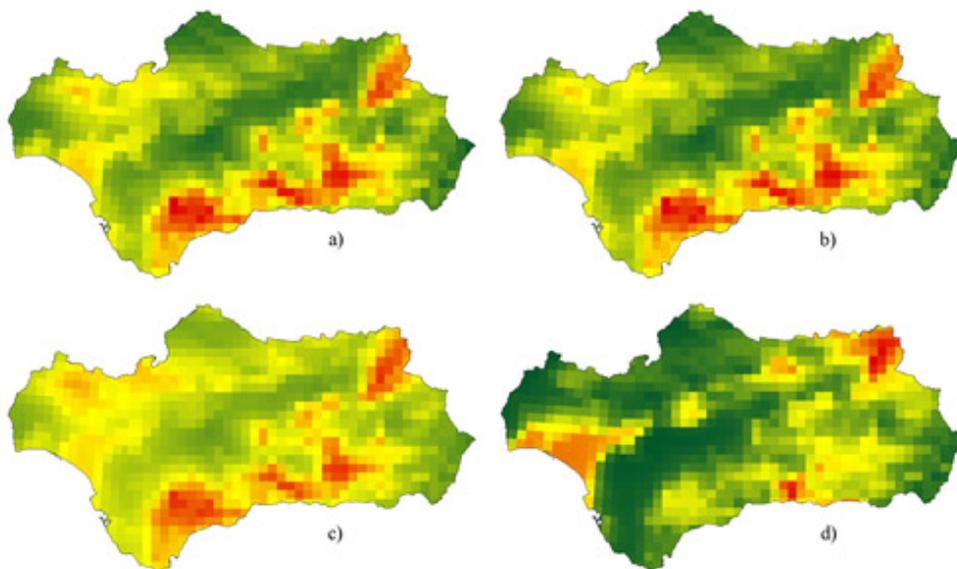


Figura 2. Cuadrículas favorables para los mamíferos en Andalucía. a) Zonas favorables para un número alto de especies, b) para las especies de distribución restringida, c) para las especies vulnerables, y d) para las especies endémicas. Las zonas rojas son las más favorables y las verdes las más desfavorables.

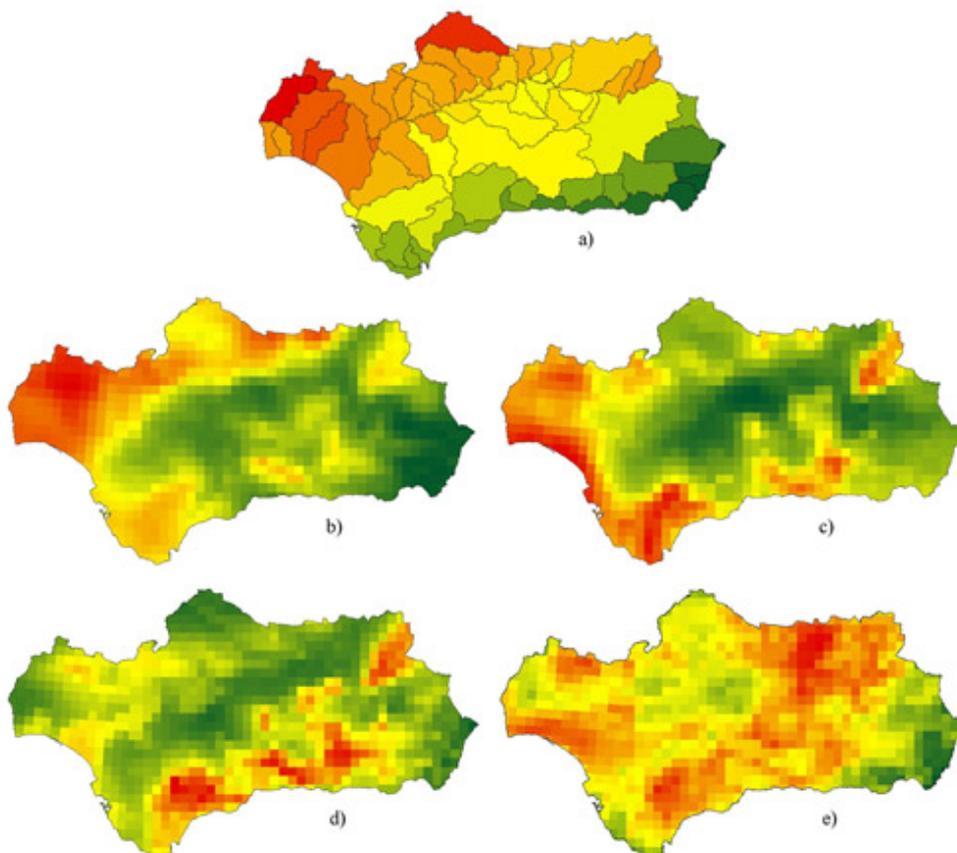


Figura 3. Zonas favorables para un número alto de especies de los cinco grupos estudiados: a) peces, b) anfibios, c) reptiles, d) mamíferos, y e) aves. Las zonas rojas son las más favorables y las verdes las más desfavorables.

Las redes de espacios naturales protegidos de Andalucía que se han superpuesto a las áreas importantes para las especies son dos: la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía (RENPA) y la Red Natura 2000. La RENPA es la red actual, con 150 espacios protegidos, y la Red Natura 2000 es la red europea, que está en fase de LIC (Lugares de Interés Comunitario) o propuesta. De aquí a 2012 los LIC deben pasar a ZEC (Zonas de Especial Conservación) para convertirse definitivamente en una red establecida. En este estudio, se ha considerado como zonas importantes para la biodiversidad, el 20% de las unidades que presentan los mayores valores de los criterios seleccionados, ya que la RENPA ocupa aproximadamente ese porcentaje de la superficie de Andalucía. Las cuadrículas o cuencas incluidas en ese 20% y que no estén cubiertas por la RENPA se han considerado como zonas de desajuste en la protección de la biodiversidad, respecto a cada uno de los criterios elegidos. Lo mismo ocurre con la Red Natura 2000 pero considerando el 30%, ya que es el porcentaje del territorio que ocupa esta red. El resultado del análisis de huecos muestra que la proporción de cuadrículas importantes que están incluidas en la RENPA y en la Red Natura 2000 para todos los grupos, a excepción de las aves, es mayor cuando los criterios de conservación se valoran mediante la función de favorabilidad que si se hace computando el número de especies. Además, los huecos en la protección de la biodiversidad se agrupan en un número menor de bloques tras la modelación. Por tanto, para proteger los umbrales establecidos en esta tesis con los valores más altos de los índices sin modelar, sería necesario establecer muchas y muy dispersas áreas protegidas, mientras que las reservas que se necesitarían para cubrir los huecos detectados con la modelación difusa serían, en general, menos numerosas, de mayor tamaño y más concentradas. Se han detectado desajustes en la protección de la biodiversidad con respecto a la RENPA y a la Red Natura 2000, que podrían tenerse en cuenta para ampliar las redes de espacios protegidos. En la **Figura 4** se muestra el ejemplo de los vertebrados tetrápodos en su conjunto. Aún así, aunque los criterios que las autoridades competentes eligieron para establecer las áreas protegidas en Andalucía fueron otros que los aquí usados para evaluarla, este análisis ha mostrado que la RENPA está generalmente bien distribuida en relación con las áreas favorables para las especies. La misma conclusión se obtiene con la evaluación de la Red Natura 2000.

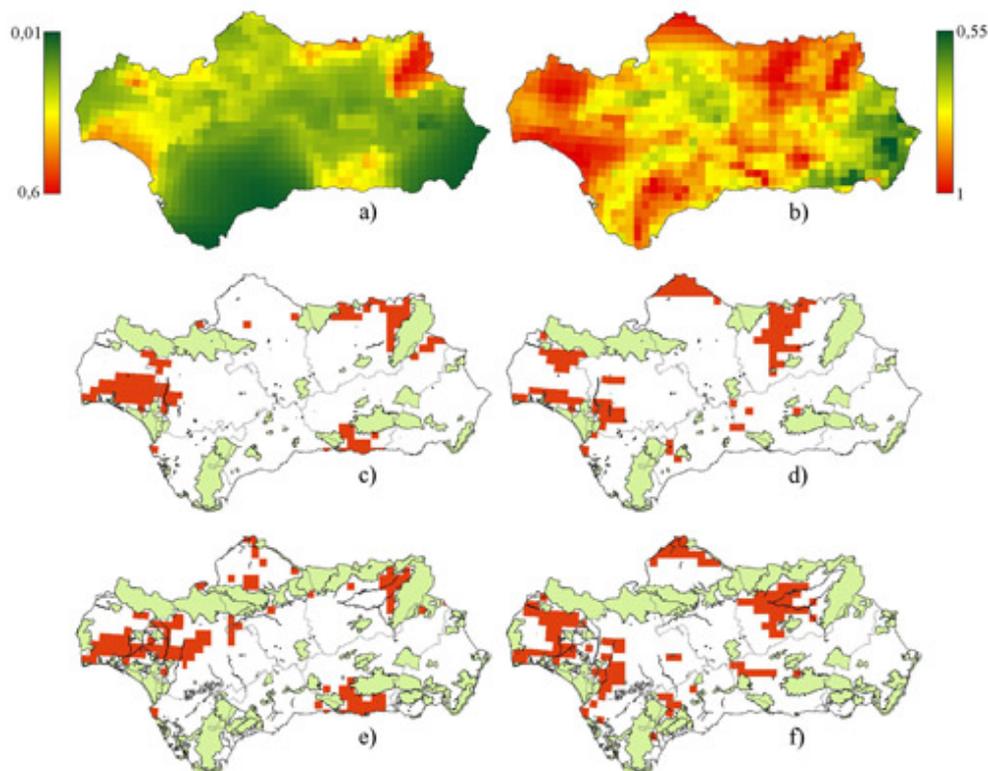


Figura 4. a) Zonas importantes para todos los grupos de vertebrados tetrápodos y según los cuatro criterios de valoración simultáneamente. b) Zonas importantes para al menos uno de los grupos de vertebrados tetrápodos y por al menos uno de los cuatro criterios de valoración (riqueza, rareza, vulnerabilidad y endemidad). c y d) Desajustes en la protección de las zonas con mayores valores respecto a la RENPA (c los relativos a la figura a, y d los relativos a la figura b). e y f) Desajustes en la protección de las zonas con mayores valores respecto a la Red Natura 2000 (e los relativos a la figura a, y f los relativos a la figura b). En c, d, e y f se muestra en color rojo los desajustes, en verde los espacios naturales protegidos, y las líneas grises delimitan las provincias.

No obstante, algunos de los desajustes obtenidos son demasiado grandes para protegerlos en su totalidad, lo que apunta a que la declaración de espacios naturales protegidos no puede ser la única forma de protección. Además, la elevada beta-diversidad que existe entre los distintos grupos de vertebrados en Andalucía hace que la capacidad de protección de la biodiversidad, por parte de las redes de espacios naturales protegidos, esté llegando a su límite en esta región. Es necesario, por tanto, trascender este modelo y considerar el territorio como un espacio compartido entre el hombre y las demás especies, de forma que el desarrollo de las comunidades humanas tenga en cuenta la interdependencia que existe entre todos los seres vivos.

Por último, se ha estudiado el efecto que los diferentes escenarios de cambio climático podrían tener sobre las distribuciones de algunos vertebrados amenazados, con objeto de contemplar las redes de espacios naturales protegidos como redes dinámicas susceptibles de modificarse si esos cambios llegan a producirse. En el caso de que se cumplan las predicciones de temperatura máxima, los escenarios de cambio climático estimados no van a tener las mismas repercusiones en las diferentes especies. Según el estudio preliminar realizado en esta tesis, los mamíferos se verían más perjudicados que los anfibios. En la **Figura 5** se muestra un ejemplo de los cambios que podrían producirse en la favorabilidad climática según los escenarios de emisiones A2 y B2.

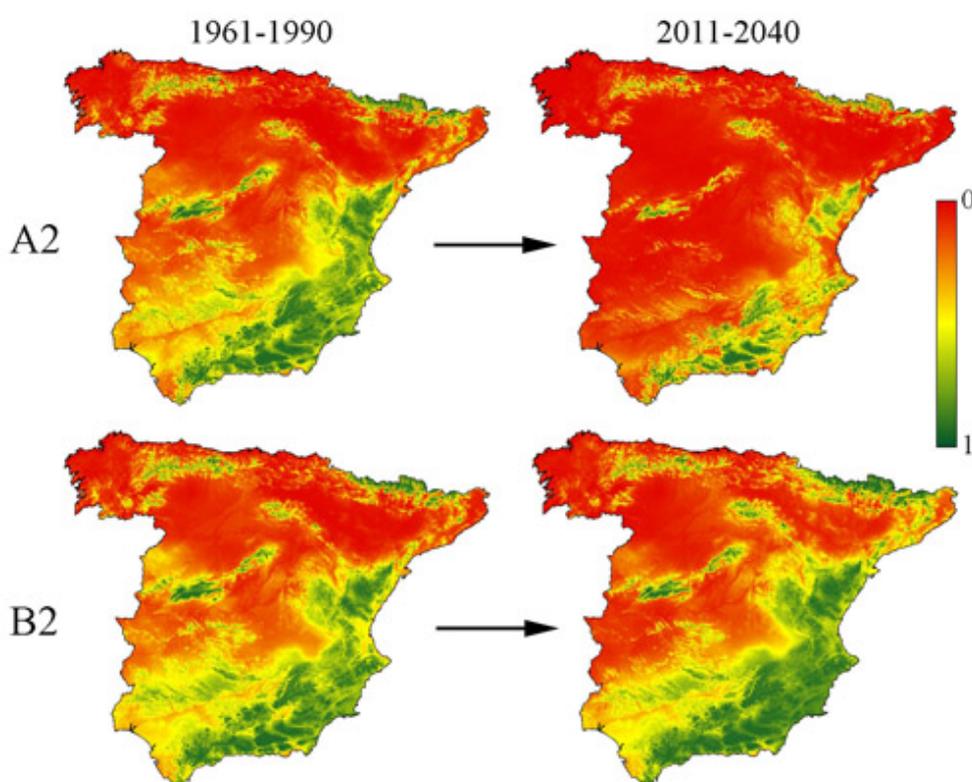


Figura 5. Modelos de favorabilidad climática para la cabra montés (*Capra pyrenaica*) según los escenarios de emisiones A2 y B2. Los escenarios se diferencian en función del desarrollo económico y poblacional que se pronostica para la población mundial de aquí a 2100. De esa forma, el escenario A2 supone una mayor cantidad de emisión de CO₂ y un mayor aumento de las temperaturas que el escenario B2.

ALBA ESTRADA ACEDO

Evaluación de las redes de espacios naturales protegidos en Andalucía mediante el uso de modelos espaciales de distribución de vertebrados.

Tesis Doctoral

Departamento de Biología Animal de la Universidad de Málaga

Junio de 2008.

Dirección: Juan Mario Vargas Yáñez y Raimundo Real Giménez



Figura 6. La autora de la tesis doctoral, Alba Estrada, trabajando en su despacho.