

5.2 Ajustes y posibles errores de los modelos

Los modelos bioclimáticos, proyectados para el presente, buscan caracterizar la distribución potencial de las especies en la ausencia de limitaciones de origen no climático. Sumadas las distribuciones observadas y potenciales para cada uno de los grupos, se obtienen mapas de riqueza específica (Figura 8). En ciertos casos la diferencia entre riqueza potencial y observada es positiva, es decir, la riqueza potencial es mayor que la riqueza observada (verde en la Figura 8). Esta diferencia puede ser un indicador de que los datos observados son incompletos o indicar que las especies se encuentran ausentes en muchas áreas adecuadas desde el punto de vista climático. Esta es la interpretación más plausible para la mayor parte de las áreas caracterizadas como verde en la Figura 8.

En otros casos la diferencia entre la riqueza potencial y observada es negativa, es decir, la riqueza potencial es menor que la riqueza observada (azul en la figura 8). Esta diferencia puede ser razonablemente interpretada como

un error del modelo; es decir, una incapacidad de representar una parte de las observaciones. En algunos casos, puede también suceder que las especies hayan sido registradas en territorios poco adecuados, condicionando la viabilidad de las poblaciones por la continuada migración de poblaciones más abundantes en áreas más adecuadas del punto de vista climático. En este caso, la mayor parte de estos "falsos negativos" ocurre en áreas limítrofes de la Península Ibérica, particularmente en las áreas costeras, por lo que es posible que factores ambientales relevantes, asociados a estas orlas continentales, no hayan sido apropiadamente caracterizados por las variables ambientales utilizadas en los modelos.

De forma más genérica, se puede afirmar que el ajuste de los modelos es razonable teniendo en cuenta que los valores de ajuste de TSS entre las observaciones y las proyecciones se situaron, para la mayor parte de las especies, entre 0.5 y 0.7. Los valores medios de TSS fueron de 0.63 para los anfibios y reptiles, 0.59 para los mamíferos

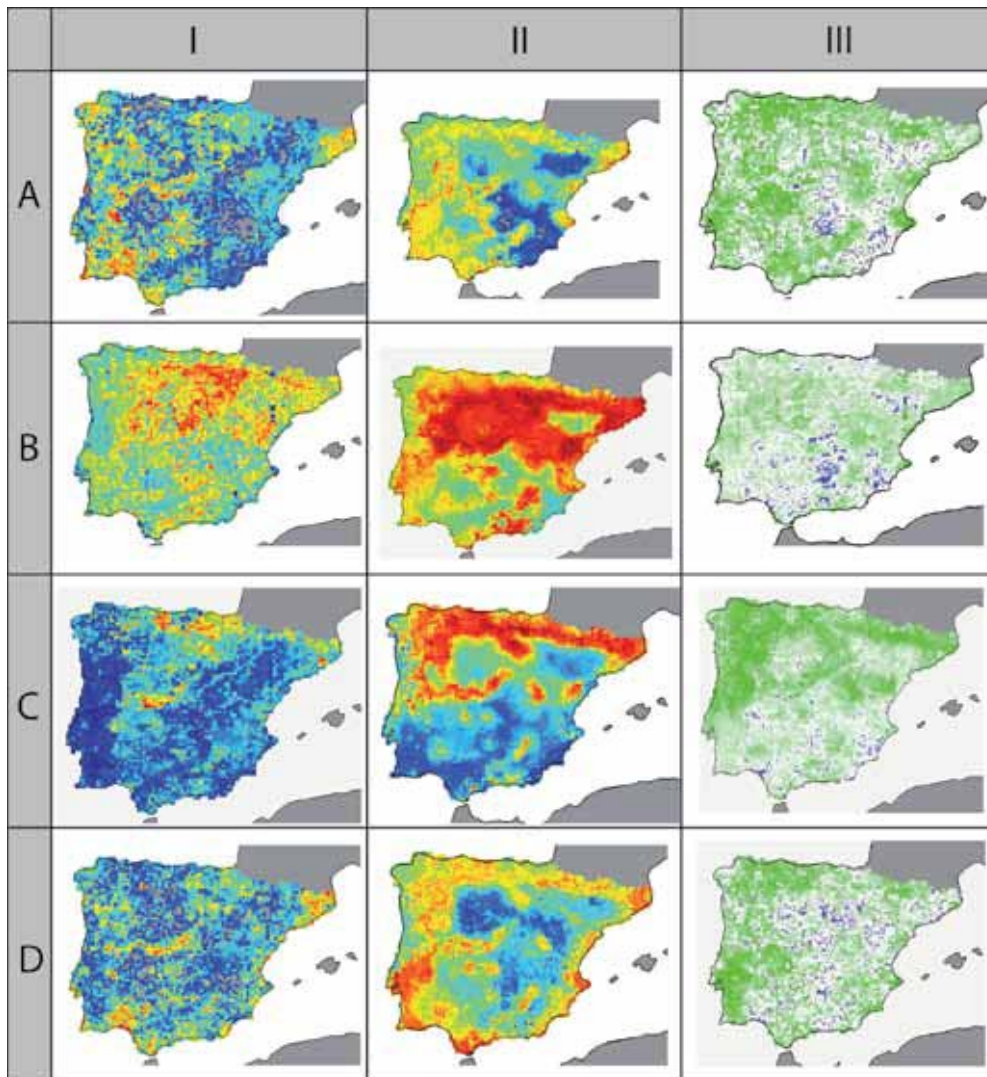


FIGURA 8 – RIQUEZA OBSERVADA Y POTENCIAL ACTUAL DE ESPECIES: (I) riqueza observada de especies; (II) riqueza potencial de especies; (III) solapamiento entre la riqueza observada y potencial: (A) anfibios; (B) aves; (C) mamíferos; (D) reptiles. En los mapas de riqueza los colores cálidos (rojos) reflejan un elevado número de especies y los colores fríos (azules) representan bajos números de especies. En los mapas de solapamiento los colores verdes representan un excedente de riqueza potencial sobre la riqueza observada, los colores azules un excedente de riqueza observada sobre riqueza potencial, y el blanco representa una covariación perfecta entre riqueza observada y potencial.

Tabla	Cuartil	A2 CGCM2 11-40	A2 CGCM2 41-70	A2 CGCM2 71-00	B2 CGCM2 11-40	B2 CGCM2 41-70	B2 CGCM2 71-00	A2 ECHAM4 11-40	A2 ECHAM4 41-70	A2 ECHAM4 71-00	B2 ECHAM4 11-40	B2 ECHAM4 41-70	B2 ECHAM4 71-00
Anfibios	0.25	-31,5	-49	-70	-43	-37	-50	-66,5	-93,5	-99,5	-67	-89	-91
	0.50	-20	-42	-59	-24	-31	-35	-49	-59	-75	-47	-55	-54
	0.75	-17	-26,5	-35,5	-13	-23,5	-24	-37	-40,5	-44	-36	-30	-30
Reptiles	0.25	-20	-45	-69	-23	-34	-41	-71	-95	-99	-73	-91	-96
	0.50	-14	-30	-41	-12	-25	-24	-44	-50	-56	-41	-39	-47
	0.75	-6	4	11	-5	-6	-2	41	29	38	47	28	36
Aves	0.25	-20	-48,5	-71	-21	-36	-43	-66	-86,5	-97	-66	-83	-91
	0.50	-12	-38	-56	-12	-28	-36	-56	-70	-77	-56	-66	-72
	0.75	1,5	6	6	1	4	4,5	6,5	9,5	3,5	3,5	7,5	5,5
Mamíferos	0.25	-21	-55	-81	-20	-37	-48	-80	-98	-100	-82	-97	-99
	0.50	-14	-48	-67	-13	-31	-39	-66	-85	-96	-69	-79	-90
	0.75	-9	-28	-37	-2	-23	-24	-40	-64	-63	-39	-57	-62

TABLA 3. PORCENTAJE DE CAMBIO DEL ÁREA DE DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES (ECUACIÓN 4) en cuartiles distintos de la curva de frecuencia de los valores estimados bajo los escenarios y horizontes temporales considerados. El cuartil inferior (0.25) refleja los 25% de las especies con impactos más elevados, el cuartil superior (0.75) refleja los 25% de las especies con impactos menores, y el cuartil mediano (0.5) refleja la tendencia central de las proyecciones.

% desplazamiento	A2 CGCM2 11-40	A2 CGCM2 41-70	A2 CGCM2 71-00	B2 CGCM2 11-40	B2 CGCM2 41-70	B2 CGCM2 71-00	A2 ECHAM4 11-40	A2 ECHAM4 41-70	A2 ECHAM4 71-00	B2 ECHAM4 11-40	B2 ECHAM4 41-70	B2 ECHAM4 71-00
Anfibios	63	81	81	59	78	81	89	93	89	89	93	93
Reptiles	36	61	82	42	45	61	64	73	73	64	73	76
Aves	25	65	75	25	57	67	75	76	76	75	74	75
Mamíferos	43	82	85	36	67	79	89	89	87	89	90	89

TABLA 4 – PORCENTAJE DE LAS ESPECIES CON UN SOLAPAMIENTO ENTRE LA DISTRIBUCIÓN ACTUAL OBSERVADA Y LA DISTRIBUCIÓN POTENCIAL MENOR DE UN 70%.

ros, y 0.56 para las aves. De igual modo el percentil inferior (5%) y superior (95%) de la frecuencia de valores de TSS fue de 0.34/0.95 para los anfibios, 0.33/0.91 para los reptiles, 0.33/0.88 para los mamíferos, y 0.36/0.87 para las aves, respectivamente.

5.3 Análisis por grupos taxonómicos

Del análisis de la información contenida en las fichas se registra que la tasa de contracción de la distribución potencial de las especies aumenta progresivamente en el transcurrir del siglo XXI (ver resumen en la Tabla 3). Por ejemplo, en el período de 2041-2070 y usando el escenario conservador B2 y los modelos climáticos CGCM y ECHAM, la mitad de las especies de anfibios pierde entre el 31-55% de la distribución potencial actual, 25-39% en el caso de los reptiles, 31-79% en el caso de los mamíferos, y 28-66% en el caso de las aves (Tabla 3). En el mismo período y para el escenario más extremo de alteración climática A2, utilizando los mismos modelos climáticos CGCM y ECHAM, la mitad de las especies de anfibios perdería más del 42-59% de la distribución potencial actual, perdiendo la mitad de los reptiles más de 30-50%, la mitad los mamíferos más del 48-85% y la mitad de las aves más del 38-70% (ver resumen de estadísticas en la Tabla 3).

Si el análisis de las tendencias de la evolución del área de distribución potencial ocupada por las especies nos ofrece un indicador de la cantidad de habitat disponible en diferentes periodos de tiempo, el grado de solapamiento de la distribución actual observada con la distribución potencial futura nos ofrece una indicación de las necesidades que las especies podrán tener para desplazarse a otros lugares con objeto de alcanzar ambientes

climáticamente favorables que les permita su persistencia. Por ejemplo, hemos considerado que un solapamiento de la distribución real actual y potencial futura menor del 70% estaría indicando que la especie necesita medidas de adaptación específicas para auxiliar su dispersión por el territorio (véase la tabla 4). Un análisis detallado de este grado de solapamiento entre las distribuciones revela que, a pesar de la variabilidad significativa entre proyecciones, la gran mayoría de las especies modeladas serán forzadas a realizar importantes migraciones durante el siglo XXI para poder mantenerse en condiciones climáticas similares a las actuales. Un análisis combinado de estos dos indicadores permite identificar un conjunto de medidas de adaptación a las alteraciones climáticas, individualizadas para cada una de las especies modeladas.

5.4 Patrones geográficos de la riqueza

De acuerdo con los análisis realizados, todos los grupos biológicos cuyas distribuciones potenciales fueron modeladas presentan contracciones significativas cuando son expuestos a escenarios de alteraciones climáticas (ver figuras 9-12). No existe una respuesta diferenciada, clara, entre grupos biológicos, y la dinámica temporal de la distribución potencial de las especies coincide con los factores climáticos externos.

El patrón de contracción de las distribuciones potenciales (Sudoeste-Nordeste y/o Sur-Norte) de las especies es consistente para todos los grupos estudiados (figuras 9-12) y coincide con los resultados de los modelos realizados a nivel Europeo (Bakkenes et al. 2002; Thuiller et al. 2005a; Araújo et al. 2006; Bakkenes et al. 2006; Harrison et al. 2006; Levinsky et al. 2007; Huntley et al. 2008) que

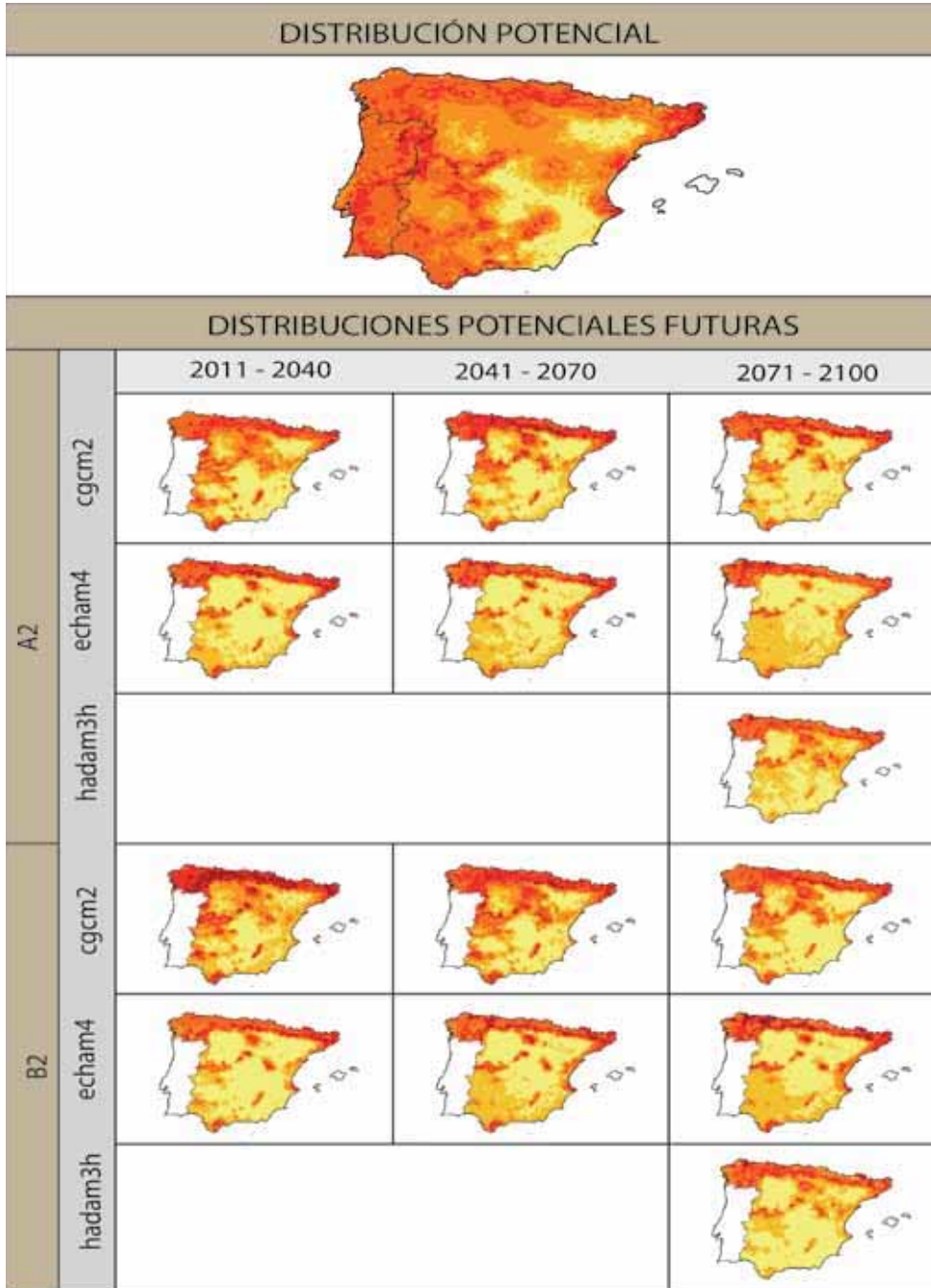


FIGURA 9 –DISTRIBUCIÓN DE LA RIQUEZA POTENCIAL CONJUNTA DE LAS ESPECIES DE ANFIBIOS EN TRES PERIODOS, PARA DOS ESCENARIOS Y BAJO TRES MODELOS GENERALES DE CLIMA.

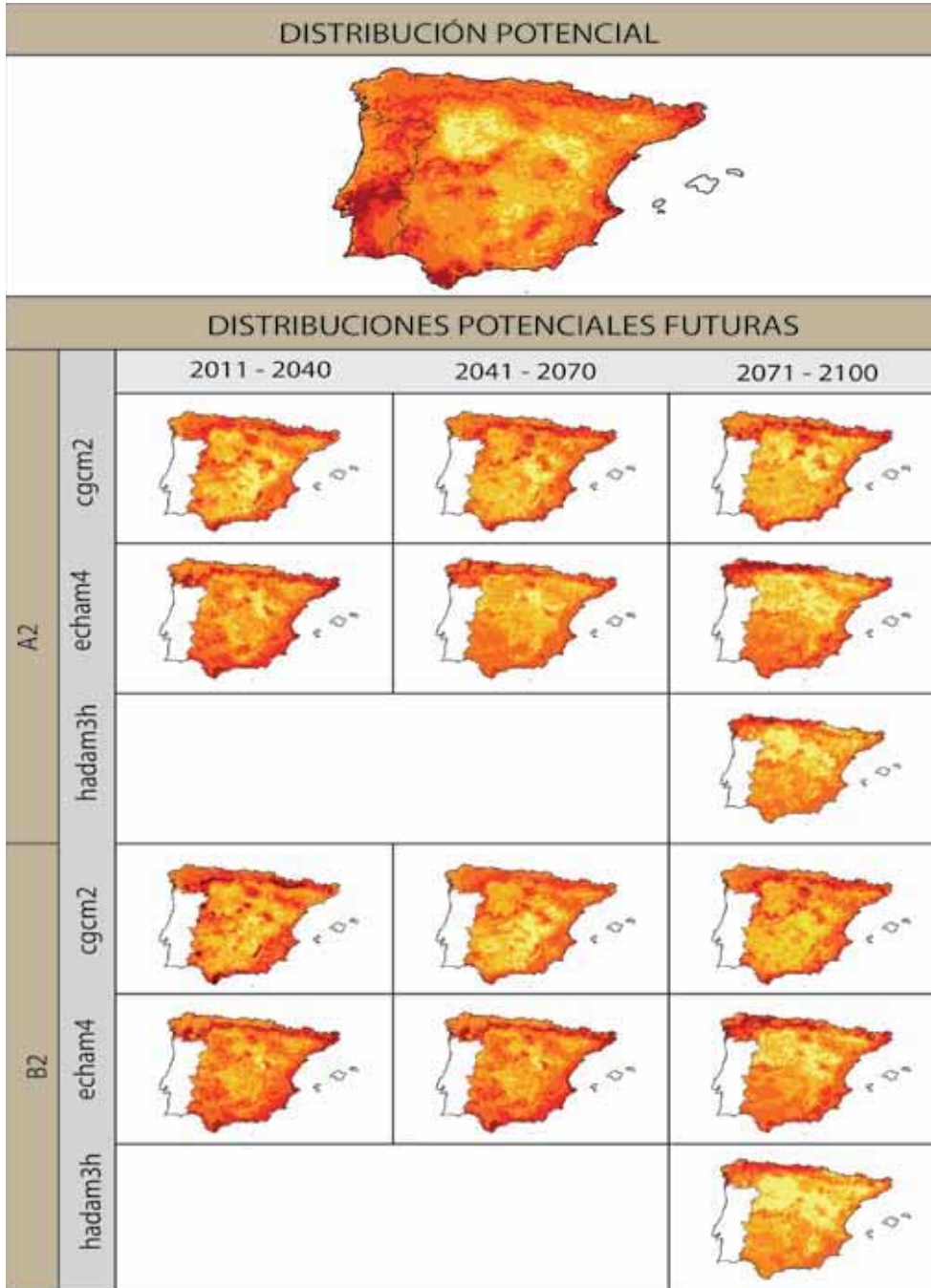


FIGURA 10 – DISTRIBUCIÓN DE LA RIQUEZA POTENCIAL CONJUNTA DE LAS ESPECIES DE REPTILES EN TRES PERIODOS, PARA DOS ESCENARIOS Y BAJO TRES MODELOS GENERALES DE CLIMA.

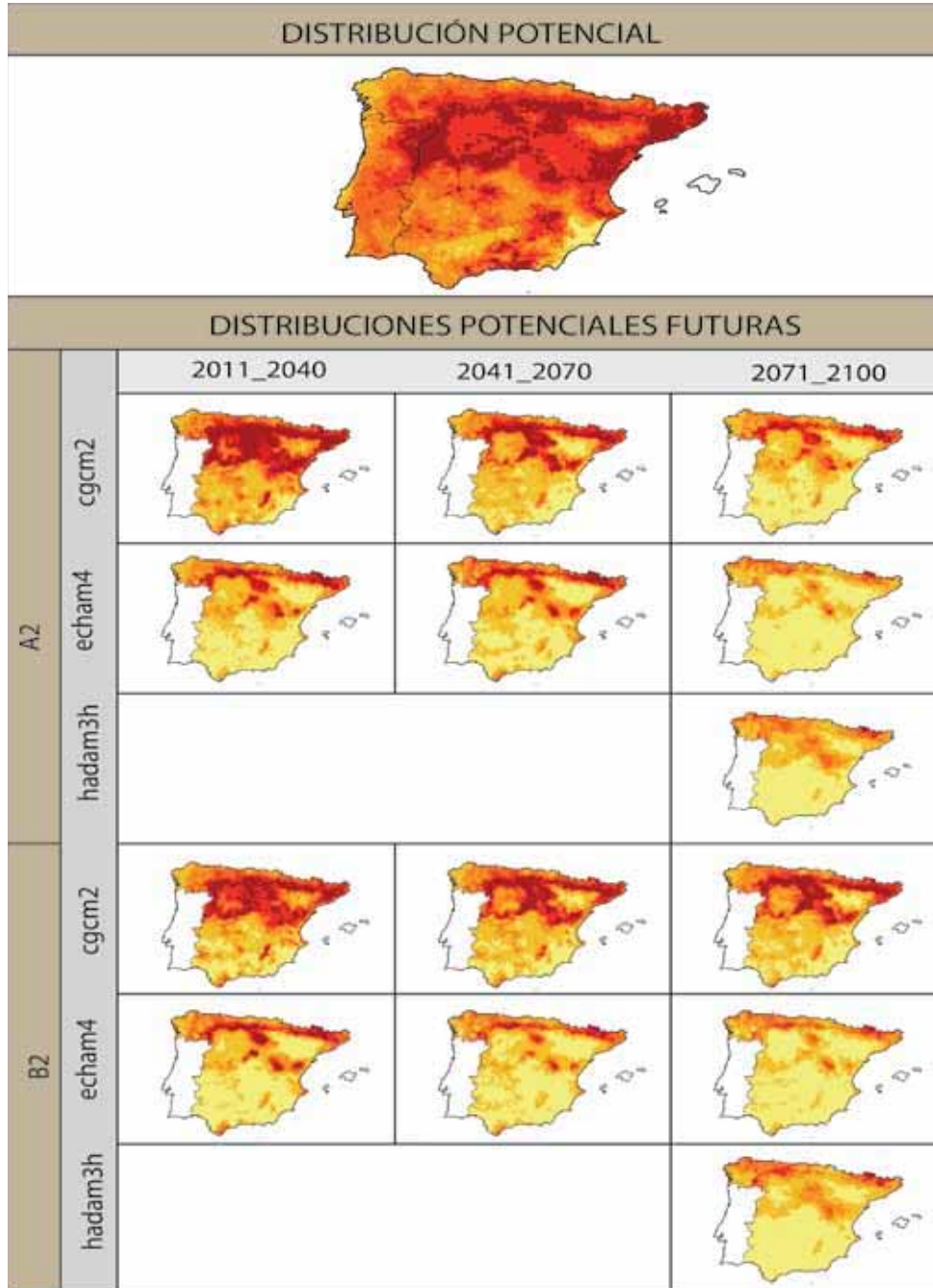


FIGURA 11 – DISTRIBUCIÓN DE LA RIQUEZA POTENCIAL CONJUNTA DE LAS ESPECIES DE AVES EN TRES PERIODOS, PARA DOS ESCENARIOS Y BAJO TRES MODELOS GENERALES DE CLIMA.

han sido sintetizados en el IV informe del IPCC (IPCC 2007). Este patrón de contracción de las distribuciones potenciales está asociado a un aumento de las condiciones de aridez (aumento de temperatura y reducción de la precipitación) en las regiones Sudoeste y Sur de la Península Ibérica, con la consiguiente migración potencial de las

especies hacia las regiones Norte y Nordeste. Por consiguiente, las áreas de elevado "turnover" (cambios en la composición de las especies presentes en cada una de las cuadrículas) aparecerán principalmente en la mitad Sur, Sureste y Este de España, junto a la cuenca del Mediterráneo y en algunas sierras del Sur, encontrándose áreas de mayor estabilidad en la mitad Norte de España (figura 13).

Las tasas de cambio en las distribuciones potenciales de las especies también se han estudiado en las porciones del territorio Español que están protegidas (áreas protegidas, incluyendo las redes de espacios de las comunidades autónomas, contando entre éstas los Parques Nacionales, así como la red Natura 2000) para el escenario actual y uno de los futuros planteados (Escenario A2 ECHAM4, periodo 2041-2071). De acuerdo con nuestros análisis, más del 80% de las especies verán reducida su área de distribución en espacios protegidos (véase el porcentaje de celdas protegidas en áreas protegidas y/o áreas de la red Natura 2000).

Como cabría esperar, los resultados varían marcadamente entre escenarios, siendo el escenario A2 (orientado principalmente hacia el crecimiento econó-

mico) el que presenta impactos en la biodiversidad más elevados, y el escenario B2 (orientado hacia soluciones económicas sostenibles) el que presenta impactos más modestos. Además de los escenarios, se comprueba que la utilización de modelos generales de clima (GCM) también afecta a los resultados. En concreto, los modelos climáticos ECHAM4 (Alemania) y HADCM3H (Británico) producen impactos bastante superiores al modelo CGCM2

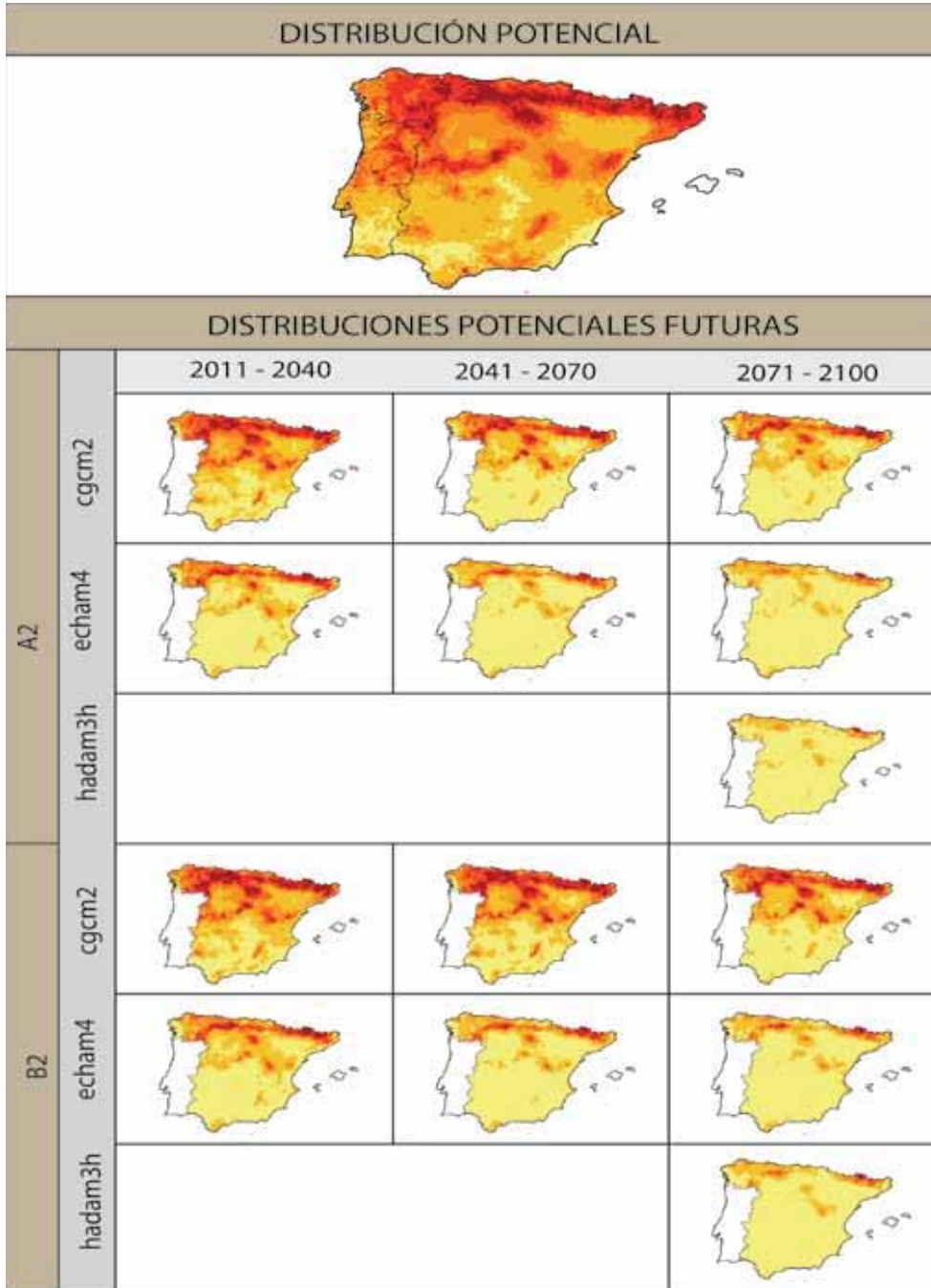


FIGURA 12 – DISTRIBUCIÓN DE LA RIQUEZA POTENCIAL CONJUNTA DE LAS ESPECIES DE MAMÍFEROS EN TRES PERIODOS, PARA DOS ESCENARIOS Y BAJO TRES MODELOS GENERALES DE CLIMA.

(Canadiense), y la variabilidad de los resultados obtenidos con los tres GCM diferentes es mayor que la variabilidad estimada teniendo en cuenta el uso de dos escenarios de emisiones considerados. Este resultado confirma las observaciones que aparecen en la literatura especializada internacional sobre la importancia de la selección del mo-

delo climático para las evaluaciones de los impactos climáticos en la biodiversidad. Pero también deja entrever que la incertidumbre asociada a la metodología utilizada para modelar el sistema climático es superior a la incertidumbre asociada al volumen de emisiones de gases con efecto invernadero.

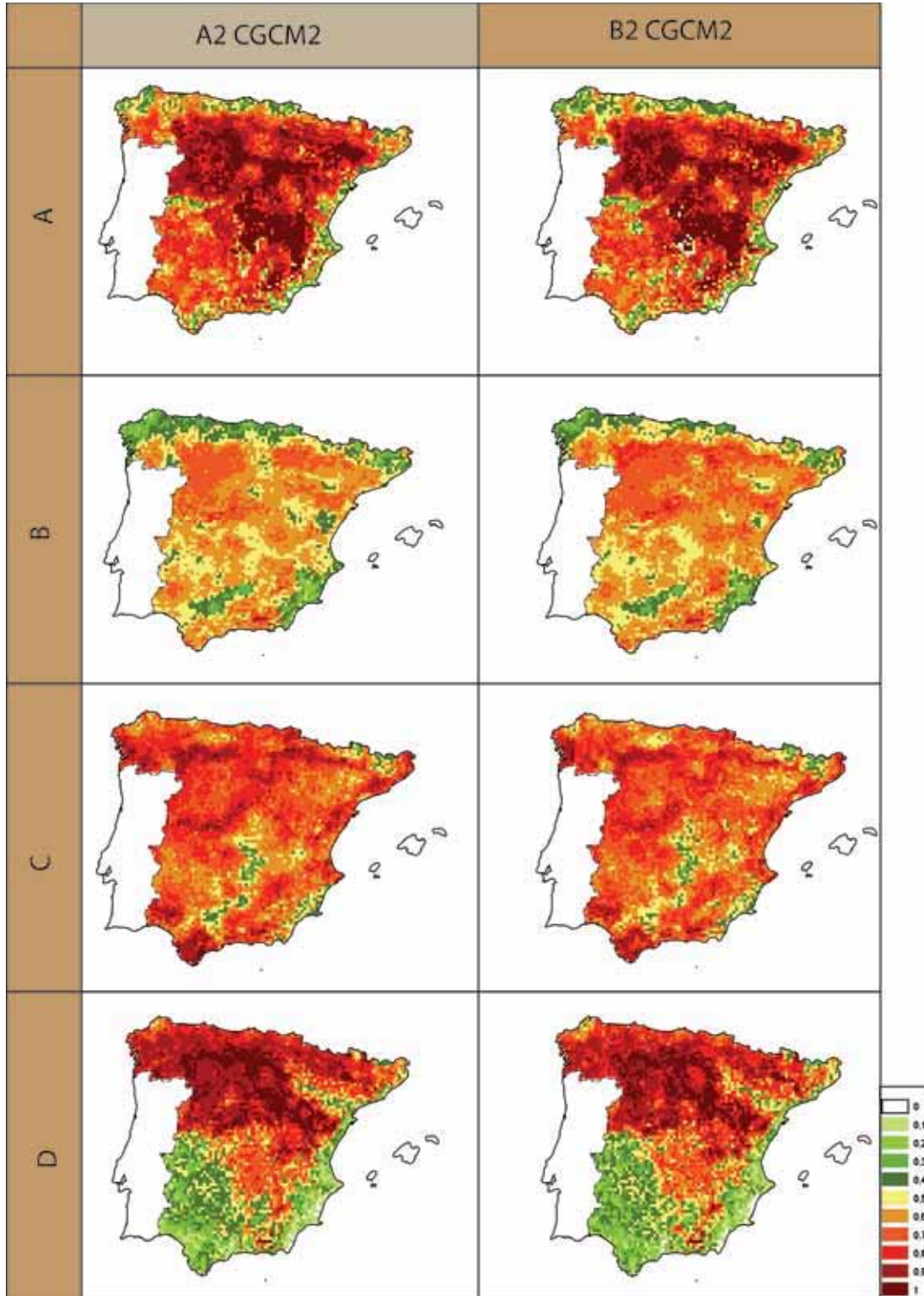


FIGURA 13 – CAMBIO EN LA COMPOSICIÓN DE LAS ESPECIES (“TURNOVER”). A: anfibios; B: aves; C: mamíferos; y D reptiles, todos ellos representados conjuntamente en cuadrículas UTM de 10x10 km. Se muestran bajo dos escenarios de cambio climático (A2 y B2) y siguiendo el modelo CGCM2 para el periodo 2041-2070. Los colores calientes (rojo) reflejan elevado cambio en la composición de las especies y los colores fríos (azul) representan menor cambio en la composición de las especies. Las cuadrículas del territorio Español representadas con el mismo color del fondo representan pérdidas de calidad de hábitat para el periodo 2041-2070.

Conclusiones e implicaciones para la conservación

Los resultados de los modelos bioclimáticos sugieren que la mayor parte de las especies de vertebrados terrestres que están presentes en la Península Ibérica y que aquí han sido consideradas, estará expuesta a contracciones significativas de sus distribuciones climáticas potenciales durante este siglo. Las contracciones de las distribuciones potenciales serán más acentuadas a finales del siglo XXI, siendo particularmente extremas en el escenario más intensivo de emisión de gases con efecto invernadero (escenario A2).

Para el escenario B2 y el período 2041-2070, la mitad de las especies de anfibios sufre contracciones en las distribuciones potenciales de un 31-55%, la mitad de las especies de reptiles y de mamíferos sufre contracciones en las distribuciones potenciales de un 25-39% y 31-79%, respectivamente, y en el caso de las aves, este valor es del 28-66%.

De la misma forma, se espera que 72-81% (CGCM y ECHAM) de las especies modeladas, en el escenario A2 y horizonte temporal de referencia, deban llevar a cabo migraciones significativas de sus distribuciones para acompañar el movimiento de su actual hábitat. Ante esta problemática. También se ha propuesto, en aquellos casos procedentes, una serie de medidas de adaptación genéricas con objeto de inspirar actuaciones futuras de cara a la conservación de nuestra fauna de vertebrados (Tabla 5).

Ante estos resultados, hay al menos cuatro cuestiones relevantes que merecen discutirse: 1) ¿En que medida son los resultados de estos modelos fiables?; 2) ¿qué implicaciones se pueden extraer aplicables a las actuales políticas de conservación de la biodiversidad en España?; 3) ¿qué líneas de investigación deben potenciarse en el futuro en este campo? y 4) ¿es posible integrar las medidas de adaptación propuestas en los instrumentos actualmente disponibles para la conservación en España? Estas cuestiones son abordadas a continuación.

6.1 Limitaciones de los modelos

Además de las incertidumbres inherentes al proceso de modelación del clima futuro, la incapacidad de prever mecanismos de adaptación fenotípica de las especies y el hecho de no haber considerado en este estudio otras amenazas para la biodiversidad como es el caso de la degradación y fragmentación de los hábitat, las alteraciones en el uso del suelo, la contaminación, la expansión de especies exóticas invasoras, la extracción excesiva de recursos biológicos o la propagación de enfermedades con efecto sobre la fauna, existen limitaciones propias de los modelos bioclimáticos que deben ser consideradas para comprender la relevancia y el alcance de los resultados obtenidos:

1. La distribución potencial estimada por los modelos no corresponde a la distribución real de las especies.

La estimación de la distribución se basa en la envolvente ("envelope") ambiental donde está presente la especie en la actualidad, y la distribución proyectada es la distribución de esta envolvente en diferentes horizontes temporales futuros. Por tanto, esto limita notablemente los resultados obtenidos, al asumir que la distribución actual de las especies de vertebrados en España viene determinada exclusivamente por una envolvente definida por temperatura y precipitación. Este efecto será más distorsionador cuanto más independiente sea una especie de las características climáticas de su ambiente. Por ejemplo, la distribución actual del Oso pardo (*Ursus arctos*) en España está restringida a ciertas áreas de montaña septentrionales, en la región biogeográfica eurosiberiana, con características climáticas atlánticas. Sin embargo, esto, como sabemos por la evolución del registro histórico de su distribución, no significa que los osos pardos no pudieran estar presentes en ambientes mediterráneos. En definitiva, los factores que han restringido su distribución a las áreas actuales han sido de diferente naturaleza a las características climáticas del territorio. Existen muchos ejemplos similares, fundamentalmente en los mamíferos y las aves.

2. Debe tenerse en cuenta que la proyección de ausencia de una especie en una determinada localidad y en un horizonte temporal dado no corresponde necesariamente a una ausencia real. En realidad, puede simplemente indicar que el hábitat climático de la especie desapareció o perdió calidad. En estas circunstancias, las poblaciones pueden extinguirse en el horizonte temporal estudiado, aunque también es posible que algunas permanezcan en un contexto de menor calidad de hábitat o incluso en refugios microclimáticos no representados en nuestro trabajo dada su resolución. Esta posibilidad es particularmente relevante en áreas montañosas, donde existen gradientes climáticos "finos" que generalmente no son representados mediante medias climáticas en cuadrículas UTM de 10x10 km.

3. Existen casos en los que el significado de las proyecciones debe ser cuestionado. Por ejemplo, los modelos cuya caracterización climática de las especies es incompleta. Esto puede suceder cuando la especie se distribuye también fuera del ambiente climático empleado para calibrar los modelos, como es el caso de las especies ibéricas que también aparecen en el norte de África. Cuando esto sucede, es muy posible que las especies tengan capacidad de tolerar ambientes más áridos que los que se registran en la Península Ibérica, por lo que los modelos tienden a sobrestimar los impactos de las alteraciones climáticas en curso.

4. Los resultados brutos de los modelos consisten en índices continuos de calidad del hábitat climático o de probabilidad de ocurrencia de las especies, que varían entre 0 y 1. Estos valores son posteriormente transformados

en estimaciones de presencia (1) y ausencia (0). El proceso de transformación de resultados continuos en resultados discretos añade un nivel de incertidumbre a las proyecciones. Por desgracia, no existe consenso sobre las reglas a utilizar en esta transformación; apenas existe la certeza de que este paso metodológico condicione la estimación del área potencial de las especies y, por lo tanto, esté afectando a la estimación de la viabilidad de las poblaciones a lo largo del tiempo. De este modo, es aconsejable evitar una lectura lineal de las estimaciones del área de distribución potencial de las especies para cada uno de los diferentes horizontes temporales considerados. Es preferible analizar la variación relativa del área potencial de estas distribuciones. Igualmente, se desaconseja el uso de los resultados de los modelos bioclimáticos para el cálculo directo de índices de viabilidad poblacional. Por el contrario, se prefiere un análisis genérico sobre las tendencias de alteración de la distribución potencial de las especies. Este análisis, quizá menos atractivo, es más conservador y, por lo tanto, menos sujeto a errores de interpretación.

5. El empleo de técnicas de consenso para las modelizaciones también afecta al cálculo del área potencial de las especies. En este trabajo adoptamos la mediana como regla de consenso. En otras palabras, solamente cuando las estimaciones de distribución potencial coinciden, al menos en un 50% de la distribución potencial de las especies, (estimada por los diferentes modelos), se caracteriza un área como adecuada para la presencia de determinada especie. Esta es una opción conservadora que pretende asegurar que las estimaciones de presencia representan un consenso razonable entre los modelos. El uso de criterios de consenso

acarrea, sin embargo, un inconveniente que se encuentra poco estudiado: cuanto más discordantes sean las proyecciones entre los modelos, menor será el consenso y cuanto menor sea el consenso menor será el área potencial estimada para cada una de las especies. Este inconveniente no sería problemático si las proyecciones entre modelos fuesen igualmente variables. Pero sucede que este no es necesariamente el caso. La discrepancia entre las proyecciones tiende a aumentar con el tiempo. Esto puede ocurrir porque aumenta la probabilidad de extrapolar más allá de las condiciones utilizadas en la calibración de los modelos, o porque aumenta la intensidad del escenario de alteración climática (aumentando la probabilidad de que se registren fenómenos de extrapolación).

Estas limitaciones descritas condicionan las interpretaciones de los resultados de las proyecciones presentadas. Como se ha indicado en la limitación 4, se desaconseja la utilización de las estimaciones sobre el área de distribución potencial de las especies para el cálculo de indicadores de viabilidad poblacional. No obstante, a pesar de las incertidumbres, los modelos bioclimáticos proporcionan proyecciones que, si son cuidadosamente interpretadas, ofrecen estimaciones útiles sobre la evolución de la distribución climática potencial de las especies. El enfoque debe incidir en la comparación de tendencias entre la distribución potencial actual y futura más que en los valores absolutos del área potencial de distribución en cada uno de los momentos. Una correcta lectura del diagnóstico que se presenta puede ser de gran utilidad para la planificación de políticas de adaptación de la biodiversidad ante las alteraciones climáticas en curso.

	A2 CGCM2 11-40	A2 CGCM2 41-70	A2 CGCM2 71-00	B2 CGCM2 11-40	B2 CGCM2 41-70	B2 CGCM2 71-00	A2 ECHAM4 11-40	A2 ECHAM4 41-70	A2 ECHAM4 71-00	B2 ECHAM4 11-40	B2 ECHAM4 41-70	B2 ECHAM4 71-00
Anfibios												
Sin Medida	70	30	22	67	48	37	22	22	22	19	30	26
Medida 1	30	70	78	33	52	63	78	78	78	81	70	74
Medida 2	0	4	26	0	4	15	22	44	56	22	44	33
Medida 3	30	70	78	33	52	59	78	78	78	81	70	74
Reptiles												
Sin Medida	91	52	39	85	67	58	48	45	39	48	39	45
Medida 1	9	48	61	15	33	42	52	55	61	52	61	55
Medida 2	0	3	24	3	3	3	27	39	45	30	39	42
Medida 3	9	42	61	9	24	36	52	55	61	52	61	55
Aves												
Sin Medida	91	42	34	89	58	42	33	33	30	33	34	33
Medida 1	9	58	66	11	42	58	67	67	70	67	66	67
Medida 2	1	5	26	0	2	3	18	49	58	19	39	53
Medida 3	5	56	66	8	36	56	67	67	70	67	66	67
Mamíferos												
Sin Medida	89	28	21	85	49	33	18	15	15	20	15	15
Medida 1	11	72	79	15	51	67	82	85	85	80	85	85
Medida 2	0	8	44	0	0	5	38	67	72	44	61	70
Medida 3	7	70	79	8	41	62	82	85	85	80	85	85

TABLA 5- PORCENTAJE DE ESPECIES QUE REQUIEREN MEDIDAS DE ADAPTACIÓN. En el "Tipo 1" se incluyen conjuntamente las medidas para la protección jurídica de los taxones y las medidas de conservación "in situ". En el "Tipo 2", además de las medidas de tipo 1, se incluyen las medidas para la conservación "ex situ". En el "Tipo 3", además de las medidas de tipo 1, se incluyen las medidas para favorecer la permeabilidad y la conectividad. Véase la sección 4.11 para más detalles acerca de las medidas de adaptación.

6.2 Implicaciones para la conservación en España

A pesar de las incertidumbres y limitaciones de los modelos, los resultados obtenidos pueden, sin duda, proporcionar información muy valiosa y útil para la definición de políticas y acciones de cara a la conservación de la biodiversidad en España. Las limitaciones de los modelos impide que la estimación del área real (presente y futura) de la distribución de las especies sea precisa, pero, en cualquier caso, los modelos ofrecen estimaciones útiles sobre el grado de exposición de las especies a las alteraciones climáticas. Por ejemplo, permiten afirmar, con bastante grado de acierto, que el Azor (*Accipiter gentilis*), con una contracción proyectada del 91%, bajo el escenario A2 y el GCM ECHAM4, para finales del siglo XXI, se encuentra más expuesto a las alteraciones climáticas previstas que, por ejemplo, la Avutarda (*Otis tarda*), cuyas proyecciones de contracción, para el mismo periodo, son del 30%. Este análisis de tendencias permite, por un lado, establecer baremos, aunque de naturaleza relativa, sobre la magnitud de los impactos climáticos en la distribución de las especies y posibilita, por otro, estimar el grado de coincidencia entre la distribución real actual y la distribución potencial futura de las especies. Esta última medida sirve para estimar las necesidades de dispersión de las especies de cara a escenarios de alteraciones climáticas. Con estas dos fuentes de información es posible extraer información relevante para la definición de medidas que faciliten la adaptación de las especies a las alteraciones climáticas.

En este caso, de acuerdo con los criterios definidos en la tabla 2, aplicados GCM ECHAM4 y al escenario futuro de referencia (A2), se concluye que 78% de los anfibios, 55% de los reptiles, 67% de las aves, y 85% de los mamíferos podrían ser objeto de medidas de adaptación, específicas, para compensar los impactos negativos de las alteraciones climáticas en el período 2041-2070. Globalmente, 71% de las especies podrían ser consideradas para su evaluación en las Listas o Libros Rojos correspondientes (para posterior inclusión o modificación de categoría en catálogos de especies amenazadas u otros instrumentos legales). De igual modo, el 71% se beneficiaría de la creación de corredores de dispersión entre áreas naturales importantes. Se estima que el 51%, podrá requerir medidas más extremas de conservación, como son la reproducción en cautividad o la conservación de germoplasma, para posterior reintroducción (Tabla 5).

Otro tipo de información relevante para la definición de políticas de conservación de la biodiversidad es la que resulta de la caracterización geográfica de los impactos climáticos modelados. Las proyecciones permiten identificar las áreas expuestas a mayores retos climáticos, (i.e., a mayores pérdidas de hábitat potencial para las especies), así como las áreas donde surgen nuevas oportunidades para la conservación en virtud de la emergencia de nuevos hábitat potenciales para las especies.

En nuestro análisis detectamos una acentuada tendencia a la contracción de las distribuciones potenciales de las especies, especialmente en las franjas meridionales de sus distribuciones. Estas contracciones siguen un pa-

trón que es consistente -para la inmensa mayoría de las especies- de sudoeste/sur a nordeste/norte. Asociada a esta contracción de las distribuciones se prevé un elevado cambio o "turnover" en la composición de las comunidades bióticas de la Península Ibérica. Este "turnover", más acentuado en la mitad sur de la península, refleja esencialmente pérdidas de distribución potencial de las especies aunque pueda, en algunos casos, reflejar ganancia por medio de migraciones de otras especies. Estos casos son esperables en áreas montañosas del sur de la península (que serían receptoras de algunas especies de zonas bajas) y en las regiones septentrionales de la península. Otra posibilidad, que no ha podido ser considerada en nuestro estudio por falta de información sobre la distribución de las especies en el norte de África, es que el sur de la península sea en el futuro receptor de especies norteafricanas. El "turnover", tanto en relación a las pérdidas como a las ganancias, acarrea nuevos desafíos para la gestión de los espacios naturales importantes. Por una parte, sería necesario considerar medidas que faciliten la adaptación de las especies ante los impactos negativos de las alteraciones climáticas. Tales medidas incluyen la adaptación y, probablemente, la ampliación de la red de espacios protegidos, así como la gestión integrada del territorio no protegido (principalmente mediante la creación de corredores ecológicos y "stepping stones") y la promoción de la gestión adaptativa de las áreas de conservación. Por otra parte, sería necesario comprender los efectos sinérgicos que la llegada de "nuevas" especies podría acarrear sobre las comunidades nativas y, en su caso, adoptar las medidas necesarias para mitigar posibles efectos negativos derivados de estas inmigraciones.

Finalmente, es muy probable que en el futuro sea necesario incrementar significativamente el manejo de la fauna para facilitar que pueda acceder a nuevos ambientes adecuados que antes no lo eran, en especial cuando sus distribuciones se hayan visto muy reducidas por el cambio climático. Las redes de infraestructuras, las poblaciones, las parcelaciones y vallados, los cultivos intensivos, etc, han dado lugar, en la matriz del territorio, a un elevado efecto barrera, en especial para especies con capacidad limitada de desplazamiento. Por ello, deberán incrementarse los seguimientos de las poblaciones amenazadas y de sus hábitats potenciales, a fin de poder actuar en el momento más adecuado, llevando a cabo, entre otras acciones, traslocaciones y reintroducciones que garanticen su supervivencia.

Por todo ello, las políticas de conservación de la biodiversidad van a requerir mayores medios y, especialmente, mayor inversión y atención desde los estamentos políticos si realmente queremos conservar nuestro patrimonio natural en el futuro.

6.3 Líneas de investigación futuras

La investigación sobre el clima y sus impactos es extremadamente dinámica, con nuevos estudios publicados todos los meses y reevaluados cada seis años en el marco de los informes del IPCC. A medida que se verifiquen progresos en la modelación climática y bioclimática y se proporcio-

nen nuevas proyecciones, sería deseable crear mecanismos que garanticen la rápida transferencia de los mismos para las instituciones que se pueden beneficiar de ellas. Un proceso análogo al "clearing house mechanism" de la Convención de Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica en el ámbito del cambio climático podría garantizar una eficaz comunicación entre los investigadores que producen la información y los gestores que la utilizan.

Además de facilitar la comunicación entre investigadores y gestores es importante considerar la posibilidad de desarrollar modelos más avanzados de respuesta de la biodiversidad ante las alteraciones climáticas. Se requerirán estudios que posibiliten crear una nueva generación de modelos que partan de la caracterización de las distribuciones climáticas potenciales de las especies para la producción de estimaciones sobre la evolución de su distribución geográfica. Estos modelos dinámicos, además de caracterizar las envolventes ("envelopes") climáticas de las especies, consideran también los factores demográficos, de dispersión y de interacción biótica que son determinantes para caracterizar los mecanismos responsables de la presencia de las especies. Factores de origen humano, como son las alteraciones en los usos del suelo, podrían también ser incluidos en estos modelos dinámicos. Al modelar poblaciones en lugar de distribuciones potenciales de especies, estos modelos permiten hacer inferencias sobre la probabilidad de persistencia de las especies en horizontes tem-

porales determinados (Brook et al. 2009) y, de esta forma, calcular medidas de amenaza y riesgo de acuerdo con los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, IUCN (Akçakaya et al. 2006).

Finalmente, se recomienda la elaboración de estudios más detallados sobre la autoecología de algunas de las especies que, en este trabajo, se han identificado como especialmente vulnerables a las alteraciones climáticas. Tales estudios tendrían como objetivo proporcionar directrices más detalladas sobre las medidas de adaptación a adoptar para cada caso concreto.

6.4 Integración de las medidas de adaptación en los instrumentos para la conservación en España

Los resultados de este trabajo muestran que algunos taxones con problemas de conservación importantes en España en el presente podrían afrontar en un futuro cercano una disminución, desplazamiento, o ambos efectos, del área en que se desenvuelve su nicho climático actual. Estos taxones requerirían atención prioritaria y, si ya disponen de instrumentos de conservación específicos, no resultaría complicado integrar en ellos medidas de adaptación. En otros casos, dados los resultados obtenidos, sería previsible que especies que en estos momentos no afrontan problemas serios de conservación pudieran aumentar su grado de amenaza y encontrarse en peligro en el futuro. En tales situaciones será necesario un seguimien-

to cercano y, en su caso, la consideración de su inclusión en los catálogos correspondientes para su protección. En otras situaciones menos extremas, podría bastar con considerar estas medidas en herramientas de gestión más genéricas, para prever su aplicación futura.

En cualquier caso, los elementos clave de los ecosistemas, (identificados así por su función estructural, por la dependencia de los demás integrantes del sistema sobre ellos, etc.), y en especial aquellos más afectados por el cambio climático, deben ser identificados de acuerdo con los resultados de este y otros trabajos y considerados también candidatos prio-

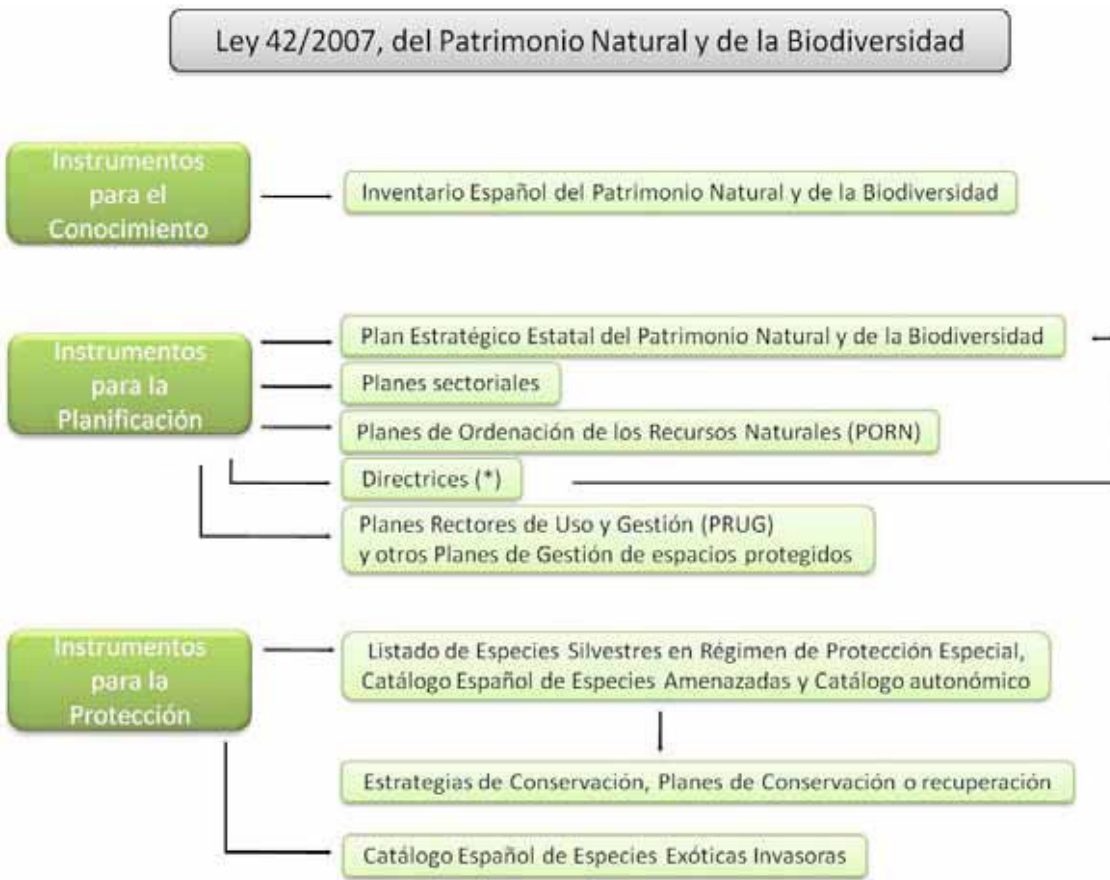


FIGURA 14 – ELEMENTOS DE LA LEY 42/2007, DEL PATRIMONIO NATURAL Y DE LA BIODIVERSIDAD, relevantes para integrar medidas de adaptación al cambio climático. (*) Incluye: Directrices para Ordenación de los Recursos Naturales, Directrices de Conservación de Red Natura 2000, Directrices de Conservación de Áreas Protegidas por Instrumentos Internacionales y Directrices de Conservación de las Áreas de Montaña.

ritarios para la aplicación de medidas de adaptación. Una cuestión importante es verificar si el marco normativo existente -y las herramientas que prevé- resulta adecuado y suficiente para permitir integrar las medidas de adaptación. La cuestión que se plantea es en qué instrumentos deberían estar contempladas, y si existen instrumentos para ello. Siguiendo con el necesario planteamiento de un enfoque preventivo, resulta lógico que estas medidas tengan cabida en todas las etapas de las políticas de conservación, es decir, que se integren desde la fase planificativa hasta las fases de gestión. Además, resulta necesario hacer un esfuerzo para dotarnos del conocimiento necesario.

Se aborda a continuación un análisis de los principales instrumentos disponibles para la conservación de la biodiversidad en España, considerando principalmente los que ofrece el marco normativo estatal (Figura 14) y las medidas de adaptación que hemos considerado en este trabajo (sección 4.11).

Las medidas de adaptación en los instrumentos para el conocimiento

A escala estatal, el principal instrumento en esta materia es el Inventario Español del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, creado a través del artículo 9 de la Ley 42/2007, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. La ley determina el contenido mínimo que tendrá el Inventario, si bien no identifica ningún elemento para el conocimiento directamente relacionado con la problemática del cambio climático, ni en Real Decreto 556/2011, que ha desarrollado el Inventario.

Sin embargo, algunos de sus componentes, regulados por sus propias normas (por ejemplo, el Catálogo Estatal de Especies Amenazadas o el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial) es evidente que podrán contener medidas de adaptación al cambio climático en los casos que sean precisos. Por su relevancia, estos elementos serán tratados más adelante, y nos centraremos aquí en los elementos más específicamente relacionados con el conocimiento.

El Inventario Español del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad recogerá, según la ley, la distribución, abundancia, estado de conservación y utilización, así como cualquier otra información que se considere necesaria, para todos los elementos integrantes del patrimonio natural. Esta disposición viene a incorporar los principales objetivos en materia de conocimiento incluidos en el artículo 7 del Convenio de Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica: debe inventariarse la biodiversidad y debe procederse a su seguimiento para conocer en todo momento su estado de conservación.

El texto del Convenio también indica que se deben identificar los procesos con probables efectos perjudiciales en la conservación y uso sostenible de la biodiversidad, para el seguimiento de sus efectos. Por ello, y considerando que la ley deja abierta la puerta a "cualquier otra información que se considere necesaria", parece adecuado que el Inventario Español cuente con un instrumento específicamente destinado a la recopilación de la información de los efectos del cambio climático sobre la biodiversidad, incluyendo las propuestas de medi-

das de adaptación existentes. De esta manera, el Inventario Español del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad supondría un elemento clave del sistema de indicadores de los impactos del cambio climático previsto en el Segundo Programa de Trabajo del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático y una importante herramienta para el seguimiento y la evaluación de la efectividad de las medidas de adaptación que puedan identificarse e implementarse.

En síntesis, a través del Inventario Español del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad no cabe integrar medidas de adaptación al cambio climático específicas para la gestión directa del territorio, pero sí permitiría recopilar el conocimiento disponible para esta gestión, al tiempo que identificar lagunas en dicho conocimiento para la priorización de líneas de investigación futuras.

Las medidas de adaptación en los instrumentos para la planificación

Según la normativa estatal vigente en materia de conservación, el principal instrumento para la planificación a escala nacional es el Plan Estratégico del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. Este elemento, que debe contar con aprobación del Consejo de Ministros, ofrece una gran oportunidad para poder considerar las medidas de adaptación al cambio climático en la conservación de la biodiversidad. El Plan Estratégico, según indica la ley, deberá incorporar acciones concretas. No obstante, por su carácter estratégico y su aplicación a todo el territorio español no podrá descender al nivel de los elementos específicos de nuestro territorio o nuestra biodiversidad, de manera que las acciones que se concreten en materia de cambio climático deberán ir dirigidas a conjuntos amplios dentro de los integrantes de la biodiversidad española. No obstante, resulta importante que, aunque sea de una manera genérica, el Plan Estratégico incluya la necesidad de integrar estas medidas en los instrumentos correspondientes para garantizar su aplicación.

Los Planes Sectoriales, creados asimismo a través de la Ley 42/2007, ofrecen una oportunidad similar a la del Plan Estratégico para contener, de manera genérica, mención a la necesidad de integrar medidas de adaptación al cambio climático, en especial las que se refieran a sectores responsables de la problemática (por ejemplo, industria, agricultura, recursos hídricos o energía). No obstante, los sectores que habrán de disponer del plan sectorial correspondiente todavía no han sido identificados, por lo que actualmente no resulta tan evidente su utilidad en esta materia como en el caso del Plan Estratégico Estatal.

En definitiva, a través del Plan Estratégico Estatal del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad y de sus Planes Sectoriales cabría esperar, por una parte, una integración genérica de directrices para la adaptación al cambio climático; por otra parte, en dichos instrumentos cabría determinar medidas concretas sobre componentes genéricos de nuestra biodiversidad, sin descender al nivel de detalle espacial o taxonómico.

Para la planificación territorial, el principal instrumento a considerar en el ámbito de la conservación de la biodiversidad son los Planes de Ordenación de los Re-

ursos Naturales (PORN). Estrictamente, considerando el tratamiento que recibían en la derogada Ley 4/1989, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestre y en su sucesora, la Ley 42/2007, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, en los PORN cabría considerar la posibilidad de incorporar directrices generales relativas a la consideración de los efectos del cambio climático y a la incorporación de medidas de adaptación, así como una planificación general en los usos del territorio, incluyendo los espacios a proteger y aquellos sujetos a determinadas restricciones en sus usos. Los PORN son muy susceptibles, asimismo, de incorporar medidas para favorecer la conectividad dentro y entre los espacios, protegidos o no, para la dispersión de los organismos. En ocasiones, algunas comunidades autónomas han utilizado los PORN para determinar acciones concretas para la gestión de los elementos de la biodiversidad, aunque ello entre de lleno en el cometido de otro tipo de planes más específicos (genéricamente, los planes de gestión). Esto supone que la posibilidad de determinar medidas concretas de gestión de la biodiversidad en los PORN, que pueden incluir medidas de adaptación para hábitat o taxones, está abierta.

Las medidas de adaptación susceptibles de ser integradas a través de los PORN pueden incluir, al menos, todas las que se suelen considerar para la “conservación in situ” y que aparecen en el apartado 4.11 como integrantes del grupo b), es decir:

- (b1) designación de nuevos espacios protegidos o modificación de los existentes, incluyendo la elaboración de planes de gestión adecuados para la conservación de taxones y/o tipos de hábitat;
- (b2) Acciones concretas incluidas en planes de conservación o gestión específicas para los taxones y/o sus hábitat;
- (b3) creación de corredores ecológicos y otras acciones para permeabilizar el territorio y favorecer la conectividad;
- (b4) restauración de ecosistemas; y
- (b5) introducción, reintroducción y traslocación de taxones amenazados.

Una vía sistemática para integrar la adaptación al cambio climático en estos instrumentos de planificación es considerarla adecuadamente en las Directrices para la Ordenación de los Recursos Naturales, las Directrices de Conservación de la Red Natura 2000, las Directrices de Conservación de Áreas Protegidas por Instrumentos Internacionales y las Directrices de Conservación de las Áreas de Montaña que, según dicta la ley 42/2007, se deben elaborar en el marco del Plan Estratégico del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. También hay que tener en consideración la problemática del cambio climático a la hora de elaborar las Directrices de Restauración para el futuro Programa Estatal de Restauración de Sistemas Ecológicos.

En relación a la planificación de espacios concretos, especialmente aquellos que se encuentran legalmente protegidos, los instrumentos existentes son muy numerosos en su tipología, (por ejemplo, Planes Rectores de Uso y Gestión, Planes de Gestión de Espacios Naturales Prote-

gidos, Planes Sectoriales de Parques Nacionales, etc.). Son muy relevantes los planes de gestión de los espacios incluidos en la Red Natura 2000, fundamentalmente porque van a afectar, al menos, a un 27% de nuestro territorio una vez estén elaborados.

Todos ellos se pueden considerar, de manera genérica, como Planes de Gestión de espacios, e incluyen las acciones concretas a desarrollar en determinada área para la conservación de su biodiversidad y, en su caso, el uso sostenible de sus recursos naturales. Estos instrumentos son muy ejecutivos y constituyen, por tanto, un marco excelente para incorporar medidas de adaptación al cambio climático concretas para especies y sus hábitats. Se pueden destacar aquí las actuaciones llevadas a cabo para favorecer determinadas especies, (por ejemplo, a través de su reintroducción o traslocación o la introducción y reforzamiento de sus especies presa), actuaciones ex situ para posterior reintroducción, mejora y restauración de ecosistemas y la creación de corredores ecológicos dentro de los espacios a gestionar. Como medidas de adaptación a integrar a través de estos planes de gestión de espacios se pueden citar, de las consideradas en el apartado 4.11:

- (b2) acciones concretas incluidas en planes de conservación o gestión específicas para taxones y/o tipos de hábitat;
- (b3) creación de corredores ecológicos y otras acciones para permeabilizar el territorio y para favorecer la conectividad;
- (b4) restauración de ecosistemas;
- (b5) introducción, reintroducción y traslocación de taxones amenazados; y
- (c) conservación ex situ, a través de bancos de germoplasma y cría en cautividad.

Las medidas de adaptación en los instrumentos para la protección de la biodiversidad

A pesar de que la fauna cuenta en España con el marco general de protección que le otorga la Ley 42/2007, existen instrumentos específicos que refuerzan esta protección, imponiendo una serie de obligaciones para las especies y poblaciones amenazadas que en ellos se incluyen. Es el caso, en el marco estatal, del Catálogo Español de Especies Amenazadas (sucesor del Catálogo Nacional de Especies Amenazadas), así como del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial, desarrollados a través del Real Decreto 139/2011. En el ámbito autonómico también encontramos los correspondientes catálogos de especies amenazadas. La Ley 42/2007 ha ampliado esta posibilidad de protección adicional a los tipos de hábitat, creando para ello el Catálogo de Hábitats en Peligro de Desaparición. La existencia de estos catálogos permite una integración de carácter estratégico de las medidas de adaptación al cambio climático a través de la inclusión de taxones o tipos de hábitats en estos catálogos o a través de la modificación de la categoría asignada, en caso de que ya estuvieran presentes en ellos.

Estos catálogos determinan la obligatoriedad de elaborar planes de conservación o recuperación para los taxones o tipos de hábitat que en ellos se incluyen. Los

planes tienen influencia directa sobre los taxones y, especialmente, sobre el territorio que ocupan, que puede quedar así protegido por la presencia de éstos y sujeto a acciones de conservación adecuadas.

Además, es muy destacable la figura de las Estrategias de Conservación, elaboradas en el ámbito nacional para taxones o para problemáticas generales que estén presentes o afecten a varias comunidades autónomas. Estas estrategias contienen directrices de gestión y son, por este motivo, un marco adecuado para la elaboración posterior de planes más concretos. Por ello, permiten incluir un amplio abanico de medidas de adaptación al cambio climático -que pueden ser aplicadas de manera directa- o bien directrices más generales que podrán ser desarrolladas y aplicadas posteriormente a través de otros planes como medidas concretas. De este modo, se pueden considerar en estos instrumentos medidas para la conservación ex situ junto a todo tipo de medidas in situ, como la restauración de tipos de hábitat, las acciones para favorecer la conectividad del territorio y el manejo directo a través de la introducción o reforzamiento de poblaciones.

Los planes de conservación o recuperación, elaborados por las Comunidades Autónomas, constituyen instrumentos inmejorables para la integración de las medidas de adaptación y para su aplicación directa en la conservación de las especies o hábitat afectados por el cambio climático. No se trata de elaborarlos exclusivamente para luchar contra esta problemática, -actualmente no tan acuciante como previsiblemente pueda serlo en el futuro- sino de comenzar a prever en ellos los efectos del calentamiento para buscar y adoptar las soluciones más adecuadas. En el contexto de estos planes también es habitual elaborar programas o proyectos concretos para la conservación ex situ, lo que ha recibido apoyo jurídico a través de los artículos 59 y 60 de la Ley del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, siempre como complemento a la conservación in situ.

En estos planes de conservación y recuperación, así como en los programas que se elaboren para su desarrollo, tienen cabida la práctica totalidad de las medidas de adaptación que se han tipificado anteriormente en el apartado 4.11. Sin duda, son el instrumento para el manejo y conservación de la biodiversidad más específico del que se dispone actualmente y permite la plena aplicación de las medidas de adaptación. Las medidas que potencialmente podrían incluir los instrumentos para la protección, desde los catálogos hasta los planes de recuperación que derivan de ellos, incluyen:

- (a) inclusión o modificación de categoría en instrumentos legales como catálogos de especies;
- (b2) acciones concretas incluidas en planes de conservación o gestión específicas para taxones;
- (b3) creación de corredores ecológicos y otras acciones para permeabilizar el territorio y favorecer la conectividad;
- (b4) restauración de ecosistemas;
- (b5) introducción, reintroducción y traslocación de taxones amenazados; y

- (c) conservación en bancos de germoplasma y cría en cautividad.

La necesaria acción preventiva

Como hemos visto, la potencialidad del actual sistema de conservación español -basado en la Ley 42/2007, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad-, para integrar entre sus instrumentos medidas de adaptación que eviten o minimicen la pérdida de nuestra biodiversidad como consecuencia del cambio climático es adecuada. Este ejercicio de análisis es oportuno dada la, hasta ahora, escasa atención prestada a la necesidad de considerar acciones preventivas que eviten futuros problemas en este contexto.

Las principales medidas de adaptación identificadas incluyen acciones para protección jurídica, conservación in situ y conservación ex situ de la biodiversidad y son perfectamente integrables en los instrumentos existentes dentro de la normativa vigente. La existencia de instrumentos de planificación a diferentes escalas permite una integración "en cascada" de estas medidas; los instrumentos disponibles para la protección de la biodiversidad también permiten la integración, a diferentes niveles, de las medidas; finalmente, entre los instrumentos para el conocimiento no se contempla específicamente ninguno relacionado con la problemática del cambio climático pero, no obstante, existen otros más genéricos donde incluirlo. De todas formas, sería importante tratar de llenar este hueco, al tiempo que profundizar más en el conocimiento general en la materia y mantenerlo actualizado (por ejemplo, al ritmo de la disponibilidad de los nuevos modelos climáticos).

Si realmente las políticas de conservación deben llevarse a cabo con una visión preventiva, algo que actualmente parece incuestionable, nos encontramos ante una gran oportunidad para aplicar este enfoque. El conocimiento y la inquietud por la problemática del cambio climático sobre la biodiversidad crecen día a día. Las propuestas de medidas de adaptación al cambio climático son, en gran medida, coherentes con muchas políticas y acciones de conservación que ya se aplican para luchar contra otras amenazas que afectan a nuestra biodiversidad. Todo indica que el momento de comenzar a integrar y aplicar estas medidas ha llegado.

Bibliografía

- Akcakaya, H.R., Butchart, S.H.M., Mace, G.M., Stuart, S.N. & Hilton-Taylor, C. (2006)** Use and misuse of the iucn red list criteria in projecting climate change impacts on biodiversity. *Global Change Biology*, 12, 2037-2043
- Allouche, O., Tsoar, A. & Kadmon, R. (2006)** Assessing the accuracy of species distribution models: Prevalence, kappa and the true skill statistic (tss). *Journal of Applied Ecology*, 43, 1223-1232
- Anderson, B.J., Akçakaya, H.R., Araújo, M.B., Fordham, D.A., Martinez-Meyer, E., Thuiller, W. & Brook, B.W. (2009)** Dynamics of range margins for metapopulations under climate change. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 276, 1415-1420
- Araújo, M.B. (2009a)** Climate change and spatial conservation planning. Spatial conservation prioritization: Quantitative methods and computational tools (ed. by A. Moilanen, H. Possingham and K. Wilson), pp. 172-184. Oxford University Press, Oxford.
- Araújo, M.B. (2009b)** Protected areas and climate change in Europe. In: Report for the Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats p. 29. Council of Europe, Bern
- Araújo M.B., del Dedo-Garcimartín M. & Pozo I. (2011)** Biodiversidade e Alterações Climáticas/ Biodiversidad y Alteraciones Climáticas. Ministério do Ambiente e Ordenamento do Território & Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Lisboa/ Madrid.
- Araújo, M.B. & Guisan, A. (2006)** Five (or so) challenges for species distribution modelling. *Journal of Biogeography*, 33, 1677-1688
- Araújo, M.B. & Luoto, M. (2007)** The importance of biotic interactions for modelling species distributions under climate change. *Global Ecology and Biogeography*, 16, 743-753
- Araújo, M.B. & New, M. (2007)** Ensemble forecasting of species distributions. *Trends in Ecology and Evolution*, 22, 42-47
- Araújo M.B., Pearson R.G., Thuiller W. & Erhard M. (2005a)**. Validation of species-climate impact models under climate change. *Global Change Biology*, 11, 1504-1513.
- Araújo M.B. & Rahbek C. (2006)**. How does climate change affect biodiversity? *Science*, 313, 1396-1397.
- Araújo M.B., Thuiller W. & Pearson R.G. (2006)**. Climate warming and the decline of amphibians and reptiles in Europe. *Journal of Biogeography*, 33, 1712-1728.
- Araújo M.B., Whittaker R.J., Ladle R. & Erhard M. (2005b)**. Reducing uncertainty in projections of extinction risk from climate change. *Global Ecology and Biogeography*, 14, 529-538.
- Araújo M.B. & Williams P.H. (2000)**. Selecting areas for species persistence using occurrence data. *Biological Conservation*, 96, 331-345.
- Bakkenes, M., Alkemade, R.M., Ihle, F., Leemans, R. & Latour, J.B. (2002)** Assessing effects of forecasted climate change on the diversity and distribution of European higher plants for 2050. *Global Change Biology*, 8, 390-407
- Bakkenes, M., Eickhout, B. & Alkemade, R. (2006)** Impacts of different climate stabilisation scenarios on plant species in Europe. *Global Environmental Change Part A*, 16, 19-28
- Baron, J.S., Gunderson, L., Allen, C.D., Fleishman, E., Mckenzie, D., Meyerson, L.A., Oropeza, J. & Stephenson, N. (2009)** Options for national parks and reserves for adapting to climate change. *Environmental Management*, 10.1007/s00267-009-9296-6
- Barry, S. & Elith, J. (2006)** Error and uncertainty in habitat models. *Journal of Applied Ecology*, doi: 10.1111/j.1365-2664.2006.01136.x
- Beaumont, L.J., Hughes, L. & Pitman, A.J. (2008)** Why is the choice of future climate scenarios for species distribution modelling important? *Ecology Letters*, 11, 1135-1146
- Berry, P.M., Dawson, T.E., Harrison, P.A. & Pearson, R.G. (2002)** Modelling potential impacts of climate change on the bioclimatic envelope of species in Britain and Ireland. *Global Ecology and Biogeography*, 11, 453-462
- Breiman, L. (2001)** Random forest. *Machine Learning* 45: 5-32
- Brook, B.W., Akçakaya, H.R., Keith, D.A., Mace, G.M., Pearson, R.G. & Araújo, M.B. (2009)** Integrating bioclimate with population models to improve forecasts of species extinctions under climate change. *Biology Letters*, 5, 723-725
- Burnham, K.P. & Anderson, D.R. (2002)** Model selection and multi model inference: A practical information-theoretic approach. Springer-Verlag, New York.
- Campbell, A., Kapos, B., Chenery, A., Kahn, S.I., Rashid, M., Scharlemann, J.P.W. & Dickson, B. (2008)** The linkages between biodiversity and climate change mitigation. In: UNEP World Conservation Monitoring Centre, Cambridge
- Diniz-Filho, J.A.F., Bini, L.M., Rangel, T.F., Loyola, R.D., Hof, C., Nogués-Bravo, D. & Araújo, M.B. (2009)** Partitioning and mapping uncertainties in ensembles of forecasts of species turnover under climate change. *Ecography*, 32, 897-906
- Doadrio I. (ed.) (2001)**. Atlas y Libro Rojo de los Peces Continentales de España. Dirección General de Conservación de la Naturaleza & Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC), Madrid.
- Fielding, A.H. & Bell, J.F. (1997)** A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models. *Environmental Conservation*, 24, 38-49
- Fielding, A.H. & Haworth, P.F. (1995)** Testing the generality of bird-habitat models. *Conservation Biology*, 9, 1466-1481
- Friedman, J. 1991. Multivariate adaptive regression splines. *Ann. Stat.* 19: 1-141.
- Guisan, A. & Zimmermann, N.E. (2000)** Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling*, 135, 147-186
- Hannah, L., Midgley, G.F., Aneliman, S., Araújo, M.B., Hughes, G., Martinez-Meyer, E., Pearson, R.G. & Williams, P.H. (2007)** Protected area needs in a changing climate. *Frontiers in Ecology and Environment*, 5, 131-138
- Hastie, T.J. and Tibshirani, R. 1990. Generalized additive models. Chapman and Hall. London.
- Harrison, P.A., Berry, P.M., Butt, N. & New, M. (2006)** Modelling climate change impacts on species' distributions at the European scale: Implications for conservation policy. *Environmental Science and Policy*, 9, 116-128
- Hawkins B.A., Field R., Cornell H.V., Currie D.J., Guegan J.-F., Kaufman D.M., Kerr J.T., Mittelbach G., Oberdorff T., O'Brien E.M., Porter E.E. & Turner J.R.G. (2003)**. Energy, water, and broad-scale geographic patterns of species richness. *Ecology*, 84, 3105-3177.
- Heller, N.E. & Zavaleta, E.S. (2009)** Biodiversity management in the face of climate change: A review of 22 years of recommendations. *Biological Conservation*, 142, 14-32
- Hogbin, P.M. & Peakall, R. (1999)** Evaluation of the contribution of genetic research to the management of the endangered plant *Zieria prostrata*. *Conservation Biology*, 13, 514-522
- Huntley, B., Collingham, Y.C., Willis, S.G. & Green, R.E. (2008)** Potential impacts of climatic change on European breeding birds. *PLoS ONE*, 3, e1439
- Ipcc (2007)** Climate change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of working group II to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

- Keith, D.A., Akçakaya, H.R., Thuiller, W., Midgley, G.F., Pearson, R.G., Phillips, S.J., Regan, H.M., Araújo, M.B. & Rebelo, T.G. (2008)** Predicting extinction risks under climate change: Coupling stochastic population models with dynamic bioclimatic habitat models *Biology Letters*, 4, 560-563
- Ladle, R., Jepson, P., Araújo, M.B. & Whittaker, R.J. (2004)** Dangers of crying wolf over risks of extinction. *Nature*, 428, 799
- Lawler, J.J., Tear, T.H., Pyke, C., Shaw, M.R., Gonzalez, P., Kareiva, P., Hansen, L., Hannah, L., Klausmeyer, K., Aldous, A., Bienz, C. & Pearsall, S. (2009)** Resource management in a changing and uncertain climate. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 7, DOI 10.1890/070146
- Levinsky, I., Skov, F., Svenning, J.C. & Rahbek, C. (2007)** Potential impacts of climate change on the distribution and diversity patterns of European mammals. *Biodiversity and Conservation*, 16, 3803-3816
- Liu, C., Berry, P.M., Dawson, T.P. & Pearson, R.G. (2005)** Selecting thresholds of occurrence in the prediction of species distributions. *Ecography*, 28, 385-393
- Madroño A., González C. & Atienza J.C. (eds.). (2004).** Libro Rojo de las aves de España. Dirección General de Biodiversidad & Sociedad Española de Ornitología, Madrid.
- Martí R. & del Moral J.C. (2003).** Atlas de las aves reproductoras de España. Dirección General de Conservación de la Naturaleza & Sociedad Española de Ornitología, Madrid.
- Monserud, R.A. & Leemans, R. (1992)** Comparing global vegetation maps with the kappa statistic. *Ecological Modelling*, 62, 275-293
- Nakicenovic N. & Swart R. (eds.). (2000).** Emissions Scenarios: A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge.
- Palomo L.J. & Gisbert J. (2002).** Atlas de los Mamíferos Terrestres de España. Dirección General de Conservación de la Naturaleza & SECEM-SECEMU, Madrid.
- Pearson, R.G. & Dawson, T.E. (2003)** Predicting the impacts of climate change on the distribution of species: Are bioclimate envelope models useful? *Global Ecology and Biogeography*, 12, 361-371
- Pearson, R.G., Thuiller, W., Araújo, M.B., Martínez-Meyer, E., Brotons, L., McClean, C., Miles, L.J., Segurado, P., Dawson, T.E. & Lees, D.C. (2006)** Model-based uncertainty in species' range prediction. *Journal of Biogeography*, 33, 1704-1711
- Phillips, S.J., Anderson, R.P. & Schapire, R.E. (2006)** Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190, 231-259
- Phillips, S.J. & Dudík, M. (2008)** Modeling of species distributions with maxent: New extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*, 31, 161-175
- Phillips, S.J., Williams, P., Midgley, G. & Archer, A. (2008)** Optimizing dispersal corridors for the Cape Proteaceae using network flow. *Ecological Applications*, 18, 1200-1211
- Rangel, T.F.L.V.B., Diniz-Filho, J.A.F. & Araújo, M.B. (2009)** Bioensembles 1.0. Software for computer intensive ensemble forecasting of species distributions under climate change. In: Goiás, Madrid, Évora
- Ridgway, G. 1999. The state of boosting. Comput. Sci. Stat. 31: 172-181**
- Ripley, B. D. 1996. Pattern recognition and neural networks. Cambridge Univ. Press. Cambridge**
- Schroter, D., Cramer, W., Leemans, R., Prentice, I.C., Araujo, M.B., Arnell, N.W., Bondeau, A., Bugmann, H., Carter, T.R., Gracia, C.A., De La Vega-Leinert, A.C., Erhard, M., Ewert, F., Glendinning, M., House, J.I., Kankaanpää, S., Klein, R.J.T., Lavorel, S., Lindner, M., Metzger, M.J., Meyer, J., Mitchell, T.D., Reginster, I., Rounsevell, M., Sabate, S., Sitch, S., Smith, B., Smith, J., Smith, P., Sykes, M.T., Thonicke, K., Thuiller, W., Tuck, G., Zaehle, S. & Zierl, B. (2005)** Ecosystem service supply and vulnerability to global change in Europe. *Science*, 310, 1333-1337
- Segurado, P. & Araújo, M.B. (2004)** An evaluation of methods for modelling species distributions. *Journal of Biogeography*, 31, 1555-1568
- Soberón, J. (2007)** Grinnellian and Eltonian niches and geographic distributions of species. *Ecology Letters*, 10, 1115-1123
- Stockwell, D.R.B. & Peters, D.P. (1999)** The GARP modelling system: Problems and solutions to automated spatial prediction. *International Journal of Geographical Information Systems*, 13, 143-158
- Stockwell, D.R.B. & Peterson, A.T. (2003)** Comparison of resolution of methods used in mapping biodiversity patterns from point-occurrence data. *Ecological Indicators*, 3, 213-221
- Thomas, C.D., Cameron, A., Green, R.E., Bakkenes, M., Beaumont, L.J., Collingham, Y., Erasmus, B.F.N., De Siqueira, M.F., Grainger, A., Hannah, L., Hughes, L., Huntley, B., Van Jaarsveld, A.S., Midgley, G.F., Miles, L.J., Ortega-Huerta, M.A., Townsend Peterson, A., Phillips, O. & Williams, S.E. (2004)** Extinction risk from climate change. *Nature*, 427, 145-148
- Thuiller, W. (2004)** Patterns and uncertainties of species' range shifts under climate change. *Global Change Biology*, 10, 2220-2227
- Thuiller, W., Albert, C., Araújo, M.B., Berry, P.M., Cabeza, M., Guisan, A., Hickler, T., Midgley, G.F., Paterson, J., Schurr, F.M., Sykes, M.T. & Zimmermann, N.E. (2008)** Predicting global change impacts on plant species' distributions: Future challenges. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 9, 137-152
- Thuiller, W., Araújo, M.B., Pearson, R.G., Whittaker, R.J., Brotons, L. & Lavorel, S. (2004)** Uncertainty in predictions of extinction risk. *Nature*, 430, doi:10.1038/nature02716
- Thuiller, W., Lavorel, S., Araújo, M.B., Sykes, M.T. & Prentice, I.C. (2005)** Climate change threatens plant diversity in Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 102, 8245-8250
- Tompkins, E. & Adger, W.N. (2004)** Does adaptive management of natural resources enhance resilience to climate change? *Ecology and Society*, 9, 10
- Tsoar, A., Allouche, O., Steinitz, O., Rotem, D. & Kadmon, R. (2007)** A comparative evaluation of presence-only methods for modelling species distribution. *Diversity and Distributions*, 13, 397-405
- Whittaker R.J., Nogués-Bravo D. & Araújo M.B. (2007).** Geographic gradients of species richness: a test of the water-energy conjecture of Hawkins et al. (2003) using European data for five taxa. *Global Ecology and Biogeography*, 16, 76-89.
- Williams, P.H., Hannah, L., Andelman, S., Midgley, G.F., Araújo, M.B., Hughes, G., Manne, L.L., Martínez-Meyer, E. & Pearson, R.G. (2005)** Planning for climate change: Identifying minimum-dispersal corridors for the Cape Proteaceae. *Conservation Biology*, 19, 1063-1074
- Williams, P.H., Humphries, C., Araújo, M.B., Lampinen, R., Hagemeyer, W., Gasc, J.-P. & Mitchell-Jones, T. (2000)** Endemism and important areas for representing European biodiversity: A preliminary exploration of atlas data for plants and terrestrial vertebrates. *Belgian Journal of Entomology*, 2, 21-46

Índice de especies

Anfibios 30

<i>Alytes cisternasii</i>	60
<i>Alytes dickhilleni</i>	70
<i>Alytes obstetricans</i>	72
<i>Bufo bufo</i>	54
<i>Bufo calamita</i>	56
<i>Chioglossa lusitanica</i>	44
<i>Discoglossus galganoi</i>	50
<i>Discoglossus jeanneae</i>	42
<i>Discoglossus pictus</i>	74
<i>Euproctus asper</i>	62
Gallipato	32
<i>Hyla arborea</i>	78
<i>Hyla meridionalis</i>	36
<i>Lissotriton boscai</i>	48
<i>Mesotriton alpestris</i>	64
<i>Pelobates cultripes</i>	52
<i>Pelodytes ibericus</i>	34
<i>Pelodytes punctatus</i>	76
<i>Pleurodeles waltl</i>	32
<i>Rana ágil</i>	80
<i>Rana bermeja</i>	84
<i>Rana común</i>	38
<i>Rana dalmatina</i>	80
<i>Rana iberica</i>	58
<i>Rana patilarga</i>	58
<i>Rana perezi</i>	38
<i>Rana pirenaica</i>	82
<i>Rana pyrenaica</i>	82
<i>Rana temporaria</i>	84
Ranita de San Antonio	78
Ranita meridional	36
<i>Salamandra común</i>	46
<i>Salamandra rabilarga</i>	44
<i>Salamandra salamandra</i>	46
Sapillo moteado común	76
Sapillo moteado ibérico	34
Sapillo pintojo ibérico	50
Sapillo pintojo mediterráneo	74
Sapillo pintojo meridional	42
Sapo común	54
Sapo corredor	56
Sapo de espuelas	52
Sapo partero bético	70
Sapo partero común	72
Sapo partero ibérico	70
Tritón alpino	64
Tritón ibérico	48
Tritón jaspeado	68
Tritón palmeado	66
Tritón pigmeo	40
Tritón pirenaico	62
<i>Triturus helveticus</i>	66
<i>Triturus marmoratus</i>	68
<i>Triturus pygmaeus</i>	40

Reptiles 86

<i>Acanthodactylus erythrurus</i>	100
<i>Algyroides marchi</i>	120
<i>Anguis fragilis</i>	128
<i>Blanus cinereus</i>	90
Camaleón común	92
<i>Chalcides bedriagai</i>	94
<i>Chalcides striatus</i>	118
<i>Chamaeleo chamaeleon</i>	92
<i>Coronella austriaca</i>	144

<i>Coronella girondica</i>	126
Culebra bastarda	116
Culebra de cogulla	110
Culebra de escalera	108
Culebra de esculapio	146
Culebra de herradura	106
Culebra lisa europea	144
Culebra lisa meridional	126
Culebra verdiamarilla	142
Culebrilla ciega	90
Eslizón ibérico	94
Eslizón tridáctilo ibérico	118
<i>Hemidactylus turcicus</i>	96
<i>Hemorrhohis hippocrepis</i>	106
<i>Hierophis viridiflavus</i>	142
<i>Iberolacerta bonnali</i>	132
<i>Iberolacerta monticola</i>	134
<i>Lacerta bilineata</i>	130
<i>Lacerta lepida</i>	112
<i>Lacerta schreiberi</i>	122
<i>Lacerta vivipara</i>	136
Lagartija cenicienta	104
Lagartija colilarga	102
Lagartija colirroja	100
Lagartija de Bocage	138
Lagartija de Carbonell	124
Lagartija de turbera	136
Lagartija de Valverde	120
Lagartija ibérica	114
Lagartija pirenaica	132
Lagartija roquera	140
Lagartija serrana	134
Lagarto ocelado	112
Lagarto verde	130
Lagarto verdinegro	122
Lución	128
<i>Macroprotodon brevis</i>	110
<i>Malpolon monspessulanus</i>	116
<i>Podarcis bocagei</i>	138
<i>Podarcis carbonelli</i>	124
<i>Podarcis hispanica</i>	114
<i>Podarcis muralis</i>	140
<i>Psammotromus algirus</i>	102
<i>Psammotromus hispanicus</i>	104
<i>Rhinechis scalaris</i>	108
<i>Salamanquesa común</i>	98
<i>Salamanquesa rosada</i>	96
<i>Tarentola mauritanica</i>	98
<i>Testudo graeca</i>	88
Tortuga mora	88
Víbora áspid	148
Víbora de Seoane	152
Víbora hocicuda	150
<i>Vipera aspis</i>	148
<i>Vipera latasti</i>	150
<i>Vipera seoanei</i>	152
<i>Zamenis longissimus</i>	146

Aves 154

Abejaruco europeo	192
Abejero europeo	332
Abubilla	196
<i>Accipiter gentilis</i>	346
<i>Accipiter nisus</i>	348
Acentor alpino	406
Acentor común	404

<i>Aegithalos caudatus</i>	448
<i>Aegolius funereus</i>	372
<i>Aegypius monachus</i>	272
Agateador común	308
Agateador norteño	456
Águila calzada	352
Águila imperial ibérica	274
Águila real	350
Águila-azor perdicera	158
Aguilucho cenizo	248
Aguilucho pálido	344
<i>Alauda arvensis</i>	390
Alcaraván común	168
Alcaudón común	230
Alcaudón dorsirrojo	460
Alcaudón real	262
<i>Alcedo atthis</i>	286
Alcotán europeo	354
<i>Alectoris rufa</i>	164
Alimoche común	340
Alondra común	390
Alondra de Dupont	388
Alzacoa	212
<i>Anthus campestris</i>	394
<i>Anthus spinoletta</i>	398
<i>Anthus trivialis</i>	396
<i>Apus apus</i>	376
<i>Apus caffer</i>	190
<i>Apus pallidus</i>	188
<i>Aquila adalberti</i>	274
<i>Aquila chrysaetos</i>	350
Arrendajo	310
<i>Asio flammeus</i>	370
<i>Asio otus</i>	368
<i>Athene noctua</i>	184
Autillo europeo	282
Avefría Europea	278
Avión común	210
Avión roquero	392
Avión zapador	294
Avutarda común	250
Azor común	346
Bisbita alpino	398
Bisbita arbóreo	396
Bisbita campestre	394
<i>Bubo bubo</i>	182
<i>Bubulcus ibis</i>	156
<i>Bucanetes githagineus</i>	244
Búho campestre	370
Búho chico	368
Búho real	182
Buitre leonado	342
Buitre negro	272
Buitrón	218
<i>Burhinus oedicephalus</i>	168
Busardo ratonero	318
<i>Buteo buteo</i>	318
<i>Calandrella brachydactyla</i>	200
<i>Calandrella rufescens</i>	202
Calandria	198
Camachuelo Común	488
Camachuelo trompetero	244
<i>Caprimulgus europaeus</i>	374
<i>Caprimulgus ruficollis</i>	186
Cábaro común	284
Carbonero común	306

Carbonero garrapinos.....	452	Elanio común.....	314	Milano negro.....	334
Carbonero palustre.....	450	<i>Elanus caeruleus</i>	314	Milano real.....	336
<i>Carduelis cannabina</i>	312	<i>Emberiza calandra</i>	246	<i>Milvus migrans</i>	334
<i>Carduelis carduelis</i>	242	<i>Emberiza cia</i>	494	<i>Milvus milvus</i>	336
<i>Carduelis chloris</i>	240	<i>Emberiza cirulus</i>	492	Mirlo capiblanco.....	422
<i>Carduelis spinus</i>	484	<i>Emberiza citrinella</i>	490	Mirlo común.....	324
Carraca europea.....	194	<i>Emberiza hortulana</i>	496	Mito.....	448
<i>Cercotrichas galactotes</i>	212	<i>Erithacus rubecula</i>	408	Mochuelo boreal.....	372
Cernícalo primilla.....	160	Escribano cerillo.....	490	Mochuelo europeo.....	184
Cernícalo vulgar.....	162	Escribano hortelano.....	496	<i>Monticola saxatilis</i>	420
<i>Certhia brachydactyla</i>	308	Escribano montesino.....	494	<i>Monticola solitarius</i>	256
<i>Certhia familiaris</i>	456	Escribano soteño.....	492	<i>Montifringilla nivalis</i>	480
<i>Cettia cetti</i>	258	Estornino negro.....	234	Mosquitero común/Mosquitero ibérico.....	440
<i>Chersophilus duponti</i>	388	Estornino pinto.....	474	Mosquitero papialbo.....	438
Chocha perdiz.....	364	<i>Falco naumanni</i>	160	<i>Motacilla alba</i>	400
Chochín.....	402	<i>Falco peregrinus</i>	356	<i>Motacilla cinerea</i>	296
Chotacabras cuellirrojo.....	186	<i>Falco subbuteo</i>	354	<i>Motacilla flava</i>	252
Chotacabras europeo.....	374	<i>Falco tinnunculus</i>	162	<i>Muscicapa striata</i>	228
Chova piquigualda.....	464	<i>Ficedula hypoleuca</i>	446	<i>Neophron percnopterus</i>	340
Chova piquirroja.....	466	<i>Fringilla coelebs</i>	328	<i>Oenanthe hispanica</i>	214
<i>Ciconia ciconia</i>	270	<i>Galerida cristata</i>	204	<i>Oenanthe leucura</i>	216
<i>Ciconia nigra</i>	268	<i>Galerida theklae</i>	322	<i>Oenanthe oenanthe</i>	418
Cigüeña blanca.....	270	Ganga ibérica.....	172	<i>Oriolus oriolus</i>	458
Cigüeña negra.....	268	Ganga ortega.....	170	Oropéndola.....	458
<i>Circus gallicus</i>	316	Garcilla bueyera.....	156	<i>Otis tarda</i>	250
<i>Circus cyaneus</i>	344	<i>Garrulus glandarius</i>	310	<i>Otus scops</i>	282
<i>Circus pygargus</i>	248	Gavilán común.....	348	Pájaro moscón.....	260
<i>Cisticola juncidis</i>	218	Golondrina común.....	206	Paloma torcaz.....	320
<i>Clamator glandarius</i>	178	Golondrina Dáurica.....	208	Paloma zurita.....	366
<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	330	Gorrión alpino.....	480	Papamoscas cerrojillo.....	446
Codorniz común.....	276	Gorrión chillón.....	478	Papamoscas gris.....	228
Cogujada común.....	204	Gorrión común.....	236	Pardillo común.....	312
Cojugada montesina.....	322	Gorrión molinero.....	476	<i>Parus ater</i>	452
Colirrojo real.....	298	Gorrión moruno.....	238	<i>Parus caeruleus</i>	304
Colirrojo tizón.....	412	Graja.....	468	<i>Parus cristatus</i>	302
Collalba gris.....	418	Grajilla.....	232	<i>Parus major</i>	306
Collalba negra.....	216	<i>Gypaetus barbatus</i>	338	<i>Parus palustris</i>	450
Collalba rubia.....	214	<i>Gyps fulvus</i>	342	<i>Passer domesticus</i>	236
<i>Columba oenas</i>	366	Halcón peregrino.....	356	<i>Passer hispaniolensis</i>	238
<i>Columba palumbus</i>	320	Herrerillo capuchino.....	302	<i>Passer montanus</i>	476
<i>Coracias garrulus</i>	194	Herrerillo común.....	304	Pechiazul.....	410
Corneja.....	470	<i>Hieraetus fasciatus</i>	158	<i>Perdix perdix</i>	362
<i>Corvus corax</i>	472	<i>Hieraetus pennatus</i>	352	Perdiz pardilla.....	362
<i>Corvus corone</i>	470	<i>Hippolais pallida</i>	220	Perdiz roja.....	164
<i>Corvus frugilegus</i>	468	<i>Hippolais polyglotta</i>	300	<i>Pernis apivorus</i>	332
<i>Corvus monedula</i>	232	<i>Hirundo daurica</i>	208	Petirrojo.....	408
<i>Coturnix coturnix</i>	276	<i>Hirundo rustica</i>	206	<i>Petronia petronia</i>	478
Críalo europeo.....	178	Jilguero.....	242	<i>Phoenicurus ochruros</i>	412
Cuco común.....	280	<i>Jynx torquilla</i>	380	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	298
<i>Cuculus canorus</i>	280	Lagópodo alpino.....	358	<i>Phylloscopus bonelli</i>	438
Cuervo.....	472	<i>Lagopus mutus</i>	358	<i>Phylloscopus collybita/ibericus</i>	440
Culebrera europea.....	316	<i>Lanius collurio</i>	460	<i>Pica pica</i>	462
Curruca cabecinegra.....	224	<i>Lanius meridionalis</i>	262	Picamaderos negro.....	382
Curruca capirotada.....	436	<i>Lanius senator</i>	230	Pico mediano.....	386
Curruca carrasqueña.....	430	Lavandera blanca.....	400	Pico menor.....	290
Curruca mirlona.....	226	Lavandera boyera.....	252	Pico picapinos.....	384
Curruca mosquitera.....	434	Lavandera cascadeña.....	296	Picogordo.....	330
Curruca rabilarga.....	428	Lechuza común.....	180	<i>Picus viridis</i>	288
Curruca tomillera.....	222	<i>Loxia curvirostra</i>	486	Pinzón vulgar.....	328
Curruca zarcera.....	432	Lúgano.....	484	Piquituerto común.....	486
<i>Cyanopica cyana</i>	264	<i>Lullula arborea</i>	292	Pito real.....	288
<i>Delichon urbica</i>	210	<i>Luscinia megarhynchos</i>	254	<i>Prunella collaris</i>	406
<i>Dendrocopos major</i>	384	<i>Luscinia svecica</i>	410	<i>Prunella modularis</i>	404
<i>Dendrocopos medius</i>	386	Martín pescador común.....	286	<i>Pterocles alchata</i>	172
<i>Dendrocopos minor</i>	290	<i>Melanocorypha calandra</i>	198	<i>Pterocles orientalis</i>	170
<i>Dryocopus martius</i>	382	<i>Merops apiaster</i>	192	<i>Ptyonoprogne rupestris</i>	392

Índice de especies

<i>Pyrrhocorax graculus</i>	464	Verderón serrano.....	482	<i>Microtus duodecimcostatus</i>	528
<i>Pyrrhocorax pyrrhocorax</i>	466	Zarcero común.....	300	<i>Microtus gerbei</i>	602
<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	488	Zarcero pálido	220	<i>Microtus lusitanicus</i>	604
Quebrantahuesos.....	338	Zorzal charlo	426	Muflón	526
Rabilargo.....	264	Zorzal común.....	424	Murciélago rabudo	522
<i>Regulus ignicapilla</i>	444	Mamíferos.....	498	<i>Mus musculus</i>	508
<i>Regulus regulus</i>	442	<i>Apodemus flavicollis</i>	614	<i>Mus spretus</i>	510
<i>Remiz pendulinus</i>	260	<i>Apodemus sylvaticus</i>	616	Musgaño enano	534
Reyezuelo listado	444	Ardilla roja	588	Musgaño patiblanco	556
Reyezuelo sencillo.....	442	Armiño	562	Musgaño de Cabrera	558
<i>Riparia riparia</i>	294	<i>Arvicola sapidus</i>	598	Musaraña bicolor.....	550
Roquero rojo.....	420	<i>Arvicola terrestris</i>	596	Musaraña de campo.....	518
Roquero solitario.....	256	<i>Atelerix algirus</i>	540	Musaraña enana	548
Ruiseñor bastardo.....	258	Barbastela	560	Musaraña gris	532
Ruiseñor común.....	254	Cabra montés	586	Musaraña ibérica	554
<i>Saxicola rubetra</i>	414	<i>Canis lupus</i>	560	Musaraña tricolor	552
<i>Saxicola torquata</i>	416	<i>Capra pyrenaica</i>	586	<i>Mustela erminea</i>	562
<i>Scolopax rusticola</i>	364	<i>Capreolus capreolus</i>	582	<i>Mustela lutreola</i>	566
<i>Serinus citrinella</i>	482	<i>Cervus elaphus</i>	504	<i>Mustela nivalis</i>	564
<i>Serinus serinus</i>	266	<i>Chionomys nivalis</i>	600	<i>Mustela putorius</i>	568
Sisón común	166	Ciervo	504	<i>Myodes glareolus</i>	594
<i>Sitta europaea</i>	326	Comadreja	564	<i>Neomys anomalus</i>	558
<i>Streptopelia decaocto</i>	174	Conejo	514	<i>Neomys fodiens</i>	556
<i>Streptopelia turtur</i>	176	Corzo	582	Nutria	520
<i>Strix aluco</i>	284	<i>Crocodyrus russula</i>	532	<i>Oryctolagus cuniculus</i>	514
<i>Sturnus unicolor</i>	234	<i>Crocodyrus suaveolens</i>	518	Oso pardo	576
<i>Sturnus vulgaris</i>	474	<i>Dama dama</i>	524	<i>Ovies aries</i>	526
<i>Sylvia atricapilla</i>	436	Desmán ibérico	546	Rata de agua	598
<i>Sylvia borin</i>	434	<i>Eliomys quercinus</i>	538	Rata negra	530
<i>Sylvia cantillans</i>	430	<i>Erinaceus europaeus</i>	500	Rata parda	506
<i>Sylvia communis</i>	432	Erizo europeo	500	Rata topera.....	596
<i>Sylvia conspicillata</i>	222	Erizo moruno	540	Ratón casero	508
<i>Sylvia hortensis</i>	226	<i>Felis silvestris</i>	580	Ratón de campo	616
<i>Sylvia melanocephala</i>	224	<i>Galemys pyrenaicus</i>	546	Ratón espiguero	612
<i>Sylvia undata</i>	428	Gamo	524	Ratón leonado.....	614
<i>Tachymarpis melba</i>	378	Garduña.....	572	Ratón moruno	510
Tarabilla común	416	Gato montés europeo.....	580	<i>Rattus norvegicus</i>	506
Tarabilla norteña.....	414	<i>Genetta genetta</i>	578	<i>Rattus rattus</i>	530
Terrera común	200	Gineta	578	Rebeco	584
Terrera marismeña.....	202	<i>Glis glis</i>	592	<i>Rupicapra pyrenaica</i>	584
<i>Tetrao urogallus</i>	360	<i>Herpestes ichneumon</i>	516	<i>Sciurus vulgaris</i>	588
<i>Tetrax tetrax</i>	166	Jabalí	522	<i>Sorex araneus</i>	550
<i>Tichodroma muraria</i>	454	<i>Lepus castroviejoi</i>	620	<i>Sorex coronatus</i>	552
Torcecuello euroasiático	380	<i>Lepus europaeus</i>	618	<i>Sorex granarius</i>	554
Tórtola europea	176	<i>Lepus granatensis</i>	512	<i>Sorex minutus</i>	548
Tórtola turca	174	Liebre de piornal	620	<i>Suncus etruscus</i>	534
Totovia	292	Liebre europea.....	616	<i>Sus scrofa</i>	522
Trepador azul.....	326	Liebre ibérica.....	512	<i>Talpa europaea</i>	542
Treparriscos	454	Lince ibérico.....	536	<i>Talpa occidentalis</i>	544
Triguero	246	Lirón ibérico.....	538	Tejón	574
<i>Troglodytes troglodytes</i>	402	Lirón gris	620	Topillo agreste.....	606
<i>Turdus merula</i>	324	Lobo	560	Topillo campesino.....	610
<i>Turdus philomelos</i>	424	<i>Lutra lutra</i>	520	Topillo de Cabrera.....	608
<i>Turdus torquatus</i>	422	<i>Lynx pardinus</i>	536	Topillo lusitano.....	604
<i>Turdus viscivorus</i>	426	Marmota alpina	570	Topillo mediterráneo	528
<i>Tyto alba</i>	180	<i>Marmota marmota</i>	590	Topillo nival	600
<i>Upupa epops</i>	196	Marta	570	Topillo pirenaico.....	602
Urogallo común	360	<i>Martes foina</i>	572	Topillo rojo	594
Urraca	462	<i>Martes martes</i>	570	Topo europeo	542
<i>Vanellus vanellus</i>	278	<i>Meles meles</i>	574	Topo ibérico	544
Vencejo café	190	Meloncillo	618	Turón	568
Vencejo común	376	<i>Micromys minutus</i>	612	<i>Ursus arctos</i>	576
Vencejo pálido.....	188	<i>Microtus agrestis</i>	606	Visón europeo	566
Vencejo real.....	378	<i>Microtus arvalis</i>	610	<i>Vulpes vulpes</i>	502
Verdecillo	266	<i>Microtus cabraerae</i>	608	Zorro	502
Verderón común.....	240				