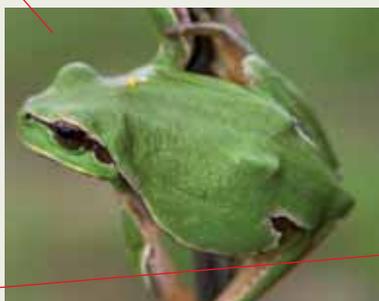


Alteraciones en la distribución potencial de las especies

Fotografía

Breve descripción de la distribución y el hábitat de la especie, con indicación de las condiciones límite de temperatura y precipitación en las que se encuentra actualmente.



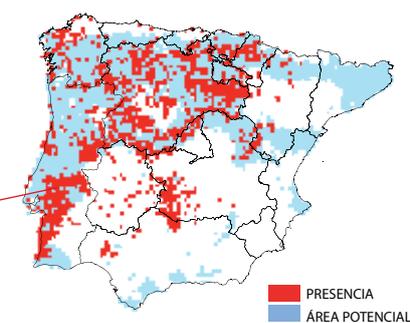
Hyla arborea

Hyla arborea (Ranita de San Antonio). Se distribuye ampliamente por el sur, oeste y centro de Europa. En la Península Ibérica ocupa la submeseta norte y, de manera discontinua, algunas zonas meridionales, estando ausente de la costa mediterránea y los Pirineos. Frecuenta la vegetación palustre de los puntos de agua permanente donde habita. Se distribuye desde el nivel del mar hasta más de 2000 m. El rango de temperaturas de su distribución en la Península varía entre -9°C y 35.3°C, y el de precipitaciones entre 329 mm y 1944 mm al año.

© CÉSAR CAPENHA

Mapa de distribución actual: En rojo, área ocupada por la especie actualmente. En azul, área potencial en función de sus características climáticas. También se incluye el índice TSS, que ofrece información (entre -1 y 1) acerca de la capacidad de discriminación del modelo. Mayor el índice, más capacidad de discriminación tiene el modelo.

SITUACIÓN ACTUAL



TSS: 0,4451

SITUACIÓN FUTURA

ECHAM4
CGCM2
CGCM2 Y ECHAM4

Evolución Prevista:

Bajo los escenarios climáticos disponibles para el siglo XXI, se esperan impactos elevados en la distribución potencial. Los modelos proyectan contracciones en la distribución potencial actual de la especie entre un 75% y un 80% en 2041-2070 y el nivel de coincidencia entre la distribución observada y potencial se reduce hasta un rango de entre un 9% y un 13% en 2041-2070.

Evolución Prevista: Impactos previstos para la especie, detallando cambios de distribución y solapamientos de la distribución prevista con la actual según el modelo ECHAM4.

ESTADÍSTICAS

SUPERFICIES ACTUALES (KM2)

Presencia:	85600 (17%)	% Protegido actualmente:	(12%)
Área potencial:	216300	% Protegido futuro:	(1%)

	APF		OPF	
	A2	B2	A2	B2
CGCM2				
2011-2040	178600 (-17%)	180800 (-16%)	(63%)	(64%)
2041-2070	124500 (-42%)	147400 (-32%)	(42%)	(51%)
2071-2100	89100 (-59%)	136200 (-37%)	(27%)	(46%)
ECHAM4				
2011-2040	83600 (-61%)	86500 (-60%)	(24%)	(25%)
2041-2070	42200 (-80%)	54500 (-75%)	(9%)	(13%)
2071-2100	15400 (-93%)	36500 (-83%)	(3%)	(9%)

Tabla de estadísticas:

En la zona superior, datos sobre la superficie ocupada actual (en km²). Se indican las superficies observada y potencial actuales y el porcentaje de solapamiento entre ambas. A la derecha, el porcentaje de la distribución actual en áreas protegidas y el porcentaje protegido en el futuro según la distribución potencial modelizada, considerando las actuales redes de espacios protegidos.

En la zona inferior, resultados para los modelos y escenarios en cada uno de los tres horizontes temporales. APF (área potencial futura) representa las superficies del área de distribución potencial, junto a su porcentaje de solapamiento con el área de distribución actual potencial (muestra la evolución del área potencial en el tiempo según modelos). OPF (ocupación potencial futura), muestra el solapamiento del área potencial actual con el área potencial futura. Ofrece una idea de la capacidad de mantenimiento y expansión.

Cabecera, donde se distinguen:

-Nombre científico y común de la especie

-Color de la cabecera, que indica el grado de afectación del cambio climático a la especie, pudiéndose distinguir:

Rojo: Pérdida mayor - con pérdidas de más del 70% de área potencial en el futuro

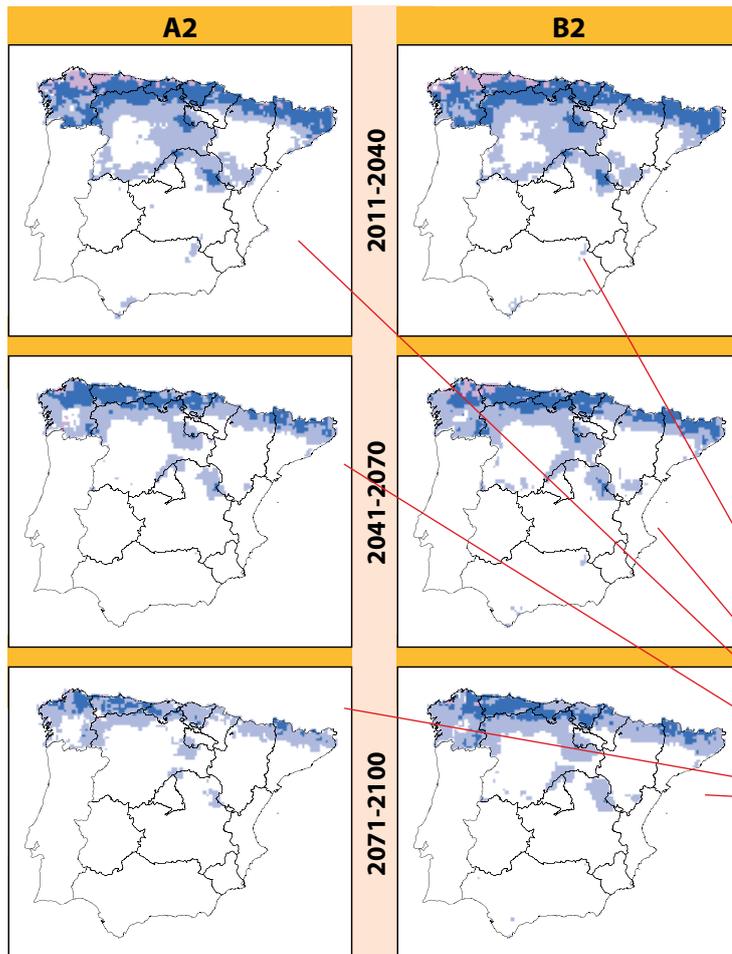
Naranja: Pérdida - con pérdidas de entre el 30% y el 70% del área potencial en el futuro

Amarillo: Estabilidad - sin pérdidas, o pérdidas inferiores al 30% del área potencial en el futuro

Verde: Ganancia - la especie gana superficie potencial en el futuro.

(Ranita de San Antonio)

ESTATUS ACTUAL **NT**



Estado de conservación actual de acuerdo con los Atlas y Libros Rojos elaborados a escala estatal

Mapas de distribuciones potencial futura para las combinaciones de modelos/escenarios/horizontes. Cada mapa muestra áreas en tres colores correspondiendo a los dos modelos representados y a su superposición:
Morado: área potencial futura para el modelo ECHAM4 que no coincide con el área del CGCM2.
Azul claro: área potencial futura para el modelo CGCM2 que no coincide con el área del ECHAM4
Azul oscuro: área donde ambos modelos coinciden

MEDIDAS DE ADAPTACIÓN

- Protección jurídica.
- Medidas para conservación in situ.
- Medidas para conservación ex situ.
- Acciones para favorecer permeabilidad y conectividad.

Medidas de adaptación propuestas.

Bajo escenario A2 ECHAM4 para 2041-2070.

5.1 Análisis por especies

Se ha realizado una ficha para cada una de las especies modelizadas. La idea es sintetizar los resultados obtenidos para cada una de las especies modelizadas. Estas fichas ofrecen información sobre la especie, su distribución

potencial actual y las hipotéticas situaciones potenciales futuras, así como las medidas de adaptación sugeridas.

A continuación se muestra una ficha-modelo donde se especifica el significado de cada uno de los campos que se incluyen en las fichas.

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

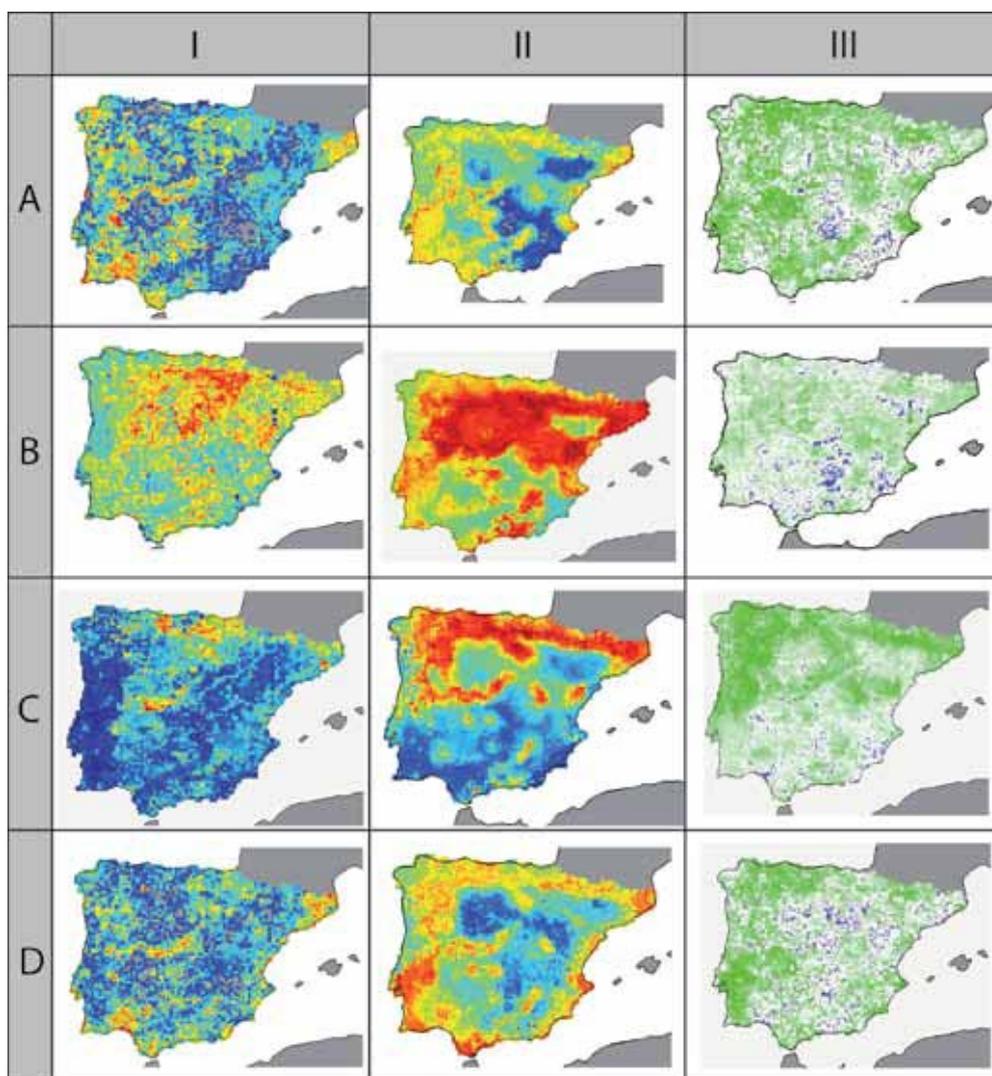


FIGURA 8 – RIQUEZA OBSERVADA Y POTENCIAL ACTUAL DE ESPECIES: (I) riqueza observada de especies; (II) riqueza potencial de especies; (III) solapamiento entre la riqueza observada y potencial: (A) anfibios; (B) aves; (C) mamíferos; (D) reptiles. En los mapas de riqueza los colores cálidos (rojos) reflejan 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

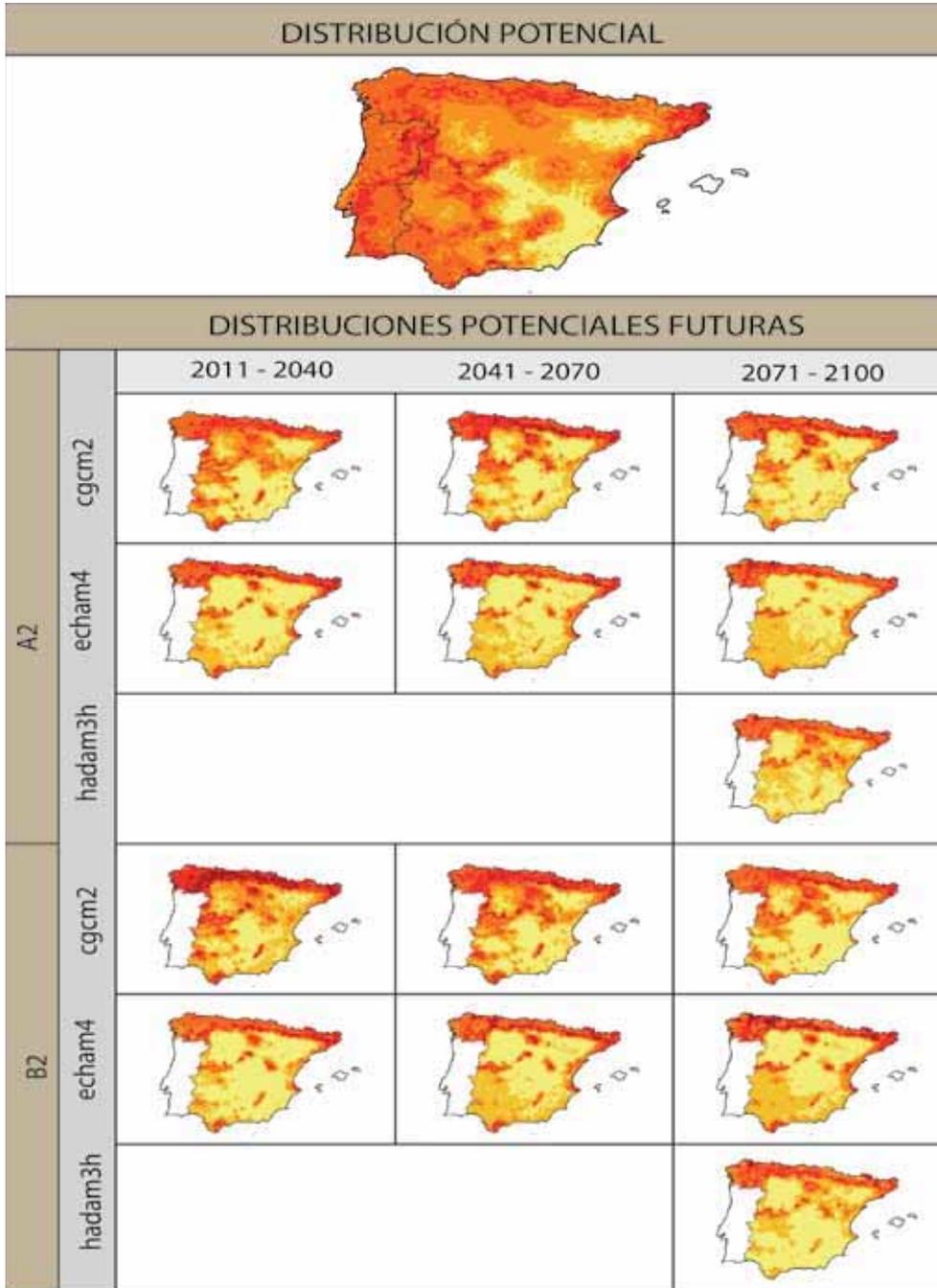


FIGURA 9 –DISTRIBUCIÓN DE LA RIQUEZA POTENCIAL CONJUNTA DE LAS ESPECIES DE ANFIBIOS EN TRES PERIODOS, PARA DOS ESCENARIOS Y BAJO TRES MODELOS GENERALES DE CLIMA.

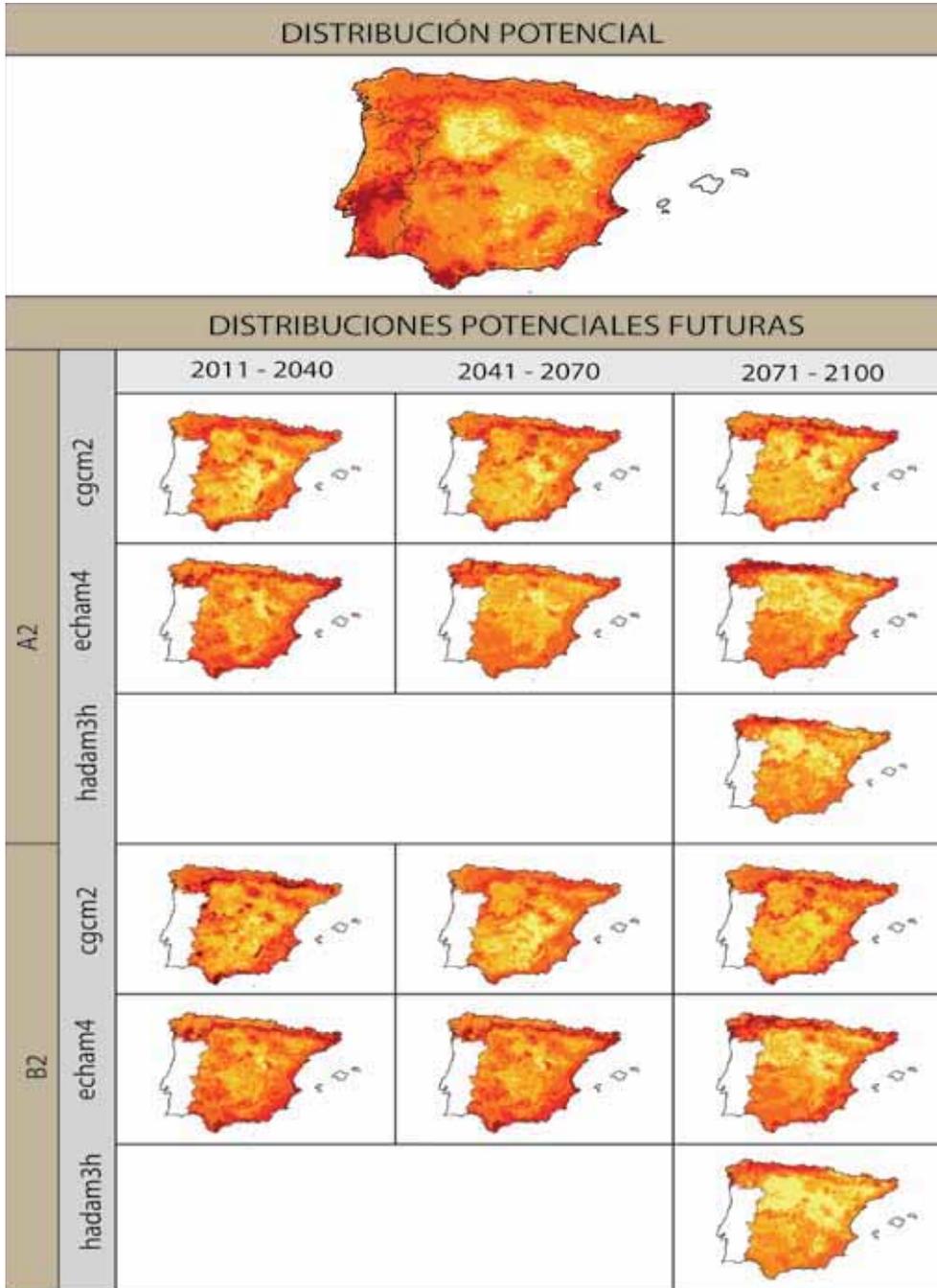


FIGURA 10 – DISTRIBUCIÓN DE LA RIQUEZA POTENCIAL CONJUNTA DE LAS ESPECIES DE REPTILES EN TRES PERIODOS, PARA DOS ESCENARIOS Y BAJO TRES MODELOS GENERALES DE CLIMA.

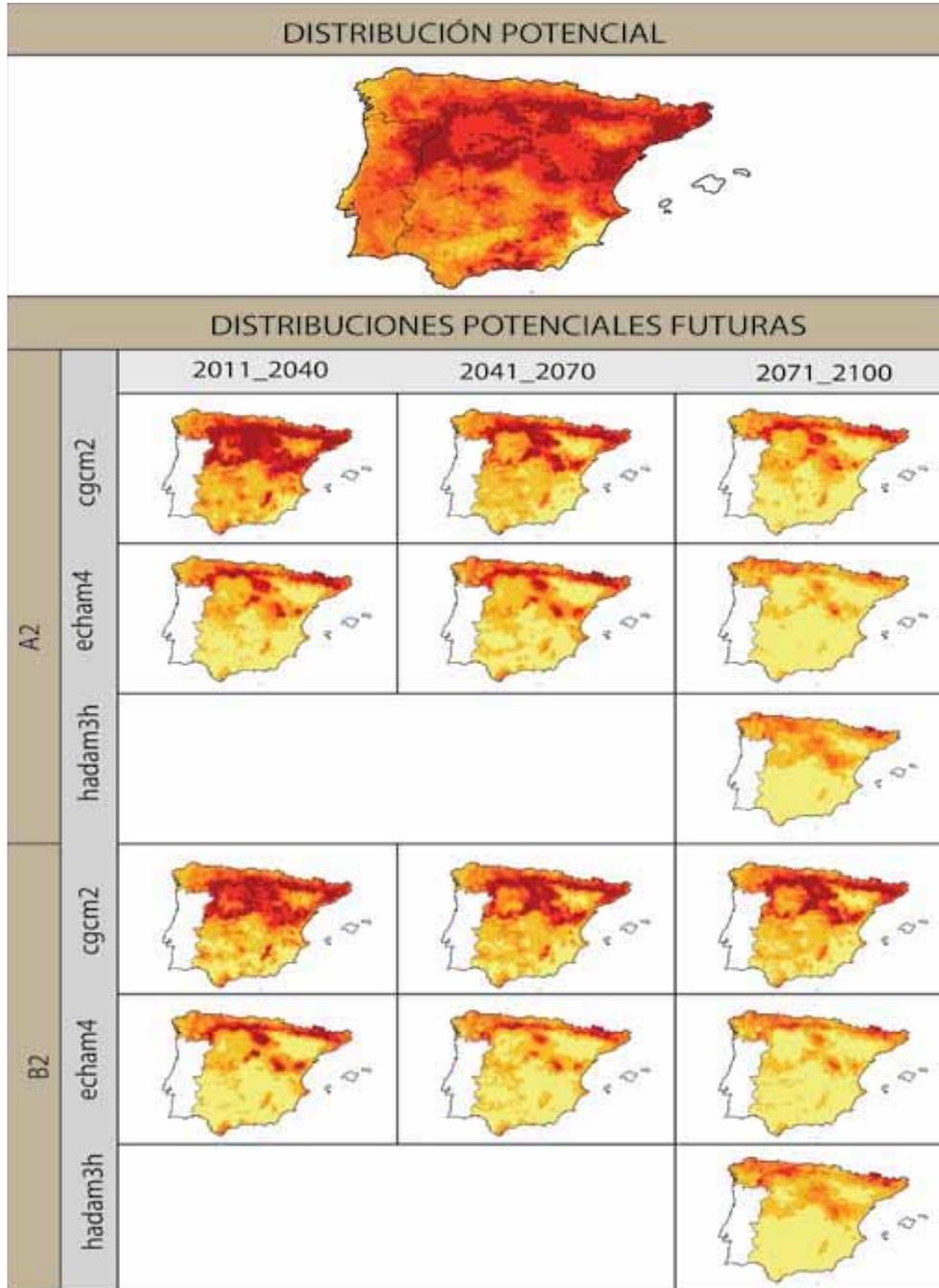


FIGURA 11 – DISTRIBUCIÓN DE LA RIQUEZA POTENCIAL CONJUNTA DE LAS ESPECIES DE AVES EN TRES PERIODOS, PARA DOS ESCENARIOS Y BAJO TRES MODELOS GENERALES DE CLIMA.

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

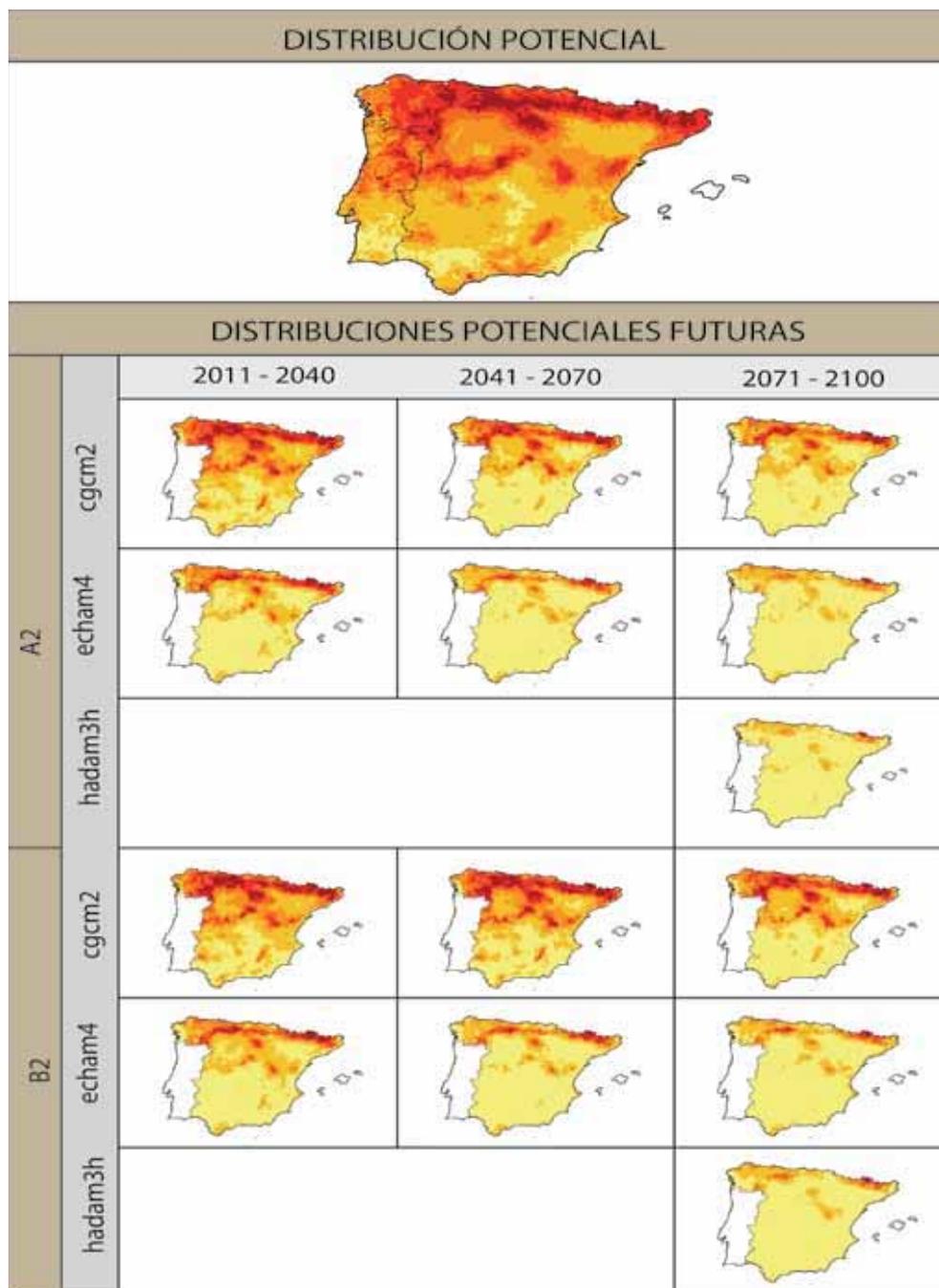


FIGURA 12 – DISTRIBUCIÓN DE LA RIQUEZA POTENCIAL CONJUNTA DE LAS ESPECIES DE MAMÍFEROS EN TRES PERIODOS, PARA DOS ESCENARIOS Y BAJO TRES MODELOS GENERALES DE CLIMA.

(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.

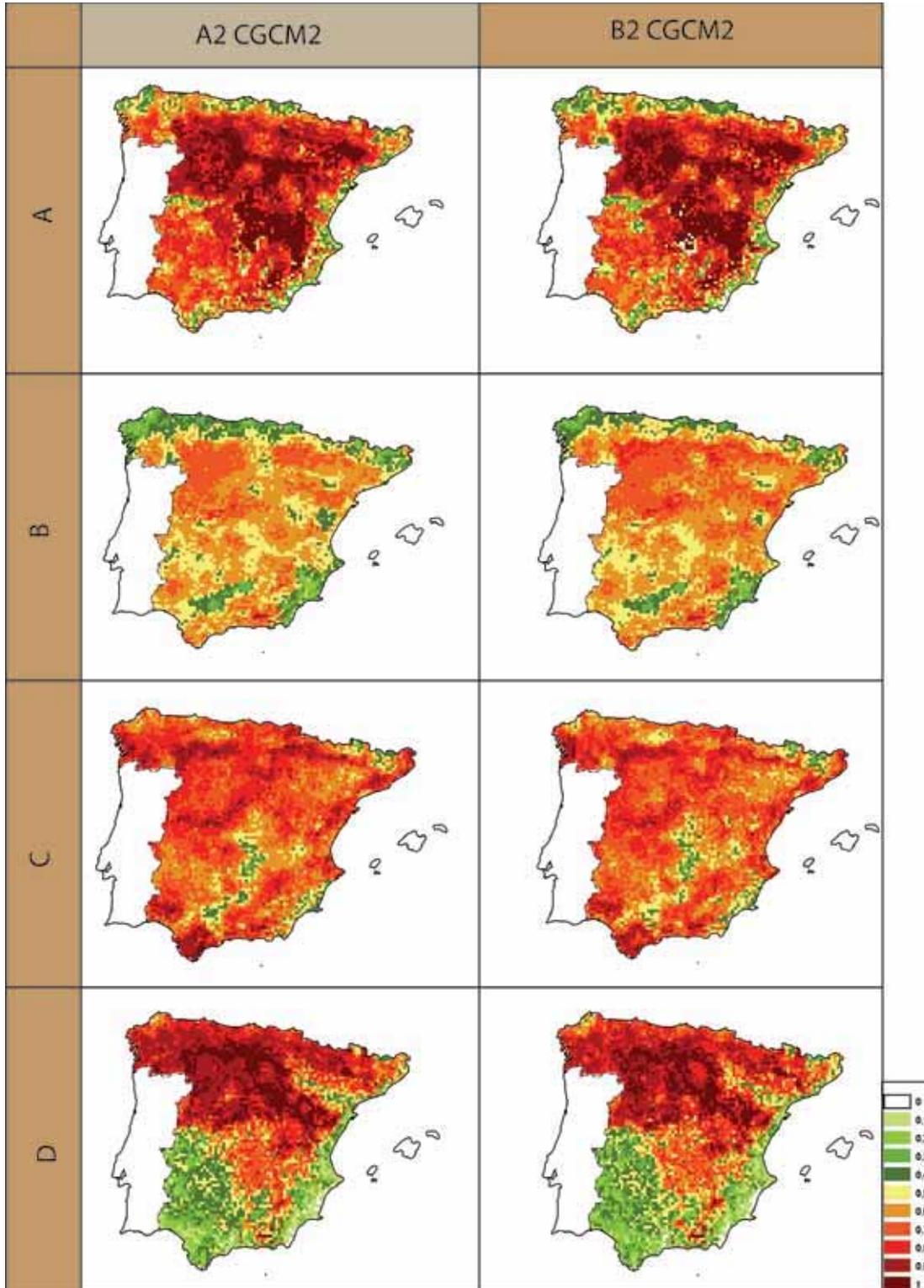


FIGURA 13 – CAMBIO EN LA COMPOSICIÓN DE LAS ESPECIES (“TURNOVER”). A: anfibios; B: aves; C: mamíferos; y D reptiles, todos ellos representados conjuntamente en cuadrículas UTM de 10x10 km. Se muestran bajo dos escenarios de cambio climático (A2 y B2) y siguiendo el modelo CGCM2 para el periodo 2041-2070. 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.