

Sección II

Evaluación del estado de la Biodiversidad

Capítulo 4

Evaluación del estado de la Biodiversidad en España y su papel como suministradora de servicios



Universidad Autónoma de Madrid, Departamento de Ecología

Autora: Berta Martín-López

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN.....	9
2. LA BIODIVERSIDAD: ¿QUÉ ES Y POR QUÉ ES IMPORTANTE?.....	10
2.1. ¿QUÉ ENTENDEMOS POR BIODIVERSIDAD?	10
2.2. ¿POR QUÉ ES IMPORTANTE LA BIODIVERSIDAD?.....	11
3. EL CONOCIMIENTO DE LA BIODIVERSIDAD EN ESPAÑA.....	15
3.1. EVALUACIÓN DEL CONOCIMIENTO DE LA BIODIVERSIDAD EN ESPAÑA.....	15
3.2. LA BIODIVERSIDAD ESPAÑOLA EN EL CONTEXTO EUROPEO	18
4. EL ESTADO Y TENDENCIAS DE LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN ESPAÑA.....	20
4.1. ESTADO Y TENDENCIA DE LA DIVERSIDAD DE ESPECIES EN ESPAÑA	20
4.2. ESTADO Y TENDENCIA DE LA DIVERSIDAD GENÉTICA EN ESPAÑA.....	27
5. IMPULSORES DIRECTOS DE CAMBIO	29
6. DIVERSIDAD FUNCIONAL, BIODIVERSIDAD Y UMBRALES DE CAMBIO.....	35
7. EVALUACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN	37
8. OPCIONES DE RESPUESTA	43
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1. Servicios de los ecosistemas y su relación directa o indirecta con los proveedores de servicios. El componente clave hace referencia a los diferentes niveles de biodiversidad reconocidos por Noss (1990). La escala espacial hace referencia a la escala en la que el proveedor del servicio opera para suministrar dicho servicio. Fuente: Adaptado de Petrosillo <i>et al.</i> (2010), Kremen (2005) y Kinzing <i>et al.</i> (2007).....	13
Tabla 4.2. Número de especies estimadas en España para diferentes grupos taxonómicos. FUENTE: Lizana y Viejo (2009).....	17
Tabla 4.3. Porcentaje de especies por grupo taxonómico afectado por cada uno de los impulsores directos de cambio en España. Fuente datos: UICN (2010).....	30
Tabla 4.4. Las fases relacionadas con la toma de decisiones relativa a la conservación de la biodiversidad. Cada una de las fases es igual de importante; sin embargo el elemento clave que actualmente está faltando en la mayoría de los procesos de toma de decisiones es el relacionado con la fases 2. Fuente datos: Rand <i>et al.</i> (2010).....	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.1. Composición, estructura y funcionamiento de la biodiversidad, interconectándose en cada uno de los niveles de organización: genes, especies, y comunidades. Basado en Noss (1990).	11
Figura 4.2. Relaciones entre la biodiversidad y los ecosistemas y el bienestar humano a través del suministro de servicios.	12
Figura 4.3. Combinaciones de caracteres funcionales de plantas e invertebrados del suelo más frecuentemente estudiados en la literatura científica, y su papel en el suministro de servicios. El grosor de las flechas indica que las asociaciones entre los caracteres funcionales y los servicios han sido más frecuentemente reportados en la literatura científica y con mayor evidencia científica. Fuente: Adaptado de De Bello <i>et al.</i> (2010).	14
Figura 4.4. Distribución del número de investigaciones científicas publicadas en <i>Conservation Biology</i> , <i>Biological Conservation</i> y <i>Biodiversity Conservation</i> entre los años 2000 y 2007 para cada uno de los grupos taxonómicos considerados. FUENTE: Martín-López <i>et al.</i> (2009).....	16
Figura 4.5. Ratio entre el esfuerzo investigador medido como el número de investigaciones científicas publicadas en <i>Conservation Biology</i> , <i>Biological Conservation</i> y <i>Biodiversity Conservation</i> entre los años 2000 y 2007 y el número de especies estimadas para cada uno de los grupos taxonómicos considerados.	17
Figura 4.6. Distribución por grupos taxonómicos del número de especies conocidas en España.....	18
Figura 4.7. Relación número de especies-área para las plantas vasculares de Europa. El punto de España (punto azul) muestra que la riqueza de especies de vegetación de nuestro país es superior a lo esperado en función de la relación entre área del país y número de especies. Fuente: Proença <i>et al.</i> (2009).	19
Figura 4.8. Comparación del número de vertebrados en función de su grado de endemidad y su distribución geográfica. Fuente: Elaboración propia a partir del Inventario Nacional de Biodiversidad.	19
Figura 4.9. Estado de conservación de las especies en España medido según el porcentaje de las especies evaluadas incluidas en las diferentes categorías de amenaza en función de (A) la Lista Roja de Especies Amenazadas de UICN, (B) los Libros Rojos de especies amenazadas nacionales, y (C) el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas (CNEA).....	22
Figura 4.10. Estado de conservación de las especies en España según el grupo taxonómico al que pertenezcan y en función de los Libros Rojos de especies amenazadas nacionales.	23
Figura 4.11. Proporción de especies catalogadas en diferentes categorías en los Libros Rojos nacionales (arriba) y en el CNEA (abajo) y según el grupo taxonómico al que pertenezcan.....	24
Figura 4.12. Evolución del Índice de la Lista Roja en los vertebrados españoles (arriba) y vegetación (abajo). Un valor de 1 indica que todas las especies de un grupo se considerarían incluidas en la categoría «preocupación menor» y por lo tanto, no se prevé que se extingan en el futuro inmediato. En comparación, un valor de 0 indica que todas las especies de un grupo se han extinguido. Un nivel	

- constante a lo largo del tiempo implica un riesgo permanente de extinción de las especies, y si el ritmo de pérdida de la diversidad biológica estuviera reduciéndose, las líneas del gráfico serían curvas ascendentes.....25
- Figura 4.13. Promedio de la proporción de especies de vertebrados amenazados para cada una de las clases en función de la clasificación establecida por los catálogos autonómicos de especies amenazadas.25
- Figura 4.14. Proporción de especies de vertebrados catalogados y amenazados con respecto al total de especies registradas en las Comunidades Autónomas evaluadas (arriba). Proporción de los vertebrados catalogados en cada una de las categorías consideradas por el CNEA en cada una de las Comunidades Autónomas. En el País Vasco las especies catalogadas aquí como “vulnerables” están originalmente clasificadas como “raras”; similarmente en la Comunidad Valenciana las especies clasificadas como “de interés especial” se corresponde con las que el catálogo autonómico considera como “protegidas”.....26
- Figura 4.15. Proporción de especies de vertebrados catalogados como amenazados con respecto al total de especies registradas en las Comunidades Autónomas evaluadas en función de los grupos taxonómicos considerados de vertebrados.....27
- Figura 4.16. Estado de conservación de las razas ganaderas autóctonas en España medido según los datos del sistema de información de diversidad de animales domésticos de la FAO (<http://dad.fao.org/>).28
- Figura 4.17. Principales impulsores directos de cambio que afectan a las especies en España. Fuente datos: UICN (2010). 30
- Figura 4.18. Efecto de los principales impulsores directos de cambio sobre las especies amenazadas en España. Fuente datos: UICN (2010).....31
- Figura 4.19. Efecto de los principales impulsores directos de cambio sobre las especies endémicas de la Península Ibérica e Islas Baleares y Canarias. Fuente datos: UICN (2010). 31
- Figura 4.20. Riqueza potencial para el presente (izquierda) y los períodos 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100 riqueza de especies forestales. Los colores van desde el azul oscuro (menos de 6 especies) hasta el rojo (más de 40 especies). Los modelos de distribución de especies predicen una pérdida general y progresiva de la biodiversidad a lo largo del siglo. Fuente datos: PNACC (<http://secad.unex.es/wiki/libroOECC/index.php>) 32
- Figura 4.21. Efecto de los principales impulsores directos de cambio sobre los ecosistemas españoles. Fuente datos: UICN (2010).....33
- Figura 4.22. Distribución de las zonas anóxicas asociadas con la eutrofización costera. Fuente datos: Díaz y Rosenberg (2008). 33
- Figura 4.23. Impulsores directos de cambio futuros en la biodiversidad marina del Mar Mediterráneo. Fuente datos: Coll *et al.* (2010).....34
- Figura 4.24. Ilustración del concepto de umbral de cambio. Las crecientes presiones sobre la diversidad biológica suponen el riesgo de llevar algunos ecosistemas a nuevos estados con graves ramificaciones para el bienestar humano cuando se sobrepasen el punto de no retorno. Aunque no es fácil determinar la ubicación exacta de los umbrales de cambio, una vez que un ecosistema pasa a un nuevo estado, puede resultar muy difícil, si no imposible, devolverlo a su estado anterior. Fuente: CDB (2010). 35
- Figura 4.25. Evolución temporal del número de áreas protegidas y de la extensión total protegida. Fuente: EUROPARC.....38
- Figura 4.26. Evolución temporal del número de Estrategias Nacionales de Conservación de Especies. Fuente: Lizana y Viejo (2009). 39
- Figura 4.27. Distribución de los presupuestos de conservación entre los años 2003-2007 según los diferentes grupos taxonómicos. Fuente: Martín-López *et al.* (2009). 40
- Figura 4.28. Comparación de las distintas estrategias de conservación actuales en función de cómo son los incentivos (directos o indirectos –eje X- y económicos o sociales –eje Y-). El color de cada una de las estrategias muestra cómo de resilientes y vulnerables son, así como su capacidad de mantenerse a largo plazo (ver la leyenda). Los proyectos integrados de conservación y desarrollo se encuentran en una situación especial pues en principio nacieron con el objetivo ser incentivos económicos, pero más tarde han evolucionado hacia estrategias de cogestión. Fuente: Martín-López (2007).....41

MENSAJES CLAVE

La biodiversidad es de vital importancia para las personas porque constituye el sostén de una gran variedad de servicios de los ecosistemas de los cuales dependen las sociedades humanas, aunque es común que esa importancia se subestime o desconozca por completo. La biodiversidad es la base del suministro de servicios de los ecosistemas que generan y mantienen el bienestar humano. De hecho, en los últimos años a los diferentes componentes de la biodiversidad con capacidad de generar servicios de los ecosistemas se le ha denominado *proveedores de servicios*. Sin embargo, es el componente relacionado con la diversidad funcional el que parece que contribuye en mayor medida al suministro de los servicios, especialmente de los servicios de regulación.

El estado del conocimiento sobre la biodiversidad de España aparece sesgado hacia los grupos taxonómicos filogenéticamente cercanos al ser humano, generando una información asimétrica sobre el estado de la biodiversidad y el papel de ésta como proveedora de servicios. A pesar de que el grupo de vertebrados supone sólo el 2% del número de especies de la biodiversidad española conocida, los mayores esfuerzos de investigación, así como la atención política ligada a la conservación de la administración y de las organizaciones no gubernamentales recae sobre este pequeño grupo. De hecho, el grupo de vertebrados ha focalizado el 67% de las investigaciones científicas publicadas en las principales revistas de conservación internacionales.

La gran diversidad de ecosistemas que España alberga promueve una elevada diversidad de especies vegetales y animales, haciendo a España responsable de la conservación de la mayor riqueza específica o biodiversidad de Europa occidental. Al menos un 54% del número total de especies conocidas en Europa se encuentra en España y cerca del 50% de las especies endémicas de Europa están presentes en nuestro país. Entre los vertebrados, son los anfibios quienes mayor grado de endemidad presentan, siendo el 64% de las especies endémicas de España y Portugal. A los anfibios le siguen los peces y reptiles que gozan de un 58% y 56% de endemidad en la Península Ibérica y la región insular.

La biodiversidad de España está sufriendo un proceso de erosión similar al que se está dando en el contexto mundial y europeo y por tanto no cumplirá con los objetivos del Año de la Biodiversidad: parar las tasas de extinción para el año 2010. El 24% de los vertebrados españoles están amenazados según los Libros Rojos nacionales, siendo los peces continentales y anfibios los taxones con mayor porcentaje de especies amenazadas (55% y 31%, respectivamente). Según el Índice de las Listas Rojas (RLI), la proporción de vertebrados que se espera que sigan existiendo en un futuro próximo sin medidas adicionales de conservación se ha reducido con el paso del tiempo. Las especies de peces continentales son las que más rápidamente se están acercando al peligro de extinción según el RLI.

La diversidad genética se está perdiendo en los agroecosistemas ya que casi la mitad de las razas ganaderas autóctonas españolas se encuentran amenazadas, siendo las razas de ganadería porcina, equina y bovina las que registran mayor grado de extinción, con más del 65% de las razas amenazadas.

Son varios los impulsores directos de cambio que tienen un efecto sobre el estado y tendencia de la biodiversidad: cambios de usos del suelo, contaminación, cambio climático, sobre-explotación e introducción de especies exóticas invasoras. De todos ellos, los cambios de usos del suelo es el impulsor que ejerce mayor presión sobre la biodiversidad de España. Por grupos de organismos, son los anfibios los que más presión están recibiendo por parte de los impulsores directos de cambio. Los ecosistemas acuáticos continentales se encuentran afectados sinérgicamente por todos los impulsores directos de cambio, siendo por tanto los ecosistemas más vulnerables en España.

El estado de conservación de la mayoría de especies y ecosistemas sigue siendo preocupante a pesar de la red creada de Espacios Naturales Protegidos. Los cambios de usos del suelo conforman el principal impulsor directo de cambio para nuestros ecosistemas, por lo que la red de Espacios Naturales Protegidos resulta ser una medida insuficiente si no se detienen las tasas de transformación de los ecosistemas.

Los principales grupos taxonómicos responsables de la mayoría del suministro de servicios de los ecosistemas son aquellos que reciben menor atención científica y política para su conservación, afectando así a la capacidad de los ecosistemas y la biodiversidad de proveer servicios básicos para el mantenimiento del bienestar humano.

1. Introducción

El aumento significativo en las tasas de pérdida de biodiversidad a escala global, europea y nacional durante los últimos siglos pone de manifiesto el importante impacto de las actividades humanas sobre los ecosistemas (Sala *et al.*, 2000; MA, 2005; Butchart *et al.*, 2010; Hoffman *et al.*, 2010). Recientes estudios muestran que el 20% de los vertebrados mundiales se encuentran amenazados (Hoffmann *et al.*, 2010), siendo el 20% de mamíferos, 12% de aves y 32% de anfibios. En Europa, la población de aves forestales ha descendido en un 15% desde 1990 y el 52% de las especies consignadas en la Directiva Hábitats presentan un estado de conservación desfavorable (EEA, 2010). Esta pérdida de biodiversidad implica una pérdida en la estabilidad de los ecosistemas ya que las especies tienen un papel fundamental en su funcionamiento (Chapin *et al.*, 2000; Hooper *et al.*, 2005), lo que implica una pérdida en los servicios que la naturaleza suministra al ser humano (MA, 2005; Díaz *et al.*, 2007). Por ello, la evaluación del estado de la biodiversidad está promoviendo que el conocimiento no sea sólo de especies o ecosistemas, sino también se encuentra asociado con los servicios de los ecosistemas y el bienestar humano que éstos generan. De hecho, la pérdida de la biodiversidad ha pasado de ser no sólo una preocupación de los ecólogos o conservacionistas, sino una parte esencial del debate sobre el bienestar humano y la sostenibilidad del estilo de vida de la sociedad (EEA, 2010a).

En este contexto, en octubre del año 2010 se celebró en Nagoya (Japón) la X Conferencia del Convenio de Diversidad Biológica (CDB) donde se puso de manifiesto que habíamos fracasado en detener la pérdida de biodiversidad para ese mismo año y se evaluó su efecto en la pérdida de los servicios de los ecosistemas. Por ello, se adoptó un nuevo Plan Estratégico para los próximos 10 años que pretende guiar los esfuerzos internacionales y nacionales de conservación de la biodiversidad (EEA, 2009). Es por ello, que España en el contexto de la Unión Europea está comprometida a detener la pérdida de biodiversidad para el año 2020. El presente capítulo pretende ser una evaluación objetiva del estado de la biodiversidad en nuestro país, en la que además se considera su papel en el mantenimiento de un flujo diverso y variado de servicios y se analizan las estrategias de conservación establecidas hasta el momento.

El capítulo se estructura de la siguiente manera: (2) se revisa qué es la biodiversidad y su importancia en el mantenimiento del bienestar humano, (3) se analiza el estado del conocimiento y (4) la tendencia de la biodiversidad en España, (5) se exploran los principales impulsores directos de cambio que afectan a las especies en nuestro país, (6) se analizan y (7, 8) se proponen estrategias de conservación.

2. La biodiversidad: ¿qué es y por qué es importante?

- Definición formal: La biodiversidad es la variabilidad de los organismos vivos que habitan los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos, así como las complejas relaciones ecológicas que se establecen entre ellos; comprendiendo así la variabilidad genética dentro de las especies, la diversidad entre especies y los ecosistemas.
- Para otros autores (Pineda, 1998) la *biodiversidad* es la sucesión ininterrumpida de especies que han poblado el planeta desde los comienzos de la vida hasta la actualidad. Las especies que constituyen esta sucesión en cada momento y en cada lugar representa la *diversidad biológica*.
- La biodiversidad es de vital importancia para las personas porque constituye el sostén de una gran variedad de servicios de los ecosistemas de los cuales dependen gran parte del bienestar de las sociedades humanas, aunque es común que esa importancia se subestime o desconozca por completo.
- Cuando se pierde algún elemento de la biodiversidad, los ecosistemas pierden capacidad adaptativa frente a las perturbaciones (resiliencia) y los servicios que prestan se ven amenazados. Sin embargo, es el componente relacionado con la diversidad funcional el que contribuye en mayor medida al suministro de los servicios de los ecosistemas, principalmente los servicios de regulación que condicionan en gran parte, el resto de servicios de abastecimiento y culturales.

2.1. ¿Qué entendemos por biodiversidad?

El Convenio sobre Diversidad Biológica celebrado en Río de Janeiro en 1992 define la diversidad biológica como '*la variabilidad de organismos vivos que habitan los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende así la variabilidad genética dentro de las especies, la diversidad entre especies y de los ecosistemas*'. La importancia de esta definición radica en la atención que pone sobre la complejidad de la biodiversidad.

Sin embargo, para algunos autores hay que distinguir entre biodiversidad y diversidad biológica. Así, Pineda (1998) define la biodiversidad como la sucesión ininterrumpida de especies que han poblado el planeta desde los comienzos de la vida hasta la actualidad. Las especies que constituyen esta sucesión en cada momento y en cada lugar representa la diversidad biológica.

Una aproximación más detallada sobre el concepto de biodiversidad debe realizarse considerando jerarquías de los diferentes niveles de organización (genes, especies y comunidades). La diversidad del componente genético se refiere a la variabilidad entre especies, como medida de la variedad en los genes dentro de determinadas especies, subespecies o poblaciones. La diversidad de las especies/poblaciones se refiere a la variedad de las especies actuales y de sus poblaciones a escala local, regional o global. La diversidad del componente comunidades se refiere a un grupo de diferentes organismos que habitan en un mismo ambiente o área e interactúan fuertemente a través de las relaciones tróficas y espaciales (Noss 1990).

Cada uno de estos niveles de organización puede ser dividido en componentes de composición, estructura y funcionamiento (Franklin *et al.*, 1988). Composición se corresponde con la identidad y variedad de elementos y por tanto incluye listas de especies o medidas de diversidad específica o genética. Estructura es la forma en que los elementos se organizan en el sistema. El funcionamiento incluye los procesos evolutivos y ecológicos; así como las interrelaciones que se establecen entre los diferentes componentes del sistema (Noss, 1990). Como se puede observar en la Figura 4.1, la composición, estructura y funcionamiento son componentes interdependientes y se encuentran interconectados dentro de una esfera más grande (p.ej. Doñana, Andalucía, España o Europa).

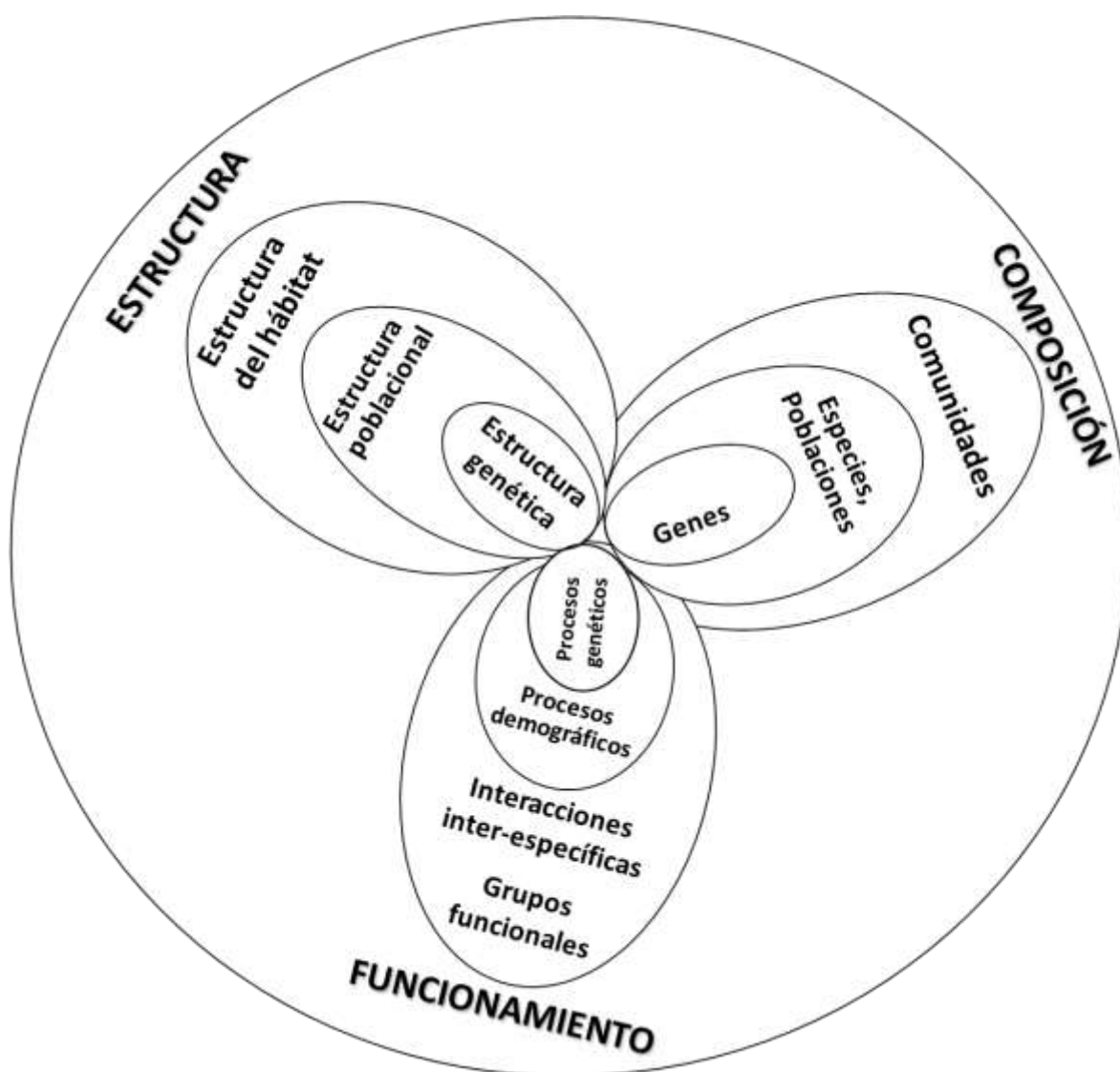


Figura 4.1. Composición, estructura y funcionamiento de la biodiversidad, interconectándose en cada uno de los niveles de organización: genes, especies, y comunidades. Basado en Noss (1990).

2.2. ¿Por qué es importante la biodiversidad?

La biodiversidad es la base del mantenimiento de un flujo diverso y variado de servicios que determina en gran parte el Bienestar Humano. De hecho, la biodiversidad juega un papel clave en el mantenimiento de las funciones de los ecosistemas que tienen capacidad de suministrar servicios de abastecimiento, de regulación y culturales a la sociedad (Figura 4.2).

El papel que juegan los ecosistemas y la biodiversidad que albergan en el suministro de los servicios de los ecosistemas es uno de los retos académicos y científicos más importante en el contexto de la evaluación de los servicios. Recientemente, han existido diferentes intentos para clarificar las relaciones entre biodiversidad y suministro de servicios, focalizado su atención en determinar cómo los diferentes componentes de la biodiversidad contribuyen al suministro de los servicios de los ecosistemas (Luck *et al.*, 2009). Para evaluar en qué medida la biodiversidad suministra un flujo diverso de servicios, primeramente, se requiere reconocer cuáles son los procesos ecológicos que subyacen al suministro de determinados servicios e identificar cuáles son los organismos o grupo de organismos que controlan dichos procesos (Hooper *et al.*, 2005; Kremen, 2005). Muchos estudios han tratado de documentar el efecto que tiene la biodiversidad sobre el suministro de los servicios de los ecosistemas, pero la mayoría de ellos se han centrado en estudios a pequeña escala y experimentos a corto plazo, que no generan información válida para la gestión de los ecosistemas y la biodiversidad (Carpenter *et al.*, 2009). Por

ejemplo, diferentes estudios han tratado de determinar estos aspectos identificando el papel funcional en el suministro de servicios de los polinizadores (Kremen *et al.*, 2007), de determinadas especies de plantas como fijadoras de nitrógeno (Spehn *et al.*, 2002), de especies ingenieras en la formación del suelo (Wardle *et al.*, 2004), de diferentes grupos de microorganismos y de la fauna en la formación y fertilidad del suelo (Wall, 2004), y el papel de determinadas especies de plantas acuáticas en la depuración y regulación hídrica (Engelhardt y Ritchie, 2002).



Figura 4.2. Relaciones entre la biodiversidad y los ecosistemas y el bienestar humano a través del suministro de servicios.

A la componente de la estructura biológica de los ecosistemas con capacidad para generar servicios se la ha denominado unidad suministradora de servicios (Luck *et al.*, 2003) o proveedores de servicios (Kremen, 2005). El término de unidad suministradora de servicios se creó en el año 2003 para hacer referencia a las poblaciones de especies que contribuían a suministrar servicios localmente (Luck *et al.*, 2003). Posteriormente, en el año 2005, se identificó el papel que tienen la diversidad funcional, las poblaciones, comunidades y gremios en el suministro de servicios a la sociedad bajo el concepto de proveedores de servicios (Kremen, 2005). De hecho, ambos conceptos se usan actualmente de manera conjunta para indicar las características requeridas de una especie, comunidad o hábitat para suministrar servicios en función de la demanda realizada por los beneficiarios (Luck *et al.*, 2009).

De esta manera el concepto de *proveedor de servicios* hace referencia a *aquellas poblaciones, comunidades, grupos funcionales, caracteres funcionales, tipos de hábitats con capacidad de generar servicios a la sociedad* (Harrington *et al.*, 2010, Petrosillo *et al.*, 2010; Termorshuizen y Opdam, 2010).

La tabla 4.1 muestra cómo se relacionan diferentes componentes de la biodiversidad con el suministro de servicios.

Tabla 4.1. Servicios de los ecosistemas y su relación directa o indirecta con los proveedores de servicios. El componente clave hace referencia a los diferentes niveles de biodiversidad reconocidos por Noss (1990). La escala espacial hace referencia a la escala en la que el proveedor del servicio opera para suministrar dicho servicio. Fuente: Adaptado de Petrosillo *et al.* (2010), Kremen (2005) y Kinzing *et al.* (2007).

Servicio de los ecosistemas	Proveedores de servicios	Componente clave de la biodiversidad	Escala espacial
Abastecimiento			
Alimento	Especies y usos del suelo	Genes, especies, poblaciones, hábitats	Local-regional
Fibras vegetales	Vegetación	Especies, poblaciones	Local
Productos medicinales	Vegetación, microorganismos, vertebrados	Genes, especies, poblaciones	Local
Regulación			
Estabilidad climática	Vegetación y usos del suelo	Comunidades, hábitats y usos del suelo	Local-global
Purificación del aire	Microorganismos, vegetación y usos del suelo	Especies, poblaciones, grupos funcionales	Regional-global
Mitigación de riadas y sequías	Vegetación y usos del suelo	Comunidades, hábitats	Local-regional
Depuración del agua	Vegetación, microorganismos, e invertebrados acuáticos, y usos del suelo	Especies, poblaciones, comunidades, grupos funcionales, hábitats	Local-regional
Formación y fertilidad del suelo	Invertebrados del suelo, microorganismos del suelo, vegetación fijadora de nitrógeno, materia orgánica	Especies, poblaciones, comunidades, grupos funcionales, hábitats	Local
Polinización	Vegetación, insectos y aves	Especies, poblaciones, comunidades, grupos funcionales, hábitats	Local
Control biológico	Invertebrados parasitoides y depredadores	Especies, poblaciones, comunidades, grupos funcionales, hábitats	Local-regional
Culturales			
Valor estético	Biodiversidad en conjunto	Especies, Poblaciones, Comunidades, Hábitats	Local-regional
Actividades recreativas	Peces, aves, y mamíferos (especies cinegéticas)	Especies, Poblaciones	Local

En general, la pérdida de alguno de estos componentes de la biodiversidad puede tener distintos efectos en el funcionamiento de los ecosistemas y, por tanto, en el suministro de servicios hacia la sociedad. Sin embargo, *es el componente relacionado con la diversidad funcional -esto es, el tipo, rango y abundancia relativa de los caracteres funcionales presentes en una comunidad (Díaz *et al.*, 2006)- el que contribuye en mayor medida al suministro de los servicios de los ecosistemas, principalmente los servicios de regulación (Díaz *et al.*, 2007; Martín-López *et al.*, 2007)*. Además, recientemente se ha reconocido que la mayoría de los proveedores de servicios están directa o indirectamente relacionados con los hábitats y usos del suelo (Petrosillo *et al.*, 2010) o con diferentes paisajes (Termorshuizen y Opdam, 2010) (Tabla 4.1).

Recientemente, De Bello *et al.* (2010) recopilaron 247 publicaciones en las que se exploraban las relaciones entre caracteres funcionales y servicios en diferentes ecosistemas y con diferentes taxones, demostrando que en el 69% de los casos se establecía una clara relación direccional entre caracteres

funcionales y el suministro de servicios de los ecosistemas. Además, encontraron que dentro de un mismo grupo de organismos se establecían combinaciones de caracteres funcionales clave que controlaban diferentes funciones de los ecosistemas y, por tanto, el suministro de determinados servicios. Por ejemplo, en las plantas la combinación de los caracteres asociados con la química y el área específica de las hojas, la estructura del dosel y el tamaño y arquitectura de las raíces de las plantas favorecen el suministro de muchos servicios de regulación: estabilidad climática, regulación hídrica, formación y fertilidad del suelo, y control de plagas (Figura 4.3). Además, estos caracteres asociados con el tamaño del cuerpo de los invertebrados del suelo favorecen en mayor medida el suministro de los servicios de formación y fertilidad del suelo (Figura 4.3). Por tanto, las combinaciones de los caracteres funcionales también se dan a diferentes niveles tróficos. Las interacciones tróficas son claves para mantener un flujo variado de servicios y, por tanto, los caracteres que afectan a las relaciones entre especies de diferentes niveles tróficos han de ser considerados (Anton *et al.*, 2010).

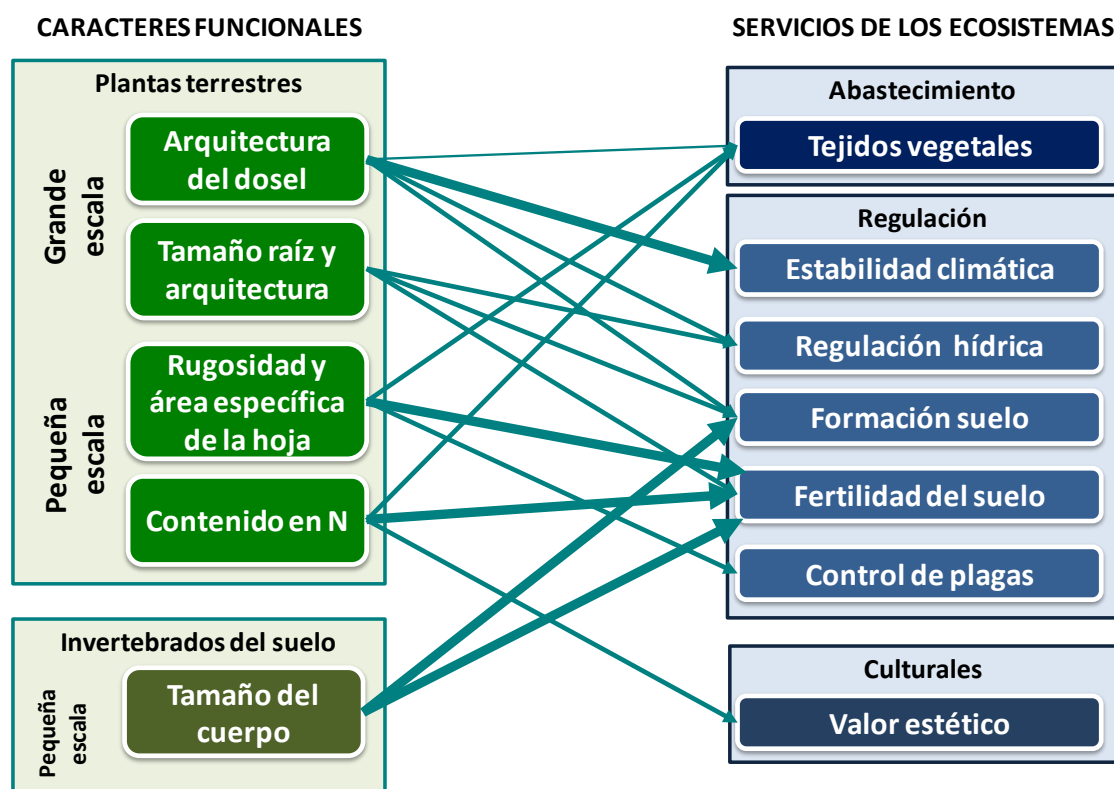


Figura 4.3. Combinaciones de caracteres funcionales de plantas e invertebrados del suelo más frecuentemente estudiados en la literatura científica, y su papel en el suministro de servicios. El grosor de las flechas indica que las asociaciones entre los caracteres funcionales y los servicios han sido más frecuentemente reportados en la literatura científica y con mayor evidencia científica. Fuente: Adaptado de De Bello *et al.* (2010).

3. El conocimiento de la biodiversidad en España

- A pesar de las numerosas técnicas y bases de datos, resulta muy difícil cuantificar la biodiversidad de manera precisa. Sin embargo, se necesita un conocimiento preciso para conocer cómo los cambios en la biodiversidad afectan al bienestar humano a través del flujo de servicios, y cómo los impulsores de cambio directos e indirectos afectan al estado de la biodiversidad.
- Existen numerosas formas de medir la biodiversidad, sin embargo, la riqueza específica (número de especies en un determinado área) representa una de las medidas más utilizadas y, por tanto, es bastante útil para realizar estudios comparativos en el tiempo y en el espacio.
- Por otro lado, el estado del conocimiento sobre la diversidad específica aparece sesgado en España hacia los grupos taxonómicos filogenéticamente cercanos al ser humano, generando una información asimétrica sobre el estado de la biodiversidad y el papel de ésta como proveedora de servicios.
- La gran diversidad de ecosistemas que España alberga promueve una elevada diversidad de especies vegetales y animales, haciendo a España responsable de la conservación de la mayor diversidad específica de Europa occidental.

3.1. Evaluación del conocimiento de la biodiversidad en España

Para evaluar el estado y tendencia de la biodiversidad es necesario medir la riqueza y abundancia de los organismos vivos a lo largo del espacio y del tiempo, considerando la riqueza específica (número de especies), los caracteres funcionales (o diversidad funcional) y las interacciones establecidas entre especies y comunidades que afectan a las funciones de los ecosistemas (p.ej. polinización o control de plagas). Sin embargo, a pesar de la multidimensionalidad asociada al concepto de biodiversidad (Figura 4.1), la medida más desarrollada es la riqueza específica. De hecho, incluso para este componente, que es donde se ha generado un mayor conocimiento (más aún después de los proyectos de *Fauna Ibérica* y *Flora Ibérica*), existe un vacío de información asociado especialmente con determinados grupos taxonómicos y ecosistemas. En general, son las plantas, los invertebrados y los microorganismos, los grupos taxonómicos que reciben menor atención científica. Por tanto, cualquier estimador de la biodiversidad, medido como número de especies, es una infravaloración de la misma.

Un análisis de las investigaciones científicas publicadas en las revistas de conservación de referencia a nivel mundial (*Conservation Biology*, *Biological Conservation* y *Biodiversity and Conservation*) durante los años 2000-2007 muestra que *el 67% de la información científica se focaliza en vertebrados, siendo la atención científica dirigida especialmente a los grupos taxonómicos de aves y mamíferos* (Figura 4.4). Por el contrario, los invertebrados, la vegetación y los hongos sólo reciben el 14%, 18% y 1% de la atención científica respectivamente. Por otro lado, este predominio de las clases de mamíferos y aves se manifiesta en toda la serie temporal analizada, acaparando más del 50% de las publicaciones en todos los años, con excepción del año 2002 y 2006.

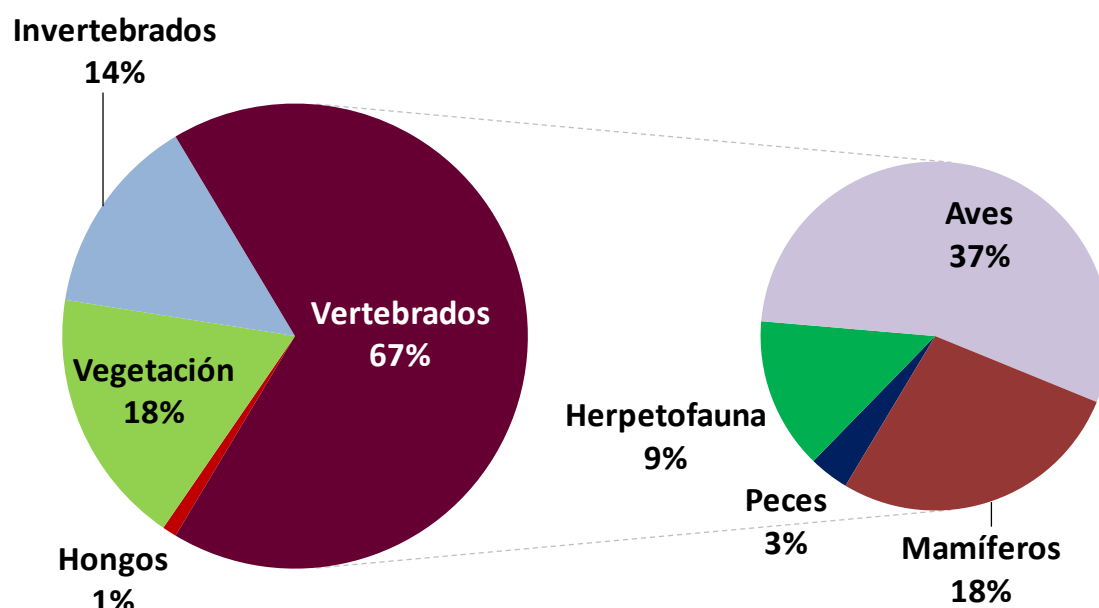


Figura 4.4. Distribución del número de investigaciones científicas publicadas en *Conservation Biology*, *Biological Conservation* y *Biodiversity and Conservation* entre los años 2000 y 2007 para cada uno de los grupos taxonómicos considerados. FUENTE: Martín-López *et al.* (2009).

Sin embargo, este conocimiento sesgado hacia la megafauna no es representativo del número de especies que integran cada uno de los grupos taxonómicos analizados. Una reciente estimación del número de especies que conforman la biodiversidad española muestra cómo son los invertebrados y los hongos aquellos grupos taxonómicos que mayor número de especies contienen (Tabla 4.2).

En total se estiman en torno a 95.000-98.000 especies de hongos, flora y fauna en España, aunque como se presentó anteriormente se trata de una cifra conservadora ya que el conocimiento es muy escaso especialmente en el caso de los invertebrados y los hongos. De hecho, estimando el ratio de publicaciones actuales en revistas científicas en función del número de especies conocidas, se puede observar un incremento exponencial según nos acercamos a los vertebrados, especialmente a los mamíferos (Figura 4.5). Por tanto, el grado de conocimiento de la biodiversidad española puede considerarse muy débil para los grupos de protistas (algas, protozoos, etc.), hongos e invertebrados, débil para la vegetación, y bueno para los vertebrados, aunque el conocimiento de los peces marinos resulta moderado.

A pesar de que el grupo de vertebrados supone el 2% del número de especies de la biodiversidad española conocida (Figura 4.6), los mayores esfuerzos de investigación (tanto en conocimiento como en presupuesto científico), así como la atención política ligada a la conservación de la administración y de las organizaciones no gubernamentales recae sobre este pequeño grupo.

Tabla 4.2. Número de especies estimadas en España para diferentes grupos taxonómicos. FUENTE: Lizana y Viejo (2009).

(*) Esta cifra incluye aves reproductoras, así como migradoras e invernantes que no se reproducen en España

Grupos taxonómicos	Especies estimadas
Hongos	20.790
Vegetación	8.000-9.000
Animales	66.948-68.948
<i>Invertebrados</i>	<i>65.218-67.218</i>
<i>Artrópodos</i>	<i>58.000-60.000</i>
<i>No artrópodos</i>	<i>7.218</i>
<i>Vertebrados</i>	<i>1.730</i>
<i>Peces marinos</i>	<i>600-1.000</i>
<i>Peces continentales</i>	<i>69</i>
<i>Anfibios</i>	<i>35</i>
<i>Reptiles</i>	<i>87</i>
<i>Aves</i>	<i>521*</i>
<i>Mamíferos</i>	<i>158</i>

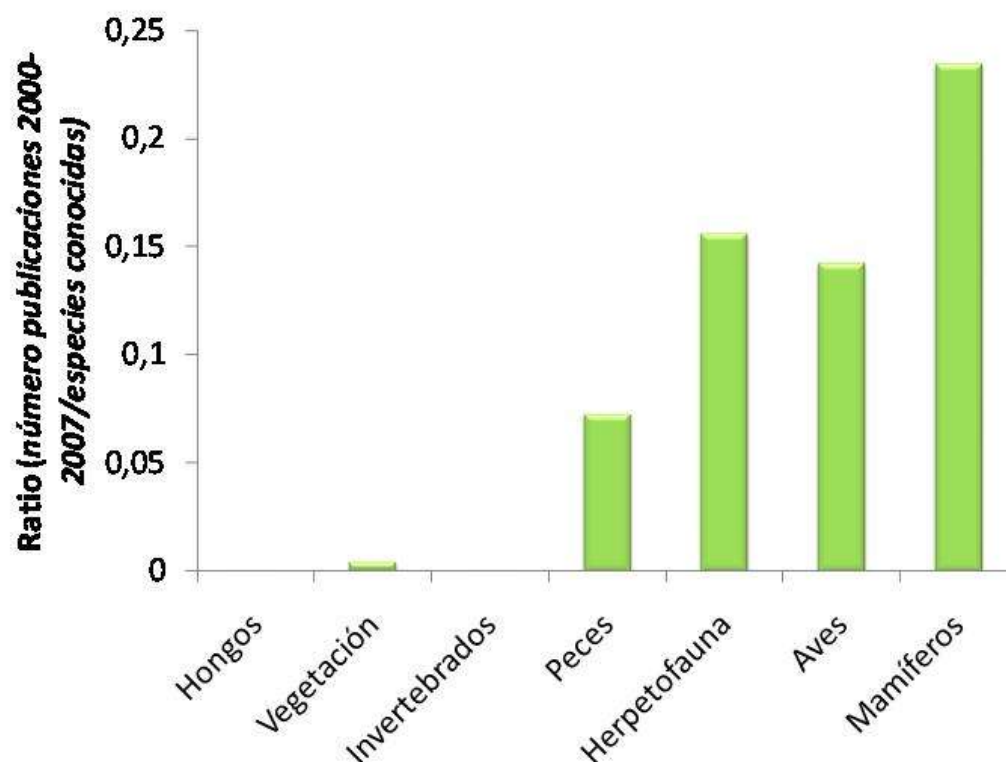


Figura 4.5. Ratio entre el esfuerzo investigador medido como el número de investigaciones científicas publicadas en *Conservation Biology*, *Biological Conservation* y *Biodiversity and Conservation* entre los años 2000 y 2007 y el número de especies estimadas para cada uno de los grupos taxonómicos considerados.

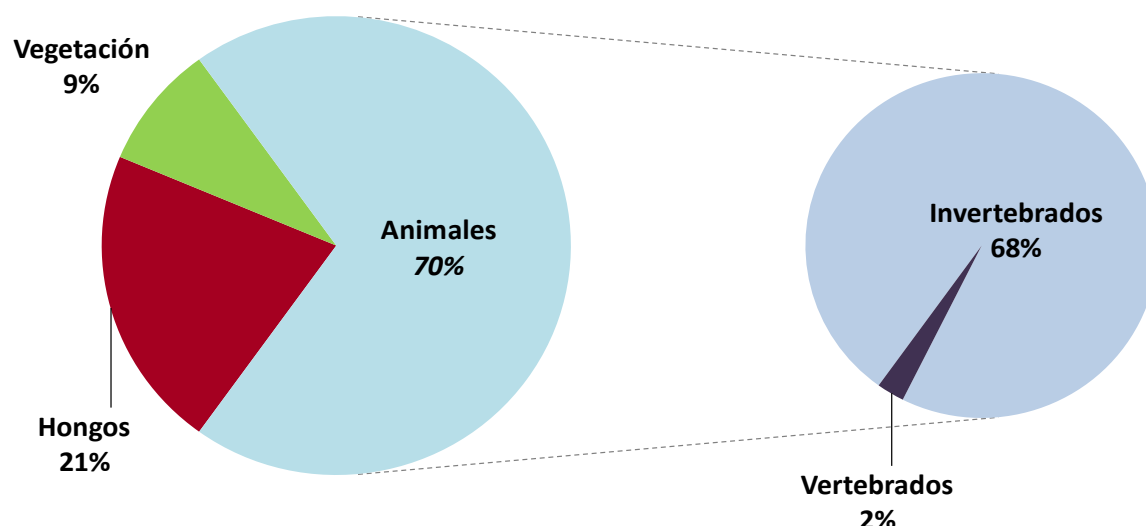


Figura 4.6. Distribución por grupos taxonómicos del número de especies conocidas en España.

3.2. La biodiversidad española en el contexto europeo

La gran diversidad de ecosistemas que España alberga promueve una elevada diversidad de especies vegetales y animales, haciendo a España responsable de la conservación de la mayor diversidad específica de Europa occidental (Lizana y Viejo 2009). Al menos un 54% del número total de especies conocidas en Europa se encuentra en España y cerca del 50% de las especies endémicas de Europa están presentes en nuestro país (Lizana y Viejo, 2009). Por otro lado, las regiones con mayor grado de endemismo de nuestro país son las zonas montañosas y las áreas insulares. Por ejemplo, en Canarias durante la década 1990-1999 se ha venido describiendo una especie nueva cada seis días, suponiendo un dato récord para Europa.

En el caso de los hongos, líquenes, musgos y plantas vasculares, la biodiversidad de España supone el 80% de las existentes en la Unión Europea y casi el 60% de las que se hallan en todo el continente. Además, del grupo de las plantas vasculares, 1.500 son especies endémicas de España y otras 500 son endemismos compartidos con el norte de África (Lizana y Viejo, 2009). Asimismo, la diversidad de plantas encontradas en España es la más rica de toda Europa y muy superior a la esperada dada su superficie (Figura 4.7).

En el caso de los vertebrados, son los anfibios quienes mayor grado de endemismo presentan, siendo el 64% de las especies endémicas de España y Portugal. A los anfibios le siguen los peces y reptiles que gozan de un 58% y 56% de endemismo en la Península Ibérica y la región insular. En cambio, el grado de endemismo de las aves es del 4% y el de los mamíferos terrestres es del 13.2% (Figura 4.8).

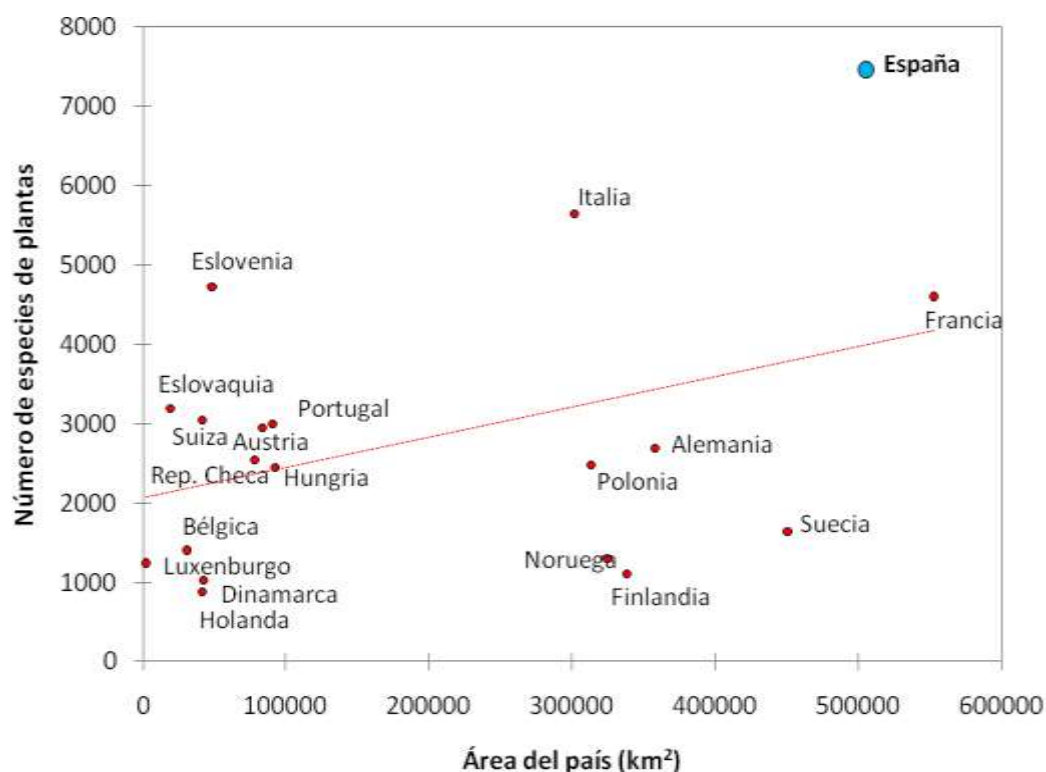


Figura 4.7. Relación número de especies-área para las plantas vasculares de Europa. El punto de España (punto azul) muestra que la riqueza de especies de vegetación de nuestro país es superior a lo esperado en función de la relación entre área del país y número de especies. Fuente: Proença *et al.* (2009).

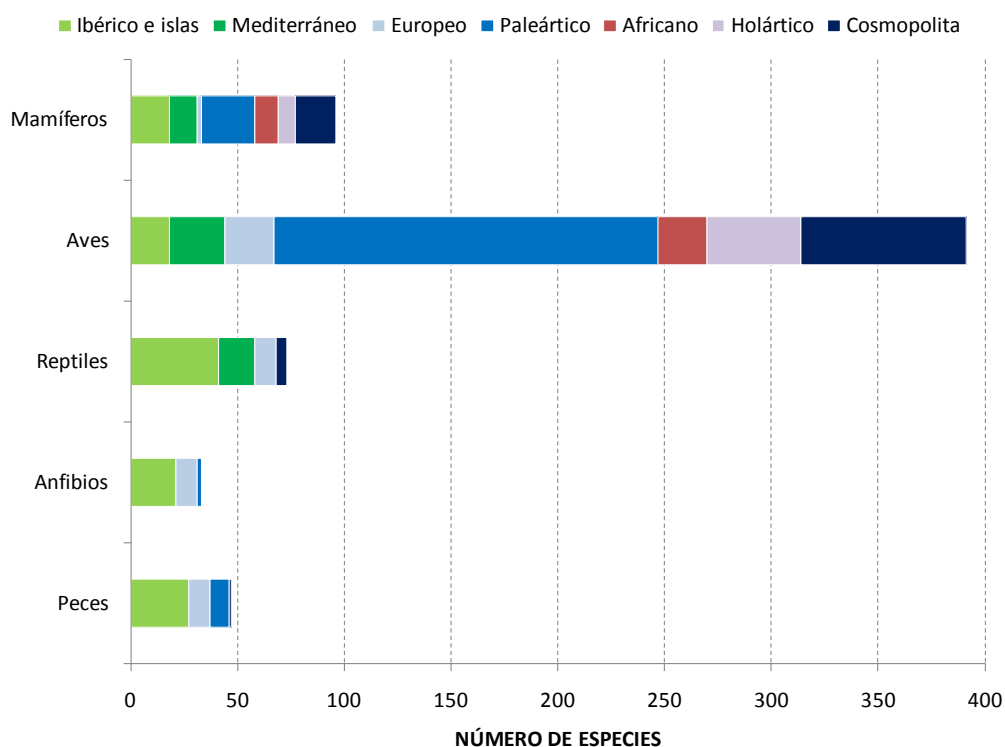


Figura 4.8. Comparación del número de vertebrados en función de su grado de endemismo y su distribución geográfica. Fuente: Elaboración propia a partir del Inventario Nacional de Biodiversidad.

4. El estado y tendencias de la conservación de la biodiversidad en España

- La biodiversidad de España está sufriendo un proceso de erosión similar al que se está dando en el contexto mundial y europeo, donde entre el 40% y el 68% de las especies evaluadas aparecen en alguna categoría de amenaza.
- El 24% de los vertebrados españoles están amenazados según los Libros Rojos nacionales, siendo los peces continentales y anfibios los taxones con mayor porcentaje de especies amenazadas.
- Según el Índice de las Listas Rojas (RLI), la proporción de vertebrados que se espera que sigan existiendo en un futuro próximo sin medidas adicionales de conservación se ha reducido con el paso del tiempo.
- Canarias, el País Vasco y Extremadura tienen el 39%, el 25%, y el 21%, respectivamente, de sus vertebrados en alguna de las categorías de amenaza.
- La diversidad genética se está perdiendo en los agroecosistemas ya que el 47% de las razas ganaderas autóctonas españolas se encuentran amenazadas.

4.1. Estado y tendencia de la diversidad de especies en España

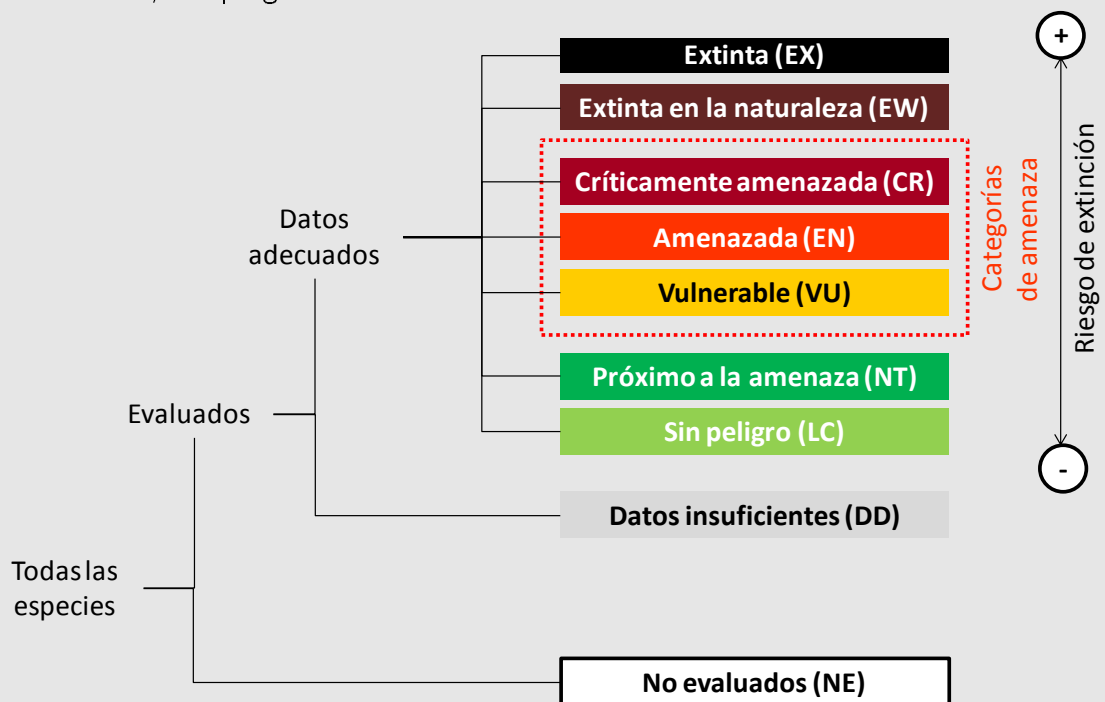
La Lista Roja de Especies Amenazadas del año 2010 publicada por la Unión Internacional de la Conservación de la Naturaleza (UICN) (<http://www.iucnredlist.org/>), reconoce que el 20% de la vegetación y fauna evaluada española aparece en alguna categoría de amenaza -críticamente amenazada (CR), amenazada (EN), o vulnerable (VU)-. Este dato concuerda con las tendencias globales de pérdida de especies recientemente presentadas en la X Cumbre del Convenio de Diversidad Biológica (CDB) en Nagoya (Japón), donde se concluyó que el 20% de los vertebrados del mundo están amenazados (Hoffmann *et al.*, 2010).

Sin embargo, si analizamos los datos de los recientes Libros y Listas Rojas nacionales publicados por el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (<http://www.mma.es/portal/secciones/biodiversidad/inventarios/inb/>), se observa que el 68% de las plantas y fauna evaluada aparece en alguna categoría de amenaza. Por último, el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas (CNEA) incluye el 40.5% de las especies en alguna categoría de amenaza, esto es “en peligro”, “sensible a la alteración del hábitat” o “vulnerable” (Figura 4.9). . Estos datos concuerdan con los obtenidos por la Agencia Europea de Medio Ambiente para Europa, donde se estima que el 52% de las especies consignadas en la Directiva Hábitats presentan un estado de conservación desfavorable (EEA, 2010a).

¿Cómo se estima el riesgo de extinción de las especies?

Las categorías de la Lista Roja de la UICN reflejan la probabilidad de extinción de una especie si persisten las condiciones actuales. La situación de riesgo en que se encuentran las especies se basa en la información recabada con la labor de miles de científicos de todo el mundo en el caso de la Lista Roja mundial (<http://www.iucnredlist.org/>), o por expertos y científicos españoles en el caso de las Listas y Libros Rojos nacionales.

Las estimaciones se realizan siguiendo un sistema riguroso por el cual se clasifica a las especies en una categoría de las ocho de la lista: extinta (EX), extinta en estado silvestre (EW), en peligro crítico de extinción (CR), en peligro (EN), vulnerable (VU), casi amenazada (NT), preocupación menor (LC) y datos insuficientes (DD). Se consideran amenazadas las especies clasificadas en las categorías “en peligro crítico de extinción”, “en peligro” o “vulnerable”.



La clasificación en las categorías de riesgo de extinción se rige por criterios que contemplan umbrales cuantitativos del tamaño y la estructura de la población, el ritmo de disminución de la población, el tamaño y la estructura de la zona de distribución y el riesgo de extinción determinados mediante modelos de viabilidad de la población.

En el caso de los catálogos de especies amenazadas, tanto el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas como los autonómicos, son las categorías de “en peligro”, “sensible a la alteración del hábitat” o “vulnerable” las que se consideran categorías de amenaza, quedando fuera de ellas la categoría “de especial interés”.

Por tanto, si usamos las clasificaciones nacionales podemos concluir que *entre el 40% y el 68% de las especies evaluadas en España se encuentran amenazadas*. Sin embargo, la amenaza no es similar para todos los grupos taxonómicos, ya que mientras que para la vegetación sólo el 15% de las especies se encuentran amenazadas, en el caso de los vertebrados son el 24% de las especies las que se encuentran amenazadas según los Libros y Listas Rojas Nacionales, siendo los peces continentales y los anfibios los que mayor porcentaje de especies amenazadas presentan (55% y 31%, respectivamente). Esto supone un gran problema ya que son precisamente estas clases de vertebrados los que mayor porcentaje de especies endémicas presentan en la Península Ibérica.

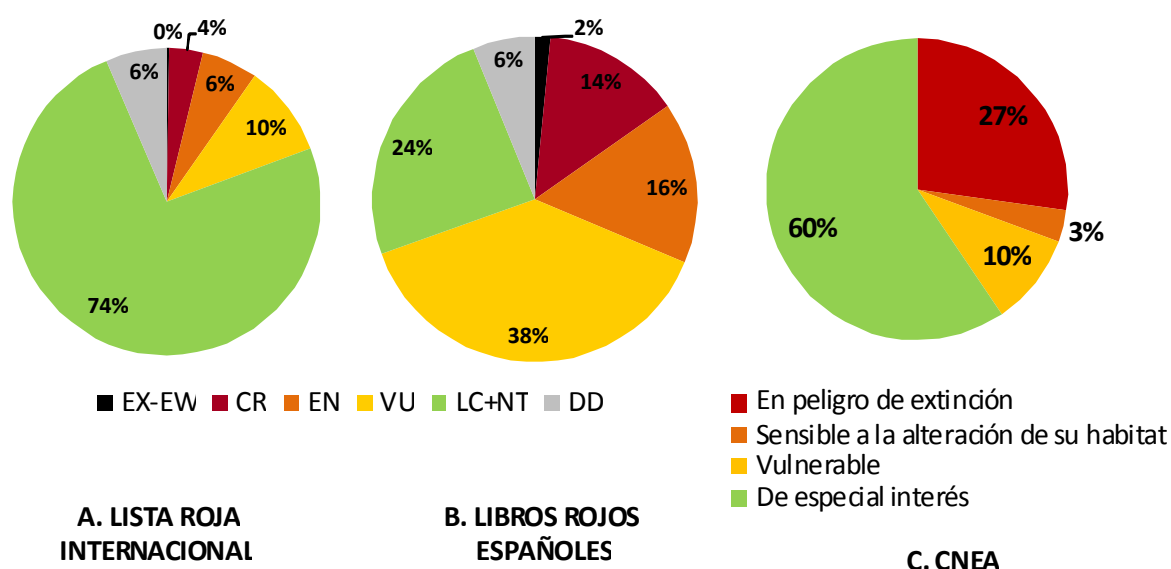


Figura 4.9. Estado de conservación de las especies en España medido según el porcentaje de las especies evaluadas incluidas en las diferentes categorías de amenaza en función de (A) la Lista Roja de Especies Amenazadas de UICN, (B) los Libros Rojos de especies amenazadas nacionales, y (C) el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas (CNEA).

Por otro lado, en rasgos generales son las plantas vasculares las que tienen mayor número de especies en alguna categoría de amenaza, aunque proporcionalmente con respecto al número de especies conocidas tenga menor porcentaje de especies amenazadas (Figura 4.10).

Además, existen diferencias entre los Libros Rojos de especies amenazadas nacionales y el CNEA (Figura 4.11). La proporción de especies amenazadas en las plantas superiores es mucho mayor en el CNEA que en el Libro Rojo, aunque el Libro Rojo incluye muchas más especies en su evaluación que el CNEA. Dentro del grupo de vertebrados, también existe diferencia en las aves, donde el libro rojo de aves reproductoras considera casi el 60% de las especies evaluadas en alguna categoría de amenaza, mientras que el CNEA alrededor sólo del 10%.

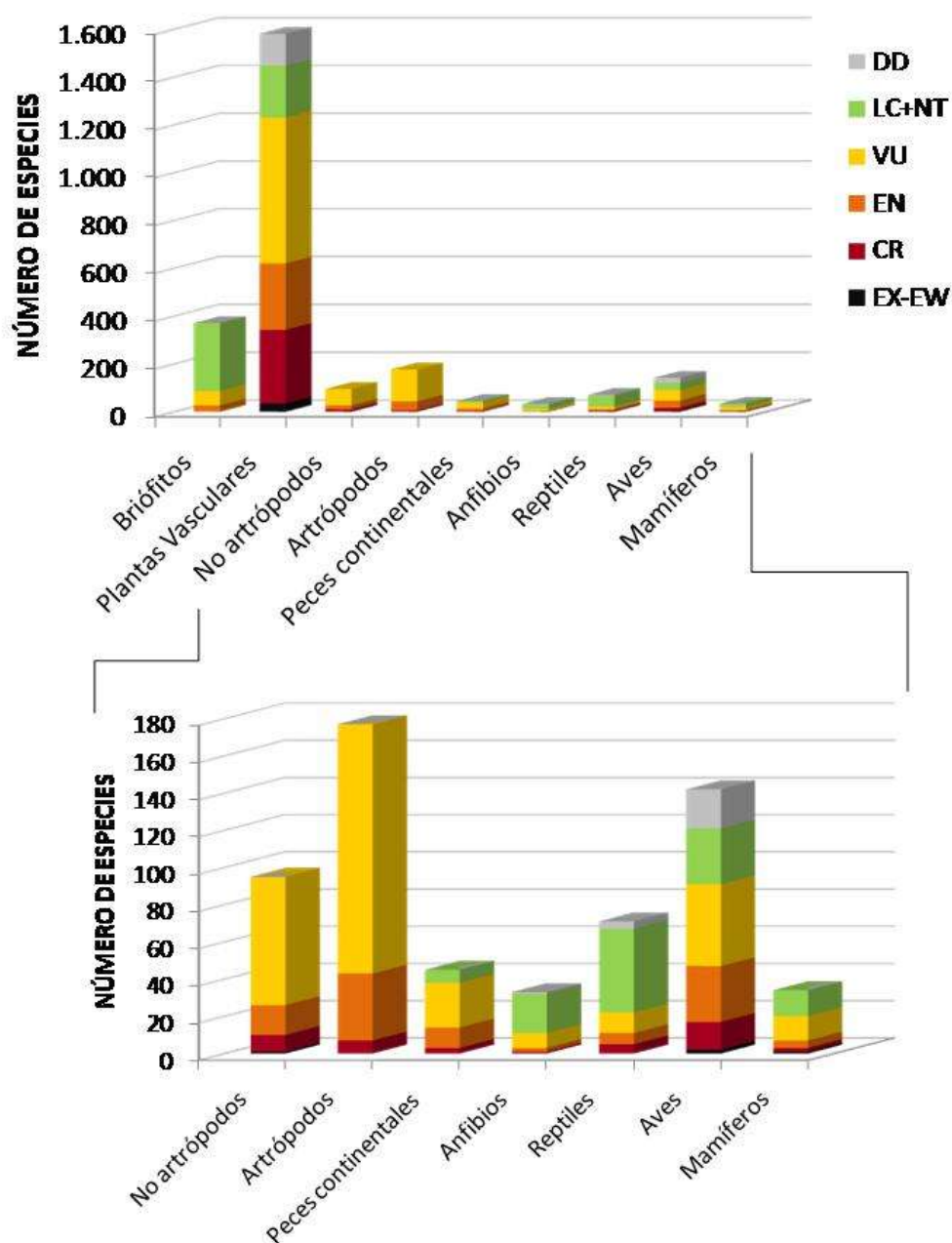


Figura 4.10. Estado de conservación de las especies en España según el grupo taxonómico al que pertenezcan y en función de los Libros Rojos de especies amenazadas nacionales.

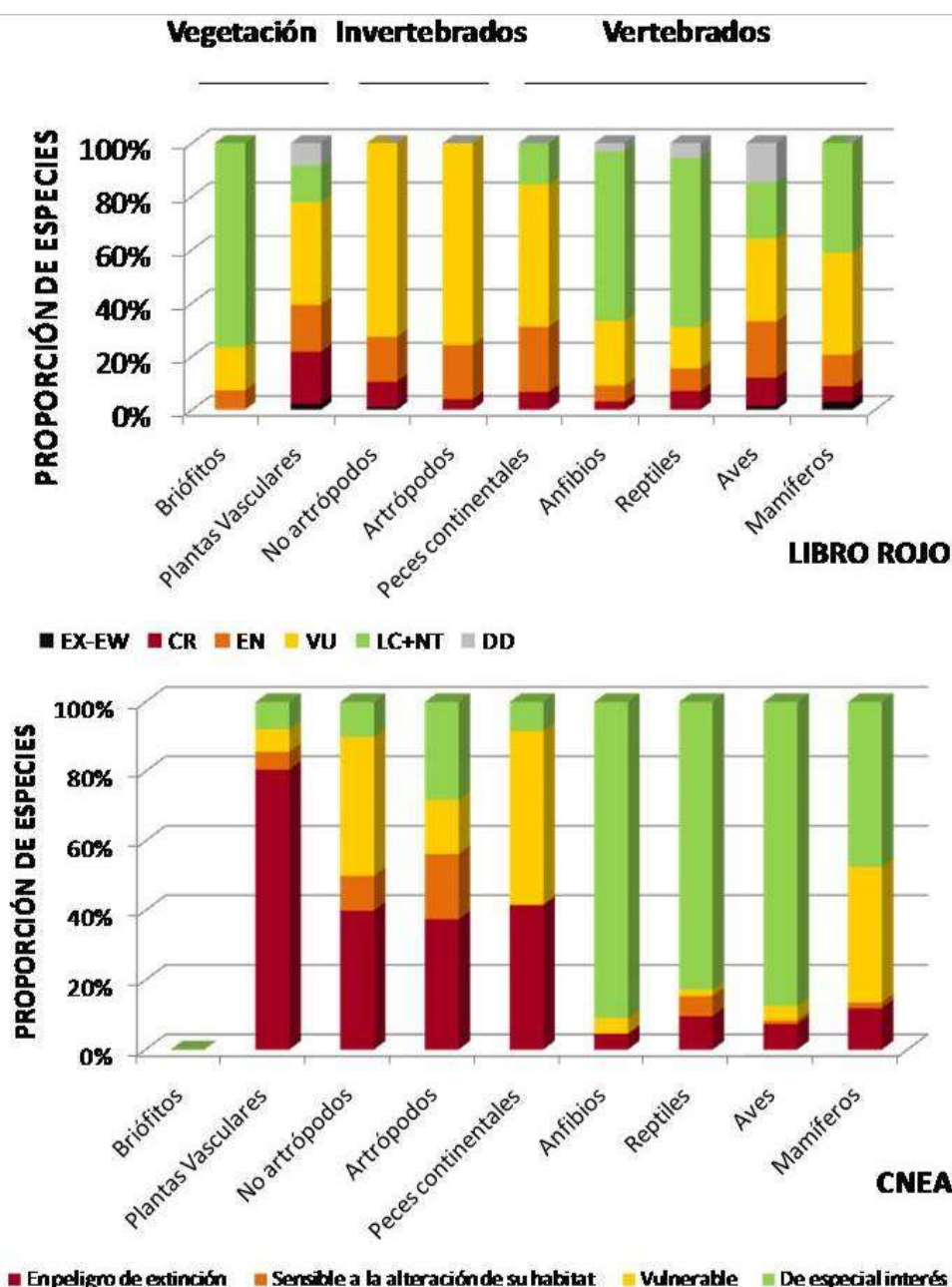


Figura 4.11. Proporción de especies catalogadas en diferentes categorías en los Libros Rojos nacionales (arriba) y en el CNEA (abajo) y según el grupo taxonómico al que pertenezcan.

Por el contrario, dentro de los vertebrados existe equivalencia entre el CNEA y los libros rojos para los peces continentales, herpetofauna y mamíferos. Destaca el caso de los peces continentales ya que tienen una elevada proporción de especies catalogadas como amenazadas en ambos casos (más del 80% de las especies evaluadas). Esto tiene mucho interés ya que es uno de los grupos taxonómicos de vertebrados donde mayor grado de endemidad se registra.

Finalmente, la proporción de especies de peces continentales, herpetofauna, aves y mamíferos que se espera que sigan existiendo en un futuro próximo sin medidas adicionales de conservación se ha reducido con el paso del tiempo. Todos estos grupos de especies están disminuyendo en el Índice de la Lista Roja (RLI) (Figura 4.12). Las especies de peces continentales son las que más rápidamente se están acercando al peligro de extinción, mientras que las aves, por término medio, es el grupo de vertebrados más amenazado, aunque la tasa de riesgo de desaparición de especies es algo menor que la de peces o mamíferos.

Haciendo un análisis de la proporción de vertebrados amenazados medido como el promedio de vertebrados amenazados en cada una de las Comunidades Autónomas, según sus catálogos autonómicos, se obtiene de nuevo que casi el 17% de las especies de vertebrados en cada Comunidad Autónoma se encuentra en alguna categoría de amenaza (Figura 4.13), siendo de nuevo los peces y mamíferos los grupos que mayor riesgo de amenaza presentan.

Por otro lado, existen diferencias entre las Comunidades Autónomas. Mientras que Andalucía y Castilla La Mancha tiene entre el 60% y 80% de sus vertebrados incluidos en el catálogo autonómico de especies amenazadas, un bajo porcentaje se encuentra realmente amenazado. Por el contrario, Canarias, el País Vasco y Extremadura tienen el 39%, el 25%, y el 21%, respectivamente, de sus vertebrados en alguna de las categorías de amenaza (Figura 4.14).

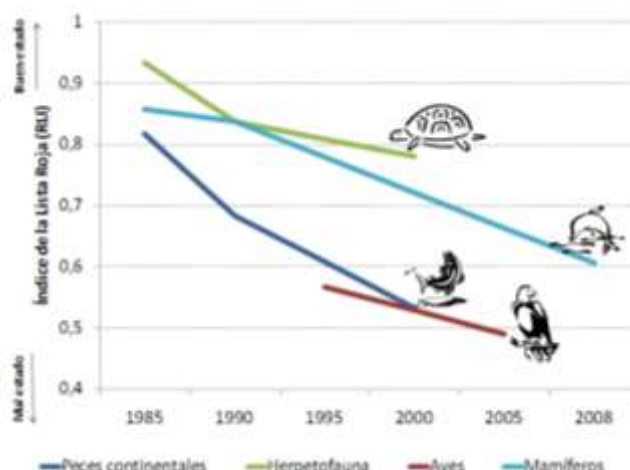


Figura 4.12. Evolución del Índice de la Lista Roja en los vertebrados españoles. Un valor de 1 indica que todas las especies de un grupo se considerarían incluidas en la categoría «preocupación menor» y por lo tanto, no se prevé que se extingan en el futuro inmediato. En comparación, un valor de 0 indica que todas las especies de un grupo se han extinguido. Un nivel constante a lo largo del tiempo implica un riesgo permanente de extinción de las especies, y si el ritmo de pérdida de la diversidad biológica estuviera reduciéndose, las líneas del gráfico serían curvas ascendentes.

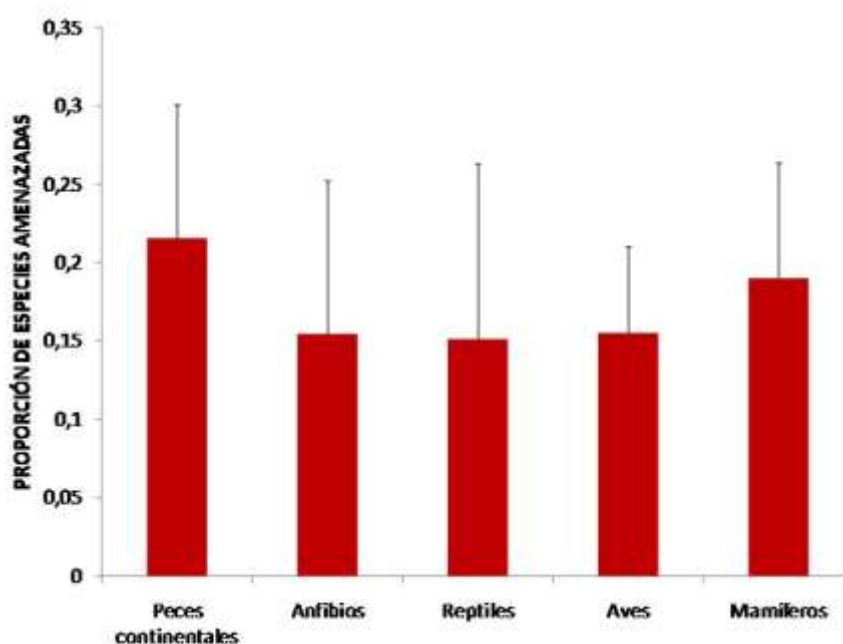


Figura 4.13. Promedio de la proporción de especies de vertebrados amenazados para cada una de las clases en función de la clasificación establecida por los catálogos autonómicos de especies amenazadas.

Más del 30% de los peces registrados en las comunidades de las Islas Canarias, Comunidad de Madrid, País Vasco y Comunidad Valenciana se encuentran en alguna categoría de amenaza. Alrededor del 30% de los anfibios de Extremadura y País Vasco se encuentran amenazados, estando en Galicia el 47% de los mismos amenazados. El 58% de los reptiles canarios y el 41% de los reptiles gallegos se encuentran también amenazados. En el caso de las aves, destaca la comunidad autónoma de las Islas Canarias, donde el 34% de las mismas aparecen en alguna categoría de amenaza. Finalmente, las Islas Canarias también tienen catalogados como amenazados al 48% de sus mamíferos, seguido de las comunidades autónomas de Extremadura y el País Vasco, las cuales tienen el 29% y el 25% del total de sus mamíferos catalogados como amenazados. La Figura 4.15 muestra los porcentajes de amenaza para cada clase de vertebrados en las diferentes comunidades autónomas.

Estos resultados no se tienen que entender exclusivamente como que ciertas comunidades autónomas tienen más especies amenazadas, sino también como que estas mismas comunidades autónomas han desarrollado mayor interés político relativo a la conservación de especies, generando unos catálogos de conservación más exhaustivos que el resto de comunidades.

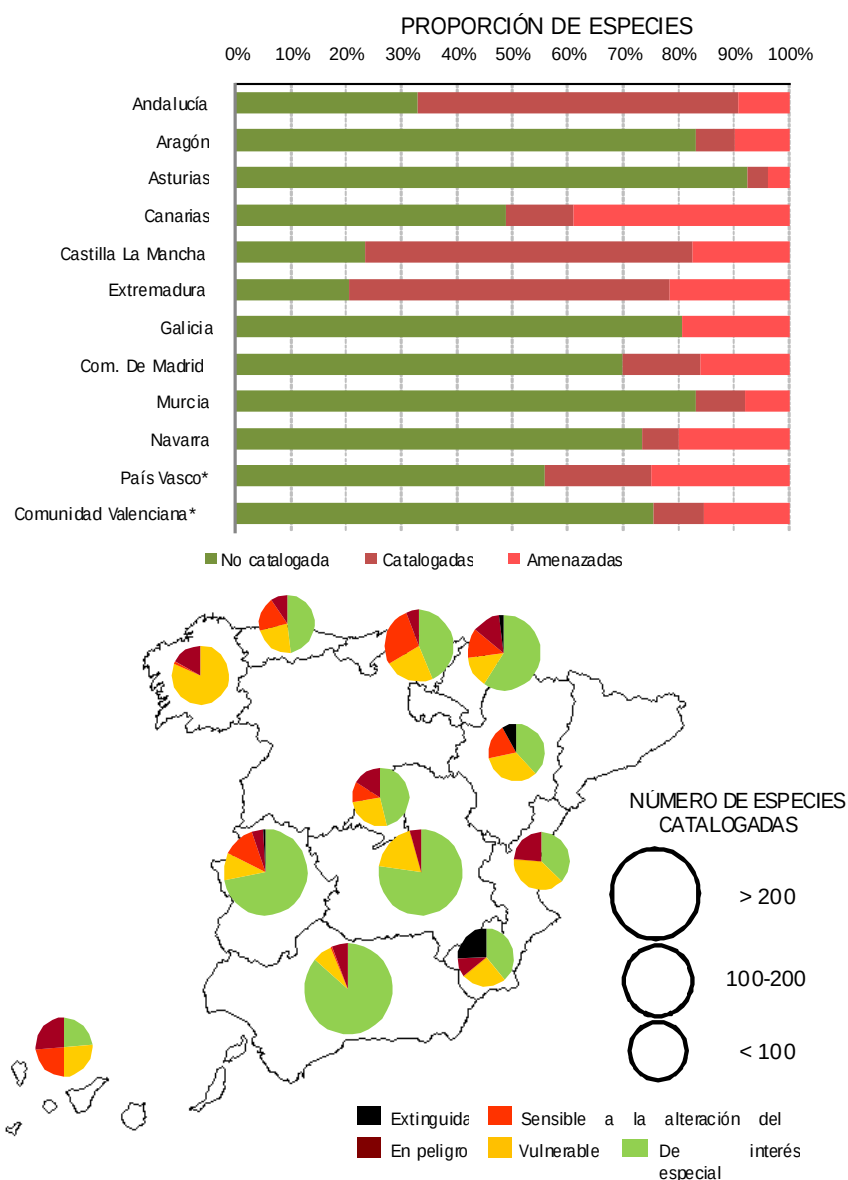


Figura 4.14. Proporción de especies de vertebrados catalogados y amenazados con respecto al total de especies registradas en las Comunidades Autónomas evaluadas (arriba). Proporción de los vertebrados catalogados en cada una de las categorías consideradas por el CNEA en cada una de las Comunidades Autónomas. En el País Vasco las especies catalogadas aquí como “vulnerables” están originalmente clasificadas como “raras”;

similarmen te en la Comunidad Valenciana las especies clasificadas como “de interés especial” se corresponde con las que el catálogo autonómico considera como “protegidas”.

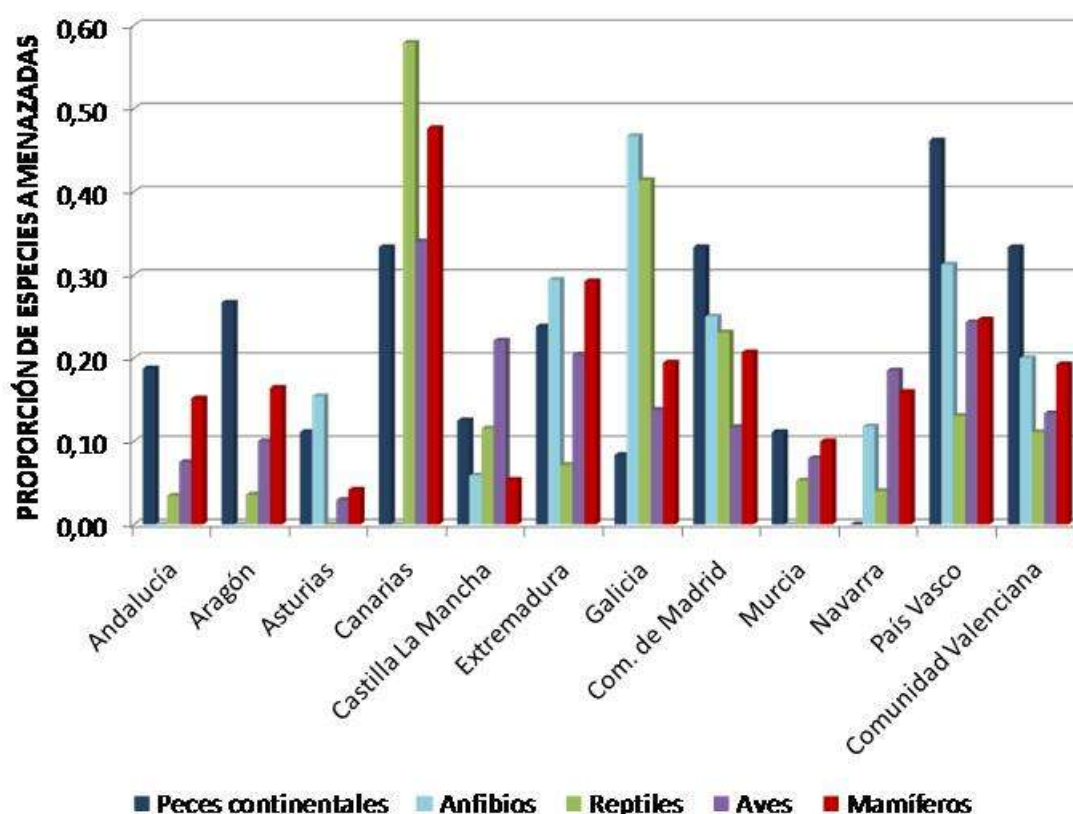


Figura 4.15. Proporción de especies de vertebrados catalogados como amenazados con respecto al total de especies registradas en las Comunidades Autónomas evaluadas en función de los grupos taxonómicos considerados de vertebrados.

4.2. Estado y tendencia de la diversidad genética en España

La diversidad genética se está perdiendo en los agroecosistemas españoles, donde el 9% de las razas autóctonas se ha extinguido y el 47% se encuentra amenazada, siendo el ganado porcino, equino y bovino los que tienen mayor proporción de razas amenazadas, situándose en más del 65% (Figura 4.16). La homogeneización del territorio y el abandono rural pueden provocar que desaparezcan caracteres genéticos asociados con la ganadería que se han mantenido durante miles de años. Por otro lado, los sistemas de ganadería intensivos y de alto rendimiento han perjudicado a la diversidad genética del ganado, implicando que casi la mitad de las razas actualmente corren peligro de extinguirse.

Todo ello implica que los sistemas de ganadería actuales son más vulnerables a los cambios futuros ya que están desapareciendo las razas que se han adaptado históricamente a las características de los sistemas naturales.

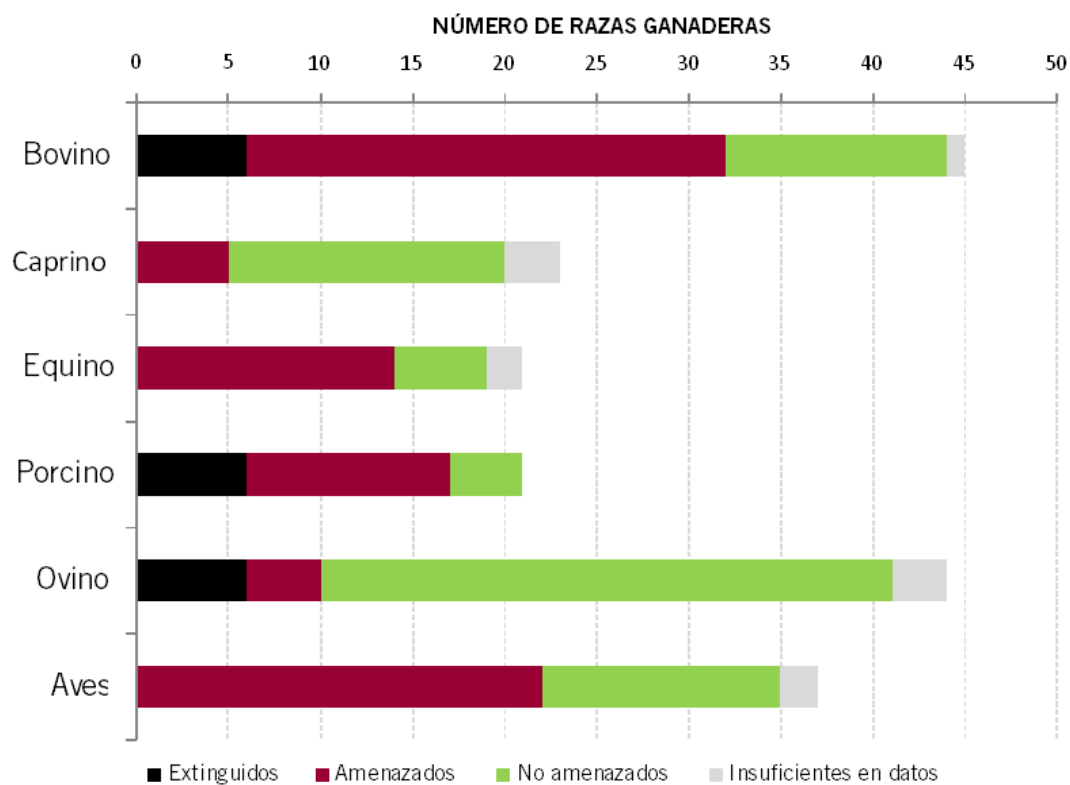


Figura 4.16. Estado de conservación de las razas ganaderas autóctonas en España medido según los datos del sistema de información de diversidad de animales domésticos de la FAO (<http://dad.fao.org/>).

5. Impulsores directos de cambio

- Son varios los impulsores de cambio que tienen un efecto sobre el estado y tendencia de la biodiversidad: cambios de usos del suelo, contaminación, cambio climático, sobre-explotación e introducción de especies exóticas invasoras. De todos ellos, los cambios de usos del suelo es el impulsor que ejerce mayor presión sobre la biodiversidad de España.
- Los cambios de usos del suelo, la introducción de especies exóticas invasoras y la sobre-explotación de los componentes geóticos y bióticos, los impulsores que más afectan a la biodiversidad amenazada de España.
- Los cambios de usos del suelo, la introducción de especies exóticas invasoras y el cambio climático son los impulsores que más afectan a la biodiversidad endémica de la Península Ibérica y las Islas Baleares y Canarias.
- Por grupos de especies, existen diferencias del efecto de los impulsores directos de cambio. La contaminación está afectando principalmente a moluscos, peces y anfibios. La sobre-explotación de los componentes geóticos y bióticos están afectando principalmente a moluscos, peces y mamíferos. La introducción de especies exóticas invasoras está afectando a los peces y a los anfibios. Y el cambio climático está afectando a los anfibios, artrópodos y plantas vasculares.
- Los anfibios son el grupo taxonómico que se ve más afectado por los diferentes impulsores directos de cambio.
- Los ecosistemas acuáticos continentales se encuentran afectados sinérgicamente por todos los impulsores directos de cambio, siendo por tanto los ecosistemas más vulnerables en España.
- El estado de conservación de la mayoría de especies y ecosistemas sigue siendo preocupante a pesar de la red creada de Espacios Naturales Protegidos. Los cambios de usos del suelo conforman el principal impulsor directo de cambio para nuestros ecosistemas, por lo que la red de Espacios Naturales Protegidos resulta ser una medida insuficiente si no se detienen las tasas de transformación de los ecosistemas.

Son varios los impulsores de cambio que tienen un efecto sobre el estado y tendencia de la biodiversidad: cambios de usos del suelo, contaminación, cambio climático, sobre-explotación e introducción de especies exóticas invasoras. La persistencia e intensificación de estos cinco impulsores de cambio indican también que la pérdida de biodiversidad no se está reduciendo significativamente, comprometiendo el objetivo nacional de detener la pérdida de biodiversidad para el año 2020. De todos ellos, los cambios de usos del suelo, los cuales implican la fragmentación, degradación o pérdida de ecosistemas, es el impulsor que ejerce mayor presión sobre la biodiversidad de España (Figura 4.17), afectando principalmente a las plantas vasculares, artrópodos, anfibios, reptiles, y mamíferos (Tabla 4.3). Contaminación y sobre-explotación son los otros dos impulsores claves que afectan a la biodiversidad española. Por un lado la contaminación está afectando principalmente a moluscos, peces y anfibios; y por otro lado, la sobre-explotación de los acuíferos, la recolección y caza, y la explotación de madera ha afectado principalmente a moluscos, peces y mamíferos. Finalmente, la introducción de especies exóticas invasoras está afectando a los peces y a los anfibios (ver capítulo de Impulsores directos), y el cambio climático está afectando a los anfibios, artrópodos y plantas vasculares. De esta manera, los anfibios y los peces son los grupos taxonómicos más vulnerables al efecto sinérgico de los diferentes impulsores directos de cambio (Tabla 4.3).

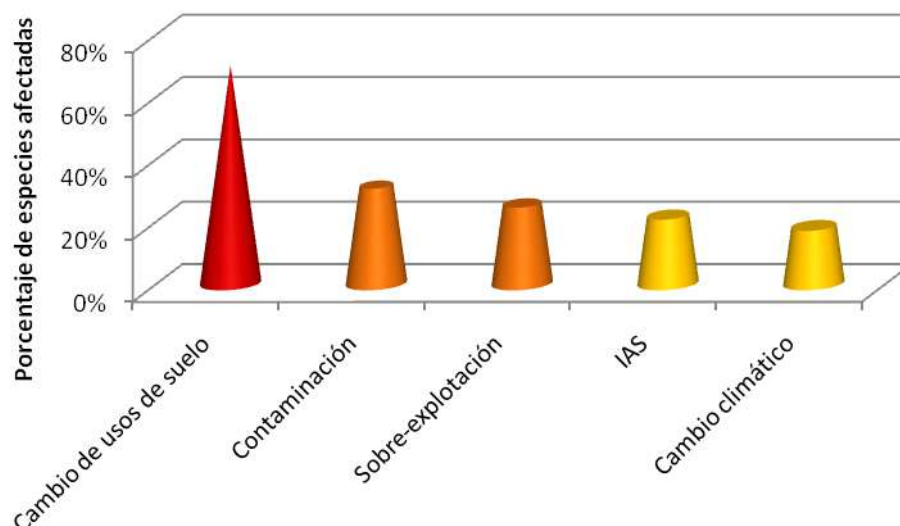


Figura 4.17. Principales impulsores directos de cambio que afectan a las especies en España. Fuente datos: UICN (2010).

Asimismo, las especies consideradas en alguna categoría de amenaza por la Lista Roja internacional (UICN, 2010) se encuentran principalmente afectadas por estos impulsores directos de cambio, siendo los cambios de usos del suelo, la introducción de especies exóticas invasoras y la sobre-explotación de los componentes geóticos y bióticos, los impulsores que más afectan a la biodiversidad amenazada (Figura 4.18).

Tabla 4.3. Porcentaje de especies por grupo taxonómico afectado por cada uno de los impulsores directos de cambio en España. Fuente datos: UICN (2010).

(*) No incluye peces marinos.

Grupo de especies	Porcentaje de especies afectado por cada impulsor directo de cambio				
	Cambios de usos del suelo	Contaminación	Sobre-explotación	Especies exóticas invasoras	Cambio climático
Plantas vasculares	69%	24%	13%	19%	25%
Moluscos	50%	75%	50%	0%	0%
Artrópodos	78%	27%	13%	5%	25%
Peces*	63%	63%	59%	75%	22%
Anfibios	91%	47%	22%	69%	41%
Reptiles	85%	4%	10%	21%	15%
Aves	51%	33%	29%	8%	9%
Mamíferos	71%	39%	45%	6%	6%

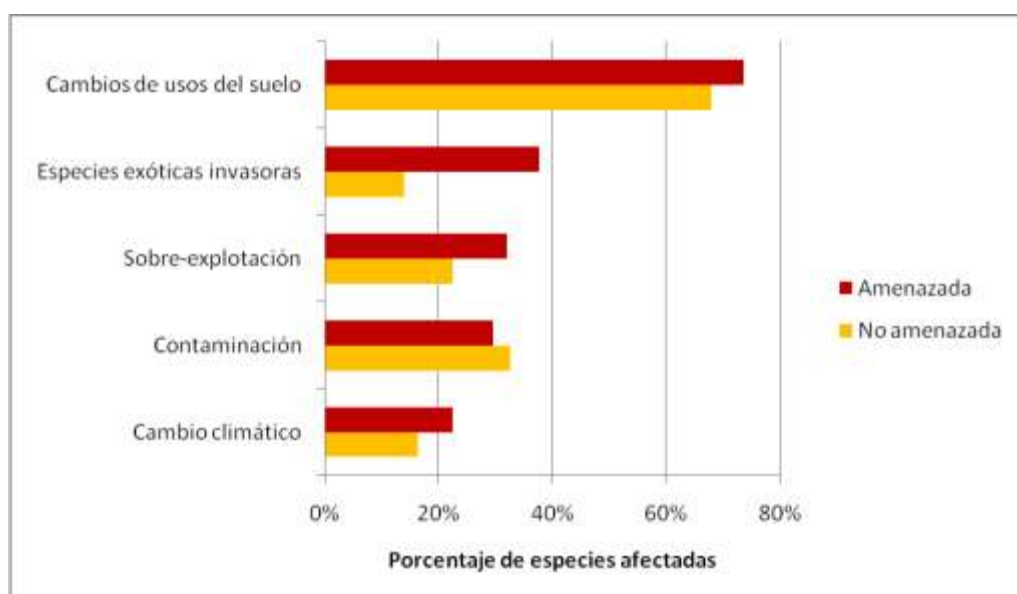


Figura 4.18. Efecto de los principales impulsores directos de cambio sobre las especies amenazadas en España. Fuente datos: UICN (2010).

Similar patrón muestran los impulsores directos de cambio sobre la flora y fauna endémica de la Península Ibérica y Canarias (Figura 4.19), donde de nuevo son los cambios de usos del suelo, la introducción de especies exóticas invasoras los impulsores más patentes. Sin embargo, parece que el cambio climático es un impulsor en aumento en Europa, principalmente en el sur del continente, lo que afectará a anfibios, aves y mamíferos (Ciscar *et al.*, 2011; Thuiller *et al.*, 2011), que puede afectar fuertemente a las especies endémicas ibéricas y de las Islas Baleares y Canarias. Un número importante de especies protegidas por la legislación nacional y europea están potencialmente afectadas por el cambio climático. Similar a los resultados obtenidos por la Agencia Europea del Medio Ambiente, los anfibios son el grupo de organismos más vulnerable al cambio climático, estando el 41% de los mismos afectado por dicho impulsor (EEA, 2010a). En este contexto, el informe realizado por Araujo *et al.* (2011) muestra como el 51% de los vertebrados necesitará medidas concretas de conservación ante los efectos del cambio climático. Por otro lado, los artrópodos y las plantas vasculares también se encuentran afectados por el cambio climático en un 25%, respectivamente (Tabla 4.3). De hecho, el reciente estudio realizado en el contexto del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático prevé una disminución significativa de la riqueza de especies forestales tal y como muestra la Figura 4.20.

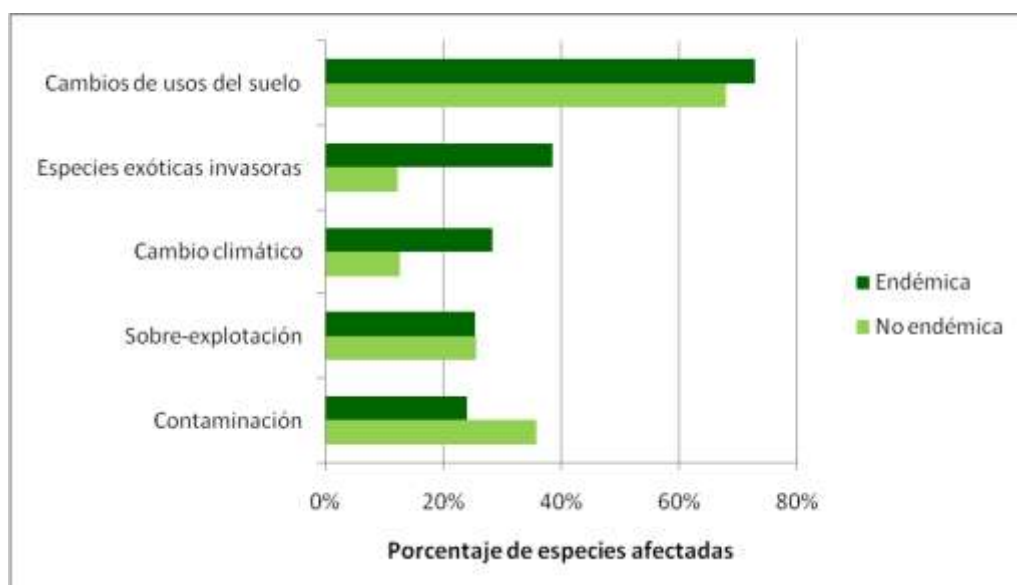


Figura 4.19. Efecto de los principales impulsores directos de cambio sobre las especies endémicas de la Península Ibérica e Islas Baleares y Canarias. Fuente datos: UICN (2010).

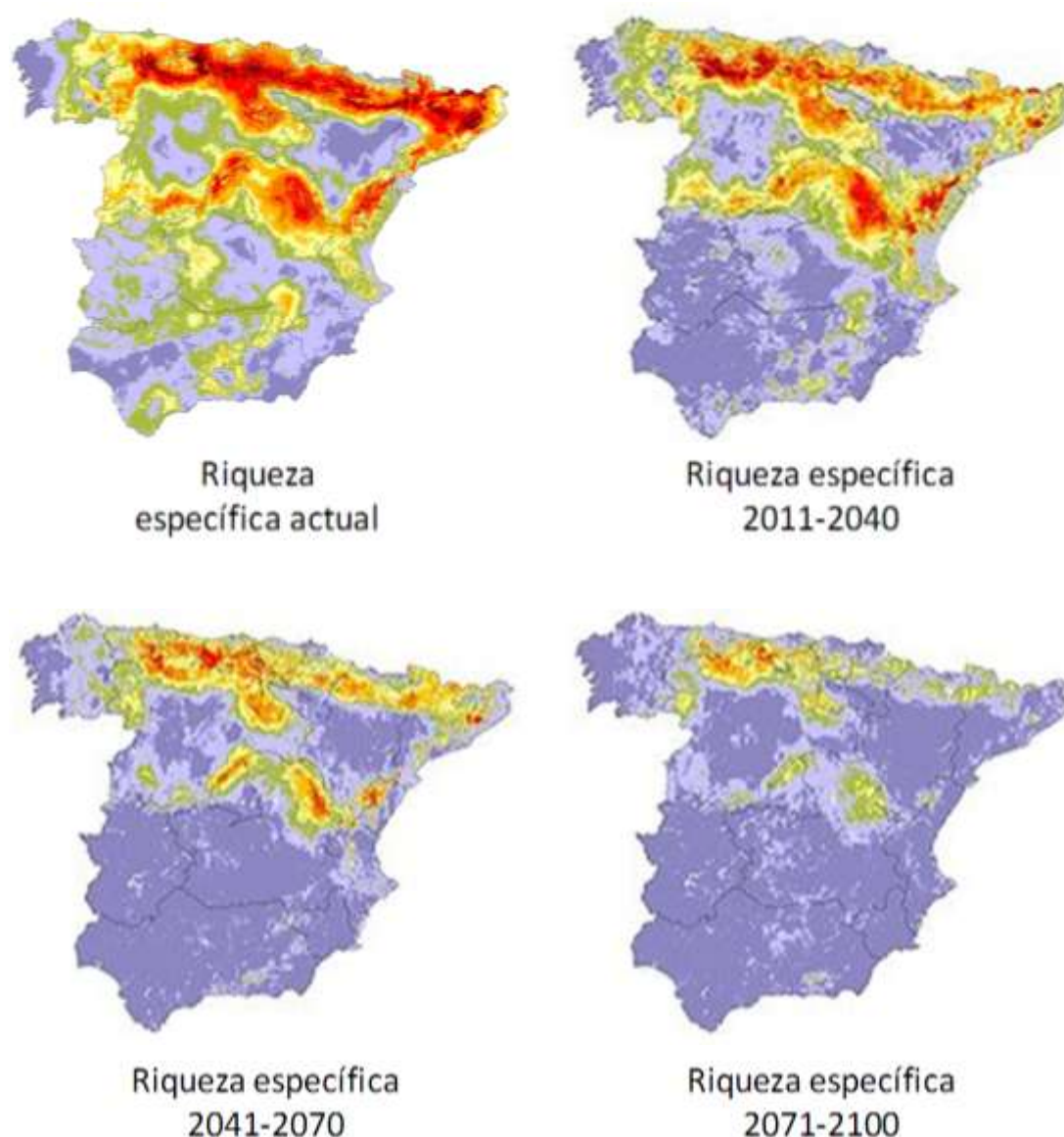


Figura 4.20. Riqueza potencial para el presente (izquierda) y los períodos 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100 riqueza de especies forestales. Los colores van desde el azul oscuro (menos de 6 especies) hasta el rojo (más de 40 especies). Los modelos de distribución de especies predicen una pérdida general y progresiva de la biodiversidad a lo largo del siglo. Fuente datos: PNACC (<http://secad.unex.es/wiki/libroOECC/index.php>)

Mientras que los ecosistemas terrestres se encuentran afectados por los cambios de usos del suelo, y los ecosistemas marinos se ven afectados por la sobre-explotación y contaminación de sus aguas; los ecosistemas acuáticos continentales se encuentran afectados sinérgicamente por todos los impulsores directos de cambio, siendo por tanto los ecosistemas más vulnerables en España (Figura 4.21). La conversión del suelo de los ecosistemas a sistemas urbanos o agrícolas intensivos tiene efectos acumulativos sobre la biodiversidad terrestre, acuática y marina debido al aumento de la contaminación del suelo, aire y agua, y al cambio climático. Una amplia gama de contaminantes, incluidos un exceso de nutrientes, plaguicidas, sustancias químicas industriales o metales pesados acaban en el suelo de los ecosistemas terrestres y en el agua superficial y subterránea de los ecosistemas acuáticos. Gran parte de la carga de contaminantes de los ecosistemas acuáticos continentales vierten en última instancia en las aguas costeras, contaminando el medio marino y acelerando el crecimiento del fitoplancton por el enriquecimiento de nutrientes. Este enriquecimiento puede cambiar la composición y abundancia de los organismos marinos y que, en última instancia, puede conducir al agotamiento del oxígeno. De hecho, Díaz y Rosenberg (2008) ya han cartografiado diferentes puntos negros en nuestras costas debido a la anoxia producida por la eutrofización costera resultado de los fertilizantes que transportan los ríos peninsulares (Figura 4.22).

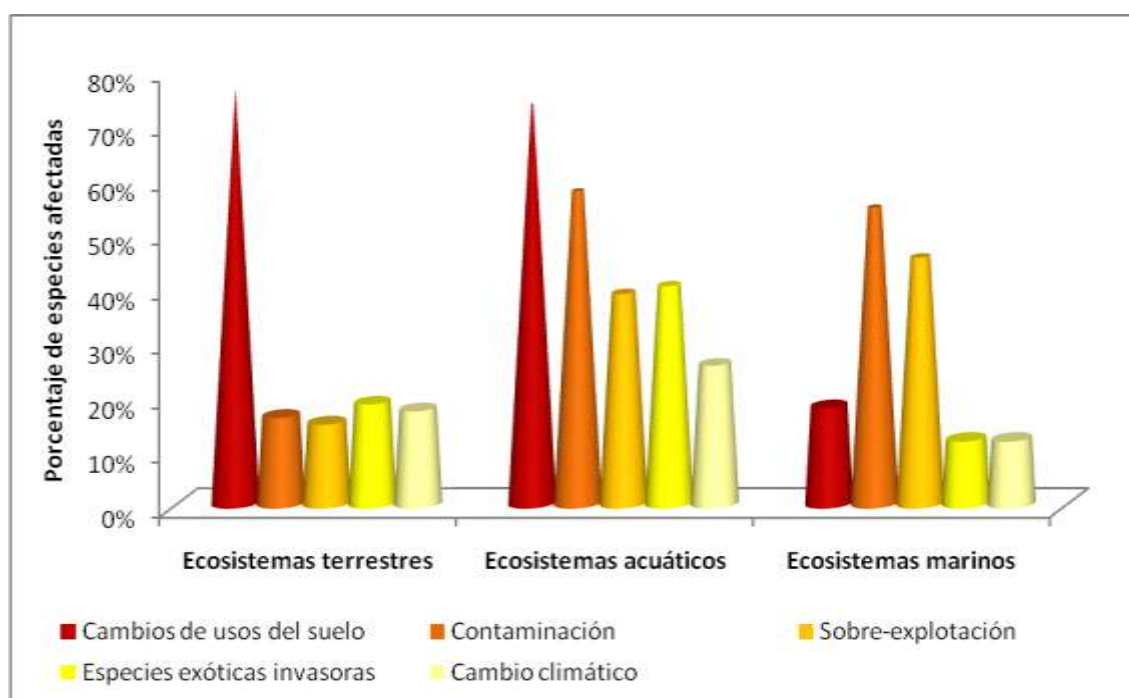


Figura 4.21. Efecto de los principales impulsores directos de cambio sobre los ecosistemas españoles. Fuente datos: UICN (2010).

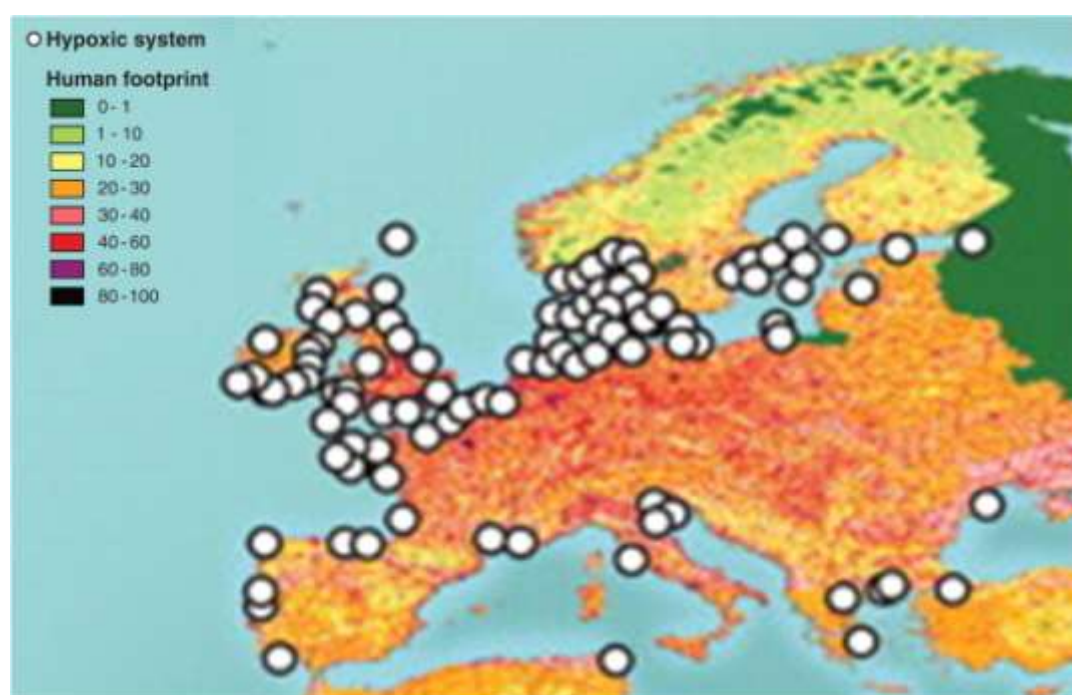


Figura 4.22. Distribución de las zonas anóxicas asociadas con la eutrofización costera. Fuente datos: Díaz y Rosenberg (2008).

El medio ambiente marino también se está viendo altamente afectado por la sobre-explotación pesquera. En el mar Mediterráneo, el porcentaje de peces que han sobrepasado los límites biológicos de seguridad es aproximadamente del 60% (ICES, 2008).

Coll *et al* (2010) han estimado que en los próximos 10 años el Mar Mediterráneo se verá afectado principalmente por la degradación del hábitat, el cambio climático y la contaminación. De esta manera,

el cambio climático a pesar de no ser uno de los principales impulsores de cambio en la actualidad se prevé que lo sea a lo largo de la próxima década (Figura 4.23).

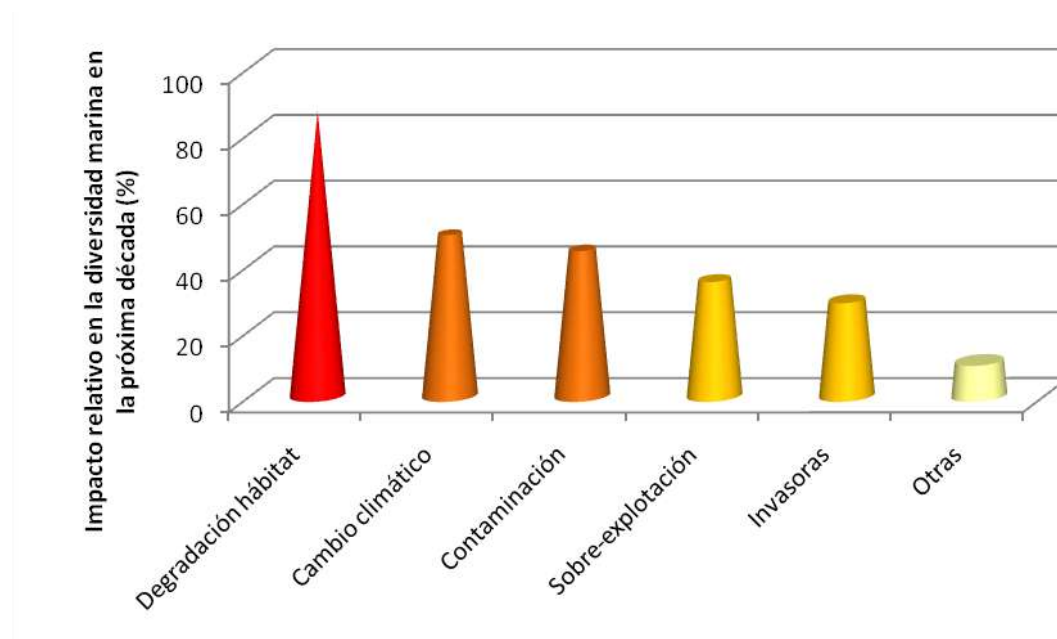


Figura 4.23. Impulsores directos de cambio futuros en la biodiversidad marina del Mar Mediterráneo. Fuente datos: Coll *et al.* (2010).

En este contexto, podemos concluir que el estado de conservación de la mayoría de especies y ecosistemas sigue siendo preocupante a pesar de la red creada de Espacios Naturales Protegidos. Los cambios de usos del suelo conforman el principal impulsor directo de cambio para nuestros ecosistemas influyendo en el efecto negativo que tienen otros impulsores de cambio (p.ej., contaminación, cambio climático) en los ecosistemas acuáticos continentales y marinos, por lo que la red de Espacios Naturales Protegidos resulta ser una medida insuficiente si no se detienen las actuales tasas de transformación de los ecosistemas.

6. Diversidad funcional, biodiversidad y umbrales de cambio

Según todas las fuentes de datos evaluadas en este capítulo, la tasa de extinción de especies está por encima de la tasa histórica. Si los ecosistemas y la biodiversidad se degradan por encima de ciertos umbrales de cambio, existe un gran riesgo de que se produzca una pérdida drástica de la biodiversidad, con el consiguiente deterioro de una amplia variedad de servicios de los ecosistemas y, por tanto, del bienestar humano (Figura 4.24).

Aquí entenderemos por umbral de cambio aquella situación en la que un ecosistema pasa a un nuevo estado y se producen así cambios significativos de la biodiversidad y los servicios prestados a las personas que dependen de ella, tanto a escala regional como mundial. Los umbrales de cambio tienen por lo menos una de las siguientes características (CDB; 2010):

- El cambio se convierte en un círculo vicioso a través de lo que se conoce como retroalimentación positiva: por ejemplo, la deforestación reduce las precipitaciones regionales, lo que aumenta el riesgo de incendios, que a su vez causa una mayor desecación.
- Si se excede de cierto umbral, se produce un cambio abrupto de estado ecológico, aunque muy rara vez puede predecirse con precisión el momento en que ha de ocurrir.
- Los cambios son duraderos y difíciles de revertir.
- Existe un lapso de tiempo significativo entre las presiones que provocan el cambio y la aparición de los efectos, lo que genera enormes dificultades para la ordenación ecológica.

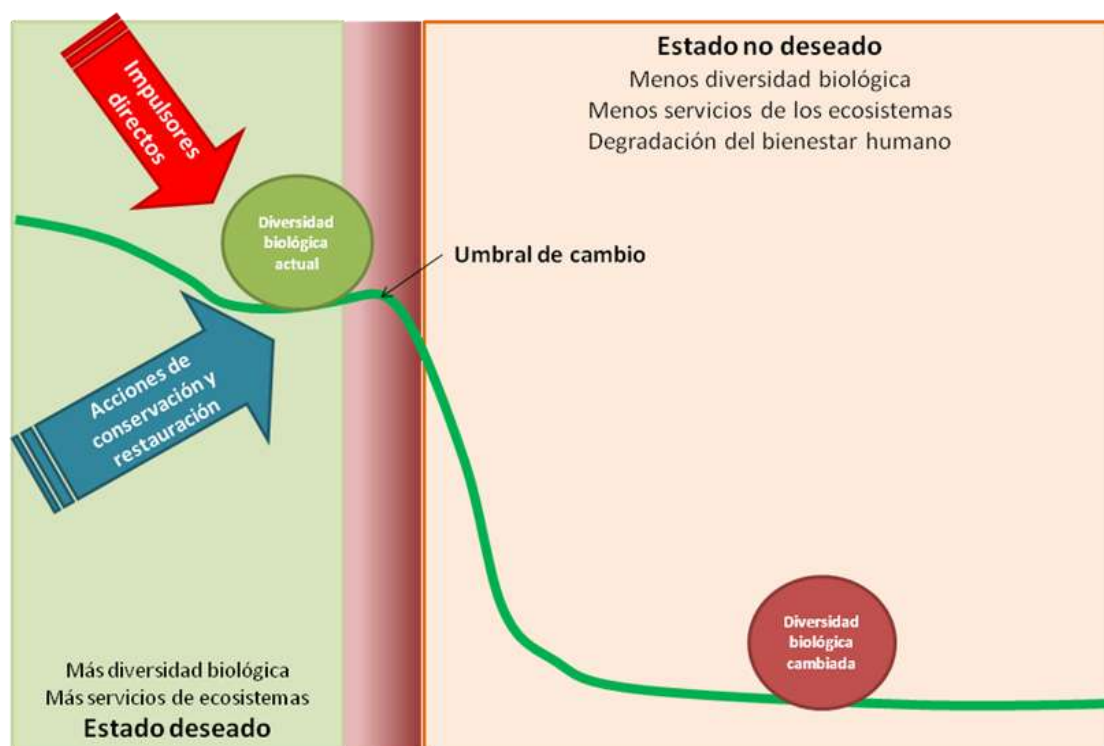


Figura 4.24. Ilustración del concepto de umbral de cambio. Las crecientes presiones sobre la diversidad biológica suponen el riesgo de llevar algunos ecosistemas a nuevos estados con graves ramificaciones para el bienestar humano cuando se sobrepasen el punto de no retorno. Aunque no es fácil determinar la ubicación exacta de los umbrales de cambio, una vez que un ecosistema pasa a un nuevo estado, puede resultar muy difícil, si no imposible, devolverlo a su estado anterior. Fuente: CDB (2010).

El efecto de la pérdida de la biodiversidad sobre los servicios de abastecimiento es patente, si consideramos que el abandono de las prácticas tradicionales en el medio rural supone una pérdida de diversidad genética, la cual se encuentra relacionada con la capacidad de los ecosistemas de suministrar servicios de abastecimiento (alimento) a largo plazo. La diversidad genética, tanto animal como vegetal, asociada a la agricultura y ganadería forma parte del mantenimiento de la seguridad alimentaria (FAO, 2007). Asimismo, la erosión de la diversidad genética no sólo implica la pérdida de servicios de abastecimiento, como el alimento, sino también de servicios culturales como el conocimiento ecológico local o la identidad cultural.

Quizás el efecto de la pérdida de biodiversidad sea más patente en el caso de los servicios de regulación. Más del 75% de los cultivos en el mundo dependen de la polinización realizada por animales (Gallai *et al.*, 2009). La degradación del hábitat y el uso de pesticidas está implicando el deterioro en la abundancia y diversidad de muchas especies polinizadoras, lo que conlleva a una pérdida en la producción de cultivos (EASAC, 2009). De hecho, parece que actualmente estamos en un punto crítico de inflexión relativo a la polinización, ya que la intensificación de usos del suelo y la degradación del hábitat ha causado un declive importante en las poblaciones de polinizadores en Europa (EEA, 2010a). Desde 1998, en España se ha registrado una pérdida inusual de colonias de *Apis mellifera* siendo el país europeo con mayor pérdida (UNEP, 2010). Por otro lado, la regulación hídrica y la depuración de agua dependen fuertemente de la cobertura de los bosques de ribera. Cambios en la cubierta vegetal en las cuencas hidrográficas supone una pérdida de ambos servicios. Asimismo, la diversidad edáfica (microorganismos, hongos e invertebrados) ayudan a mantener la estructura del suelo y, por tanto, evita la colmatación de los ríos (EASAC, 2009).

Finalmente, ha sido reconocido que el mantenimiento de la biodiversidad favorece el bienestar psicológico de las personas, a través del suministro de servicios culturales. La interacción humana con la naturaleza tiene un efecto beneficioso debido a su efecto espiritual y de relajación. De hecho, casi todos los ecosistemas suministran valores estéticos a la sociedad, siendo importantes para el ecoturismo y las actividades recreativas. Los cambios de usos del suelo, transformando los ecosistemas a suelo urbano implica la pérdida de la mayoría de los servicios culturales.

7. Evaluación de las estrategias de conservación

- Tanto la Unión Europea como España tienen un gran número de áreas protegidas, sin embargo éstas tienen un tamaño relativamente pequeño. De alguna manera esta tendencia muestra la importante presión de los cambios de usos del suelo que tienen tanto Europa como España.
- En los últimos años los esfuerzos de conservación han aumentado considerablemente tanto en el número de áreas protegidas como en los proyectos de conservación de especies y los presupuestos de conservación destinados a los mismos. Sin embargo, a pesar de este fuerza las actuales tasas de erosión de la biodiversidad no se han erradicado.
- Los principales grupos taxonómicos responsables de la mayoría del suministro de servicios de los ecosistemas son aquellos que reciben menor atención científica y política para su conservación, afectando así a la capacidad de los ecosistemas y la biodiversidad de proveer servicios básicos para el mantenimiento del bienestar humano.

El Plan de Acción de la Cumbre Mundial de Desarrollo Sostenible de Johannesburgo, 2002, avalado por la Asamblea General de las Naciones Unidas y plasmado posteriormente en el Plan Estratégico del Convenio sobre la Diversidad Biológica, fijaron como misión «*lograr para el año 2010 una reducción significativa del ritmo actual de pérdida de la diversidad biológica, a nivel mundial, regional y nacional*». En ese contexto, la Comunicación de la Comisión de las Comunidades Europeas, COM (2006) 216, aprobada en mayo de 2006, abordó los correspondientes instrumentos para «*Detener la pérdida de biodiversidad para 2010 y, más adelante, respaldar los servicios de los ecosistemas para el bienestar humano*». Ambos objetivos han sido posteriormente incorporados en la Ley española de Patrimonio Natural y Biodiversidad (121/000140). Con esta finalidad, la ley incorpora como principios inspiradores de la misma “*El mantenimiento de los procesos ecológicos esenciales y de los sistemas vitales básicos, respaldando los servicios de los ecosistemas para el bienestar humano y la conservación de la biodiversidad y de la geodiversidad*”. La misma Ley establece (entre otras) como herramientas de conservación de la biodiversidad y de los servicios que ésta genera *mecanismos para incentivar las externalidades positivas generadas por diferentes servicios de los ecosistemas suministrados en Espacios Naturales Protegidos o en lugares bajo acuerdo de custodia del territorio* y la creación de un fondo para el Patrimonio Natural y la Biodiversidad el cual podrá financiar (entre otros) *los servicios de los ecosistemas suministrados por Espacios Naturales Protegidos*.

En las últimas dos décadas, la superficie de los Espacios Naturales Protegidos, así como el número de los mismos, ha aumentado de manera exponencial (Figura 4.25). La tasa media de creación de nuevos espacios naturales protegidos al año es del 17%, siendo máxima en el año 1982. Sin embargo, este proceso no ha supuesto una mejora en el estado de la biodiversidad tal y como se mostró en la sección anterior. Esto es debido a que en los últimos años la creación de nuevas áreas protegidas se ha basado en espacios naturales protegidos cada vez más pequeños, generando así un modelo de islas protegidas en una matriz territorial de desarrollo urbanístico o agrícola. Esta misma tendencia la siguen los espacios naturales protegidos de Europa. Los mensajes clave lanzados por la Unión Europea para el Año de la Biodiversidad muestran que Europa cuenta con el mayor número de áreas protegidas del mundo, teniendo el 17% de su superficie protegida, pero estas áreas son de pequeño tamaño (EEA, 2010b). Aproximadamente el 90% de los Espacios Naturales Protegidos de Europa tienen una extensión menor a 1000 has. De alguna manera esta tendencia muestra la importante presión de los cambios de usos del suelo que tienen tanto Europa como España.

Asimismo, desde el año 1999 han aumentado linealmente el número de Estrategias Nacionales de Conservación (Figura 4.26) las cuales según la Ley 42/2007, se deben desarrollar para todas las especies en peligro de extinción presentes en más de una Comunidad Autónoma. Hasta 2008 se han aprobado 14 y una Estrategia Nacional de Control de una especie exótica invasora, el mejillón cebra. A pesar de que el número de Estrategias de Conservación sigue aumentando, quedan todavía muchas por desarrollar. Los estudios sobre las poblaciones de lince ibérico, oso pardo y urogallo cantábrico muestran

tendencias preocupantes, mientras que el águila imperial, el buitre negro y el lobo se encuentran en mejor situación (Lizana y Viejo, 2009).

Por otro lado, también desde el año 1999 la Unión Europea ha aprobado fondos LIFE para la conservación de especies amenazadas, el cual en los últimos 5 años haya aumentado en el 60% con respecto la media histórica (desde 1999). Sin embargo, este esfuerzo de conservación se encuentra focalizado principalmente en los vertebrados, los cuales sólo conforman el 2% de la biodiversidad de especies en España. Analizando los fondos de conservación del global de los presupuestos LIFE y del Ministerio de Medio de Ambiente, Rural y Marino, se observa que durante los años 2003-2007 dichos fondos fueron invertidos en la conservación de los vertebrados en un 87%, siendo las aves y los mamíferos los grupos que reciben el 71% del total de dichos fondos (Martín-López *et al.*, 2009; Figura 4.27). Consecuentemente, los grupos que mayor grado de endemividad tienen (la herpetofauna e ictiofauna) son aquellos que menor esfuerzo de conservación reciben. Por otro lado, los grupos taxonómicos que gozan de mayor riqueza de especies (hongos e invertebrados) están infrarrepresentados en relación con la atención política que reciben para su conservación.

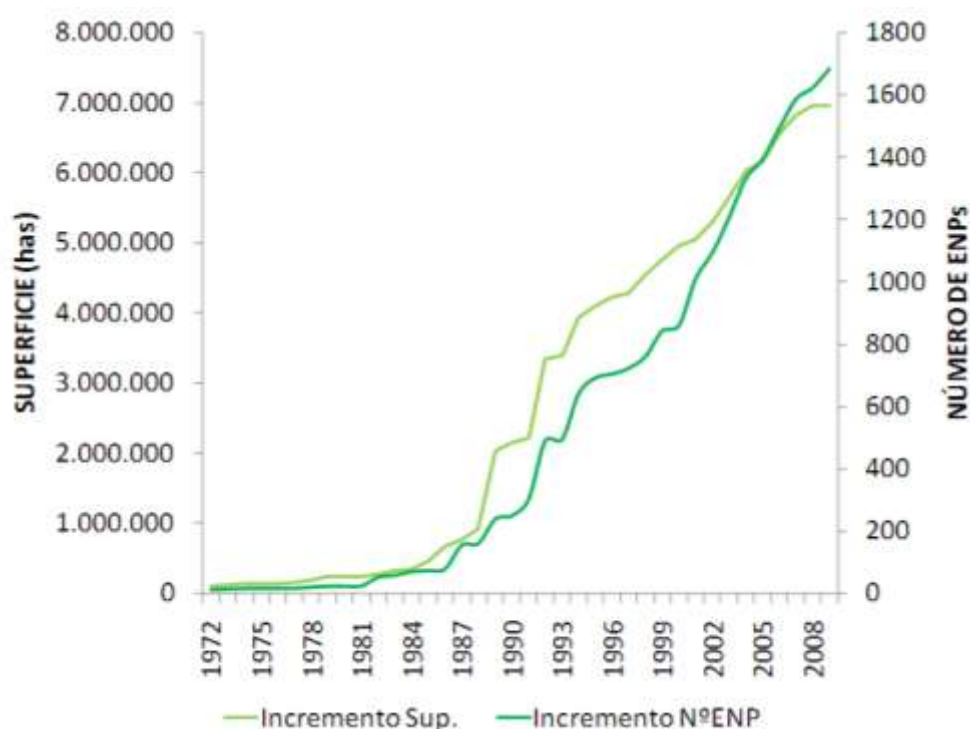


Figura 4.25. Evolución temporal del número de áreas protegidas y de la extensión total protegida. Fuente: EUROPARC.

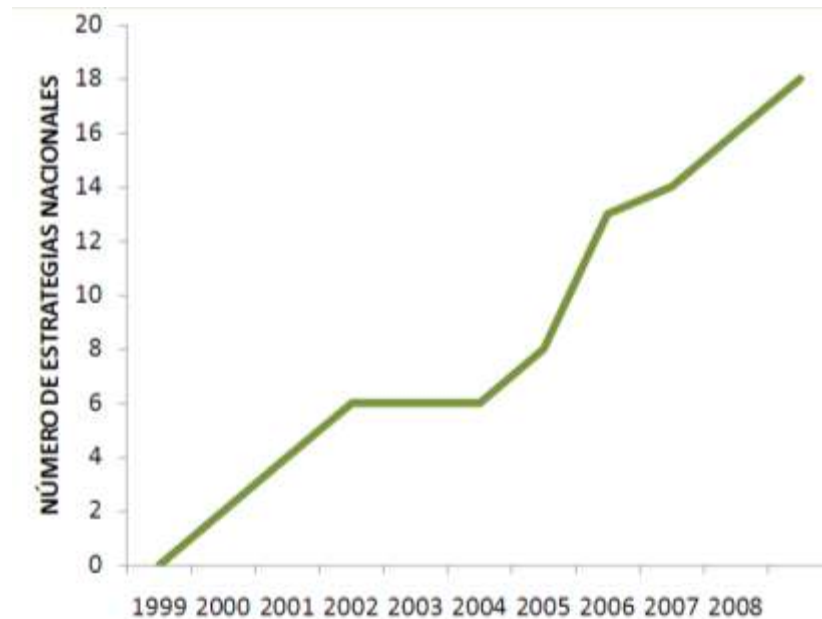


Figura 4.26. Evolución temporal del número de Estrategias Nacionales de Conservación de Especies. Fuente: Lizana y Viejo (2009).

Por otro lado, también desde el año 1999 la Unión Europea ha aprobado fondos LIFE para la conservación de especies amenazadas, el cual en los últimos 5 años haya aumentado en el 60% con respecto la media histórica (desde 1999). Sin embargo, este esfuerzo de conservación se encuentra focalizado principalmente en los vertebrados, los cuales sólo conforman el 2% de la biodiversidad de especies en España. Analizando los fondos de conservación del global de los presupuestos LIFE y del Ministerio de Medio de Ambiente, Rural y Marino, se observa que durante los años 2003-2007 dichos fondos fueron invertidos en la conservación de los vertebrados en un 87%, siendo las aves y los mamíferos los grupos que reciben el 71% del total de dichos fondos (Martín-López *et al.*, 2009; Figura 4.27). Consecuentemente, los grupos que mayor grado de endemidad tienen (la herpetofauna e ictiofauna) son aquellos que menor esfuerzo de conservación reciben. Por otro lado, los grupos taxonómicos que gozan de mayor riqueza de especies (hongos e invertebrados) están infrarrepresentadas en relación con la atención política que reciben para su conservación.

Finalmente, los principales grupos taxonómicos responsables de la mayoría del suministro de servicios de los ecosistemas son aquellos que reciben menor atención científica (Figura 4.4) y política para su conservación (Figura 4.27), afectando así a la capacidad de los ecosistemas y la biodiversidad de proveer servicios básicos para el mantenimiento del bienestar humano.

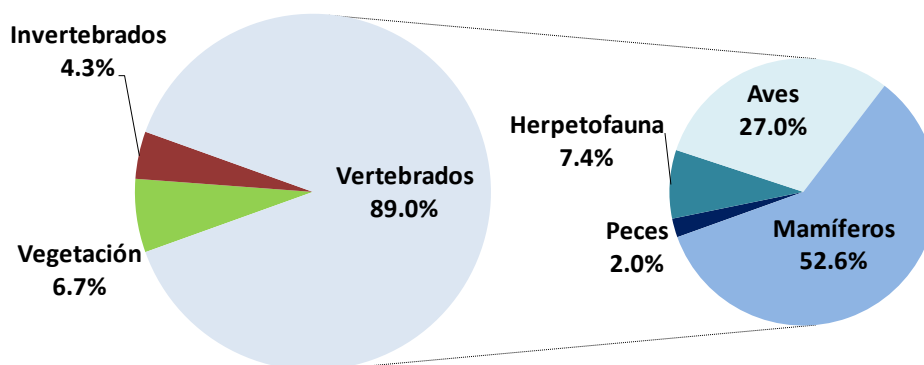


Figura 4.27. Distribución de los presupuestos de conservación entre los años 2003-2007 según los diferentes grupos taxonómicos. Fuente: Martín-López *et al.* (2009).

Tanto en la Unión Europea como en España, a pesar de que la superficie protegida ha aumentado considerablemente, o de que se ha dado una importante mejora en la legislación y en las inversiones destinadas a la conservación de la biodiversidad, los resultados muestran que tanto los ecosistemas como las especies se encuentran bajo una fuerte presión. Por tanto, hay que abordar los impulsores directos e indirectos de la pérdida de biodiversidad. Es por ello, que recientemente desde la iniciativa *The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB)* se están considerando nuevas estrategias de conservación basada en la creación y fijación de precios e incentivos económicos (incluida la eliminación de subsidios perversos) para conservar la biodiversidad.

Los incentivos económicos son un mecanismo ampliamente utilizado para cambiar comportamientos y acciones. Los individuos toman sus decisiones y se comportan en función de sus preferencias, oportunidades y limitaciones. En este marco, los incentivos económicos están diseñados para modificar el comportamiento final de la población mediante un cambio en las limitaciones o mejorando las oportunidades. Los incentivos económicos se pueden clasificar en adquisición de tierras, mercados de servicios, certificación, subsidios y pago por servicios ambientales. Los incentivos se suelen dividir en indirectos y directos (Fig. 4. 4.28). Los incentivos indirectos (creación de mercados basados en servicios –p. ej bio-prospección, ecoturismo-) tratan de conservar la biodiversidad a la vez que favorecen la economía local. Por otro lado, los incentivos directos (principalmente los subsidios y el pago por servicios) reconocen la necesidad de abordar los *trade offs* entre usuarios y servicios, los intereses de los propietarios de tierra y de los actores externos mediante compensaciones (Wunder, 2007). De esta manera, son más efectivos y eficientes que los incentivos indirectos (incluyendo también las estrategias de gestión basadas en la comunidad), así como son más flexibles de aplicar en distintos lugares y momentos (Ferraro y Simpson, 2002; Ferraro y Kiss, 2002, 2003). Sin embargo, esto puede ser cierto a corto plazo, pero cuando los pagos se acaban, la incertidumbre de la conservación en el futuro se hace patente porque la motivación de la población para conservar desaparece. Por tanto, los incentivos directos pueden tener éxito sólo si éstos realmente pavimentan el camino de la conservación (Swart, 2003). De esta manera, los incentivos directos pueden ser usados cuando es necesaria una intervención a corto plazo debido al impacto generado por una actividad humana (p. ej. los pagos por conservar los bosques ante la amenaza de una explotación maderera intensiva), o como una estrategia inicial de gestión cuando la amenaza todavía no está materializada para dar posteriormente paso a la implicación social en la conservación.

Mediante los mecanismos de incentivos económicos, las comunidades locales a veces pueden capturar parcialmente el valor de los servicios suministrados a escala global, pero a la vez se pueden generar injusticias o conflictos sociales (McNeely *et al.*, 2005). Es por ello, que las estrategias de gestión basadas en la comunidad pueden contribuir significativamente a alcanzar una justicia social a la vez que se alcanzan los objetivos de conservación. Sin embargo, este tipo de estrategias son raramente consideradas para conservar la biodiversidad.

La conservación basada en la comunidad se fundamenta en la idea de que *‘si la conservación y el desarrollo se pueden alcanzar simultáneamente, entonces podemos alcanzar los objetivos de ambos’* (Murphree, 2002). La lógica de las estrategias de gestión basadas en la comunidad es fomentar el interés y la participación de la propia comunidad para conservar la biodiversidad (Brown, 2002). Las estrategias clásicas de conservación basadas en la comunidad (proyectos integrados de conservación y desarrollo) nacieron como un incentivo económico, pues se intercambiaba conservación por desarrollo, pero a lo largo del tiempo se han convertido en estrategias de manejo conjunto (cogestión). Compartir la responsabilidad de la gestión implica construir numerosos vínculos institucionales entre grupos de usuarios, comunidad, agencias de gobierno y organizaciones no-gubernamentales (Olsson *et al.*, 2004). Adicionalmente, la cogestión a largo plazo requiere que los actores sociales implicados, los cuales comparten la responsabilidad de la gestión, aprendan de sus propias acciones con el fin de mejorar dicha gestión (Ruitenbeek y Cartier, 2001). La inclusión de esta nueva dimensión de aprendizaje continuo da lugar a estrategias de cogestión adaptativa. Folke *et al.* (2002) definen la cogestión adaptativa como un proceso por el cual los acuerdos institucionales y el conocimiento ecológico son evaluados y revisados en un continuo proceso de prueba y error.

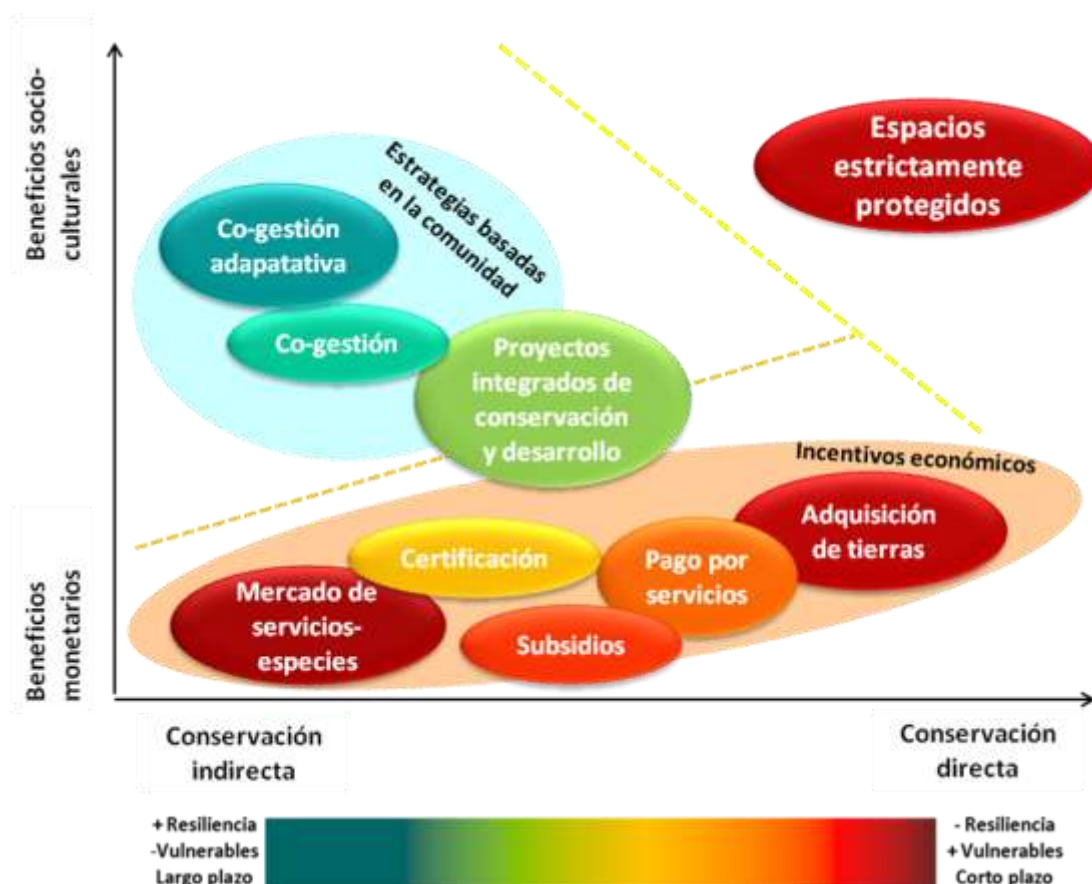


Figura 4.28. Comparación de las distintas estrategias de conservación actuales en función de cómo son los incentivos (directos o indirectos –eje X– y económicos o sociales –eje Y–). El color de cada una de las estrategias muestra cómo de resilientes y vulnerables son, así como su capacidad de mantenerse a largo plazo (ver la leyenda). Los proyectos integrados de conservación y desarrollo se encuentran en una situación especial pues en principio nacieron con el objetivo de ser incentivos económicos, pero más tarde han evolucionado hacia estrategias de cogestión. Fuente: Martín-López (2007).

Ambas estrategias (incentivos económicos y estrategias basadas en la comunidad) tienen un aspecto común y es que los incentivos para la gestión vienen dados por la creación de unos derechos de propiedad, los cuales son importantes para la gestión de todos los servicios generados por la biodiversidad, especialmente los de regulación y los culturales (Ostrom *et al.*, 1999). La diferencia básicamente radica en cómo los gestores entienden los beneficios. Mientras que las estrategias basadas en incentivos económicos entienden los beneficios como monetarios; en las estrategias de gestión basadas en la comunidad los beneficios son concebidos más allá de lo simplemente material,

reconociendo también los beneficios políticos y sociales (p. ej. sentimiento de apropiación o equidad social) (Berkes, 2004). Si se consigue la equidad social y la apropiación del territorio y de los servicios, entonces la comunidad podrá gestionar la biodiversidad, y por tanto, esta estrategia llega más lejos que con los incentivos económicos, pues éstos sólo consiguen compatibilizar conservación y desarrollo (Brown, 2002).

Los programas de educación y comunicación ambiental tienen como objetivo informar y cambiar las preferencias y actitudes sociales hacia la conservación de la biodiversidad. Cambiar las actitudes de las personas a favor de la conservación cuando ésta significa un esfuerzo personal o una pérdida económica, implica que la comunicación y educación necesariamente debe ir acompañada de las anteriores estrategias sociales y financieras.

Aproximaciones integradas e integradoras de cogestión adaptativa, en las que los incentivos económicos sólo formen parte de las primeras etapas de un gran programa de conservación, el cual esté basado en la educación y concienciación pública, así como en la implicación social, pueden suponer una alternativa al paradigma clásico de conservación basado en los espacios estrictamente protegidos.

8. Opciones de respuesta

El Plan Estratégico del CDB adoptado en Nagoya en Octubre del año 2010 incluye los objetivos claves a adoptar por la países firmantes, y que representan las prioridades de las políticas de conservación de la Unión Europea y, por tanto, de España. La EEA (2010c) identifica cuatro áreas clave en relación a la toma de decisiones relativa a la conservación de la biodiversidad: (1) posibilitación de las condiciones para implementar medidas de conservación, (2) existencia de una coherencia entre las políticas de conservación y las políticas de otros sectores (agricultura, transporte, energía, etc.), (3) adoptar aproximaciones integradas de análisis que incorpore una aproximación integrada espacial de actuación, y (4) aumentar la concienciación social sobre la importancia de la biodiversidad.

En relación con la posibilitación de las condiciones para implementar medidas de conservación, Rands *et al.* (2010) encontró que la toma de decisiones relativa a la conservación de la biodiversidad falla porque generalmente no incluye una fase esencial relacionada con el establecimiento de un marco institucional apropiado basado en la gobernanza (ver capítulo de Impulsores sociopolíticos) y en el comportamiento social. La toma de decisiones relativa a la conservación debe basarse en tres fases fundamentales (Tabla 4.4).

La primera fase se relaciona con adquirir el conocimiento básico sobre las dimensiones biológicas y sociales de la pérdida de biodiversidad. En el caso de España, como se ha visto anteriormente, el conocimiento de la biodiversidad se encuentra ampliamente sesgado a disciplinas biológicas, y dentro de ésta hacia grupos taxonómicos de grandes vertebrados. La segunda fase trata de asegurar que existan las instituciones apropiadas así como un sistema de gobernanza capaz de usar la información obtenida durante la fase 1 en el diseño de intervenciones legislativas, acuerdos internacionales, estrategias económicas o tecnológicas (fase 3). Frecuentemente la toma de decisiones tiende a saltar de la fase 1 a la fase 3, sin asegurarse que la estructura y funcionamiento institucional, tanto formal como no formal, sean las adecuadas; así como que el comportamiento social hacia la biodiversidad posibilite la implementación correcta de dichas estrategias. Para ello, un elemento clave consiste en ‘reconectar’ a la sociedad –cuya inmensa mayoría vive en las ciudades (ver capítulo de Impulsores demográficos)- con la naturaleza (Pyle 2003). Asimismo, es necesario comprender los factores sociales que subyacen a la conservación de la biodiversidad, y cómo dicha reconexión entre el ser humano y la naturaleza puede ser traducida en la movilización política para poder crear instituciones resilientes (Steinberg 2009).

Tabla 4.4. Las fases relacionadas con la toma de decisiones relativa a la conservación de la biodiversidad. Cada una de las fases es igual de importante; sin embargo el elemento clave que actualmente está faltando en la mayoría de los procesos de toma de decisiones es el relacionado con la fases 2. Fuente datos: Rand *et al.* (2010).

Fase	Contenido
1: BÁSICO	- Conocimiento sobre las dimensiones biológicas y sociales de la pérdida de biodiversidad.
2: POSIBILITACIÓN	- Instituciones-gobernanza. - Patrones de comportamiento social.
3: INSTRUMENTACIÓN	- Legislación- normativas. - Incentivos/Mercados. - Tecnología.

Por otro lado, debería existir una coherencia política entre diferentes sectores, donde la conservación de la biodiversidad se convierta en elemento transversal de las políticas de los sectores que tienen un impacto sobre ésta o depende de su mantenimiento. Los sectores que tendrían que incluir la conservación de la biodiversidad como elemento transversal y básico serían: el comercio, la agricultura, pesquerías, energía, transporte, turismo, construcción y sector financiero. Integrar la conservación de la

biodiversidad en estas áreas es esencial para diseñar una política integrada de conservación, en la que el ordenamiento territorial fuera la herramienta clave.

En este contexto, es necesaria una gestión integrada espacial que considere como límites aquellos marcados por el sistema biofísico, en vez de los límites administrativos. Esto supone que tanto la red de espacios naturales protegidos como las áreas urbanas, industriales o agrícolas se integren en una matriz territorial donde se considere el elemento vertebrador –el agua–, es decir que se base en los flujos acuáticos superficiales y subterráneos. La integración de la biodiversidad con el agua a escala regional (cuenca hidrográfica) debería ser el elemento básico en la planificación de uso del territorio y en las estrategias de gestión sostenible.

Asimismo, deberían hacerse una estrategia de comunicación y educación ambiental para concienciar a la población sobre la importancia de la biodiversidad, estrategia que debe complementar a las directrices previamente señaladas. Esta directriz está íntimamente ligada a la necesidad de profundizar en la fase 2 de una estrategia de implementación de políticas de conservación (tabla 4.4), en la que se fortalezcan las instituciones no formales basadas en la ética ambiental. Además, esto implica la necesidad de que la toma de decisiones relativa a la conservación sea diseñada de abajo-arriba con el fin de que la población local se identifique con la propuesta de gestión y participe de la misma.

La inclusión de estas cuatro directrices supone adquirir un conocimiento interdisciplinar que resuelva el vacío existente entre conservación de la biodiversidad, servicios de los ecosistemas y bienestar humano.

9. Referencias bibliográficas

- Agardy, T. and Alder, J., 2004, Coastal Systems, en Evaluación de Ecosistemas del Milenio, Cap. 19, 37 pp.
- Anton, C., Young, J., Harrison, P.A., Musche, M., Bela, G., Feld, C.K., Harrington, R., Haslett, J. R., Pataki, G., Rounsevell, M.D.A., Skourtos, M., Sousa, J.P., Sykes, M.T., Tinch, R., Vandewalle, M., Watt, A. y Settele, J. 2010. Research needs for incorporating the ecosystem service approach into EU biodiversity conservation policy. *Biodiversity y Conservation* 19: 2979-2994.
- Araújo, Miguel B.; Margarita del Dedo, Isaac Pozo, Ricardo Gómez. Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático de la biodiversidad española. Fauna de vertebrados. Madrid, 2011.
- Berkes, F. 2004. Rethinking community-based conservation. *Conservation Biology* 18: 621-630.
- Brown, K. 2002. Innovations for conservation and development. *The Geographical Journal* 168: 6-17.
- Butchart, S. H. M., Walpole, M., Collen, B., van Strien, A., Scharlemann, J. P. W., Almond, R. E. A., Baillie, J. E. M., Bomhard, B., Brown, C., Bruno, J., Carpenter, K. E., Carr, G. M., Chanson, J., Chenery, A. M., Csirke, J., Davidson, N. C., Dentener, F., Foster, M., Galli, A., Galloway, J. N., Genovesi, P., Gregory, R. D., Hockings, M., Kapos, V., Lamarque, J-F., Leverington, F., Loh, J., McGeoch, M. A., McRae, L., Minasyan, A., Hernández Morcillo, M., Oldfield, T. E. E., Pauly, S., Quader, S., Revenga, C., Sauer, J. R., Skolnik, B., Spear, D., Starwell-Smith, D., Stuart, S. N., Symes, A., Tierney, M., Tyrrell, T. D., Vié, J-C. y Watson, R. (2010). Global Biodiversity: Indicators of Recent Declines. *Science*, 328, 1164-1168.
- Carpenter, S.R., Mooney, H.A., Agard, J., Capistrano, D., DeFries, R.S., Díaz, S., Dietz, T., Duraipah, A.K., Oteng-Yeboah, A., Pereira, H.M., Perrings, C., Reid, W.V., Sarukhan, J., Scholes, R.J. y Whyte, A. 2009. Science for managing ecosystem services: Beyond the Millennium Ecosystem Assessment. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106: 1305-1312.
- CDB, 2010. Perspectiva mundial sobre la biodiversidad. Montreal.
- Ciscar JC, Iglesias A, Feyen L, Szabó L, Van Regemorter D, Amelung B, Nicholls R, Watkiss P, Christensen OB, Dankers R, Garrote L, Goodess CM, Hunt A, Moreno A, Richards J, Soria A. en prensa. Physical and economic consequences of climate change in Europe. *PNAS* doi: www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1011612108
- Coll M, Piroddi C, Steenbeek J, Kaschner K, Ben Rais Lasram F, Aguzzi J, Ballesteros E, Bianchi CN, Corbera J, Dailianis T, Danovaro R, Estrada M, Frogia C, Galil BS, Gasol JM, Gertwagen R, Gil J, Guilhaumon F, Kesner-Ryes K, Kitsos M-S, Koukouras A, Lampadariou N, Laxamana E, López-Fé de la Cuadra CM, Lotze HK, Martin D, Mouillot D, Oro D, Raicevich S, Rius-Barile J, Saiz-Salinas JJ, San Vicente C, Somot S, Templado J, Turon X, Vafidis D, Villanueva R, Voultsiadou E. 2010. The Biodiversity of the Mediterranean Sea: Estimates, Patterns, and Threats. *Plos One* 5: e11842.
- De Bello, F., Lavorel, S., Diaz, S., Harrington, R., Cornelissen, J.H.C., Bardgett, R.D., Berg, M.P., Cipriotti, P., Feld, C.K., Hering, D., Marins da Silva, P., Potts, S.G., Sandin, L., Sousa, J.P., Storkey, J., Wardle, D.A. y Harrison, P.A. 2010. Towards an assessment of multiple ecosystem processes and services via functional traits. *Biodiversity y Conservation* 19: 2873-2893.
- Díaz, S., Lavorel, S., Chapin III, F.S., Tecco, P.A., Gurvich, D.E. y Grigulis, K. 2006b. Functional diversity – at the crossroads between ecosystem functioning and environmental filters. En *Terrestrial ecosystems in a changing world* (eds.Canadell, J., Pitelka, L.F. y Pataki, D.). Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, Germany.
- Díaz, S., Lavorel, S., de Bello, F., Quétier, F., Grigulis, K. y Robson, T.M. 2007. Incorporating plant functional diversity effects in ecosystem service assessments. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104: 20684–20689.

- Diaz RJ, Rosenberg R (2008) Spreading dead zones and consequences for marine ecosystems. *Science* 321:926–929
- EASAC, 2009. Ecosystem services and biodiversity in Europe, EASAC policy report 09, the Royal Society, 2009. http://www.easac.eu/fileadmin/PDF_s/reports_statements/Ecosystems.pdf
- EEA, 2009. Progress towards the European 2010 biodiversity target. EEA Report No 4/2009. European Environment Agency, Copenhagen.
- EEA, 2010a. The European Environment, State and Outlook 2010: Biodiversity. European Environment Agency, Copenhagen.
- EEA, 2010b. 10 messages for 2010: Protected Areas. European Environment Agency, Copenhagen.
- EEA, 2010c. Assessing biodiversity in Europe – the 2010 report. EEA Report Nº 5/2010. European Environment Agency, Copenhagen.
- Engelhardt, K.A.M. y Ritchie, M. 2002. The effect of aquatic plant species richness on wetland ecosystem processes. *Ecology* 83: 2911-2924.
- FAO, 2007. Global Plan of Action for animal genetic resources and the Ilerlaken declaration. Commission of genetic resources for food and agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Ferraro, P.J., Kiss, A. 2002. Direct payments to conserve biodiversity. *Science* 298: 1718-1719.
- Ferraro, P.J., Kiss, A. 2003. Will direct payments help biodiversity? Response. *Science* 299: 1981-1982.
- Ferraro, P.J., Simpson, R.D. 2002. The cost-effectiveness of conservation performance payments. *Land Economics* 78: 339-353.
- Folke, C., Carpenter, S., Elmqvist, T., Gunderson, L., Holling, C.S., Walker, B., Bengtsson, J., Berkes, F., Colding, J., Danell, K., Falkenmark, M., Gordon, L., Kaspersen, R., Kautsky, N., Kinzing, A., Levin, S., Mäler, K.G., Moberg, F., Ohlsson, L., Olsson, P., Ostrom, E., Reid, W., Rockström, J., Savenije, H., Svedin, U. 2002. Resilience for Sustainable Development: Building Adaptive Capacity in a World of Transformations. International Council for Scientific Unions (ICSU), Rainbow Series No. 3, París. [online] URL: <http://www.sou.gov.se/mvb/pdf/resiliens.pdf>
- Franklin, J. F. 1988. Structural and functional diversity in temperate forests. En: Wilson, E.O. (Ed.). *Biodiversity*. National Academy Press, Washington, D.C., pp.166-175.
- Gallai N, Salles J-M, Settele J, Vaissière BE (2009) Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economics* 68:810–821
- Harrington, R., Anton, C., Dawson, T.P., de Bello, F., Feld, C.K., Haslett, J.R., Kluvánková-Oravská, T., Kontogianni, A., Lavorel, S., Luck, G.W., Rounsevell, M.D.A., Samways, M.J., Settele, J., Skourtos, M., Spangenberg, J.A., Vandewalle, M., Zobel, M. y Harrison, P.A. 2010. Ecosystem services and biodiversity conservation: concepts and a glossary. *Biodiversity y Conservation* 19: 2773-2790.
- Hoffmann, M., Hilton-Taylor, C., Angulo, A., Böhm, M., Brooks, T. M., Butchart, S. H. M., Carpenter, K. E., Chanson, J., Collen, B., Cox, N. A., Darwall, W. R. T., Dulvy, N. K., Harrison, L. R., Katariya, V., Pollock, C. M., Quader, S., Richman, N. I., Rodrigues, A. S. L., Tognelli, M. F., Vié, J. C., Aguiar, J. M., Allen, D. J., Allen, G. R., Amori, G., Ananjeva, N. B., Andreone, F., Andrew, P., Aquino Ortiz, A. L., Baillie, J. E. M., Baldi, R., Bell, B. D., Biju, S. D., Bird, J. P., Black-Decima, P., Blanc, J. J., Bolaños, F., Bolivar, W., Burfield, I. J., Burton, J. A., Capper, D. R., Castro, F., Catullo, G., Cavanagh, R. D., Channing, A., Chao, N. L., Chenery, A. M., Chiozza, F., Clausnitzer, V., Collar, N. J., Collett, L. C., Collette, B. B., Cortez Fernandez, C. F., Craig, M. T., Crosby, M. J., Cumberlidge, N., Cuttelod, A., Derocher, A. E., Diesmos, A. C., Donaldson, J. S., Duckworth, J. W., Dutson, G., Dutta, S. K., Emslie, R. H., Farjon, A., Fowler, S., Freyhof, J., Garshelis, D. L., Gerlach, J., Gower, D. J., Grant, T. D., Hammerson, G. A., Harris, R. B., Heaney, L. R., Hedges, S. B., Hero, J. M., Hughes, B., Hussain, S. A., Icochea, J., Inger, R. F., Ishii, N.,

- Iskandar, D. T., Jenkins, R. K. B., Kaneko, Y., Kottelat, M., Kovacs, K. M., Kuzmin, S. L., La Marca, E., Lamoreux, J. F., Lau, M. W. N., Lavilla, E. O., Leus, K., Lewison, R. L., Lichtenstein, G., Livingstone, S. R., Lukoschek, V., Mallon, D. P., McGowan, P. J. K., McIvor, A., Moehlman, P. D., Molur, S., Muñoz Alonso, A., Musick, J. A., Nowell, K., Nussbaum, R. A., Olech, W., Orlov, N. L., Papenfuss, T. J., Parra-Olea, G., Perrin, W. F., Polidoro, B. A., Pourkazemi, M., Racey, P. A., Ragle, J. S., Ram, M., Rathbun, G., Reynolds, R. P., Rhodin, A. G. J., Richards, S. J., Rodríguez, L. O., Ron, S. R., Rondinini, C., Rylands, A. B., Sadovy de Mitcheson, Y., Sanciangco, J. C., Sanders, K. L., Santos-Barrera, G., Schipper, J., Self-Sullivan, C., Shi, Y., Shoemaker, A., Short, F. T., Sillero-Zubiri, C., Silvano, D. L., Smith, K. G., Smith, A. T., Snoeks, J., Stattersfield, A. J., Symes, A. J., Taber, A. B., Talukdar, B. K., Temple, H. J., Timmins, R., Tobias, J. A., Tsytsulina, K., Tweddle, D., Ubeda, C., Valenti, S. V., van Dijk, P. P., Veiga, L. M., Veloso, A., Wege, D. C., Wilkinson, M., Williamson, E. A., Xie, F., Young, B. E., Akçakaya, H. R., Bennun, L., Blackburn, T. M., Boitani, L., Dublin, H. T., da Fonseca, G. A. B., Gascon, C., Lacher Jr., T. E., Mace, G. M., Mainka, S. A., McNeely, J. A., Mittermeier, R. A., McGregor Reid, G., Rodríguez, J. P., Rosenberg, A. A., Samways, M. J., Smart, J., Stein, B. A. y Stuart, S. N. (2010). The impact of conservation on the status of the world's vertebrates. *Science*, 330, 1503-1509.
- Hooper, D.U., Chapin, F.S., Ewel, J.J., Hector, A., Inchausti, P., Lavorel, S., Lawton, J.H., Lodge, D.M., Loreau, M., Naeem, S., Schmid, B., Setälä, H., Symstad, A.J., Vandermeer, J. y Wardle, D.A. 2005. Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. *Ecological Monographs* 75: 3–35.
 - ICES, 2008. International Council for the Exploration of the Sea. www.ices.dk/indexfla.asp.
 - Kinzig, A., Perrings, C. y Scholes R. 2007. Ecosystem Services and the Economics of Biodiversity Conservation. Documento de trabajo. <http://www.public.asu.edu/~cperring/Kinzig%20Perrings%20Scholes%20%282007%29.pdf>
 - Kremen, C. 2005. Managing ecosystem services: What do we need to know about their ecology? *Ecology Letters* 8: 468–479.
 - Kremen, C., Williams, N.M., Aizen, M.A., Gemmill-Herren, B., LeBuhn, G., Minckley, R., Packer, L., Potts, S.G., Roulston, T., Steffan-Dewenter, I., Vazquez, D.P., Winfree, R., Adams, L., Crone, E.E., Greenleaf, S.S., Keitt, T.H., Klein, A.M., Regetz, J. y Ricketts, T.H. 2007. Pollination and other ecosystem services produced by mobile organisms: a conceptual framework for the effects of land-use change. *Ecology Letters* 10: 299–314.
 - Lizana, M. y Viejo, J.L. 2009. La diversidad animal en España. Documentación administrativa 278-279: 39-111.
 - Luck, G.W., Daily, G.C. y Ehrlich, P.R. 2003. Population diversity and ecosystem services. *Trends in Ecology and Evolution* 18: 331–336.
 - Luck, G.W., Harrington, R., Harrison, P.A., Kremen, C., Berry, P.M., Bugter, R., Dawson, T.P., De Bello, F., Díaz, S., Feld, C.K., Haslett, J.R., Hering, D., Kontogianni, A., Lavorel, S., Rounsevell, M., Samways, M.J., Sandin, L., Settele, J., Sykes, M.T., van Den Hove, S., Vandewalle, M. y Zobel, M. 2009. Quantifying the contribution of organisms to the provision of ecosystem services. *Bioscience* 59: 223-235.
 - Martín-López B. 2007. Bases Socio-Ecológicas para la Valoración Económica de los Servicios generados por la Biodiversidad: Implicaciones en las Políticas de Conservación. Tesis doctoral. Departamento de Ecología. Universidad Autónoma de Madrid.
 - Martín-López, B., González, J.A., Díaz, S., Castro, I. y García-Llorente, M. 2007. Biodiversidad y bienestar humano: el papel de la diversidad funcional. *Ecosistemas* XVI, nº3. (<http://www.revistaecosistemas.net/>)
 - Martín-López, B., Montes, C., Ramírez, L. y Benayas, J. 2009. What drives policy decision-making related to species conservation? *Biological Conservation* 142:1370-1380.

- McNeely, J. A., D. P. Faith, and H. J. Albers. 2005. Biodiversity. En: Policy Responses. (Chopra, K., Leemans, R., Kumar, P., Simons, H. Eds.), Millennium Ecosystem Assessment, Volume 3, pp 119-172. Island Press, Washington DC., Covelo, London
- Murphree, M.W. 2002. Protected areas and the commons. Common Property Resource Digest 60: 1-3
- Noss, R.F. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. Conservation Biology 4, 355-364.
- Olsson, P., Hahn, T., Folke, C. 2004a. Social-ecological transformation for ecosystem management: The development of adaptive co-management of a wetland landscape in Southern Sweden. Ecology and Society 9: 2. [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss4/art2>.
- Ostrom, E.; Burger, J., Field, C.B., Norgaard, R.B., Policansky, D. 1999. Revisiting the commons: local lessons, global challenges. Science 284: 278-282.
- Petrosillo, I., Zaccarelli, N. y Zurlini, G. 2010. Multi-scale vulnerability of natural capital in a panarchy of social-ecological landscapes. Ecological Complexity 7: 359-367.
- Pineda, F.D. 1998 Diversidad biológica y conservación de la biodiversidad. In: Pineda FD, De Miguel JM, Casado MA (eds) Diversidad biológica y cultura rural en la gestión ambiental del desarrollo. Mundi-Prensa, Madrid.
- Proença, V., Faria Queiroz C., Araujo M, Pereira HM. 2009. Biodiversidade. En: Pereira, HM, Domingos T, Vicente L, Proença V. (eds). Ecosistemas e Bem-Estar Humano: Avaliação para Portugal do Millennium Ecosystem Assessment. Escolar editora.
- Pyle RM. 2003. Nature matrix: reconnecting people and nature. Oryx 37:206-214.
- Rands MRW, Adamas WM, Bennun L, Butchart SHM, Clements A, Coomes D, Entwistle A, Hodge I, Kapos V, Scharlemann JPW, Sutherland WJ, Vira B. 2010. Biodiversity Conservation: Challenges Beyond 2010. Science 329: 1298-1303.
- Ruitenbeek, J., Cartier, C. 2001. The invisible wand: adaptive co-management as an emergent strategy in complex bio-economic systems. Occasional paper 34. Center for International Forestry Research, Bogor, Indonesia. [online] URL: http://www.cifor.cgiar.org/publications/pdf_files/OccPapers/OP-034.pdf
- Sala, O.E., Chapin, F.S., Armesto, J.J., Berlow, E., Bloomfield, J., Dirzo, R., Huber-Sanwald, E., Huenneke, L.F., Jackson, R.B., Kinzig, A., Leemans, R., Lodge, D.M., Mooney, H.A., Oesterheld, M., Poff, N.L., Sykes, M.T. Walker, B.H., Walker, M., Wall, D.H. 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. Science 287: 1770-1774.
- Spehn, E.M., Scherer-Lorenzen, M., Schmid, B., Hector, A., Caldeira, M.C., Dimitrakopoulos, P.G., Finn, J.A., Jumpponen, A., O'Donovan, G., Pereira, J.S., Schulze, E.D., Troumbis, A.Y. y Körner, C. 2002. The role of legumes as a component of biodiversity in a cross-European study of grassland biomass nitrogen. Oikos 98: 205-218.
- Steinberg P. 2009. Institutional resilience amid political change: the case of biodiversity conservation. Global Environmental Politics 9:61-81.
- Swart, J.A.A. 2003. Will direct payment help biodiversity? Science 299: 1981.
- Termorshuizen, J.W. y Opdam, P. 2010. Landscape services as a bridge between landscape ecology and sustainable development. Landscape Ecology 24: 1037-1052.
- Thuiller W, Lavergne S, Roquet C, Boulangeat I, Lafourcade B, Araujo MB. En prensa. Consequences of climate change on the tree of life in Europe. Nature, 470: 531-534.
- UICN. (2010). IUCN red list of threatened species. IUCN, Cambridge, United Kingdom. Available online: <http://www.iucnredlist.org>; consulted on 2011.
- UNEP (2010) UNEP Emerging issues: Global Honey bee colony disorders and other threats to insect pollinations.

- Wall, D.H. (Ed.). 2004. Sustaining biodiversity and ecosystem services in soils and sediments. Island Press, Washington, DC.
- Wardle, D.A., Bardgett, R.D., Klironomos, J.N., Setälä, H., van der Putten, W.H. y Wall, D.H. 2004. Ecological linkages between aboveground and belowground biota. *Science* 304: 1629–1633.
- Wunder, S. 2007. The efficiency of payments for environmental services in tropical conservation. *Conservation Biology* 21: 48-58.