

El Cambio climático en los Pirineos: impactos, vulnerabilidades y adaptación

Bases de conocimiento para la futura estrategia
de adaptación al cambio climático en los Pirineos



OPCC-CTP (2018). El cambio climático en los Pirineos: impactos, vulnerabilidades y adaptación

Bases de conocimiento para la futura estrategia de adaptación al cambio climático en los Pirineos

ISBN: 978-84-09-06268-3

Coordinación y edición de textos: Juan Terrádez e Idoia Arauzo

Diseño de la portada: La Page Original

Edición gráfica y maquetación: Collserola

Foto de portada: © OPCC

Aviso legal

El contenido de esta publicación no refleja necesariamente las opiniones oficiales del Observatorio Pirenaico del Cambio climático u otras instituciones de la Unión Europea. Ni el Observatorio Pirenaico del Cambio Climático ni ninguna persona que actúe en nombre del OPCC es responsable del uso que pueda hacerse de la información contenida en este informe.

Aviso de copyright

Reconocimiento-NoComercial (CC BY-NC)

Esta licencia permite a otros entremezclar, ajustar y construir a partir de su obra con fines no comerciales, y aunque en sus nuevas creaciones deban reconocerle su autoría y no puedan ser utilizadas de manera comercial, no tienen que estar bajo una licencia con los mismos términos.

Descarga el informe completo y el resumen ejecutivo en ES, FR, CAT o EN en el portal de información del Observatorio Pirenaico del Cambio Climático: <https://opcc-ctp.org/>

2.2 Biodiversidad de montaña: fauna

Coordinadores: Juan Terrádez (CTP-OPCC),

Idoia Arauzo (CTP-OPCC)

Autores: Juan Terrádez (CTP-OPCC), Idoia Arauzo (CTP-OPCC)

Coautores: José Antonio Atauri (Oficina Técnica EUROPARC-España), Josep María Ninot (UB, IRBio), Bernat Claramunt (CREAF, Universitat Autònoma de Barcelona) Sofía Morcelle (SEO/BirdLife), Ricardo García-González, (IPE- CSIC), Guillem Masó Ferrerons (IPE-CSIC).

2.2.1 Cambios en la productividad y abundancia de las especies

El cambio climático puede afectar a la fisiología de muchas especies, influyendo en su productividad y en definitiva en su supervivencia a largo plazo (Parmesan *et al.*, 2006). La correlación entre variables climáticas y parámetros demográficos de las especies de alta montaña ha sido ampliamente demostrada por la comunidad científica (Provenza, 2008; Bionda y Brambilla, 2012; García *et al.*, 2014; EEA, 2016; Pacifici *et al.*, 2015; De Pous, 2016). En los ecosistemas de la región biogeográfica alpina los impactos del cambio climático en la fisiología y productividad de algunas especies han resultado ser más evidentes que en otras regiones biogeográficas. En estos ambientes, el clima es el principal factor regulador del ecosistema y por lo tanto, las comunidades de animales y plantas se encuentran en un delicado estado de equilibrio con las variables climáticas.

Impactos observados y previstos

La reducción de la magnitud y persistencia de las nevadas registrada en las últimas décadas en los Pirineos está teniendo consecuencias en las diversas especies que habitan ambientes nivosos. Este es el caso de los grandes mamíferos de altitud como el rebeco pirenaico o sarrio (*Rupicapra pyrenaica*). Varios estudios han mostrado la correlación entre los cambios demográficos en la población pirenaica de este ungulado y los años con una cubierta de nieve inferior a un cierto umbral (Jacobson *et al.*, 2004; Willis *et al.*, 2013; Kourkgy *et al.*, 2015). En particular, se ha demostrado que los cambios fenológicos en las especies vegetales de las que se alimentan los sarrios, actúan como señal para el inicio de etapas importantes en su ciclo de vida como la reproducción, la concepción o la duración de la gestación. Análogamente, también se ha observado que algunas especies de aves características de los ambientes de cotas altas como la perdiz nival (*Lagopus muta pyrenaica*) están

RESUMEN

Las condiciones climáticas juegan un rol decisivo en la composición, estructura y funcionamiento de los sistemas naturales. Los ecosistemas de alta montaña, caracterizados por una alta riqueza de especies endémicas con estrechos rangos de distribución, tamaños de poblaciones efectivos bajos, requisitos específicos de hábitat y capacidades limitadas de dispersión, son particularmente vulnerables a las variaciones de las condiciones climáticas. De hecho, en la montaña el clima es uno de los principales reguladores del funcionamiento de los ecosistemas, ya que incluso pequeñas variaciones en las temperaturas pueden incidir en la distribución y abundancia de muchas especies. Los impactos del cambio climático en la fauna de los Pirineos pueden manifestarse de diferente manera, incluyendo i. cambios generales en la fisiología de algunas especies (por ejemplo, adaptaciones fisiológicas a través de procesos microevolutivos), ii. alteraciones en la fenología de las especies (como por ejemplo variaciones en el número de eventos reproductivos, en la fecha de eclosión de los huevos o en la fecha de inicio y fin de los movimientos migratorios), iii. variaciones en la abundancia, composición y distribución geográfica de las poblaciones (que se manifiestan a través de cambios latitudinales y altitudinales del rango de distribución de las distintas especies) y que, junto con las alteraciones fenológicas, pueden desembocar en iv. alteraciones ecológicas más profundas a través de desajustes entre los ciclos biológicos de especies interconectadas entre sí (como por ejemplo los sistemas depredador-presa o planta-herbívoro), capaces de alterar el funcionamiento del conjunto del ecosistema. Además, el cambio climático podría incrementar el v. riesgo de invasión y/o expansión de algunas especies exóticas, favoreciendo su transporte y posterior asentamiento, gracias a las nuevas condiciones climáticas favorables y a la reducción de la competencia interespecífica con las especies nativas. Por otro lado, no hay que olvidar que actuando en sinergia con los impactos climáticos directos existen varios factores, en su mayoría de naturaleza antrópica, cuya magnitud los convierte en un desafío todavía mayor para la conservación de la fauna pirenaica. Entre ellos, es importante mencionar la destrucción y fragmentación del hábitat, los cambios en los usos del suelo, la sobreexplotación de los recursos hídricos, la contaminación atmosférica y de las aguas, el abandono de las actividades agropastorales y la introducción y difusión de especies exóticas. La acción combinada de los impactos antrópicos y los impactos del cambio climático, a través de las alteraciones mencionadas, pueden ocasionar la modificación de algunos procesos ecológicos clave en los ecosistemas de alta montaña, lo que podría comprometer su propia pervivencia, limitando además su capacidad para proveer bienes y servicios a la sociedad.

viendo alterada su fisiología y abundancia a causa del cambio climático. En concreto, García-González *et al* (2016) han subrayado que el incremento de las temperaturas podría reducir la cantidad de nieve o su duración, disminuyendo la extensión de las zonas de alimentación preferidas de las perdices nivales. El menor crecimiento de la vegetación de altitud incide directamente en la disponibilidad de alimento para la perdiz nival y por lo tanto en su estado fisiológico, éxito reproductivo y capacidad de supervivencia. Según Novoa *et al* (2016) las variables que mejor explican las diferencias en el éxito reproductivo de esta especie en los Pirineos son la fecha del deshielo total y el comportamiento de las lluvias después de la eclosión de las puestas en primavera, variables que están siendo alteradas por el calentamiento global (Buisan *et al.*, 2015; Morán-Tejeda *et al.*, 2017).

Los anfibios se encuentran entre los grupos de vertebrados más vulnerables a los cambios fisiológicos inducidos por el cambio climático. Su piel permeable, ciclo de vida bifásico⁶ y huevos sin cubierta hacen que los anfibios sean extremadamente sensibles a pequeños cambios de temperatura y humedad (Carey y Alexander, 2003). Se ha demostrado que su éxito reproductivo, funciones inmunes y grado de sensibilidad a contaminantes químicos pueden verse afectados directamente por el calentamiento global (Pound *et al.*, 2006; Araujo *et al.*, 2011; Dastansara *et al.*, 2017). Uno de los efectos negativos más destacado en la fisiología de los anfibios se da principalmente a través de cambios en el período de latencia metabólica durante la temporada invernal. Un claro ejemplo es el aumento de la mortalidad y reducción de la capacidad reproductiva en algunas poblaciones de sapo común (*Bufo bufo*): los inviernos cada vez más suaves provocan el acortamiento del período de latencia metabólica invernal, causando un empeoramiento general del estado corporal de muchos individuos (Reading, 2007). Además, las temperaturas mínimas cada vez más suaves impiden que el metabolismo de estos anfibios les lleve al estado de latencia total durante el invierno, por lo que los individuos continúan consumiendo sus reservas y reduciendo como consecuencia su masa corporal. La pérdida de masa corporal incide directamente en una reducción de las probabilidades de supervivencia (Bonardi *et al.*, 2011; Caruso *et al.*, 2014). También los eventos climáticos extremos como las sequías y las olas de calor están generando efectos negativos en las poblaciones de algunos anfibios. Se ha demostrado que la ola de calor del 2003 generó impactos negativos

considerables en la supervivencia de la rana común (*Pelophylax perezi*) en Europa (Neveu, 2009). Piracés *et al* (2015) han constatado descensos poblacionales interanuales considerables en las poblaciones del tritón pirenaico (*Calotriton asper*) en nueve barrancos del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido, directamente relacionados con los años con una mayor ocurrencia de eventos climáticos extremos (principalmente avenidas y sequías).

Por último, la fisiología y el comportamiento de los invertebrados también pueden verse afectados por los cambios en las condiciones climáticas. Este es, por ejemplo, el caso de la procesionaria del pino (*Thaumetopoea pityocampa*), cuyas poblaciones en los últimos años han aumentado su éxito reproductivo y ampliado su área de distribución en algunas zonas de los Pirineos como consecuencia del aumento de las temperaturas mínimas y de la reducción de los días de lluvia (Buffo *et al.*, 2007; Rousselet *et al.*, 2010; Taïgo *et al.*, 2017).

2.2.2 Modificaciones del ciclo de vida (alteraciones fenológicas) y de las interacciones entre especies

Uno de los efectos más evidentes del cambio climático en la fauna son las alteraciones en el ciclo de vida (Knudsen *et al.*, 2011). Eventos importantes en la vida de los animales como la reproducción, la puesta, la migración y el letargo, están modificando su calendario a causa del aumento de las temperaturas. El ciclo biológico de numerosas especies está cambiando de forma significativa y el cambio climático parece ser la causa principal. Las respuestas fenológicas al cambio climático son muy diferentes entre las especies, lo que puede desembocar en la desincronización de algunas interacciones clave entre estas. Las desincronizaciones pueden acarrear alteraciones considerables en la estructura de las comunidades de alta montaña. Especialmente vulnerables a estos cambios son las especies migratorias y aquellas especies tanto terrestres como acuáticas cuya temperatura corporal depende de la temperatura ambiental (Dell *et al.*, 2005; Jiguet *et al.*, 2010; Parmesan, 2006; Dingemanse y Kalkman, 2008; Schlüter *et al.*, 2010; Tryjanowski *et al.*, 2010; Barthès *et al.*, 2014). Los cambios fenológicos, además de buenos indicadores del cambio climático, tienen una importancia ecológica crítica, ya que pueden impactar sobre la capacidad competitiva de las diferentes especies y por lo tanto en la estructura de las comunidades y en definitiva en el funcionamiento del ecosistema.

(6) Ciclo de vida que consiste en dos fases diferentes (larva y adulto) con una metamorfosis de transición entre ambas.

Impactos observados y previstos

En el caso de las aves migratorias, la mayor variabilidad climática que ha caracterizado las últimas décadas está alterando los patrones migratorios de algunas especies residentes temporales en los Pirineos (Walther *et al.*, 2002; Rubolini *et al.*, 2007; Panuccio *et al.*, 2016). Entre los principales cambios documentados está el anticipo de la fecha de llegada al continente europeo en primavera, observado en más de 100 especies (Bradley *et al.*, 1999; Rubolini *et al.*, 2007), el retraso en la partida otoñal y en general los cambios en los patrones migratorios, particularmente intensos en las aves migrantes de corta distancia (Møller *et al.*, 2008; Saiano *et al.*, 2011; Panuccio *et al.*, 2017).

El anticipo de la fecha de llegada a Europa se ha vinculado al aumento de las temperaturas invernales en el África subsahariana, lugar de invernada de la mayoría de estas especies. Por otro lado, el retraso en la partida otoñal parece tener conexión con las altas temperaturas registradas en los lugares de llegada. En particular, Saiano *et al.* (2011) han calculado un avance promedio de la fecha de llegada de alrededor de 0,16 días al año desde 1959, con valores máximos para algunas especies de hasta 0,27 días al año.

Por otro lado, el cambio climático parece estar afectando de distinta manera a los diferentes tipos de aves migratorias en Europa. En particular, la proporción de individuos que migran largas distancias está aumentando, en detrimento del número de individuos residentes y migradores de cortas distancias (Møller *et al.*, 2011). Varios estudios proyectan una intensificación de estas alteraciones fenológicas en futuro, que podrían incluso llegar a modificar notablemente la proporción de aves migratorias de larga y corta distancia en Europa (Bloom *et al.*, 2012; Charmantier, 2014).

También los eventos climáticos extremos parecen estar relacionados con algunos cambios fenológicos en las aves. En el caso de la golondrina común (*Hirundo rustica*), especie migratoria que inverna en África y que nidifica cada año en ambos lados de la cordillera, se ha relacionado la mayor incidencia de olas de calor y sequías con una mayor variabilidad en la fecha de llegada a Europa (Saino *et al.*, 2004). Cuando las condiciones son mejores en los lugares de invernada (pocos eventos climáticos extremos y suaves), la calidad del hábitat es mejor y la mayor

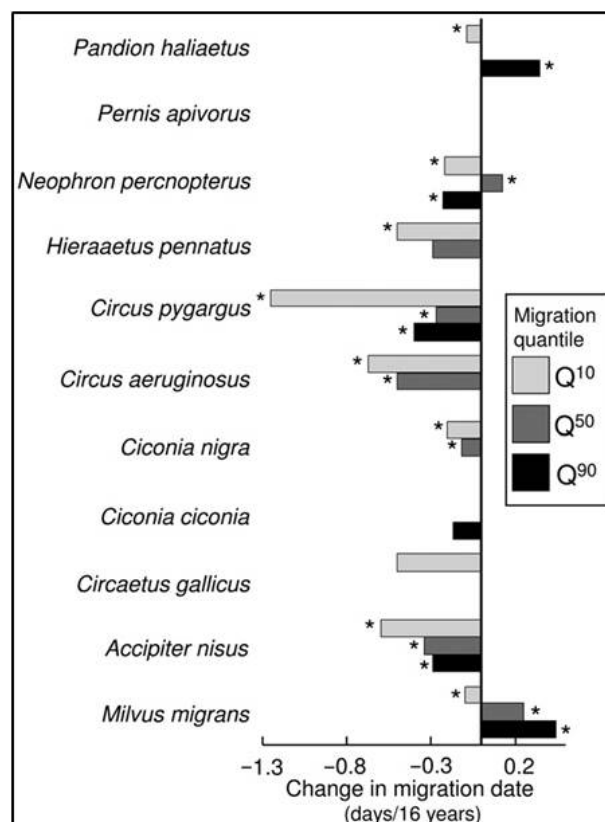


Figura 2.2.1. Estimación del adelanto de la fecha de llegada a la Península Ibérica de 11 especies de aves migratorias entre 1999 y 2011 (nº de días por 16 años). En gris claro = Q10, corresponde al 10 % de las aves contabilizadas, en gris oscuro (Q50), corresponde al 50% de las aves contabilizadas y en negro (Q90), el 90% de las aves contabilizadas. Fuente: Panuccio *et al.*, 2017

disponibilidad de alimentos que ello conlleva permite a los adultos llegar antes a los lugares de cría en Europa. Como consecuencia, aumentan las oportunidades de realizar una segunda puesta con éxito (Saino *et al.*, 2004). Si en un futuro se intensificaran los eventos climáticos extremos en los lugares de invernada, el éxito reproductivo de la especie podría verse afectado, ya que podría derivar en una disminución del número de parejas capaces de realizar una segunda puesta consecutiva (Walther, 2010).

ENCUADRE 2.2.1. PROYECTO LINDUS 2: SEGUIMIENTO DE LAS AVES MIGRATORIAS, EDUCACIÓN AMBIENTAL Y ECOTURISMO EN EL TERRITORIO TRANSFRONTERIZO DE LOS PIRINEOS

Los Pirineos Occidentales constituyen un lugar privilegiado para la observación de las miles de aves que cada año utilizan la ruta migratoria occidental Europea. LINDUS-2 es un proyecto de cooperación transfronteriza en los Pirineos desarrollado entre 2010 y 2014 a través del proyecto Lindus. Su principal objetivo es la observación y registro de los pasos migratorios de aves por los puertos de montaña de esta cordillera. Como novedad, el programa científico se amplía también al estudio de murciélagos, que en gran número utilizan esta ruta migratoria e incluso hibernan en Navarra. A la labor de identificación y conteo de aves en cuatro puntos estratégicos (Lindus, Organbidexka, Portalet y Somport), Lindus-2 suma la sensibilización social que se desarrolla a través de la participación de ecovoluntarios y de otras muchas iniciativas. El proyecto busca también promover el ecoturismo ligado al avistamiento de aves en el territorio Lindus y poner en valor el patrimonio natural y cultural de la zona. Lindus-2 se desarrolla desde 2016 hasta 2018, lo que permite realizar un seguimiento de aves durante tres temporadas de migración, y permitirá obtener valiosos datos de observación para disponer de más información sobre los cambios en la fenología de las aves migratorias que anualmente cruzan los Pirineos. Además, desde el proyecto LINDUS 2 se promueven iniciativas de ciencia ciudadana como la iniciativa “cuentapájaros”, en la que se invita a los ciudadanos a participar activamente en los censos de avifauna a través de una aplicación móvil denominada “eBIRD”. El proyecto forma parte del Programa Operativo de Cooperación Territorial España-Francia- Andorra (POCTEFA 2014-2020) con una financiación del 65% procedente del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER). Es un trabajo de cooperación transfronteriza entre el Gobierno de Navarra, su empresa pública GAN-NIK (Gestión Ambiental de Navarra, S.A.), el Ayuntamiento de Burguete, SEO/BirdLife y la Ligue pour la Protection des Oiseaux (LPO-Aquitania), por lo que cubre un amplio territorio en Navarra, Aragón y Aquitania.

Los cambios fenológicos afectan también a los invertebrados. Entre los insectos, los estudios sobre los lepidópteros y principales especies de polinizadores, han revelado su especial sensibilidad a los cambios de temperatura (Herrera *et al.*, 2014). Por lo que respecta a los lepidópteros, en las últimas décadas se han registrado adelantos en la fecha de los primeros avistamientos en la mayoría de las especies estudiadas, relacionados al parecer con el aumento de las temperaturas medias (Diamond *et al.*, 2011).

Otra clara evidencia del efecto del cambio climático en la fenología de los animales se da en los anfibios. En los últimos treinta años se han registrado adelantos de entre una y tres semanas por década en la fecha de inicio de la actividad reproductiva y puesta de huevos de muchos anfibios (Scott *et al.*, 2008; Phillimore *et al.*, 2010; Green *et al.*, 2017). También los reptiles parecen haber experimentado adelantos considerables en su fenología durante los últimos 30 años. A excepción de los años más fríos, la fecha de aparición de más de 15 especies de reptiles presentes en los Pirineos se ha adelantado progresivamente cada año (Prodon *et al.*, 2017).

Es altamente probable que la tendencia actual en los cambios fenológicos de muchas especies animales se mantenga e incluso se acentúe en el futuro, a medida que aumenten las temperaturas y haya una mayor variabilidad climática a causa del calentamiento global (Vitasse *et al.*, 2018). Además de modificar los calendarios fenológicos de algunas especies, el efecto acumulado podría acabar alterando gravemente las interacciones entre las diferentes especies, con consecuencias en todos los niveles de la cadena trófica, afectando a la dinámica de muchas especies y de los ecosistemas de alta montaña (Gordo *et al.*, 2005; García *et al.*, 2014; MacCarty *et al.*, 2017).

2.2.3 Modificaciones en la distribución geográfica

Otra de las respuestas más comunes de la fauna al cambio climático consiste en el desplazamiento hacia latitudes y/o altitudes superiores en busca de áreas donde las condiciones climáticas sean todavía adecuadas, modificando así su distribución geográfica original. La mayoría de los estudios, realizados con distintos modelos y enfoques, concuerdan en prever un desplazamiento general hacia el norte de las actuales áreas de distribución, una contracción de las áreas de distribución más meridionales, y un desplazamiento hacia altitudes mayores de las especies de montaña (Parmesan *et al.*, 2006; Dirnböck *et al.*, 2011). Los efectos de estos desplazamientos podrían ser particularmente negativos en aquellas especies que se encuentran en los extremos o márgenes de su área de distribución actual, como es el caso de muchas especies de montaña. En conjunto, las variaciones en la distribución actual de las especies podrían ocasionar cambios en las actuales comunidades de montaña, que en general podrían caracterizarse por aumentos de ciertas especies generalistas, en detrimento de algunas especies más especialistas (Singer y Parmesan, 2010). Existe consenso en que la intensidad de estos desplazamientos dependerá no solo de la evolución del cambio climático y de la capacidad de respuesta de cada especie, sino también, y seguramente en mayor medida, de la

evolución de otros factores no climáticos integrados en el concepto de cambio global⁷ (Schweiger *et al.*, 2008).

Impactos observados y previstos

En términos generales, se ha estimado un desplazamiento promedio del área de distribución geográfica de las especies europeas de aproximadamente 17 km hacia latitudes mayores, y/o 11 m hacia altitudes superiores, por decenio (Chen *et al.*, 2011). Un aspecto crítico para las especies de fauna de montaña reside en que los desplazamientos ascendentes se ven a menudo limitados por otros factores derivados de la actividad humana como la fragmentación del hábitat o los cambios en el uso del suelo. Estos factores pueden alterar la conectividad entre áreas del territorio, obstaculizando las migraciones hacia altitudes superiores y por lo tanto la capacidad de las distintas especies para adaptarse a las nuevas condiciones (Dirnböck *et al.*, 2011). Además, los desplazamientos en altura, en las montañas conllevan una pérdida de hábitat, ya que el área de distribución se reduce inevitablemente a medida que se asciende. Como consecuencia, algunas especies corren el riesgo de quedar progresivamente aisladas en las pequeñas áreas de hábitat adecuado restante, con el consiguiente aumento de su vulnerabilidad e incluso riesgo de extinción, debido a la escasez de alimentos y a la cada vez menor variabilidad genética⁸ de sus poblaciones (Schneider *et al.*, 2002; Maclean y Wilson, 2011; Flousek *et al.*, 2015). Este fenómeno podría tener efectos particularmente negativos en especies y poblaciones con baja diversidad genética como por ejemplo la marmota (*Marmota marmota*). Según un reciente estudio de Bichet *et al.* (2016) las actuales poblaciones de esta especie presentan una baja variabilidad genética debido a que tras su extinción en los Pirineos hace más de 10000 años, se introdujeron de nuevo con éxito a partir de sólo dos poblaciones alpinas diferentes, que además presentaban poco intercambio genético entre ellas. El bajo número de individuos fundadores (unos 400 reintroducidos en 40 años), junto con el aislamiento geográfico y genético, son factores que podrían reducir considerablemente la capacidad de adaptación y resiliencia de la marmota frente a los efectos del cambio climático.

En la mayoría de las especies de alta montaña el límite inferior del rango de distribución está restringido por las condiciones climáticas inadecuadas, mientras que el límite superior está condicionado por la disponibilidad de un tipo particular de vegetación, especie vegetal o hábitat. Por este motivo, los cambios en el rango de distribución de las especies pirenaicas también dependerán de la capacidad de la vegetación para desplazar su área de distribución con el tiempo: si la velocidad a la que se desplazan las comunidades vegetales es menor que la velocidad a la que varían las condiciones climáticas, las nuevas áreas de distribución potencial de muchos animales podrían reducirse considerablemente respecto a las originales (Costa *et al.*, 2009; Alexander *et al.*, 2017).

En cuanto a los mamíferos, las especies endémicas de alta montaña y con baja capacidad de dispersión parecen presentar una mayor sensibilidad a los efectos del cambio climático en su distribución. Un ejemplo es el caso del desmán ibérico (*Galemys pyrenaicus*). Según las conclusiones de un estudio realizado por Murueta-Holme *et al.* (2010) sobre el impacto del cambio climático en este pequeño mamífero en los principales macizos del norte de la Península Ibérica, su rango de distribución podría sufrir una contracción muy importante a lo largo de este siglo. En concreto, las temperaturas medias estivales y el balance hídrico parecen ser los principales factores que determinan la presencia y distribución potencial de *G. pyrenaicus*. Se prevé que ambos factores varíen significativamente a lo largo de este siglo a causa de calentamiento global. Si las proyecciones de este modelo se confirmasen, los efectos del cambio climático, en sinergia con la pérdida de hábitat, podrían poner en riesgo la supervivencia futura de la especie.

También algunas especies de aves podrían sufrir una contracción de su rango de distribución en los Pirineos. Si bien la capacidad de volar aumenta considerablemente su capacidad de dispersión, la reducción del rango de distribución de las comunidades vegetales de las que dependen muchas especies podría ser determinante en especies como la perdiz nival (*Lagopus muta pyrenaica*) (García-González *et al.*, 2016; Novoa *et al.*, 2016).

(7) Se llama cambio global al conjunto de cambios ambientales que se derivan de las actividades humanas sobre el planeta, con especial referencia a cambios en los procesos que determinan el funcionamiento del sistema Tierra (Wikipedia.org).

(8) La variabilidad genética se refiere a la variación en el material genético (genoma) de una población o especie. Para poder adaptarse a los efectos negativos del cambio climático se requiere una gran diversidad genética que permita activar mecanismos genéticos adaptativos, para contrarrestar los efectos ambientales negativos. Conforme disminuye esta variabilidad en las poblaciones de determinadas especies de animales y plantas, éstas se vuelven más vulnerables ante los cambios en las condiciones ambientales. Sin embargo, la adaptación al cambio ambiental podría hacerse también mediante lo que se conoce como "plasticidad fenotípica" (ver p.e. Kourkgy *et al.*, 2016, entre otros)

ENCUADRE 2.2.2 PROMOVER LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA GESTIÓN DE LAS ÁREAS PROTEGIDAS.

La Fundación Fernando González Bernáldez y EUOPARC-España están desarrollando el proyecto *"Promover la adaptación al cambio climático en la gestión de las áreas protegidas de España"*, con el apoyo de la Fundación Biodiversidad a través de la convocatoria de Ayudas para la realización de proyectos en materia de adaptación al cambio climático.

El proyecto se enmarca dentro de una de las líneas prioritarias del Plan Nacional de Adaptación de España, que pretende la incorporación de la adaptación en los diferentes sectores, en este caso la conservación de la biodiversidad. El objetivo principal del proyecto es facilitar la integración de criterios de adaptación al cambio climático en la planificación y gestión de las áreas protegidas, promoviendo el intercambio de conocimiento y de experiencias piloto entre los gestores de áreas protegidas, y desarrollando herramientas prácticas que permitan incorporar las evidencias científicas ya disponibles a la práctica de la gestión.

Para lograr estos objetivos, se ha convocado un premio de buenas prácticas de adaptación en áreas protegidas, que servirá para identificar acciones de adaptación en el conjunto del Estado y dar difusión a las mismas. Paralelamente se están incorporando de forma piloto criterios de adaptación en el proceso de elaboración del plan de gestión de tres áreas protegidas: el Paisaje Protegido de la Sierra de Santo Domingo (Zaragoza), la Zona de Especial Conservación de Urbasa y Andía (Navarra), y el Parque Nacional del Teide (Tenerife).

Los resultados de estas experiencias piloto, junto con las acciones recopiladas con motivo del premio se espera que sirvan de material de interés para el conjunto de gestores de áreas protegidas, a través de una herramienta online y de la reedición y distribución del Manual 13 *"Las áreas protegidas en el contexto del cambio global: incorporación de la adaptación al cambio climático en la planificación y gestión"*.

También el rango de distribución potencial de algunas especies de anfibios podría verse notablemente reducido en las próximas décadas a causa del calentamiento global. Es muy probable que debido a

los requisitos ambientales específicos de este grupo y a su alta sensibilidad fisiológica a los cambios en las variables abióticas, combinado con la creciente fragmentación de las ya estrechas franjas de hábitat adecuado, restrinjan todavía más las áreas de distribución potencial de estos vertebrados en futuro. Como consecuencia, algunas poblaciones podrían quedar cada vez más aisladas, reduciendo su resiliencia⁹ al cambio climático (Araújo *et al.*, 2006; Hickling *et al.*, 2006; Maiorano *et al.*, 2011).

En un estudio sobre el impacto del cambio climático en la distribución potencial y variación genética del tritón pirenaico *Calotriton asper*, Pou *et al.* (2015) han concluido que, incluso considerando los escenarios más optimistas, entre el 2020 y el 2080 esta especie endémica de los Pirineos podría sufrir una reducción considerable de su rango de distribución potencial, en parte causado por las mínimas posibilidades de dispersión que posee. A pesar de la gran pérdida de áreas potencialmente idóneas para este anfibio, los modelos también revelan algunas áreas que podrían permanecer relativamente estables en el tiempo, sobre todo en la zona central de su distribución actual (Figura 2.2.2).

Particularmente alarmantes son las proyecciones futuras para las poblaciones de algunos insectos como las mariposas. En general, se espera una reducción del rango de distribución del 80 % del total de las especies de mariposas en Europa, mientras que se estima que solo el 20% de las especies podría beneficiarse de los potenciales efectos positivos derivados del aumento de las temperaturas medias (Settele *et al.*, 2008). Es importante subrayar que los Pirineos concentran la mayor densidad de especies de mariposa catalogadas en los anexos de la Directiva Hábitats (Romo *et al.*, 2015). Esto se debe a que en la bioregión pirenaica confluyen los requisitos ecológicos y bioclimáticos particulares de muchas de estas especies. Teniendo en cuenta que la extensión de los rangos de distribución de estas mariposas está limitada principalmente por las condiciones climáticas (Romo *et al.*, 2015), es de vital importancia para su conservación a medio y largo plazo considerar la evolución de las condiciones climáticas en las políticas de conservación actuales y futuras.

Algunas especies de mariposa típicas de las zonas de montaña europeas han visto reducidas sus áreas de distribución potencial en los últimos decenios y está

(9) Resiliencia es el término empleado en ecología de comunidades y ecosistemas para indicar la capacidad de estos de absorber perturbaciones, sin alterar significativamente sus características de estructura y funcionalidad; pudiendo regresar a su estado original una vez que la perturbación ha terminado.

previsto que lo sigan haciendo en futuro (Willson *et al.*, 2015). Este es el caso de *Parnassius apollo*, especie que ha experimentado un fuerte ascenso de su límite altitudinal inferior de distribución en el sur de Francia y probablemente también en muchas zonas montañosas del sur de la Península Ibérica (Catalan *et al.*, 2017). Esta regresión parece estar directamente relacionada con una menor duración anual de la capa de nieve, que empeora el aislamiento térmico de los individuos inmaduros de esta mariposa incidiendo negativamente en su tasa de supervivencia.

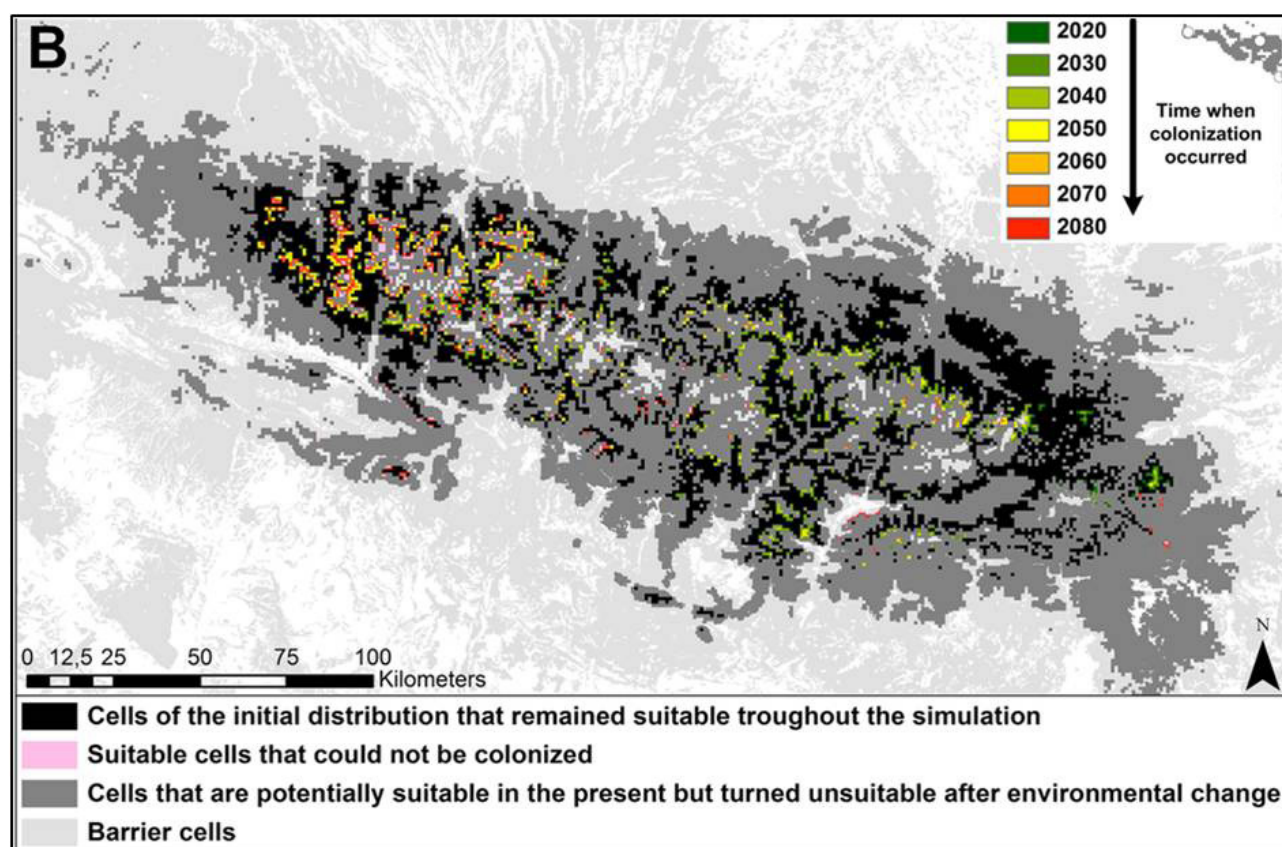


Figura 2.2.2. Evolución estimada de la distribución potencial de *Calotriton asper* en el 2080 respecto a la distribución actual, empleando la media de tres modelos de circulación global (GCM: CCCMA, HADCM3 y CSIRO) y el escenario de emisión SRES A2. Las zonas en gris corresponden a las áreas potencialmente idóneas en la actualidad para *Calotriton asper*, pero que probablemente no lo sean en futuro y las zonas en negro corresponden a las áreas del territorio pirenaico que permanecerán potencialmente idóneas a pesar de los cambios y las limitaciones de dispersión de la especie. Los distintos colores indican el momento estimado de colonización de las nuevas áreas colonizadas. Fuente: de Pou *et al.*, 2015

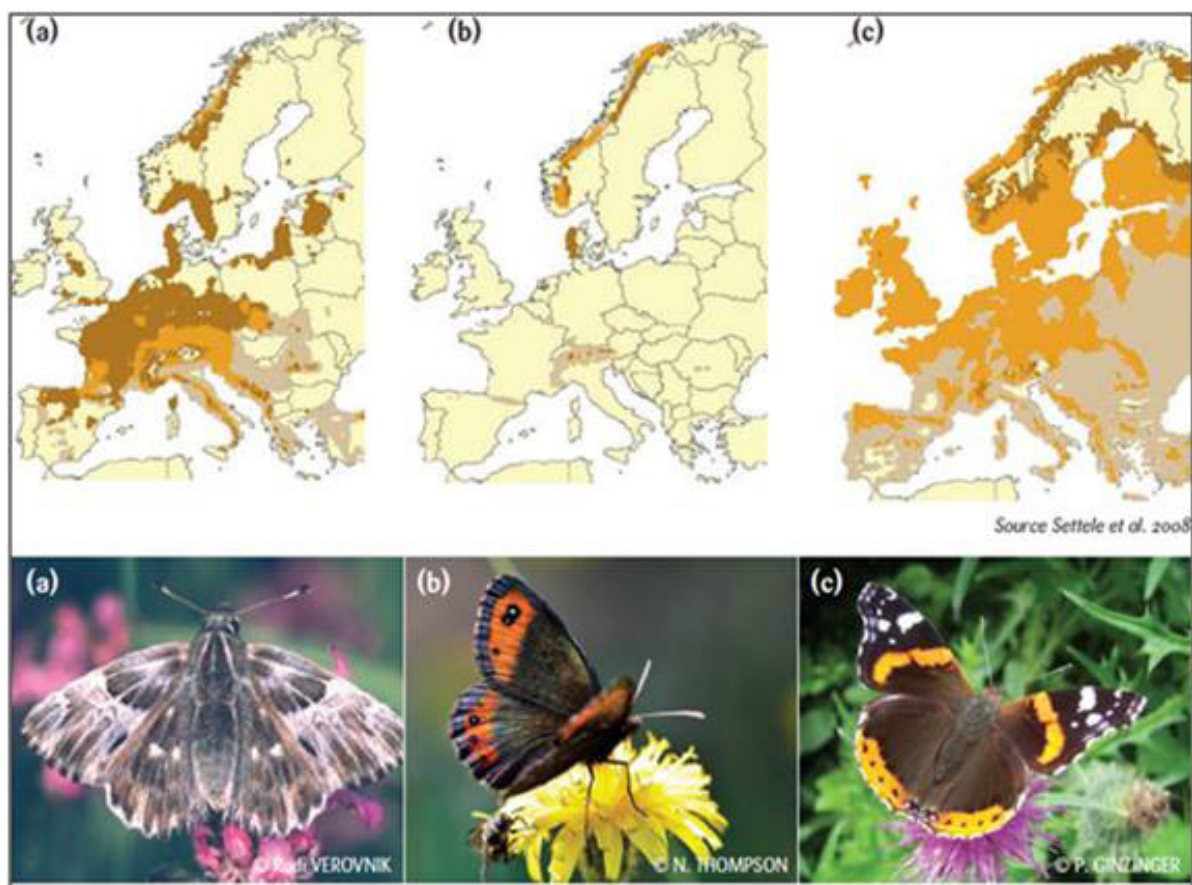


Figura 2.2.3. Cambios esperados en las áreas climáticamente idóneas (marrón claro: áreas perdidas, marrón oscuro: áreas ganadas) para tres especies de mariposas europeas (a) *Carcharodus flocciferus*; (b) *Erebia montana* y (c) *Vanessa atalanta*, en 2080, empleando el escenario emisor A2. Fuente: Settele *et al.*, 2008

Las proyecciones futuras son especialmente preocupantes para *Erebia montana*, especie para la cual todos los modelos empleados por Schmitt *et al.* (2013) predicen un alto riesgo de desaparición en los Pirineos y Massif Central a causa, al menos en buena parte, del calentamiento global.

También la distribución potencial y diversidad de algunos insectos polinizadores como los abejorros y las abejas podrían verse seriamente afectadas por el cambio climático (Lecocq *et al.*, 2013; Groom *et al.*, 2014; Miller-Struttmann *et al.*, 2015). En particular, los cambios graduales en las condiciones climáticas están alterando los rangos de distribución y la fenología de estos

insectos clave (Kuhlmann *et al.*, 2012), desencadenando variaciones espaciales y/o temporales de sus nichos climáticos¹⁰ potenciales (MoolLanes *et al.*, 2013). Varios estudios han demostrado que el declive actual del abejorro en Europa puede atribuirse en parte al cambio climático y especialmente al incremento en frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos como sequías y olas de calor (Bartomeus *et al.*, 2013; Groom *et al.*, 2014). Por lo que respecta a los Pirineos, Ornos *et al.* (2017) han detectado un desplazamiento progresivo de las principales especies de abejorro hacia altitudes mayores, impulsado por la búsqueda de condiciones climático-ambientales idóneas. Al mismo tiempo, Rasmont *et al.* (2015) prevén una reducción considerable

(10) El **nicho ecológico** es un término que describe la posición relacional de una especie o población en un ecosistema. Cuando hablamos de nicho ecológico, nos referimos a la «ocupación» o a la función que desempeña cierta especie dentro de una comunidad. Por ejemplo, el nicho ecológico de las ardillas es habitar en los árboles y alimentarse de plantas y frutos secos.

de las áreas climáticamente idóneas para gran parte de las especies de abejorro presentes en la cordillera, y particularmente para *Bombus barbutellus*, *B. bohemicus*, *B. campestris*, *B. confusus*, *B. cryptarum*, *B. terrestris* y *B. cullumanus* (figura 2.2.4).

Es muy probable que en los próximos años se acentúe el proceso de declive al que se enfrentan actualmente estos polinizadores, a medida que se intensifique el calentamiento global. Si la necesidad de desplazarse en busca de condiciones adecuadas es cada vez mayor, pero las áreas climáticamente idóneas se contraen progresivamente a causa del cambio climático, la capacidad de adaptarse de estos insectos clave podría verse considerablemente reducida.

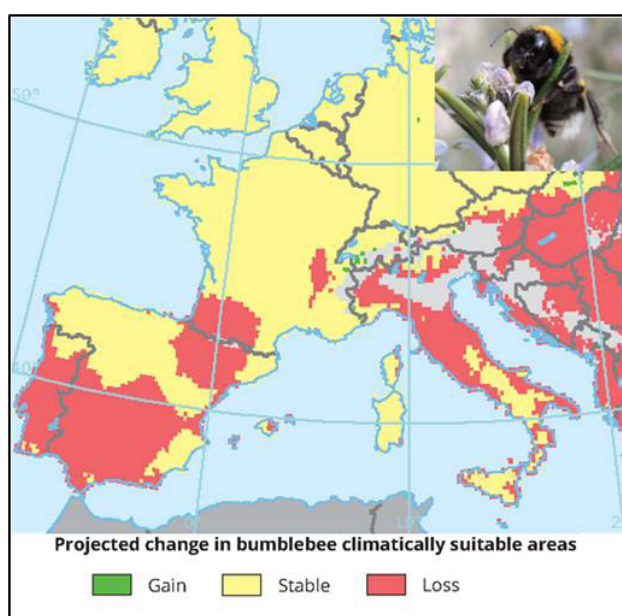


Figura 2.2.4. Cambio proyectado en el área climáticamente idónea para el abejorro *Bombus terrestris* (la especie de abejorro más grande y una de las más numerosas de Europa) considerando un escenario combinado de cambio climático y de cambios de usos del suelo según SEDG (Objetivo de Desarrollo Europeo Sostenible) y el escenario emisor SRES B1. En verde las zonas ganadas, en amarillo las zonas estables y en rojo las zonas perdidas. Fuente: EEA. 2016 de Rasmont *et al.*, 2015

2.2.4 Alteraciones de las interacciones ecológicas y del funcionamiento de los ecosistemas.

La acción combinada de los impactos del cambio climático puede provocar la desincronización entre los ciclos de vida de las poblaciones ecológicamente interconectadas, como por ejemplo las especies con relaciones presa-depredador o parásito-huésped. Si estas especies responden de manera diferente a las variaciones de las condiciones climáticas (alteraciones fenológicas diferentes), las interacciones entre ellas corren el riesgo de desincronizarse, pudiendo alterar el funcionamiento de todo el ecosistema.

Impactos observados y previstos

Las respuestas fenológicas y los cambios en la distribución de las especies tienen potenciales repercusiones negativas en las especies de niveles tróficos¹¹ superiores y en general en aquellas especies que interactúan entre sí a través de sinergias de distinta naturaleza (relaciones interespecíficas¹²). Algunos ejemplos son los casos de los sistemas herbívoro-planta, o depredador-presa, ya que los cambios en la presencia y/o abundancia que afectan a una determinada especie inciden también en las demás especies relacionadas, a través de desfases o desajustes entre los calendarios fenológicos. Estos desfases pueden alterar la capacidad de algunas especies para ejercer funciones clave en el ecosistema (Filadelfia, 2007), y como consecuencia también el funcionamiento del ecosistema.

Un ejemplo particularmente alarmante es la desincronización entre la fenología de la floración de las plantas y el ciclo de vida de las abejas (relación interespecífica planta- polinizador). Se ha demostrado que el cambio climático podría estar influyendo negativamente en la capacidad de los insectos polinizadores para polinizar las plantas (Schweiger *et al.*, 2010). Dado el importante papel que los polinizadores desempeñan en la estabilidad de los ecosistemas y en el mantenimiento de la biodiversidad tanto a escala local como global (Bascompte y Jordano, 2007), las repercusiones en el ecosistema podrían ser muy graves. Aunque todavía no ha sido ampliamente probado, es previsible que las especies de los sistemas polinizador-planta más vulnerables al calentamiento global sean las más especializadas, ya que en principio son menos flexibles en la elección de las especies con las que interactúa (Benadi *et al.*, 2014).

(11) Se denomina **nivel trófico** a cada uno de los conjuntos de especies, o de organismos, de un ecosistema que coinciden por la posición o turno que ocupan en el flujo de energía y nutrientes, es decir, a los que ocupan un lugar equivalente en la cadena alimentaria.

(12) Una **relación interespecífica** o asociación interespecífica es la interacción que tiene lugar entre dos o más especies diferentes.

Un ejemplo de alteración de la interacción entre especies a causa del calentamiento global es el caso del cuco común (*Cuculus canorus*). Este migrante de largo alcance y parásito de nido, está perdiendo la sincronía con algunos de sus principales huéspedes (Saino *et al.*, 2009; Kolářová *et al.*, 2017). Según Barret (2014) el cambio climático está alterando la asociación entre el cuco común y sus principales huéspedes habituales. Estos últimos, en su mayoría aves migratorias de corto recorrido, tienden a avanzar su llegada primaveral más que el cuco, y consecuentemente también su reproducción. Este desajuste entre migraciones y tiempos de nidificación del cuco y sus hospedadores puede tener graves implicaciones en el éxito reproductivo de la especie parásita. También las mariposas parecen ser vulnerables a los problemas de desincronización entre especies. Para la mariposa *Boloria titania*, se espera que en las próximas décadas se produzca una reducción considerable del área en la que se superponen su idoneidad climática con el área climáticamente idónea para la planta que necesita para vivir (*Polygonum bistorta*). Esto podría reducir considerablemente su nicho potencial disponible en los Pirineos, aumentando como consecuencia el riesgo de extinción de esta mariposa especialista (Figura 2.2.5).

Discordancias tróficas como las de estas dos especies, constituyen una presión añadida sobre determinadas especies especialistas características de la bioregión pirenaica (Reid *et al.*, 2005; Schweiger *et al.*, 2008; Palomo, 2017), y el incrementar su riesgo de extinción futuro.

2.2.5 Mayor riesgo de invasión y/o expansión de especies exóticas

Si bien los ambientes fríos característicos de las zonas elevadas y altas latitudes se han considerado menos vulnerables a las invasiones biológicas, el calentamiento global podría incrementar el riesgo de invasiones y de establecimiento de especies exóticas también en los ambientes de alta montaña (Pauchard *et al.*, 2016). El cambio climático podría fomentar el establecimiento de nuevas especies exóticas en los Pirineos, facilitando su transporte y posterior asentamiento a través del establecimiento de condiciones climáticas favorables (Pysek *et al.*, 2013), y/o gracias a la reducción de la competencia interespecífica¹³ con las especies nativas (Hellmann *et al.*, 2008; Cubas *et al.*, 2017). Dado que las especies exóticas invasoras son en su mayoría oportunistas y generalistas, tienden a adaptarse mejor a las rápidas variaciones climáticas en comparación con la mayoría de las especies nativas (Hellmann *et al.*, 2008). Además, el aumento de las temperaturas desplaza las barreras climáticas a altitudes mayores, aumentando la probabilidad de que ocurran nuevas invasiones (especialmente de plantas) así como de que se establezcan algunas especies ya presentes (Capdevila-Argüelles *et al.*, 2011; Petitpierre *et al.*, 2016).

Impactos observados y previstos

El desplazamiento en altura del área de distribución de las especies nativas puede suponer una ventaja

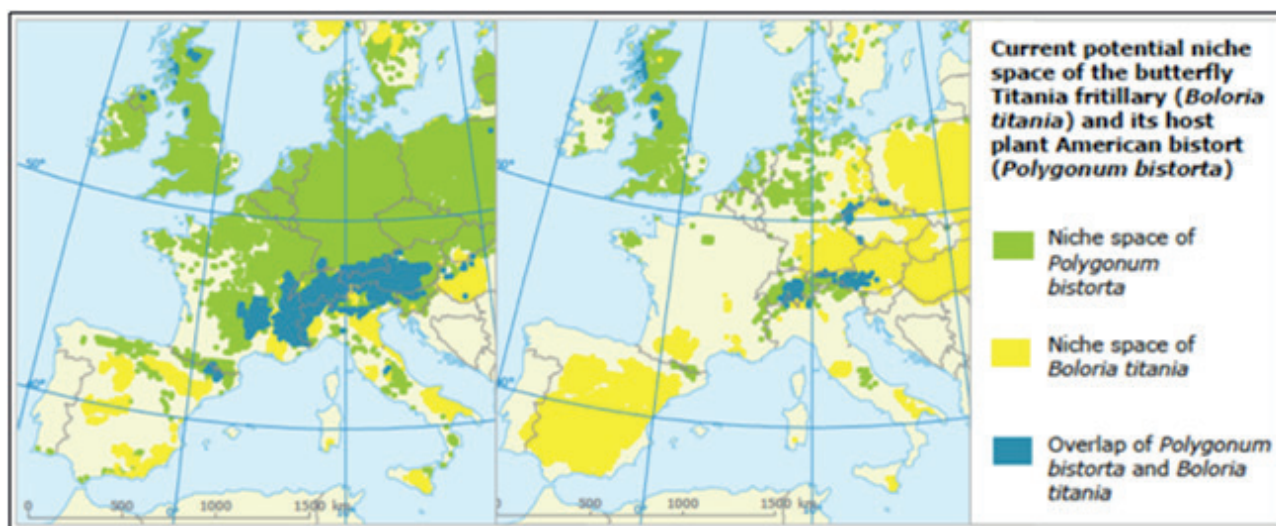


Figura 2.2.5. Nicho potencial actual de la mariposa *Boloria titania* y de la planta *Polygonum bistorta* (izquierda) y proyección de la posible reducción del área de superposición entre ambas áreas de distribución potencial para 2080 (áreas en azul), según el escenario de emisiones SRES A1B. Fuente: Schweiger *et al.*, 2008.

competitiva para la expansión y asentamiento de algunas especies exóticas, ya que estas se encuentran con nuevos nichos climáticamente idóneos y con bajos niveles de competencia por los recursos a causa del desplazamiento de las especies originales. Según el modelo empleado por Gallardo *et al* (2017), el cambio climático podría provocar un aumento de las áreas climáticamente idóneas para la expansión de algunas especies exóticas acuáticas y terrestres presentes en Europa (hasta más de un 70 % respecto al rango de distribución actual). En lo que respecta al territorio español, francés y andorrano, los resultados de este estudio prevén un mayor número de invasiones en las zonas montañosas respecto a las zonas bajas, tanto a medio como a corto plazo. Los autores también subrayan el papel clave que hasta ahora han desempeñado los espacios protegidos europeos como refugio de las especies nativas contra las invasiones biológicas, y alertan de cómo el cambio climático podría amenazar gravemente este importante rol en las próximas décadas.

Por último es importante subrayar que si bien el cambio climático podría ser un factor clave en la potencial expansión y asentamiento de especies exóticas en los Pirineos, el factor determinante sigue y seguirá siendo su introducción previa por el hombre. En este sentido, las posibles iniciativas de adaptación en este campo pasan por un aumento de la concienciación ciudadana sobre la magnitud de la problemática, así como por intensificar las actuales redes de vigilancia, control y prevención de la introducción de especies exóticas.

2.2.6 Impacto en la interconexión entre las redes de espacios protegidos

El movimiento de animales y plantas hacia áreas del territorio donde las condiciones aún sean adecuadas, podría desplazar las áreas de distribución fuera de las zonas actualmente demarcadas como protegidas, aumentando su vulnerabilidad a diferentes peligros y factores de estrés. De la misma manera, algunas áreas protegidas que hasta ahora se encontraban interconectadas a través de corredores naturales o artificiales, es probable que resulten aisladas para ciertas especies que no toleren las nuevas condiciones climáticas de los corredores. Este fenómeno podría ser especialmente notable en los espacios protegidos con presencia de especies endémicas caracterizadas por

una capacidad de dispersión reducida y un alto grado de especialización ecológica (Araujo *et al.*, 2011). La red de espacios protegidos Natura 2000 es un elemento clave en la gestión actual y futura de la biodiversidad pirenaica. Para afrontar los nuevos retos climáticos y sus consecuencias, será necesario tomar las medidas oportunas para que la capacidad de resiliencia de las especies más vulnerables, puedan superar los impactos más perniciosos del cambio climático. Para ello, es imprescindible adaptar la actual red Natura 2000 a través de iniciativas y acciones dirigidas a asegurar la interconectividad de los distintos espacios. En este sentido, la restauración de hábitats altamente vulnerables o en delicado estado de equilibrio y la protección de nuevos espacios que puedan facilitar el desplazamiento y difusión de las especies más amenazadas a medida que estas modifican su área de distribución, son algunos de los principales desafíos que las políticas de conservación deberán abordar en las zonas de montaña del territorio de la CTP. Iniciativas como la “Estrategia Europea para la Infraestructura Verde” pueden ser ejemplo inspirador, ya que propone el establecimiento de una red europea de ecosistemas saludables a través del empleo de infraestructura verde basadas en la naturaleza.

2.2.7 Conclusiones y recomendaciones

Los ecosistemas montañosos son particularmente sensibles y vulnerables al cambio climático; además con frecuencia son hábitat de una fauna muy específica o endémica. A su vez proporcionan multitud de bienes y servicios de gran valor para toda la sociedad. La comunidad científica internacional coincide en subrayar que en las próximas décadas la acción conjunta del cambio climático y la pérdida de hábitat por cambios en el uso del suelo serán las causas principales de pérdida de biodiversidad y extinción de especies en el mundo. Para comprender las respuestas de las especies pirenaicas a los efectos del cambio climático y sus distintos mecanismos de adaptación, es necesario incrementar esfuerzos para promover nuevas redes de observación de la biodiversidad de alta montaña e incentivar su dinamización, así como promover el mantenimiento a medio y largo plazo de las redes de observación ya existentes. Sólo a través de una mejora del conocimiento podrán definirse las mejores acciones de adaptación, para asegurar estrategias de conservación eficaces a largo plazo.

(13) En ecología de poblaciones, la competencia interespecífica es la interacción que se produce cuando individuos de distintas especies se disputan los mismos recursos en un ecosistema (por ejemplo el alimento o el espacio vital).

En esta sección se presentan de manera sintética y no exhaustiva los principales desafíos a los que deberán hacer frente las políticas de conservación de los Pirineos desde la perspectiva del cambio climático. También se presenta una relación de las principales recomendaciones para la adaptación, a través de su clasificación según tres tipologías de soluciones adaptativas o medida de adaptación: medidas *verdes*, *grises* y *blandas*.

Principales desafíos

- Salvaguardar las áreas pirenaicas más representativas en términos de biología de la conservación, con especial atención a los hábitats singulares, especialmente sensibles a la variabilidad climática o en un delicado estado de equilibrio con las condiciones del medio;
- Reducir las carencias de conocimiento y las incertidumbres en relación a la potencial introducción, expansión y estrategias de lucha contra plagas, vectores de enfermedades y especies exóticas invasoras;
- Incentivar la creación de nuevas redes de observación de los efectos del cambio climático en la biodiversidad, así como promover la dinamización y mantenimiento a largo plazo de las redes de observación de alta montaña ya existentes.
- Promover la integración de las consideraciones sobre la adaptación al cambio climático en los actuales planes, programas y otras herramientas de planificación y protección de la biodiversidad en los Pirineos;
- Limitar la fragmentación de los hábitats y garantizar en la medida de lo posible la conectividad ecológica progresiva de las áreas protegidas de los Pirineos;
- Impulsar estudios que combinen los factores climáticos y los riesgos antrópicos;
- Promover la colaboración e intercambio de información entre los organismos competentes en la gestión y protección de la biodiversidad en los distintos territorios, identificando e involucrando a los interlocutores de la planificación territorial,

del sector veterinario, ganadero, agrícola, forestal y organismos competentes en materia de medio ambiente y gestión de espacios protegidos;

- Identificar las áreas y especies de mayor preocupación en términos de vulnerabilidad al cambio climático y en general al cambio global, para definir áreas prioritarias para la conservación, así como oportunidades para la restauración.

Medidas soft o blandas ¹⁴

- Favorecer la creación de un catálogo de áreas pirenaicas especialmente sensibles al cambio climático para las zonas de la cordillera con ecosistemas emblemáticos y únicos, vulnerables o especialmente sensibles o que cuenten con especies amenazadas o endémicas cuya distribución y características dificultan su desplazamiento;
- Promover usos del territorio pirenaico compatibles con la conservación y con capacidad de amortiguar los efectos del cambio climático;
- Armonizar las políticas de adaptación de los demás sectores con los objetivos de protección, mejora y restauración de la biodiversidad para maximizar las sinergias positivas entre ellas (principio de desarrollo sostenible);
- Fortalecer y redirigir los actuales planes de seguimiento y control de especies pirenaicas vulnerables, planes de prevención, control y gestión de especies exóticas invasoras y plagas en consideración a los potenciales efectos inducidos por el cambio climático;
- Profundizar en el estudio del desplazamiento de los rangos de distribución de las especies causado por el cambio climático y el potencial de adaptación de las diferentes especies en riesgo.
- Actualizar las listas rojas de especies considerando su vulnerabilidad actual y potencial al cambio climático;
- Favorecer la creación de bases de datos transfronterizas, como los atlas pirenaicos de especies vegetales y animales;

(14) Las medidas Soft o medidas no estructurales para reducir o paliar los efectos negativos del cambio climático. Esta categoría de medida está típicamente representada por los estudios de investigación enfocados a cubrir lagunas de conocimiento o para enriquecer las bases de conocimiento sobre el cambio climático, sus impactos y los sectores más vulnerables. También entra en esta categoría el desarrollo de metodologías y sistemas específicos para reducir riesgos derivados del cambio climático (ej. Desarrollo de un early warning System transfronterizo para la gestión de las olas de calor en el Macizo).

- Promover la creación de mecanismos, metodologías y foros participativos para la coordinación de medidas de adaptación intersectoriales y transfronterizas destinadas a garantizar la protección de las especies y hábitats pirenaicos especialmente vulnerables al cambio climático;
- Ampliar el conocimiento y seguimiento de la estabilidad y resiliencia de los distintos ecosistemas pirenaicos y definir metodologías transfronterizas para evaluar cuantitativamente cualquier cambio en su capacidad para proporcionar servicios ecosistémicos (ej: definición de indicadores);
- Sensibilizar a la población sobre la importancia y los riesgos relacionados con el problema de las especies invasoras y sus interacciones con el cambio climático, e informar a los grupos interesados sobre las “buenas prácticas” para evitar nuevas introducciones;
- Fomentar la difusión de iniciativas de “ciencia ciudadana” en los Pirineos, concebida como iniciativas de colaboración efectiva entre ciudadanos e investigadores para enriquecer las bases de datos sobre seguimiento fenológico de especies, observaciones de ecosistemas sensibles, recopilación de datos de muestreo y repositorios.
- Garantizar la difusión efectiva de las acciones de adaptación finalmente promovidas, su progreso y los resultados obtenidos, a todos los actores interesados y a la sociedad.

Medidas verdes ¹⁵

- Promover la identificación y posterior protección de poblaciones y subpoblaciones de especies sensibles al cambio climático, con altas tasas de intercambio genético, así como los hábitats y ecosistemas especialmente sensible o vulnerables a los efectos del cambio climático;
- Incentivar el diseño de soluciones adaptativas basadas en la naturaleza (Natural Based Solutions) para mejorar la posibilidad de migración y cambios de distribución en las áreas protegidas de los Pirineos, mediante la inclusión de corredores biológicos entre ellas (mejorar la conectividad ecológica);
- Mejorar la caracterización de los micro-ajustes climáticos de las distintas poblaciones, áreas de

IDEAS CLAVE

- Los ecosistemas montañosos son particularmente sensibles y vulnerables al cambio climático y son hábitat de una fauna muy específica o endémica.
- El cambio climático influye en la biodiversidad de las zonas montañosas a través de cambios en la fisiología y fenología de plantas y animales, cambios en la duración de la temporada de crecimiento, cambios en la distribución de las poblaciones, así como favoreciendo el riesgo de invasión, establecimiento y expansión de especies exóticas.
- Los cambios climáticos observados están alterando la distribución de algunas especies, que se ven obligadas a ascender en altura en busca de las condiciones idóneas para su desarrollo. Es altamente probable que esta situación se acentúe en el futuro a medida que se intensifique el calentamiento global.
- El ciclo de vida de muchos grupos de animales se ha adelantado en las últimas décadas, con anticipos en la fecha de puesta de algunos anfibios, aves y en la llegada de aves e insectos migratorios. Es muy probable que esta tendencia se intensifique en las próximas décadas.
- El cambio climático está afectando a la interacción entre algunas especies que dependen las unas de las otras para su supervivencia.
- Es altamente probable que la acción conjunta del cambio climático y la pérdida de hábitat por cambios en el uso del suelo sean las causas principales de pérdida de biodiversidad y extinción de especies en los Pirineos durante este siglo

refugio y gradientes climáticos variables a una escala de detalle razonable.

- Revisar y readaptar en consecuencia los límites administrativos de los espacios protegidos actuales y de los futuros, a la biología de las especies además de a los previsibles efectos del cambio climático.
- Potenciar la incorporación de gradientes altitudinales en la actual red de áreas protegidas de los Pirineos, en vistas a mejorar la protección de las poblaciones con distribuciones geográficas en proceso de desplazamiento geográfico debido al cambio climático.

(15) Las medidas verdes o basadas en los servicios ecosistémicos: esta tipología de medida incluye todas las medidas, buenas prácticas, estudios o iniciativas que tengan como principio el uso de los servicios ecosistémicos procurados por los distintos recursos naturales para paliar los efectos negativos del cambio climático (ej. prácticas silviculturales conservativas para incrementar la capacidad de los bosques del pirineo para reducir los riesgos hidrogeológicos).

Colaboradores

Comité técnico y Comité ejecutivo de la CTP



Comité coordinación y Socios del proyecto OPCC2



Con el apoyo de



Este informe se ha realizado en el marco del proyecto OPCC2 por iniciativa de la Comunidad de Trabajo de los Pirineos. El proyecto OPCC2 está asociado a los proyectos CLIMPY, FLORAPYR, REPLIM, CANOPEE y PIRAGUA. Todos estos proyectos están cofinanciados por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional, FEDER a través del programa POCTEFA 2014-2020.

Descarga el informe completo y el resumen ejecutivo en ES, FR, CAT o EN en el portal de información del Observatorio Pirenaico del Cambio Climático: <https://opcc-ctp.org/>



El Cambio climático en los Pirineos: impactos, vulnerabilidades y adaptación

**Bases de conocimiento para la futura estrategia
de adaptación al cambio climático en los Pirineos**