

El cambio global y el futuro incierto de la biodiversidad en ecosistemas de tipo mediterráneo: perspectivas de un enfoque de predicción estratégico

A. Regos^{1,*}

(1) InForest Joint Research Unit (CEMFOR-CTFC). Ctra. Sant Llorenç de Morunys km 2, 25280 Solsona, España.

* Autor de correspondencia: A. Regos [adrian.regos@cftc.es].

> Recibido el 11 de diciembre de 2015 - Aceptado el 22 de diciembre de 2015

Regos, A. 2016. El cambio global y el futuro incierto de la biodiversidad en ecosistemas de tipo mediterráneo: perspectivas de un enfoque de predicción estratégico. *Ecosistemas* 25(1): 108-111. Doi.: 10.7818/ECOS.2016.25-1.17

El cambio global plantea un desafío sin precedentes para la gestión y la conservación de la biodiversidad y los ecosistemas terrestres (Oliver y Morecroft 2014). La biodiversidad en ecosistemas de tipo mediterráneo es particularmente vulnerable al efecto combinado del cambio climático, los cambios en los usos y cubiertas del suelo y sus interacciones con un régimen de incendios cada vez más severo (Brook et al. 2008). Los drásticos cambios en los usos del suelo ocurridos durante las últimas décadas en la cuenca mediterránea, principalmente el abandono de campos de cultivo y la reducción de actividades silvopastorales tradicionales, junto con el calentamiento climático han conducido a un aumento dramático en la intensidad y severidad de los incendios forestales (Moreira et al. 2011). Como respuesta se reforzaron las políticas de extinción con el objeto de aumentar su efectividad. El resultado de estas políticas ha sido una reducción de los incendios de baja y media intensidad, mientras que los grandes incendios forestales siguen teniendo un gran impacto tanto en la biodiversidad como en el funcionamiento de los ecosistemas (Fig. 1).

En Europa, Natura 2000 es una red de áreas protegidas que constituye la piedra angular de las estrategias de conservación actuales. La red Natura 2000 comprende zonas especiales de conservación (ZEC) designadas por los Estados miembros en virtud de la Directiva Hábitats (92/43/CEE), y también incorpora Zonas de Especial Protección (ZEPA) designadas en virtud de la Directiva Aves (79/409/CEE) de la Unión Europea. Sin embargo, esta red de espacios protegidos ha sido implementada de manera estática, por lo que es extremadamente difícil predecir el grado en que la red Natura 2000 podrá cumplir con sus objetivos de conservación en ecosistemas dinámicos y propensos al fuego como los mediterráneos.

La planificación de escenarios es una herramienta de previsión que abarca diferentes métodos para describir visiones alternativas del futuro basadas en su incertidumbre inherente. Uno de estos métodos consiste en el diseño de un conjunto de escenarios de contraste para explorar la incertidumbre en torno a las consecuencias de tomar una u otra decisión. La planificación de escenarios ofrece una herramienta que los responsables de la toma de decisiones pueden usar para desarrollar y apoyar una política de conservación, planificación o gestión más creativa, basada en la



Figura 1. Impacto de un gran incendio forestal en un paisaje típico mediterráneo (Foto: Andrea Duane).

exploración de múltiples estados futuros plausibles y alternativos. Por lo tanto, la planificación de escenarios estimula a los responsables de la toma de decisiones a considerar cambios que de otro modo podrían ignorar.

Los principales objetivos de esta tesis fueron: 1) identificar nuevas políticas de manejo del fuego alternativas al actual paradigma de extinción basado en 'una supresión sistemática de todos los incendios' y predecir su efectividad en la lucha contra los grandes incendios forestales; 2) evaluar los efectos potenciales de estas políticas de gestión del fuego en interacción con el cambio climático en un conjunto de 23 especies de aves amenazadas, incluidas en el Anexo I de la Directiva Aves y potencialmente vulnerables a los efectos sinérgicos del cambio climático, el abandono rural y el régimen de incendios; y finalmente, 3) predecir la futura efectividad de la red Natura 2000 en Cataluña (NE de España) en el marco del cambio climático y de diferentes escenarios de gestión del fuego (periodo 2000-2050). Para ello, combinamos la planificación de escenarios con ejercicios de simulación. Se desarrollaron una serie de líneas argumentales que describían políticas de gestión del fuego alternativas al actual paradigma de extinción (Tabla 1).

Tabla 1. Lista de escenarios de cambio global resultantes de la combinación de un escenario climático del IPCC (A2a y B2a) y escenarios de cambios en las cubiertas del suelo asociados a diferentes políticas de gestión del fuego (BioFS, UnFS, HighFS o NoFS) bajo un contexto general de abandono rural.

ESCENARIO	LINEA ARGUMENTAL	IPCC	INCENTIVOS/LIMITACIONES
BioFS + A2 BioFS + B2	Extracción de biomasa en áreas optimas desde un punto de vista económico y medio ambiental (~ 39 000 hectáreas anuales)	A2a B2a	Extracción de biomasa forestal no permitida en áreas protegidas
BioFS + A2 plus BioFS + B2 plus	Extracción de biomasa en áreas optimas desde un punto de vista logístico y económico (~ 62 000 hectáreas anuales)	A2a B2a	- -
UnFS + A2 UnFS + B2	Estrategia de extinción oportunista basada en dejar arder estratégicamente incendios de baja intensidad en años climáticamente suaves para generar oportunidades de supresión de incendios forestales en años adversos.	A2a B2a	6500 hectáreas/año a quemar en años climáticamente suaves
UnFS + A2 plus UnFS + B2 plus	Estrategia de extinción oportunista basada en dejar arder estratégicamente incendios de baja intensidad en años climáticamente suaves para generar oportunidades de supresión de incendios forestales en años adversos.	A2a B2a	52 000 hectáreas/año a quemar en años climáticamente suaves
Base + HighFS + A2 Base + HighFS + B2	Escenarios de referencia representativos del actual paradigma de extinción basado en suprimir todos los incendios.	A2a B2a	-
NoFS + A2 NoFS + B2	Escenarios de referencia sin extinción.	A2a B2a	-

Dichas alternativas de gestión fueron evaluadas y cuantificadas mediante simulaciones en las cuales los escenarios de cambio climático y de cambios en las cubiertas del suelo fueron jerárquicamente integrados. Los cambios en las cubiertas del suelo fueron simulados mediante un modelo dinámico y espacialmente explícito de fuego-sucesión (modelo MEDFIRE) que integra las estrategias de manejo del fuego y las dinámicas de la vegetación como los principales impulsores del paisaje en los ecosistemas mediterráneos.

Visiones alternativas al actual paradigma de extinción de incendios

En particular, dos prometedoras políticas de gestión del fuego dirigidas a reducir el creciente impacto de los grandes incendios forestales fueron evaluadas en el marco de esta tesis doctoral: 1) las políticas de gestión de incendios basadas en el principio de '*dejar que los incendios no planificados ardan bajo condiciones controladas*'. De acuerdo con las simulaciones, estas estrategias tienen el potencial de modificar sustancialmente el régimen de incendios y disminuir el impacto de los grandes incendios forestales bajo condiciones climáticas extremas. Sin embargo, no serán capaces de compensar el efecto sinérgico de la expansión de la vegetación, causada por el abandono rural de las últimas décadas, y el aumento de la severidad climática (Regos et al. 2014). 2) Las estrategias basadas en la extracción de biomasa forestal para uso bioenergético. Estas han resultado ser unas estrategias rentables de reducción de combustible que pueden ayudar a la extinción de incendios forestales (Regos et al. 2016b) (Fig. 2). Los resultados sugieren que ambas políticas de gestión de incendios podrían ser combinadas estratégicamente con el fin de lograr la estructura y reducción de combustible necesarias para minimizar el impacto creciente de los grandes incendios bajo el cambio global.

Efectos del cambio climático y las dinámicas fuego-vegetación en la biodiversidad

La continuación del paradigma actual de extinción de incendios en un contexto general de abandono rural y cambio climático no es el escenario más deseable. De acuerdo con las simulaciones, la mayor parte de las especies de aves estudiadas experimentarán un descenso considerable en la extensión de sus hábitats óptimos bajo los escenarios de referencia, caracterizados por una alta efectividad en la extinción de incendios. En particular, los resultados mostraron que las condiciones resultantes del abandono rural en sinergia con altos niveles de extinción de incendios son extremadamente negativas para las especies de hábitat abierto como la

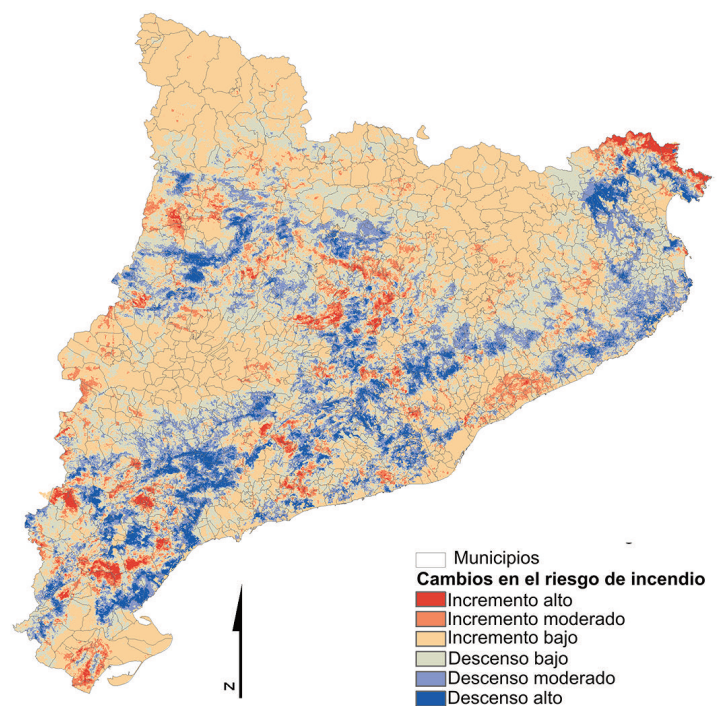


Figura 2. Cambios en el riesgo de incendio calculados a partir de la diferencia entre la probabilidad de ocurrencia de un incendio forestal en un escenario de referencia sin extinción y en un escenario de extracción de biomasa forestal.

Curruca rabilarga (*Sylvia undata*). Sin embargo, este efecto negativo puede ser parcialmente contrarrestado por estrategias de gestión del fuego alternativas a las actuales (Fig. 3) (Regos et al. 2015). En contraste, se prevé que las especies forestales de ambientes fríos, como el Pito Negro (*Dryocopus martius*), sean casi insensibles a la política de gestión de incendios que se implemente, debido a un desplazamiento en su rango de distribución, causado por el calentamiento climático, hacia rangos altitudinales mayores y latitudes más norteñas (donde la ocurrencia de incendios es muy baja) (Fig. 3). No obstante, se espera que la expansión de los bosques a través de los procesos de sucesión natural, favorecidos por el abandono rural y la extinción de incendios, tenga un efecto positivo sobre estas especies forestales especialistas, compensando parcialmente los efectos negativos de los incendios forestales (Regos et al. 2016a) (Fig. 3).

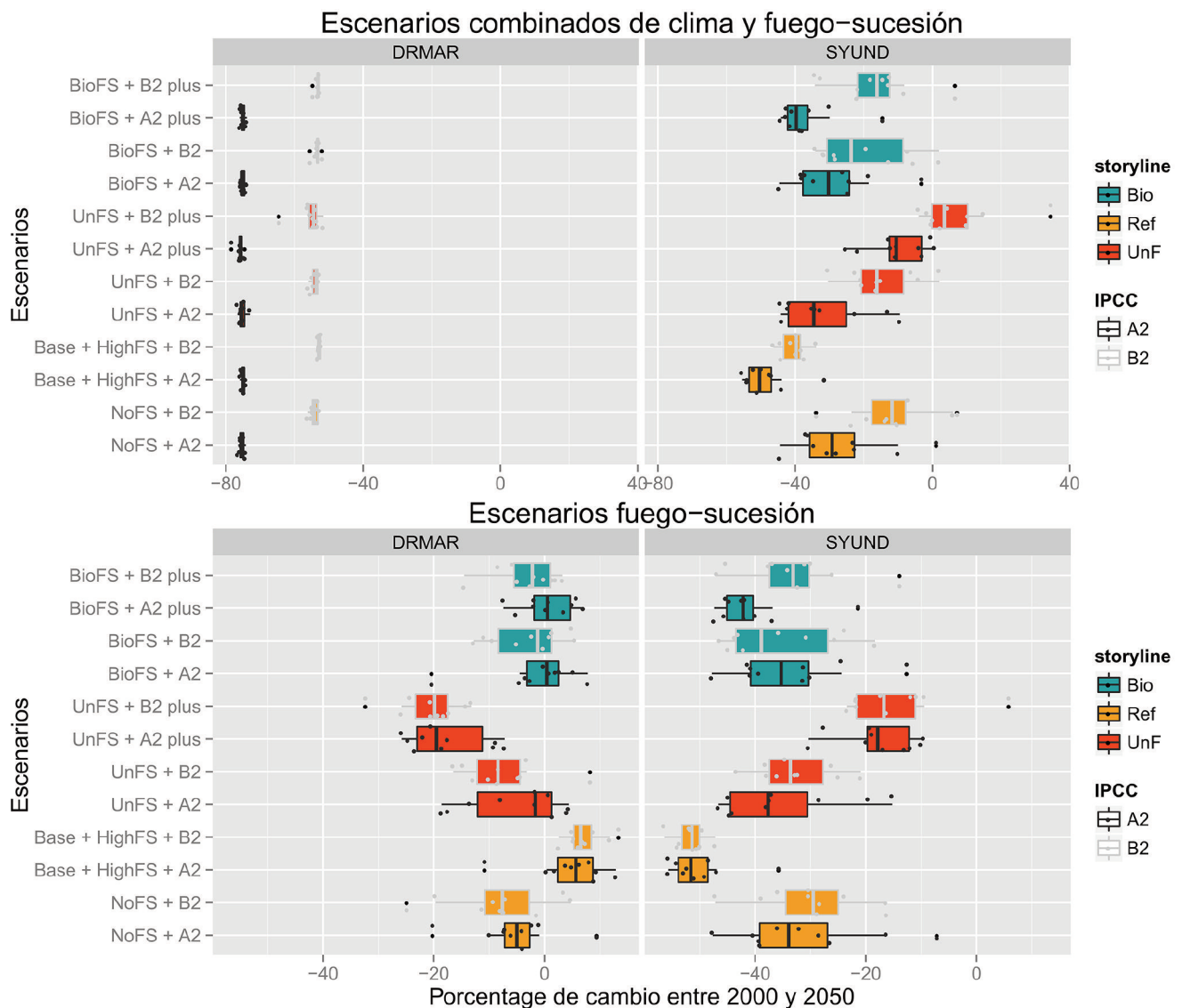


Figura 3. Cambios en la cantidad de hábitat óptimo de la Curruca rabilarga (*Sylvia undata*; SYUND) y el Pico negro (*Dryocopus martius*; DRMAR) entre 2000 y 2050 bajo escenarios combinados de cambio climático y dinámicas de vegetación (clima y fuego-sucesión), y bajo escenarios desarrollados exclusivamente teniendo en cuenta las dinámicas de la vegetación (fuego-sucesión). Ver descripción de las líneas argumentales en la [Tabla 1](#): Extracción de biomasa (Bio), dejar arder (UnF), y escenarios de referencia (Ref). IPCC: Escenarios climáticos del IPCC (A2 y B2).

Efectividad de la red Natura 2000 en Cataluña

En Cataluña, y en un contexto de cambio global, los resultados prevén un aumento de la efectividad de la red Natura 2000 para proteger las especies englobadas dentro de la directiva Aves. Esto resultará, principalmente, de un aumento en la proporción de hábitats óptimos dentro de la red Natura 2000 en relación al resto del territorio catalán. En un contexto de cambio climático y sobre todo en zonas de menor altitud, esta efectividad puede verse fuertemente condicionada por la estrategia de gestión del fuego que vaya a ser considerada en el futuro. Aunque los resultados apuntan a un incremento en la efectividad de la red Natura 2000, la cantidad total de hábitats óptimos para estas aves disminuirá fuertemente tanto dentro como fuera de la red. Esto pone de manifiesto la necesidad de implementar estrategias proactivas de conservación dentro de la red Natura 2000 a fin de mantener y mejorar la conservación de la biodiversidad bajo condiciones ambientales cambiantes. Dos oportunidades de conservación han sido identificadas en el marco de esta tesis doctoral: 1) mantener y favorecer las etapas tempranas de sucesión de la vegetación para las especies de hábitats abiertos; y 2) aumentar la resiliencia contra el cambio climático de los hábitats forestales claves para las especies forestales (Regos et al. 2015; 2016a).

Conclusiones

Esta tesis pone de relieve la necesidad de una perspectiva de conservación integral en la que las políticas agrícolas, forestales y de extinción de incendios deben ser explícitamente consideradas en sistemas altamente dinámicos y propensos a incendios para preservar eficazmente hábitats prioritarios para las aves amenazadas. Este ejercicio de visualización y simulación también arroja luz sobre la importancia de considerar la dinámica del paisaje y las interacciones entre los diferentes factores del cambio global a la hora de evaluar la eficacia a largo plazo de la políticas de gestión de incendios dirigidas a reducir el riesgo de incendios y la protección de la biodiversidad en los ecosistemas de tipo mediterráneo.

Referencias

- Brook, B.W., Sodhi, N.S., Bradshaw, C.J.A. 2008. Synergies among extinction drivers under global change. *Trends in Ecology and Evolution* 23, 453–60.
- Moreira, F., Viedma, O., Arianoutsou, M., Curt, T., Koutsias, N., Rigolot, et al. 2011. Landscape–wildfire interactions in southern Europe: implications for landscape management. *Journal of Environmental Management* 92, 2389–2402.

- Oliver, T.H., Morecroft, M.D. 2014. Interactions between climate change and land use change on biodiversity: attribution problems, risks, and opportunities. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change* 5, 317–335.
- Regos, A., Aquilué, N., Retana, J., De Cáceres, M., Brotons, L. 2014. Using unplanned fires to help suppressing future large fires in Mediterranean forests. *PLoS One* 9, e94906.
- Regos, A., D'Amen, M., Herrando, S., Guisan, A., Brotons, L. 2015. Fire management, climate change and their interacting effects on birds in complex Mediterranean landscapes: dynamic distribution modelling of an early-successional species—the near-threatened Dartford Warbler (*Sylvia undata*). *Journal of Ornithology* 156: 275-286, doi:10.1007/s10336-015-1174-9.
- Regos, A., D'Amen, M., Titeux, N., Herrando, S., Guisan, A., Brotons, L. 2016a. Predicting the future effectiveness of protected areas for bird conservation in Mediterranean ecosystems under climate change and novel fire regime scenarios. *Diversity and Distributions* 22: 83-96, doi:10.1111/ddi.12375
- Regos, A., Aquilué, N., López, I., Codina, M., Retana, J., Brotons, L. 2016b. Synergies between forest biomass extraction for bioenergy and fire suppression in Mediterranean ecosystems: insights from a storyline-and-simulation approach. *Ecosystems*, doi:10.1007/s10021-016-9968-z

ADRIÁN REGOS SANZ

Global change and the uncertain future of biodiversity in Mediterranean-type ecosystems: insights from a strategic foresight process

Tesis Doctoral, enmarcada en el doctorado de ecología terrestre (Mención de doctorado internacional), calificación de excelente Cum laude

Universidad Autónoma de Barcelona/CREAF

Noviembre 2015.

Directores: Lluís Brotons y Javier Retana

Publicaciones resultantes de la tesis

- Regos, A., Brotons, L., Aquilué, N., De Cáceres, M., 2013. Uso de estrategias oportunistas de extinción para reducir el impacto de los incendios en condiciones climáticas extremas, En: *6º Congreso Forestal Español*. pp. 1–9. SECF, Madrid, España.
- Regos, A., D'Amen, M., Bota, G., Guisan, A., Brotons, L. 2014. Changes in future habitat suitability of Oortolan bunting under fire management and climate change scenarios, En: *XXII Congreso Español de Ornithología. SEO/Birdlife. Madrid. 6-9 Diciembre*, pp. 123. SEO/Birdlife, Madrid, España.
- Regos, A., Aquilué, N., Retana, J., De Cáceres, M., Brotons, L. 2014. Using unplanned fires to help suppressing future large fires in Mediterranean forests. *PLoS One* 9, e94906.
- Regos, A., Domínguez, J., Gil-Tena, A., D'Amen, M., Guisan, A., Brotons, L. 2015c. Rewilding as a land use option for biodiversity conservation in a context of land abandonment and fire disturbance: winners and losers, En: *27th International Congress for Conservation Biology and the 4th European Congress for Conservation Biology (ICCB-ECCB), Montpellier, France 2-6 August 2015*, pp. 573. Society for Conservation Biology. Washington, DC. Estados Unidos.
- Regos, A., D'Amen, M., Herrando, S., Guisan, A., Brotons, L. 2015. Fire management, climate change and their interacting effects on birds in complex Mediterranean landscapes: dynamic distribution modelling of an early-successional species—the near-threatened Dartford Warbler (*Sylvia undata*). *Journal of Ornithology* 156: 275-286. doi:10.1007/s10336-015-1174-9
- Regos, A., D'Amen, M., Titeux, N., Herrando, S., Guisan, A., Brotons, L. 2015. Predicting the future effectiveness of protected areas for bird conservation in Mediterranean ecosystems under climate change and novel fire regime scenarios. *Diversity and Distributions* 22: 83-96, doi:10.1111/ddi.12375
- Regos, A., Aquilué, N., López, I., Codina, M., Retana, J., Brotons, L. 2016. Synergies between forest biomass extraction for bioenergy and fire suppression in Mediterranean ecosystems: insights from a storyline-and-simulation approach. *Ecosystems*, doi:10.1007/s10021-0169968-z