

Los incendios en la Red Natura 2000:

situación, prevención y propuestas
para una gestión integral



GOBIERNO
DE ESPAÑA

VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO
MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Los incendios en la Red Natura 2000:

situación, prevención y propuestas para una gestión integral



Aviso legal: Los contenidos de esta publicación podrán ser reutilizados citando la fuente, y la fecha, en su caso, de la última actualización.

Edita:

©: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO)
Madrid 2022.
www.miteco.es

Plaza de San Juan de la Cruz 10
28003 Madrid.
ESPAÑA

Los incendios en la Red Natura 2000: situación, prevención y propuestas para una gestión integral

NIPO: 665-22-061-6 / 665-22-062-1

Depósito Legal: M-29475-2022

Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado:
<https://cpage.mpr.gob.es>

Autores: José Almodóvar; Lluís Brotons; Cristina Carrillo-García; Francisco Carro; Xim Cerdá; Ana C. de la Cruz; Ricardo Díaz-Delgado; Andrea Duane; Juncal Espinosa; Teresa Fontúrbel; Luís Franco; Luis Gil; David González; Francisco Guil; Mercedes Guijarro; Jorge de las Heras; Elena Hernández; Carmen Hernando; Jaime Hervás; Enrique Jiménez; Gervasio López; Jose Luis López; Antonio López Santalla; Marta López; Manuel Lucas-Borja; Manuel Francisco Marey; Javier Madrigal; Eva Marino; Mauricio Martín; Pablo Martín-Pinto; José F. Mateo; Fernando Montes; Daniel Moya; Gonzalo Muñoz; José C. Muñoz-Reinoso; Miguel Ángel Noriega; Xosé Pardavila; Sergio A. Prats; Leopoldo Rojo; Francisco Senra; Ramón Vallejo; José A. Vega; José Manuel Vidal-Cordero.

Diseño, maquetación e impresión: LOTA COMUNICACIÓN INTEGRAL, S.L.

ÍNDICE

Marco del trabajo y contenido de la obra	5
La realidad de los incendios forestales en la parte española de la Red Natura 2000	11
Red Natura en Galicia, incendios forestales y régimen de propiedad	21
Los ecosistemas forestales en España. Su relación histórica y presente con el fuego	39
La evaluación de los impactos por incendios en la resiliencia de los hábitats forestales y matorrales no riparios	55
Planificación y gestión de los incendios forestales en España	71
Análisis de la integración de las herramientas de planificación	87
Percepción propia y ajena de los técnicos. Resultados de las encuestas	113
Efectos del fuego en los ecosistemas: resultados de quemas experimentales en espacios protegidos	135
La restauración de ecosistemas forestales post-incendio	151
Revisión de las medidas de gestión de incendios forestales aplicadas en Natura 2000. Propuestas a futuro	169
Propuesta de protocolo para la consideración de los incendios forestales como presiones o amenazas dentro de los formularios normalizados de datoracolas de los espacios protegido Red Natura 2000	177

MARCO DEL TRABAJO Y CONTENIDO DE LA OBRA

Antonio López Santalla. Organismo Autónomo Parques Nacionales.

Francisco Guil. Dirección General de Biodiversidad, Bosques y Desertificación.

Planteamiento

Contar con distintas herramientas de planificación territorial inconexas entre sí hace que se desaprovechen muchas de las sinergias potencialmente existentes entre ambas. Esto resulta más que evidente en el caso de la planificación forestal y la de conservación de la biodiversidad: planificaciones que operan sobre un mismo espacio físico, e incluso sobre unos mismos elementos y en la que se desaprovechan oportunidades por no dedicarle el suficiente tiempo al intercambio y a la reflexión entre disciplinas. En el caso de la planificación forestal y la de los espacios protegidos es más que evidente: ambos conjuntos de herramientas buscan unas formaciones sanas, con una adecuada distribución de edades y que aporten la mayor cantidad de servicios ecosistémicos. Pero las aproximaciones a cómo debe de ser el camino hasta este punto no tienen por qué coincidir. Y los trabajos realizados hasta la fecha demuestran que, en el caso de las herramientas de planificación que conciernen a incendios y espacios protegidos Red Natura 2000, raramente coinciden.

El objeto de este trabajo es aportar información a personal técnico y responsable de uno y otro tipo de planificación, para que puedan decidir la mejor forma de alcanzar las metas comunes.

Para ello el documento parte de un primer capítulo que recoge someramente las principales cifras de la Red Natura 2000 de naturaleza forestal en España, es decir aquella que puede verse, y de hecho así sucede, afectada por incendios forestales.

Con el segundo capítulo se pretende dimensionar la realidad de los incendios en los espacios Natura 2000, aportando valores objetivos recogidos en las estadísticas oficiales sobre su número, superficies afectadas, distribución anual y territorial, así como principales categorías de causas, tratando de aportar información sobre las motivaciones que hay detrás de incendios intencionados o las tipologías más frecuentes de negligencias y accidentes.

Como un caso singular del anterior, el capítulo 3 expone un estudio desarrollado en los espacios Natura 2000 de Galicia, una comunidad que destaca por ser la de mayor ocurrencia de incendios forestales y superficie forestal relativa afectada por el fuego; el estudio pone de manifiesto las diferencias apreciadas entre incendios que tienen lugar dentro o fuera de Natura 2000, así como la implicación del régimen de propiedad privada o comunal, que tiene sobre la ocurrencia de incendios.

Es relevante contextualizar los incendios forestales desde un enfoque ecológico, considerando o sólo su papel histórico en la configuración del paisaje forestal, en cuanto a su estructura y composición, sino también en cuanto a los impactos que el

fuego produce sobre especies y hábitats, así como su capacidad de resistencia y/o resiliencia a esta perturbación. Estos temas se han recogido en los capítulos 4 y 5.

Aunque factor ecológico presente en el ecosistema, el fuego es considerado un elemento perturbador sobre el medio y la sociedad y, como tal, la legislación sectorial establece mecanismos para impedir su ocurrencia, reducir sus efectos y controlarlo, cuando se produce. El reparto competencial, las normativas que regulan su gestión y los organismos que trabajan para la adecuada coordinación, necesaria dada la compleja realidad administrativa española, son abordados en el capítulo 6.

Pero la planificación del territorio se aborda desde políticas sectoriales complementarias, que en el contexto de esta obra alude tanto a la planificación forestal relativa a prevención y extinción de incendios, como a la planificación para la conservación de los espacios Natura 2000. Dos ámbitos de trabajo complementarios que operan sobre el mismo territorio, pero que no siempre se abordan de forma coordinada y complementaria. Esta realidad, así como la percepción transmitida por el personal técnico que trabaja en estos dos ámbitos, se aborda en los capítulos 7 y 8.

Pero el fuego, también puede jugar un papel relevante como herramienta para la gestión de los ecosistemas, como se recoge en el capítulo 10. Diversas experiencias ejecutadas en espacios Natura 2000 con datos que muestran los efectos del fuego prescrito en determinados territorios y de acuerdo a prescripciones establecidas.

El capítulo 11 pretende recoger de forma somera las claves para abordar la restauración eficiente de zonas afectadas por el fuego, apostando especialmente por un enfoque adaptativo a una realidad climática cambiante, que permita generar paisajes más resilientes ante un futuro contexto de mayor riesgo de incendios.

Finalmente, se analizan las medidas de gestión de incendios forestales que se recogen en planes y herramientas vinculados a la Red Natura 2000 y se plantea un procedimiento de caracterización de los incendios forestales y su ausencia como presiones para estos espacios.

En síntesis, con los textos seleccionados para completar esta obra se trata de aportar una visión complementaria del fenómeno del fuego en Natura 2000, indudablemente incompleta ante la complejidad territorial, administrativa, ecológica y cultural que rodea el fenómeno del fuego forestal en espacios naturales; pero sin duda un punto de partida necesario para seguir profundizando en una reflexión, muy necesaria, sobre la forma en la que es preciso gestionar el territorio y sus factores concurrentes, en particular el fuego, para lograr su conservación y sostenibilidad en beneficio de la sociedad.

La Red Natura 2000 en Europa y en España

La Red Natura 2000 se define como una red ecológica coherente de espacios protegidos, designados en función de dos directivas comunitarias complementarias: la Dir. 1992/43/CEE (Hábitats) y la Dir. 2009/147/CE (Aves).

En virtud de la primera se declaran los Lugares de Importancia Comunitaria (LIC), que pasan a ser Zonas Especiales de Conservación (ZEC) cuando cuentan con un plan de gestión. Y en virtud de la Dir. Aves se declaran las Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA). Es la principal apuesta de la Comisión Europea para la preservación de la biodiversidad comunitaria, dentro de la Estrategia de la UE sobre biodiversidad para 2030, y la mayor red de áreas protegidas del mundo.

A finales de 2021 había 27.031 sitios Natura 2000 en la UE, que ocupan el 18,6% del territorio terrestre y el 8,6% de las aguas europeas. España es el primer contribuyente en territorio y el segundo en aguas. En España hay 1.858 espacios protegidos Red Natura 2000, en concreto 1.468 LIC/ZEC y 659 ZEPA (hay espacios que se declaran bajo ambas figuras a la vez). De estos, hay 184 que son mayoritariamente marinos (más del 50% de su superficie). Además, en muchos casos ambas figuras se solapan. Esto explica que, aunque la Red cubre el 27,3% del territorio, el 23,4% de la superficie está declarado como LIC/ZEC y el 20,4% como ZEPA.

Al respecto de la parte española de la Red Natura 2000 se dan importantes diferencias entre los usos del suelo que están dentro y los que están fuera de Natura 2000. Conforme al Mapa Forestal de Máxima Actualidad (Banco de Datos de la Naturaleza, 2022) el 39,2% de la superficie forestal española está dentro de Natura 2000 (38,68% de los terrenos forestales arbolados y 40,38% de los desarbolados), mientras que apenas un 12,15% de los terrenos no forestales se encuentran dentro. Estos datos hablan claramente de una necesidad de coordinar adecuadamente políticas, orientaciones, instrumentos y gestión para satisfacer los múltiples objetivos a los que se enfrentan.

No obstante, conforme a los datos de la Estadística General de Incendios Forestales (EGIF en lo sucesivo) para el periodo 2011-2019 (por ser cuando se generalizó el uso de GPS para la determinación de las coordenadas), un 18,37% de los incendios se ha originado dentro de los espacios protegidos Red Natura 2000. Eso sí, en promedio son el doble de destructivos que los que se originan fuera.

Los bosques dentro de la Red Natura 2000 en España a partir del Inventario Forestal Nacional

A partir de los datos de la especie principal del Inventario Forestal Nacional (IFN), tratados a nivel de especie por Mauri et al. (2017) se ha elaborado un análisis de cuáles son las especies forestales dominantes dentro y fuera de los espacios protegidos Red Natura 2000. La relación de especies forestales más representadas en las parcelas del IFN situadas dentro de Natura 2000, de mayor a menor proporción, son las siguientes:

Especie	Parcelas totales	Parcelas N2000	Ratio N2000
<i>Quercus canariensis</i>	271	243	89,67%
<i>Ilex canariensis</i>	137	118	86,13%
<i>Laurus azorica</i>	138	116	84,06%
<i>Myrica faya</i>	219	184	84,02%
<i>Pinus canariensis</i>	1001	828	82,72%
<i>Erica arborea</i>	241	196	81,33%
<i>Phillyrea latifolia</i>	258	189	73,26%
<i>Sorbus aucuparia</i>	268	196	73,13%
<i>Abies alba</i>	385	265	68,83%
<i>Pinus uncinata</i>	1034	678	65,57%
<i>Juniperus thurifera</i>	1850	1181	63,84%
<i>Fagus sylvatica</i>	4272	2693	63,04%
<i>Arbutus unedo</i>	1119	693	61,93%
<i>Quercus suber</i>	3802	2328	61,23%
<i>Sorbus aria</i>	300	180	60,00%
<i>Ilex aquifolium</i>	499	291	58,32%
<i>Juniperus oxycedrus</i>	964	543	56,33%
<i>Acer opalus</i>	357	194	54,34%
<i>Juniperus communis</i>	284	151	53,17%
<i>Juniperus phoenicea</i>	286	149	52,10%
<i>Pinus nigra</i>	7859	4018	51,13%
<i>Quercus petraea</i>	1453	734	50,52%
<i>Olea europaea</i>	1159	566	48,84%
<i>Acer monspessulanum</i>	256	123	48,05%
<i>Pinus sylvestris</i>	10389	4921	47,37%
<i>Acer campestre</i>	614	285	46,42%
<i>Quercus ilex</i>	18955	8606	45,40%
<i>Betula pendula</i>	180	81	45,00%
<i>Pinus pinea</i>	3849	1730	44,95%
<i>Populus tremula</i>	230	103	44,78%
<i>Crataegus monogyna</i>	932	412	44,21%

<i>Acer pseudoplatanus</i>	155	68	43,87%
<i>Fraxinus angustifolia</i>	713	298	41,80%
<i>Prunus avium</i>	170	71	41,76%
<i>Pinus halepensis</i>	12175	5060	41,56%
<i>Quercus faginea</i>	4980	2050	41,16%
<i>Quercus pyrenaica</i>	5298	2110	39,83%
<i>Corylus avellana</i>	559	214	38,28%
<i>Ulmus minor</i>	157	57	36,31%
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	149	53	35,57%
<i>Fraxinus excelsior</i>	633	221	34,91%
<i>Quercus pubescens</i>	2018	682	33,80%
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	778	260	33,42%
<i>Pinus pinaster</i>	11667	3891	33,35%
<i>Ceratonia siliqua</i>	359	114	31,75%
<i>Salix caprea</i>	285	86	30,18%
<i>Juglans nigra</i>	173	49	28,32%
<i>Populus nigra</i>	764	202	26,44%
<i>Salix alba</i>	141	37	26,24%
<i>Castanea sativa</i>	2795	674	24,11%
<i>Betula pubescens</i>	1169	267	22,84%
<i>Salix atrocinerea</i>	462	102	22,08%
<i>Alnus glutinosa</i>	805	175	21,74%
<i>Populus alba</i>	170	30	17,65%
<i>Quercus rubra</i>	141	24	17,02%
<i>Quercus robur</i>	3933	526	13,37%
<i>Robinia pseudoacacia</i>	210	23	10,95%
<i>Pinus radiata</i>	2339	228	9,75%

Podemos comprobar cómo las especies que aparecen con mayor frecuencia son las que protagonizan algunos tipos de hábitat, como los bosques de *Quercus canariensis* o los componentes de la laurisilva (como *Ilex canariensis*, *Laurus azorica* o *Myrica fayá*). Llama la atención la baja inclusión de algunas especies como *Quercus robur* o *Populus alba*, que igualmente protagonizan algunos tipos de hábitat, lo que puede deberse a que en muchos casos forman masas mixtas con una elevada presencia

de otras especies y que no se puede analizar de estos datos. En cualquier caso, aquellas que aparecen en menor medida son las especies exóticas, como *Robinia pseudoacacia* o *Pinus radiata*. Es notable la elevada protección proporcional de *Pseudotsuga menziesii* o *Eucalyptus camaldulensis*, superior al 30%.

Bibliografía

Mauri, A., Strona, G., y San-Miguel-Ayán, J. (2017). EU-Forest, a high-resolution tree occurrence dataset for Europe. *Scientific data*, 4(1), 1-8.

LA REALIDAD DE LOS INCENDIOS FORESTALES EN LA PARTE ESPAÑOLA DE LA RED NATURA 2000

Marta López. Dirección General de Biodiversidad, Bosques y Desertificación.

Introducción

La afección a Espacio Protegido (EP, entre los que se incluyen los espacios protegidos Red Natura 2000) se recoge en la Estadística General de Incendios Forestales (EGIF) desde el año 2006, incluyéndose este en la recogida de los datos por la necesidad de conocer cómo están afectando los incendios forestales a las zonas de mayor valor natural del país. El análisis que se muestra en este capítulo se realiza con los datos contenidos en la EGIF en el periodo 2006-2015, último con información consolidada. La EGIF recoge esta afección a través de las figuras de protección presentes en el territorio afectadas por el fuego, que en el caso de la Red Natura 2000 diferencia de los Lugares de Interés Comunitario (LIC) y las Zonas de Especial Conservación para las Aves (ZEPA).

Dado que estas figuras están claramente diferenciadas entre sí, este análisis se aborda para cada figura por separado, ya que al ser en ocasiones coincidentes podría generarse la duplicidad de los datos, principalmente los referentes a las superficies.

Clasificación de siniestros y superficies

Del total de los siniestros (conatos e incendios) originados en el decenio 2006-2015, un 6,31% han tenido lugar en LIC y un 4,24% en ZEPA. Con respecto a las superficies afectadas por estos incendios, estos porcentajes se incrementan hasta valores de 12,25% en LIC y a 7,14% en ZEPA (Tabla 1).

	2006-2015	LIC	ZEPA
Número de Siniestros	131.113	8.279	5.555
Superficie afectada	1.007.962,25	123.469,10	72.004,09

Tabla 1: Número de incendios y superficies con afección a LIC y ZEPA en el periodo 2006-2015.

Atiendo a su tamaño, los siniestros que han afectado a Red Natura 2000 se han diferenciado entre conatos (superficie inferior a 1 hectárea), incendios (superan 1 hectárea) y grandes incendios forestales o GIF (aquellos que superan las 500 hectáreas), como se muestra en la Figura 1.

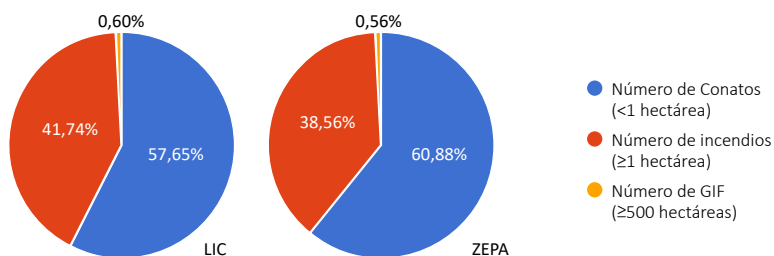


Figura 1: Distribución de los siniestros en conatos, incendios y grandes incendios forestales

Con respecto a los datos nacionales del mismo periodo 2006-2015 para el conjunto de la superficie forestal, el porcentaje de conatos es menor en ambas figuras de protección; si total nacional supone más del 65% de los siniestros, en espacios de Natura 2000 este porcentaje se reduce a un 60%. En parte se explica porque no todos los incendios que afectan a Natura 2000 se inician en su interior, sino que en muchos casos se producen en las proximidades y, en su desarrollo, acaban afectando a estos territorios. De hecho, sólo el 3,45% y el 1,53% de los siniestros se iniciaron dentro de los LIC y ZEPA, respectivamente. En el siguiente gráfico se muestra la distribución del tipo de superficie afectada en Natura 2000, con una distribución similar a la del decenio 2006-2015 para todo el territorio nacional.

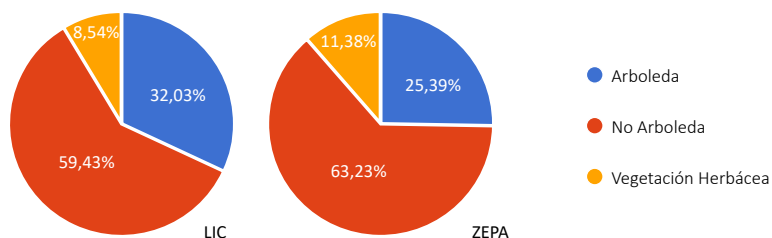


Figura 2: Distribución de las superficies afectadas en Red Natura

El fuego en Natura 2000 en España

De los 1.858 espacios protegidos Natura 2000 existentes en España en 2022, un total de 460 espacios (de todas las comunidades autónomas salvo Canarias, Ceuta y Melilla) reportan presiones o amenazas relacionadas con los incendios. En el conjunto de la Red, se sitúa en la amenaza número 11 que con más frecuencia se repite.

Conforme a la EGIF, se originaron incendios en un total de 954 espacios protegidos Natura 2000 (51,34% del total, 57% de los terrestres o mayoritariamente terrestres), de los cuales en 861 se quemó al menos 1 ha.

La información sobre las medidas de gestión de incendios que se desarrollan en los espacios protegidos Natura 2000 no es homogénea entre comunidades autónomas y, muchas veces, ni siquiera dentro de la misma comunidad. La consideración, o no, de las medidas de gestión de incendios asociadas a los espacios (lo que se puede realizar a través de los planes de gestión) depende en muchos casos del criterio del órgano gestor y de la organización de las consejerías con competencias en estas materias

Distribución temporal de siniestros y superficies afectadas

La distribución temporal de los siniestros que afectan a Natura 2000 sigue el mismo patrón que se aprecia para los datos del conjunto del territorio forestal nacional, observándose dos máximos, uno en el periodo de invierno- primavera y otro en verano.

El máximo de incendios en el mes de marzo supera, tanto en LIC como en ZEPA, el número máximo alcanzado en el periodo de verano. Esto es debido, principalmente al tipo de causas que dan lugar a estos siniestros, como se recoge a continuación, fundamentalmente relacionados con prácticas de uso del fuego con fines agropecuarios que suelen realizarse durante el invierno y la primavera.

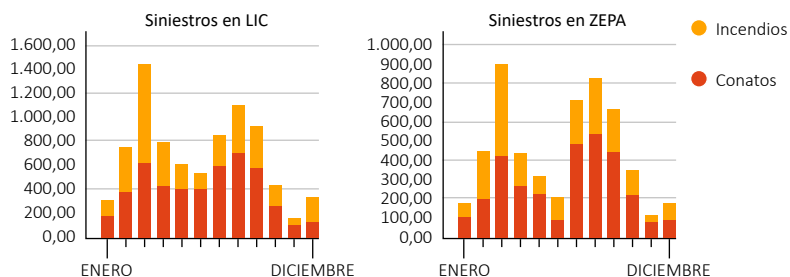


Figura 3: Distribución mensual de los siniestros con afección a Red Natura

Analizando las superficies afectadas, se observan también dos máximos anuales, pero en este caso los valores absolutos se producen durante el periodo de verano, en ambos casos en el mes de julio. La vegetación que se quema en invierno-primavera es fundamentalmente matorral y además tiene una menor disponibilidad para arder, que hace que estos incendios no progresen de la misma manera que en el periodo del verano.

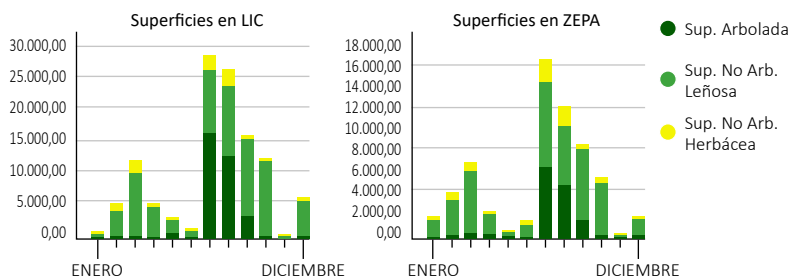


Figura 4: Distribución mensual de las superficies afectadas en Red Natura 2000

Causalidad en Red Natura

Conocer la casuística asociada estos espacios naturales es fundamental para establecer programas específicos de prevención, que permitan abordar las medidas necesarias para evitarlos.

El rayo, única causa natural y no asociada al ser humana, tiene un porcentaje superior a la media del total nacional, que alcanza un valor del 5% siendo este porcentaje más elevado tanto en LIC, como en ZEPA.

Aunque las causas claramente asociadas al ser humano son las mayoritarias dentro de Natura 2000, incluyendo causas accidentales, negligencias e intencionalidad. Así, al menos el 79,91% y el 78,04% de los incendios que afectan a LIC y ZEPA son de origen humano.

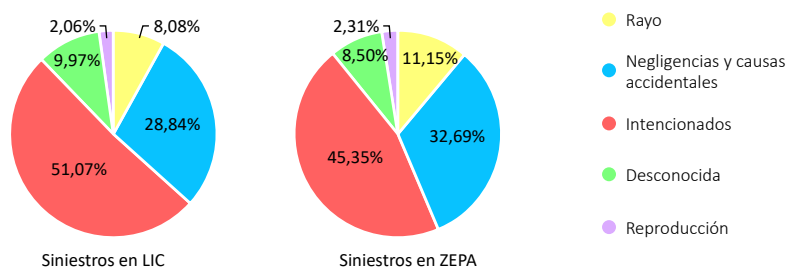


Figura 5: Porcentaje de causas de los siniestros que han afectado a Red Natura

Entre las negligencias y causas accidentales se distinguen a su vez varios tipos de actividades que generan incendios forestales. Este grupo de causas representa algo más de un cuarto de los siniestros producidos en Natura 2000, siendo las prácticas agropecuarias (quemadas agrícolas y quemadas para la regeneración de pastos) las responsables del mayor porcentaje de siniestros respecto del total de las negligencias y accidentes, con un 27,21% y un 26,59%, respectivamente.

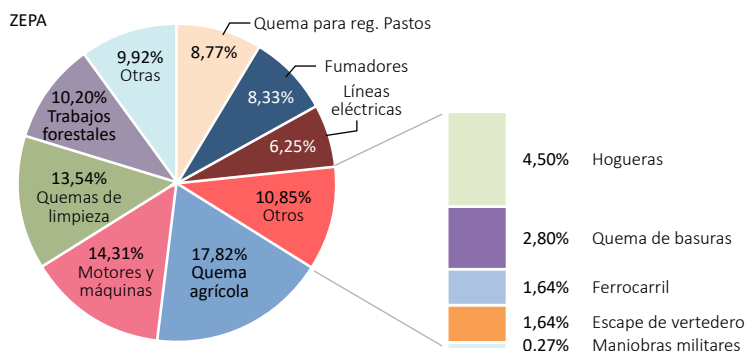
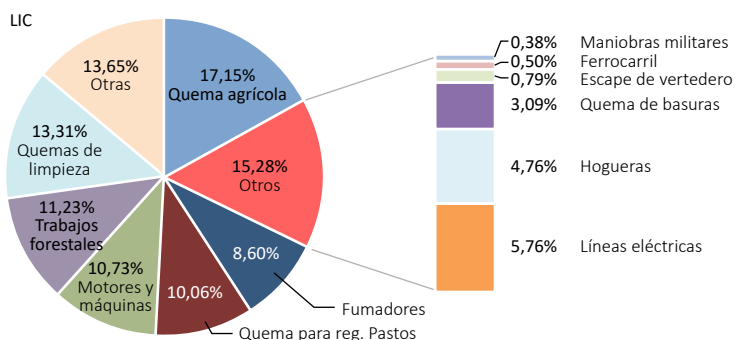


Figura 6: Porcentaje de causas accidentales y negligentes de los siniestros que han afectado a Red Natura

Con respecto a las superficies afectadas por accidentes y negligencias dentro de la Red Natura 2000, las actividades que generan mayores valores son diferentes, estando condicionado especialmente por los grandes incendios forestales, ya que son los siniestros que más superficie aportan al conjunto total.

En el caso de los LIC, las negligencias relativas a fumadores fueron responsables de las mayores superficies afectadas, ya que 4 de los incendios producidos por esta causa superaron las 500 hectáreas dentro del espacio natural; la siguiente causa en orden de importancia estuvo relacionada con el empleo de motores y máquinas, concretamente cosechadoras, que produjeron 2 grandes incendios. También en las

ZEPA los motores y máquinas (cosechadoras) así como líneas eléctricas, causaron 6 de los grandes incendios forestales que afectaron sobre las ZEPA.

Los grandes incendios forestales, pese a ser pocos en número, han supuesto un 97,62% y un 63,19% de la superficie afectada en LIC y ZEPA, respectivamente.

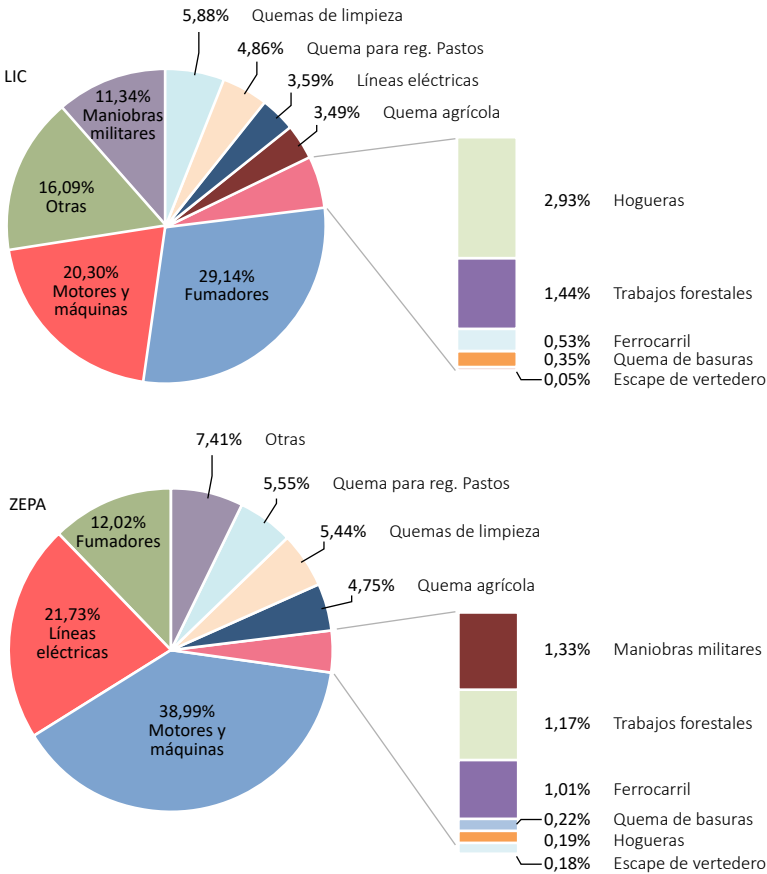


Figura 7: Porcentaje de causas accidentales y negligentes de las superficies que han afectado a Red Natura

Los incendios intencionados fueron el grupo que más siniestros causó sobre Natura 2000, siendo el origen prácticamente de la mitad de los siniestros que afectaron a estas áreas protegidas. Siendo así, es importante conocer las motivaciones que conducen a los causantes a producir estos siniestros.

Las motivaciones más frecuentes de los siniestros intencionados en Natura 2000 han estado relacionadas con prácticas tradicionales que implican uso del fuego (quemados para eliminar matorral y residuos agrícolas, y regenerar el pasto). Los siniestros se producen cuando las prácticas son mal realizadas, generalmente sin autorización administrativa y en periodos de riesgo elevado de incendio, donde el causante abandona el fuego que posteriormente se propaga al monte.

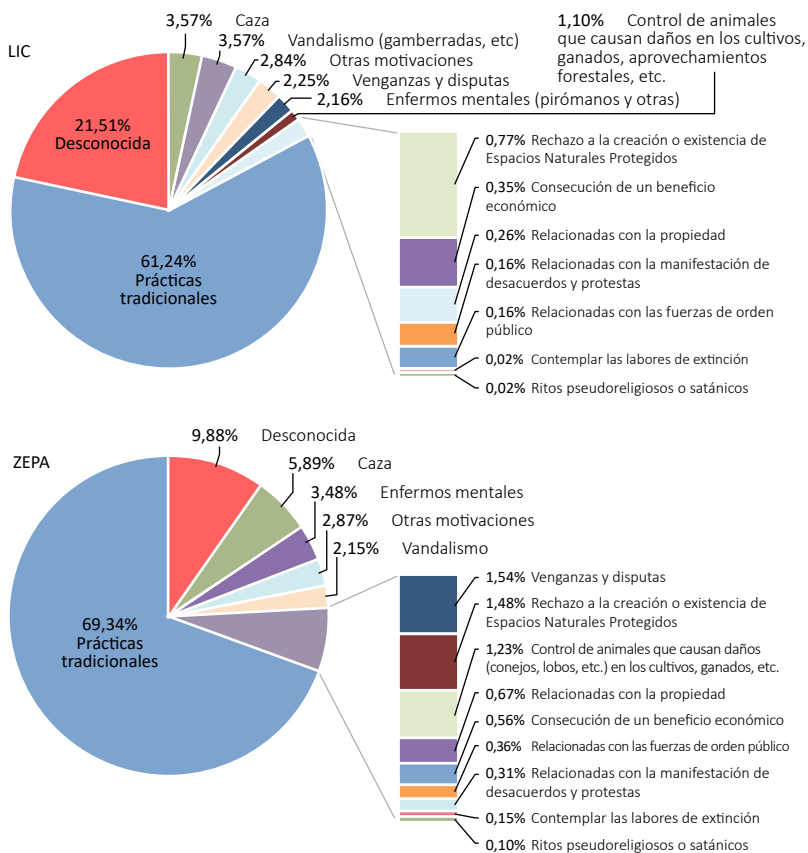


Figura 8: Porcentaje de las motivaciones de los siniestros que han afectado a Red Natura 2000.

En cuanto a la distribución de superficies por motivación, es muy similar a la distribución por siniestros, siendo las prácticas tradicionales causantes de más del 50% de la superficie afectada en ambos espacios naturales.

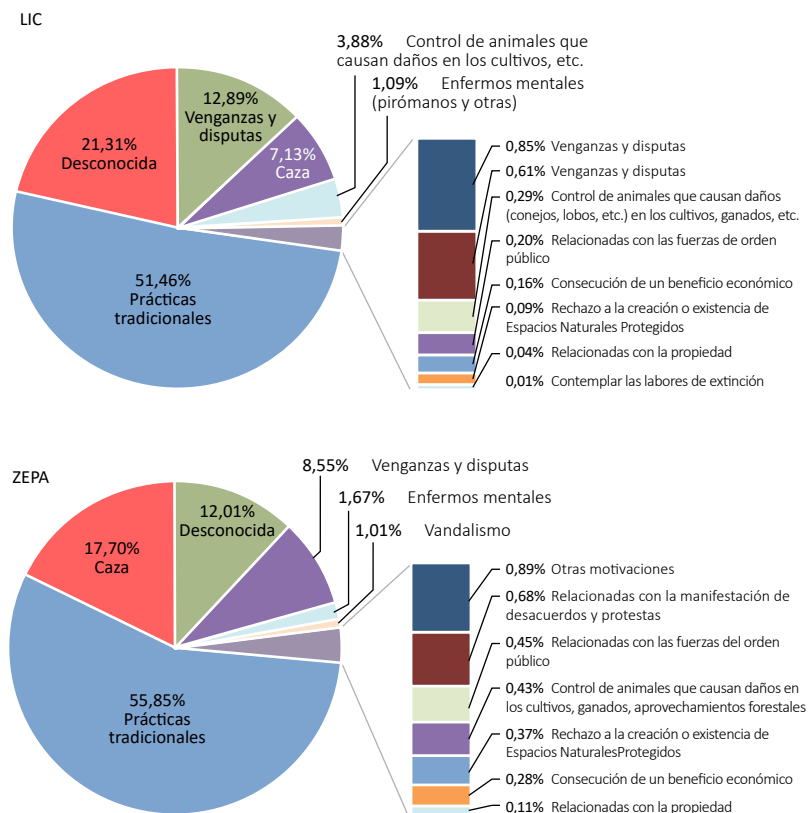


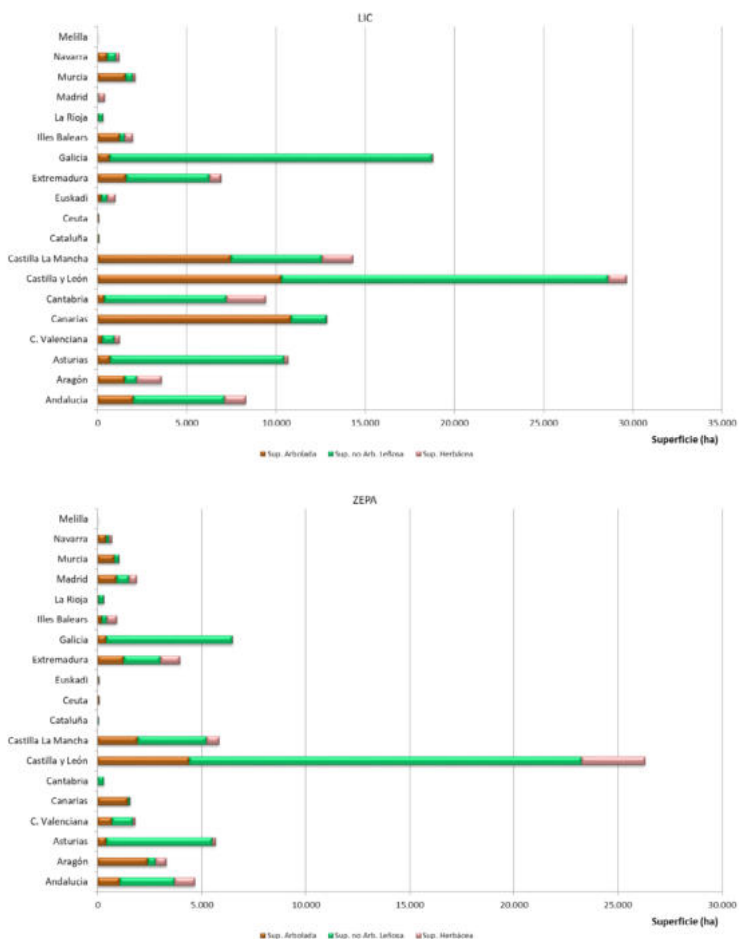
Figura 9: Porcentaje de las motivaciones de los siniestros que han afectado a Red Natura

Distribución espacial

Debido a circunstancias climáticas, ecológicas, económicas o culturales, el fenómeno de los incendios forestales presenta una gran variabilidad entre diferentes regiones del territorio nacional. Por tanto, para tener una visión más aproximada a la realidad de cada territorio, es conveniente completar este análisis con una visión de la afección de incendios en Natura 2000 por comunidades autónomas.

Tanto para la figura LIC como para ZEPA, las dos comunidades con mayor afección de superficie afectada en Red Natura 2000 fueron Castilla y León y Galicia. El caso de Galicia, cuya proporción de Natura 2000 es reducida respecto al total forestal, se explica por ser la comunidad con mayor número y superficie de incendios en el periodo considerado, destacando por encima del resto de comunidades.

Por otro lado, en la mayoría de las comunidades autónomas, figuras en la mayoría de los casos de la vegetación corresponde a superficie leñosa no arbolada, excepto Canarias en el caso de LIC y Aragón en el caso de ZEPA, donde destaca la superficie arbolada sobre el resto de las superficies. Esto fue debido a grandes incendios que recorrieron mayormente superficies arboladas.



Bibliografía

MAPA, 2019. Los Incendios Forestales en España Decenio 2006-2015. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente

RED NATURA EN GALICIA, INCENDIOS FORESTALES Y RÉGIMEN DE PROPIEDAD

Gervasio López.

Grupo de investigación PROePLA. Universidad de Santiago de Compostela.

Luís Franco.

Grupo de investigación PROePLA. Universidad de Santiago de Compostela.

Manuel Francisco Marey.

Grupo de investigación PROePLA. Universidad de Santiago de Compostela.

La Red Natura en Galicia

Contexto legal y socioeconómico

Con la promulgación de la Directiva 92/43/CE relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres (Directiva Hábitats), se creaba en 1992 la Red Natura 2000, “una red ecológica europea coherente de zonas especiales de conservación (ZEC)”, que debería “garantizar el mantenimiento o, en su caso, el restablecimiento, en un estado de conservación favorable, de los tipos de hábitats naturales y de los hábitats de las especies de que se trate en su área de distribución natural” (artículo 3.1, Directiva Hábitats). Ello sirvió para que, en Galicia, en 2004, se creara una red de Lugares de importancia comunitaria (LIC, posteriormente convertidos en 59 ZEC) (Figura 1) que poseen “un interés ecológico pertinente en relación con el objetivo de conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres perseguido por la Directiva”.

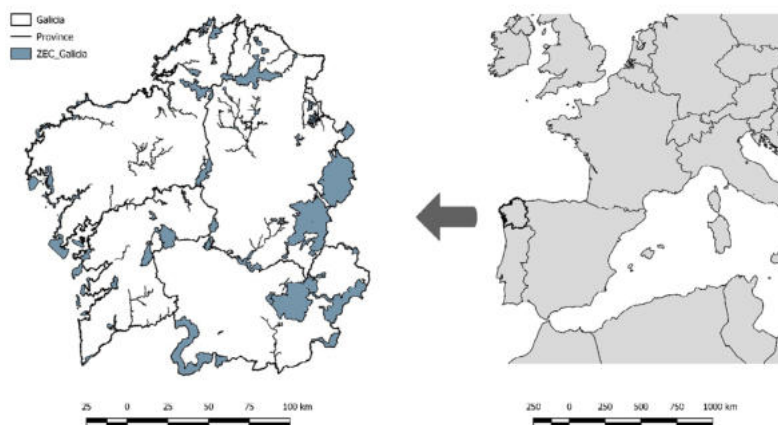


Figura 1: Situación de los ZEC en Galicia

Se entendía entonces (y así se consagró en la Decisión de la Comisión de 7 de diciembre de 2004), que éste era el único método para lograr el objetivo contemplado en el artículo 3, apartado 1, párrafo primero de la Directiva, en lo que atañía a la conservación favorable de los hábitats naturales protegidos. Pero sin duda ahora, cuando ya han transcurrido 30 años de la aprobación de la Directiva 92/43/CE, cabe preguntarse si los legisladores atinaban en sus suposiciones. ¿Tenían razón, entonces, cuando afirmaban que la constitución de una red de ZEC lograría la conservación de esos hábitats protegidos? ¿Acaso se han logrado, al menos en parte, los objetivos buscados? ¿O, por el contrario, ha sido esa red de ZEC, por las restricciones que ella conlleva, fuente de diversos conflictos sociales y de una cierta desafección por parte de la población rural gallega (López Rodríguez et al. 2022 a,b).

Aunque uno de los objetivos del Plan Director de Red Natura 2000 de Galicia —y de la Red Natura 2000 en general— obliga a integrar conservación del hábitat natural y exigencias socioeconómicas, haciendo compatible la protección y conservación del medio natural con el desarrollo socioeconómico de los municipios incluidos en su ámbito de aplicación. La recesión demográfica y económica de los municipios en los que la Red Natura 2000 se asienta, como se muestra en la figura 2, es clara. Bien es cierto que no se puede afirmar que exista una relación causal entre protección de la naturaleza y recesión socioeconómica, pero sí se pone de manifiesto una neta correlación espaciotemporal para el período 2004/2019. En general, los municipios en los que existen ZEC han tenido una peor evolución relativa en renta disponible por habitante. Este aspecto se ve agravado, además, por la pérdida poblacional que simultáneamente se ha dado en esos municipios.

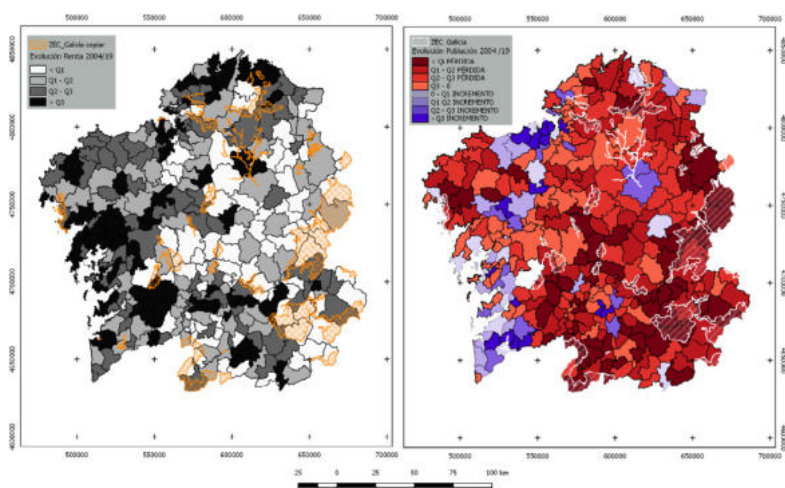


Figura 2: Evolución de la renta disponible por habitante y del censo poblacional

Más destacables son aún los resultados si los ceñimos a los 113 municipios en que se encuentran las ZEC consideradas en este estudio (Figura 3) —cuya selección se explicará más adelante—, pues, de éstos, tan solo 12 han incrementado su población en el período 2004/19, mientras que tan solo 38 se encuentran por encima del percentil 50 en cuanto a renta disponible (de éstos, sólo 8 han incrementado su población).

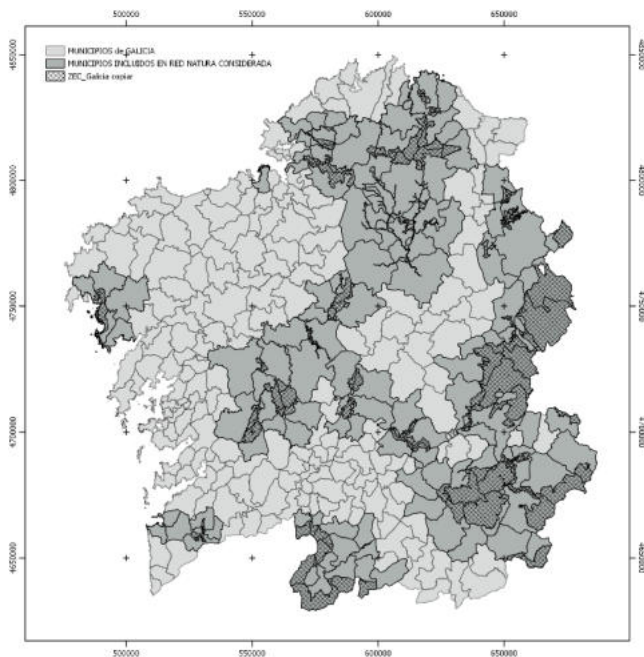


Figura 3: Red Natura considerada y municipios incluidos

Ante esta deriva socioeconómica, que no parece haber satisfecho los objetivos de la Red Natura 2000, ¿no es igualmente procedente cuestionarse si la ocurrencia de incendios forestales, tan íntimamente ligada a la conservación del medio natural, ha sufrido similar deriva?

Los incendios forestales en la Red Natura en Galicia

Diferentes artículos científicos han estudiado el rechazo que la Red Natura 2000 ha suscitado entre los habitantes del medio rural (Alphandéry, P. y Fortier, A, 2001; Hiedanpää, 2002; Visser et al. 2007; Sotirov et al. 2015), quienes, ya sea o no de forma errada, ven una amenaza para sus tierras y sus derechos de propiedad (Blicharska et al. 2016). Koemle et al. (2019) afirmaron que la Red Natura podría llegar a alterar

las condiciones económicas de los propietarios de las tierras afectas reduciendo su valor. Sí parece indiscutible que la Red Natura afecta de muchos modos a la población de dichas zonas. Y dado que tras la ocurrencia de incendios forestales subyacen en no pocas ocasiones diversos conflictos de índole socioeconómica, y que en Europa hasta el 95% de los incendios forestales son provocados por el hombre (Boubeta et al. 2016), no resulta descabellado vincular ineficaces políticas conservacionistas e incendios forestales (Barreal y Loureiro, 2015; Viedma et al., 2015; Galiana, 2017; López Rodríguez et al., 2022). En relación a esto, constan estudios que aseguran, por ejemplo, que la declaración y posterior gestión de los ZEC no han podido evitar la pérdida de hábitats naturales (Barnes et al. 2016 ; Müller et al. 2018 ; Gameiro et al., 2020), o que la selección de las áreas a proteger no se fundamenta en criterios científicos (Lovrić et al. 2019), poniendo en peligro las funciones ecológicas y su conectividad entre las zonas de la red para especies de gran alcance (Guixé y Arroyo, 2011 ; Heino et al. 2015; Hellwig et al. 2019).

El presente estudio contempla la ocurrencia de incendios forestales en ZEC gallegos durante el período 1999/2014, diferenciando entre aquellos que se iniciaron en montes vecinales en mano común (MVMC), se trata de un tipo de propiedad privada colectiva, y aquellos otros que tuvieron su origen en fincas privadas particulares. Hemos eliminado, por razones obvias, de nuestro estudio las ZEC que comprenden hábitats marítimos, de costa o de aguas continentales. La única salvedad que hicimos al respecto fue la del ZEC lucense Parga-Ladra-Támega, por las grandes manchas terrestres que comprende. Como resultado de las 59 ZEC que componen la Red Natura 2000 en Galicia, el presente estudio se ciñe a un total de 32 ZEC, localizadas en 113 municipios (Figura 3).

En relación régimen de propiedad en la Red Natura en Galicia asumimos que el 56,5% de las ZEC está compuesto por fincas privadas, mientras que el 43,5% corresponde a MVMC. Por la escasa relevancia de la propiedad pública prescindimos de ella en nuestros análisis. El objetivo del trabajo es triple y es responder a las siguientes tres preguntas.

- 1.- ¿Las causas del incendio forestal son distintas según el régimen de propiedad?
- 2.- ¿Las superficies afectadas por el incendio son distintas según el régimen de propiedad?
- 3.- ¿La evolución temporal de los incendios es distinta según el régimen de propiedad?

Metodología

El análisis estadístico ha sido adaptado para dar respuesta científica a cada una de las preguntas objetivo, así tenemos:

Para responder a la pregunta 1 se realiza un test chi cuadrado de independencia. En este caso, la independencia de la variable a estudiar (causas) implica que su distribución es similar en todos los niveles de la variable con la que se relaciona (tipo de propiedad). Habrá dependencia, en su caso, si un tipo de causa está especialmente vinculado con un tipo de propiedad. Para evitar la distorsión que induciría la existencia de un “efecto borde”, consideramos que un MVMC está dentro de un ZEC cuando al menos el 5% de su superficie se encuentra ínsita en la ZEC.

Con relación a la pregunta 2 se realiza un test no paramétrico de Krushall-Wallis. Se opta por la opción no paramétrica debido a la ausencia de normalidad de los datos.

Finalmente, para responder a la pregunta 3 se parte de la hipótesis de que todos los incendios forestales tienen la misma probabilidad de ocurrir. Al ser así, el número de incendios forestales en cada unidad territorial considerada, sería proporcional a la superficie de cada una de esas unidades territoriales. Para un mayor rigor, se han eliminado aquellas zonas en las que no es posible la ocurrencia de un incendio. Esta discriminación se realiza en función del tipo estructural del 4º Mapa Forestal Español (MFE IV) (<https://www.miteco.gob.es>.) Se eliminan, así, los siguientes tipos estructurales: zonas pantanosas, playas, dunas y arenales, acantilados marinos, afloramientos rocosos, canchales, agua, artificial. En conjunto suponen el 9,26% de la superficie de la superficie inicial.

Resultados

Comenzando por la pregunta 1.- ¿Las causas del incendio forestal son distintas según el régimen de propiedad? Tras la realización del test chi cuadrado, se constata que los incendios forestales intencionados están más vinculados a los MVMC, mientras que los incendios forestales cuya causa ha sido designada como “desconocida” tienen una mayor relación con las fincas particulares, aunque en ambos casos se trata de una relación que podemos calificar de “baja”, dado que el resultado del parámetro V de Cramer, que toma valores comprendidos entre 0 y 1, toma un valor de 0,06 (Figura 4).

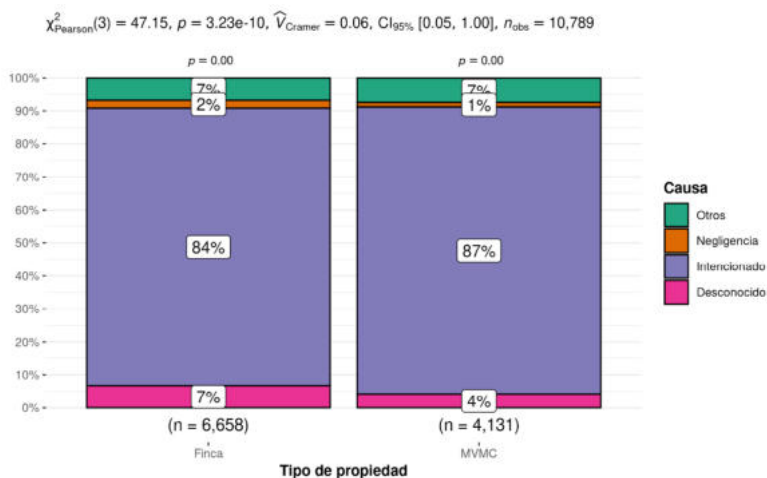


Figura 4: Diferencias entre las causas de los incendios forestales ocurridos en MVMC y fincas particulares

Analizando si existen diferencias entre MVMC en ZEC y MVMC externos a las ZEC (Figura 5), vemos que en las zonas ZEC hay una mayor relevancia de los incendios forestales intencionados (87% en las ZEC, frente a un 82% fuera de ZEC), aunque, como en el caso anterior, se trata de una dependencia débil dado el valor de la V de Cramer es también de 0,06.

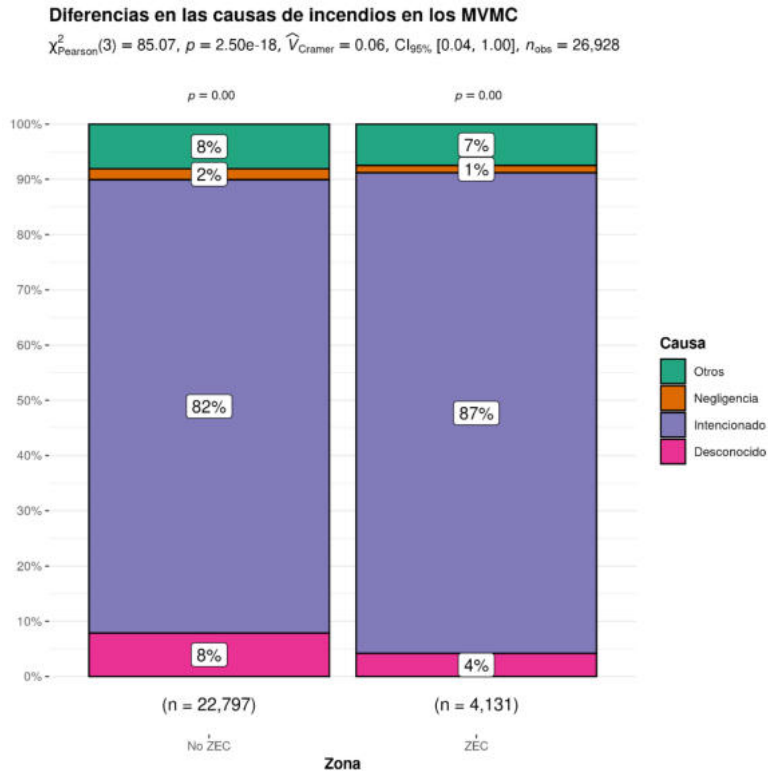


Figura 5: Diferencias entre las causas de los incendios forestales ocurridos en MVMC dentro y fuera de ZEC

Finalmente, analizando si existen diferencias entre fincas particulares dentro y fuera de ZEC, los resultados son similares a los obtenidos para los MVMC, aunque en este caso la relación es aún más débil (0,03), siendo un 84% en fincas particulares en ZEC frente a un 80% en fincas externas (Figura 6).

Diferencias en las causas de incendios en las fincas privadas

$\chi^2_{\text{Pearson}}(3) = 93.33$, $p = 4.23e-20$, $\widehat{V}_{\text{Cramer}} = 0.03$, $CI_{95\%} [0.03, 1.00]$, $n_{\text{obs}} = 78,666$

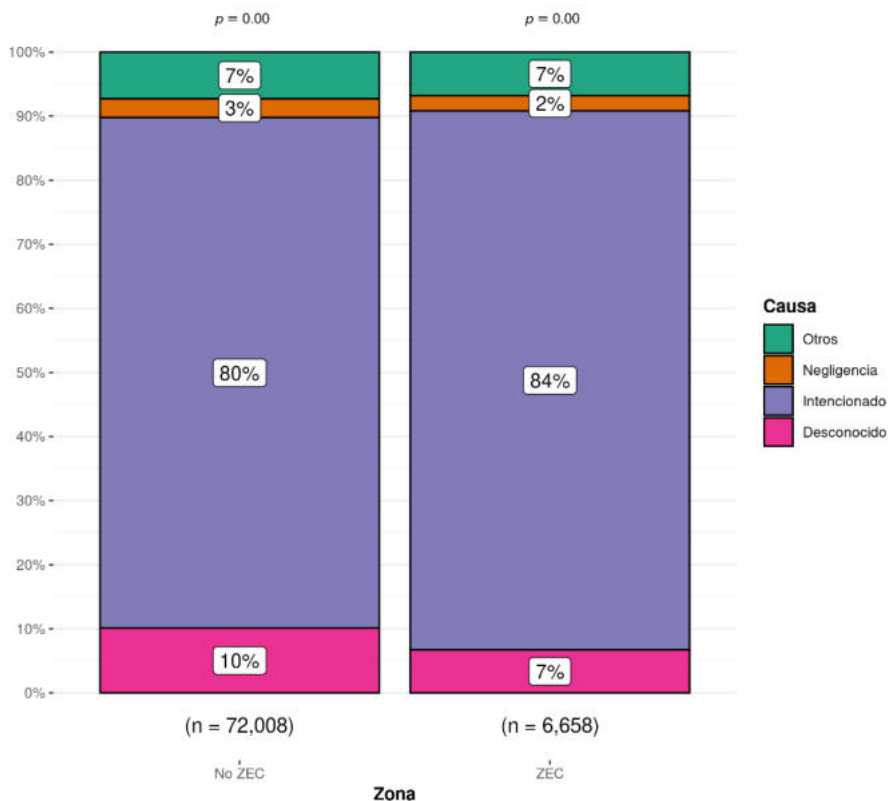


Figura 6: Diferencias entre las causas de los incendios forestales ocurridos en fincas particulares dentro y fuera de ZEC

Con relación a la segunda pregunta: ¿Las superficies afectadas por el incendio son distintas según el régimen de propiedad? Tras realizar el test no paramétrico de Kruskal-Wallis y los test de Dumm (Figura 7), se observa que existe una diferencia significativa entre los grupos analizados. De hecho, las medianas obtenidas para fincas particulares y MVMC resultan muy superiores en el interior de las ZEC (0,40 frente a 0,20 en fincas particulares, y 0,70 frente a 0,20 en MVMC). Se concluye, así, que los incendios forestales que se inician en zonas ZEC afectan a una mayor superficie que aquellos otros que se inician fuera.

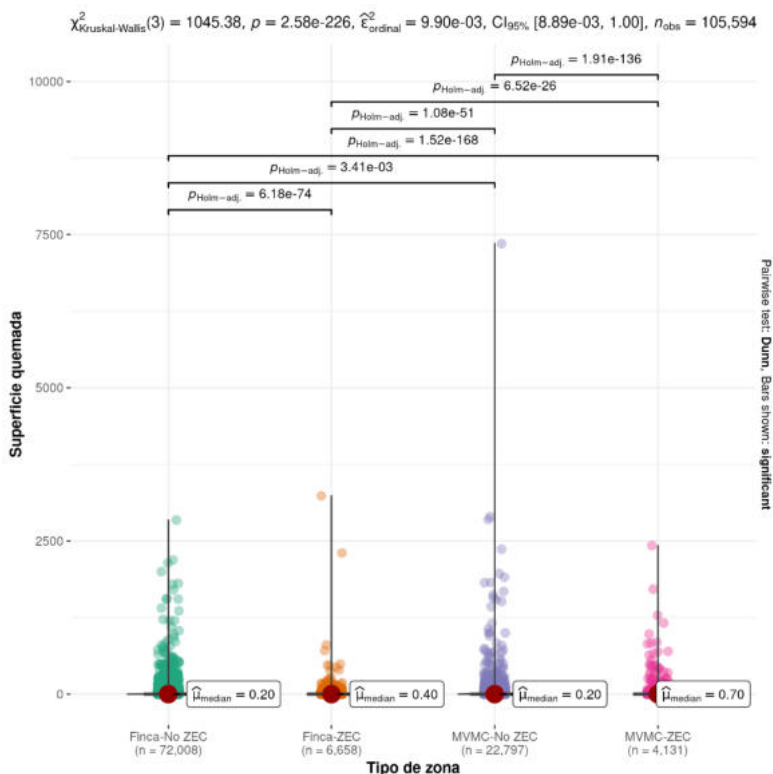


Figura 7: Test de Kruskal-Wallis, para diferencias existentes en superficies afectadas por los incendios forestales

Finalmente, con relación a la pregunta 3: ¿La evolución temporal de los incendios en distinta según el régimen de propiedad? Partiendo que las zonas ZEC ocupan el 11,75% de la superficie de Galicia, y los MVMC el 22,97%, de seguir una distribución aleatoria, el porcentaje de incendios forestales que se producirían en cada una de esas unidades territoriales debería ser aproximadamente el mismo.

De acuerdo con lo reflejado en la Figura 8, hasta el año 2006 la ocurrencia de incendios forestales en ZEC se correspondía de forma casi exacta con el porcentaje que debiera corresponderle a su superficie. En el período comprendido entre los años 2007 y 2009, sin embargo, la ocurrencia alcanza cotas superiores a su porcentaje superficial, pasando a partir de 2010 a cotas inferiores a su relevancia superficial.

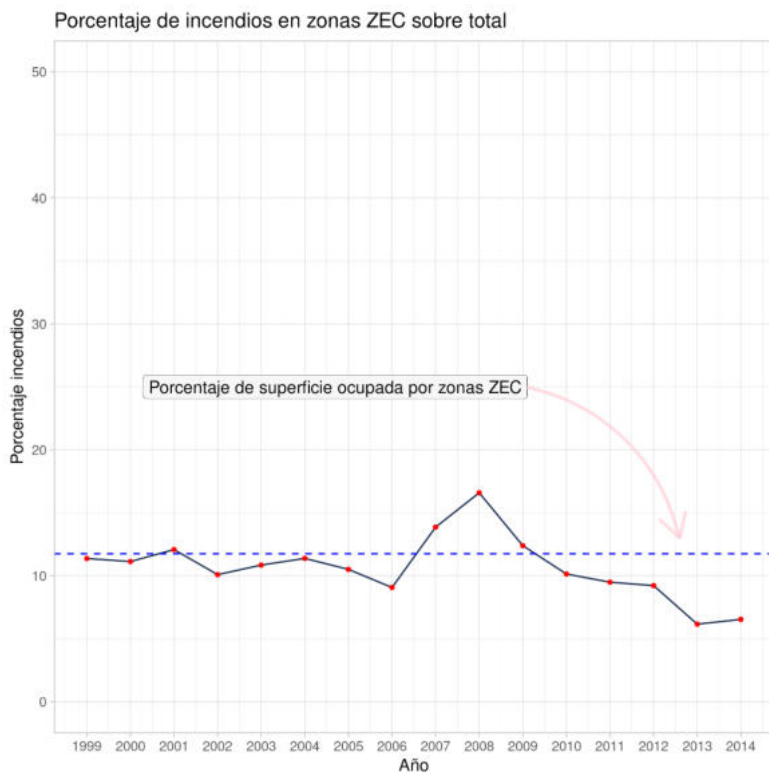


Figura 8: Evolución temporal del porcentaje de incendios forestales en zonas ZEC

En relación a los MVMC (Figura 9), que ocupan el 22,97% de la superficie forestal de Galicia, vemos que en 2009 se produce un cambio de tendencia, pasando desde entonces a representar la superficie forestal quemada en MVMC un porcentaje de ocurrencia inferior a su relevancia superficial.

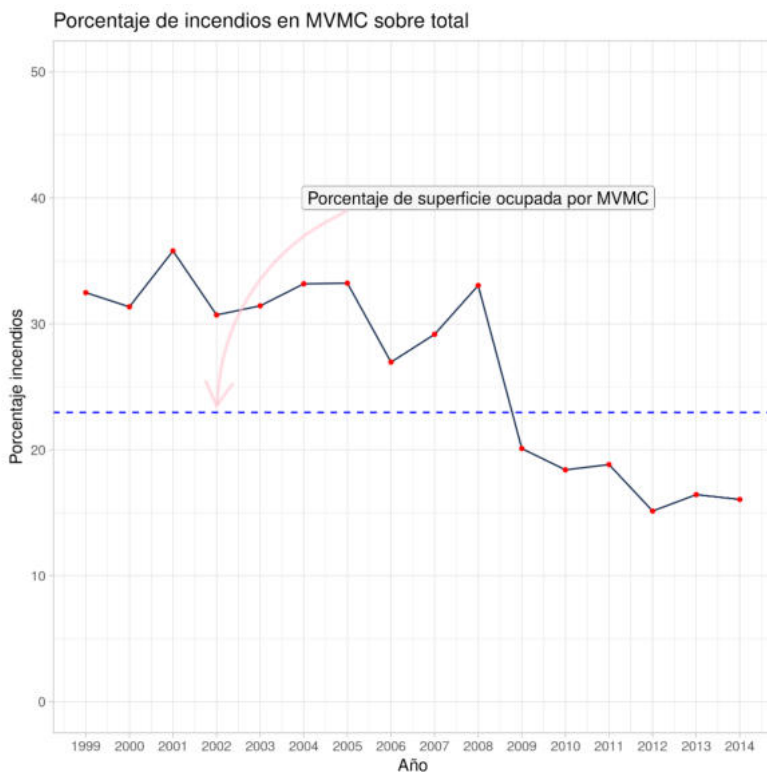


Figura 9: Evolución temporal del porcentaje de incendios forestales en MVMC

Finalmente, los MVMC existentes en las ZEC, ocupan el 47,21% de la superficie de éstas. En consecuencia, el 47,21% de los incendios forestales ocurridos en ZEC debieran producirse en MVMC. Vemos, sin embargo, en la Figura 10, que la ocurrencia porcentual de incendios forestales en ZEC, a lo largo de toda la serie histórica considerada, está por debajo de la que en principio debiera corresponderle de acuerdo a la superficie que ocupa.

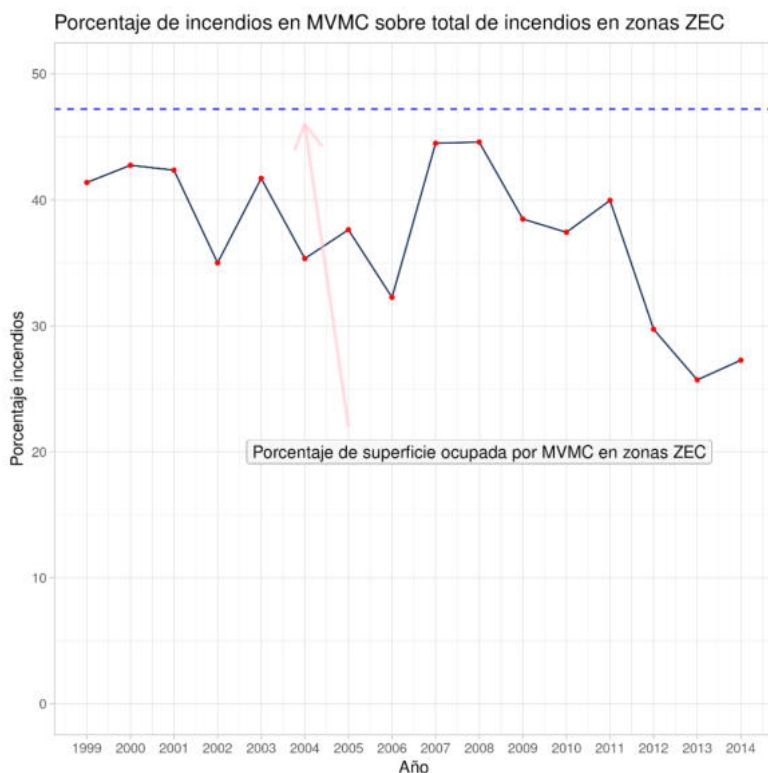


Figura 10: Evolución temporal del porcentaje de incendios forestales en MVMC dentro de las ZEC

Discusión y conclusiones

Aunque las diferencias estadísticas encontradas en nuestro estudio no son especialmente relevantes, sí se han constatado dos cuestiones relevantes: por un lado, constatamos que en las zonas ZEC existe una mayor relevancia de incendios forestales intencionados, y, por otro, que la superficie afectada por los incendios forestales es superior en aquellos que se inician en zonas ZEC.

En lo que se refiere al primer aspecto, relativo a una mayor relevancia de incendios forestales intencionados en las ZEC, cabe asumir que esta mayor intencionalidad está asociada a un rechazo a la Red Natura, como así han recogido en sus diversos trabajos autores como por ejemplo Brescancin et al. (2017) señalan que buena parte de las personas encuestadas por ellos consideran que la Red Natura 2000 es un obstáculo debido a las restricciones impuestas a la realización de actividades

agrícolas y forestales. Borrass (2014) y Rosenkranz et al. (2014) aseguran que estas restricciones pueden ser fuente de conflictos y originar pérdida de ingresos para los propietarios locales, algo en lo que parecen coincidir nuestros resultados. En el caso de Young et al. (2005) estudiaron como la ubicación de algunos espacios de la Red Natura 2000 en las proximidades de bosques productivos provocó el descontento de los propietarios de bosques y originó conflictos entre los gestores de los espacios y las asociaciones de propietarios forestales. Los autores consideran como principales: la intensificación o el abandono de la agricultura y la silvicultura, las actividades recreativas y cinegéticas y amenazas relacionadas con la política.

En este punto resulta de interés señalar las discrepancias existentes entre las partes implicadas en la conservación del Medio Natural. Brescancin et al. (2017) señalaron que, para los representantes de la Administración Pública, las universidades y los centros de investigación la conservación de la naturaleza se considera la actividad más importante. Por el contrario, para los propietarios de tierras destacan por la importancia de la actividad agrícola y forestal que se puedan o no realizar en los espacios protegidos. La visión de Geitzenauer et al. (2016) es la de un “conflicto latente” entre las autoridades de conservación de la naturaleza y las ONG, por un lado, y los propietarios de tierras y sus representantes, por otro. E igualmente señalaron que la declaración de un estatus de conservación sin el consentimiento de los propietarios dio lugar a un alto nivel de conflicto evidente y a una feroz oposición por parte de los dueños de la tierra. También cabe recordar lo afirmado por Ficko y Boncina (2019), quienes aseguran que la mayor conservación de los bosques no fue apoyada por los propietarios de bosques privados ni por los encuestados que vivían en paisajes con una alta proporción de bosques protegidos y condiciones físicas y socioeconómicas menos favorables. El origen de estas discrepancias es de orden económico, y por ello Bhandari y Jianhua (2017) afirmaron que la conservación de la biodiversidad en las áreas protegidas será más difícil si las comunidades locales dependen de sus tierras para obtener diversos productos forestales y satisfacer sus necesidades de subsistencia que en el caso de aquellas otras zonas donde el sustento proceda de otras actividades alejadas del uso de la tierra.

Antes estas manifestaciones, cabe afirmar que la mayor intencionalidad en las ZEC gallegas puede responder a que la Red Natura 2000 representa para algunos una amenaza, habida cuenta, además, lo observado en la Figura 2 de este artículo, donde se muestra que la ubicación de la Red Natura 2000 coincide en su mayor parte con municipios cuya evolución en términos socioeconómicos y demográficos resulta más desfavorable. A este respecto, y aunque éste no sea el objetivo principal de la Directiva Hábitat, no ha de olvidarse lo concerniente al desarrollo socioeconómico de las comarcas en que se asienta a Red Natura 2000. Así, por ejemplo, Bhandari y Jianhua (2017), antes citados, en un artículo sobre el Parque Nacional de Chitwan, en Nepal, donde se desarrolló un régimen de explotación comunal, afirmaron que, aun a pesar del éxito obtenido con los cambios realizados en el modo de gestión, la política realizada no tuvo efectos positivos en el empleo rural ni en la economía local. Por ello, estos autores reclaman políticas encaminadas a la creación de empleo en ámbitos distintos a la explotación agrícola o forestal, como por ejemplo

el turismo. Sin embargo, resultará muy difícil hallar fuentes de empleo suficientes para mejorar las condiciones socioeconómicas de la población rural lejos de la explotación agrícola y forestal en un contexto de decaimiento económico como el actual, no es, sin duda, la salida que hemos de buscar para esa población. En relación con el turismo, y aunque sin duda ha sucedido así en diversos lugares, no podemos coincidir de forma general con lo argumentado por Tzanopoulos et al. (2011) y Tsiafouli et al. (2013), entre otros, cuando aseguran que la implantación de la Red Natura 2000 ha dado un gran valor a los lugares por su atractivo turístico, proporcionando beneficios económicos a las comunidades locales. Pues, salvo casos muy puntuales, esto no ha sucedido en Galicia.

Respecto a la mayor superficie quemada por incendio en zonas ZEC, podemos afirmar que, siguiendo lo explicado en un anterior trabajo (López Rodríguez et al. 2022), el comportamiento desfavorable puede estar relacionado con diversos factores: entre otros, el abandono de tierras que normalmente conlleva la Red Natura, lo que favorece el aumento del combustible y origina una mayor dificultad de extinción; o en el hecho de que las zonas ZEC normalmente se encuentran más distantes de las bases de los medios de extinción y el tiempo de llegada al incendio sea mayor que en otros casos. También podemos hallar una explicación a esa mayor superficie afectada en la incompatibilidad de ciertas infraestructuras de prevención de incendios forestales, tales como cortafuegos o una adecuada red de pistas forestales, con el régimen de protección que establece la Red Natura. En este punto, coincidimos con lo señalado en Foresta et al. (2016), donde se insiste en la conveniencia de construir cortafuegos que dificulten la propagación del incendio, y en la realización de diversas tareas encaminadas a reducir el combustible, tales como aclareos, claras y podas, que reducen la posibilidad de un incendio de copas. Asimismo, teniendo en cuenta que el descenso porcentual de incendios forestales ocurridos en MVMC dentro de las ZEC durante los últimos años de la serie histórica (Figura 10) es superior al que se ha detectado para las ZEC en general (Figura 8), se puede inferir que esa evolución más desfavorable puede deberse al abandono de esas fincas por parte de los propietarios individuales, en general pequeños propietarios jubilados y herederos que no residen en la zona, tal vez por las restricciones de la Red Natura o, simplemente, por el abandono general de tierras que se viene produciendo en el rural gallego durante los últimos decenios.

Cabe recordar lo establecido por Hochkirch et al. (2013) y Barnes et al. (2017) la delimitación de fronteras no suele ser suficiente para garantizar una protección eficaz de los ecosistemas naturales. Para ejemplificar esto, basta señalar lo indicado por Heino et al. (2015) en un estudio a nivel mundial constataron que la pérdida forestal relativa en algunas regiones fue mayor dentro de las áreas protegidas que fuera de ellas. Esta mayor pérdida les llevó a concluir que la protección de las áreas forestales no siempre garantiza una menor tasa de pérdida de bosques. Una eficaz protección del Medio Natural obliga a un acuerdo entre partes, en palabras de Brescancin et al. (2017), la participación de las partes interesadas en el proceso de decisiones es un requisito previo para la buena gobernanza medioambiental, porque depende de la confianza mutua y de las relaciones recíprocas entre los responsables

de la toma de decisiones y los ciudadanos. A fin de evitar los conflictos surgidos entre las partes implicadas, coincidimos con Blicharska et al. (2016) cuando afirman que, dado que la aceptación social es importante para la aplicación de las políticas de conservación, es necesario explorar también qué otros factores (además de la escasa concienciación) contribuyen a la resistencia contra la red en muchos lugares.

Entre otros mecanismos que debieran implementarse para evitar el rechazo a la Red Natura por parte de la población local, podemos citar lo propuesto por Stancioiu et al. (2010), quienes sugirieron la necesidad de establecer mecanismos financieros compensatorios para cubrir los costes que la Red Natura 2000 supone para los propietarios de las tierras. Asimismo, los científicos especializados en conservación encuestados por Kati et al. (2015) destacaron la necesidad de un mecanismo de financiación independiente enteramente dedicado a apoyar la aplicación de los objetivos de Natura 2000 y también Winkel et al. (2015) sugirieron la necesidad de desarrollar una estrategia de financiación para Natura 2000 basada en una evaluación exhaustiva del gasto actual y de las necesidades financieras de la red.

Sea como fuere, la Red Natura 2000 no ha de suponer una injerencia gratuita de la Administración Pública en las propiedades privadas, sean estas de carácter individual o colectivo, sino, más bien, un esfuerzo consensuado entre ambas partes en pos de la conservación y del desarrollo socioeconómico del medio rural.

Bibliografía

Alphandéry, P., y Fortier, A. (2001). Can a territorial policy be based on science alone? The system for creating the Natura 2000 network in France. *Sociologia ruralis*, 41(3), 311-328

Barnes, M. D., Craigie, I. D., Dudley, N., y Hockings, M. (2017). Understanding local-scale drivers of biodiversity outcomes in terrestrial protected areas. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1399(1), 42-60.

Barnes, M. D., Craigie, I. D., Harrison, L. B., Geldmann, J., Collen, B., Whitmee, S., ... y Woodley, S. (2016). Wildlife population trends in protected areas predicted by national socio-economic metrics and body size. *Nature communications*, 7(1), 1-9.

Barreal, J., y Loureiro, M. L. (2015). Modelling spatial patterns and temporal trends of wildfires in Galicia (NW Spain). *Forest Systems*, 24(2).

Bhandari, D., y Jianhua, Z. (2017). Household dependency on buffer zone community forest and its implication for management of Chitwan National Park, Nepal. *International Journal of Sciences*, 3(3), 68-80.

Blicharska, M., Orlikowska, E. H., Roberge, J. M., y Grodzinska-Jurczak, M. (2016). Contribution of social science to large scale biodiversity conservation: A review of research about the Natura 2000 network. *Biological Conservation*, 199, 110-122.

Borrass, L., 2014. Varying practices of implementing the Habitats Directive in German and British forests. *Forest Policy Econ.* 38, 151–160.

- Boubeta, M., Lombardía, M. J., González-Manteiga, W., y Marey-Pérez, M. F. (2016). Burned area prediction with semiparametric models. *International Journal of Wildland Fire*, 25(6), 669-678.
- Brescancin, F., Dobšínská, Z., De Meo, I., Šálka, J., y Paletto, A. (2018). Analysis of stakeholders' involvement in the implementation of the Natura 2000 network in Slovakia. *Forest policy and economics*, 89, 22-30.
- D'Amen, M., Bombi, P., Campanaro, A., Zapponi, L., Bologna, M. A., y Mason, F. (2013). Protected areas and insect conservation: questioning the effectiveness of Natura 2000 network for saproxylic beetles in Italy. *Animal Conservation*, 16(4), 370-378.
- Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres. DOUE-L-1992-81200
- Ficko, A., y Bončina, A. (2019). Public attitudes toward environmental protection in the most developed countries: The Environmental Concern Kuznets Curve theory. *Journal of environmental management*, 231, 968-981.
- Foresta, M., Carranza, M. L., Garfi, V., Di Febbraro, M., Marchetti, M., y Loy, A. (2016). A systematic conservation planning approach to fire risk management in Natura 2000 sites. *Journal of environmental management*, 181, 574-581.
- Galiana-Martín, L. (2017). Spatial planning experiences for vulnerability reduction in the wildland-urban interface in Mediterranean European countries. *European Countryside*, 9(3), 577-593.
- Gameiro, J., Silva, J. P., Franco, A. M., y Palmeirim, J. M. (2020). Effectiveness of the European Natura 2000 network at protecting Western Europe's agro-steppes. *Biological Conservation*, 248, 108681
- Geitzenauer, M., Hogl, K., y Weiss, G. (2016). The implementation of Natura 2000 in Austria—A European policy in a federal system. *Land use policy*, 52, 120-135.
- Guareschi, S., Bilton, D. T., Velasco, J., Millán, A., y Abellán, P. (2015). How well do protected area networks support taxonomic and functional diversity in non-target taxa? The case of Iberian freshwaters. *Biological Conservation*, 187, 134-144.
- Guixé, D., y Arroyo, B. (2011). Appropriateness of Special Protection Areas for wide-ranging species: the importance of scale and protecting foraging, not just nesting habitats. *Animal Conservation*, 14(4), 391-399.
- Heino, M., Kumm, M., Makkonen, M., Mulligan, M., Verburg, P. H., Jalava, M., y Räsänen, T. A. (2015). Forest loss in protected areas and intact forest landscapes: a global analysis. *PloS one*, 10(10), e0138918
- Hellwig, N., Walz, A., y Markovic, D. (2019). Climatic and socioeconomic effects on land cover changes across Europe: Does protected area designation matter?. *PloS one*, 14(7), e0219374

Hiedanpää, J. (2002). European-wide conservation versus local well-being: the reception of the Natura 2000 Reserve Network in Karvia, SW-Finland. *Landscape and urban planning*, 61(2-4), 113-123.

Kati, V., Hovardas, T., Dieterich, M., Ibisch, P.L., Mihok, B., Selva, N., 2015. The challenge of implementing the European network of protected areas Natura 2000. *Conserv. Biol.* 29, 260–270.

Hochkirch, A., Schmitt, T., Beninde, J., Hiery, M., Kinitz, T., Kirschey, J., ... y Proelss, A. (2013). Europe needs a new vision for a Natura 2020 network. *Conservation Letters*, 6(6), 462-467.

Koemle, D., Lakner, S., y Yu, X. (2019). The impact of Natura 2000 designation on agricultural land rents in Germany. *Land Use Policy*, 87, 104013.

López Rodríguez, G.; Rodríguez Vicente, V.; Pérez, M. M. (2022). Análisis de la ocurrencia de incendios forestales en la Red Natura de Galicia. In 8º Congreso Forestal Español: Gestión de riesgos y perturbaciones vinculados al cambio global, julio de 2017, Lleida, Cataluña (p. 11). Sociedad Española de Ciencias Forestales.

López Rodríguez, G.; Rodríguez Vicente, V.; Pérez, M. M. (2022). Análisis de la ocurrencia de incendios forestales en la Red Natura de Galicia. In 8º Congreso Forestal Español: Gestión de riesgos y perturbaciones vinculados al cambio global, julio de 2017, Lleida, Cataluña (p. 11). Sociedad Española de Ciencias Forestales.

Lovrić, M., Lovrić, N., y Schraml, U. (2019). Modeling policy networks: The case of Natura 2000 in Croatian forestry. *Forest Policy and Economics*, 103, 90-102.

Maiorano, L., Amori, G., Montemaggiore, A., Rondinini, C., Santini, L., Saura, S., y Boitani, L. (2015). On how much biodiversity is covered in Europe by national protected areas and by the Natura 2000 network: insights from terrestrial vertebrates. *Conservation Biology*, 29(4), 986-995.

Mapa Forestal de España IV. https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/informacion-disponible/cartografia_informacion_disp.aspx

Müller, A., Schneider, U. A., y Jantke, K. (2018). Is large good enough? Evaluating and improving representation of ecoregions and habitat types in the European Union's protected area network Natura 2000. *Biological Conservation*, 227, 292-300.

Rosenkranz, L., Seintsch, B., Wippel, B., Dieter, M., 2014. Income losses due to the implementation of the Habitats Directive in forests—conclusions from a case study in Germany. *Forest Policy Econ.* 38, 207–218.

Sotirov, M., Lovric, M., y Winkel, G. (2015). Symbolic transformation of environmental governance: implementation of EU biodiversity policy in Bulgaria and Croatia between Europeanization and domestic politics. *Environment and Planning C: Government and Policy*, 33(5), 986-1004

Sperandii, M. G., Barták, V., y Acosta, A. T. R. (2020). Effectiveness of the Natura 2000 network in conserving Mediterranean coastal dune habitats. *Biological Conservation*, 248, 108689.

- Stancioiu, P.T., Abrudan, I.V., Dutca, I., 2010. The Natura 2000 ecological network and forests in Romania: implications on management and administration. *Int. For. Rev.* 12, 106–113.
- Trochet, A., y Schmeller, D. (2013). Effectiveness of the Natura 2000 network to cover threatened species. *Nature Conservation*, 4, 35.
- Tsiafouli, M.A., Apostolopoulou, E., Mazaris, A.D., Kallimanis, A.S., Drakou, E.G., Pantis, J.D., 2013. Human activities in Natura 2000 sites: a highly diversified conservation network. *Environ. Manag.* 5, 1025–1033.
- Tzanopoulos, J., Kallimanis, A.S., Bella, I., Labrianidis, L., Sgardelis, S., Pantis, J.D., 2011. Agricultural decline and sustainable development on mountain areas in Greece: sustainability assessment of future scenarios. *Land Use Policy* 3, 585–593.
- Viedma, O., Moity, N., y Moreno, J. M. (2015). Changes in landscape fire-hazard during the second half of the 20th century: Agriculture abandonment and the changing role of driving factors. *Agriculture, Ecosystems y Environment*, 207, 126-140.
- Visser, M., Moran, J., Regan, E., Gormally, M., y Skeffington, M. S. (2007). The Irish agri-environment: How turlough users and non-users view converging EU agendas of Natura 2000 and CAP. *Land Use Policy*, 24(2), 362-373.
- Winkel, G., Blondet, M., Borrass, L., Frei, T., Geitzenauer, M., Gruppe, A., Jump, A., De Koning, J., Sotirov, M., Weiss, G., S., G.W., Turnhout, E., 2015. The implementation of Natura 2000 in forests: a trans- and interdisciplinary assessment of challenges and choices. *Environ. Sci. Pol.* 52, 23–32.
- Young, J., Watt, A., Nowicki, P., Didier, A., Clitherow, J., Henle, K., Johnson, R., Laczko, E., McCracken, D., Matouch, S., Niemela, J., Richards, C., 2005. Towards sustainable land use: identifying and managing the conflicts between human activities and biodiversity conservation in Europe. *Biodivers. Conserv.* 14, 1641–1661.

LOS ECOSISTEMAS FORESTALES EN ESPAÑA. SU RELACIÓN HISTÓRICA Y PRESENTE CON EL FUEGO

Luis Gil. Real Academia de Ingeniería.

Introducción

Las especies de *Quercus* y de *Pinus*, junto a castaños y hayas, forman los ecosistemas forestales más abundantes de la Península Ibérica, de las Baleares y las Canarias. Los bosques originales iniciaron su retroceso con la llegada del hombre. El dominio del fuego les permitió empezar a cocinar el planeta (Pyne, 1988), con objeto de obtener pastos y terrenos abiertos en territorios extensos. Gracias a un poblamiento humano reducido, que fue más tardío en Baleares y Canarias, los suelos fértiles y profundos mantenían la primacía de los *Quercus*, mientras que en Canarias lo eran sus pinares endémicos y las especies de la laurisilva. En la Península y Baleares, dominaban las formaciones de pinos en lugares con limitaciones severas al crecimiento de los *Quercus* —ya fuera por aridez, frío, sustratos geológicos adversos (arenales, rodenales, peridotitas, dolomías, coladas volcánicas) o por la presencia de perturbaciones (fuego, sequías prolongadas, heladas, temporales de viento y lluvia)—; debido a su adaptación a suelos poco evolucionados, más abundantes bajo pendientes empinadas; dónde constituían la vegetación permanente. En las fagáceas, la degradación del suelo no permitió el retorno de las especies que requieren suelos que acumulan agua y una sequía estival reducida, (Figura 1). La excepción son los robledales de *Quercus pyrenaica*. El melojo, gracias a un abundante rebrote de raíz (Salomón et al. 2016) y formar cepas extensas (Figura 2), logra mantener el espesor del suelo pese a la pérdida del vuelo.

Con la llegada de las culturas del mundo occidental, tuvo lugar la regresión de los ecosistemas forestales y aparecieron los paisajes culturales. Fenicios y griegos promovieron la construcción naval, basada en el empleo de maderas y, además, los pinos fueron necesarios para la producción de pez naval, lo que permitía a los barcos ser estancos; este aprovechamiento arrasó los pinares litorales. La cultura romana creó ciudades populosas, que demandaban la fabricación de carbón para desarrollar la metalurgia, para cocinar y calentarse y, se produjo la asignación progresiva de las tierras a unas u otras producciones agrarias. El uso de los recursos maderables hizo posible el progreso de las naciones, pues como se decía antes, “de la silla del labriego hasta el trono del rey todo es de madera”. Tal uso se convirtió en abuso, y la historia de nuestra cultura, enmarcada en un clima poco propicio para la regeneración por falta de pluviometría, va ligada a la destrucción de los bosques para dar paso al “dilatado reino de la cabra y la oveja” (Ximénez de Embún y Ceballos, 1939). El suelo forestal, tras perder el arbolado, redujo su profundidad y se destinó a los recursos agropecuarios; por sus rentabilidades en periodos inferiores al año, frente a los dilatados del monte maderable —con frecuencia, superiores al siglo—. Las producciones pecuarias, basadas en la presencia de matorrales y pastizales, fueron



Figura 1: Imagen del monasterio de San Esteban de Ribas de Sil (Nogueira de Ramuín, Orense) en 1942. Dificilmente el entorno del castaño puede recuperar la vegetación original, salvo en las terrazas abancaladas y abandonadas. Foto autor anónimo.



Figura 2: Aspecto del descubrimiento de una cepa de rebollo en el Monte Matas de La Granja de San Ildefonso (Segovia). Cuando se cortó estaba formada por 12 pies de 40-45 años que ocupaban 85 m² de superficie. La edad de la muestra, que resultó la más antigua de las cuatro datadas tenía 550 años de antigüedad (Salomón et al 2016). Lo que remonta, al menos, al siglo XVI el paso de la condición sexual a asexual. Foto Luis Gil.

destinadas a los mercados exteriores. La lana, seguida de la miel y, en tercer lugar, la cera, dominaban las exportaciones castellanas en el siglo XV (Suárez, 1964). Con la llegada del azúcar y su cultivo en las islas Canarias y, posteriormente, en la isla de Cuba, el vino junto con la lana, serían las partidas más notables de las exportaciones españolas hasta el siglo XIX (Bernal, 1994). El vellón de la oveja merina era uno de los valores más cotizados en la bolsa de Ámsterdam, y era solicitado por las manufacturas textiles de toda Europa, lo que llevó a su órbita a gran parte de la cabaña ganadera en la segunda mitad del siglo XVII (Le Flem, 1975), enriqueciendo a los monarcas y postergando las hilaturas nacionales.

El abundante registro paleopolínico muestra (Carrión, 2012), durante los periodos históricos, el derrumbe, una y otra vez, de los bosques y la expansión de los matorrales y pastizales de degradación, hoy los protagonistas de la Red Natura 2000. La vegetación actual es el resultado de esa alteración y su estructura y composición no permite la interpretación de las características de la original. En este contexto, y con una idealización del mundo rural, se ha afirmado que, el campesino, era poseedor de una visión conservacionista del ecosistema forestal a largo plazo (Sabio, 2002), y se justifica la transformación histórica y la degradación de nuestros montes por considerarlo un avance ecológico, al incrementar la riqueza de especies y la diversidad de paisajes.

Los ecosistemas forestales: bosques con pocas especies dominantes

Desde la colonización de las tierras emergidas, hace 420 MA, las plantas arborescentes poseían un diseño destacado de la evolución biológica. Los árboles aparecieron hace 370 MA y, a escala geológica, se diversificaron para dominar casi todos los hábitats del medio terrestre. Su éxito radica en elevar su copa por encima del resto de vegetales. Para ello, complementaron la estructura herbácea con un tejido leñoso, a modo de viga empotrada que, además, incrementa su sección anualmente. La coordinación entre el crecimiento a lo alto y a lo ancho permite un diseño estable, capaz de superar los efectos del viento (Ezquerro y Gil, 2001). El aumento de la sección se produce al acumular madera al interior y corteza al exterior, mejorando su capacidad de transporte entre raíces y parte aérea, pues madera y corteza la forman tejidos conductores. El agua la mueven desde raíces a hojas, en dónde forman azúcares gracias al agua, la energía de sol y el CO₂, lo que les convierte en sumideros de carbono. Por la corteza interna transportan azúcares a los órganos que los demandan. El bosque posee una estructura vertical con pisos superpuestos de vegetación, cada uno adaptado a la presencia de las copas que culminan el dosel. Los ecosistemas forestales lograron la ocupación máxima del espacio, el aumento de la diversidad biológica, la mejora de la estructura del suelo, el incremento de su fertilidad, y redujeron la erosión e inundaciones.

Terradas (2001), define a los árboles como los protagonistas vegetales y, por tanto, lo debían ser los destacados en la Red Natura 2000. Un árbol es más alto y longevo

que las demás plantas, por lo que, las últimas, sólo aparecieron si se adaptaban a la sombra de los árboles. Herbáceas y matorrales tuvieron su aparición bajo el arbolado, y debían competir con sus raíces, más extensas y abarcando un volumen de suelo mayor. Al ser más altos, los árboles tienen más hojas y más raíces, captan más luz y más agua y generan mayor cantidad de productos que otros vegetales.

En la capacidad de las plantas por ocupar el espacio se usan conceptos finalistas como “sostenibilidad”, cuando la naturaleza tiene como ley “el cambio”, no la estabilidad. La naturaleza la preside el azar, el progreso a formaciones con mayor biomasa y su renovación tras las perturbaciones naturales (Terradas, 2001). La presencia del matorral o el pastizal se limitaría a los huecos que deja la masa forestal; muy ligada a las perturbaciones naturales (Figura 3) que aceleran la sucesión y permiten el incremento de la variabilidad florística. Aspectos de tipo edáfico, una pluviometría baja, un periodo vegetativo reducido, o bien, la existencia de grandes herbívoros, inexistentes en España, no permiten la presencia de los ecosistemas forestales. Hoy se suma el cambio global que dificulta la regeneración natural; o la sobreexplotación de acuíferos, que hunden la capa freática en profundidad, y han llevado a situaciones de extinción local a ecosistemas forestales numerosos. La continuidad en el tiempo y en el espacio de los árboles se debe a su **variabilidad intraespecífica**, superior a la existente entre poblaciones de plantas de tamaño menor y áreas de distribución reducidas. Este tipo de diversidad, no es considerada por los ecólogos, pero muestra adaptaciones novedosas, capaces de superar los cambios. Los árboles presentes en el Terciario son paleoespecies morfológicamente similares a las especies actuales de *Quercus* o *Pinus*, o son indistinguibles. El inicio de las glaciaciones hace 3,2 MA produjo la pérdida de un clima que favorecía a los bosques mixtos subtropicales y se inició la expansión de los bosques actuales. El enfriamiento marcó el paso a otra etapa donde los periodos fríos eran frecuentes, pero también se dieron fases más cálidas que la presente. Esta alternancia fue un reto para las poblaciones vegetales que redujeron la diversidad de la flora terciaria. La aparición anual de un periodo de precipitaciones menores, o ausentes, marcó el final de muchas de las especies paleotropicales. Las más afectadas fueron las poseedoras de requerimientos hídricos altos a lo largo de todo el año y contribuyó al declive del bosque lauroide e higrófilo. Las xerófitas tuvieron en la sequía estival las condiciones propicias para su expansión y compitieron con éxito frente a los grupos anteriores a los que desplazaron. Junto al establecimiento de la sequía estacional, el fuego desempeñó un papel selectivo en el ecosistema mediterráneo emergente, en el que tuvieron relevancia las especies y estrategias pirófitas.

Los árboles poseen un patrón reproductivo anemófilo. Al ser el viento el agente polinizador se favorecen los ecosistemas forestales con pocas especies. Las estructuras reproductivas se reducen al mínimo, carecen de vistuosidad, y el polen incrementa su producción. El éxito de familias como fagáceas, pináceas y otras, exige a sus individuos que, para cruzarse, se encuentren próximos y sean numerosos, y el polen salga bajo condiciones adecuadas de velocidad del viento y ausencia de lluvia. En el bosque mixto caducifolio, los árboles de floración más tardía tienen en el follaje de las primeras una pantalla que frena el polen de las últimas. Mezclas de



Figura 3: Un huracán, como el ocurrido en Banyalbufar (Mallorca) en agosto de 2020, supone una perturbación que rompe los árboles en los puntos de menor resistencia al viento del fuste y, la pérdida de las copas, permiten el incremento de la variabilidad florística. Foto Luis Berbiela.

especies de hoja perenne exigen el incremento de la producción de polen, caso de la encina o pinos. La polinización favorece la presencia de pocas especies, lo que evita la contaminación por polen extraño. Densidades de árboles escasas facilitan la dispersión del polen; también, en las especies colonizadoras de espacios vacíos, situación que se dan tras perturbaciones extensas. Densidades de arbolado altas, propias de bosques de nivel evolutivo mayor y con capacidad para regenerarse a la sombra del arbolado adulto, tienen en los animales a los dispersores de sus frutos (Perea et al. 2011) para evitar estructuras genéticas familiares y endogámicas.

La coexistencia especies arbóreas en un número reducido, o las masas monoespecíficas, permite un flujo genético importante que dificulta la diferenciación de estirpes nuevas, que surgen principalmente por poliploidia, y favorece una diversidad genética intraespecífica elevada, como el alcornoque en Menorca, que no es considerada relevante ni por ecólogos, ni botánicos. Pese haberse reducido a 67 individuos (Lorenzo *et al.* 2009), es la población ¡sorprendentemente! poseedora de la mayor diversidad genética de la especie en toda el área de distribución de *Q. suber*, resultado de la conjunción de flujos genéticos de diferentes lugares (Córcega, Cerdeña y poblaciones distantes de la Península) y una pérdida de diversidad menor por la condición litoral de la isla, menos afectada durante las glaciaciones. La biodiversidad intraespecífica asegura su presencia en climas o suelos muy diferentes, en sus territorios extensos de distribución; como el del pino silvestre, que abarca desde Sierra Nevada hasta la costa siberiana del Pacífico. Con frecuencia, la gran variabilidad que poseen estas especies se manifiesta en poseer adaptaciones edáficas y climáticas concretas, que las inhabilitaba ser utilizadas con éxito en un medio distinto al original, pese a que su morfología sea similar. Así, individuos de *Pinus pinaster* procedentes de las sierras silíceas de Teruel, al ser plantados en terrenos calizos, como los de la muela de Cortes de Pallás (Valencia), presentan supervivencias muy bajas, ya en el primer año

de plantación (Royo Moraga, 1998). Esta variabilidad ecológica de las poblaciones arbóreas, llevó a la definición de Regiones de Procedencia para las especies más importantes (Martín *et al.* 1998). La complejidad se incrementa en géneros como *Quercus*, con especies bien diferenciadas en su morfología pero que se hibridan con facilidad entre ellas. Los mecanismos que evitan el aislamiento genético aprovechan el acervo de gran parte de sus especies y permiten que las tolerantes a la sombra puedan desplazar mediante hibridación y posterior retrocruzamiento a especies colonizadoras menos tolerantes. Todas las manchas puntuales de alcornoque en terrenos silíceos o descarbonatados de la España caliza presentan el cloroplasto de encina (Jiménez *et al.* 2004), lo que muestra una introgresión pasada que permitió el acceso del alcornoque a situaciones puntuales, donde la presencia de la encina había sido general.

Las especies arbóreas carecen de atractivo, para otros científicos, frente a otros elementos de la flora y fauna, a los que se considera más emblemáticos. Basta razonar cómo están en trance de desaparición los grandes alcornoques en el Parque Nacional de Doñana, por la utilización consentida para que nidifiquen las colonias de garzas y espátulas. Tras la muerte de estos alcornoques conocidos como “pajareras” no habrá posibilidad de repuesto en muchos siglos. El conocimiento de la historia natural de los árboles forestales es insuficiente, pues el estudio de sus características anatómicas es poco conocido, dada su escasa representación dentro de la diversidad de especies vegetales. Su tamaño y el tiempo requerido para establecer certidumbres —dada su longevidad y la gran variabilidad dentro de sus poblaciones— dificulta su comprensión, por lo que las aproximaciones especulativas han sido usuales.

En las comunidades con gran biodiversidad taxonómica o florística, la intraespecífica es baja, como es el caso de matorrales y pastizales, y no hay dominancia ecológica de ninguna de sus especies. La entomofilia es el método polinizador. Gracias a los insectos, muy abundantes y con diversidad específica elevada, hacen posible el encuentro sexual entre individuos alejados y poco frecuentes. Estas formaciones están favorecidas por una cifra reducida de animales visitantes por especie vegetal, lo que evita la deposición del polen en especies ajenas. Este proceso promueve el aislamiento y la aparición de nuevas estirpes como patrón evolutivo, pero las convierte en sensibles al cambio y con menor potencial adaptativo por su mayor especialización.

Los ecosistemas forestales actuales y su presencia en la Red Natura 2000

En España los sistemas forestales arbolados suponen más de 2/3 de la superficie forestal, el 66,32 por ciento (Tabla 1). En una superficie arbolada de 6,9 millones de hectáreas dominan las coníferas y en 1,4 millones de hectáreas los bosques mixtos. El 40,6 por ciento de la superficie forestal está protegido por la Red Natura 2000 o son Espacios Protegidos; de los que casi 4,0 millones de hectáreas están desarboladas.

Uso	Superficie	Porcentaje
Forestal arbolado	18.623.437	36,8
Forestal desarbolado	9.459.527	18,7
Total forestal	28.082.964	55,5

Tabla 1: Caracterización, en 2020, de las superficies forestales en hectáreas y porcentajes que se corresponden respecto a la superficie total forestal. Fuente Inventario Español del Patrimonio Natural y la Biodiversidad, 2020.

En la Red Natura 2000, se incluyeron un conjunto de tipos de hábitat y de especies de flora y de fauna identificados en la Directiva Hábitats. En sus anexos I y II se incluyen, respectivamente, todos los tipos de hábitat naturales y seminaturales que se consideran de interés comunitario a los que se ha designado como Zonas Especiales de Conservación. La clasificación de Hábitats de flora fue elaborada por los fitosociólogos, que realizaron su adaptación a las unidades sintaxonómicas definidas por ellos. Dio como resultado un Documento Técnico de Interpretación, que desagregó los 124 tipos de hábitat españoles del Anexo I en más de 1600 asociaciones y alianzas sintaxonómicas. Pese a ocupar los pinares el porcentaje señalado en la Tabla 2, solo aparecen en tres de los 124 tipos, y sus asociaciones aparecen definidas en número escaso. La razón la explica Costa Talens (1999) en su análisis de la vegetación valenciana:

Los estudios de vegetación abordados desde el punto de vista fitosociológico no han minusvalorado el papel del pino en las comunidades vegetales, simplemente han dado mayor importancia a otras especies que tienen más valor desde el punto de vista ecológico, biogeográfico y dinámico en la comunidad y estas especies son las que se han elegido para designar diferentes comunidades o unidades sintaxonómica.

Afirmar que los pinares presentan un valor ecológico biogeográfico y dinámico menor que otras especies, manifiesta la fitosociología tiene una opinión negativa de los pinares. Su clasificación sirvió como propuesta normativa para definir los tipos de hábitat del anexo I de la Directiva europea (Rivas-Martínez et al. 1993). Una síntesis general fue el *Atlas y Manual de los Hábitat de España* (Ministerio de Medio Ambiente, 2003), cuya cifra de 210 autores, muestra su aceptación elevada por los seguidores de la fitosociología.

El primer tipo de hábitat que considera a los pinares es el 2270, que recoge a la vegetación madura de porte arbóreo dominada por pinares, como *P. pinea*, *P. pinaster* o *P. halepensis* en las dunas estabilizadas del interior de estos arenales; aunque los consideran, en muchas ocasiones, derivados de repoblaciones antiguas. El segundo es el hábitat 9530, que incluye a los pinares (sud-) mediterráneos de pino salgareño (*P. nigra* subsp. *salzmannii*) de las montañas ibéricas orientales y, el tercero, es el hábitat 9540 que considera a las formaciones de pinares mesogeanos

endémicos de carácter mediterráneo marcado (*P. halepensis*, *P. pinaster* y *P. pinea*). Una presencia de pinares mayor, no aparece por no estar considerados por los fitosociólogos, que fueron los que establecieron la base sobre la que se caracterizaron y tipificaron los tipos de hábitat del anexo I de la Directiva de Hábitats (Ruiz Benito, et al. 2009).

Rivas-Martínez (1987) descartó cualquier papel para los pinares situados fuera de los límites que determinó como naturales y creó una corriente de opinión que consideraba a todos los pinares, salvo los de alta montaña, como procedentes de repoblaciones antiguas. Desde su punto de vista biológico señala, por ejemplo, que el empleo de *Pinus pinaster* en repoblaciones era inadecuado o regresivo! e, incluso, manifiesta como dudosa la viabilidad de la especie en gran número de localidades donde existen importantes argumentos a favor de su espontaneidad desde tiempos medievales, como en las comarcas conocidas como “Tierras de Pinares” (Gil, 1991). Las opiniones de la “escuela de Rivas-Martínez” dominaron la botánica española del último tercio del siglo XX y se trasvasaron a gran parte de la sociedad; siendo enarboladas por el movimiento ecologista, al cual ha estado vinculada en España la historia ambiental (González de Molina y Martínez Alier, 2001). La fitosociología, como método es apropiado para establecer diferencias y analogías entre comunidades vegetales basadas en el tipo de formación vegetal, su composición florística y las características del medio, pero los pinares no han sido considerados por intereses acientíficos. El método es inconsistente en su aplicación, en especial el relacionado con la supuesta vegetación potencial, por la debilidad de la base sobre la que se asientan muchos de sus principios. Los fitosociólogos han perdido influencia (Figura 4), pero los ecólogos actuales mantienen dogmas antipinos que divulgó con éxito esta disciplina.

Al tiempo que se estableció la Directiva Hábitats, Maldonado *et al.*, (1998), enumeraron las principales 45 especies forestales ibéricas y su superficie que sumaba más de 14 millones de hectáreas, entre las que, con más de 100 mil hectáreas, figuraban 17 especies, más el bosque mixto atlántico. La mayoría de especies tiene una representación porcentual muy baja, que debería generar alarma y protección decidida por ser especies raras o poco comunes. En las estirpes arbóreas, al superar fronteras nacionales, su desaparición local o regional no se considera como un proceso general, y carecen de los niveles de reconocimiento y protección que se dan a otras estirpes poco frecuentes. Esta opinión negativa contrasta con la valoración que se da a los endemismos; normalmente, la valoración es más elevada cuanto más localizado sea su área y más reducida su población. De manera que surge una paradoja: lo que en la naturaleza es raro y poco frecuente, el hombre lo valora más y trata de hacerlo abundante. Por el contrario, las especies que fueron frecuentes y controlaban las tasas y las direcciones de los procesos ecológicos, han devenido raras en beneficio de un mosaico de matorrales y pastizales. Se llega a opinar que la estabilización del matorral implica una mayor biodiversidad, sin que suponga pérdidas irreparables, pues la especie arbórea aparece en otros lugares. Sin embargo, tales especies están asociadas a una variabilidad intraespecífica grande, dando poblaciones con adaptaciones concretas en ambientes muy diversos, y que



Figura 4: En la actualidad, la fitosociología ha perdido la influencia exagerada que poseyó en el pasado y hoy se consideran un colectivo injustamente tratado como muestra la fotografía. En la pancarta destaca lo que fue su principal motivación: la prohibición a los pinares. Foto autor anónimo.

carecen de plasticidad para ser utilizadas con éxito en un hábitat distinto al original. Pese a que su morfología sea idéntica sus adaptaciones ecológicas o Regiones de Procedencia de superficie restringida no son consideradas.

La adaptación al fuego

Lo forestal es una rama menor y poco conocida, más bien desconocida, dentro de las ciencias medioambientales. De los tipos climáticos de España sólo algunas especies de árboles mediterráneos presentan adaptaciones al fuego originados por rayos en tormentas secas cuando, éstos, ocurren con cierta frecuencia; lo que permite a las llamas del sotobosque alcanzar las copas del dosel arbóreo; las especies atlánticas y alpinas carecen de adaptaciones destacadas, por tener entre incendios un periodo mayor, que permite que las primeras ramas vivas se alejen del sotobosque y no se produzca el paso de fuego de suelos a las copas. Entre las especies macaronésicas se aceptaba que, la presencia de los conos serótinicos, era una adaptación a incendios provocados por los volcanes (Climent et al. 2004). Hipótesis estimada como incorrecta y se opina ser una adaptación a la dispersión de la especie entre islas por las erupciones volcánicas (Gil en prep.); ya que, tras un incendio, el regenerado de pino canario no se establece, pues los pinos adultos quemados no mueren y no prospera la regeneración. Estas explosiones dispersoras de la especie entre islas debieron ocurrir bajo erupciones de gran intensidad, frecuentes durante el Terciario (Krafft, 1987). Donde el estallido del cono volcánico lanzaba los conos de los pinos a cientos de kilómetros.

El fuego forestal es una perturbación natural en el entorno mediterráneo, pues debido a la sequedad del clima, no es adecuado para la vida de los hongos causantes de la pudrición y descomposición de la madera muerta. Si no hubiera incendios, los troncos se descompondrían lentamente y el suelo se cubriría de una trama superpuesta, de fustes, ramas y ramillas con el paso de los siglos; lo que impediría la llegada de la luz al suelo y el establecimiento de otras plantas. La incidencia de un rayo de origen natural conlleva otra adaptación en los pinos, como poseer los conos serótinicos mencionados (Figura 5). Es decir, un tipo de piñas que no se abren al alcanzar su madurez y no dispersan sus piñones, que permanecen en su interior, con lo que se forman bancos aéreos de semillas (Tapias et al. 2004). Estos conos se mantienen cerrados durante años y son, por ejemplo, el alimento del piquituerto. Pero, tras el paso del tiempo o la aparición del fuego, el calor abre las piñas y sueltan sus piñones, protegidos durante el incendio por las escamas y porque sus semillas poseen una hidratación muy reducida. Tras el incendio, las piñas abren sus escamas y sueltan los piñones, que se depositan en un terreno adecuado para poder germinar y, al llegar las primeras lluvias, el pinar se expande, salvo que existan animales que ingieran sus plántulas (Figura 6); si no es así, la ausencia de herbívoros permite que se establezcan y el pinar se mantiene como vegetación permanente.

Entre las especies sometidas a fuegos frecuentes, la presencia de los conos serótinicos no es un carácter general en todas las especies de pinos mediterráneos e, incluso, una procedencia de *P. pinaster*. “Arenales del Duero” no los tiene. También *P. pinea* carecen de ellos en toda su área (Tapias et al. 2004), debido a vivir en suelos muy pobres donde el matorral carece de una biomasa, cuyo volumen, impide que el fuego pase a las copas. El único pino que, en todo su ámbito de distribución, posee conos serótinicos es *P. halepensis* (Figura 1.4), si bien sus conos serótinicos permanecen más tiempo cerrados cuando los pinos son jóvenes, que cuando adultos (Tapias et al. 2001), lo que permite la acumulación de un mayor número de cosechas de piñas con un desarrollo de la copa pequeño y como respuesta a incendios forestales con intervalos reducidos.

En las especies atlánticas y alpinas de pinos, como *P. nigra salzmanni*, *P. sylvestris* y *P. uncinata* no hay conos serótinicos y, por tanto, no hay formación de un banco aéreo de semillas. Los incendios aparecen con intervalos de frecuencia elevados, de más de un siglo, y los incendios son siempre de suelo, pues las llamas no alcanzan a las primeras ramas vivas. Las condiciones húmedas de estos hábitats permiten la descomposición de la madera muerta. El fuego tiene una incidencia importante en estas especies. En *P. sylvestris* destaca por tener la base del fuste de un grosor manifiesto y de color oscuro, frente a las cortezas finas y anaranjadas de la parte superior (Figura 7). Los incendios de suelo son los que permiten la regeneración de estos pinares, pues elimina la competencia para que se puedan regenerar las plántulas. Este tipo de incendio ocasiona la muerte de las raíces superficiales de los pinos, lo que produce un desequilibrio hormonal entre las producidas por copas (citoquininas) y raíces (giberelinas), lo que promueve una floración y fructificación más abundante, que facilita una dispersión de semillas mayor en un terreno apropiado para la regeneración.



Figura 5: Frecuencia elevada de conos serótinicos en un ejemplar de *Pinus halepensis*.
Foto Luis Gil.



Figura 6: La presencia de animales herbívoros, al ingerir las plántulas procedentes de la germinación de los conos serótinicos impide el establecimiento del pinar tras un incendio y deviene en raso. Foto Luis Berbiela.



Figura 7: Ejemplares de *P. sylvestris* de Valsain (Segovia) que muestra la diferencia entre las cortezas basales y las superiores y una distancia marcada entre el regenerado y las primeras copas vivas. Foto Alfonso San Miguel Ayanz.



Figura 8: Regenerado asexual de encina por la aparición de brotes de raíz tras un incendio ocurrido en Andratx (Mallorca) en 2013. Foto Luis Berbiela.

Salvo los pinos, la mayoría de las especies, tanto de coníferas, como *Juniperus spp.*, como las frondosas consiguen la regeneración tras el incendio debido a su capacidad de rebrote. Posible por la existencia de células parenquimáticas que permiten emitir nuevos tallos o plántulas procedentes de cepa, raíz (Figura 8) o de tallo, como en el alcornoque o en el pino canario. Las especies de sombra más exigentes, como numerosos árboles propios del bosque templado (acebos, tejos, avellanos, serbales, cerezos, etc.), y otros mediterráneos, tienen una capacidad de rebrote menor y, al ser menos útiles dentro de la economía preindustrial, resultaron muy perjudicadas por el aprovechamiento de los montes y los incendios causados por el hombre. Alcornocales, arces, madroños y quejigos tienen dificultades para regenerarse en los espacios abiertos y desaparecieron por falta de respuesta a la perturbación humana. El fuego seguido del ganado fue la herramienta idónea para eliminar la vegetación no necesaria. Tras el incendio forestal, el dosel arbóreo, inaccesible por su altura para un aprovechamiento pecuario, se situaba a ras del suelo y como herbazales o matas devenían a ser accesibles a la boca del ganado. Esta práctica eliminó a las especies no rebrotadoras, e iba poco a poco disminuyendo las reservas de las que rebrotaban, hasta agotarlas o proceder a su descepe. La encina, la especie de los *Quercus* más rústica, no sólo no se redujo, sino que incrementó sensiblemente su área de expansión, en gran parte por la ayuda del hombre, lo que dio lugar, incluso, a la sustitución de pinares extensos, como el de Azaba (Salamanca) por encinares (Gil, 1994). Pese a que las especies mediterráneas están adaptadas al incendio,

lo eran a la frecuencia con que éstos aparecían de modo natural provocados por el rayo. El resultado fue la extinción local de numerosas especies arbóreas de los ecosistemas forestales (Pardo y Gil, 1997; 2005).

Bibliografía

Bernal, A. (1994). Rivalidad entre agricultura y ganadería en la Península Ibérica, pp. 195-208. En (Coord.) García Martín, Pedro. *Por los caminos de la trashumancia*. Valladolid, Junta de Castilla y León.

Carrión, J. S. (coord.) (2012). *Paleoflora y paleovegetación de la Península Ibérica e Islas Baleares: Plioceno-Cuaternario*. Murcia, Ministerio de Economía y Competitividad y Universidad de Murcia, 972 pp.

Climent, J., Tapias, R.; Pardos, J. A. y Gil, L. (2004). Fire adaptations in the Canary Islands pine (*Pinus canariensis*). *Plant Ecology*, 171: 185–196.

Ezquerro, F. J. y Gil, L. (2001). Wood anatomy and stress distribution in the stem of *Pinus pinaster* Ait. *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales*, 10(1): 165–178.

Flem, J. P. le (1975). ¿Miguel Caxa de Leruela, Defensor de la Mesta?», pp.: XV-LII. En Introducción a Miguel Caxa de Leruela, *Restauración de la antigua abundancia de España*, Nápoles, 1631, Madrid, Instituto de Estudios Fiscales.

Gil, L. (1991). Consideraciones históricas sobre “*Pinus Pinaster*” Aiton en el paisaje vegetal de la Península Ibérica. *Estudios geográficos*, Vol. 52 (202): 5-28.

Gil, L. (1994). Reseña geográfico-histórica de los bosques de Castilla y León, pp.: 13-31. En *Segundo Inventario Forestal Nacional, 1986-1995. Castilla y León*. Soria. Madrid, ICONA.

González de Molina, M. y Martínez Alier, J. (eds.) (2001). *Naturaleza transformada: estudios de historia ambiental en España*. Barcelona, Icaria, 391 pp.

Jiménez, P., López de Heredia, U., Collada, C., Lorenzo, Z. y Gil, L. (2004). High variability of chloroplast DNA in three Mediterranean evergreen oaks indicates complex evolutionary history. *Heredity*, 93: 510-515.

Krafft, K. y Krafft, M. (1981). *Dans l’antre du Diable, volcans d’Afrique, Canaries et Réunion*. Paris, Presses de la Cité, 124 pp.

Lorenzo, Z., Burgarella, C., López de Heredia U., Lumaret, R., Petit, R., Soto, A. y Gil, L. (2009). Relevance of genetics for conservation policies: the case of Minorcan cork oaks. *Annals of Botany*, 104: 1069–1076.

Maldonado, F., Sainz Ollero, H y Sánchez de Dios, R. (1998)., *Distribución y estado de conservación de los bosques en España*. Madrid, UAM-WWF. 8º Congreso Forestal Español, 16 pp.

Martin, S., Díaz-Fernández, P. y Miguel, J. de (1998). *Regiones de procedencia de especies forestales españolas. Descripción y principales características*. Géneros Abies, Fagus, Pinus y Quercus. Madrid, Organismo Autónomo Parques Nacionales, 92 pp.

Ministerio de Medio Ambiente (2003). *Atlas y Manual de los Hábitat de España*. Madrid, Dirección General de Conservación de la Naturaleza, 473 pp.

Pardo, F. y Gil, L. (1997). La transformación del paisaje en la Sierra Pobre de Madrid. Influencia de la agricultura y ganadería en la extinción local de los pinares. *Estudios Geográficos* LVII (228), 397–423.

Pardo, F. y Gil, L. (2005). The impact of traditional land use on woodlands: a case study in the Spanish Central System. *Journal of Historical Geography* 31: 390–408.

Perea, R.; San Miguel, A. y Gil, L. (2011). Disentangling factors controlling fruit and seed removal by rodents in temperate forests. *Seed Science Research*, 21: 227–234.

Pyne, S. J. (1998). Forged in Fire: History, Land, and Anthropogenic Fire, pp.: 64–103. En Balée, W., *Advances in Historical Ecology*. New York, Columbia University Press.

Rivas-Martínez, S. (1987). *Memoria del Mapa de Series de Vegetación de España*. 1:400.000 Madrid, ICONA, 218 pp.

Rivas-Martínez, S.; Asensi, A.; Costa, M.; Fernández-González F.; Llorens, L.... y Pérez de Paz, P. L. (1993). El Proyecto de Cartografía e Inventariación de los tipos de hábitats de la directiva 92/43/CEE en España. *Colloques phytosociologiques*, XXII: 612– 661.

Royo Moraga, A. (1998). *La calidad de la planta forestal y su relación con el comportamiento en campo. Aplicación a Pinus halepensis Mill., Pinus pinaster Ait. y Quercus ilex L.* Tesis Doctoral. ETS Ingenieros de Montes. Universidad Politécnica de Madrid.

Ruiz Benito, P., Álvarez-Uría, P. y Zavala, M. A., (2009). Pinares mediterráneos de pinos mesogeanos endémicos. En: VV.AA. *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Madrid: 112 pp.

Sabio Alcutén, A. (2002). *Naturaleza y conflicto social*. Madrid, Marcial Pons, 302 pp.

Salomón, R., Rodríguez-Calcerrada, J., Zafra, E., Morales-Molino, C., Rodríguez-García, A. y Valbuena-Carabaña, M. (2016). Unearthing the roots of degradation of *Quercus pyrenaica* coppices: A root-to-shoot imbalance caused by historical management? *Forest Ecology and Management*, 363: 200–211.

Suárez Fernández, L. (1964). Los Trastámaras de Castilla y Aragón en el siglo XV (1407–74), pp.: 3–318. En (Dir. Menéndez Pidal, R.) *Historia de España*, XV. Madrid, Espasa Calpe.

Tapias, R., Climent, J., Pardos, J. A. y Gil, L. (2004). Life histories of Mediterranean pines. *Plant Ecology*, 171 (1–2): 53–68.

Tapias, R., Gil, L., Fuentes-Utrilla, P. y Pardos J. A. (2001). Canopy seed banks in Mediterranean pines of south-eastern Spain: a comparison between *Pinus halepensis* Mill., *P. pinaster* Ait., *P. nigra* Arn. and *P. pinea* L. *Journal of Ecology*, 89: 629–638.

Ximénez de Embún, J. y Ceballos, L. (1939): Plan para la repoblación forestal de España, pp.: 7-388. En Ceballos, L. (1996). *Tres trabajos forestales*. Madrid, ICONA.

LA EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS POR INCENDIOS EN LA RESILIENCIA DE LOS HÁBITATS FORESTALES Y MATORRALES NO RIPARIOS

Andrea Duane, Universitat de Lleida.

Lluís Brotons, Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals.

Introducción

Los incendios forestales constituyen una perturbación característica de muchos ecosistemas, y una de las principales perturbaciones en los ecosistemas mediterráneos. Aunque se sabe que el fuego per se no es siempre una amenaza para la resistencia o resiliencia de muchas especies, los cambios en los regímenes de incendios en un contexto de cambio global retan a la persistencia de estas especies. Se siguen necesitando herramientas y evaluaciones holísticas que permitan determinar el grado de amenaza real de esta perturbación, tanto a presente como a futuro.

En la Península Ibérica los incendios forestales están presentes en casi todos los ecosistemas terrestres y en todas las biorregiones (mediterránea, temperada, atlántica). Aunque no es objetivo de este capítulo hacer un repaso de la incidencia de los incendios en la Red Natura 2000 de España, cabe mencionar que se están registrando cambios importantes en el régimen de incendios forestales. Por un lado, se ha evidenciado un descenso en la actividad de incendios debido a un aumento de las capacidades de prevención y extinción (Urbiet al., 2019), pero por otro lado los grandes incendios forestales no disminuyen: es más, el año 2022 ha sido el peor de los últimos 20 años en cuanto a área quemada (más de 250,000 hectáreas) y número de grandes incendios forestales (54 a 11 de septiembre 2022: Ministerio del Interior, 2022). Los incendios siguen constituyendo un reto para la gestión de la resiliencia de los ecosistemas terrestres en el contexto actual.

Los Tipos de Hábitat de bosque y matorral no riparios son aquellos que se ven afectados con mayor frecuencia por los incendios. Aunque muchos de ellos son categorizados como Hábitats de Interés Comunitario (THIC) (están amenazados de desaparición o presenta un área de distribución natural reducida en la Unión Europea, o bien son especialmente representativos de su biodiversidad), la afectación que tienen los incendios puede ser negativa en cualquiera de ellos.

En el presente trabajo se hace ofrece una metodología de evaluación de los principales efectos que tienen los incendios sobre la resistencia y resiliencia de la vegetación, y en especial de los tipos de hábitat de bosques y matorrales no riparios a diferentes tipologías de incendios. Asimismo, se recogen los principales cambios que se producen en los incendios (y su relación con los ecosistemas), y las amenazas que presenta el cambio global para la resiliencia de las especies en un mundo cambiante.

Efectos de los incendios sobre la vegetación

El fuego es un proceso ecológico clave a escala global para muchas especies (Pausas y Ribeiro, 2017), así como también en España, y afecta la composición actual de los ecosistemas (Archibald et al., 2013). El fuego ha actuado como una presión evolutiva, provocando que la biodiversidad actual esté adaptada a diferentes patrones espaciales y temporales de fuego (Kelly y Brotons, 2017; Pausas y Keeley, 2009).

El fuego se diferencia de otras perturbaciones abióticas (como las tormentas de viento o las inundaciones) en que se basa en la materia orgánica para desarrollarse (Bond y Keeley, 2005) y por lo tanto su actividad depende de la vegetación. De hecho, su efecto a menudo se asimila al de organismos herbívoros (Bond y Keeley, 2005). Los incendios se considera que se propagan diferente según el estrato al cual afectan: generalmente se diferencian los incendios de copas (el fuego se propaga por las copas de árboles o arbustos, ya sea de manera pasiva- sube cada vez desde el suelo- o activa- se propaga de copa en copa), de superficie (el fuego se propaga por la vegetación de sotobosque) o de subsuelo (el fuego consume raíces y otra materia orgánica bajo la superficie).

En este capítulo nos referiremos sobre todo a los efectos del fuego sobre las plantas vasculares, que son las que proporcionan estructura al ecosistema, no describiendo los efectos sobre otras comunidades como musgos, hongos etc., ni sobre la fauna.

Efectos a corto plazo

Los incendios forestales producen un efecto directo sobre los ecosistemas terrestres, ya que destruyen tejidos de la vegetación. Los efectos de primer orden son las acciones inmediatas del fuego que incluyen mortalidad de la planta, consumición de materia orgánica, creación de humo, y cambios en el ambiente fisicoquímico. A corto plazo el daño en las estructuras vegetales viene determinado por la severidad y extensión del incendio, y la severidad se rige por la duración del fuego (tiempo de residencia) y la temperatura conseguida (comportamiento del fuego). El fuego, a corto plazo, provoca uno o varios de los siguientes procesos:

- Pérdida de biomasa aérea.
- Pérdida de capacidad reproductora.
- Pérdida de biodiversidad.
- Pérdida de suelo por erosión post-incendio.
- Pérdida de nutrientes y de productividad.
- Mortalidad directa.

En cuanto a los efectos sobre la mortalidad de los individuos, la probabilidad de que el tejido de una planta muera debido al fuego depende de la cantidad de

calor que el tejido recibe. Este calor se determina por la temperatura alcanzada y por la duración de la exposición. La mayor parte de las células mueren si son alcanzadas por temperaturas de entre 50 y 55º (Wright y Bailey, 1982). Pequeñas diferencias entre especies pueden modificar los umbrales de susceptibilidad a los daños provocados por el calor, como el grosor de la corteza, inflamabilidad del follaje, etc. Se puede producir mortalidad en diferentes tejidos de la planta, aquí diferenciamos tres:

- **Mortalidad en la copa:** hay características de la copa que pueden favorecer la supervivencia de la copa tras el incendio, como por ejemplo la densidad de las ramas, la ratio de material muerto vs. vivo, altura de la base de la copa en relación con la vegetación de superficie y tamaño total de la copa (Brown y Davis, 1973).
- **Mortalidad del tronco:** puede ser que la copa no esté quemada pero el individuo muera por afectación al cambium. La resistencia de los tallos está muy relacionada con el grosor de la escorza, el diámetro del árbol y la edad, distancia por encima del suelo y salud y vigorosidad del árbol (Gill, 1995).
- **Mortalidad de las raíces:** las raíces de soporte estructural que crecen lateralmente cerca de la superficie son más susceptibles de sufrir daños que aquellas que crecen hacia la profundidad. Además, las raíces encontradas en capas orgánicas tienen más probabilidad de ser consumidas o calentadas de manera letal que aquellas situadas en capas de suelo mineral.

A nivel general, la resistencia de la planta aumenta con la edad (los tejidos de las diferentes partes están más protegidos).

Efectos sobre la capacidad de persistencia (resistencia y resiliencia) de las especies

Las especies se consideran capaces de persistir cuando presentan rasgos funcionales que les confieren resistencia o resiliencia a los incendios forestales. La resiliencia se define generalmente como la capacidad de experimentar una perturbación sin cambiar a un estado alternativo ni perdiendo sus funciones ni procesos (Gunderson, 2000), mientras que la resistencia se refiere a la capacidad de soportar una perturbación (Lake, 2013).

A menudo la vegetación mediterránea es capaz de regenerar o establecerse con éxito tras un incendio. Las especies pueden ser ampliamente clasificadas en tres grupos en función de su estrategia regenerativa (si la tienen): germinadoras obligadas, rebrotadoras obligadas y rebrotadoras facultativas. A causa de los mecanismos de regeneración, la composición de especies no acostumbra a modificarse después del fuego y las mismas especies vuelven a aparecer con más o menos rapidez (auto-sucesión); (Hanes, 1971). Con la auto-sucesión, los cambios de composición son poco importantes, más aún pasados cinco años desde la última perturbación. En el caso de incendios recurrentes, estos efectos pueden intensificarse hasta hacerse prácticamente

irreversibles, al menos a medio plazo. Una frecuencia demasiado elevada de incendios puede disminuir la capacidad de supervivencia de las especies rebrotadoras, puede impedir una acumulación suficiente de semillas en el suelo o copas, y también puede afectar a la recuperación de las propiedades físicas y químicas del suelo.

Por lo tanto, los efectos de los incendios sobre las especies pueden ser diversos en función de dos propiedades: 1) la capacidad de la vegetación de resistir o establecerse de nuevo tras el incendio, y 2) de la intensidad y recurrencia de los incendios.

Para las especies que no tienen estrategias de persistencia tras los incendios, o para aquellas persistentes que perecen por incendios recurrentes o de alta intensidad, se contempla la posibilidad de que vuelvan a colonizar el sitio desde el perímetro del incendio. Este proceso puede ser habitual y temporalmente breve (tasa de colonización corta), o puede ser de larga duración, en función de diferentes factores intrínsecos a las características del fuego, del ecosistema, del sitio y del clima post-incendio.

Efectos a largo plazo o a grandes escalas espaciales

Los efectos a largo plazo, más allá de la persistencia de las especies, son más inciertas y dependen de muchos factores. Hay que considerar un alto impacto si hay cambios irreversibles en la vegetación o si hay degradación del suelo. Los efectos sobre el suelo son siempre los más importantes por su baja tasa de renovación en comparación con la vegetación.

Otros procesos pueden afectar a la persistencia de las especies tras el fuego, como el clima o la herbivoría. A veces, la muerte de la planta no se produce de manera inmediata tras el fuego, y en estos casos se asocia a agentes secundarios que afectan a la planta debilitada, como hongos o insectos. También hay que considerar los cambios ocurridos en la disponibilidad de nutrientes del suelo, ya que los incendios pueden tener efectos sobre la descomposición, los flujos de nutrientes, la hidrología o la actividad de la fauna.

Cuando se mira la biodiversidad más allá del individuo, la población o la comunidad, se considera que la heterogeneidad de incendios, a nivel espacial y temporal, es fuente de biodiversidad a escala de paisaje (Kelly y Brotons, 2017). Diferentes momentos sucesionales (parches con diferentes antigüedades de fuego) así como diferentes patrones de severidad dentro del mismo incendio fomentan diferentes estructuras de vegetación que albergan diferentes especies aún dentro de parches del mismo hábitat.

Tipos de cambios en los incendios y relación con los efectos sobre la vegetación

Como ya se ha comentado, los efectos del fuego en un ecosistema no dependen tanto de la presencia de fuego sino del régimen de éste. El término “régimen de incendios” se usa para definir la actividad espacial y temporal de los incendios en una

región en un período, e incluye los atributos relacionados con su patrón y efectos, como la frecuencia (o recurrencia), la intensidad, la extensión, la estacionalidad y la severidad (Gill, 1973).

La frecuencia o recurrencia se refiere al período entre dos incendios en un mismo sitio. Normalmente se cuenta en años y en el ecosistema mediterráneo esta recurrencia va desde unos 7 años a más de 400 (Eugenio y Lloret, 2006). En la vegetación este atributo tiene un importante efecto sobre la capacidad de la planta de crear órganos o tejidos que le permitan persistir en ese periodo de tiempo: acortar la recurrencia de los incendios constituye una amenaza para algunas especies. Asimismo, la madurez media de los bosques a nivel de paisaje puede reducirse con un aumento de la extensión y frecuencia de los incendios. Cambios en la frecuencia de incendios pueden amenazar la conservación de estructuras forestales maduras y de su biodiversidad asociada. No obstante, es importante remarcar que alargarlo también puede ser un problema: muchas especies dependen del fuego para continuar su existencia. Regímenes de incendios frecuentes que permiten el control de matorrales son críticos para mantener ecosistemas herbáceos. Sin embargo, esta situación es poco frecuente en la península ibérica (aunque sí existente).

La intensidad y la severidad de fuego están habitualmente relacionadas, pero no siempre es así. Mientras que la intensidad se refiere al comportamiento del incendio durante el momento del fuego, la severidad se refiere a la afectación sobre la vegetación. Aunque parecería que tendrían que estar correlacionadas, los incendios de subsuelo constituyen un claro ejemplo de lo contrario: tienen poca intensidad, pero normalmente comportan una gran mortalidad en las raíces y los individuos. No obstante, en cuanto a incendios que ocurren en la parte aérea, la altura de llama y el tiempo de permanencia del fuego son dos grandes indicativos de la intensidad y la severidad en la vegetación. Cambios en la intensidad (normalmente a más intensos) o en los patrones de severidad (mucho porcentaje de zona quemado en alta intensidad) acarrear consecuencias negativas para muchas especies, sobre todo a aquellas que tienen rasgos de resistencia a incendios de no muy alta intensidad.

La extensión también es un atributo que caracteriza el régimen de incendios. Aunque se asocia más a los efectos sobre los humanos (por la incapacidad de control por parte de los cuerpos de emergencias), puede tener un efecto sobre la vegetación para aquellas especies que recolonizan una zona quemada desde el perímetro, ya que la relación área-perímetro es mayor y puede haber más dificultades para alcanzar ciertas zonas interiores de la zona quemada.

Por último, la estacionalidad describe la época fenológica en la que se producen los incendios. Aunque es habitual pensar que tienen un solo pico a lo largo del año, hay veces que esta actividad es bimodal. Cambios en la estacionalidad, como por ejemplo el adelantamiento de la época de incendios debido al cambio climático (Jolly et al., 2015) pueden afectar negativamente a la capacidad de persistencia de muchas especies, sobre todo en las comunidades herbáceas o de matorral. La estacionalidad tiene efecto por la diferente acumulación de carbohidratos a lo largo del año, la floración, la fenología o las condiciones de quemado (más sequedad,

etc.). Por ejemplo, en algunos ecosistemas, el fuego en primavera o verano produce abundante floración post-incendio mientras que en otoño o invierno se produce poco. Hay especies herbáceas que se ven en peligro si el incendio es antes de la producción de semilla (Chandler et al., 1983).

La sensibilidad a los incendios de los tipos de hábitat de bosques y matorrales no riparios

Se entiende la sensibilidad de una especie o de un hábitat a una presión en concreto (i.e. incendios), como la respuesta de esta especie a la presión, considerando un cambio en la superficie o distribución, o en su estructura y función (calidad del hábitat). Estos cambios pueden darse en todas direcciones, es decir pueden ser tanto positivos como negativos, y pueden darse debido al aumento de la presión o su disminución.

En el presente trabajo se describe la sensibilidad de 61 Tipos de Hábitat de bosques y matorrales no riparios, a partir del trabajo realizado en Chacón-Labela et al., 2019 sobre las Metodologías para el seguimiento del estado de conservación de los tipos de hábitat (https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y-conectividad/Seguimiento_habitats_metodologia.aspx). Esta lista comprende hábitats y/o grupos de hábitats sugeridos como vulnerables a los incendios en el proyecto previo relativo al Seguimiento y Evaluación del Estado de Conservación de los Hábitats de Matorral en España.

Para evaluar la sensibilidad de los tipos de hábitat frente a los incendios forestales, se ha construido una matriz que muestra si el tipo de hábitat puede ver reducida su extensión en función del tipo de incendio, en concreto sobre el aumento de la recurrencia o la intensidad de los incendios, las dos principales amenazas sobre la resiliencia de las especies (Tabla 1). La fuente bibliográfica para determinar las estrategias post-incendio de las especies principales de los tipos de hábitat es Paula et al., 2009. Hay algunos tipos de hábitat de los que no se tiene información sobre sus estrategias post-incendio y se presentan con un interrogante. Los autores, en base a la información de las estrategias presentes en Paula et al., 2009, asignaron una sensibilidad a la tipología de incendio para cada tipo de hábitat.

A continuación, se describen las estrategias de tres especies forestales que ejemplifican bien las diferentes situaciones que pueden ocurrir en función de los rasgos funcionales:

- *Pinus uncinata*: no tiene ningún rasgo funcional que le permita regenerar después de los incendios. Por lo tanto, siempre que se vea afectado por un incendio verá disminuida su superficie a corto plazo.
- *Fagus sylvatica*: rebrota en los incendios en un 70% de los casos y tiene yemas de germinación en las copas. Por lo tanto, se ha establecido que esta especie no verá afectada su superficie en incendios de baja recurrencia o baja intensidad (yemas no afectadas y buena capacidad de regeneración), pero sí

en incendios de alta intensidad o alta recurrencia (desaparecen las yemas de las copas y muchos individuos no rebrotan).

- *Quercus pyrenaica*: rebrota a partir del lignotubérculo. Por lo tanto, se ha establecido que nunca perderá superficie a no ser que sea por incendios de alta recurrencia, cuando el individuo no ha tenido el tiempo suficiente para acumular nutrientes en el lignotubérculo y no es capaz de volver a rebrotar.

Características tipos de hábitat			Características de los incendios			
Código del hábitat	Especie característica del hábitat para evaluar sensibilidad a los incendios	Rasgos funcionales referentes a los incendios	Alta intensidad	Baja intensidad	Alta recurrencia	Baja recurrencia
11MX_15a	<i>Arbutus unedo</i>	Rebrotadora de lignotubérculo	No	No	Sí	No
11MX_15b	<i>Erica arborea</i>	Rebrotadora de lignotubérculo	No	No	Sí	No
11MX_16	<i>Juniperus thurifera</i>	Sensible al fuego	Sí	Sí	Sí	Sí
11MX_17	<i>Olea europaea sylvestris</i> y <i>Pistacia atlantica</i>	Rebrotadora	No	No	Sí	No
111R42	<i>Phoenix canariensis</i>	Rebrotadora	No	No	Sí	No
2113	<i>Juniperus oxycedrus</i>	Rebrotadora de lignotubérculo	No	No	Sí	No
11111	<i>Pinus uncinata</i>	Sensible al fuego	Sí	Sí	Sí	Sí
11112	<i>Pinus sylvestris</i>	Sensible al fuego	Sí	Sí	Sí	Sí
11113	<i>Abies alba</i>	Sensible al fuego	Sí	Sí	Sí	Sí
11121	<i>Quercus robur</i>	Rebrotadora	No	No	Sí	No
11123	<i>Fagus sylvatica</i>	Rebrotadora 70% de yemas epicórmicas	Sí	No	Sí	No
11124	<i>Betula pendula</i>	Rebrotadora	No	No	Sí	No
11131	<i>Quercus faginea</i>	Rebrotadora de yemas epicórmicas y de la raíz	No	No	Sí	No
11132	<i>Quercus pyrenaica</i>	Rebrotadora de lignotubérculo	No	No	Sí	No
11132	<i>Quercus pyrenaica</i>	Rebrotadora de lignotubérculo	No	No	Sí	No
11143	<i>Quercus suber</i>	Rebrotadora de yemas epicórmicas	Sí	No	Sí	No
11151	<i>Pinus nigra</i>	Sensible al fuego	Sí	Sí	Sí	Sí

11162	<i>Pinus pinaster</i>	Germinadora estimulada por calor. Banco de semillas aéreo	No	No	Sí	No
11163	<i>Pinus pinea</i>	Germinadora estimulada por calor. No serótina	Sí	No	Sí	No
11164	<i>Pinus halepensis</i>	Germinadora estimulada por calor. Banco de semillas aéreo	No	No	Sí	No
11141 y 11142	<i>Quercus ilex</i>	Rebrotadora del cuello de la raíz	No	No	Sí	No
111251	<i>Ilex aquifolium</i>	Rebrotadora 70%. Yemas en las raíces	Sí	No	Sí	No
113123	<i>Erica arborea</i> y <i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	Rebrotadora de lignotubérculo	No	No	Sí	No
113125	<i>Cytisus oromediterraneus</i> y <i>Erica arborea</i>	Rebrotadora y germinadora	No	No	Sí	No
212131	<i>Ulex europaeus</i> y <i>Erica cinerea</i>	Rebrotadora y germinadora	No	No	Sí	No
212132	<i>Erica arborea</i>	Rebrotadora de lignotubérculo	No	No	Sí	No
212133	<i>Genista florida</i>	Germinadora estimulada por calor. Banco de semillas en suelo	No	No	Sí	No
1131124	<i>Genista hispanica occidentalis</i>	Rebrotadora	No	No	Sí	No
2121121	<i>Cistus spp.</i>	Germinadora estimulada por calor. Banco de semillas en suelo	No	No	Sí	No
2121126	<i>Stahelina dubia</i>	Rebrotadora de yemas epicórmicas	Sí	No	Sí	No
21211212	<i>Stauracanthus genistoides</i>	?	?	?	?	?
21211213	<i>Ulex australis</i>	Rebrotadora	No	No	Sí	No
1234	<i>Helianthemum spp.</i>	Sensible al fuego	Sí	Sí	Sí	Sí
1235	<i>Lepidion subulati</i>	Sensible al fuego	Sí	Sí	Sí	Sí
1236	<i>Teucrium spp</i>	Rebrotadora y germinadora	No	No	Sí	No

2112	<i>Erica arborea</i>	Rebrotadora de lignotubérculo	No	No	Sí	No
2116	<i>Rhamnus crenulata</i>	?	?	?	?	?
3122	<i>Fraxinus spp. Dehesa</i>	Rebrotadora de raíz. Dehesa	-	No	Sí	No
11111	<i>Pinus uncinata</i>	Sensible al fuego	Sí	Sí	Sí	Sí
11122	<i>Castanea sativa</i>	Rebrotadora	No	No	Sí	No
11152	<i>Abies pinsapo</i>	Sensible al fuego	Sí	Sí	Sí	Sí
11161	<i>Juniperus phoenicea</i>	Sensible al fuego	Sí	Sí	Sí	Sí
11171	<i>Pinus canariensis</i>	Rebrotadora	No	No	Sí	No
11222	<i>Retama monosperma</i>	?	?	?	?	?
11341	<i>Cytisus oromediterraneus</i>	Rebrotadora y germinadora	No	No	Sí	No
12331	<i>Salsola vermiculata</i>	?	?	?	?	?
12332	<i>Atriplex glauca</i>	?	?	?	?	?
12333	<i>Helichrysum spp.</i>	Sensible al fuego	Sí	Sí	Sí	Sí
12371	<i>Launaea arborescens</i>	?	?	?	?	?
12372	<i>Artemisia thuscula</i>	Sensible al fuego	Sí	Sí	Sí	Sí
12374	<i>Salsola vermiculata</i>	?	?	?	?	?
21221	<i>Euphorbia regis-jubae</i>	Sensible al fuego	Sí	Sí	Sí	Sí
31111	<i>Quercus pyrenaica Dehesa</i>	Rebrotadora de lignotubérculo. Dehesa	-	No	Sí	No
31112	<i>Quercus suber. Dehesa</i>	Rebrotadora de yemas epicórmicas. Dehesa	-	No	Sí	No
31113	<i>Quercus ilex. Dehesa</i>	Rebrotadora de cuello de la raíz. Dehesa	-	No	Sí	No
111252	<i>Tilia spp.</i>	?	?	?	?	?
111253	<i>Taxus baccata</i>	?	?	?	?	?
112211	<i>Euphorbia balsamifera</i>	Sensible al fuego	Sí	Sí	Sí	Sí
112212	<i>Euphorbia canariensis</i>	Sensible al fuego	Sí	Sí	Sí	Sí
113111	<i>Juniperus sabina</i>	Sensible al fuego	Sí	Sí	Sí	Sí
113121	<i>Juniperus communis</i>	Sensible al fuego	Sí	Sí	Sí	Sí

Tabla 1: Sensibilidad de diferentes tipos de hábitat a diferentes tipos de incendios. Fuente: Duane et al., 2019

Metodología para la evaluación de los impactos por incendios forestales en diferentes tipos de hábitat

En Chacón-Labela et al., 2019 se presenta una metodología para evaluar las diferentes presiones y amenazas sobre los tipos de hábitat forestales y matorrales no riparios, y Duane et al., 2019 se presenta la aplicación de la metodología de la presión “incendios” sobre 25 tipos de hábitat forestales. En esta sección se hace un pequeño resumen de la metodología presentada para evaluar la presión por incendios forestales en los tipos de hábitat para ser aplicada por los gestores que quieran evaluar esta presión en el territorio español.

Solo se consideran impactos negativos de los incendios sobre el tipo de hábitat en aquellos casos en que la vegetación no tenga estrategias de regeneración post-incendio, o en caso de que los incendios sean de muy alta intensidad o con una muy alta recurrencia, en función de las estrategias de las especies que caracterizan el hábitat (Tabla 1). Aunque ya se ha explicado que puede haber otros tipos de efectos de segundo orden a largo plazo, estos no se evalúan aquí.

Se recomienda por lo tanto evaluar el régimen de incendios en la zona de interés y para el período evaluado. Aunque el informe en Duane et al., 2019 considera un periodo de 6 años, se aconseja extender este periodo el máximo tiempo posible ya que la evaluación del régimen de incendios se tiene que hacer con ventanas temporales grandes, especialmente para evaluar la recurrencia.

Si se tiene una capa de perímetros de incendios se usa esta, si no se pueden obtener a partir de la información derivada de la Foto Fija (Robla et al., 2017). Para analizar la recurrencia se utilizará la información que proporciona el proyecto de Foto Fija sobre los incendios ocurridos en el pasado. Se considerará de alta recurrencia aquella zona que se quema más de una vez en 9,5 años, que es la media entre el tiempo en el que muchas especies germinadoras aún no han tenido tiempo de crear los elementos reproductivos (15 años para *Pinus halepensis*) y el tiempo en el que las especies rebrotadoras tienen dificultades para acumular nuevos nutrientes para rebrotar (cuatro años). Dado que la fuente de información de incendios ocurridos es la Foto Fija, se considerará en este análisis un periodo de tiempo inicial de 12 años, periodo que comprende la Foto Fija 2009 (1997-2009), el cual pasará a nueve años una vez que se llegue al momento en el que la foto se calcule cada tres años. El resto del territorio donde se han producido incendios se caracterizará por tener una recurrencia baja. Para determinar las zonas de alta y baja recurrencia se cruzan los incendios ocurridos en el periodo 1997-2009 con los ocurridos en el periodo 2010-2015. Cuando en una zona hayan ocurrido incendios en ambos periodos se considerará que esta zona incendiada es de alta recurrencia. El resto de las zonas incendiadas serán de baja recurrencia (Figura 1).



Figura 1: Aproximación conceptual para el cálculo de zonas quemadas en alta recurrencia en la evaluación de los impactos por incendios. Fuente: Duane et al., 2019

De igual forma que para determinar la recurrencia, la intensidad se establece con ayuda del proyecto de Foto Fija sobre los incendios ocurridos en el pasado. Se partirá de la información que proporcionan las capas de apoyo de incendios ocurridos. Se definen como de alta intensidad aquellas zonas del territorio donde se ha producido un incendio en el periodo 1997-2009 y en las que, no habiendo habido incendio alguno en el periodo 2010-2015, pasado los seis últimos años, es decir, en el año 2015, sigue sin regenerar la vegetación (Figura 2).

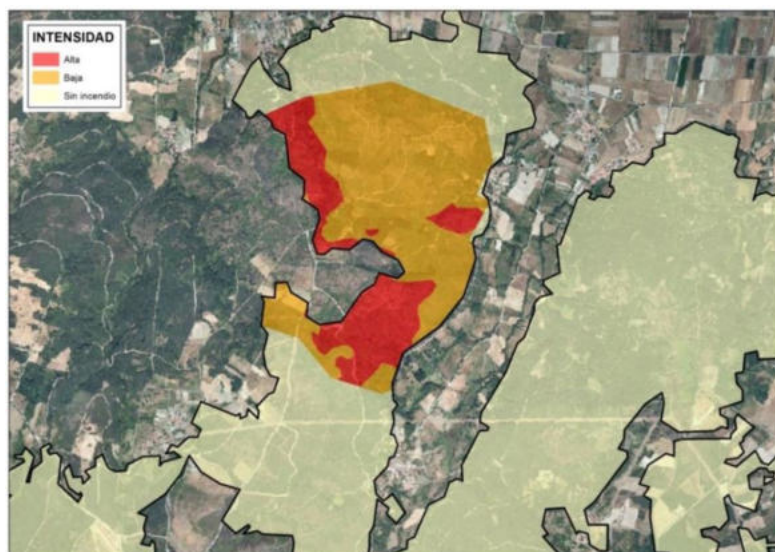


Figura 2: Ejemplo de la caracterización de alta y baja intensidad en una zona del tipo de hábitat de *Quercus pyrenaica* de la provincia de Ourense. Fuente: Duane et al., 2019

La resiliencia de los ecosistemas forestales en un mundo cambiante

Ya hemos visto que la posibilidad que los incendios constituyan una amenaza para los ecosistemas terrestres en la Red Natura 2000 en España depende tanto del tipo de vegetación afectada como de la tipología de régimen de incendios que impacta en una región.

Y la realidad que rige en España en pleno 2022 es una realidad compleja enmarcada en una situación de cambio global que afecta no solo a los ecosistemas terrestres sino también a las sociedades que los cohabitan. El cambio climático está dejando registros de récord en los últimos años en la península ibérica: los años más cálidos registrados nunca corresponden a los años más recientes, (AEMET, 2020); el verano más cálido de la historia en España desde que hay registros en 1961 es el del 2022, (AEMET, 2022); con afectaciones importantes en los ecosistemas terrestres y los procesos biológicos. De hecho, en España el año 2022 es el peor año de los últimos 20 años en cuanto a área quemada y número de grandes incendios forestales (Ministerio del Interior, 2022). Es un año sin precedentes donde los servicios de extinción se han visto constantemente sobrepasados por la capacidad de propagación del fuego, en medio de olas de calor y de sequías de importante consideración.

Pero el cambio climático no es el único factor que gobierna el régimen de incendios. De hecho, es curioso porque en España, aun teniendo un aumento de los días de riesgo de incendios a lo largo de los últimos años, se ha producido un descenso del número de incendios y área quemada (Urbietta et al 2019), similar a otras zonas del arco mediterráneo europeo. El aumento de recursos y de capacidades en la prevención y extinción de incendios ha llevado a un aumento del control de estos en relación con la situación de los años 80 y 90 (Otero y Nielsen, 2017).

Pero el futuro es incierto, y los incendios forestales son un fenómeno resultado de una compleja interacción entre el clima, los ecosistemas y la sociedad. Muchos estudios apuntan a un empeoramiento de la situación debido en gran medida a los impactos directos del cambio climático en las próximas décadas (Duane, Aquilué, et al., 2019; Khabarov et al., 2014; Turco et al., 2018), aún la existencia de los más modernos cuerpos de extinción y de las últimas tecnologías en cuanto a prevención y extinción.

Y este empeoramiento puede comportar una amenaza para muchas especies. Los llamados incendios forestales extremos (EWE de sus siglas en inglés *Extreme Wildfire Events*), que corresponden a incendios extraordinarios en cuanto a su comportamiento o impactos, pueden conllevar una serie de consecuencias considerables para los ecosistemas terrestres: por un lado, estos incendios queman todo tipo de vegetación debido a su alta capacidad de propagación gobernada por la meteorología (Fernandes et al., 2019; Price y Bradstock, 2010). Esto hace que las medidas de reducción de combustible sean poco efectivas, y que puedan quemar parches considerados de baja inflamabilidad (combustibles jóvenes, vegetación

de ribera, etc.). Por otro lado, los EWE pueden afectar los patrones de severidad históricos, aumentando el porcentaje de superficie quemada en alta intensidad. Esto tiene efectos sobre las especies resistentes. Asimismo, los EWE normalmente afectan grandes extensiones, y pueden llegar a amenazar especies de distribución limitada; el ejemplo más carismático es la temporada de incendios 2019-2020 en el sudeste australiano, en la que se quemó hasta el 21% de un solo bioma en una temporada de incendios, hecho inédito a nivel global (Boer et al., 2020). Estas extensiones inmensas también pueden dificultar la colonización del perímetro. Por último, los EWE pero también los incendios no tan intensos, pueden producirse con más frecuencia en un contexto de cambio climático y amenazar la resiliencia de las especies (Enright et al., 2015; Kelly y Brotons, 2017).

Está por ver cómo el cambio global, con el cambio climático como punta de lanza, va a comportar un cambio en los ecosistemas terrestres, y qué papel va a jugar el fuego en este contexto como elemento modalizador de la vegetación y como elemento de amenaza para la persistencia de algunos ecosistemas.

Conclusiones

Las especies vegetales representadas en los tipos de hábitat de la Red Natura 2000, especialmente las de bosques y matorrales no riparios (la vegetación que se considera normalmente afectada por los incendios) tienen, en una gran mayoría, una serie de estrategias que les confieren resistencia y resiliencia al fuego. No obstante, los cambios en los regímenes de fuego (mayormente representados por cambios en su intensidad, frecuencia o estacionalidad) pueden representar una amenaza para su persistencia. Asimismo, los incendios afectan a la estructura y función de los ecosistemas, teniendo un efecto inmediato a corto plazo que se considera normalmente de poca importancia por la tasa de regeneración de la vegetación, pero pudiendo tener un impacto importante a largo plazo si afecta a las propiedades del suelo. El cambio climático y el cambio global están teniendo un fuerte impacto en los regímenes de incendios en la Península Ibérica, y habrá que analizar cómo estos cambios pueden tener un efecto sobre la persistencia, adaptación y función de los tipos de hábitat de la Red Natura 2000.

Bibliografía

- AEMET. (2020). El primer informe anual del estado del clima muestra una España más cálida y con menor disponibilidad de agua que hace 50 años. http://www.aemet.es/es/noticias/2020/07/Informe_anual_estado_del_clima_2019
- AEMET. (2022). España ha vivido el verano más caluroso de su serie de datos. https://www.aemet.es/ca/noticias/2022/09/resumen_clima_agosto_2022
- Archibald, S., Lehmann, C. E. R., Gómez-dans, J. L., y Bradstock, R. a. (2013). Defining pyromes and global syndromes of fire regimes. *Proceedings of the National Academy*

of Sciences, 110(16), 6442-6447. <https://doi.org/10.1073/pnas.1211466110/-/DCSupplemental>.[www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1211466110](https://doi.org/10.1073/pnas.1211466110)

Boer, M. M., Resco de Dios, V., y Bradstock, R. a. (2020). Correspondence: Unprecedented burn area of Australian mega forest fires. *Nature Climate Change*, January, 6-7. <https://doi.org/10.1038/s41558-020-0716-1>

Bond, W. J., y Keeley, J. E. (2005). Fire as a global “herbivore”: the ecology and evolution of flammable ecosystems. *Trends in Ecology and Evolution*, 20(7), 387–394. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2005.04.025>

Brown, A. A., y Davis, K. P. (1973). *Forest fire: Control and use*. McGraw-Hill Book Company.

Chacón-Labela, J., Pescador, D. S., Escudero, A., Lloret, F., Àvila, A., Brotons, L., ..., y Roldán, M. (2019). Descripción de procedimientos para estimar las presiones y amenazas que afectan al estado de conservación de los tipos de hábitat de bosque y matorral.

Chandler, C., Cheney, P., Thomas, P., Trabaund, L., y Williams, D. (1983). Fire in forestry. En Vol. I: Forest fire behavior and effects: Vol. I (p. 450). John Wiley and Sons.

Duane, A., Aquilué, N., Canelles, Q., Morán-Ordoñez, A., de Cáceres, M., y Brotons, L. (2019). Adapting prescribed burns to future climate change in Mediterranean landscapes. *Science of the Total Environment*, 677, 68-83. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.04.348>

Duane, A., Brotons, L., Lerner, M., Fernández, M., Vila, B., Chacón-Labela, J., ..., y Lloret, F. (2019). Análisis de escenarios, a corto y medio plazo, del riesgo de afección por incendios forestales para al menos veinticinco tipos de hábitat de bosque y matorral.

Enright, N. J., Fontaine, J. B., Bowman, D. M. J. S., Bradstock, R. A., y Williams, R. J. (2015). Interval squeeze: Altered fire regimes and demographic responses interact to threaten woody species persistence as climate changes. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 13(5), 265-272. <https://doi.org/10.1890/140231>

Eugenio, M., y Lloret, F. (2006). Effects of repeated burning on Mediterranean communities of the northeastern Iberian Peninsula. *Journal of Vegetation Science*, 17(6), 755-764. [https://doi.org/10.1658/1100-9233\(2006\)17\[755:EORBOM\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1658/1100-9233(2006)17[755:EORBOM]2.0.CO;2)

Fernandes, P. M., Guiomar, N., y Rossa, C. G. (2019). Analysing eucalypt expansion in Portugal as a fire-regime modifier. *Science of the Total Environment*, 666, 79-88. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.237>

Gill, A. M. (1973). Effects of fire on Australia’s natural vegetation, *Annual Report. En Australian Forestry* (Vol. 38).

Gill, A. M. (1995). Stems and fires. En N. G. Gartner (Ed.), *Plant stems physiology and functional morphology* (p. 323-342). Academic Press.

- Gunderson, L. H. (2000). Ecological resilience - in theory and application. *Annual Reviews Ecology and Ecosystems*, 31, 425-439. www.annualreviews.org
- Hanes, T. L. (1971). Succession after fire in the chaparral of Southern California. *Ecological Monographs*, 41, 27-52.
- Jolly, W. M., Cochrane, M. A., Freeborn, P. H., Holden, Z. A., Brown, T. J., Williamson, G. J., y Bowman, D. M. J. S. (2015). Climate-induced variations in global wildfire danger from 1979 to 2013. *Nature Communications*, May, 1-11. <https://doi.org/10.1038/ncomms8537>
- Kelly, L. T., y Brotons, L. (2017). Using fire to promote biodiversity. *Science*, 355(6331), 1264-1265. <https://doi.org/10.1126/science.aam7672>
- Khabarov, N., Krasovskii, A., Obersteiner, M., Swart, R., Dosio, A., San-Miguel-Ayanz, J., ..., y Migliavacca, M. (2014). Forest fires and adaptation options in Europe. *Regional Environmental Change*. <https://doi.org/10.1007/s10113-014-0621-0>
- Lake, P. S. (2013). Resistance, Resilience and Restoration. *Ecological Management and Restoration*, 14(1), 20-24. <https://doi.org/10.1111/emr.12016>
- Ministerio del Interior. (2022). Informe de Seguimiento de Incendios Forestales. 11/09/2022. Protección Civil. <https://www.proteccioncivil.es/documents/20121/0/Informe%20de%20Seguimiento%20de%20IIF%2020220911.pdf/80e0aabf-6eaf-fd7b-fffc-b57e76bc5a28>
- Otero, I., y Nielsen, J. Ø. (2017). Coexisting with wildfire? Achievements and challenges for a radical social-ecological transformation in Catalonia (Spain). *Geoforum*, 85(January), 234-246. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2017.07.020>
- Paula, S., Arianoutsou, M., Kazanis, D., Tavsanoğlu, C., Lloret, F., Buhk, C., ..., y Pausas, J. G. (2009). Fire-related traits for plant species of the Mediterranean Basin. *Ecology*, 90, 1420-1427.
- Pausas, J. G., y Keeley, J. E. (2009). A Burning Story: The Role of Fire in the History of Life. *BioScience*, 59(7), 593-601. <https://doi.org/10.1525/bio.2009.59.7.10>
- Pausas, J. G., y Ribeiro, E. (2017). Fire and plant diversity at the global scale. *Global Ecology y Biogeography*, 5(December 2016), 1-17. <https://doi.org/10.1111/geb.12596>
- Price, O. F., y Bradstock, R. A. (2010). The effect of fuel age on the spread of fire in sclerophyll forest in the Sydney region of Australia. *International Journal of Wildland Fire*, 19(1), 35-45. <https://doi.org/10.1071/WF08167>
- Robla, E., Vallejo, R., y Lerner, M. (2017). La Foto Fija del Mapa Forestal de España, fuente de información para el cálculo de tendencias e indicadores de los ecosistemas forestales españoles. Principales resultados. 7o Congreso Forestal Español.
- Turco, M., Rosa-Cánovas, J. J., Bedia, J., Jerez, S., Pedro Montávez, J., Llasat, M. C., y Provenzale, A. (2018). Exacerbated fires in Mediterranean Europe due to

anthropogenic warming projected with non-stationary climate-fire models. *Nature Communications*, 2018, 1-9. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-06358-z>

Urbieto, I. R., Franquesa, M., Viedma, O., y Moreno, J. M. (2019). Fire activity and burned forest lands decreased during the last three decades in Spain. *Annals of Forest Science*, 76(3), 1-13. <https://doi.org/10.1007/s13595-019-0874-3>

Wright, H. A., y Bailey, A. W. (1982). *Fire ecology United States and southern Canada*. John Wiley y Sons.

PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN DE LOS INCENDIOS FORESTALES EN ESPAÑA

Elena Hernández. Dirección General de Biodiversidad, Bosques y Desertificación.

Contexto

España es un país diverso, heterogéneo, con una marcada orografía y una variedad climática que le convierte en uno de los países más ricos en biodiversidad del continente europeo. La tradición rural, agraria, ganadera y forestal de nuestro país ha sido muy marcada hasta hace relativamente poco y ha sido la responsable de modelar el paisaje que hemos heredado.

La tradición forestal en España en el enfoque de la planificación y gestión de los incendios forestales es histórica, antes del conocido ICONA (Instituto de Conservación de la Naturaleza) ya eran los ingenieros de montes los encargados de estas materias. El conocimiento extenso, no sólo del medio forestal, sino del detalle de cada uno de los elementos que afectan al incendio (orografía, meteorología, combustibles), junto con los conocimientos de los procesos físicos y químicos asociados, hicieron y hacen de estos profesionales los mejor preparados para afrontar dichas tareas. Los incendios forestales, en ocasiones, afectan a bienes de naturaleza no forestal y a poblaciones, pero su dinámica, lo que les mueve, son factores puramente asociados al medio natural. Un conocimiento exhaustivo del medio forestal es la base para entender los incendios y, en consecuencia, acometer en los mejores términos posibles las adecuadas acciones de planificación y gestión. Esto incluye las políticas y actuaciones de prevención, detección, preparación, respuesta y recuperación.

Considerando la información recogida por la Estadística General sobre Incendios Forestales se observa que los incendios forestales son una constante en nuestro país, que se distribuyen de forma temporal a lo largo del año con dos épocas marcadas y además localizadas geográficamente. También se observa que existe una distribución irregular a lo largo de los años, con años con cifras más bajas y otros con cifras más altas. Toda esta información es un indicador que nos muestra que las acciones de planificación y gestión deben adaptarse a dicha realidad, que deben ajustarse a cada territorio, a las características y situaciones que los motivan, y que favorecen su desarrollo. Cuanto más ajustadas estén estas acciones, mejores resultados obtendremos.

Para abordar la planificación y gestión de los incendios forestales con mayor detalle, debemos primero enmarcar las competencias al respecto y conocer la regulación básica, para acabar exponiendo los principales instrumentos de coordinación, creados para facilitar las obligaciones de todas las administraciones implicadas.

Constitución española (6 de diciembre de 1978)

Para empezar a clarificar el reparto competencial en materia de incendios forestales en España tenemos que empezar por la Constitución española, la norma suprema del ordenamiento jurídico español, a la que están sujetos todos los poderes públicos y ciudadanos de España desde su entrada en vigor.

Hay varios artículos de la Constitución en los que hay que pararse para enmarcar la realidad actual de la planificación y gestión de los incendios forestales. El Título VIII sobre la organización territorial del Estado recoge, entre otras cuestiones, la autonomía de los municipios, provincias y comunidades autónomas para la gestión de sus respectivos intereses. También recoge el principio general de solidaridad e igualdad territorial, uno de los principios que también rige el apoyo estatal en prevención y extinción de incendios forestales a las Comunidades Autónomas.

Los Estatutos de autonomía, como norma institucional básica de cada una de las comunidades y ciudades autónomas, contienen, entre otros aspectos, las competencias asumidas dentro del marco constitucional. Los estatutos de autonomía de las comunidades autónomas fueron aprobados entre 1979 y 1983, y los de las ciudades autónomas en 1995, contando casi la totalidad de ellos con varias reformas y modificaciones, que con el paso de los años han ido aumentando sus competencias, en el marco de lo establecido en la Constitución.

En particular, en virtud de sus estatutos de autonomía, las diecisiete comunidades autónomas y las dos ciudades autónomas que conforman España han asumido plenamente las competencias en cuanto a los montes y los aprovechamientos forestales; y la gestión y protección del medio ambiente (art.148), quedando para el Estado la competencia exclusiva en cuanto a legislación básica en estas materias (art.149). De forma adicional se contempla la facultad de las comunidades autónomas de establecer normas adicionales de protección.

Por otra parte, las competencias en materia de protección civil en España son concurrente entre el Estado, las comunidades autónomas y las entidades locales, en base también a lo recogido en la Constitución Española, en cuanto a la obligación de los poderes públicos de garantizar el derecho a la vida y a la integridad física (art.15). Además, en concreto, en el artículo 149, se recogen los aspectos de la seguridad pública como competencia exclusiva del Estado. En resumen, la competencia en materia de protección civil dependerá de la naturaleza, alcance y recursos necesarios para la emergencia, reservándose el Estado la dirección de las emergencias de tal envergadura que se vea amenazado el interés nacional.

En la actualidad, tras más de cuarenta años de la aprobación de la Constitución Española, con el desarrollo y renovaciones sucesivas de los estatutos de autonomía, se puede decir, que existe una profunda descentralización jurídica y administrativa

a nivel territorial, pudiendo asimilar el funcionamiento efectivo del Estado, en muchos aspectos, al propio de los Estados federales.

En resumen, las competencias relacionadas con la gestión del territorio y la protección civil corresponden en primera instancia y en exclusiva a las comunidades autónomas, entre ellas las competencias de planificación y gestión de los incendios forestales, siempre que no se den unas condiciones de especial gravedad que deriven en el interés nacional. En virtud de este reparto competencial, todos los gobiernos regionales han desarrollado su estructura administrativa e instrumentos de regulación donde se encuadran las acciones relacionadas con los incendios forestales.

Por su parte, el Estado, ha desarrollado la normativa básica en la materia, y en virtud de ésta un amplio sistema de apoyo a la planificación y gestión de los incendios de las comunidades y ciudades autónomas.

La realidad es que, dado el carácter tan descentralizado de nuestro país, y el diferente desarrollo que la planificación y gestión de incendios forestales ha tenido en este marco, existe una gran variedad de enfoques al respecto en cuanto a las políticas y la organización de los distintos territorios. Esto, sin duda, es un reto que hoy en día sigue suponiendo la necesidad ineludible de grandes esfuerzos de coordinación por parte de las distintas administraciones competentes e implicadas.

Planificación

Ley 43/2003 de 21 de noviembre de Montes

La Ley de Montes es la legislación básica que tiene por objeto garantizar la conservación y protección de los montes españoles, promoviendo su restauración, mejora, sostenibilidad y aprovechamiento racional, apoyándose en la solidaridad colectiva y la cohesión territorial (art.1). Esta ley ha sufrido cinco modificaciones (2006, 2009, 2013, 2015, 2022), siendo la más reciente la publicada el 2 de agosto de 2022.

En materia de planificación y gestión de incendios forestales, corresponden a la Administración General del Estado, en colaboración con las comunidades autónomas y sin perjuicio de sus competencias en estos ámbitos (art.7), las siguientes funciones:

- Definir los objetivos generales de la política forestal en materia de incendios forestales.
- Recopilar, elaborar y sistematizar la Estadística General de Incendios Forestales (EGIF).
- Establecer directrices comunes sobre formación en materia de prevención y extinción.

- Normalizar medios y equipamiento del personal de extinción.
- Desplegar medios estatales de apoyo a las comunidades autónomas, para la cobertura de los montes contra incendios.

Y de forma exclusiva, la Administración General del Estado, ostenta la representación internacional de España en materia de incendios forestales.

Además, en el Título IV sobre conservación y protección de los montes se recoge el Capítulo III dedicado en su totalidad a los incendios forestales, donde a lo largo de 10 artículos se desarrollan los aspectos básicos de la planificación y gestión de los incendios forestales, que tanto las comunidades y ciudades autónomas como el Estado deben cumplir. Cabe mencionar que el articulado de este capítulo es uno de los que más modificaciones ha sufrido desde la redacción inicial de la ley, concretamente con las modificaciones de 2006, 2015 y 2022. Esto es un reflejo de la complejidad inherente en cuanto a la planificación y gestión de una materia tan trascendente como son los incendios forestales, tanto por su afección al medio natural como a los bienes y las personas. Dicha complejidad requiere una adaptación continua en el tiempo en cuanto a los enfoques y aproximaciones de las políticas públicas, y los instrumentos de planificación y gestión. La capacidad de adaptación es necesaria, dada la evolución que tienen los incendios forestales, que está ligada a la evolución socioeconómica de los territorios y a la evolución en las condiciones climáticas a lo largo de los años.

De forma resumida, el Capítulo III de la Ley de Montes, parte de la base de la responsabilidad de la organización de la defensa contra incendios forestales de las administraciones competentes, considerando la prevención, la detección y la extinción de incendios. En los artículos que integran este capítulo se recogen las acciones básicas que la Administración General del Estado, las comunidades autónomas, las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado, incluso los ciudadanos, con la obligatoriedad del aviso y colaboración, deben llevar a cabo. Los principios de colaboración y coordinación están presentes en todo el texto. Dentro de este capítulo, los artículos más modificados desde la publicación del texto original son el artículo 46, dedicado a la organización de la extinción, y el artículo 48, sobre planificación para la prevención y defensa ante el riesgo de incendios forestales.

Estos artículos se han visto afectados, sobre todo el artículo 48, con la publicación del reciente Real Decreto-ley 15/2022, de 1 de agosto, por el que se adoptan medidas urgentes en materia de incendios forestales, donde se modifica sustancialmente dicho artículo, incluyendo su denominación, que pasa a ser *Planificación para la prevención y defensa ante el riesgo de incendios forestales*. En cuanto al contenido, introduce una nueva figura de planificación, los **planes anuales para la prevención, vigilancia y extinción de incendios forestales**, que comprenderán la totalidad de las actuaciones a desarrollar y abarcarán la totalidad del territorio de la comunidad autónoma correspondiente. Estos planes se aplicarán de manera continua durante todo el año y tendrán el sentido de instrumentos de ordenación preferente para el conjunto de las políticas territoriales. Este último aspecto es de gran relevancia,

al otorgar a la planificación de la gestión de los incendios forestales carácter preferente. En el texto del artículo se recoge de forma explícita el contenido mínimo que deben incluir estos planes, que va desde al análisis socioeconómico, el diseño anual del dispositivo, la determinación de los puntos estratégicos de gestión, los trabajos de carácter preventivos y las prohibiciones y limitaciones a los usos, entre otros aspectos.

Normativa básica de protección civil

En el repaso de la normativa básica en la que se enmarca la planificación y gestión de los incendios forestales, tenemos que considerar la relativa al ámbito de la protección civil. No todos los incendios forestales son emergencias de protección civil, aunque los incendios más mediáticos sí lo sean de forma general. En este sentido se debe ser muy cuidadoso, ya que la experiencia nos indica que el enfoque de protección civil lleva asociado un acercamiento a la materia desde el ángulo de la respuesta, favoreciendo acciones reactivas y mayores inversiones en recursos de extinción, sin abordar otros aspectos claves como las políticas de prevención. El número de incendios forestales con incidencias de protección civil, aunque está en ligero aumento, se encuentra en valores del 2,14% del total de los incendios (MAPA, 2019). Si bien es cierto, que los grandes incendios forestales y los episodios de simultaneidad provocan situaciones complejas con afección a las personas y los bienes. La normativa básica de protección civil se compone de:

- *Directriz básica de planificación de protección civil de emergencia por incendios forestales* (Real Decreto 893/2013, de 15 de noviembre). Recoge los requisitos en cuanto a estructura general y contenido mínimo de los planes estatal, autonómicos, locales y de autoprotección por riesgo de incendio. Estos planes son los instrumentos de planificación que las distintas administraciones deben elaborar y ajustarse a ellos en el desarrollo de las acciones de protección civil.
- *Plan Estatal de Protección Civil para Emergencias por Incendios Forestales* (Resolución de 31 de octubre de 2014, de la Subsecretaría, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 24 de octubre de 2014). Recoge los elementos básicos de la planificación, procedimientos de implementación, estructura y operatividad, entre otros, y contempla la posibilidad de la declaración de interés nacional por parte del Ministerio del Interior y la asunción por parte del Estado de la extinción de un incendio forestal así declarado. Aparte del Plan Estatal, existen los Planes Territoriales, de ámbito autonómico o local, los Planes Especiales (que tienen por finalidad hacer frente a riesgos específicos, como son los incendios forestales) y los Planes de Autoprotección.
- *Ley 17/2015, de 9 de julio, del Sistema Nacional de Protección Civil*. El objeto de esta ley es establecer el Sistema Nacional de Protección Civil como instrumento esencial para asegurar la coordinación, la cohesión y la eficacia de las políticas públicas de protección civil, y regular las competencias de la Administración

General del Estado en la materia (art.1.2). El Sistema Nacional de Protección Civil integra la actividad de protección civil de todas las Administraciones Públicas. Dado el reparto competencial en nuestro país, este sistema se rige por los principios de colaboración, cooperación, coordinación y solidaridad interterritorial, entre otros.

En resumen, la distinta normativa básica que afecta a la planificación y gestión sobre incendios forestales respeta el reparto competencial, como no puede ser de otra manera, pero regula la relación entre las distintas administraciones públicas implicadas, estando cargada de referencias a la ineludible colaboración y coordinación interadministrativa. La mayoría de los incendios forestales, en torno al 65,98%, se quedan en conatos (MAPA, 2019), afectando a menos de 1 hectárea de superficie, y del resto de incendios, otro porcentaje amplio se controla con medios ordinarios de los dispositivos autonómicos. Sin embargo, es en el menor porcentaje de incendios, donde la situación se complica debido a distintos factores, y es ahí donde estos aspectos de coordinación son más relevantes, pues el uso de recursos de distintas administraciones de forma conjunta requiere no sólo aunar esfuerzos para controlar el incendio lo antes posible, sino para organizarse e integrarse de forma que la complejidad de la situación no se vea incrementada o dificultada por las diferencias de los distintos dispositivos.

A lo largo de esta sección, tanto en relación con lo recogido en la Ley de Montes, como en relación con la normativa básica de protección civil, se ha hecho referencia de forma general a los distintos aspectos que marcan la planificación de los incendios forestales en España. De forma más amplia diremos que los instrumentos de planificación son los distintos planes que en los distintos ámbitos sectoriales se desarrollan y afectan a las políticas de gestión de los incendios forestales. Es importante destacar que no se reducen sólo a instrumentos forestales o de protección civil, sino que existen otros ámbitos tales como el medio ambiente, los espacios naturales protegidos, la ordenación del territorio, la agricultura, las infraestructuras, el turismo, donde la regulación y planificación de actividades afectan a los incendios forestales. La cuestión de los incendios forestales es de índole transversal, y así debe considerarse, consiguiendo una integración total en el resto de las políticas sectoriales. En este sentido mayores esfuerzos son necesarios por las administraciones públicas para que tanto dentro de su ámbito territorial, como a nivel estatal, se logre este objetivo.

Gestión

La gestión de los incendios forestales abarca todas las acciones dirigidas a organizar y garantizar el funcionamiento de los mecanismos, recursos, y personas que participan de dichas acciones.

Como hemos visto, el reparto competencial es claro, y en la actualidad, todas las comunidades y ciudades autónomas tienen plenamente desarrolladas dichas competencias. Tras más de treinta años desde la transferencia de competencias en

algunos casos, los dispositivos autonómicos y el estatal se han desarrollado y han evolucionado hacia sistemas muy completos, aunque de manera independiente.

Algunas comunidades autónomas han continuado basando la gestión de los incendios forestales en el conocimiento y en los profesionales forestales, mientras otras han apostado por integrarla en el ámbito de las emergencias, dentro de los servicios de bomberos, y también existen otras autonomías donde el modelo es mixto, donde coexisten los profesionales forestales con los servicios de emergencias, separando y repartiendo los distintos ámbitos de la gestión de los incendios entre distintos organismos dentro de la misma administración. La realidad es que la variedad de sistemas de gestión en nuestro país es muy amplia, encontrando toda una gama distinta de situaciones. Este escenario es útil desde el punto de vista de analizar las ventajas e inconvenientes de uno u otro modelo, de manera que se puedan llevar a cabo reflexiones fundadas en cuanto al enfoque de la gestión de los incendios forestales. También es un factor positivo de cara a enriquecer el intercambio de conocimientos y experiencias, y esto es una fortaleza. Sin embargo, esta misma variabilidad es una debilidad, como es fácil deducir, desde el punto de vista de la necesaria coordinación entre las administraciones competentes.

En la actualidad, haciendo una simplificación, ya que el tema es más complejo, podemos decir que existen los siguientes tipos de dispositivos en las comunidades autónomas (MAPA, 2019):

- Comunidades que gestionan la prevención y la extinción desde los servicios forestales (Galicia, País Vasco, Andalucía, Cantabria, La Rioja, Murcia, Aragón, Castilla y León, Castilla-La Mancha, Islas Canarias, Islas Baleares, Extremadura).
- Comunidades que integran los servicios de extinción en los cuerpos de bomberos, dejando la prevención a cargo de los servicios forestales (Asturias, Cataluña, Navarra, Comunidad Valenciana).
- Comunidades que integran en los cuerpos de bomberos las competencias en prevención y extinción de incendios (Comunidad de Madrid).

Por su parte, a nivel estatal, existen distintos departamentos que participan de la gestión de los incendios forestales. Los principales son:

El Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico

En este departamento ministerial se desarrollan las competencias estatales recogidas en la Ley de Montes. En particular desde la Dirección General de Biodiversidad, Bosques y Desertificación, con el Área de Defensa Contra Incendios Forestales (ADCIF) y el Centro de Coordinación de la Información Nacional sobre Incendios Forestales (CCINIF), como principales unidades, desde donde se coordinan y desarrollan las múltiples acciones de apoyo a la prevención, preparación, extinción y recuperación de áreas incendiadas. Destaca también la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), desde donde se aborda el estudio del riesgo meteorológico de incendios forestales.

El Ministerio del Interior

En este departamento ministerial se desarrollan las competencias del ámbito de la protección civil que corresponden al Estado. Destacan la Dirección General de Protección Civil y Emergencias, el Centro Nacional de Seguimiento y Coordinación de Emergencias (CENEM) y el Servicio de Protección de la Naturaleza (SEPRONA) de la Guardia Civil.

El Ministerio de Defensa

En este departamento ministerial destacan dos unidades que aportan recursos en el ámbito de la extinción de los incendios forestales: el Ejército del Aire, que a través del 43 Grupo, mantiene y opera la flota de aviones anfibios del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico; y la Unidad Militar de Emergencias (UME), unidad creada, en relación con los incendios forestales, para apoyar los trabajos de extinción bajo condiciones determinadas.

El Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana

En este departamento ministerial existen dos unidades de relevancia dado el gran número de medios aéreos que operan en España en la extinción de los incendios. Se trata de la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA), desde donde se regulan las actividades aéreas de lucha contra incendios y búsqueda y salvamento y la Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación Civil (CIAIAC).

Coordinación

Es claro que los incendios forestales, como cualquier otro fenómeno de la naturaleza (inundaciones, terremotos, huracanes, etc.), una vez iniciados, no conocen de fronteras administrativas y afectan, en algunos casos, al territorio de más de una comunidad autónoma. También es una realidad que, en situaciones complejas, ante incendios forestales que afectan a grandes superficies, que se extienden en el tiempo, o en los casos de simultaneidad, las administraciones comparten recursos, al apoyarse unas a otras como muestra de su solidaridad. El Estado colabora en las acciones de extinción durante la emergencia, y se suma como una administración más aportando sus recursos materiales y personales.

Aparte de la coordinación necesaria cuando el incendio está en curso, existe otra derivada de la coordinación que se refiere a todos los ámbitos diferentes al de la extinción. Se trata de las acciones que, de forma conjunta, coordinada y a través de acuerdos, el Estado impulsa para conseguir el mejor engranaje posible dentro de las particularidades y diferencias que existen en las diferentes comunidades autónomas. Esta coordinación, al hacerse fuera de la emergencia, da margen de tiempo, y permite un trabajo técnico y reflexivo, necesario para dilucidar las acciones prioritarias y su mejor enfoque para integrar las distintas realidades y necesidades.

Como muestra de los aspectos más relevantes en los que es necesario un trabajo más profundo de coordinación el Real decreto-ley 15/2022, de 1 de agosto, por el que se adoptan medidas urgentes en materia de incendios forestales, recoge en su artículo 2, una serie de medidas urgentes de coordinación instrumental para la prevención, vigilancia y extinción de los incendios forestales, relativas a:

- a) La calificación homogénea de las unidades de extinción por sus capacidades operativas, para facilitar la colaboración interregional o internacional, de acuerdo con las diferentes certificaciones profesionales existentes.
- b) Un protocolo de coordinación común en materia de medios aéreos.
- c) La adopción de indicativos de radio unívocos.
- d) La simbología común para la elaboración de mapas operativos.
- e) Las condiciones mínimas de seguridad de las dotaciones y los equipos de protección individual de los que deberá disponer el personal que participe en labores de prevención y extinción de incendios forestales, de conformidad con la normativa de prevención de riesgos laborales.

Muchos de estos aspectos ya se han abordado, y otros requieren de un esfuerzo adicional en aras de una mejor coordinación entre las administraciones competentes. Entre los principales instrumentos de coordinación interadministrativa están:

Comité de Lucha contra Incendios Forestales (CLIF)

Es un comité técnico creado en 1994 para la coordinación interadministrativa en materias de gestión de incendios forestales, adscrito a la Comisión Estatal para el Patrimonio Natural y la Biodiversidad. Está formado por representantes técnicos de las administraciones estatales y autonómicas competentes en incendios forestales, tanto de los órganos autonómicos responsables de la prevención como de la extinción, ya que no siempre coinciden en el mismo departamento. El CLIF es presidido por la Subdirección General de Política Forestal y Lucha contra la Desertificación del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, actuando como Secretaría el Área de Defensa contra Incendios Forestales.

Se reúne dos veces al año, antes y después de la campaña de alto riesgo de incendios de verano, para coordinar actuaciones a nivel nacional, compartir los distintos despliegues previstos a nivel estatal y autonómico, y abordar otras cuestiones de interés.

Aparte, el CLIF se organiza en Grupos de Trabajo, integrados por algunos o todos los representantes, que se reúnen con la periodicidad necesaria para sacar adelante recomendaciones en materias de información, prevención, extinción, sistema de mando de incidentes, formación y seguridad. Estas recomendaciones una vez acordadas en el grupo de trabajo se elevan al CLIF para su aprobación.

El CLIF no dispone de unos estatutos que rijan su funcionamiento en cuanto a la adopción de acuerdos, por lo que, para aprobar cualquier documento o

recomendación, se debe alcanzar el consenso. Esto es un reto, pues abarcar todas las realidades de España, una vez que los dispositivos y sistemas puestos en marcha están muy desarrollados y asentados en cada territorio, es muy complicado. Esta circunstancia va camino de cambiar, al menos en cuanto a los preceptos introducidos por el Real decreto-ley 15/2022, de 1 de agosto, por el que se adoptan medidas urgentes en materia de incendios forestales. Esta norma obliga a las administraciones estatales y autonómicas a la elaboración de diversos documentos de coordinación, que serán aprobados por Real decreto, previo informe del CLIF, lo que quiere decir que no es necesario el consenso, quedando reflejado en dicho informe las posibles discrepancias.

Los acuerdos adoptados por el CLIF, que así se considere, se elevan a la **Comisión Estatal de Patrimonio Natural y Biodiversidad**, donde se reúnen los representantes de las administraciones con cargo de director general. De esta Comisión, si así se considera, los acuerdos llegan a la **Conferencia Sectorial de Medio Ambiente**, integrada por los responsables de medio ambiente a nivel de Ministerio y Consejerías autonómicas. Un acuerdo del CLIF que llega y se aprueba en Conferencia Sectorial tiene el mayor respaldo posible. Los acuerdos del CLIF también se incluyen en el *Plan de Actuaciones de Prevención y Lucha contra los Incendios Forestales* que se aprueba anualmente en Consejo de Ministros, y que incluye todas las acciones, medidas, y recursos estatales para este fin.

Comité Estatal de Coordinación y Dirección (CECOD)

Es el órgano de integración y participación de los organismos estatales implicados en la gestión de las emergencias que activen el Plan Estatal General de Emergencias de Protección Civil. De forma general, para las emergencias por incendios forestales, lo integran los Ministerios de Interior, Transición Ecológica y Reto Demográfico, Defensa y Presidencia. Tiene la función de coordinar las actuaciones de las emergencias mediante la activación del Mecanismo Nacional de Respuesta, a través del cual se movilizarán las capacidades operativas necesarias para la respuesta. Aparte de su activación durante las emergencias que así lo requieran, puede convocarse, en modalidad informativa, para la preparación de campañas anuales de protección civil y emergencias, así como para evaluar los resultados de estas.

Otras iniciativas

En relación con los incendios forestales, las comunidades autónomas llevan a cabo iniciativas de coordinación entre sí, en particular con las comunidades autónomas limítrofes, existiendo convenios de colaboración en este sentido entre muchas de ellas. Es un trabajo del que se es consciente de su necesidad.

El Estado también promueve acciones encaminadas a fomentar y mejorar la coordinación de cara a una mejor integración de los recursos, con el objetivo de conseguir la mayor eficacia y seguridad en la extinción de los incendios. Además de los documentos, orientaciones estratégicas y recomendaciones técnicas

elaboradas en el Comité de Lucha Contra Incendios Forestales (CLIF), existen otras iniciativas de carácter más práctico. Históricamente desde el departamento ministerial encargado del desarrollo de las competencias estatales en gestión de incendios, se han promovido cursos de formación para, por un lado, homogeneizar la capacitación del personal implicado, y por otra favorecer el enriquecedor y motivador intercambio de experiencias y conocimientos. En la actualidad se trabaja desde el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico en este sentido, a través del **Programa Nacional de Preparación en Incendios Forestales**.

Este programa supondrá un avance en la mejora de la preparación y respuesta de los operativos de prevención y extinción de incendios forestales, mediante el desarrollo de medidas que contribuyan a una eficiente y segura colaboración y coordinación interadministrativa a nivel regional, nacional e internacional de dichos operativos. El Programa Nacional de Preparación en Incendios Forestales cuenta con las siguientes líneas principales de actuación:

- Ejercicios conjuntos. Con el objeto de recrear situaciones reales en las que varias administraciones autonómicas se vean implicadas, haciendo hincapié en escenarios complejos y en la implementación del mando unificado de extinción.
- Intercambios de expertos. Con el objeto de capitalizar las distintas experiencias de las Comunidades Autónomas y el Estado relacionados con la gestión de los incendios forestales. De forma que, los técnicos que ocupan las distintas posiciones dentro de los respectivos sistemas de gestión de la emergencia estén mejor preparados, aumentando sus conocimientos y experiencias a la vez que se facilita la interoperabilidad de los recursos y se avanza en la implementación de estándares comunes.
- Equipo de expertos en evaluación y asesoramiento en incendios forestales (equipo FAST, por sus siglas en inglés: *Forest Fires Assessment and Advisory Team*). Con el objeto de poner en valor y a disposición, de forma solidaria, tanto a nivel internacional como nacional, la experiencia y conocimientos de los expertos españoles. Con esta iniciativa también se fomenta la convergencia de los dispositivos, al trabajar de forma conjunta expertos de distintas administraciones con un objetivo común.

Tras la puesta en marcha del programa, gracias a las actividades desarrolladas en el marco de los tres pilares que lo integran, se ha avanzado en la identificación de aspectos urgentes y necesarios de desarrollo, como una guía operativa para la implementación del mando unificado de extinción. También se han trabajado y extraído conclusiones sobre la gestión de los grandes incendios forestales, las situaciones de simultaneidad y los aspectos clave de análisis de los incendios forestales.

Retos de futuro

Entre los múltiples retos de futuro que se pueden identificar en relación con la planificación y gestión de los incendios forestales se exponen a continuación unas reflexiones sobre algunos de ellos.

Origen de los incendios forestales

En este sentido debemos recordar que, aunque estamos hablando de un fenómeno natural, que se desarrolla y se mueve marcado por elementos del medio natural, en nuestro país al menos el 80% de las causas que originan su inicio están relacionadas con la actividad humana (MAPA, 2019), bien por negligencias, bien de forma intencionada. Conocer este hecho es básico y crucial para orientar y desarrollar las políticas de planificación y gestión.

La situación actual en cuanto a la evolución socioeconómica de España, con el marcado abandono rural, traducido en pérdida de usos, explotaciones y población en este entorno, nos dibuja un escenario social en el que mucha parte de la población no conoce y no entiende qué son los incendios forestales, ni cómo se planifica su gestión. Sin embargo, hace uso y disfruta del entorno natural, ejerciendo una presión importante sobre el medio y exigiendo a los poderes públicos que trabajen para prevenir y extinguir los incendios forestales.

Por otra parte, está la escasa población del medio rural, agrícola, ganadera y forestal, que si conoce el medio y lo que supone un incendio forestal, pero que tiene que velar por sus intereses económicos, por su sustento, ya bien mermado por otras cuestiones socioeconómicas. Esta población está acostumbrada al uso del fuego como herramienta tradicional de gestión del paisaje. El reto principal es conciliar sus intereses con la responsabilidad de las administraciones de proteger el medio ambiente, la biodiversidad, la salud y la integridad de las personas.

Hay por tanto dos vías de acción de futuro en este sentido, por un lado, ampliar las campañas de educación y concienciación de la población en general. El objetivo debe ser conseguir un mayor entendimiento de la cuestión para conseguir una población más implicada y responsable, que asuma su parte y colabore en facilitar la gestión de los incendios forestales. Por otro lado, hay que dedicar mayores esfuerzos a acercar posturas con la población rural, a evitar que la administración sea vista únicamente como la responsable de regulaciones, prohibiciones, y sanciones que no entienden. Esto se podría abordar con una dedicación mayor en tiempo y personal, a través de iniciativas de diálogo conjuntas.

En cualquier caso, no se puede negar que tanto antes de iniciarse, como una vez iniciados, los incendios forestales están íntimamente ligados a las personas, y que, sin adoptar medidas inclusivas en este sentido, estaremos invirtiendo dinero, tiempo y esfuerzo, con una efectividad mucho menor de la deseable.

Instrumentos de regulación

La evolución de la normativa sobre incendios forestales, tal como las modificaciones de Ley de Montes ponen de manifiesto, se debe a la propia evolución de los incendios forestales en el contexto social, económico y climático actual, y al continuo desarrollo de los dispositivos de prevención y extinción autonómicos y Estatal.

En la actualidad, es un auténtico reto regular, promover acciones básicas y establecer elementos de coordinación con un reparto competencial tan descentralizado, con unas realidades territoriales muy diferenciadas, unos modelos organizativos propios, pero sobre un fenómeno que no entiende de fronteras ni físicas ni administrativas. En este sentido, merece una reflexión, si el punto en el que nos encontramos para abordar de forma coordinada, como país, unos eventos que nos afectan a todos, se queda corto o si, por el contrario, dado el escenario tan complejo del que partimos, hemos conseguido mucho, incluso más de lo que pensamos.

Las modificaciones normativas necesitan tiempo para poder ser evaluadas desde el punto de vista de su eficacia o necesidad de nuevos ajustes a través de nuevas modificaciones. Es necesario dar ese tiempo y proveer de los instrumentos necesarios para poder ejecutar las acciones exigidas en las normas. Dado el escenario multivariable descrito además deben ser instrumentos y procedimientos que eviten el estancamiento, siempre dentro del orden constitucional.

Entre los retos de futuro en cuanto a la regulación de aspectos de planificación y gestión de incendios forestales, se encuentra abordar muchas cuestiones pendientes, algunas más urgentes y otras más necesarias. Pero, sobre todo, el reto radica, en alcanzar una actitud de convencimiento de mejora, con un empuje conjunto y coordinado de las administraciones competentes, a pesar de las realidades que se hayan desarrollado en cada territorio.

Políticas de medio ambiente y emisiones de gases de efecto invernadero

En los últimos años, el aumento de la regulación en materia de medio ambiente en sentido amplio ha sido exponencial. Esto era necesario, indiscutible, para poder abordar la relación del hombre con la tierra de una forma más equilibrada y respetuosa. También para proteger de forma específica la salud de las personas.

El cambio climático es una realidad innegable, y su conexión con la emisión de gases de efecto invernadero también. La regulación en esta materia, centrada en la reducción de la emisión de dichos gases, está teniendo unas derivadas que afectan al futuro de la planificación y gestión de los incendios forestales. Por un lado, se está fomentando la plantación de árboles como sumideros de carbono, y esto, junto a la tendencia del aumento de la superficie forestal a nivel mundial (en gran parte por el abandono rural), supondrá mayores masas arboladas, que indiscutiblemente deberían contar con una planificación y gestión antes y después de dicha plantación, considerando los incendios forestales como un aspecto clave de estas. Por otro lado, se está viendo que

la tendencia general es a prohibir el uso del fuego como herramienta de eliminación de restos para quemar en el medio rural, agrario y silvícola, en base al perjuicio al medio ambiente, a la calidad del aire y por tanto a la salud de las personas. Esta aproximación al uso del fuego desde el único punto de vista de las emisiones que produce se queda muy corta respecto a lo que esta herramienta tradicional supone para las poblaciones que lo utilizan. En materia de regulación se debe tener cuidado entre buscar el ideal y romper una realidad sobre el territorio muy diferente, al menos, se debe apostar por hacerlo de forma paulatina, con medidas de adaptación, y explicando las motivaciones al respecto.

El fuego forma parte de los ecosistemas, es un elemento de renovación de estos, y las emisiones de vegetación en pie, son neutras desde el punto de vista de que se emite lo que ya se había secuestrado durante muchos años. Además, el fuego es necesario como una de las herramientas de prevención de incendios, a través de las quemas prescritas y controladas, y una herramienta fundamental de formación de los dispositivos. La mayor restricción de su uso a la que parece que nos lleva el futuro, puede traer consecuencias muy negativas de cara a la gestión de los incendios forestales. Tanto porque se continúe su uso de forma ilegal y no controlada, generando incendios forestales, como por la mayor acumulación de combustible, que no se ha podido eliminar por otros medios.

Este es el reto de futuro, aunar la defensa del medio ambiente, de la salud de las personas, desde una perspectiva global, conociendo bien las implicaciones de las decisiones tomadas. Se trata de valorar las consecuencias de estas políticas y pensarlas de antemano, con todas las variables sobre la mesa, para evitar encontrarnos que, aunque por un lado se está consiguiendo un beneficio, por el otro se está generando mayores riesgos. Nada es inocuo, ninguna acción lo es, pero al menos se deben tener en cuenta todos los factores e implicaciones de las distintas políticas sectoriales y grupos de afectados.

Enfoque de emergencia de protección civil

Como ya se ha mencionado sólo un pequeño porcentaje de los incendios forestales tienen implicaciones sobre la población y las infraestructuras, requiriendo acciones de evacuación, realojo, confinamiento, cortes de carreteras, vías de tren o líneas eléctricas. Sin embargo, existe una tendencia, posiblemente con gran parte de su base en la mediatización de los eventos de incendios forestales, que parece suponer que todos los incendios forestales son emergencias de protección civil, y que por tanto requieren más y más medios para su extinción, sin parar a analizar otras cuestiones. La mediatización de los incendios también va de la mano de la politización de estos, ambas cuestiones nefastas para centrar los aspectos importantes de la gestión de los incendios forestales. Ni una cosa ni la otra ayudan a revertir el histórico desequilibrio entre las inversiones en prevención y extinción.

Para apoyar este equilibrio necesario entre prevención y extinción también ayudaría la conexión de ambas líneas de trabajo en los mismos departamentos de

las administraciones competentes. La separación que existe en muchos territorios dificulta enormemente la coordinación y el enfoque de la cuestión de forma integrada.

Ya se ha mencionado también, que, aunque los eventos de incendios forestales son un fenómeno natural, hay mucho margen de acción en cuanto a su prevención y la reducción del riesgo. No es el caso de otros fenómenos naturales como huracanes o terremotos sobre los que poco se puede hacer en las fases previas a su desarrollo.

El reto de futuro pasa por la toma de decisiones políticas valientes y estratégicas, que iguallen la balanza entre los recursos y la relevancia de las acciones de anticipación y preparación, con las de respuesta. Para ello se debe poner de relevancia el enfoque forestal de la cuestión, pues siempre, haya afecciones de protección civil o no, el fuego estará evolucionando y desarrollándose en el medio forestal. Una parte de la emergencia será de protección civil, pero el todo siempre será forestal.

Bibliografía

MAPA, 2019. Los Incendios Forestales en España Decenio 2006-2015. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente

ANÁLISIS DE LA INTEGRACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE PLANIFICACIÓN

Eva Marino. Agresta Sociedad Cooperativa.

Gonzalo Muñoz. Agresta Sociedad Cooperativa.

Miguel Ángel Noriega. Agresta Sociedad Cooperativa.

Introducción

El presente capítulo presenta los resultados de un estudio que evaluó el grado de integración de los instrumentos de planificación de los espacios protegidos Red Natura 2000 y las herramientas de prevención y lucha contra incendios forestales existentes. Por un lado, se analizó la consideración del fuego como un elemento más en la gestión de los espacios protegidos de ámbito terrestre. Por otro lado, dentro de los planes de defensa contra incendios forestales se analizó el nivel de consideración de estos espacios de alto valor ecológico en la planificación de actuaciones de prevención y protección.

Para la elaboración del estudio se realizó un análisis de planes de gestión Red Natura donde el fuego se reporta como presión o amenaza y de planes de defensa contra incendios actualmente en vigor. Ambos tipos de planes fueron seleccionados de forma que incluyesen las diferentes regiones biogeográfica terrestres presentes en España así como una máxima representación territorial y de tipos de hábitats. El análisis de los planes incorporó una valoración del grado de consideración de aspectos relevantes en relación a la integración de ambos conceptos (espacios protegidos e incendios forestales), permitiendo una evaluación cuantitativa mediante criterios comunes previamente definidos para cada tipo de planes.

El objetivo del trabajo fue proporcionar información contrastada que permita a los técnicos responsables conocer el grado de interacción entre los instrumentos de planificación de los espacios protegidos y los planes de defensa contra incendios. Este conocimiento pretende sentar las bases de una mejor atención a los incendios forestales dentro de las herramientas de gestión de la Red Natura 2000 y viceversa, con el fin de incrementar la capacidad de evaluar la sensibilidad frente al fuego de los elementos vulnerables en cada uno de los espacios y poder priorizar las medidas adecuadas a adoptar para la mejor conservación de los valores naturales a proteger.

Metodología del estudio

Para la consecución de este trabajo de análisis se realizaron una serie de acciones que permitieron recopilar la información necesaria para la evaluación de la integración de las respectivas herramientas de planificación. En primer lugar se definieron los diferentes criterios a evaluar, con el objeto de disponer de un elemento común para la valoración del grado de consideración de los incendios forestales en planes de

gestión de los sitios Natura 2000, y de los espacios naturales protegidos (ENP) en los planes de defensa contra incendios, respectivamente. Se elaboraron por tanto dos checklists independientes con una serie de criterios a evaluar, una para el análisis de los planes de espacios Red Natura 2000 y otra para el análisis de los planes de defensa contra incendios forestales.

Una vez definidas, ambas checklists se emplearon para hacer el análisis de los instrumentos de planificación. Para ello se recopiló la documentación existente, seleccionando los planes a analizar en cada caso.

A continuación se describen los criterios empleados en el análisis de los distintos instrumentos de planificación. En ambos casos, cada uno de los aspectos considerados se valoró cuantitativamente para cada plan analizado, con un rango de 0 (ausencia total) a 10 (máxima consideración).

Criterios de valoración de los planes de gestión de los sitios de la Red Natura 2000

Se elaboró una lista con elementos que permitieran analizar cómo se incorpora la gestión del fuego dentro de los planes de gestión de los sitios de la Red Natura 2000, tanto en el aspecto ecológico como en el estrictamente preventivo. Los aspectos valorados en cada plan de gestión Red Natura seleccionado fueron los siguientes:

1. Menciona la existencia del riesgo de incendio como amenaza a especies o hábitats de los ENP O espacios protegidos Red Natura 2000 (EPRN2000 en lo sucesivo)
2. Incorpora un diagnóstico cuantitativo y cualitativo sobre incendios
3. Identifica las principales causas y motivaciones de incendios en los ENP O EPRN2000 (natural, intencionado, negligente o accidental, etc.) y analiza su impacto en las especies o hábitats vulnerables
4. Reconoce las funciones ecológicas del fuego como elemento beneficioso para la conservación o mejora de algunas especies o hábitats del ENP O EPRN2000
5. Incorpora recomendaciones específicas sobre planificación del uso del fuego (frecuencia, intensidad, época del año) como elemento necesario para la conservación de especies o hábitats del ENP O EPRN2000
6. Menciona la existencia del uso tradicional del fuego, dentro o fuera del ENP O EPRN2000 (ej. en las zonas periféricas, áreas de interfaz agrícola-forestal colindantes, etc.), valorando su impacto positivo o negativo sobre las especies y hábitats vulnerables
7. Incorpora un inventario de infraestructuras preventivas existentes o una propuesta de actuaciones necesarias para su creación y/o mantenimiento (puntos de agua, torres vigilancia, cortafuegos lineales perimetrales, etc.)

8. Incorpora propuestas de silvicultura preventiva orientadas a la aplicación de tratamientos (desbroces, podas, claras, etc.) para mejorar la eficacia de las actuaciones del operativo de incendios
9. Incorpora propuestas de silvicultura preventiva para mejorar la resistencia y resiliencia de las masas forestales vulnerables frente al paso del fuego
10. En caso de existir, las actuaciones para la prevención del riesgo de incendio (infraestructuras, silvicultura preventiva, etc.) se planifican en base a criterios técnicos de gestión de incendios (localización en puntos estratégicos-PEGs, uso de simuladores del comportamiento potencial del fuego y/o aplicación de metodologías de conocimiento experto)
11. Menciona limitaciones legales o restricciones para la aplicación de tratamientos preventivos de tipo mecánico (desbroces, claras, podas)
12. Menciona limitaciones legales o restricciones para uso del fuego (quemadas prescritas, fuego técnico) como herramienta de gestión preventiva
13. Menciona limitaciones legales o restricciones para la incorporación del pastoreo controlado como herramienta de gestión preventiva
14. Establece fórmulas de coordinación en materia de prevención y extinción, con los servicios competentes de las respectivas administraciones
15. En relación con la comunicación, sensibilización y educación ambiental, se incluyen los incendios forestales como un elemento más a considerar

Criterios de valoración de los planes de prevención y lucha contra incendios forestales

Se contemplaron los elementos que permitan identificar la incorporación y el grado de profundidad con el que se integran los requerimientos de las especies y los tipos de hábitats de interés comunitario en los planes de prevención y lucha contra incendios forestales. Los aspectos valorados en cada plan de defensa contra incendios seleccionado fueron los siguientes:

1. Menciona la existencia de la Red Natura 2000
2. Identifica, cataloga y localiza los hábitats y especies de interés comunitario de la Red Natura 2000
3. Identifica la normativa que regula los espacios protegidos Red Natura 2000
4. Identifica y describe los elementos relativos a los incendios forestales existentes en los distintos instrumentos de gestión (PORN, PRUG, Planes de Gestión, etc.).
5. Considera los ENP O EPRN2000 como factores condicionantes para la gestión forestal preventiva (posibles limitaciones a la planificación de actuaciones necesarias para reducir el riesgo de una manera eficaz).

6. Identifica los ENP O EPRN2000 como elementos de protección prioritaria (elementos vulnerables) frente al riesgo de incendio forestal
7. Identifica medidas específicas de conservación de posible aplicación en el ENP O EPRN2000 en materia de prevención de IF, condicionantes para el aprovechamiento forestal/agrícola/ganadero y/o limitación en la construcción de infraestructuras
8. Evalúa el daño potencial de los hábitats frente al paso del fuego mediante simulación del comportamiento del incendio
9. Hace referencia a los ENP O EPRN2000 en la localización y diseño de infraestructuras preventivas (puntos estratégicos de gestión, PEGs)
10. Identifica el uso de fuego técnico como herramienta de gestión
11. En el caso de aplicación del fuego técnico, se incluyen consideraciones especiales para su uso en relación a los ENP O EPRN2000
12. Identifica relación entre los incendios, naturales o antrópicos, y la presencia de determinados modelos de combustible y hábitats
13. Establece medidas o criterios a considerar en relación con la utilización del fuego en prácticas tradicionales (quemadas agrícolas, ganaderas, etc.) y el mantenimiento de determinados hábitats

Selección de instrumentos de planificación y gestión

Se realizó una búsqueda y recopilación de documentación existente sobre planes vigentes en las distintas comunidades autónomas, tanto relativos a planes de gestión de espacios Red Natura 2000 como a planes de defensa contra incendios forestales. A partir de un listado inicial de cada tipología se hizo la selección final de los 32 planes incluidos en el estudio.

En el caso de los espacios Red Natura 2000, se seleccionaron 16 planes de gestión donde el fuego se ha reportado como presión o amenaza. Para su elección, se tuvo en cuenta una representación de las cuatro regiones biogeográfica terrestres presentes en España en función de su importancia por grado de ocupación: mediterránea, atlántica, macaronésica y alpina. Además, se trataron de seleccionar los planes de forma que hubiese la mayor diversidad posible de hábitats así como la máxima representación territorial de las distintas comunidades autónomas. En la tabla 1 se puede ver el listado de planes seleccionados.

En el caso de los instrumentos de prevención incendios forestales, se seleccionaron 16 planes de defensa cuyo ámbito territorial incluía espacios Red Natura 2000, generalmente con un mínimo del 25% de su superficie ocupada por ZECs, LICs o ZEPAs. Al igual que en el caso anterior, los planes se eligieron de forma que hubiese una máxima representación de las distintas comunidades autónomas, así como una presencia equilibrada de las cuatro regiones biogeográfica terrestres según su

extensión en España. En la tabla 2 se puede ver el listado de planes seleccionados para el análisis.

La representación territorial a nivel autonómico de la documentación incluida en este estudio (planes de gestión de espacios Red Natura y planes de defensa contra incendios forestales) se muestra en la figura 1:

ID	Nombre del espacio	Código	Red Natura	Provincia	CCAA	Región biogeográfica
1	Larra-Aztaparreta	ES0000123	ZEC y ZEPA	Navarra	Navarra	Alpina
2	Roncesvalles-Selva de Irati	ES0000126	ZEC y ZEPA	Navarra	Navarra	Alpina
3	Valles altos del Nansa y Saja y Alto Campoo	ES1300021	ZEC	Cantabria	Cantabria	Atlántica
4	Somiedo	ES0000054	ZEC y ZEPA	Asturias	Asturias	Atlántica
5	Corona Forestal	ES7020054	ZEC (incluido en ZEPA (Montes y cumbre de Tenerife (ES0000107)))	Santa Cruz de Tenerife (Tenerife)	Canarias	Macaronésica
6	Tamadaba	ES0000111	ZEC (incluido en ZEPA (Tamadaba (ES0000346)))	Las Palmas (Gran Canaria)	Canarias	Macaronésica
7	Sierras del Nordeste (Sierra de La Sagra)	ES6140005	ZEC	Granada	Andalucía	Mediterránea
8	Sierras de Gádor y Énix	ES6110008	ZEC	Almería	Andalucía	Mediterránea
9	Sierra de Gata	ES4320037	ZEC (y ZEPA)	Cáceres	Extremadura	Mediterránea
10	Sabinares de Campillos - Sierra y Valdemorillo de la Sierra	ES4230005	ZEC	Cuenca	Castilla-La Mancha	Mediterránea
11	Sierras de Demanda, Urbión, Cebollera y Cameros	ES0000067	ZEC y ZEPA	La Rioja	La Rioja	Mediterránea

12	Sierra de Martés y el Ave	ES5233011	ZEC (incluido en ZEPA (Sierra de Martés - Muela de Cortes (ES0000212))	Valencia	Comunidad Valenciana	Mediterránea
13	Sierra de la Culebra	ES4190033	ZEC	Zamora	Castilla y León	Mediterránea
14	Sierra de Gredos	ES4110002	ZEC y ZEPA	Ávila	Castilla y León	Mediterránea
15	Cuenca del río Guadarrama	ES3110005	ZEC	Madrid	Madrid	Mediterránea
16	Cimals de la Serra	ES5310027	ZEC y ZEPA	Islas Baleares (Mallorca)	Islas Baleares	Mediterránea

Tabla 1: Listado de planes de gestión de espacios Red Natura 2000 analizados.

ID	Nombre	Ámbito de aplicación	Provincia	CCAA	Región biogeográfica
1	Plan de Prevención contra Incendios Forestales en el Concejo de Ibias	Municipal	Asturias	Asturias	Atlántica
2	Localización de puntos críticos de gestión del combustible en la comarca de Bidasoa	Comarcal	Navarra	Navarra	Atlántica
3	Plan Municipal de Prevención y Defensa contra Incendios Forestales del Concello de A Pobra do Brollón	Municipal	Lugo	Galicia	Atlántica
4	Localización de puntos críticos de gestión del combustible en los municipios de Arce y Lizoain	Municipal	Navarra	Navarra	Alpina / Mediterránea
5	Plan Comarcal de Defensa contra Incendios Forestales “Campo de Calatrava Sur”	Comarcal	Ciudad real	Castilla-La Mancha	Mediterránea
6	Plan integral de prevención y defensa contra incendios forestales del Parque Regional de Carrascoy y El Valle	Parque Regional	Murcia	Murcia	Mediterránea

7	Plan de prevención de incendios forestales en el Perímetro de Protección Prioritaria (PPP) T3 Macizo de las Montañas de Prades-Bosque de Poblet	Macizo	Tarragona	Cataluña	Mediterránea
8	Plan de Defensa contra Incendios Forestales de la Muela de Zuera	Macizo	Zaragoza	Aragón	Mediterránea
9	Estudio y propuesta de actuaciones sobre zonas estratégicas de gestión de grandes incendios forestales, en el entorno de la Base BRIF de Pinofranqueado	Comarcal	Cáceres	Extremadura	Mediterránea
10	Revisión del Plan de prevención de incendios forestales del PN de la Serra Calderona (Localización de PEGs)	Parque Natural	Valencia y Castellón	Comunidad Valenciana	Mediterránea
11	Plan de Prevención de Incendios Forestales de la Demarcación de Sant Mateu	Demarcación forestal	Castellón	Comunidad Valenciana	Mediterránea
12	Plan Comarcal de Defensa contra Incendios Forestales “Vertientes de Tajuña”	Comarcal	Guadalajara	Castilla-La Mancha	Mediterránea
13	Plan Comarcal de Defensa contra Incendios Forestales “Sierra de Alcaraz y Segura”	Comarcal	Albacete	Castilla-La Mancha	Mediterránea
14	Plan general de defensa contra incendios forestales de las islas Baleares	Comunidad Autónoma	Islas Baleares	Islas Baleares	Mediterránea
15	Plan de Defensa contra Incendios Forestales en la zona Este de la Comunidad de Madrid	Comarcal (8 incluidas)	Madrid	Madrid	Mediterránea
16	Plan de defensa contra incendios forestales de la zona de alto riesgo de la isla de La Gomera	Isla	Sta. Cruz de Tenerife (La Gomera)	Canarias	Macaronésica

Tabla 2: Listado de planes de gestión de defensa contra incendios forestales analizados



Figura 1: Origen de la documentación incluida en el análisis de los instrumentos de planificación: planes de gestión Red Natura 2000 (verde) y planes de defensa contra incendios (rojo).

Resultados del análisis de integración de los instrumentos de planificación

Análisis de planes de gestión de espacios Red Natura 2000

El propósito de este análisis fue comprobar el grado de consideración de las labores de prevención y lucha contra los incendios forestales dentro de los planes de gestión de espacios Red Natura 2000. A continuación se resumen los resultados generales del análisis de los planes de gestión estudiados, según los criterios definidos para la evaluación de estos instrumentos de planificación de espacios Red Natura 2000. Los valores promedio resultantes de la cuantificación de cada aspecto considerado se muestran en la figura 2.

1. Menciona la existencia del riesgo de incendio como amenaza a especies o hábitats de los ENP O EPRN2000

Por lo general, se citan los incendios como amenaza, dando en algunos casos el detalle de a qué hábitats y/o especies afecta en mayor medida y, en algunos casos puntuales se describen las causas de éstos.

2. Incorpora un diagnóstico cuantitativo y cualitativo sobre incendios

No se realiza este diagnóstico en todos los planes, si bien en algunos de ellos se detalla qué impactos producen, principalmente relacionado con la afección a hábitats y/o especies concretos.

3. **Identifica las principales causas y motivaciones de incendios en los ENP O EPRN2000 (natural, intencionado, negligente o accidental, etc.) y analiza su impacto en las especies o hábitats vulnerables**

No se detalla en todos los planes. En los que se menciona algún tipo de causa y motivación, éstas están fundamentalmente relacionadas con las quemadas controladas e incontroladas para la conservación o aumento de las superficies dedicadas a pastos.

4. **Reconoce las funciones ecológicas del fuego como elemento beneficioso para la conservación o mejora de algunas especies o hábitats del ENP O EPRN2000**

No suele mencionar este tipo de beneficios, generalmente los incendios son considerados como un impacto negativo sobre los hábitats protegidos.

5. **Incorpora recomendaciones específicas sobre planificación del uso del fuego (frecuencia, intensidad, época del año) como elemento necesario para la conservación de especies o hábitats del ENP O EPRN2000**

Ninguno de los planes de gestión analizados menciona recomendaciones de este tipo.

6. **Menciona la existencia del uso tradicional del fuego, dentro o fuera del ENP O EPRN2000 (ej. en las zonas periféricas, áreas de interfaz agrícola-forestal colindantes, etc.), valorando su impacto positivo o negativo sobre las especies y hábitats vulnerables**

No se suelen citar como tal de manera explícita. En algunos planes se detallan este tipo de usos al relacionar los incendios con quemadas tradicionales, controladas o no, ligadas a la generación de pastos generalmente en la zona alpina, o quemadas de matorrales, rastrojos y restos de podas en la zona atlántica.

7. **Incorpora un inventario de infraestructuras preventivas existentes o una propuesta de actuaciones necesarias para su creación y/o mantenimiento (puntos de agua, torres vigilancia, cortafuegos lineales perimetrales, etc.)**

No se realiza este tipo de inventario en los planes de gestión consultados.

8. **Incorpora propuestas de selvicultura preventiva orientadas a la aplicación de tratamientos (desbroces, podas, claras, etc.) para mejorar la eficacia de las actuaciones del operativo de incendios**

De manera general no se detallan propuestas concretas y planificadas. Tan sólo algunos planes de la zona atlántica y mediterránea mencionan este tipo de actuaciones pero sin detallar cómo, cuándo y dónde se han de realizar.

9. **Incorpora propuestas de selvicultura preventiva para mejorar la resistencia y resiliencia de las masas forestales vulnerables frente al paso del fuego**

Al igual que en punto anterior, no se detallan propuestas concretas y planificadas, únicamente ciertos planes mencionan este tipo de actuaciones sin detallar la manera de llevarlas a cabo.

10. En caso de existir, las actuaciones para la prevención del riesgo de incendio (infraestructuras, selvicultura preventiva, etc.) se planifican en base a criterios técnicos de gestión de incendios (localización en puntos estratégicos-PEGs, uso de simuladores del comportamiento potencial del fuego y/o aplicación de metodologías de conocimiento experto)

No se planifican este tipo de actuaciones en los planes de gestión consultados.

11. Menciona limitaciones legales o restricciones para la aplicación de tratamientos preventivos de tipo mecánico (desbroces, claras, podas)

Muy pocos planes lo mencionan explícitamente. En caso de citarse algún tipo de limitación, están ligadas a normativa vigente o presencia de determinados hábitats o especies a conservar/proteger.

12. Menciona limitaciones legales o restricciones para uso del fuego (quemas prescritas, fuego técnico) como herramienta de gestión preventiva

Se menciona en muy pocos planes, generalmente en la zona atlántica y mediterránea. En caso de citarse algún tipo de limitación, éstas están relacionadas con la regulación de las quemas que se producen en el ámbito territorial del plan.

13. Menciona limitaciones legales o restricciones para la incorporación del pastoreo controlado como herramienta de gestión preventiva

Únicamente uno de los planes (incluido en la zona mediterránea) menciona el pastoreo controlado como herramienta de gestión, si bien no establece limitaciones como tal sino que trata de fomentar esta actuación.

14. Establece fórmulas de coordinación en materia de prevención y extinción, con los servicios competentes de las respectivas administraciones

Se citan este tipo de fórmulas en varios planes, proponiendo que se sigan las determinaciones de planes o normas vigentes o bien, que se produzca una coordinación entre agentes con competencias en la materia.

15. En relación con la comunicación, sensibilización y educación ambiental, se incluyen los incendios forestales como un elemento más a considerar

Solo dos planes (ambos de la zona atlántica) citan algún tipo de actuación en la materia, aunque sin detallar cuáles serían y cómo se han de llevar a cabo.

En las siguientes graficas se pueden observar las diferencias en el grado de consideración de los distintos aspectos evaluados entre los planes de gestión Red Natura 2000 según las distintas regiones biogeográficas y el tipo de espacio protegido: sólo ZEC o ZEC+ZEPA.

Planes RN2000

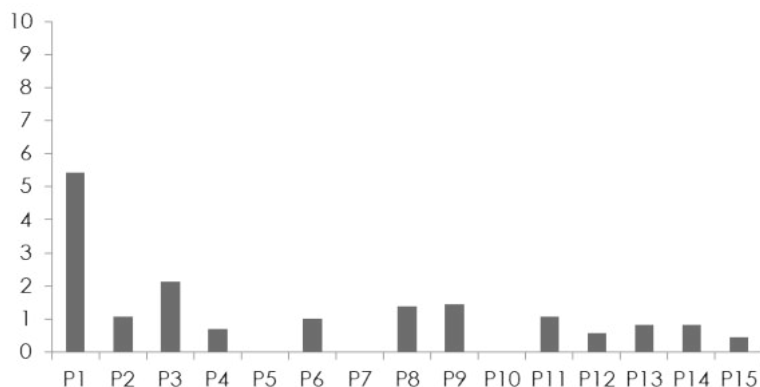


Figura 2: Valoración promedio de los elementos considerados en el análisis de planes de gestión Red Natura 2000.

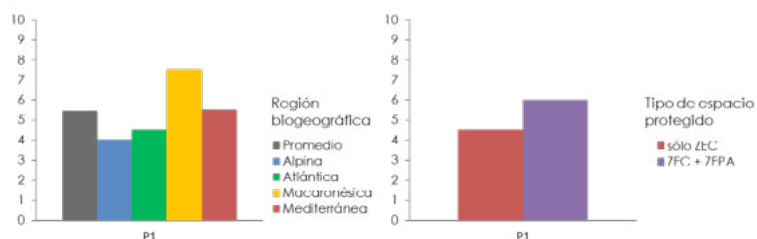


Figura 3: Valoración planes RED NATURA- P1. Menciona la existencia del riesgo de incendio como amenaza a especies o hábitats de los ENP O EPRN2000

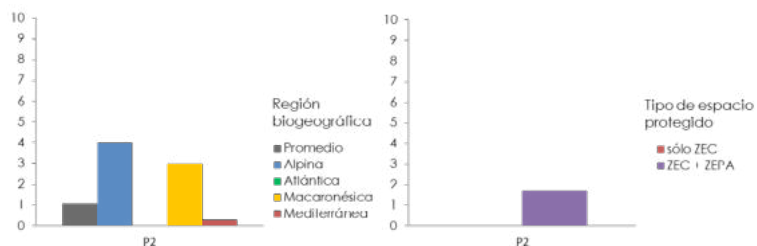


Figura 4: Valoración planes RED NATURA – P2. Incorpora un diagnóstico cuantitativo y cualitativo sobre incendios

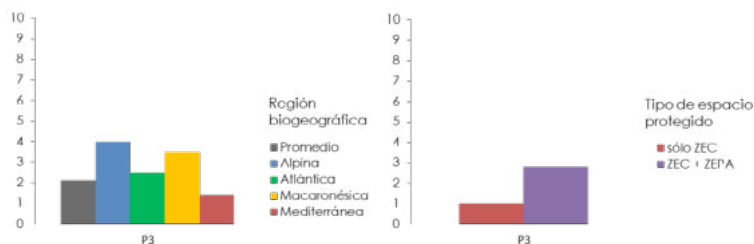


Figura 5: Valoración planes RED NATURA – P3. Identifica las principales causas y motivaciones de incendios en los ENP O EPRN2000 (natural, intencionado, negligente o accidental, etc.) y analiza su impacto en las especies o hábitats vulnerables

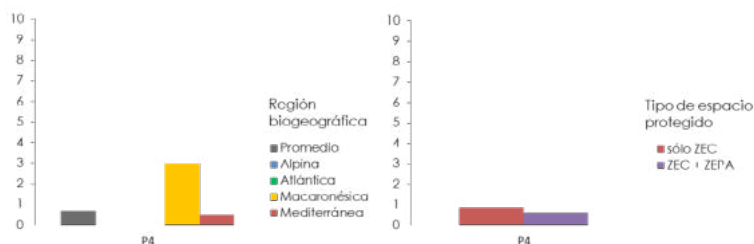


Figura 6: Valoración planes RED NATURA – P4. Reconoce las funciones ecológicas del fuego como elemento beneficioso para la conservación o mejora de algunas especies o hábitats del ENP O EPRN2000

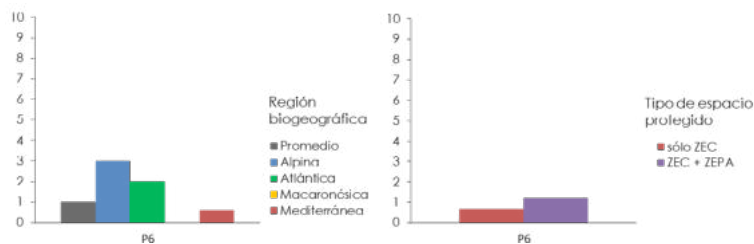


Figura 7: Valoración planes RED NATURA – P6. Menciona la existencia del uso tradicional del fuego, dentro o fuera del ENP O EPRN2000 (ej. en las zonas periféricas, áreas de interfaz agrícola-forestal colindantes, etc.), valorando su impacto positivo o negativo sobre las especies y hábitats vulnerables

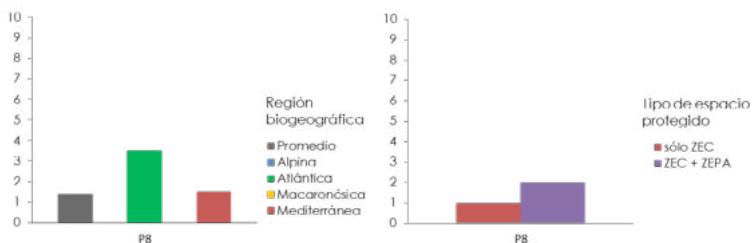


Figura 8: Valoración planes RED NATURA – P8. Incorpora propuestas de selvicultura preventiva orientadas a la aplicación de tratamientos (desbroces, podas, claras, etc.) para mejorar la eficacia de las actuaciones del operativo de incendios

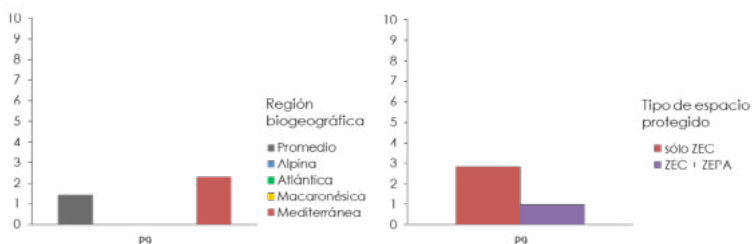


Figura 9: Valoración planes RED NATURA – P9. Incorpora propuestas de selvicultura preventiva para mejorar la resistencia y resiliencia de las masas forestales vulnerables frente al paso del fuego

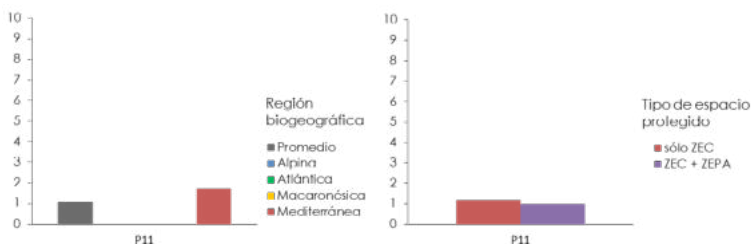


Figura 10: Valoración planes RED NATURA - P11. Menciona limitaciones legales o restricciones para la aplicación de tratamientos preventivos de tipo mecánico (desbroces, claras, podas)

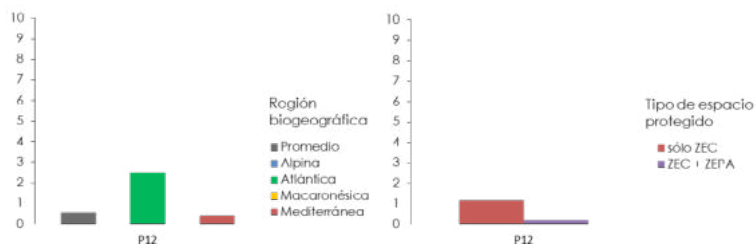


Figura 11: Valoración planes RED NATURA - P12. Menciona limitaciones legales o restricciones para uso del fuego (quemadas prescritas, fuego técnico) como herramienta de gestión preventiva

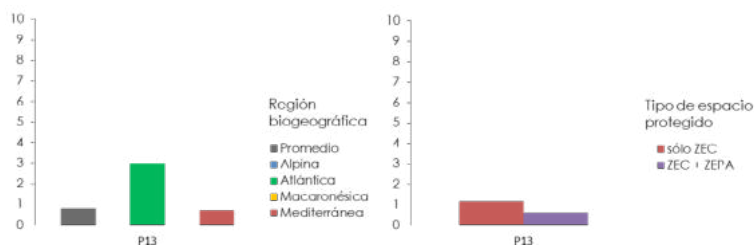


Figura 12: Valoración planes RED NATURA- P13. Menciona limitaciones legales o restricciones para la incorporación del pastoreo controlado como herramienta de gestión preventiva

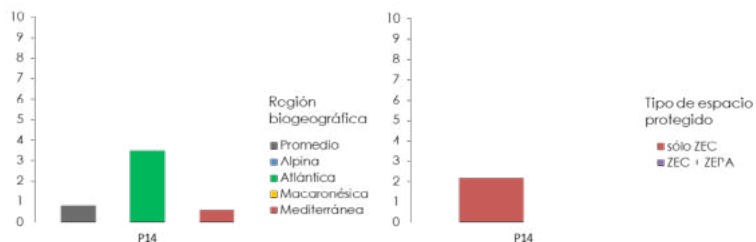


Figura 13: Valoración planes RED NATURA - P14. Establece fórmulas de coordinación en materia de prevención y extinción, con los servicios competentes de las respectivas administraciones

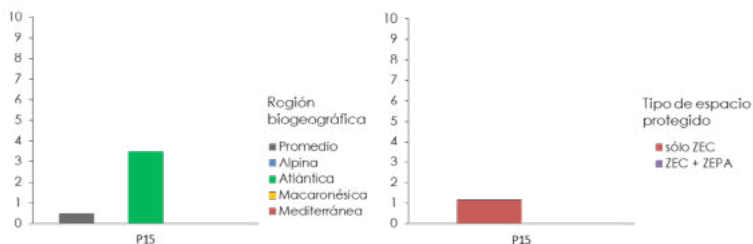


Figura 14: Valoración planes RED NATURA - P15. En relación con la comunicación, sensibilización y educación ambiental, se incluyen los incendios forestales como un elemento más a considerar

Análisis de planes de prevención y lucha contra incendios forestales

El propósito del análisis de estos planes fue comprobar el grado de consideración de las especies y los tipos de hábitats de interés comunitario, así como de los espacios protegidos Red Natura 2000, dentro de los planes de prevención y lucha contra incendios forestales. A continuación se resumen los resultados generales del análisis de los planes de defensa contra incendios forestales estudiados según los criterios considerados. Los valores promedio resultantes de la cuantificación de cada aspecto en la correspondiente checklist se muestran en la figura 15.

1. Menciona la existencia de ENP O EPRN2000 de la Red Natura 2000

Prácticamente la totalidad de los planes incluyen un apartado específico donde se hace referencia a los espacios protegidos Red Natura 2000 incluidos en su ámbito de aplicación. Los proyectos de planificación que no lo incluyen generalmente tienen el objetivo de localizar PEGs cuyos resultados se integran en proyectos de ordenación o planes de gestión más amplios.

2. Identifica, cataloga y localiza los hábitats y especies de interés comunitario de los espacios protegidos Red Natura 2000

Por lo general, en los planes de menor escala no se identifica ni se describe el tipo de hábitat más allá de nombrar ciertas especies de fauna y flora catalogadas como amenazadas. En el caso de los planes de ámbito comarcal, sí que se identifican, catalogan y localizan los Hábitats de interés comunitario y otros elementos a considerar con mayor nivel de detalle.

3. Identifica la normativa que regula los espacios protegidos Red Natura 2000

La mayoría de los planes revisados hacen referencia a la normativa de los ENP O EPRN2000, bien en el apartado específico de normativa general del proyecto o en el apartado específico de identificación de ENP O EPRN2000.

4. Identifica y describe los elementos relativos a los incendios forestales existentes en los distintos instrumentos de gestión (PORN, PRUG, Planes de Gestión, etc.).

Por lo general no se hace referencia a los instrumentos de gestión de los ENP O EPRN2000. En caso de identificarlos (ej. algunos planes de la zona mediterránea), sólo se describen los elementos relativos a los incendios forestales de forma general, sin entrar en detalle, y la obligatoriedad de redactar planes básicos de prevención de incendios. En ningún plan revisado se hace referencia a elementos específicos de incendios forestales recogidos en sus planes de gestión.

5. **Considera los ENP O EPRN2000 como factores condicionantes para la gestión forestal preventiva (posibles limitaciones a la planificación de actuaciones necesarias para reducir el riesgo de una manera eficaz).**

Sólo la mitad de los planes de incendios revisados hacen alguna referencia a los posibles condicionantes o limitaciones a la planificación de actuaciones en zonas afectadas por algún ENP O EPRN2000. En estos planes se identifica de forma general que se tendrán en consideración, pero no establece cómo ni en qué medida, pese a que se identifica que comparten el objetivo de conservar el hábitat y preservarlo de perturbaciones. Algunos proyectos de planificación llevan asociado dentro de sus acciones a desarrollar en el punto de intervención preventiva la *“definición de criterios para la integración de la prevención de incendios forestales en los instrumentos de planificación y gestión de Espacios Naturales Protegidos y de la Red Natura 2000”*. Otros incorporan como anexo al documento de planificación un DAE (documento ambiental estratégico) para asegurar la integración de aspectos ambientales al proyecto, o la necesidad de un informe de sostenibilidad ambiental que defina los criterios y requerimientos ambientales del desarrollo del proyecto.

6. **Identifica los ENP O EPRN2000 como elementos de protección prioritaria (elementos vulnerables) frente al riesgo de incendio forestal**

De forma general se hace referencia a los ENP O EPRN2000 como elementos vulnerables, de protección prioritaria o de alto valor natural, integrándolos en algún caso en los factores considerados para la elaboración de distintos índices de priorización de defensa frente a incendios por la demanda de protección. En los planes de menor escala analizados (ámbito de planificación a escala de monte, dentro de planes de ordenación) no se considerada este aspecto.

7. **Identifica medidas específicas de conservación de posible aplicación en el ENP O EPRN2000 en materia de prevención de IF, condicionantes para el aprovechamiento forestal/agrícola/ganadero y/o limitación en la construcción de infraestructuras**

En la mayoría de los planes consultados no se identifican medidas específicas de conservación o condicionantes de los aprovechamientos. En algunos se indica que las actuaciones relativas a la ejecución de infraestructuras planificadas deben ser sometidas a evaluación de impacto ambiental, o mencionan

limitaciones específicas para los tratamientos del combustible a realizar en zonas próximas a la localización de especies protegidas.

8. Evalúa el daño potencial de los hábitats frente al paso del fuego mediante simulación del comportamiento del incendio

Generalmente no se hace referencia al daño potencial de los hábitats protegidos de forma explícita. En algunos planes más recientes se evalúan mediante simulación los parámetros que definen las áreas fuera de capacidad de extinción en función del comportamiento potencial del fuego (longitud de llama, velocidad de propagación, actividad de fuego de copas), sin hacer referencia específica a los espacios protegidos, si bien la intensidad del fuego tiene relación directa con la severidad y el nivel de daño potencial a los ecosistemas. En algún caso puntual se hace referencia a dinámicas post-incendio por tipo de formación forestal.

9. Hace referencia a los ENP O EPRN2000 en la localización y diseño de infraestructuras preventivas (PEGs)

Por lo general, no se hace referencia específica a los ENP O EPRN2000 en el diseño de PEGs ya que estas actuaciones se localizan en base a criterios de maximización de la eficiencia y eficacia de las actuaciones preventivas, independientemente de si afectan al ENP O EPRN2000 (punto de vista de las operaciones de extinción).

10. Identifica el uso de fuego técnico como herramienta de gestión

Se observa una mayor consideración del uso de fuego técnico, bien como herramienta de gestión o viene como herramienta de ataque indirecto (maniobra de extinción) en los planes más recientes. Parece que la tendencia es a potenciar y regular su uso a través del desarrollo de planes de ordenación de quemas prescritas (zona mediterránea y macaronésica). En este sentido, no se desarrolla o especifica en qué condiciones o bajo qué circunstancias pueden ejecutarse dichas quemas, excepto en algún caso puntual en que se limita su aplicación para control del combustible herbáceo.

11. En el caso de aplicación del fuego técnico, se incluyen consideraciones especiales para su uso en relación a los ENP O EPRN2000

En general no se incluyen consideraciones especiales para el uso del fuego técnico como herramienta de gestión en los espacios protegidos, más allá de lo comentando en apartados anteriores.

12. Identifica relación entre los incendios, naturales o antrópicos, y la presencia de determinados modelos de combustible y hábitats

No se establece de forma explícita en ningún plan una relación entre la ocurrencia de incendios y determinados modelos de combustible o hábitats. Únicamente en un caso puntual se consideran las dinámicas post-incendio de las distintas estructuras forestales afectadas por el fuego. No obstante, algunos

planes lo contemplan de manera indirecta al relacionar el comportamiento del fuego con los modelos de combustible, pero en ningún caso en relación a la presencia de determinados hábitats protegidos.

13. Establece medidas o criterios a considerar en relación con la utilización del fuego en prácticas tradicionales (quemadas agrícolas, ganaderas, etc.) y el mantenimiento de determinados hábitats

Se consideran algunas medidas y propuestas (ej. instalación de quemadores agrícolas) con el objetivo de la conciliación de intereses, así como recomendaciones técnicas para la quema de restos de poda y otros. Pero son de carácter general, en ningún caso se establece una relación directa con el mantenimiento de determinados hábitats.

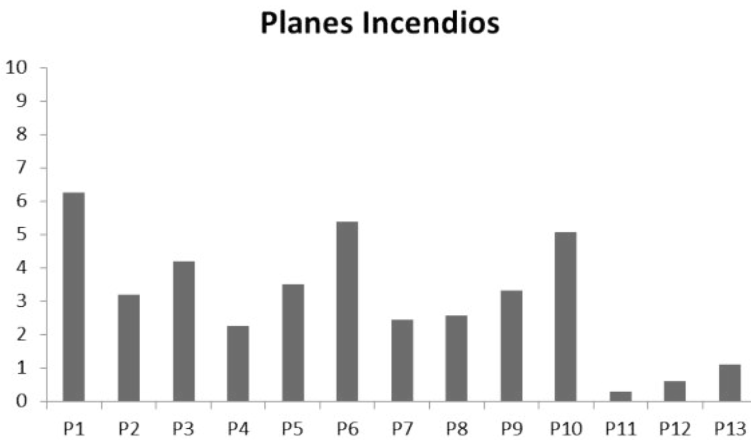


Figura 15: Valoración promedio de los elementos considerados en el análisis de planes de prevención de incendios.

En las siguientes gráficas se pueden observar las diferencias en el grado de consideración de los distintos aspectos evaluados entre los planes de prevención de incendios según las distintas regiones biogeográficas y el ámbito de aplicación del plan: municipal (localidad o agrupaciones de montes), macizo, parque (regional o natural), comarca (incluido demarcación forestal) y comunidad autónoma (en este caso, un único plan analizado).

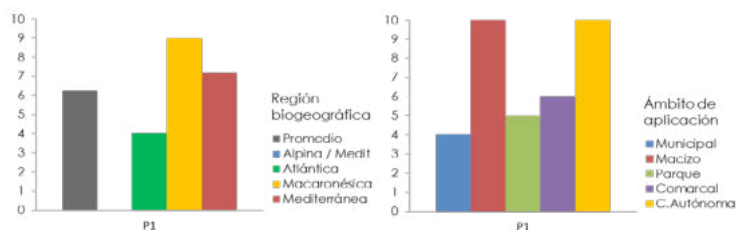


Figura 16: Valoración planes de incendios- P1. Menciona la existencia de espacios protegidos Red Natura 2000

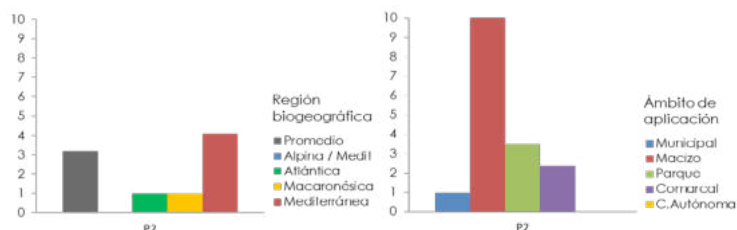


Figura 17: Valoración planes de incendios - P2. Identifica, cataloga y localiza los hábitats y especies de interés comunitario de los espacios protegidos Red Natura 2000

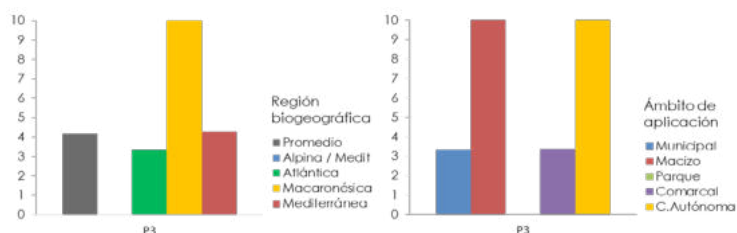


Figura 18: Valoración planes de incendios- P3. Identifica la normativa que regula los espacios protegidos Red Natura 2000

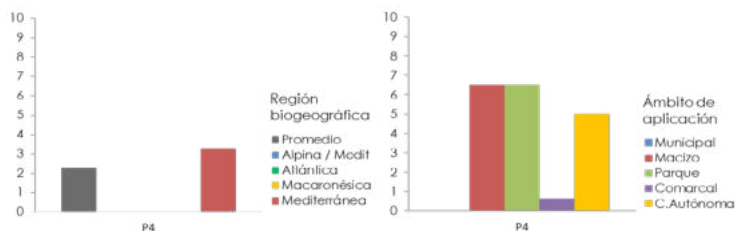


Figura 19: Valoración planes de incendios- P4. Identifica y describe los elementos relativos a los incendios forestales existentes en los distintos instrumentos de gestión (PORN, PRUG, Planes de Gestión, etc.)

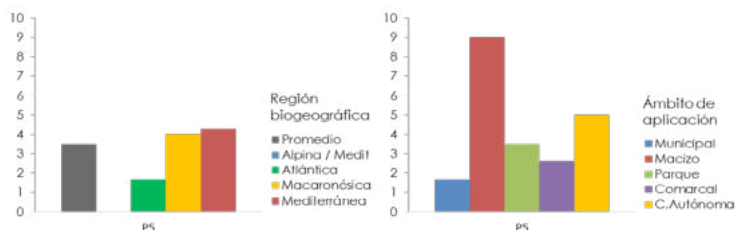


Figura 20: Valoración planes de incendios - P5. Considera los ENP como factores condicionantes para la gestión forestal preventiva (posibles limitaciones a la planificación de actuaciones necesarias para reducir el riesgo de una manera eficaz)

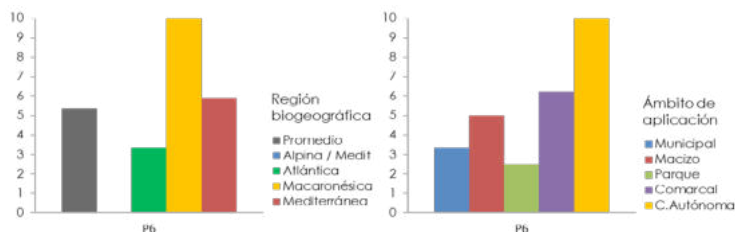


Figura 21: Valoración planes de incendios – P6. Identifica los ENP O EPRN2000 como elementos de protección prioritaria (elementos vulnerables) frente al riesgo de incendio forestal

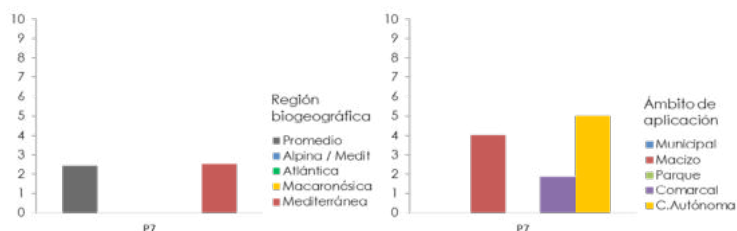


Figura 22: Valoración planes de incendios – P7. Identifica medidas específicas de conservación de posible aplicación en el ENP O EPRN2000 en materia de prevención de IF, condicionantes para el aprovechamiento forestal/agrícola/ganadero y/o limitación en la construcción de infraestructuras

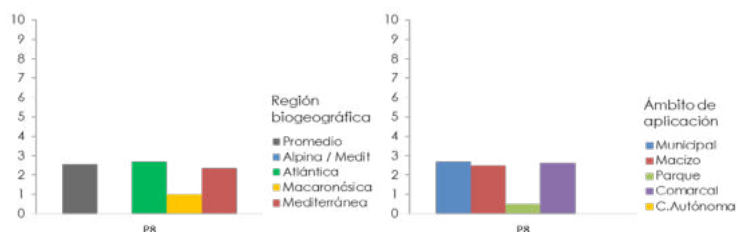


Figura 23: Valoración planes de incendios – P8. Evalúa el daño potencial de los hábitats frente al paso del fuego mediante simulación del comportamiento del incendio

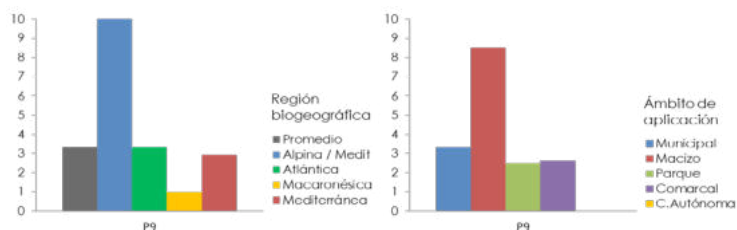


Figura 24: Valoración planes de incendios – P9. Hace referencia a los ENP O EPRN2000 en la localización y diseño de infraestructuras preventivas (PEGs)

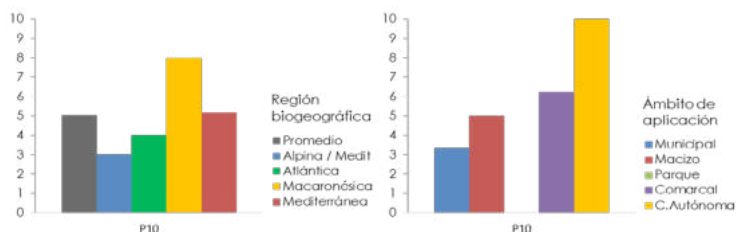


Figura 25: Valoración planes de incendios – P10. Identifica el uso de fuego técnico como herramienta de gestión

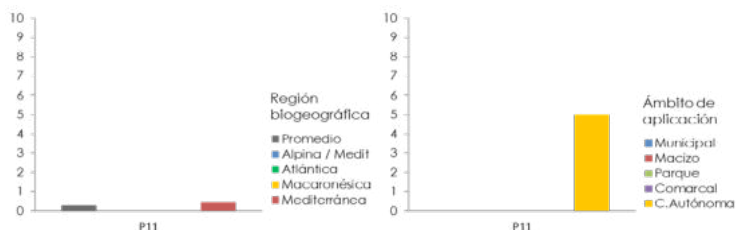


Figura 26: Valoración planes de incendios – P11. En el caso de aplicación del fuego técnico, se incluyen consideraciones especiales para su uso en relación a los ENP O EPRN2000

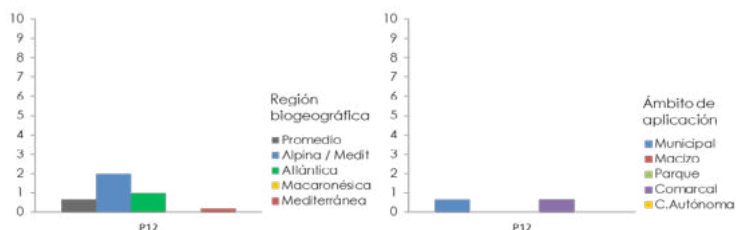


Figura 27: Valoración planes de incendios – P12. Identifica relación entre los incendios, naturales o antrópicos, y la presencia de determinados modelos de combustible y hábitats

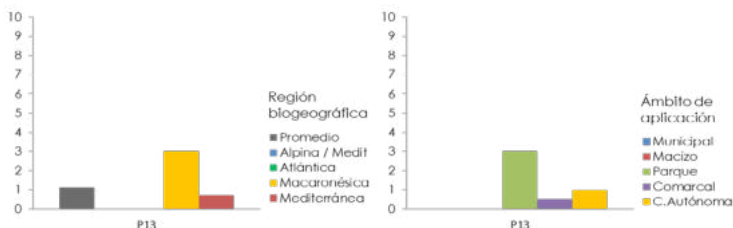


Figura 28: Valoración planes de incendios – P13. Establece medidas o criterios a considerar en relación con la utilización del fuego en prácticas tradicionales (quemas agrícolas, ganaderas, etc.) y el mantenimiento de determinados hábitats

Conclusiones y consideraciones generales

En los planes de gestión de los sitios Red Natura analizados se ha detectado un vacío generalizado de información en relación a los incendios forestales, tanto en la caracterización de la ocurrencia y el régimen de incendios que afecta a estos espacios protegidos, como el grado de vulnerabilidad al fuego de los hábitats o especies de interés. En materia de planificación preventiva de incendios, a pesar de la existencia del riesgo de incendio como amenaza a especies o hábitats en todos los planes evaluados, queda patente que los instrumentos vigentes para la gestión de espacios Red Natura 2000 adolecen de una falta importante de medidas adecuadas para la reducción del riesgo de incendio, tanto a nivel de infraestructuras como de tratamientos de silvicultura preventiva para la mejora de la resistencia y resiliencia de los ecosistemas o especies a proteger.

En cuanto a los planes de defensa de incendios forestales, el grado de consideración de los espacios Red Natura no es homogénea. Destaca la variabilidad encontrada en función de la escala de trabajo y ámbito de aplicación en la documentación analizada. En general, se observan las siguientes características:

- Los trabajos planificados a nivel de monte, normalmente enmarcados dentro de planes de ordenación, se centran en el comportamiento potencial del fuego y localización de actuaciones preventivas estratégicas (PEGs) para la reducción del impacto de los incendios, pero en general sin detalles sobre aspectos relacionados con hábitats o especies protegidas incluidos en la zona de estudio.
- En los planes de defensa a escala paisaje, o de macizos forestales, se observa en general un mayor grado de consideración de los espacios protegidos. No obstante, se detectan posibilidades de mejora en aspectos como la relación potencial entre la presencia de determinados hábitats y la ocurrencia de incendios (y viceversa), las limitaciones o consideraciones especiales en relación a las actuaciones preventivas (en espacial al uso del fuego), y la evaluación del daño potencial de los incendios a los ecosistemas y/o especies de interés.

- Los planes de defensa comarcales analizados son generalmente los que mejor identifican los hábitats y especies de alto valor ecológico y su normativa, considerando apartados específicos sobre los espacios Red Natura 2000, así como su identificación como elementos de protección prioritaria. Sin embargo, suelen carecer de aspectos relativos a la incorporación de consideraciones especiales y concretas, por ejemplo los requerimientos de actuaciones específicas en los hábitats protegidos, o limitaciones al uso del fuego como herramienta de gestión (ya sea tradicional o mediante prescripción técnica).

Respecto al diseño de actuaciones estratégicas preventivas cabe señalar que, en principio, su localización desde el punto de vista de las operaciones de extinción se define en base a criterios que garanticen la máxima eficiencia y eficacia de las actuaciones preventivas para la reducción del riesgo de grandes incendios forestales. El nuevo concepto de PEGs que se está empezando a contemplar de forma habitual en los planes más recientes (especialmente en el ámbito de aplicación a escala de macizo forestal), evita el diseño de infraestructuras lineales (áreas cortafuegos tradicionales), favoreciendo su integración en el paisaje, permitiendo distintas alternativas para su localización en el caso de afectar a hábitats o especies de interés (Madrigal et al. 2019).

En los planes de defensa más recientes se observa una tendencia generalizada al uso de simuladores de incendios para el estudio del comportamiento potencial del fuego en la identificación de zonas fuera de capacidad de extinción y diseño de localización de PEGs. Sin embargo, en estos planes no se hace suficiente referencia al daño potencial de los incendios a los espacios protegidos. El uso de simuladores es una herramienta muy potente para este fin, ya que permite evaluar el daño potencial u otros parámetros relacionados con la supervivencia de determinados hábitats de interés (tanto para especies de flora como de fauna) en escenarios concretos actuales o futuros, pudiendo valorar los impactos de determinados incendios bajo condiciones de meteorología más o menos extrema (Salis et al. 2016). La utilización de estas herramientas, junto con las posibilidades de mejora en la disponibilidad de los datos de entrada en relación a información específica de los espacios protegidos (ej. cartográfica adecuada para la localización y caracterización espacial de los hábitats de interés y sus estructuras de combustible asociadas), supondría un importante valor añadido al análisis realizado actualmente mediante simulaciones de incendios en este tipo de planes. La combinación del uso estas herramientas con la elaboración de cartografías de alta resolución obtenidas mediante tecnologías de detección remota, como LiDAR aéreo o teledetección satelital (Marino et al. 2016) ofrece nuevas oportunidades para la mejora de la evaluación del impacto del fuego sobre ecosistemas o especies vulnerables, facilitando su integración en los instrumentos de planificación.

Por último, cabe destacar la escasa documentación disponible sobre planificación preventiva en la zona alpina (pirenaica) y atlántica, al menos en el momento de realización de este estudio. Este hecho debe ser tenido en cuenta con especial atención de cara a la potencial vulnerabilidad de los espacios protegidos situados

en ellas, dado que en muchas de estas zonas se estima un mayor incremento del impacto de los incendios bajo los escenarios de cambio climático previstos en comparación con las zonas mediterráneas (Resco et al. 2021), cuyos hábitats y especies están en principio mejor adaptados al fuego por el régimen y la ocurrencia histórica de incendios (Pausas et al. 2008).

Dentro de las actuaciones preventivas de los planes de defensa contra incendios, cada vez se contempla más la opción del uso del fuego prescrito o fuego técnico, ya sea para la gestión del combustible previamente planificada como para el apoyo a las maniobras del operativo de extinción de incendios. En el contexto de los espacios protegidos, el fuego prescrito debe ser tenido en cuenta como herramienta alternativa de gestión en una doble vertiente:

- La posibilidad de valorar la incorporación de nuevas metodologías de gestión de determinados hábitats que sean compatibles con un uso integrado del fuego para reducir el riesgo de grandes incendios, o incendios de comportamiento extremo, que pongan en peligro la sostenibilidad de los ecosistemas y especies de alto valor ecológico. Esta opción requiere una evaluación previa de los impactos ecológicos potenciales del uso del fuego sobre los mismos, como base para definir unos criterios específicos para su adecuado manejo bajo unas prescripciones técnicas contrastadas y bien definidas (periodos de actuación, frecuencia de quemas, intensidad del fuego, etc.).
- La consideración del fuego como un elemento natural más de ciertos ecosistemas, que puede ser beneficioso para la conservación de determinadas especies o hábitats protegidos. La exclusión de este factor ecológico, clave para el mantenimiento de algunos ecosistemas adaptados a determinado régimen de incendios, puede poner en peligro la sostenibilidad de algunos hábitats o especies de interés.

Las recientes *“Orientaciones estratégicas para la gestión de incendios forestales en España”* aprobadas por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico en acuerdo con las comunidades autónomas también destacan la necesidad de poner el foco en la gestión forestal y del paisaje para reducir la vulnerabilidad a incendios, como estrategia fundamental para frenar la degradación de ecosistemas y la pérdida de valores naturales, culturales y económicos (MITECO 2019). Dentro del Objetivo 1 “Gestionar el territorio rural para lograr su sostenibilidad ante los incendios forestales” se menciona una línea de acción prioritaria para integrar los incendios forestales en la planificación territorial a diferentes niveles, y en particular destaca el incorporar los incendios forestales como un factor a gestionar en los planes de áreas naturales protegidas (incluidos los planes de gestión Red Natura 2000), previendo alternativas de intervención en atención tanto a las necesidades de conservación como del riesgo.

El pastoreo controlado se plantea como otra herramienta de gestión relevante para la reducción del riesgo de incendio (Ruiz-Mirazo et al. 2009) aunque generalmente todavía está poco contemplado como alternativa por las administraciones, en

especial en los espacios Red Natura. Sin embargo, favorecer un pastoreo extensivo bien regulado en aquellos ecosistemas compatibles con este tipo de uso permitiría mejorar la gestión del combustible de manera eficiente y ecológica, siendo además un elemento con potencial trascendencia socioeconómica al generar oportunidades de fijación de la población en el medio rural.

Bibliografía

Madrigal, J., Romero-Vivó, M., Rodríguez y Silva, F., editores (2019). Definición y recomendaciones técnicas en el diseño de puntos estratégicos de gestión. “Decálogo de Valencia” para la defensa integrada frente a los incendios en la gestión del mosaico agroforestal. *SECF-Generalitat Valenciana*.

Marino, E., Ranz, P., Tomé, J.L., Noriega, M.A., Esteban, J., Madrigal, J. (2016). Generation of high-resolution fuel maps from discrete airborne LiDAR laser scanner data and Landsat-8 OLI: a low-cost and highly updated methodology for large areas. *Remote Sensing of Environment* 187, 267–280.

MITECO (2019). Orientaciones estratégicas para la gestión de incendios forestales en España. *Comité de Lucha contra Incendios Forestales*, Madrid.

Pausas, J., Llovet, J., Rodrigo, A. y Vallejo, R. (2008). Are wildfires a disaster in the Mediterranean basin? A review. *International Journal of Wildland Fire* 17, 713–723.

Resco, V., Hedo, J., Cunill, A., Thapa, P., Martínez del Castillo, E., Martínez de Aragón, J., ...y Boerr, M.M. (2021). Climate change induced declines in fuel moisture may turn currently fire-free Pyrenean mountain forests into fire-prone ecosystems. *Science of the Total Environment* 797, 149104.

Ruiz-Mirazo J., Robles A. B. y González-Rebollar, J. L. (2009). Pastoralism in Natural Parks of Andalusia (Spain): a tool for fire prevention and the naturalization of ecosystems. *Options Méditerranéennes, Serie A* (91), 141-144.

Salis, M., Laconi, M., Ager, A., Alcasena, F., Arca, B., Lozano, O., ...y Spano, D. (2016). Evaluating alternative fuel treatment strategies to reduce wildfire losses in a Mediterranean area. *Forest Ecology y Management* 368, 207–221.

PERCEPCIÓN PROPIA Y AJENA DE LOS TÉCNICOS. RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS

Eva Marino. Agresta Sociedad Cooperativa.

Gonzalo Muñoz. Agresta Sociedad Cooperativa.

Miguel Ángel Noriega. Agresta Sociedad Cooperativa.

Introducción

En este capítulo se presentan los resultados de una encuesta anónima y voluntaria a técnicos responsables de la conservación de espacios naturales y de la prevención y extinción de incendios, tanto de los servicios competentes de las comunidades autónomas como de la Administración General del Estado, que complementan el análisis de integración entre herramientas de planificación expuesto en el capítulo anterior.

Las preguntas incluyeron cuestiones referentes al contenido de los planes de gestión de espacios Red Natura 2000 vigentes, al contenido actual de los planes de defensa contra incendios forestales, y a las posibilidades de mejora para la integración de ambos. El análisis de las respuestas recibidas permitió conocer la percepción de los técnicos a este respecto, y el grado de conocimiento en las materias que no son de su competencia, así como detectar aspectos críticos que dificultan una mayor interacción.

Los resultados y conclusiones de este estudio aportan información adicional relevante para la integración de los incendios forestales dentro de las herramientas de gestión de la Red Natura 2000 y viceversa, con el fin de proporcionar unas bases técnicas contrastadas para el desarrollo de acciones de mejora en ambos instrumentos de gestión.

Diseño de la encuesta

Para evaluar el grado de conocimiento que ambos sectores competenciales, es decir el ámbito referente a la gestión y conservación de espacios protegidos y el ámbito de la protección frente a incendios forestales, tienen de las necesidades y especificidades del otro, se realizó una encuesta on-line dirigida a técnicos de las CC.AA. y de la AGE.

Se establecieron 4 bloques distintos de preguntas para obtener información de los siguientes aspectos:

- Perfil de los encuestados y ámbito competencial
- Contenido de los planes de gestión de espacios Red Natura 2000
- Contenido de los planes de defensa contra incendios forestales
- Posibilidades de mejora para la integración de la gestión de espacios Red Natura 2000 y la prevención de incendios

Participación y perfil de los encuestados

Durante el periodo que duró el estudio, se consiguieron un total de 70 respuestas. La participación en la encuesta por parte de los técnicos de las administraciones competentes fue bastante desigual entre comunidades autónomas (figura X.1). Destaca la proporción del número de respuestas obtenidas de técnicos de Castilla y León (36,6 %), seguida de Islas Baleares (14,1 %), Castilla-La Mancha (9,9 %) y Murcia (8,5 %). El resto de administraciones autonómicas estuvieron representadas, a excepción de Cataluña y Galicia donde no se consiguieron respuestas.

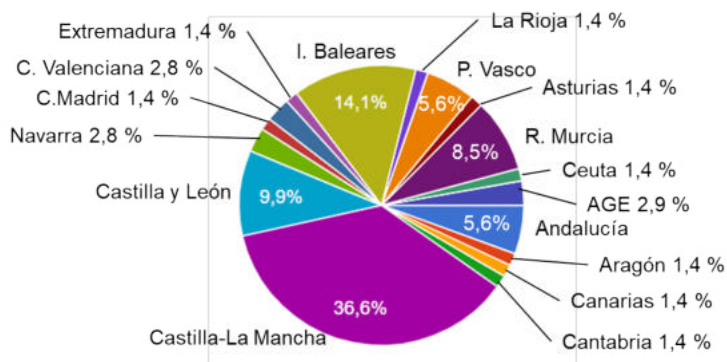


Figura 1: Ámbito de actuación a nivel territorial de los técnicos que participaron en la encuesta

En cuanto al ámbito competencial de los técnicos encuestados, hubo representación suficiente y equilibrada a nivel global, tanto de los responsables de gestión de espacios protegidos como de los servicios de incendios (figura X.2), aunque de nuevo con un reparto desigual según determinadas comunidades autónomas. En la figura X.3 se puede ver la distribución territorial según el ámbito competencial de los encuestados. En relación a la experiencia, la mayoría ejercía sus competencias desde hace más de 20 años (34%) o tenía entre 10 y 20 años de experiencia (41%), seguido de un 16% con 5 a 10 años y un 9 % con menos de 5 años.

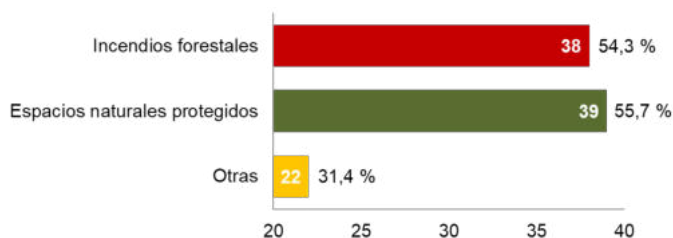


Figura 2: Ámbito competencial de los técnicos encuestados



Figura 3: Representación territorial de los técnicos que participaron en la encuesta según su ámbito competencial: espacios protegidos (verde) e incendios forestales (rojo)

Resultados de las encuestas

En los siguientes apartados se presentan las respuestas obtenidas en cada uno de los bloques de la encuesta.

Contenido de los planes de gestión Red Natura 2000

A continuación se muestra gráficamente la valoración para cada una de las cuestiones consultadas en relación a los planes de gestión Red Natura 2000. En los pies de figura aparece la pregunta a la que hace referencia cada gráfico, con su valoración global para el total de respuestas obtenidas así como un desglose en función del ámbito competencial de los técnicos encuestados (las preguntas no respondidas están representadas en negro).

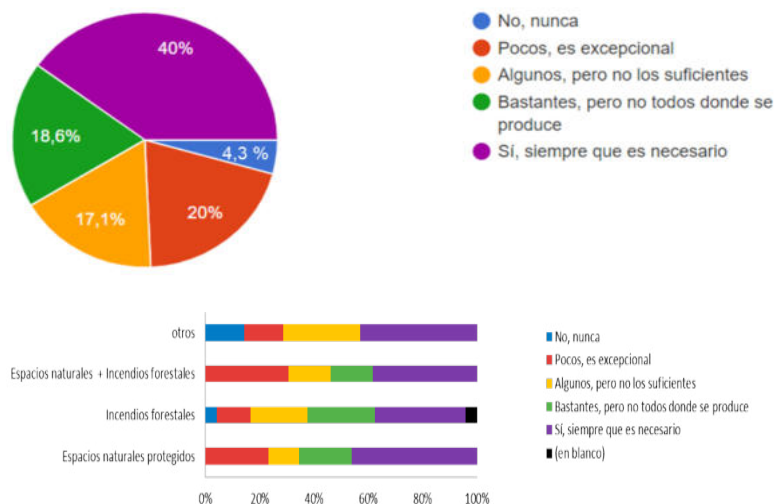


Figura 4: Los planes de gestión de espacios Red Natura 2000 vigentes en su comunidad autónoma, ¿incorporan el riesgo de incendio como presión o amenaza para las especies, o sus hábitats, o para el espacio?

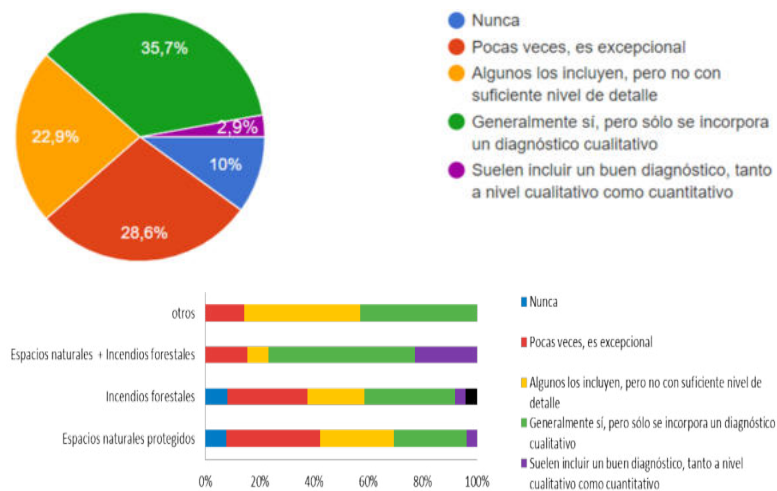


Figura 5: En los planes de gestión de espacios Red Natura 2000 de su comunidad autónoma, ¿se efectúa algún tipo de análisis sobre la incidencia de los incendios en el espacio?

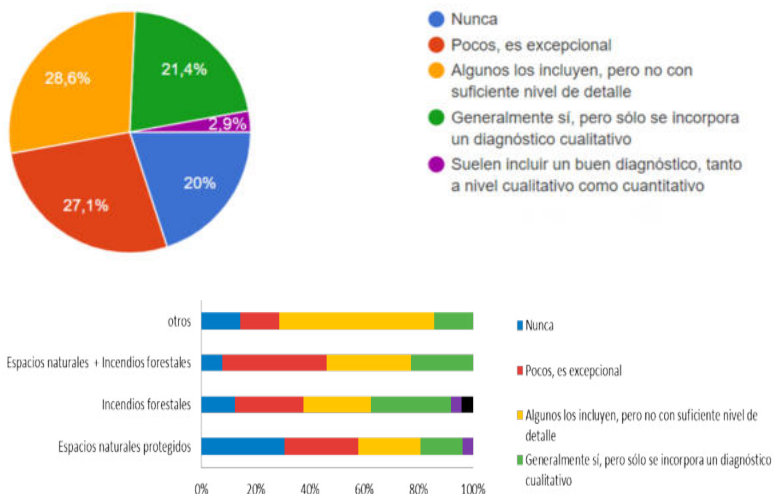


Figura 6: En los planes de gestión de espacios Red Natura 2000 de su comunidad autónoma, ¿se identifican las principales causas y motivaciones de los incendios (natural, intencionado, negligente o accidental, etc.) y su impacto en las especies o sus hábitats?

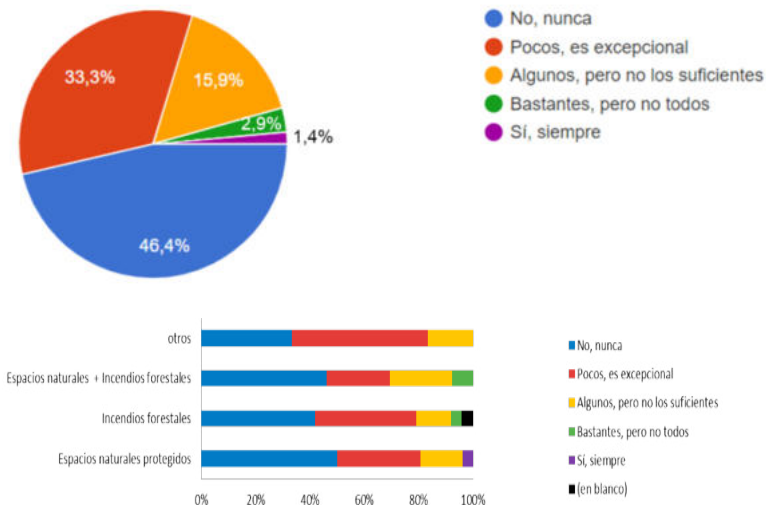


Figura 7: Los planes de gestión de espacios Red Natura 2000 vigentes, ¿identifican funciones ecológicas del fuego para la conservación o mejora de algunas especies o sus hábitats?

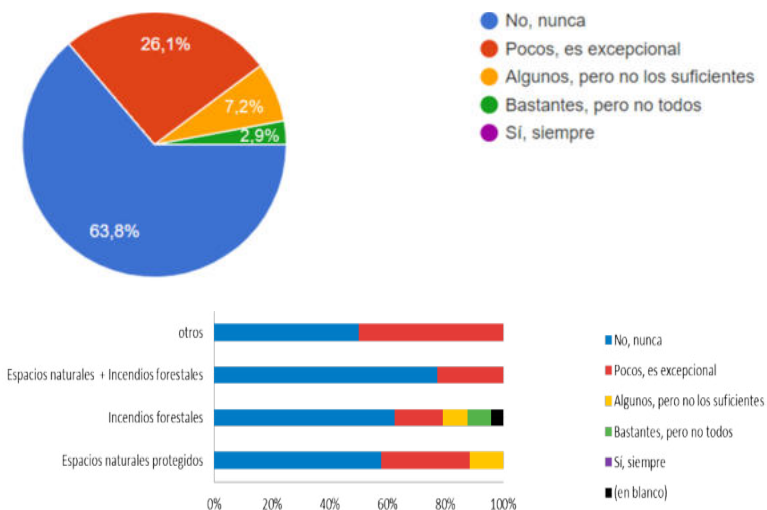


Figura 8: En los planes de gestión de espacios Red Natura 2000 de su comunidad autónoma, ¿se incorporan recomendaciones específicas sobre planificación del uso del fuego (ej. frecuencia de quema, intensidad, época del año) para la conservación o mejora de algunas especies o sus hábitats?

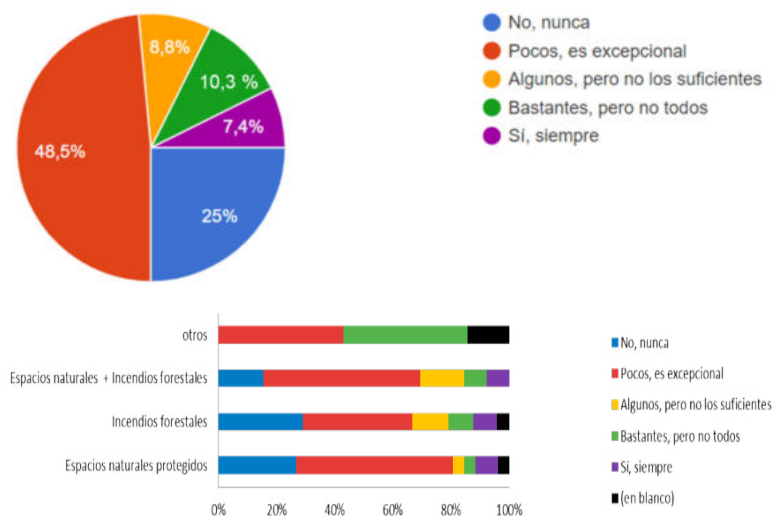


Figura 9: En relación con la comunicación, sensibilización y educación ambiental de los planes de gestión de espacios Red Natura 2000 vigentes, ¿se incluyen los incendios forestales como un elemento más a considerar?

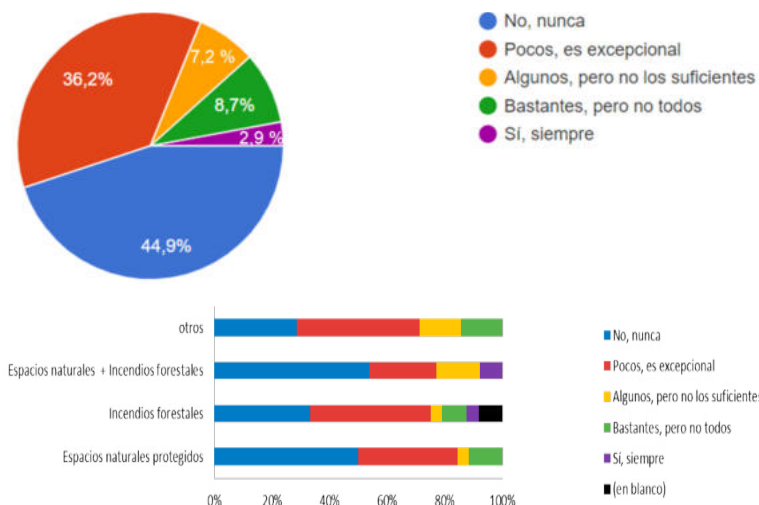


Figura 10: En los actuales planes de gestión de espacios Red Natura 2000 de su comunidad autónoma, ¿se incorpora un inventario de infraestructuras preventivas (puntos de agua, torres vigilancia, cortafuegos lineales perimetrales, etc.) o actuaciones necesarias para su creación y/o mantenimiento?

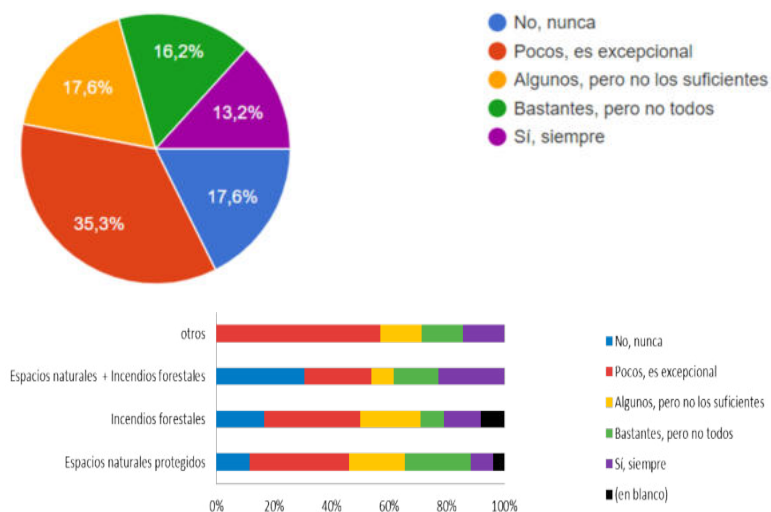


Figura 11: En los planes de gestión de espacios Red Natura 2000 de su comunidad autónoma, ¿se incorporan propuestas de selvicultura preventiva (desbroces, podas, claras, etc.) para mejorar la eficacia del operativo de extinción o para mejorar la resistencia y resiliencia de las masas forestales?

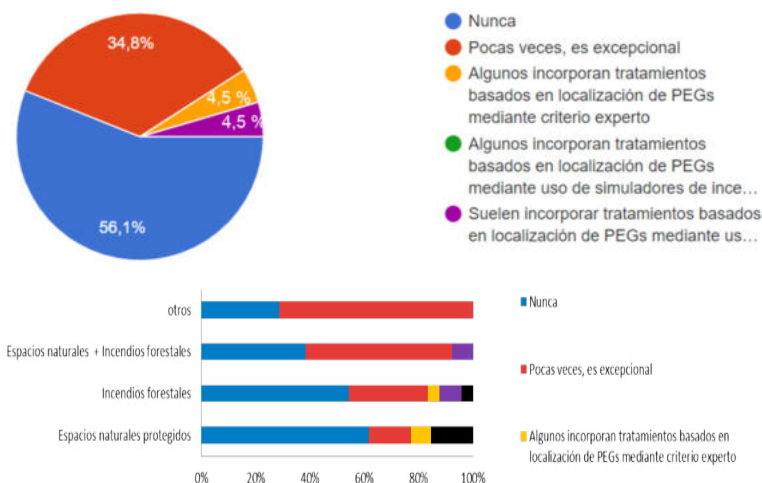


Figura 12: En caso de existir actuaciones preventivas para la reducción del riesgo de incendio (infraestructuras, selvicultura preventiva, etc.) dentro de los planes de gestión Red Natura 2000 de su comunidad autónoma, ¿se planifican en base a criterios técnicos de gestión de incendios (localización en puntos estratégicos de gestión-PEGs, uso de simuladores de incendios o aplicación de metodologías de conocimiento experto)?

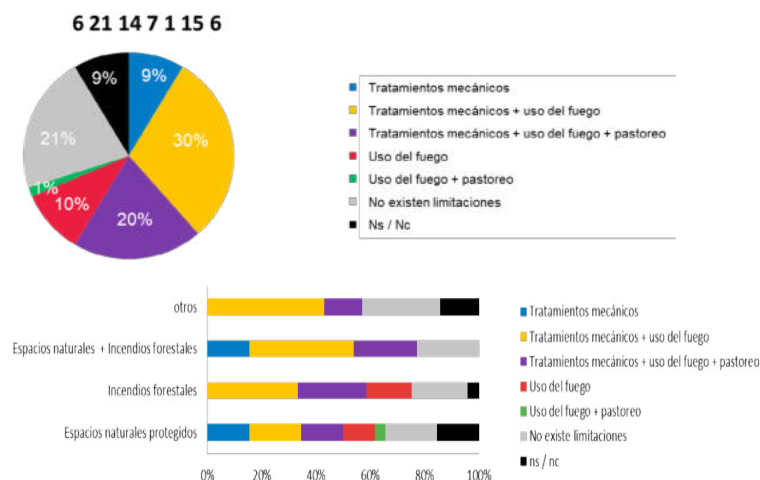


Figura 13: ¿Existen algún tipo de limitaciones legales o restricciones para la aplicación de las siguientes herramientas de gestión preventiva para la reducción del riesgo de incendio? a) Limitaciones para tratamientos preventivos de tipo mecánico (desbroces, claras, podas), b) Limitaciones para uso del fuego (quemadas prescritas, fuego técnico), c) Limitaciones para la incorporación del pastoreo controlado

Contenido de los planes de defensa contra incendios forestales

A continuación se muestra gráficamente la valoración para cada una de las cuestiones consultadas sobre planes de defensa contra incendios forestales. En los pies de figura aparece la pregunta a la que hace referencia cada gráfico, con su valoración global para el total de respuestas obtenidas así como un desglose en función del ámbito competencial de los técnicos encuestados (las preguntas no respondidas están representadas en negro).



Figura 14: ¿En qué medida los actuales planes de defensa/prevenición de incendios forestales de su comunidad autónoma hacen referencia a los espacios Red Natura 2000 incluidos dentro del territorio objeto de la planificación?

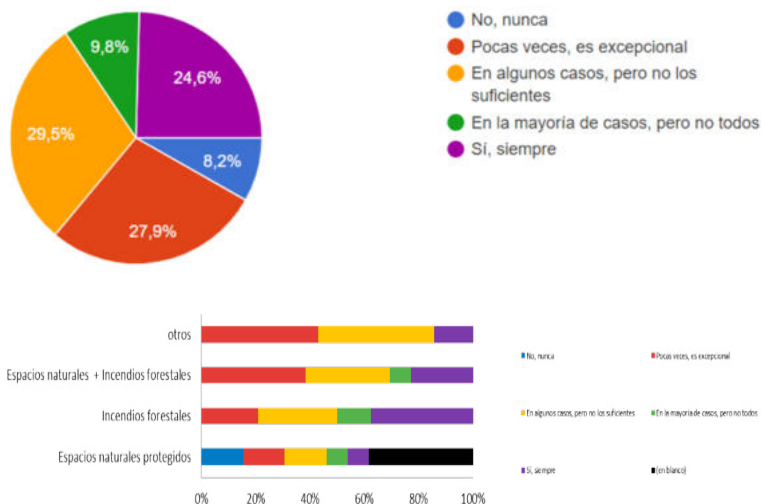


Figura 15: ¿Se identifican los espacios Red Natura 2000 como elementos de protección prioritaria (elementos vulnerables) frente al riesgo de incendio dentro de los planes de defensa/prevención vigentes en su comunidad autónoma?

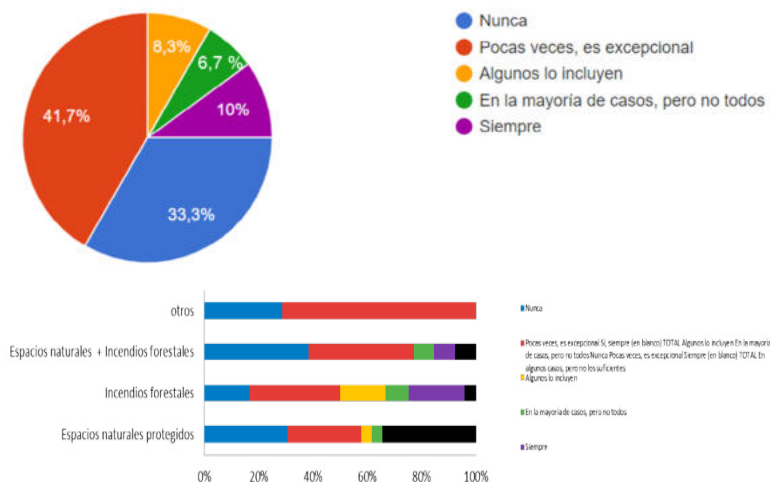


Figura 16: Los actuales planes de defensa/prevención de incendios forestales de su comunidad autónoma, ¿evalúan el daño potencial de los incendios sobre los hábitats protegidos mediante simulación del comportamiento potencial del fuego?

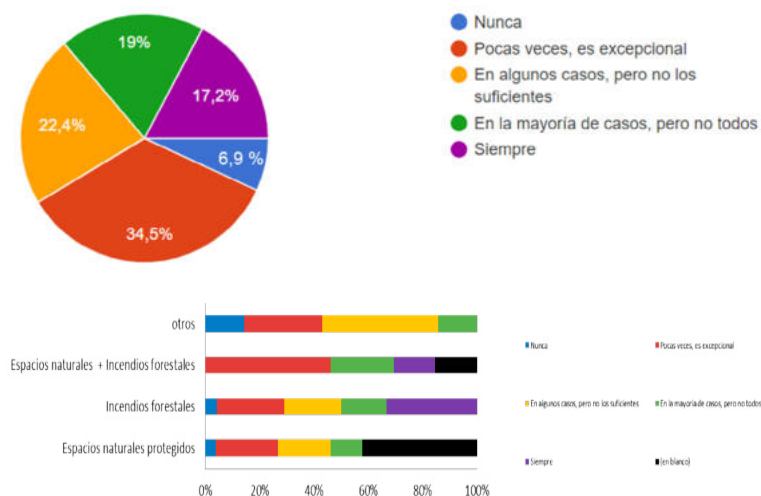


Figura 17: ¿En qué medida son tenidos en cuenta los espacios Red Natura 2000 en la localización y diseño de infraestructuras preventivas (PEGs) en los planes de defensa/prevención vigentes?

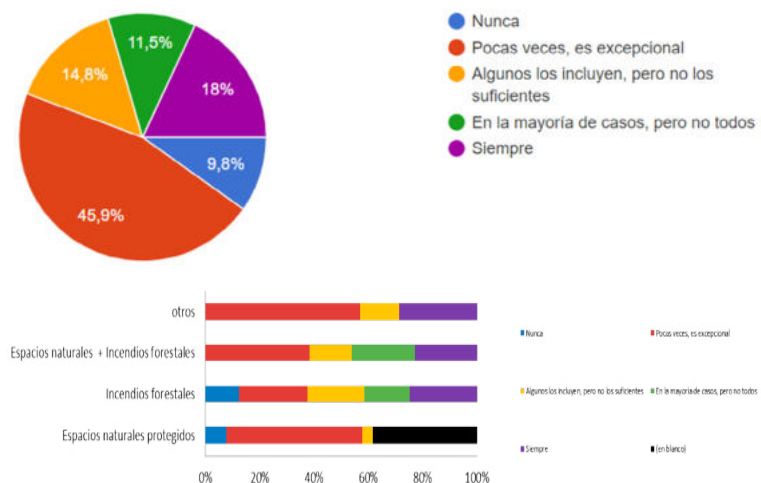


Figura 18: En la planificación de actuaciones preventivas de su comunidad autónoma, además de los criterios técnicos habituales para reducir el riesgo de incendio atendiendo a la propagación y comportamiento potencial del fuego ¿se consideran también criterios ecológicos en relación con los requerimientos de los hábitats/especies protegidas?

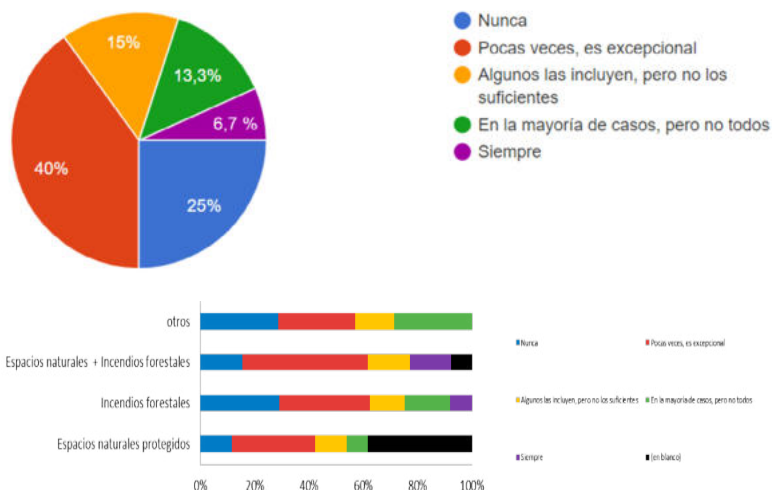


Figura 19: En los planes de defensa/prevención actuales, ¿se contemplan medidas correctoras en relación al posible impacto negativo de las actuaciones preventivas en los espacios Red Natura 2000?

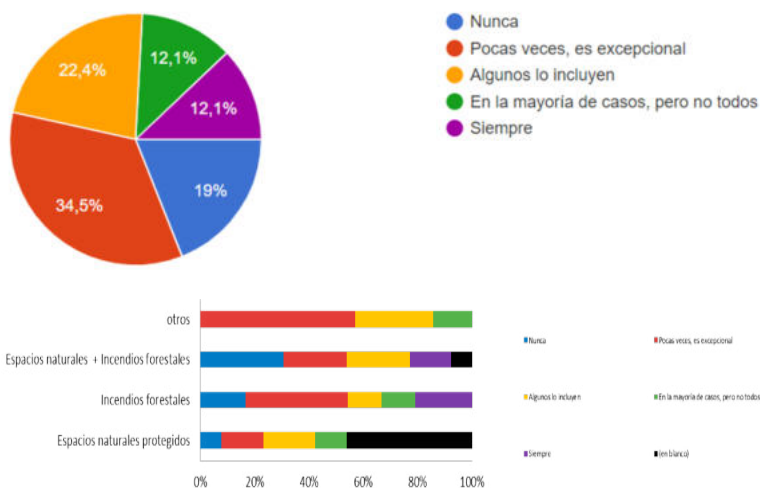


Figura 20: Los planes de defensa/prevención de su comunidad autónoma ¿incluyen el uso del fuego técnico como una herramienta más de gestión del combustible?

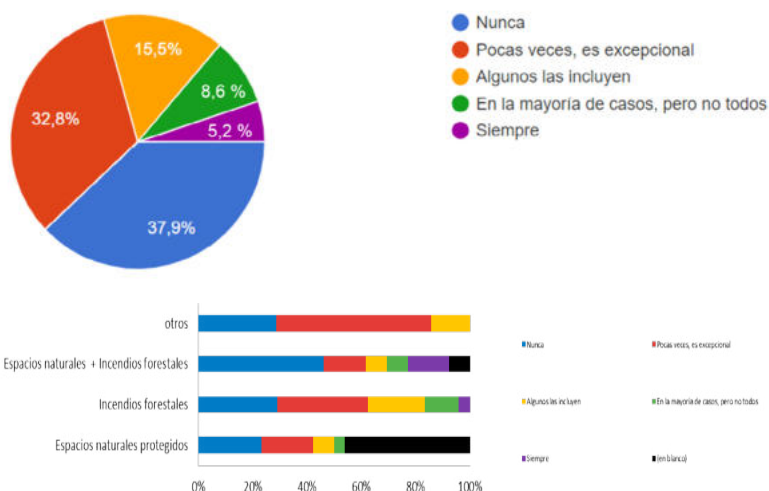


Figura 21: ¿Se establecen consideraciones especiales en relación a la utilización del fuego técnico o el utilizado en prácticas tradicionales (quemadas agrícolas, ganaderas, etc.) para el mantenimiento de determinados hábitats?

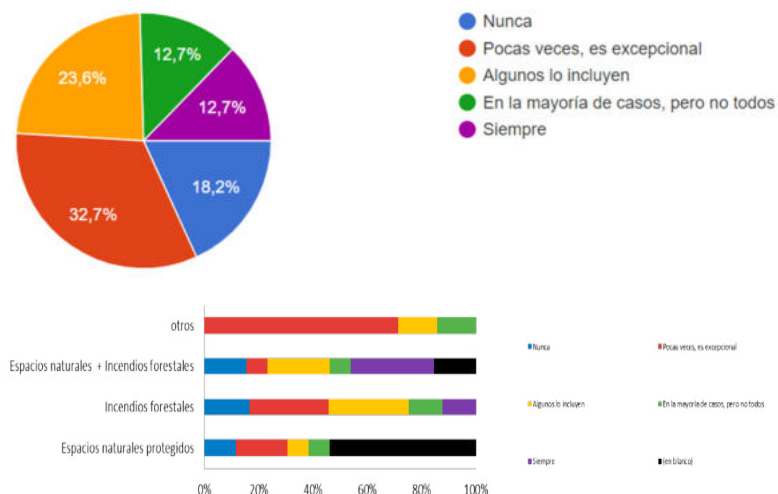


Figura 22: En los planes de defensa/preVENCIÓN de su comunidad autónoma, ¿se identifica relación entre la ocurrencia de incendios y la presencia de determinados hábitats y modelos de combustible?

Opinión sobre posibles mejoras para la integración de la gestión de espacios de la Red Natura 2000 y la prevención de incendios forestales

A continuación se muestra gráficamente la valoración en relación a las posibles mejoras para la integración de la gestión de espacios Red Natura 2000 y la prevención de incendios forestales. En los pies de figura aparece la pregunta a la que hace referencia cada gráfico, con su valoración global para el total de respuestas obtenidas así como un desglose en función del ámbito competencial de los técnicos encuestados (con las preguntas no respondidas representadas en negro).

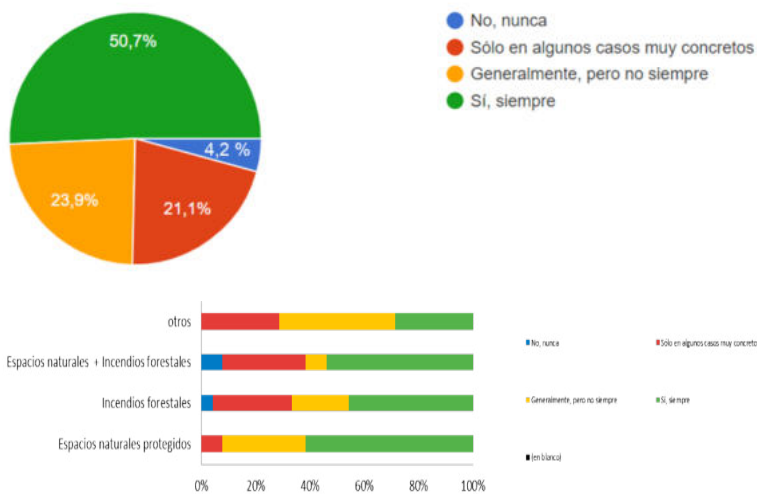


Figura 23: ¿Considera que los planes de defensa/prevención de incendios forestales deberían estar condicionados por la presencia de espacios Red Natura 2000?

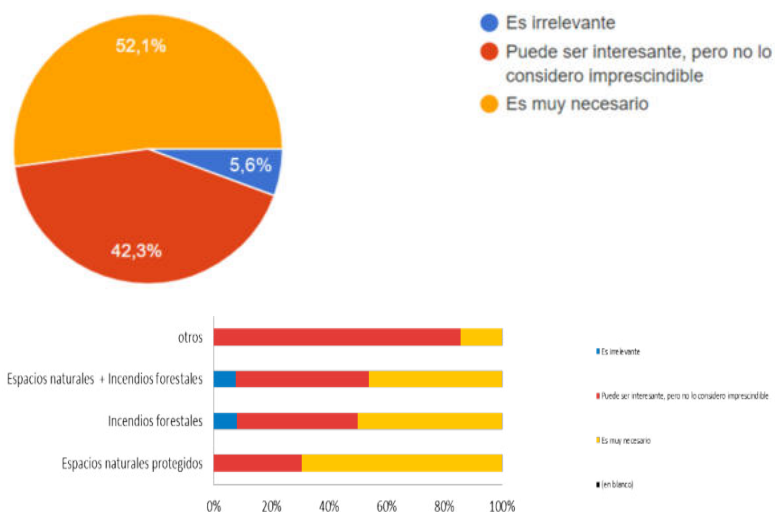


Figura 24: ¿En qué medida considera necesario establecer una metodología común para la identificación de zonas vulnerables a incendios forestales, dentro de los espacios Red Natura 2000?

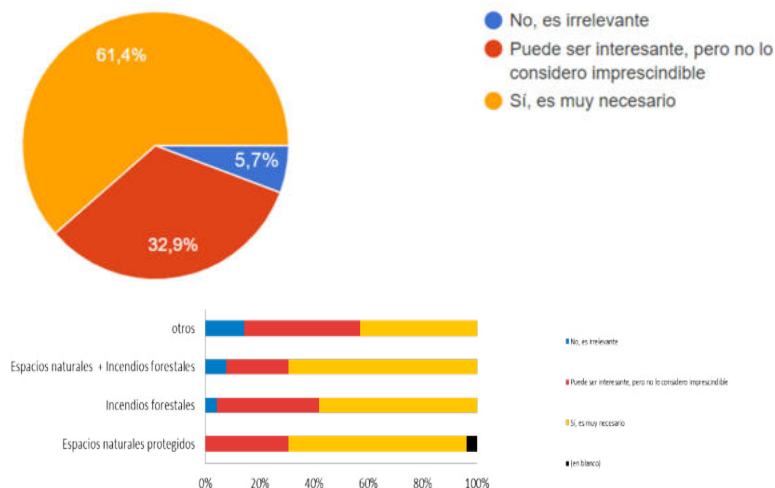


Figura 25: ¿Considera que los planes de gestión de espacios Red Natura 2000 deben generar información específica en relación al impacto de los incendios forestales para su incorporación y consideración en los planes de defensa/preVENCIÓN?



Figura 26: ¿Considera conveniente que los planes de defensa/prevención sean consensuados con la autoridad responsable, en aquellas actuaciones preventivas que puedan afectar a espacios Red Natura 2000?

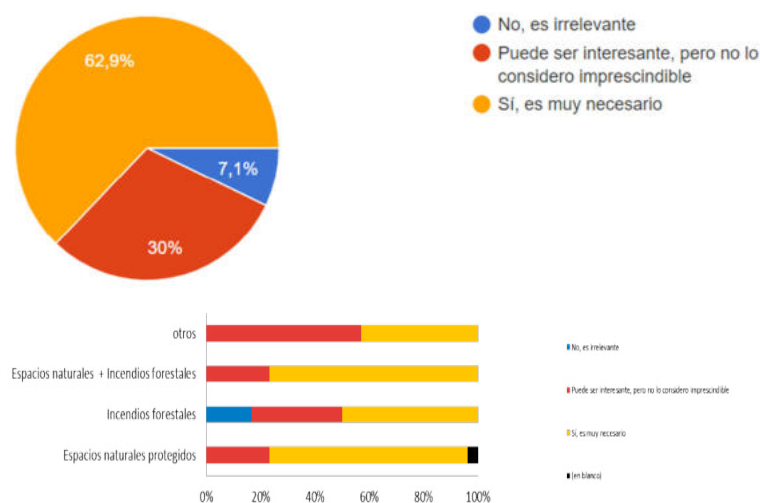


Figura 27: Dentro de los planes de defensa/prevención, ¿cree necesario plantear actuaciones preventivas especiales para reducir la afectación de los incendios en los espacios de la Red Natura 2000?

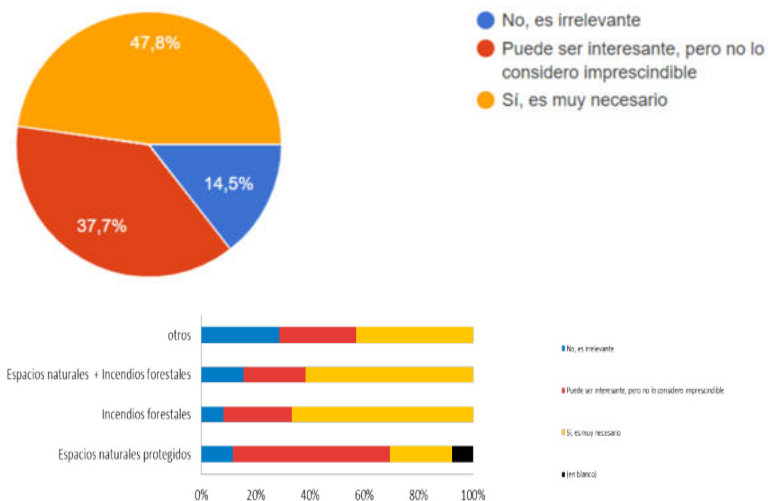


Figura 28: ¿Considera necesario incorporar/fomentar el uso del fuego técnico como herramienta de gestión del combustible para mejorar la reducción del riesgo de incendios en su comunidad autónoma?

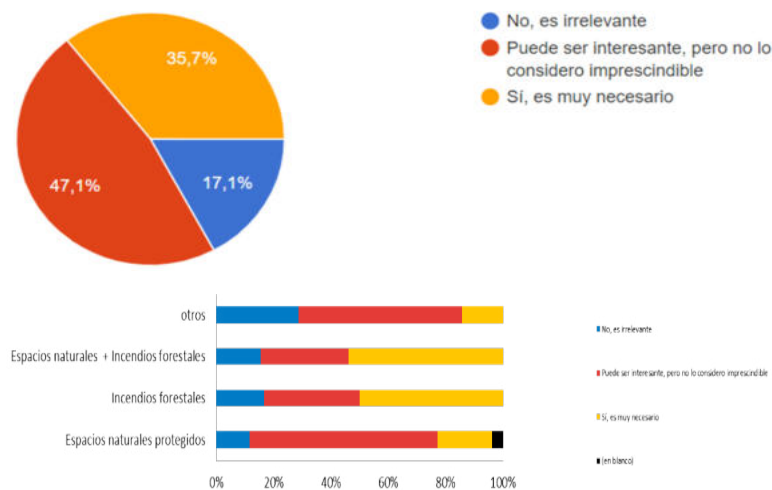


Figura 29: ¿Piensa que la reintroducción del fuego técnico como herramienta de gestión puede contribuir a la conservación de determinados hábitats de la Red Natura 2000?

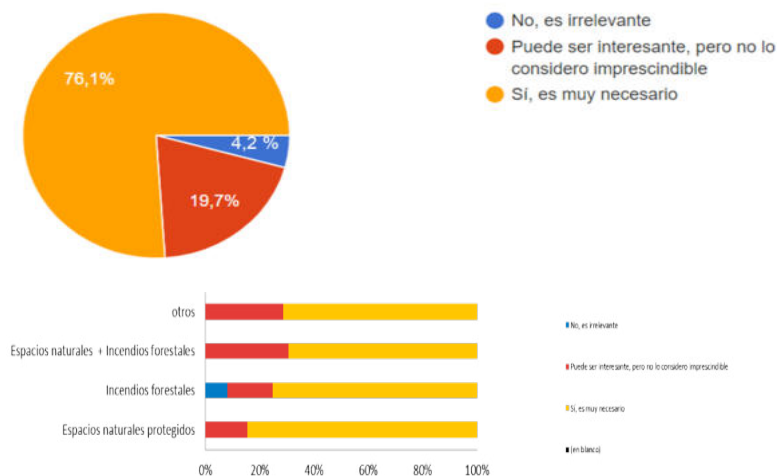


Figura 30: ¿Cree que se deberían establecer fórmulas de coordinación más eficaces entre los servicios competentes de las respectivas administraciones en materia de prevención/ extinción de incendios y conservación de espacios protegidos?

Conclusiones sobre la percepción de los técnicos

Planes de gestión Red Natura 2000

El resultado de las encuestas ratifica la ausencia de información suficientemente detallada sobre el régimen de incendios que afecta a los espacios protegidos y su grado de vulnerabilidad detectada previamente en el análisis de planes Red Natura vigentes (ver detalles en el capítulo anterior). El 36% de los técnicos opina que sólo se hace una valoración cualitativa de los incendios, frente al 22% que reconoce que no se incluye con suficiente nivel de detalle y casi el 40% que opina que nunca se realiza o que se hace de forma excepcional. Sólo un 3% considera que en los planes de los espacios protegidos se identifican con suficiente nivel de detalle las principales causas de los incendios forestales y su impacto en las especies o sus hábitats. Se pone de manifiesto, por tanto, la necesidad de profundizar en estos aspectos tan relevantes para la conservación de los ecosistemas de alto valor de nuestro país, en especial en el contexto actual de cambio climático en el que se prevé un incremento de la incidencia, intensidad y virulencia de los incendios forestales en el conjunto de la geografía española.

Por otro lado, casi el 80% de los técnicos reconoce que las posibles funciones ecológicas del fuego para la conservación o mejora de ciertas especies o sus hábitats nunca se identifican en los planes de gestión (46%), o se hace de manera

muy excepcional (33%). En relación con la comunicación, sensibilización y educación ambiental en los planes de gestión de espacios Red Natura, resulta llamativo que una gran proporción de los técnicos (25%) reconoce que nunca se incluyen los incendios forestales como un elemento más a considerar, mientras que casi la mitad (48%) opina que sólo se incluyen de manera muy excepcional.

La percepción de los técnicos encuestados en materia de planificación preventiva confirma que los instrumentos vigentes de gestión de espacios Red Natura no contemplan de manera suficiente las actuaciones necesarias para la reducción del riesgo de incendios forestales. El 45% de los técnicos encuestados reconoce que en los planes de gestión nunca se incorpora un inventario de infraestructuras preventivas (puntos de agua, torres vigilancia, cortafuegos lineales perimetrales, etc.) o actuaciones necesarias para su creación y mantenimiento, y un 36% opina que se realiza de forma muy excepcional. Generalmente, tampoco se incluyen en los planes de gestión actuales propuestas de selvicultura preventiva (desbroces, podas, claras, etc.) para mejorar la resistencia y resiliencia de las masas forestales o facilitar las labores de extinción: el 52% opina que nunca se incorporan o se hace de manera excepcional, y casi el 18% que sólo se realiza en algunos planes pero no los suficientes. En el mejor de los casos, cuando dentro de los planes de gestión de los espacios protegidos existen actuaciones preventivas para la reducción del riesgo, la opinión generalizada es que estas medidas nunca se planifican en base a criterios técnicos de gestión de incendios (56%), o se incluyen sólo de manera excepcional (35%).

Por otro lado, algunos técnicos de incendios ponen de manifiesto que a pesar de que a menudo se identifica el riesgo de incendio como una presión o amenaza para la conservación de los espacios protegidos, las directrices de actuación de los planes Red Natura suelen proponer medidas para la gestión de los hábitats que son incompatibles con la creación de paisajes más resistentes y resilientes ante incendios forestales. Los resultados indican que son generalizadas las directrices de fomento de la madera muerta (incluyendo los restos de tratamientos selvícolas), dejar superficies importantes de rodales de reserva sin actuación, fomentar las estructuras de masa irregulares, o limitar las intervenciones necesarias para la realización de infraestructuras de apoyo a la extinción (pistas, etc.), lo que condiciona y dificulta la defensa del conjunto de los recursos naturales frente al fuego. Así mismo, se destaca la necesidad de compatibilizar la gestión forestal (selvicultura, prevención de incendios) y la preservación de la biodiversidad (especies protegidas, sostenibilidad ecológica de los ecosistemas) para mejorar la conservación y el manejo de los espacios a proteger.

Planes de defensa contra incendios forestales

La percepción global de los técnicos encuestados respecto al grado de consideración de los espacios Red Natura indica que el 36% opina que los actuales planes de defensa contra incendios incorporan sólo una breve referencia a los hábitats o especies a proteger, casi un 30% de los técnicos reconoce que se limitan a mencionar

su existencia, y el 16% considera que nunca se incluyen, frente a menos del 18% que opina que están bien catalogados y descritos. En relación a la identificación de los espacios protegidos como elementos vulnerables de protección prioritaria, el 34% de los técnicos cree que se consideran siempre o casi siempre como tal dentro de los planes de defensa, frente a casi el 30% que reconoce que se hace en algunos casos pero no los suficiente y el 36% que opina que no se hace nunca o sólo de forma excepcional. Sin embargo, más del 50% de los técnicos encuestados considera que los planes de defensa contra incendios deberían estar condicionados por la presencia de estos espacios de alto valor ecológico.

Hay que señalar que la valoración del grado de consideración de los espacios Red Natura en los planes de incendios diferente según el ámbito competencial de los encuestados. La percepción es sensiblemente inferior por parte de los técnicos responsables de los espacios protegidos, detectando incluso un alto grado de desconocimiento o falta de información asociada a la mayor proporción de cuestiones sin respuesta, en comparación con los técnicos que desarrollan su competencia en el ámbito de la prevención de incendios que generalmente lo valoran de forma más positiva.

En cuanto a la planificación de actuaciones preventivas para reducir el riesgo de incendio dentro de los planes de defensa, sólo un tercio de los técnicos encuestados opina que los espacios Red Natura son tenidos en cuenta siempre o casi siempre, frente a dos tercios que creen que su consideración es insuficiente. Además, el 80% opina que no se incluyen medidas correctoras adecuadas en relación al posible impacto negativo de las actuaciones preventivas en los espacios protegidos. En relación a los criterios utilizados, el 57% de los técnicos considera que nunca o casi nunca se contemplan aspectos ecológicos en relación con los requerimientos de los hábitats/especies protegidas, y casi el 15% piensa que se hace de manera insuficiente, frente al 20% que cree que sí se incluyen además de los criterios técnicos habituales basados en la propagación y comportamiento potencial del fuego. De nuevo, la percepción del grado de consideración de estos criterios es significativamente distinta según el ámbito competencial de los técnicos, siendo muy inferior por parte de los responsables de espacios protegidos, y con una considerable falta de información (ausencia de respuestas), en comparación con los responsables de la prevención de incendios.

En relación a la utilización de herramientas de simulación de incendios, la percepción de los técnicos coincide con los resultados del análisis de planes del estudio presentado en el capítulo anterior: el 75% reconoce que en los planes de defensa no se incluye nunca (33%) o sólo en casos excepcionales (42%).

Más de la mitad de los técnicos opina que actualmente el uso del fuego prescrito o fuego técnico no se incluye (19%) o es una medida excepcional (34%) en los planes de defensa contra incendios. En relación al uso del fuego en los planes de gestión Red Natura, existe una ausencia mayoritaria de la consideración de esta herramienta como alternativa (64%) o sólo se hace de manera muy excepcional (26%). Sin embargo, casi la mitad de los encuestados (48%) considera que es muy

necesario incorporar o fomentar el uso del fuego técnico como herramienta de gestión del combustible para mejorar la reducción del riesgo de incendio en su comunidad autónoma y un 38% lo considera interesante aunque no imprescindible, frente al 14% que le parece irrelevante. Esta percepción de la necesidad del uso del fuego como herramienta de gestión preventiva es mayoritaria en el ámbito de los técnicos de incendios (67%), incluso para la mejora de la conservación de determinados hábitats de la Red Natura (50%). Sin embargo, los técnicos responsables exclusivamente de la conservación de espacios naturales, es decir no implicados en la defensa contra incendios, opinan generalmente que puede ser interesante pero no imprescindible (58%), en particular en el contexto de la mejora de los espacios Red Natura 2000 (65%) donde lo consideran menos necesario.

Oportunidades de mejora para la integración de la gestión de espacios protegidos y la prevención de incendios

En general, la mayoría de los técnicos (52%) considera que es muy necesario establecer una metodología común para la identificación de zonas vulnerables a incendios dentro de los planes de gestión Red Natura. Esta necesidad es demandada de forma mayoritaria por los responsables de conservación de espacios protegidos, que apoya casi el 70% de los técnicos encuestados de este ámbito competencial.

También se pone de manifiesto de forma generalizada que los planes de gestión de espacios Red Natura deben proporcionar información específica en relación al impacto de los incendios forestales, para su incorporación y consideración en los planes de defensa. El 61% cree que este aspecto es muy necesario y el 33% opina que sería interesante aunque no lo considera imprescindible. En este sentido, sería aconsejable una normalización o definición de criterios mínimos sobre la información relativa a los incendios forestales necesaria a incluir en los planes de gestión de los sitios Red Natura. De esta forma, se podría articular dentro de los distintos instrumentos de gestión existentes una recopilación estandarizada de información relevante sobre incendios forestales en cada espacio protegido, con el fin de analizar el impacto potencial del fuego en los hábitats y especies vulnerables, como base para proponer las medidas adecuadas que garanticen su mejor conservación frente a este tipo de perturbaciones.

Sin embargo, no existe una percepción común en cuanto al grado de coordinación entre los planes de gestión Red Natura y los planes de defensa contra incendios forestales por parte de los encuestados. La gran mayoría (casi el 80%) de los técnicos responsables de la conservación de espacios protegidos opina que debería ser obligatorio que los planes de defensa contra incendios fuesen consensuados con la autoridad competente en aquellas actuaciones preventivas que puedan afectar a hábitats o especies vulnerables, mientras que sólo lo cree conveniente el 40% de los técnicos responsables de incendios forestales. De igual modo casi el 80% de los técnicos responsables de la conservación opina que es muy necesario plantear actuaciones preventivas especiales para reducir la afectación de los incendios en los espacios Red Natura, mientras que sólo lo cree conveniente el 50% de los técnicos

responsables de incendios y casi el 30% opina que puede ser interesante pero no lo considera imprescindible.

Otro de los aspectos relevantes a mejorar es la comunicación entre administraciones de distintas competencias, dado que generalmente se realiza en servicios distintos en la mayoría de comunidades autónomas. Este hecho queda patente en la elevada proporción de ausencia de respuestas en cuestiones relativas a los planes de defensa de incendios por parte de los técnicos responsables de la conservación de espacios protegidos, entendemos que por desconocimiento o falta de suficiente información disponible. También existe un aparente desconocimiento sobre ciertas cuestiones de los planes de gestión Red Natura por parte de los técnicos responsables de incendios forestales, aunque en un grado significativamente menor. Parece por tanto imprescindible establecer fórmulas de comunicación y coordinación más eficaces entre los servicios competentes de las respectivas administraciones en materia de prevención o extinción de incendios y de conservación de espacios protegidos para una mejor integración, conclusión que se ratifica mediante la opinión de los respectivos técnicos de ambos ámbitos competenciales que mayoritariamente (más del 75%) lo consideran muy necesario.

EFFECTOS DEL FUEGO EN LOS ECOSISTEMAS: RESULTADOS DE QUEMAS EXPERIMENTALES EN ESPACIOS PROTEGIDOS

Javier Madrigal. ICIFOR, INIA-CSIC/UPM.
Juncal Espinosa. Universidad Valladolid.
José Manuel Vidal-Cordero. EBD-CSIC.
Francisco Carro. EBD-CSIC.
José Almodóvar. JCCM.
José F. Mateo. JCCM.
Francisco Senra. INFOCA-Junta Andalucía.
Mauricio Martín. INFOCA-Junta Andalucía.
José C. Muñoz-Reinoso. Universidad Sevilla.
Sergio A. Prats. Universidad Évora.
Pablo Martín-Pinto. Universidad Valladolid.
Enrique Jiménez. CIF-Lourizán, Xunta Galicia.
Teresa Fontúrbel. CIF-Lourizán, Xunta Galicia.
José A. Vega. CIF-Lourizán, Xunta Galicia.
Daniel Moya. UCLM.
Jorge de las Heras. UCLM.
Manuel Lucas-Borja. UCLM.
Mercedes Guijarro. ICIFOR, INIA-CSIC.
Cristina Carrillo-García. ICIFOR, INIA-CSIC /UPM.
Carmen Hernando. ICIFOR, INIA-CSIC.
Ana C. de la Cruz. ICIFOR, INIA-CSIC.
Xosé Pardavila. EBD-CSIC.
Ricardo Díaz-Delgado. EBD-CSIC.
Fernando Montes. ICIFOR, INIA-CSIC.
David González. TRAGSA.
Antonio López-Santalla. Organismo Autónomo Parques Nacionales.
Xim Cerdá. EBD-CSIC.

Introducción

Los efectos del fuego en los ecosistemas mediterráneos dependen de la intensidad, severidad, frecuencia, época del año, extensión y tipo de fuego, en definitiva, del régimen de incendios o pyroma del bioma sometido a esta perturbación (Archibald et al. 2013). Los organismos se han visto afectados por cambios a lo largo del tiempo, por lo que muchas de las especies han desarrollado diversas estrategias de supervivencia a los incendios forestales. Las especies vegetales principalmente se han adaptado mediante dos mecanismos: el rebrote y la supervivencia por

semillas. Por su parte, las especies animales, dependiendo de su tamaño, hábitat y capacidad de desplazamiento, suelen evitar la perturbación enterrándose o huyendo, de tal forma que los ejemplares o comunidades supervivientes dependen, en gran medida, de la severidad del fuego que condicionará el recurso alimenticio disponible a corto plazo. En los últimos años se han venido estudiando los efectos de la severidad del fuego sobre el suelo y la vegetación, sobre todo por el desarrollo de herramientas satelitales que permiten generar cartografía a escala de paisaje. Se han elaborado guías metodológicas que aplican estos conocimientos a los tratamientos de emergencia post-incendio (Vega et al. 2013) y a la toma de decisiones en la restauración (Alloza et al. 2014). No obstante, existen aún dificultades importantes para estimar de forma remota los efectos del fuego en el suelo. Además, se desconocen los efectos del fuego en componentes tan importantes del sistema como los hongos y micorrizas, bacterias, artrópodos y micromamíferos, dependientes del bioma del suelo y de la vegetación afectada por el incendio (Certini et al. 2021)

La comprensión de cómo la fauna responde al fuego y el papel evolutivo de este sobre los animales todavía es muy reducida (Pausas y Parr 2018, Nimmo et al. 2019). De igual forma la escasa bibliografía sobre los efectos en la fauna, como depredadores o herbívoros (Geary et al. 2020, Doherty et al. 2022, Rouet-Leduc et al. 2021) es sobre ecosistemas muy distantes de la Red Natura española.

En el caso de los artrópodos, éstos son capaces de responder más rápidamente a los cambios ambientales generados por el fuego que las plantas y los vertebrados (Kremen et al. 1993) debido a que, en general, presentan tiempos de generación cortos, tasas de reproducción altas y muestran menos efectos competitivos que los vertebrados de vida larga con tasas de reproducción bajas (Samways 1993). Sin embargo, la gran riqueza de artrópodos existentes va acompañada también de una gran diversidad de respuestas al fuego (New 2014), lo que hace su estudio más complejo. Así, la mayoría de trabajos se centran en uno o dos grupos taxonómicos: por ejemplo, hormigas y arañas (Underwood and Quinn 2010, Vidal-Cordero et al. 2022), abejas (Bogusch et al. 2015, Lazarina et al. 2016) o escarabajos (Rodrigo et al. 2008, Moretti et al. 2010). Evaluar la rápida respuesta de los artrópodos a las perturbaciones permite su uso como indicadores tempranos del cambio y puede ayudar a los planes de gestión y conservación del ecosistema afectado (Kremen et al. 1993, Lawes et al. 2005).

Los ecosistemas adaptados al fuego tienen un fuerte potencial de autosucesión en presencia de un determinado régimen de incendios, pero su exclusión puede suponer importantes alteraciones y consecuencias, como el excesivo envejecimiento de los ejemplares y la desaparición de especies del estrato herbáceo por la fuerte acumulación de biomasa y cobertura de la vegetación arbustiva y arbórea. Este proceso es común en espacios naturales protegidos españoles donde la extinción de incendios naturales elimina este proceso del sistema. En este contexto, existen propuestas para incluir “incendios prescritos” en la gestión de estos ecosistemas, que en ocasiones se pueden utilizar para remplazar el papel de los incendios

forestales (Pausas y Keeley 2009). Con esta actuación, el fuego se convierte una herramienta de gestión para lograr objetivos de conservación y restauración de hábitat, aunque en España ha sido poco explorada (p. ej., Life Pinassa <https://lifepinassa.eu/?lang=es>, Life Montserrat <https://lifemontserrat.eu/es/>, Interreg Open2Preserve <https://open2preserve.eu/>).

La bibliografía sobre los efectos de las quemas prescritas en diferentes parámetros del ecosistema es abundante y en los últimos años, en nuestro país, también se han desarrollado estudios financiados por diferentes proyectos de investigación europeos (p. ej., Fireparadox, Fume), nacionales (p. ej., GEPRIF www.proyectogeprif.es) y organismos de gestión ministerial (González Sancho *et al.* 2020) que están generando resultados científicos y técnicos aplicados al manejo integral del fuego en nuestros ecosistemas, así como información sobre los efectos del fuego de baja intensidad. La mayoría de la bibliografía resultante coincide con la existente en otros ecosistemas y es un hecho bastante contrastado que las quemas de baja intensidad permiten regular la carga de combustible, siendo su efecto amortiguado por los ecosistemas en períodos asumibles desde el punto de vista ecológico, al menos para la vegetación y el suelo, que puede oscilar entre unos meses y varios años. La repetición de tratamientos en la misma zona es más controvertida porque se han detectado efectos adversos en las reservas de carbono en el suelo (Fontúrbel *et al.* 2021). En cualquier caso, hay consenso en considerar que los efectos de las quemas prescritas presentan menores impactos que los que suponen los incendios de alta intensidad (Fernandes 2015) y que sería necesario quemar de forma prescrita una superficie importante (relaciones 1:4-1:5 de la superficie promedio anual quemada en incendios) en un área/comarca concreta para garantizar una reducción significativa de la severidad del fuego y el área quemada (Davim *et al.* 2022).

Teniendo en cuenta estos resultados previos y en el contexto de proyectos de investigación nacionales (Madrigal *et al.* 2022a) y el proyecto INTERREG POCTEP CILIFO (www.cilifo.eu), se ha abordado el reto de utilizar fuegos experimentales para gestionar ecosistemas RN2000 reduciendo el peligro de incendios. Se presentan los resultados de dos tipos de ecosistemas contrastados, uno arbolado en la Serranía de Cuenca y otro de matorral en el emblemático Parque Nacional de Doñana, en los que se han abordado enfoques diferentes y en los que, por primera vez, se han llevado a cabo experimentos de quema con objetivos científicos en sendos espacios protegidos.

Quemas experimentales en Red Natura 2000

Pinares de *Pinus nigra* subsp. *salzmannii* (Serranía de Cuenca, RN 2000 ZEPA ES000162, RN 2000 LIC ES4230014)

El área de trabajo se localiza en la parte alta de la serranía de Cuenca (sistema Ibérico; SE de la Península Ibérica). Se seleccionaron dos zonas: una masa mixta de *Pinus nigra* Arn. ssp. *salzmannii* (89±11% del número de pies) y *Pinus pinaster*

Ait. ($11 \pm 11\%$ en número de pies) en las cercanías de la localidad de El Pozuelo; y una masa pura de *P. nigra* en la localidad de Beteta. Se trata de rodales de 40-50 años de edad, con densidades entre 600 y 1.200 pies ha^{-1} , fracciones de cabida cubierta entre 60-100%, altura media de 12,5 m, altura de copa viva por encima de los 6 m y diámetro normal medio de 19 cm. La altitud promedio de la zona es de 1.294 m s.n.m., seleccionando parcelas con una pendiente media del 3 al 10% a fin de eliminar la variable topográfica del diseño experimental. El clima de la zona se clasifica como mediterráneo húmedo, presentando principalmente suelos calcáreos (Lucas-Borja *et al.* 2017). La mayoría de las masas forestales de la zona proceden de pinares naturales de la región de procedencia de “Serranía de Cuenca”. Presentan un sotobosque con matorral disperso compuesto eminentemente por *Cistus laurifolius*, *Genista tridentatum*, *Prunus spinosa* y herbáceas vivaces dominadas por *Arrhenatherum bulbosum* y *Bupleurum rigidum*. La carga de hojarasca inicial era moderada, entre 0,35 y 0,59 kg m^{-2} para El Pozuelo y Beteta respectivamente.

Se dispuso de una red de 9 parcelas (50 m $\times$ 50 m) por cada sitio experimental (masa mixta de El Pozuelo y masa pura de Beteta) siguiendo un diseño completamente aleatorio. Para determinar el efecto de la época de quema frente a la ausencia de intervención, se estableció un total de tres tratamientos por sitio (parcelas sin quemar, parcelas quemadas en primavera y parcelas quemadas en otoño) con tres réplicas por cada tratamiento ($n=18$ parcelas). Las parcelas eran representativas del área de estudio y homogéneas en cuanto a estructura y composición de la masa. Las quemas se ejecutaron por el personal del Plan INFOCAM en mayo y noviembre de 2016 (Figura 1 a). El diseño se completó con quemas realizadas en verano (junio de 2019 y agosto de 2020) cuyos datos están aún en fase de análisis (Madrigal *et al.* 2022a), a fin de relacionar el efecto de la estación del año de realización de la quema y los efectos ecológicos del fuego.

Matorrales mixtos esclerófilos (Parque Nacional de Doñana RN ES0000024)

El Espacio Natural de Doñana incluye el Parque Nacional, el Parque Natural y las zonas de protección, siendo la Reserva Biológica (RBD) la zona con mayor grado de protección. Doñana está considerada como un *hotspot* de biodiversidad (Martín-López *et al.* 2010) y uno de los humedales más importantes de Europa. El clima de Doñana es de tipo mediterráneo con influencia atlántica, una precipitación anual media de 550 mm y una temperatura media de 17°C. Las precipitaciones presentan un pico otoño-invernal y un segundo pico primaveral, siendo las precipitaciones muy escasas entre junio y septiembre.

La RBD alberga una representación de los ecosistemas más característicos de Doñana como son las marismas, las dunas móviles y las arenas estabilizadas. El área de estudio se sitúa en las arenas estabilizadas; éstas presentan una topografía ondulada debido a su origen dunar, y a lo largo del gradiente topográfico se desarrollan distintas comunidades vegetales en respuesta a la disponibilidad de agua (Allier *et al.* 1974, Muñoz-Reinoso y García Novo 2005). Las arenas estabilizadas están dominadas por un matorral mediterráneo dominado por especies de las familias

Cistaceae, *Lamiaceae* y *Ericaceae*. El extremo más seco del gradiente lo constituye el **monte blanco**, dominado por germinadoras con fuerte adaptación al fuego como cistáceas (*Cistus libanotis*, *Halimium calycinum*, *H. halimifolium*) y labiadas (*Salvia rosmarinus*, *Lavandula stoechas*, *Thymus mastichina*), con *Stauracanthus genistoides* (rebrotadora, *Fabaceae*). El extremo húmedo lo constituye el brezal o **monte negro**, con rebrotadoras (*Erica scoparia* y especies de matorral noble) y algunas germinadoras (*Calluna vulgaris*). Entre ambas comunidades se desarrolla un matorral de características intermedias (**monte intermedio**) dominado por *H. halimifolium* y *Ulex australis*, acompañadas por especies de ambos extremos del gradiente (Muñoz-Reinoso 2009).

Ante la falta de sucesión hacia etapas más maduras (alcornocal), estos matorrales presentan serios problemas de senescencia, con gran cantidad de biomasa muerta acumulada, lo que genera un alto riesgo de incendio forestal. Además, esta necromasa impide el crecimiento de herbáceas que son la base alimenticia de los herbívoros y particularmente del conejo, presa clave para especies amenazadas como el lince ibérico (*Lynx pardinus*) y el águila imperial ibérica (*Aquila adalberti*). Con este objetivo, se planteó por primera vez un diseño experimental con criterio científico que pudiera servir a los gestores del espacio protegido en la toma de decisiones futuras en relación con la posible inclusión del fuego como herramienta de gestión.

El diseño experimental consistió en 4 bloques que incluían parcelas de 1 ha (100 m × 100 m) quemadas y sus correspondientes parcelas control, para así comparar el efecto de la quema como tratamiento. Con objeto de que la muestra fuera representativa de los matorrales del parque nacional se han incluido parcelas de monte blanco (bloque 1), monte intermedio (bloque 2) y monte negro (bloques 3 y 4). Finalmente se quemaron únicamente las parcelas de los bloques 1, 2 y 4, con lo que el diseño experimental último consistió en 3 bloques con 3 parcelas tratadas y monitorizadas (Figura 2 a), y 3 parcelas control que fueron quemadas en octubre de 2020 por personal del Plan INFOCA (Madrigal *et al.* 2022b).

Efectos del fuego en ecosistemas RN2000

Régimen térmico en el suelo, respiración del bioma y erosión

El suelo es el elemento del ecosistema que suele ser más vulnerable al efecto del fuego, por tanto, donde más hay que vigilar el aumento de la temperatura y, sobre todo, el tiempo de residencia para que no exceda los límites que implican daños en el bioma por excesivo consumo de materia orgánica.

La temperatura registrada en los termopares situados a diferentes profundidades (capa de hojarasca, mantillo y suelo) muestra que no se alcanzaron valores elevados que pudiesen afectar a las principales características del suelo, ni en las quemas llevadas a cabo en pinares de Cuenca ni en las de matorrales de Doñana. En pinares,

la media de las temperaturas máximas obtenidas en la superficie del suelo fue de 25°C, inferiores a 17°C a 2 cm de profundidad. Las temperaturas máximas medias fueron de 199°C en El Pozuelo y de 311°C en Beteta, y las observadas entre la hojarasca y el mantillo, de 100°C en El Pozuelo y de 130°C en Beteta. En Doñana, se registraron entre la capa de hojarasca y la capa de mantillo temperaturas máximas, en algunas estaciones de muestreo, entre 95 y 434°C de forma puntual. No obstante, las temperaturas fueron bajas, por debajo de 50°C, en todos los puntos de muestreo (n=15), en el suelo mineral (a 2 y 5 cm de profundidad bajo del mantillo) en todas las estaciones muestreadas excepto en una que alcanzó 176°C. Estas temperaturas máximas se mantuvieron menos de un minuto en todos los casos.

El análisis de la respiración del suelo en la zona de estudio de Cuenca indicó que las variables más significativas que explican la variabilidad fueron la cobertura de vegetación y el efecto de la quema. De esta manera se observó que en zonas de baja cobertura vegetal el flujo es significativamente menor ($0,33 \pm 0,03 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) que en zonas bajo arbolado ($0,42 \pm 0,03 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). También se apreció un aumento significativo del flujo tras la quema ($0,34 \pm 0,02$ y $0,43 \pm 0,04 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, respectivamente). Respecto a la hidrofobicidad, estimada mediante el tiempo de penetración de una gota de agua en el suelo, el análisis de varianza realizado indicó un aumento de los valores debido a la quema en ambas zonas de estudio, siendo mucho más acusado este aumento en Beteta, aunque dicho efecto parece desaparecer tan solo dos meses tras la quema. En el caso de Doñana, la hidrofobicidad (Figura 2 c) pasó de clase 0 en la superficie del suelo antes de las quemaduras (valor mediano hidrofílico, o ausencia de repelencia en un total de 394 mediciones) a ser de clase 5 (o moderadamente repelente en 228 mediciones, en una escala de 0 a 9) según el método MED de medición de la repelencia por la molaridad de etanol con gotas de agua (Malvar *et al.* 2016). También se observó un aumento de la infiltración en los primeros meses, siendo la tendencia de las parcelas control a la disminución de esta variable, no presentando diferencias tres meses después del tratamiento. Por tanto, la erosión puntual que pudiera existir tras el tratamiento por efecto de hidrofobicidad se diluye en un breve espacio de tiempo.

En el caso de Doñana, con suelos arenosos y terreno llano, no había previsión de erosión hídrica; no obstante, la presencia de brisas marinas continuadas planteó la hipótesis de una posible erosión eólica (figura 2 c). Para evaluar este efecto se diseñó, por primera vez, un dispositivo experimental para la recogida de polvo en suspensión a diferentes alturas, que se instaló tanto en parcelas quemadas como en parcelas no quemadas. La información preliminar obtenida indica que existe un incremento puntual de la erosión eólica (mayor desprotección del suelo mineral) por efecto de la quema a los 10 cm de altura, con movilización de $12,3 \text{ g m}^{-2} \text{ día}^{-1}$ durante los primeros 6 meses posteriores a la quema. En comparación, la zona no quemada registró valores de solo $5 \text{ g m}^{-2} \text{ día}^{-1}$. A pesar de las diferencias, estos valores de movilización son pequeños si los comparamos con los $100\text{-}8.000 \text{ g m}^{-2} \text{ día}^{-1}$ de las zonas incendiadas de Australia, usando un método similar, y aún los $16 \text{ g m}^{-2} \text{ día}^{-1}$ en las zonas control no quemada (Jeanneau *et al.* 2019). Al ser un tema escasamente investigado a nivel mundial, se sugiere el desarrollo de más estudios

donde se apliquen quemas en ecosistemas de dunas costeras, dunas estabilizadas o zonas arenosas de interior expuestas a vientos.

Efectos en el desfronde del arbolado, área foliar y nutrición foliar (pinares)

Por primera vez en Europa se ha llevado a cabo una monitorización mensual de la biomasa de desfronde (Figura 1 b) tras la ejecución de quemas prescritas bajo arbolado (El Pozuelo y Beteta), utilizando un diseño experimental que sigue las recomendaciones del manual de la UNECE-ONU (Ukonmaanaho *et al.*, 2016; Espinosa *et al.* 2018; Espinosa *et al.* 2020a).

Los datos obtenidos señalan que la quema prescrita, tanto la ejecutada en primavera como en otoño, tiene un efecto limitado a medio plazo (que disminuye progresivamente con el paso del tiempo) sobre la dinámica de desfronde (en términos de cantidad y contenido de nutrientes) en masa mixtas de *Pinus nigra* y *P. pinaster* y puras de *P. nigra*. Además, se observa que la variabilidad en el desfronde se ve afectada por la composición y características de la masa, apuntando a que la masa mixta podría amortiguar el efecto del fuego. Junto con el tipo de masa, la época en que se realiza la quema prescrita (primavera u otoño) también parece influir en la dinámica de desfronde. La fracción de inflorescencias se reduce de manera significativa después de la quema prescrita de primavera en las dos masas, lo que advierte de potenciales daños en la copa, que inhiben la producción de flores. Por el contrario, no se han encontrado variaciones significativas en el carbono, macro y micronutrientes foliares entre parcelas quemadas y no quemadas, con lo que se puede afirmar que no existió deficiencia foliar durante el experimento; este dato también se confirmó a través del análisis del Índice de Área Foliar que se realizó con el dispositivo ForeStereo® (Figura 1 d) durante el primer año de estudio en las parcelas quemadas en primavera. El análisis estadístico utilizando modelos espacio-temporales (Espinosa *et al.* 2020b) mostró que determinados eventos meteorológicos, como nevadas y tormentas, en los meses posteriores a la quema, incrementan el desfronde en las parcelas quemadas, lo que resalta la necesidad de monitorizar y evaluar bien este tipo de quemas en climas de media y alta montaña.

Efectos en la supervivencia del cambium y los crecimientos de los árboles (pinares)

En general, no se alcanzaron temperaturas letales ($>60^{\circ}\text{C}$) a la profundidad del cambium, excepto en algunos ejemplares dominados con espesores de corteza inferiores a 1 cm, donde se registraron regímenes térmicos más severos. Se observaron temperaturas superiores a 40°C al nivel de los tejidos vivos que podrían generar estrés a corto plazo en una proporción de pies aproximado del 10% en las quemas efectuadas a primera hora de la mañana con temperaturas exteriores de 10 a 15°C , y hasta un máximo del 60% de los pies en las quemas efectuadas en las horas centrales del día con temperaturas exteriores de 25°C . No obstante, la evaluación de los crecimientos en años posteriores (Espinosa *et al.* 2021) no mostró diferencias significativas entre tratamientos (Figura 1 c), con lo que

se asume que la protección de la corteza fue eficaz (evaluación mediante resistómetro patentado por INIA-CSIC, Figura 1 d), según como se estableció en la prescripción y de acuerdo con la resistencia al fuego de los pinares que recomiendan quemar con un espesor mínimo de corteza entre 1,7-2,0 cm (Madrigal *et al.* 2019, Espinosa *et al.* 2020c).

Efectos en el bioma del suelo y hongos micorrícicos

Existe un creciente interés en el estudio de las comunidades fúngicas y su relación con el fuego en ecosistemas mediterráneos. Este interés es, en parte, debido a los múltiples servicios ecosistémicos que pueden proporcionar para el funcionamiento de los sistemas forestales (Tomao *et al.* 2020); y en parte, debido al aumento de la frecuencia y severidad de los incendios en este marco.

El estudio llevado a cabo en los pinares de Beteta 4 años después de la quema prescrita (Vázquez-Veloso *et al.* 2022) y 1 año después en Doñana (Espinosa *et al.* 2022, en revisión), revelaron que no hubo diferencias significativas en la riqueza y abundancia de la comunidad fúngica entre parcelas quemadas y no quemadas, ni tampoco entre la época de quema (primavera y otoño) en el caso de Beteta. Estos datos fueron obtenidos a partir del análisis del micelio de suelo utilizando métodos fisicoquímicos y de ADN genómico de alta calidad. Respecto a los grupos funcionales, los hongos ectomicorrícicos (ECM) y los saprótrofos fueron los más representativos. En el caso de los hongos ECM no se apreciaron diferencias sustanciales entre tratamientos (quemado y no quemado) en términos de riqueza, ni en el diseño experimental de Beteta ni en Doñana. Como se ha comentado, la correcta prescripción evitó sobrecalentamientos excesivos a nivel de suelo que podrían haber motivado alteraciones significativas; lo que también sugiere una adaptación de este grupo a fuegos recurrentes de baja intensidad a través de distintas estrategias, como puede ser la presencia de esporas resistentes. Por su parte, los hongos saprótrofos, suelen tener una tasa de recuperación más rápida que otros grupos tróficos tras la perturbación del fuego, favorecidos por el aumento de la materia muerta. En lo que se refiere a la abundancia de los hongos comestibles, en los pinares de Beteta, el género *Rhizopogon*, *Russula* y *Tuber* no muestran diferencias entre tratamientos, mientras que el género *Suillus* muestra una abundancia significativamente menor en la quema de primavera respecto a la de otoño, aunque no se encontraron diferencias significativas entre parcelas quemadas y no quemadas. En el caso de Doñana, los géneros dominantes fueron *Cortinarius* y *Rhizopogon* destacando que la red de micelio de este tipo de especies también podría desempeñar un papel en la reducción de la erosión del suelo tras las primeras lluvias después de un incendio forestal (Martin-Pinto *et al.*, 2022).

Efectos en la regeneración de la vegetación (matorrales)

En el estudio realizado en Doñana se identificaron un total de 37 especies diferentes, con 1.385 plantas intersectadas en los transectos lineales establecidos en las parcelas (Figura 2 c). Los datos mostraron que, a corto plazo, el ecosistema de matorral mixto tiene una dinámica de autosucesión, con una presencia más significativa de herbáceas en el primer año tras la quema. Los índices de riqueza y diversidad analizados muestran un aumento

en las parcelas quemadas, pero sin diferencias significativas con las parcelas testigo. En cuanto a los tipos funcionales, las especies germinadoras tienen un mayor porcentaje de presencia que las rebrotadoras en todas las parcelas, ya que el fuego activó el banco de semillas de las cistáceas y las herbáceas anuales. En cambio, las rebrotadoras presentaron mayores alturas y desarrollo 6 meses tras la quema. En relación con la eficacia preventiva, como era esperable, se vio que la altura media de la vegetación de las parcelas quemadas fue muy inferior a las parcelas control y que la cobertura fue significativamente menor en las parcelas quemadas en el primer semestre tras la quema.

Efectos en la fauna silvestre

Hormigas

Tras las quemas de Doñana de 2020, se muestrearon mensualmente artrópodos durante un año con trampas de caída (*pitfall*) y se identificó un total de 25 especies de hormigas en las parcelas quemadas, y 20 especies en las respectivas parcelas control (Figura 2 b). En términos de abundancia, en las parcelas quemadas hay significativamente más individuos que en las parcelas control, y en todas se observa una marcada estacionalidad, con los máximos en mayo y junio. Respecto a la diversidad, aunque es superior en las parcelas quemadas, las diferencias no son significativas. Todo esto indica que las quemas no tuvieron un efecto negativo sobre las poblaciones de hormigas. Ello puede ser debido a que la mayoría de las especies nidifican en el suelo a una profundidad igual o superior a los 20 cm, con lo que el fuego no afecta a la supervivencia inmediata de las colonias, aunque puede afectarles a medio-largo plazo por la reducción del alimento disponible.

Mamíferos

En el estudio de la fauna silvestre de mamíferos se centró en las comunidades de micromamíferos, quirópteros y conejos. Para los datos a corto plazo durante el año 2021 y 2022 de seguimiento de micromamíferos, se diseñó una malla regular de 36 trampas *Sherman* por cada parcela (quemada y control). Durante 3 noches consecutivas se revisaron las trampas a primera hora de la mañana para identificar y cuantificar la abundancia de las especies capturadas (Torre et al. 2011). En los trameos efectuados en primavera y otoño solo se capturaron dos especies de roedores, ratón de campo (*Apodemus sylvaticus*) y ratón moruno (*Mus spretus*), siendo testimoniales las capturas en las parcelas quemadas, en trampas periféricas próximas a zonas fuente. Las mayores abundancias fueron en el monte negro, siendo la especie más abundante el ratón moruno (0,064 ratones morunos/trampas/noche) seguida del ratón de campo con un índice de captura de 0,037 ratones de campo/trampas/noche. En otoño hubo una mayor abundancia que en primavera. Los efectos del fuego han sido negativos, a esta escala temporal y son un factor de perturbación a corto-medio plazo.

Para determinar la abundancia de conejo se estableció una malla regular de 36 puntos de muestreo (marcados con una piqueta de balizamiento permanente) por parcela (quemada y control), mediante conteo de excrementos de conejo en un

área de 50 cm de radio con remoción, es decir limpiando los mismos previamente. Con este diseño se pudo evaluar la evolución de la población conejos en las áreas quemadas. En una primera revisión desde junio de 2021 a septiembre de 2021 se observaron diferencias significativas, entre las parcelas quemadas y control. En la parcela de monte intermedio, se registró mayor abundancia de conejos en la zona quemada, mientras que en el monte negro la abundancia mayor fue en la zona control. Una segunda revisión que abarcó el periodo entre septiembre de 2021 y finales de mayo del 2022 siguió manteniendo diferencias significativas en el matorral intermedio con mayores abundancias en las zonas quemadas.

Los murciélagos se monitorizaron mediante el uso de detectores de ultrasonidos y se evaluó el uso que hacen las especies de murciélagos de las parcelas quemadas y control como áreas de alimentación (Ancillotto *et al.*, 2021). Se detectaron cinco especies, *Pipistrellus pipistrellus*, *P. kuhlii*, *P. pygmaeus*, *Nyctalus sp.*, *Miniopterus schreibersii* y *Eptesiscus isabellinus*. Las especies más abundante fueron *P. pipistrellus* y *P. pygmaeus*. Debido a las limitaciones metodológicas de los sondeos acústicos, no se pudo precisar con total fiabilidad la proporción entre especies. No se observaron diferencias significativas entre las zonas quemadas y las control, como sí se ha observado en estudios similares en zonas próximas (Pardavila, 2018) posiblemente debido al escaso tamaño de las parcelas quemadas.

Mediante cámaras de fototrampeo, se detectaron también otros mamíferos como zorros y ginetas. Debido a la escasa superficie de las parcelas quemadas, y a la mayor área de campeo de estos carnívoros, estas especies pueden usar las zonas quemadas contribuyendo a la dispersión de semillas.

Conclusiones

Se considera que los trabajos descritos son experiencias pioneras que pueden servir de buena práctica en RN2000 para obtener información contrastada sobre los efectos ecológicos del fuego en ecosistemas españoles. Los resultados muestran que, tanto en los ecosistemas de arbolado como de matorral estudiados, los efectos del fuego de baja intensidad no han supuesto unos cambios muy significativos en la mayoría de los parámetros medidos, aunque algunos posibles efectos negativos en el suelo, vegetación y fauna se deben tener en cuenta en la mejora de las prescripciones de quema si finalmente se usa esta técnica como método de conservación de ecosistemas. Se considera imprescindible el fomento de las quemas prescritas a escala de gestión y la colaboración con diferentes grupos de investigación multidisciplinar para avalar científicamente estas actuaciones. Los gestores de espacios protegidos tienen una herramienta a su disposición con cada vez mejor implantación operativa que debe probarse en ecosistemas adaptados al fuego para mejorar su estado de conservación o favorecer taxones concretos vegetales o animales dependientes del fuego. Por otro lado, la labor de reducción del peligro de grandes incendios de alta severidad y/o recurrencia que comprometa la resiliencia de los ecosistemas son una prioridad en la protección de áreas RN2000 que deben estar también protegidas frente a la aparición de megaincendios.



Figura 1: Sitio experimental de quemas prescritas bajo arbolado de *Pinus nigra* subsp. *salzmannii* en Serranía de Cuenca (RN 2000 ZEPA ES000162, RN 2000 LIC ES4230014). (a) Ejecución y monitoreo de la quema: izquierda baja intensidad; derecha alta intensidad (b) Detalle de captadores de desfronde (c) Detalle extracción de cores para determinar efectos en crecimientos (d) Recuperación de área foliar tres años después de una quema de alta intensidad en junio de 2019: Izquierda julio 2019; derecha julio 2022. Detalle de patentes INIA-CSIC para monitorizar daños y mortalidad en cambium (izquierda) y área foliar (derecha, Forestereo®)



Figura 2: Sitio experimental de quemas prescritas en Parque Nacional de Doñana (RN ES0000024). (a) Ejecución y monitoreo de la quema (b) Detalle de seguimiento de hormigas: obreras de la especie granívora *Messor maroccanus* transportando una semilla el día después de la quema prescrita (c) Análisis de suelo, micorrizas, seguimiento de vegetación y erosión eólica seis meses tras la quema (d) Detalle de trampas y capturas de mamíferos (e) Seguimiento de nidos de abejas.

Agradecimientos: Estudios realizado en el contexto de los proyectos GEPRIF (RTA2014-00011-C06-01), VIS4FIRE (RTA2017-00042-C05-01 e INTERREG POCTEP 0753-CILIFO-5-E

Bibliografía

Allier, C., González Bernáldez, F., y Ramírez, L. (1974). Mapa ecológico de la Reserva Biológica de Doñana. C.S.I.C. Estación Biológica de Doñana.

Alloza, J.A., García, S., Gimeno, T., Baeza, J., Vallejo, V.R., ... y Martínez, A. (2014). Guía técnica para la gestión de montes quemados. Protocolos de actuación para la restauración de zonas quemadas con riesgo de desertificación. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid. 188 p.

Ancillotto, L., Bosso, L., Conti, P., y Russo, D. (2021). Resilient responses by bats to a severe wildfire: conservation implications. *Animal Conservation*, 24(3), 470-481.

Archibald S., Lehmann C.E.R., Gómez-Dans. J.L., y Bradstock R.A. (2013). Defining pyromes and global syndromes of fire regimes. *PNAS*, 110(16), 6442-6447.

Bogusch, P., Blažej, L., Trýzna, M., y Heneberg, P. (2015). Forgotten role of fires in Central European forests: critical importance of early post-fire successional stages for bees and wasps (*Hymenoptera: Aculeata*). *European Journal of Forest Research*, 134, 153–166.

Certini, G., Moya, D., Lucas-Borja, M. E., y Mastrolonardo, G. (2021). The impact of fire on soil-dwelling biota: A review. *Forest Ecology and Management*, 488, 118989

Davim, D. A., Rossa, C. G., Pereira, J. M., y Fernandes, P. M. (2022). Evaluating the effect of prescribed burning on the reduction of wildfire extent in Portugal. *Forest Ecology and Management*, 519, 120302.

Doherty, T.S., Geary, W.L., Jolly, C.J., Macdonald, K.J., Miritis, V.,... y Dickman, C.R. (2022), Fire as a driver and mediator of predator–prey interactions. *Biological Reviews*, 97, 1539-1558.

Espinosa, J., Madrigal, J., De la Cruz, A.C., Guijarro, M., Jiménez, E., y Hernando, C. (2018). Short-term effects of prescribed burning on litterfall biomass in mixed stands of *Pinus nigra* and *Pinus pinaster* and pure stands of *Pinus nigra* in the Cuenca Mountains (central-eastern Spain). *Science of the Total Environment*, 618, 941-951.

Espinosa, J., Madrigal, J., Pando, V., De la Cruz, A. C., Guijarro, M., y Hernando, C. (2020a). The effect of low-intensity prescribed burns in two seasons on litterfall biomass and nutrient content. *International Journal of Wildland Fire*, 29(11), 1029-1041.

Espinosa, J., Rodríguez De Rivera, Ó., Madrigal, J., Guijarro, M., y Hernando, C. (2020b). Use of Bayesian modeling to determine the effects of meteorological conditions, prescribed burn season, and tree characteristics on litterfall of *Pinus nigra* and *Pinus pinaster* stands. *Forests*, 11(9), 1006.

Espinosa, J., Rodríguez de Rivera, Ó., Madrigal, J., Guijarro, M., y Hernando, C. (2020c). Predicting potential cambium damage and fire resistance in *Pinus nigra* Arn. ssp. *salzmannii*. *Forest Ecology and Management*, 474, 118372.

Espinosa, J., Martín-Benito, D., Rodríguez de Rivera, Ó., Hernando, C., Guijarro, M., y Madrigal, J. (2021). Tree Growth Response to Low-Intensity Prescribed Burning in *Pinus nigra* Stands: Effects of Burn Season and Fire Severity. *Applied Sciences*, 11(16), 7462.

Espinosa, J., Dejene, T., Guijarro, M., Madrigal, J., Martín-Pinto, P. Fungal diversity and community composition responses to the reintroduction of fire in a non-managed Mediterranean shrubland ecosystem (Int J Wildland Fire, en revision).

Fernandes, P. M. (2015). Empirical support for the use of prescribed burning as a fuel treatment. *Current Forestry Reports*, 1(2), 118-127

Fontúrbel, T., Carrera, N., Vega, J. A., y Fernández, C. (2021). The effect of repeated prescribed burning on soil properties: A review. *Forests*, 12(6), 767.

Geary, W.L., Doherty, T.S., Nimmo, D.G., Tulloch, A.I.T., y Ritchie, E.G. (2020). Predator responses to fire: A global systematic review and meta-analysis. *Journal of Animal Ecology*, 89, 955–971.

González Sancho, D., Gómez Molino, R., Álvarez Palomares, R., y López Santalla, A. (2020). Programa nacional de quemas prescritas experimentales bajo arbolado. *Revista Montes*, 142, 34-40.

Jeanneau , A.C., Ostendorf, B., y Herrmann, T. (2019). Relative spatial differences in sediment transport in fire-affected agricultural landscapes: A field study. *Aeolian Research* 39, 13–22.

Kremen, C., Colwell, R. K., Erwin, T. L., Murphy, D. D., Noss, R. F., y Sanjayan, M. A. (1993). Terrestrial Arthropod Assemblages: Their Use in Conservation Planning. *Conservation Biology*, 7, 796–808.

Lawes, M., Kotze, J., y Bourquin, S. (2005). Epigaeic Invertebrates as Potential Ecological Indicators of Afromontane Forest Condition in South Africa. *Biotropica*, 37, 109–118.

Lazarina, M., Sgardelis, S. P., Tscheulin, T., Kallimanis, A.S., Devalez, J., y Petanidou, T. (2016). Bee response to fire regimes in Mediterranean pine forests: The role of nesting preference, trophic specialization, and body size. *Basic and Applied Ecology*, 17, 308–320.

Lucas-Borja, M., Candel-Pérez, D., Onkelinx, T., Fule, P., Moya, D., ... y De las Heras, J. (2017). Early Mediterranean pine recruitment in burned and unburned *Pinus nigra* Arn. ssp. *salzmannii* stands of central Spain: Influence of species identity, provenances and post-dispersal predation. *Forest Ecology and Management*, 390, 203-211.

Madrigal, J., Souto-García, J., Calama, R., Guijarro, M., Picos, J., y Hernando, C. (2019). Resistance of *Pinus pinea* L. bark to fire. *International Journal of Wildland Fire*, 28, 342-353.

- Madrigal, J., Fonturbel, T., De Las Heras, J., Rodríguez y Silva F., y Ruiz A.D. (2022a). Vulnerabilidad integral de los sistemas forestales frente a incendios: resultados científicos del proyecto VIS4FIRE. VIII Congreso Forestal Español, Lleida 27 junio-1 julio [disponibles actas online <https://8cfe.congresoforestal.es/es/actas>]
- Madrigal, J., Perea, M.A., Muñoz-Reinoso, J.C., Espinosa, J., Sillero, J.M., ... y Cerdá, X. (2022b). El uso del fuego prescrito para restaurar ecosistemas de matorral en el Parque Nacional de Doñana: efectos a corto plazo en la vegetación. VIII Congreso Forestal Español, Lleida 27 junio-1 julio. [disponibles actas online <https://8cfe.congresoforestal.es/es/actas>]
- Malvar, M.C., Prats, S.A., Nunes, J.P., y Keizer, J.J. (2016) Soil water repellency severity and its spatio-temporal variation in burnt eucalypt plantations in north-central Portugal. *Land Degradation and Development*, 27: 1463-1478.
- Martín-López, B., García-Llorente, M., Gómez-Baggethun, E., y Montes, C. (2010). Evaluación de los servicios de los ecosistemas del sistema socio-ecológico de Doñana. In Forum de Sostenibilidad, Vol. 4, 91-11.
- Martín-Pinto, P., Oria-de-Rueda, J.A., Dejene, T., Mediavilla, O., Hernández-Rodríguez, M., Reque, J.A., ... y Geml, J. (2022). Influence of stand age and site conditions on ectomycorrhizal fungal dynamics in *Cistus ladanifer*-dominated scrubland ecosystems. *Forest Ecology and Management*, 519, 120340.
- Moretti, M., De Cáceres, M., Pradella, C., Obrist, M.K., Wermelinger, B., ... y Duelli, P. (2010). Fire-induced taxonomic and functional changes in saproxylic beetle communities in fire sensitive regions. *Ecography*, 33, 760–771.
- Muñoz-Reinoso, J.C., y García-Novo, F. (2005). Multiscale control of vegetation patterns: the case of Doñana (SW Spain). *Landscape Ecology*, 20, 51-61.
- Muñoz-Reinoso, J.C. (2009). Boundaries and scales in shrublands of the Doñana biological reserve, southwest Spain. *Landscape Ecology*, 24, 509-518.
- New, T. R. (2014). *Insects , Fire and Conservation*. . Springer, Cham. 208 pp.
- Nimmo, D. G., Avitabile, S., Banks, S. C., Bliege Bird, R., Callister, K., Clarke, M. F., ... y Bennett, A. F. (2019). Animal movements in fire-prone landscapes. *Biological Reviews*, 94(3), 981-998.
- Pardavila, X., Carro, F., y Santamaría, L. (2018). Burnt or unburnt, what is better for bats? Preliminary results. VII Jornadas da Asociación Española para la Conservación y Estudio de los Murciélagos. Organizadas por la SECEMU en Gibraltar 7 y 8 de diciembre de 2018. Comunicación en panel
- Pausas, J., y Keeley, J. (2009). A Burning story: the role of fire in the history of life. *BioScience*, 59(7), 593-601.
- Pausas, J. G., y Parr, C.L. (2018). Towards an understanding of the evolutionary role of fire in animals. *Evolutionary Ecology*, 32:113–125.

Rodrigo, A., Sardà-Palomera, F., Bosch, J., y Retana, J. (2008). Changes of dominant ground beetles in black pine forests with fire severity and successional age. *Ecoscience*, 15, 442–452.

Rouet-Leduc, J., Pe'er, G., Moreira, F., Bonn, A., Helmer, W., ... y van der Plas, F. (2021). Effects of large herbivores on fire regimes and wildfire mitigation. *Journal of Applied Ecology*, 58, 2690–2702.

Samways, M. J. (1993). Insects in biodiversity conservation: some perspectives and directives. *Biodiversity and Conservation*, 2, 258–282.

Tomao, A., Bonet, J.A., Castano, C., y de-Miguel, S. (2020). How does forest management affect fungal diversity and community composition? Current knowledge and future perspectives for the conservation of forest fungi. *Forest Ecology and Management*, 457, 117678.

Torre, I., Arrizabalaga, A., Freixas, L., Pertierra, D., y Raspall, A. (2011). Primeros resultados del programa de seguimiento de micromamíferos comunes de España (SEMICE). *Galemys*, 23(NE), 81–89.

Ukonmaanaho, L., Pitman, R., Bastrup-Birk, A., Breda, N., y Rautio, P. (2016). Part XIII: Sampling and Analysis of Litterfall. In: UNECE ICP Forests Programme Co-ordinating Centre (ed.): Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. Thünen Institute for Forests Ecosystems, Eberswalde, Germany, 15 p.

Underwood, E. C., y Quinn, J.F. (2010). Response of ants and spiders to prescribed fire in oak woodlands of California. *Journal of Insect Conservation*, 14, 359–366.

Vázquez-Veloso, A., Dejene, T., Oria-de-Rueda, J.A., Guijarro, M., Hernando, C., ... y Martín-Pinto, P. (2022). Prescribed burning in spring or autumn did not affect the soil fungal community in Mediterranean *Pinus nigra* natural forests. *Forest Ecology and Management*, 512, 120161.

Vega, J.A., Fontúrbel, T., Fernández, C., Arellano, A., Díaz-Raviña, M., ... y Benito, E. (2013). Acciones Urgentes Contra La Erosión En Áreas Forestales Quemadas: Guía Para Su Planificación En Galicia. Santiago de Compostela. ISBN: 978-84-8408-716-8. 139 pp.

Vidal-Cordero, J. M., Arnán, X., Rodrigo, A., Cerdá, X., y Boulay, R. (2022). Four-year study of arthropod taxonomic and functional responses to a forest wildfire: Epigeic ants and spiders are affected differently. *Forest Ecology and Management*, 520, 120379.

LA RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS FORESTALES POST-INCENDIO

Leopoldo Rojo. Dirección General de Biodiversidad, Bosques y Desertificación.
Ramón Vallejo. Universitat de Barcelona.

La restauración ecológica aplicada a los montes quemados

Los incendios forestales producen impactos inmediatos en la flora, la fauna, el microbiota y el suelo, y en el funcionamiento del ecosistema afectado, con potenciales impactos catastróficos aguas abajo. Por lo tanto, con frecuencia se requieren actuaciones para evitar o mitigar los impactos negativos (reducción del riesgo de desastres) y para promover la recuperación del ecosistema. En el contexto español, el objetivo predominante de la gestión a medio y largo plazo es la recuperación, y eventual mejora, del ecosistema forestal preexistente al incendio. Este objetivo se enmarca de forma genérica dentro de los principios de restauración ecológica, orientados al mantenimiento y mejora de los servicios ecosistémicos, imitando y facilitando la regeneración de los ecosistemas degradados (Gann *et al.* 2019); por lo tanto, las opciones de restauración son, en esencia, soluciones basadas en la naturaleza.

La tradición de la restauración hidrológico-forestal en España

España cuenta con una muy larga experiencia en restauración hidrológico-forestal de montes degradados (Manuel Valdés y Gil, 1998). Desde finales del siglo XIX, los proyectos de restauración forestal se dirigían especialmente a la protección de las cuencas hidrográficas. Los grandes incendios forestales aparecieron en España a finales de los años 1970. Lógicamente, la restauración de los montes quemados siguió las pautas de la tradición hidrológico-forestal en la medida en que, esencialmente, los montes quemados presentaban de forma inmediata una problemática similar a las cuencas degradadas secularmente, en términos de riesgo de erosión, escorrentía excesiva e inundaciones. La estrategia consistía principalmente en la repoblación forestal y en la construcción de diques y albarrradas para la regulación de los flujos de agua.

Establecer la necesidad de restauración del monte quemado: Evaluación de los impactos ecológicos

Los impactos inmediatos y directos tienen que ver con la pérdida de la cubierta vegetal, con la pérdida de nutrientes por volatilización y con cambios en las propiedades físicas, químicas y microbiológicas de la superficie del suelo, impactos asociados a la severidad del fuego (Fig. 1). Las acciones de gestión en la vegetación quemada (por ejemplo, extracción de la madera quemada) y las condiciones

meteorológicas tras el fuego, así como las estrategias reproductivas de la vegetación afectada, serán determinantes de la magnitud de los impactos posteriores y de la recuperación del ecosistema.



Figura 1: Impactos ecológicos que pueden producir los incendios en mayor o menor medida (riesgo) y mecanismos de recuperación de la vegetación.

Los incendios de gran magnitud pueden producir impactos globales a través de la emisión de gases de efecto invernadero y de partículas con el humo que pueden dispersarse a gran distancia. Por lo que respecta a la restauración del monte quemado, interesan los impactos locales sobre el propio monte y las zonas aguas abajo, considerando las amenazas a la población e infraestructuras.

Los impactos locales en el suelo y la vegetación

En función de la severidad del fuego, se producen efectos directos sobre el suelo y especialmente sobre la vegetación. Para incendios de alta severidad de copas, la mortalidad de la parte aérea vegetal puede ser completa. La fauna se ve afectada directamente, especialmente para aquellos animales que no pueden huir o protegerse dentro del suelo a una mínima profundidad, e indirectamente por la modificación del hábitat.

Los efectos directos en el suelo (Neary *et al.* 2005; Cerdà y Robichaud, 2009; Caon *et al.* 2014) incluyen: i) pérdidas directas de C orgánico y nutrientes por volatilización y convección (humo) desde la vegetación, la hojarasca y la capa superior del suelo. Esto implica una reducción de nutrientes del ecosistema, especialmente para el nitrógeno. ii) Impacto directo en las propiedades físicas, químicas y biológicas del horizonte superficial del suelo, según la severidad del fuego en el suelo (temperatura máxima y duración). Destaca el posible aumento de la repelencia al agua en la capa superior del suelo mineral, especialmente en suelos arenosos, reduciendo la capacidad de infiltración del agua y aumentando la escorrentía y el potencial de erosión. iii) Aumento a corto plazo de la disponibilidad de nutrientes por la formación de una capa de cenizas con altos contenidos en nutrientes. Es paradójico que a pesar de que el ecosistema se empobrece globalmente en nutrientes por el fuego, el suelo superficial es muy rico en nutrientes a corto plazo. Los efectos indirectos más destacables incluyen: a) Aumento de la nitrificación: alta disponibilidad de

nitrógeno en el suelo, lixiviación y concentración de nitratos en la escorrentía y en la cuenca (riesgo de contaminación del agua). b) Sellado del suelo y formación de costras tras las primeras lluvias en suelos desnudos, afectando especialmente a los suelos limosos. Como consecuencia, la capacidad de infiltración de agua es muy reducida y se genera un alto riesgo de escorrentía y erosión (Serrasolses *et al.* 2004). A largo plazo, la capacidad del suelo para recuperarse de las pérdidas de nitrógeno depende en gran medida del establecimiento de especies vegetales fijadoras de N después de un incendio. La materia orgánica del suelo y el ciclo de los nutrientes se ven afectados por las características de las especies vegetales dominantes regeneradas (cantidad y calidad de la hojarasca). Bajo incendios recurrentes, las comunidades de rebrotadoras (Fig. 2) presentan una mayor fertilidad del suelo bajo sus copas que los germinadoras obligadas (Hinojosa *et al.* 2021). De forma general, las especies rebrotadoras regeneran la cubierta vegetal con mayor rapidez y, por lo tanto, confieren más resiliencia frente a la degradación de la fertilidad del suelo (Vallejo y Alloza, 1998).



Figura 2: Especies rebrotadoras: coscoja (*Quercus coccifera*) y torvisco (*Daphne gnidium*), pocas semanas después del fuego.

La respuesta de la vegetación al fuego es la clave de los impactos post-incendio sobre el suelo y de la recuperación del hábitat. La falta temporal de protección del suelo por la vegetación y la hojarasca genera un alto riesgo de erosión y escorrentía del suelo (en función de la erosionabilidad y la pendiente del suelo). Las pérdidas de suelo en el primer año después de los incendios forestales en ecosistemas

mediterráneos en muchos casos son inferiores a 1 Mg ha⁻¹ y la mayoría a 10 Mg ha⁻¹), a la escala de parcela – unos 40 m² (Shakesby, 2011). Según el mismo autor, las pérdidas repetidas de suelo mineral a intervalos cortos durante un periodo prolongado causan la degradación física del suelo, que puede ser irreversible a escala ecológica.

El proyecto de restauración debe minimizar la degradación del suelo y promover la recuperación de su funcionalidad (ciclos de agua y nutrientes, productividad) a través de enmiendas directas y mediante la mejora de la cubierta vegetal.

Identificación de ecosistemas vulnerables al fuego

En el contexto español, y Mediterráneo en general, los paisajes forestales han sufrido una sobreexplotación secular y, por lo tanto, están degradados en mayor o menor medida (Vallejo, 2005). En consecuencia, los incendios añaden una perturbación sobre ecosistemas que en muchas ocasiones ya presentaban una degradación previa. Un caso muy relevante es el de los cultivos abandonados, con frecuencia aterrazados en las laderas, colonizados por vegetación forestal poco resiliente y muy propensos al fuego Fig. 3).

La vulnerabilidad de los ecosistemas forestales al fuego tiene, al menos, dos componentes que deben ser considerados. Por un lado, nos encontramos con los daños y consecuencias ecológicas con los que un incendio puede impactar al ecosistema (a considerar diferentes escalas, desde la parcela al paisaje, y diferentes componentes, como funciones/procesos, composición, conectividad...). Por otro lado, se deben considerar las percepciones que los usuarios - agentes sociales- tienen de su entorno y de los servicios que reciben del monte. Las valoraciones de los servicios ecosistémicos que hagan los usuarios serán determinantes para definir la vulnerabilidad de los ecosistemas desde el punto de vista social y deberá tomarse en consideración en la planificación de la restauración.

Desde el punto de vista ecológico, la susceptibilidad a la erosión y, por tanto, la fisiografía y suelos de la zona afectada por el fuego, así como las características de la vegetación, principalmente las relativas a su capacidad de regeneración post-incendio (rebrotadoras o germinadoras, bancos de semillas de copa o del suelo y su persistencia/viabilidad) son factores que definirán la vulnerabilidad general de un territorio al fuego. La recuperación de la vegetación a los niveles que tenía antes del incendio durará años o décadas, o incluso no alcanzarse, dependiendo de las mencionadas características de la vegetación afectada y las condiciones ambientales post-incendio (Baeza *et al.*, 2007) eastern Spain. Methods: A wildfire burned 33 000 ha of *Pinus halepensis* and *P. pinaster* forest in 1979, and subsequent smaller wildfires took place between 1984 and 1996. The study was designed to sample the range of environmental and disturbance (fire recurrence and land use.

La recurrencia de los incendios forestales puede hacer que cambie la vulnerabilidad de un determinado ecosistema. La recurrencia de incendios reduce de forma general la multifuncionalidad del ecosistema (Moghli *et al.* 2021).



Figura 3: Cultivos abandonados colonizados por vegetación forestal en laderas aterrazadas. Incendio de Artana (Castellón), julio del 2016.

En el ámbito mediterráneo, los ecosistemas identificados como especialmente vulnerables incluyen (Vallejo y Alloza, 2012): a) Montes degradados por otras presiones, con frecuencia seculares: sobrepastoreo, cultivo-abandono, sobreexplotación de leñas y madera, producción de carbón vegetal (incluyendo en ocasiones de crisis la explotación de la biomasa subterránea). b) Los cultivos abandonados, colonizados espontáneamente por vegetación forestal, generalmente dominada por especies arbustivas, también arbóreas (especialmente pinos) si existen fuentes de semillas próximas - estas especies son mayoritariamente germinadoras obligadas, es decir que en el caso de que se quemen solo se regeneran a partir del banco de semillas; con frecuencia los muretes de piedra seca se encuentran en un proceso avanzado de desmoronamiento que favorece la erosión lineal. c) Suelos erosionables sobre substratos deleznales (lutitas, granitos, pizarras,...) en pendientes pronunciadas; d) Montes afectados por incendios recurrentes con intervalos cortos.

La planificación de la restauración post-incendio

Los primeros protocolos de restauración se desarrollaron en el Oeste de los EUA a finales de los años 1980 (BAER- Napper, 2006) que se continuaron posteriormente con aproximaciones complementarias (*Post-fire Restoration Prioritization tool*, Underwood *et al.* 2021; *Postfire restoration framework for national forests in California*, Meyer *et al.* 2021). En el sur de Europa, han sido pioneros los protocolos desarrollados en España: para condiciones mediterráneas propensas a la

desertificación (Vallejo, 1996; Vallejo y Alloza, 1998; Vallejo y Alloza, 2012; protocolo POSTFIRE-DSS: Alloza *et al.* 2014, Vallejo y Alloza, 2019) y Vega *et al.* (2013) para condiciones de clima atlántico de Galicia. Gran parte de los protocolos se han concentrado en la rehabilitación de emergencia post-incendio (BAER- Napper, 2006; Robichaud *et al.*, 2010; Vega *et al.* 2013; Fernández *et al.* 2019; Mauri y Pons, 2019; Silver Jackets Team, 2020; Castro, 2021).

Los grandes incendios forestales generan una diversidad de impactos en el territorio afectado en función tanto de la propia heterogeneidad espacial del paisaje como del comportamiento del fuego. De ello se deduce que la gestión del monte quemado deberá responder a esa variabilidad de los impactos y a los riesgos asociados. Se debe evitar, por lo tanto, aplicar las mismas técnicas a toda la zona quemada.

El marco temporal

Los incendios forestales producen cambios drásticos e inmediatos en el estado del ecosistema (Fig. 1). Posteriormente, la velocidad de cambio en las propiedades del ecosistema quemado se ralentiza hasta estados de un cierto equilibrio funcional (regulación hídrica, ciclo de nutrientes, productividad) y estructural (por ejemplo, en composición de especies). En el corto plazo después del incendio, cuando la cubierta vegetal y de hojarasca es insignificante, el suelo desprotegido presenta un riesgo de erosión y escorrentía muy alto, riesgos que se van reduciendo a medida que se recupera la cubierta vegetal. Esta manifiesta temporalidad del estado del ecosistema quemado y de los riesgos asociados requiere, de forma evidente, de acciones de mitigación de los impactos y de restauración específicas para dichos riesgos. Como evolución de la tradición hidrológico-forestal (ver más arriba), la estrategia de restauración se estructuró en actuaciones sobre los cauces y barrancos a corto plazo, con hidrotecnias que tendrían efectos inmediatos en la retención de sedimentos y regulación de los flujos de agua, complementadas por repoblaciones forestales que tendían efectos protectores a medio y, especialmente, a largo plazo (ver por ejemplo De Simón *et al.* 1993).

A medida que el problema de los incendios se ha ido haciendo mayor y, en consecuencia, la investigación y desarrollo sobre este tema ha ido aumentando, se han desarrollado estrategias de restauración de montes quemados más específicas para los impactos de los incendios y más detalladas en su implementación.

Un proceso por etapas

El estado del ecosistema quemado es muy dinámico, especialmente condicionado por la recuperación de la vegetación; por lo tanto, también son dinámicos los riesgos asociados a los cambios del estado del ecosistema (Alloza *et al.* 2014). En consecuencia, la restauración debe ajustarse a la evolución de los riesgos (Fig. 4 y Moreira *et al.* 2012).

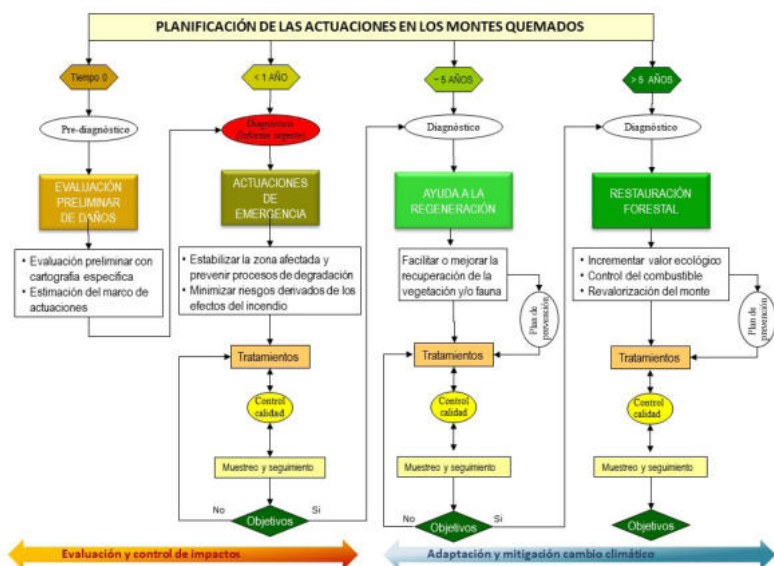


Figura 4: Modelo conceptual del sistema de ayuda a la toma de decisiones en la gestión del monte quemado POSTFIRE-DSS (Alloza *et al.* 2014: Vallejo y Alloza, 2019). En esta aproximación se asume que el objetivo de la gestión del monte quemado es prevenir riesgos de degradación y recuperar el ecosistema forestal. Se consideran cuatro fases, de acuerdo con los riesgos específicos que afectan al monte quemado a lo largo el tiempo. 0) Evaluación preliminar de los ecosistemas vulnerables al fuego a escala regional, para la planificación y priorización de la prevención, extinción y restauración. 1) A muy corto plazo post-incendio (desde la extinción hasta aproximadamente 1 año después): evaluación de las necesidades de estabilización del suelo y de la reducción de desastres post-incendio. 2) Corto-medio plazo (unos 5 años post-incendio aproximadamente): evaluación de la necesidad de implementar ayudas a la regeneración, por ejemplo, a través de plantaciones, claros de regenerados excesivos de pinos o resalvos de frondosas. 3) Medio-largo plazo (> 5-10 años): evaluación de las opciones de gestión forestal para aumentar la resiliencia, la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, así como la reducción de riesgo de nuevos incendios a largo plazo. Todas las intervenciones restauradoras deben contar con protocolos de control de calidad y seguimiento que deben permitir documentar de forma rigurosa las experiencias de restauración y permitir eventuales correcciones, de acuerdo con los principios de gestión adaptativa. Esquema basado en Alloza *et al.* 2014.

Fase preliminar

Evaluación de la vulnerabilidad de los ecosistemas forestales al fuego a escala regional/comarcal realizada con la cartografía de los recursos amenazados por potenciales incendios forestales: mapas de suelos (erosionabilidad especialmente), vegetación, modelos de combustible, riesgo de incendios. Es de especial relevancia

identificar y cartografiar qué ecosistemas son vulnerables al fuego, bajo un supuesto de alta severidad, es decir que presentarían alto riesgo de erosión y escorrentía post-incendio y una vegetación con riesgo de pérdida de especies clave, baja resiliencia, y alta probabilidad de evolución a comunidades altamente inflamables (Vallejo *et al.* 2009; Alloza *et al.* 2014).

La gestión de la madera quemada

La extracción de la madera quemada se suele realizar entre 1 y 3 años después del fuego (Mauri y Pons, 2019). Estos autores ofrecen guías para reducir los impactos del arrastre de troncos en la erosión, y en relación con la regeneración de la cubierta vegetal, conservación de la fertilidad del suelo y de la fauna de vertebrados e invertebrados, la reducción del riesgo de nuevos incendios y la protección de la calidad del agua de los ríos y de los hábitats de ribera. Castro (2021) recomienda reducir la perturbación (por ejemplo, la extracción de madera quemada) después de la perturbación fuego, dejando por ejemplo (total o parcialmente) los restos en el monte, sin triturar, que actuarían como barreras anti-erosión y además proveerían protección al regenerado en forma de sombra y/o protección contra herbívoros. El mismo autor propone alternativas a las fajinas, tales como la corta de los árboles (con aprovechamiento o no, dependiendo de las circunstancias de gestión) y el desramado *in situ*, distribuyendo los restos sobre el terreno.

Las actuaciones de emergencia para estabilizar el suelo y mitigar el riesgo de desastres post-incendio

La selección y priorización de las laderas/cuencas que requieren medidas de estabilización del suelo después del incendio debe estar justificada por una rigurosa evaluación del riesgo. Las áreas de riesgo corresponden a ecosistemas que se prevé tendrán una lenta recuperación de la cubierta vegetal, suelos erosionables y pendientes acusadas (Kribeche *et al.* 2013; Vallejo y Alloza, 2019)

Los objetivos de esta fase están muy enfocados en la estabilización del suelo y en la mitigación de los daños aguas abajo. Por lo tanto, las aproximaciones y técnicas son comunes para ambientes diversos y fácilmente transferibles desde la experiencia internacional.

En primer lugar, hay que definir la emergencia (BAER- Napper, 2006), incluyendo la evaluación de los impactos y su predicción a corto plazo. Se parte de la revisión de los documentos disponibles sobre los recursos afectados, incluyendo la cartografía de la severidad del fuego por teledetección (Parsons *et al.* 2010), y se prosigue con la evaluación en el campo de los efectos del fuego y de los valores en riesgo. Con esta información, la emergencia se define en términos de su tipología, localización, duración y extensión. En la Comunidad Valenciana se viene realizando una evaluación de emergencia de los impactos de los grandes incendios, de la que se derivan recomendaciones de restauración desde el año 1992 (postfire.es).

BAER ofrece una selección de tratamientos para afrontar los riesgos y describe los objetivos técnicos específicos, zonas apropiadas para su aplicación, coste, efectividad de los tratamientos, diseño e implementación, información para los equipos de operarios, seguridad y recomendaciones de seguimiento (hasta 3 años después del fuego).

Existe abundante literatura sobre las técnicas de estabilización de emergencia del suelo, cuyo uso evoluciona con rapidez (ver, por ejemplo, Cerdà y Robichaud, 2009; Robichaud *et al.* 2010; Girona-Garcia *et al.*, 2021). De acuerdo con la revisión de Robichaud *et al.* (2010), desde inicios de los 2000 ha disminuido el uso de las barreras de erosión de tipo fajina y son raramente aplicadas para el tratamiento post-incendio de las laderas en el Oeste de los EUA. En contraste, los tratamientos de acolchado en seco (*dry mulch*) utilizando paja o restos forestales han ganado rápidamente aceptación como tratamiento efectivo, aunque algo caro, y se recomiendan para la protección de los valores en riesgo. Un meta-análisis de tratamientos para el control de la erosión después del fuego (Girona-Garcia *et al.* 2021) mostró que los acolchados (*mulch*), fajinas, siembras y tratamientos químicos redujeron significativamente la erosión post-incendio, pero solo los acolchados y fajinas redujeron la escorrentía. El *mulch* se recomienda y se aplica preferentemente en Galicia (Fernández *et al.*, 2019) y ha demostrado ser también efectivo en condiciones mediterráneas (solo y, especialmente, combinado con siembra de herbáceas nativas, Bautista *et al.* 1996; Kribeche *et al.* 2013, Fig. 5).

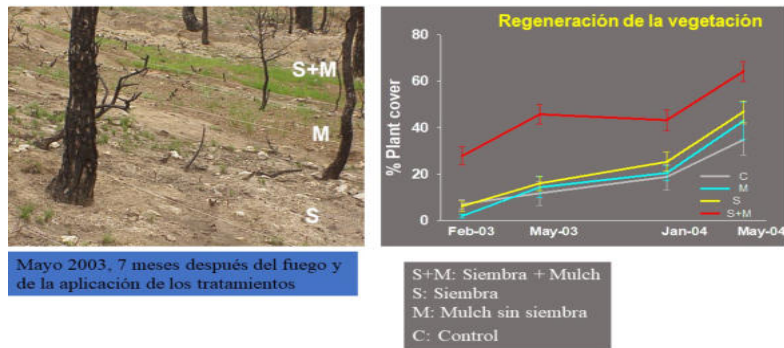


Figura 5: Tratamientos de emergencia en montes quemados (incendio de Benifallim, Alicante, noviembre del 2002) con lenta regeneración espontánea de la cubierta vegetal y alto riesgo de erosión. La siembra incluyó diversas especies herbáceas y arbustivas autóctonas. El mulch (acolchado) se preparó a partir de restos forestales triturados. La siembra con mulch aceleró la recuperación de la cubierta vegetal hasta la segunda primavera después del fuego. Los tratamientos con mulch, con y sin siembra, redujeron la erosión del suelo y su compactación, y aumentaron la capacidad de infiltración de agua y la respiración edáfica. Basado en Kribeche *et al.* 2013.

La implementación de las medidas de estabilización del suelo debe ser suficientemente rápida como para ser efectiva durante el periodo de riesgo elevado, generalmente desde la extinción hasta de 6 meses a un año, de hecho, hasta que se haya alcanzado más del 30% de la cubierta vegetal que en zonas secas y muy degradadas puede tardar hasta dos años. La Figura Y.6 muestra cómo se relaciona la recuperación de la cubierta vegetal con el riesgo de erosión y escorrentía para dos casos extremos de velocidad de regeneración, en condiciones de alto riesgo físico de degradación (suelos erosionables y pendientes pronunciadas). La implementación de las acciones de protección del suelo requiere un cierto tiempo para movilizar los recursos. Por lo tanto, durante las primeras semanas después del fuego, el suelo permanece desprotegido y expuesto a los agentes erosivos: se genera una difícilmente evitable ventana temporal de alto riesgo de erosión (e inundaciones), muy dependiente de la ocurrencia de lluvias de alta intensidad. Durante este periodo, la caída de hojarasca de los árboles quemados con hojas no consumidas pero muertas, juega un importante papel en la protección natural del suelo. El proceso, en ocasiones lento, de movilización de recursos (por restricciones presupuestarias, logísticas, administrativas), puede resultar en una implementación de las acciones demasiado tardía para ser efectiva en la mitigación de la erosión y la escorrentía, una vez la cubierta vegetal haya alcanzado valor por encima del 30% (Fig. Y.6), generalmente durante la primera primavera post-incendio. En la práctica, es difícil para los gestores el estar preparados para la aplicación rápida de acciones de emergencia en grandes incendios forestales. Los equipos necesitan pocas semanas para preparar la evaluación y planificación de las acciones de emergencia (BAER-Napper, 2006), por supuesto más para su implementación. En un meta-análisis de 53 casos de aplicación de tratamientos de emergencia en los EUA y el Sur de Europa (Girona-García et al., 2021), pocos se establecieron entre 0 y dos semanas después del fuego y todos ellos fueron experimentos a pequeña escala, mientras que la mayoría de los casos se implementaron entre 1-4 meses hasta 1 año, incluso más, después el fuego. En todo caso, la recomendación para estas aplicaciones es que se hagan lo antes posible y dentro del periodo de efectividad.

En la figura 6 se comparan dos casos contrastados de capacidad de recuperación natural de la vegetación a corto plazo: El Caso 1 (línea verde continua) muestra una vertiente con rápida recuperación de la cubierta vegetal, generalmente por especies herbáceas y arbustivas rebrotadoras vigorosas, como es el caso de arbustos esclerófilos (por ejemplo, *Quercus coccifera*, *Pistacia lentiscus*, *Rhamnus alaternus*, *Arbutus unedo*); la línea continua roja muestra la correspondiente evolución del riesgo de erosión para este caso. El Caso 2 (línea verde discontinua) muestra una vertiente con muy baja capacidad de regeneración de la cubierta vegetal a corto plazo después del incendio, como sería el caso de una vegetación dominada por especies germinadoras obligadas en suelos degradados; la línea roja discontinua indica la evolución del riesgo de erosión correspondiente a este caso. El umbral de riesgo elevado de erosión se establece para un valor de cubierta vegetal < 30% (línea horizontal). Las áreas rayadas por debajo de una cubierta vegetal del 30% indican

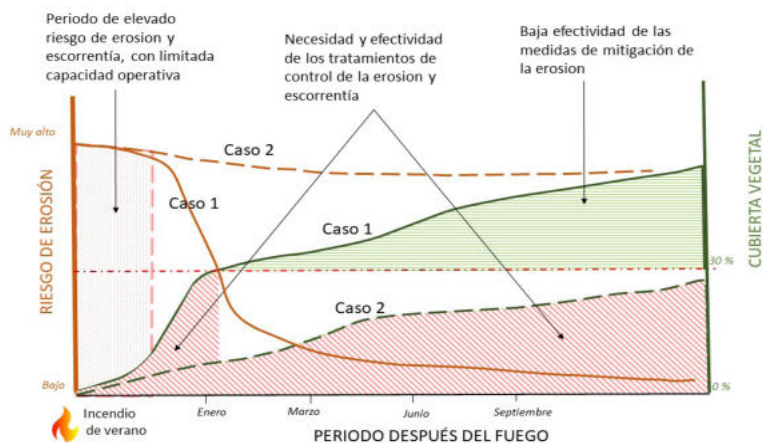


Figura 6: Los condicionantes temporales para la aplicación de medidas de emergencia para la estabilización del suelo y control del exceso de escorrentía en situaciones de alto riesgo de erosión post-incendio, dependen entre otros de pendientes pronunciadas y suelos erosionables.

en ambos casos la necesidad (y efectividad) de aplicar medidas de mitigación de emergencia post-incendio. Las áreas con rayado horizontal indican que las medidas de control de la erosión y escorrentía serán, probablemente, poco efectivas.

Ayuda a la regeneración y restauración forestal en la perspectiva del largo plazo

A largo plazo, los objetivos de restauración pueden ser diversos, de acuerdo con las condiciones biofísicas y socioeconómicas de las áreas quemadas. Para la definición de los objetivos de restauración y su adopción, la participación de los agentes sociales es esencial. Para ello, es recomendable poner en marcha un proceso participativo estructurado (ver, por ejemplo, Rojo *et al.* 2012; Bautista *et al.* 2017).

En el caso de que el objetivo sea recuperar los ecosistemas forestales naturales, se sugieren dos fases (Alloza *et al.* 2014; Vallejo *et al.* 2019): corto-medio plazo, alrededor de 5 años después del fuego (Fig. 4), orientado a la ayuda a la regeneración, generalmente para especies clave como árboles y arbustos altos. Esta fase puede incluir: i) la (re)introducción artificial de especies clave por plantación o siembra, cuando estas especies no se encuentran en el monte quemado y muestran baja capacidad de colonizarlo en el medio plazo; ii) clareo para regenerados excesivos de pinos serótinos o resalveo de frondosas para promover porte arbóreo (ver una síntesis de la gestión de los bosques mediterráneos quemados más representativos

en Moreira *et al.* 2012); iii) en plazos algo superiores después del fuego, desbroce de matorrales dominados por especies germinadoras muy combustibles, especialmente en cultivos abandonados, acompañado por la introducción de especies leñosas rebrotadoras, con el objetivo de conducir la sucesión secundaria hacia comunidades menos combustibles, más resilientes y biodiversas (Santana *et al.* 2018, Fig. 7).

En la perspectiva del largo plazo, las acciones se deben orientar a los objetivos de gestión forestal establecidos. En general, estos objetivos incluyen la mejora de la biodiversidad, la provisión de servicios ecosistémicos, la reducción del riesgo de incendios futuros y el aumento de la resiliencia a la escala del paisaje. La selección de especies debe considerar las características del hábitat, es decir qué especies autóctonas son apropiadas para la restauración del hábitat, el estado de degradación del ecosistema, los objetivos de gestión específicos y la contribución de dichas especies a esos objetivos, y las limitaciones técnicas para la producción de brinzales o para las siembras (Vallejo *et al.* 2009). Para montes propensos al fuego, se recomiendan las leñosas rebrotadoras en la medida en que suelen ser menos combustibles y confieren mayor resiliencia al ecosistema (Vallejo y Alloza, 1998).

La dificultad de las plantaciones forestales en condiciones mediterráneas estriba principalmente en la vulnerabilidad de los brinzales a la sequía. Las repoblaciones sobre los suelos degradados se enfrentan a limitaciones de la calidad del suelo, normalmente por insuficiente capacidad de retención de agua utilizable por las plantas, asociada en general a suelos superficiales, y otras deficiencias en las propiedades físicas (compactación, baja capacidad de infiltración). A ello se añaden las limitaciones hídricas del clima mediterráneo que van empeorando con los efectos del cambio climático. La clave de la supervivencia de los brinzales es la superación del estrés hídrico de plantación durante el primer año, hasta que la planta arraigue y supere el primer estío. Para optimizar la probabilidad de éxito de las plantaciones, se debe producir una planta de calidad forestal en vivero (ver, por ejemplo, Cortina *et al.* 2006; Chirino *et al.* 2009), orientada fundamentalmente a mejorar la resistencia al estrés hídrico. Las técnicas de mejora del sitio (Vallejo *et al.* 2012) se orientan a la preparación del suelo, incluyendo la recolección de escorrentía, las condiciones microclimáticas (utilizando tubos protectores) y el aprovechamiento de las interacciones bióticas de facilitación (plantas nodriza) (Gómez-Aparicio *et al.* 2004).

El crecimiento de los brinzales se ve influido por la fertilidad del suelo que puede haberse reducido por el fuego, especialmente para incendios recurrentes. Esta limitación es fácilmente superable a través de la fertilización orgánica o inorgánica. La fertilización no debe ser excesiva pues los suelos naturales no son, en general, ricos en nutrientes: un exceso puede producir una cierta eutrofización y favorecer las malas hierbas en detrimento de los brinzales plantados (Chirino *et al.* 2009). Castro (2021) destaca los beneficios de la siembra directa en la medida en que se asegure la protección de las semillas frente a los predadores y la selección de micrositios apropiados para la germinación.

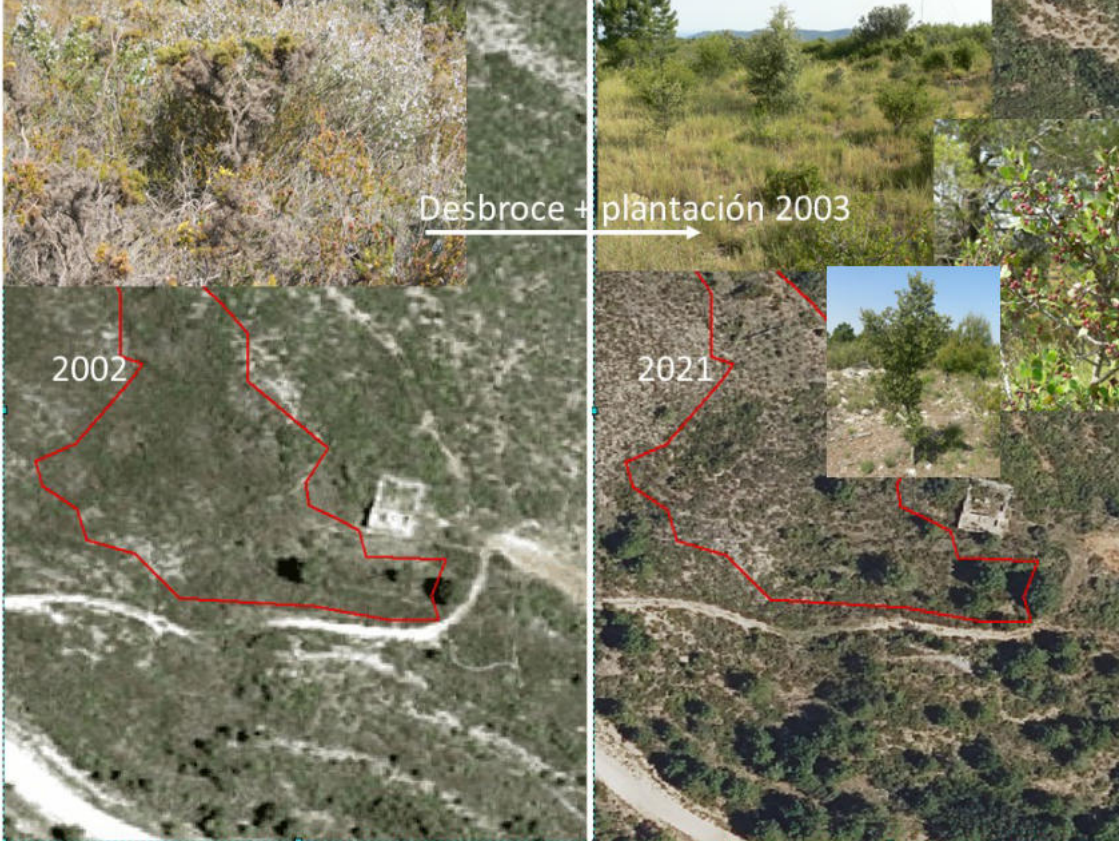


Figura 7: Ortofotos de montes quemados en el incendio de Ayora (1979). **Izquierda:** 2002 (23 años después del incendio); en la parcela delimitada en línea roja, matorral senescente sobre antiguos cultivos abandonados dominado por aliaga (*Ulex parviflorus*), con presencia de romero (*Rosmarinus officinalis*). Al sur de las parcelas, regenerado disperso de pinar en una matriz de matorral. **Derecha:** 2021 (42 años después del incendio). En el año 2003 se realizó un desbroce del matorral acompañado de la plantación de encina (*Quercus ilex*) y aladierno (*Rhamnus alaternus*) (fotos insertas) (Santana *et al.* 2018). Al sur se observa la regeneración natural del pinar (*Pinus pinaster*, en menor medida *Pinus halepensis*).

Control de calidad, seguimiento y evaluación

La restauración ecológica se enfrenta a la incertidumbre de los complejos procesos de la sucesión secundaria, con muchos factores incontrolados (microclima, perturbaciones bióticas y abióticas) que pueden influir en gran medida en el éxito del proyecto. Este problema se hace aún mayor con los efectos del cambio climático y la incertidumbre asociada. La forma de abordar esta incertidumbre es a través de la gestión adaptativa que permite aprender del proceso restaurador y reconducir las acciones si es necesario. Esta aproximación requiere de un seguimiento riguroso de los resultados y su evaluación. Muchos proyectos de restauración, incluyendo el caso de los montes quemados, precisan mejorar el seguimiento de resultados

y su evaluación según protocolos normalizados. La evaluación es necesaria para establecer umbrales de coste-efectividad para las alternativas de restauración que se puedan plantear y para identificar las zonas donde las acciones serían más efectivas (Bautista *et al.* 2009).

Navarro *et al.* (2009) describen recomendaciones de control de calidad y seguimiento para ecosistemas mediterráneos, considerando la perspectiva del largo plazo. Bautista *et al.* (2009) presentan un protocolo integrado para la evaluación de la restauración forestal en el Norte del Mediterráneo. El protocolo combina tres criterios de evaluación principales: (1) grado de consecución de los objetivos específicos planteados inicialmente, (2) análisis comparativo entre las condiciones previas a la restauración (ecosistema degradado) y las condiciones actuales (restaurado a largo plazo), y (3) análisis de la calidad del ecosistema restaurado, independientemente de los objetivos iniciales. El protocolo utiliza una amplia variedad de indicadores que incluyen la integridad del ecosistema, los servicios ecosistémicos y atributos socioeconómicos y culturales.

Retos y perspectivas

El cambio climático introduce grandes incertidumbres sobre la sostenibilidad de las estrategias de restauración actuales a medio y largo plazo. No tanto en el caso de las actuaciones de emergencia post-incendio que deben ser abordados en la perspectiva de la aparición de eventos extremos de precipitación, que ya son de alto riesgo en la actualidad. En la perspectiva del largo plazo, la restauración debe ser adaptativa al cambio climático y contribuir a su mitigación. El reciente informe del IPCC (IPCC-AR6, 2022) resalta la restauración forestal como opción de adaptación (y mitigación), incluyendo la diversificación de especies para construir resiliencia y gestionar los riesgos en aumento, particularmente plagas y enfermedades e incendios forestales. La selección de especies debe tomar en consideración unas condiciones climáticas más secas, la aparición de eventos extremos más frecuentes (olas de calor, sequías, lluvias torrenciales) y un mayor riesgo de plagas y de incendios de alta severidad. Para abordar estos riesgos, la metodología de restauración forestal debe explorar las posibilidades de las especies nativas, incluyendo las procedencias y genotipos por su resiliencia al fuego y su resistencia al estrés hídrico y eficiencia en el uso del agua. La restauración de montes quemados se debe integrar en la gestión forestal preventiva, en la perspectiva del largo plazo, y en una gestión integrada del fuego, con el objetivo de promover paisajes resilientes a los incendios forestales (Faivre *et al.* 2018; Moreira *et al.* 2020). Un aspecto a mejorar es la incorporación de la perspectiva del paisaje en la planificación de la restauración forestal a largo plazo, en línea con la promoción de paisajes resilientes al fuego y, al mismo tiempo, que faciliten la conectividad y la potencial migración de las especies en respuesta al cambio climático, particularmente entre áreas protegidas (IPCC-AR6, 2022).

Bibliografía

- Alloza J.A., García S., Gimeno T., Baeza J., Vallejo V.R., Rojo L. y Martínez A. (2014). Guía técnica para la gestión de montes quemados. Protocolos de actuación para la restauración de zonas quemadas con riesgo de desertificación. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid. 188 pp.
- Baeza, M.J., Valdecantos, A., Alloza, J.A. y Vallejo, V.R. (2007). Human disturbance and environmental factors as drivers of long-term post-fire regeneration patterns in Mediterranean forests. *Journal of Vegetation Science* 18: 243. DOI: 10.1658/1100-9233(2007)18[243:HDAEFA]2.0.CO;2
- Bautista, S., Bellot, J. y Vallejo, V.R. (1996). Mulching treatment for postfire soil conservation in a semiarid ecosystem. *Arid Soil Res. and Rehab.*, 10, 235-242.
- Bautista, S. y Alloza, J.A. (2009). Evaluation of forest restoration projects. In: Bautista, S., Aronson, J., and Vallejo, V. R., (eds.). *Land restoration to combat desertification. Innovative approaches, quality control and project evaluation*, pp. 47-72. Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo- CEAM, Valencia, Spain.
- Bautista, S., Llovet, J., Ocampo-Melgar, A., Vilagrosa, A., Mayor, A.G., ... Orr, B.J. (2017). Integrating knowledge exchange and the assessment of dryland management alternatives – A learning-centered participatory approach. *Journal of Environmental Management* 195:35-45
- Caon, L.; Vallejo, V.R. Coen; R.J. y Geissen, V. (2014). Effects of wildfire on soil nutrients in Mediterranean ecosystems. *Earth-Science Reviews* 139: 47-58.
- Castro, J. (2021). Post-fire Restoration of Mediterranean Pine Forests. Chapter 25. G. Ne'eman, Y. Osem (eds.), *Pines and Their Mixed Forest Ecosystems in the Mediterranean Basin, Managing Forest Ecosystems* 38, pp. 537-. 565. Springer Nature Switzerland AG
- Cerdà, A. y Robichaud, P. R. (eds.) (2009). *Fire effects on soils and restoration strategies*. Section I- Fire Effects on Soil, 41-256, Oxford, UK: Science Publishers.
- Cortina, J., Peñuelas-Rubira, J., Puértolas, J., Savé, R. y Vilagrosa, A. (2006). *Calidad de Planta Forestal para la Restauración en Ambientes Mediterráneos*. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.
- De Simón, E., Mintegui, J.A., García, J.L. y Robredo, J.C. (1993). La restauración hidrológico-forestal en las cuencas hidrográficas de la vertiente mediterránea. *Informaciones Técnicas* 22/93. Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca, Sevilla.
- Faivre, N., Rego, F., Moreno, J.M., Vallejo, V.R. y Xanthopoulos, G. (2018). *Forest Fires. Sparking firesmart policies in the EU. Research y Innovation Projects for Policy*. DG Research and Innovation. European Commission. Luxembourg. 48 pp.
- Fernández, C., Vega, J.A., Arbones, P. y Fontúrbel, T. (2019). Eficacia de los tratamientos de estabilización del suelo después de incendio en Galicia. Centro

de Investigación Forestal Lourizán. Xunta de Galicia. Andavira Ed., Santiago de Compostela. 108 pp.

Gann, G.D., McDonald, T., Walder, B., Aronson, J., Nelson, C.R., Jonson, J., ...y Dixon, K.W. (2019). International principles and standards for the practice of ecological restoration. Second edition. *Restoration Ecology* 27(S1): S1–S46.

Girona-García, A., Vieira, D. C.S., Silva, J., Fernandez, C., Robichaud, P. R., Keizer, J. J. (2021). Effectiveness of post-fire soil erosion mitigation treatments: A systematic review and meta-analysis. *Earth-Science Reviews* 217, 103611. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2021.103611>

Gómez-Aparicio, L., Zamora, R., Gómez, J.M., Hódar, J. A., Castro, J. y Baraza, E. (2004). Applying plant facilitation to forest restoration: a meta-analysis of the use of shrubs as nurse plants. *Ecological Applications* 14(4), 1128–1138.

IPCC-AR6, 2022. Climate Change 2022. Impacts, Adaptation and Vulnerability. Summary for Policymakers. Working Group II contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. WMO y UNEP.

Hinojosa, M. B., Albert-Belda, E., Gómez-Muñoz, B. y Moreno, J.M. (2021). High fire frequency reduces soil fertility underneath woody plant canopies of Mediterranean ecosystems. *Science of the Total Environment* 752, 141877.

Kribeche, H., Bautista, S., Gimeno, T., Blade, C., Vallejo, V.R. (2013). Evaluating the effectiveness of post-fire emergency rehabilitation treatments on soil degradation and erosion control in semi-arid Mediterranean areas of the Spanish South East. *Arid Land Research and Management* 27(4): 361-376.

Manuel Valdés, C.M. y Gil, L. (1998). La transformación histórica del paisaje forestal en España. 15-104 pp. in *Segundo Inventario Forestal Nacional*. DGCNA, Madrid, España.

Mauri, E. y Pons, P. (2019). Manual de buenas prácticas para la gestión forestal postincendio. 2ª ed., Proyecto Anifog I+D+i CGL2014-54094-R, Universitat de Girona.169 pp.

Meyer, M.D., Long, J.W. y Safford, H.D., eds. (2021). Postfire restoration framework for national forests in California. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-270. Albany, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station. 204 p.

Moghli, A., Santana, V. M., Baeza, M. J., Pastor, E., y Soliveres, S. (2021). Fire recurrence and time since last fire interact to determine the supply of multiple Ecosystem services by Mediterranean forests. *Ecosystems* 1-13. DOI: 10.1007/s10021-021-00720-x

Moreira, F., Arianoutsou, M., Corona, P. y De Las Heras, J. (eds.) (2012). *Post-Fire Management and Restoration of Southern European Forests*. Springer, Dordrecht, Netherlands.329 pp.

Moreira, F., Arianoutsou, M., Vallejo, V. R., De Las Heras, J., Corona, P., Xanthopoulos, G., ... y Papageorgiou, K. (2012). Setting the Scene for Post-Fire Management.

In: Moreira, F., Arianoutsou, M., Corona, P., and De Las Heras, J., (eds.). Post-Fire Management and Restoration of Southern European Forests. 1-19. Springer, Dordrecht, Netherlands.

Moreira, F., Ascoli, D., Safford, H., Adams, M. A., Moreno, J. M., ... y Fernandes, P. M. (2020). Wildfire management in Mediterranean-type regions: paradigm change needed. *Environmental Research Letters*. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab541e>

Napper, C. (2006). BAER – Burned Area Emergency Response Treatments Catalog. USDA Forest Service, San Dimas. 254 pp.

Navarro, R.M., Guzmán, J.R. Herrera, R., Lara, P.A., Torres, M., Caecero, C., ..., Bautista, S. (2009). Monitoring guidelines for the implementation of forest restoration projects in Mediterranean regions. In: Bautista, S., Aronson, J., and Vallejo, V. R., (eds.). Land restoration to combat desertification. Innovative approaches, quality control and project evaluation, pp. 73-86. Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo- CEAM, Valencia, Spain.

Neary, D. G., Ryan, K. C. y DeBano, L. F. (eds.) (2005). Wildland fire in ecosystems - effects of fire on soil and water. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-42-vol.4. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, 250 pp.

Robichaud, P. R., Ashmun, L. E y Sims, B. D. (2010). Post-fire treatment effectiveness for hillslope stabilization. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-240. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 62 pp.

Rojó, L., Bautista, S., Orr, B.J., Vallejo, V.R., Cortina, J., Derak, M. (2012). Prevention and restoration actions to combat desertification. An integrated assessment: The PRACTICE project. *Sécheresse* 23: 219-226.

Santana, V.M., Baeza, M.J., Valdecantos, A. y Vallejo, V.R. (2018). Redirecting fire-prone Mediterranean ecosystems toward more resilient and less flammable communities. *Journal of Environmental Management* 215:108-115.

Serrasolses, I., Llovet, J. y Bautista, S. (2004). Degradación y restauración de suelos forestales mediterráneos. En: Avances en el estudio de la gestión del monte mediterráneo., Vallejo, V.R. y Alloza, J.A. (eds.), pp. 93-131. Fundación CEAM, Valencia.

Shakesby, R.A. (2011). Post-wildfire soil erosion in the Mediterranean: Review and future research directions. *Earth-Science Reviews* 105, 71-100.

Silver Jackets Team (2020). Flood after fire California Toolkit. A resource for technical specialists to assess flood and debris flow risk after a wildfire. Bureau of Land Management California, Department of Forestry and Fire Protection, and many other USA agencies. 69 pp.

Underwood, E. C., Hollander, A. D., Molinari, N. A., Larios, L. y Safford, H. D. (2021). Identifying priorities for post-fire restoration in California chaparral shrublands. *Restoration Ecology*. doi: 10.1111/rec.13513.

Vallejo, V.R. (2005). Restoring Mediterranean Forests. In: Forest Restoration in Landscapes. Beyond Planting Trees. S. Mansourian, D. Vallauri y N. Dudley eds. 313-319. Springer, New York.

Vallejo, V.R. (editor), 1996. La restauración de la cubierta vegetal en la Comunidad Valenciana. CEAM, Valencia. 601 pp.

Vallejo, V.R. y Alloza, J.A. (1998). The restoration of burned lands: The case of eastern Spain. In: Large Forest Fires. J.M. Moreno ed., pp 91-108. Backhuys Publ., Lieden.

Vallejo, V.R. y Alloza, J.A. (2012). Post-fire management in the Mediterranean Basin. Israel Journal of Ecology y Evolution 58: 251-264.

Vallejo, V.R. y Alloza, J.A. (2019). Shrubland and Woodland Restoration in the Mediterranean Basin. In: Narog, N. (ed.). Proceeding of the Chaparral Restoration Workshop. June 17-29, 2013, Arcadia California. USDA Forest Service, General Technical Report PSW-GTR-265, pp. 51-65. USDA, Albany (CA).

Vallejo, V. R., Serrasolses, I., Alloza, J. A., Baeza, M. J., Blade, C., Chirino, E., ... y Vilagrosa, A. (2009). Long-term restoration strategies and techniques. In: Fire effects on soils and restoration strategies. (Cerdà, A. and Robichaud, P. R., eds.): 373-398. Oxford, UK: Science Publishers.

Vallejo, V. R., Smanis, A., Chirino, E., Fuentes, D., Valdecantos, A., and Vilagrosa, A. (2012). Perspectives in dryland restoration: approaches for climate change adaptation. New Forests 43: 561-579.

Vega, J.A., Fontúrbel, T., Fernández, C., Díaz-Raviña, M., Carballas, M.T., Martín, A., ...y Benito, E. (2013). Acciones urgentes contra la erosión en áreas forestales quemadas. Guía para su planificación en Galicia. Xunta de Galicia, Santiago de Compostela. 139 pp.

REVISIÓN DE LAS MEDIDAS DE GESTIÓN DE INCENDIOS FORESTALES APLICADAS EN NATURA 2000. PROPUESTAS A FUTURO

Francisco Guil. Dirección General de Biodiversidad, Bosques y Desertificación.

Situación actual y planteamiento

Como se ha comentado en la introducción, los incendios son un factor fundamental en la evolución del medio natural en general y de los espacios protegidos Red Natura 2000 en particular. De esta forma, de los 1858 espacios protegidos Red Natura 2000 existentes en España en 2022, conforme a las estadísticas del ADCIF, en el periodo 2011-2019 ha habido incendios en el interior de 954 (de los cuáles, en 632 se ha quemado más de 1 ha). En promedio, se han quemado 18,84 ha en cada uno de estos episodios incendios, con una superficie promedio quemada en cada espacio próxima a las 300,23 ha (de las que 78,18 ha serían superficie arbolada), aunque estas superficies no estarían necesariamente dentro de los espacios protegidos Red Natura 2000.

En la versión de 2022 de la base de datos de los espacios protegidos Red Natura 2000 que se reporta a la Comisión anualmente, un total de 460 espacios (de todas las CC.AA. salvo Canarias, Ceuta y Melilla) reportan presiones o amenazas relacionadas con los incendios. En el conjunto de la red, es la 11ª de las amenazas que con más frecuencia se repite. Y si consideramos el conjunto de las presiones y amenazas que se producen sobre las especies de interés comunitario amparadas por la Directiva Hábitats, el conjunto de las relacionadas con los incendios forestales es la tercera causa.

La información sobre las medidas de gestión de incendios que se desarrollan en los espacios protegidos Natura 2000 no es homogénea entre Comunidades Autónomas y muchas veces, ni siquiera dentro de la misma Comunidad. La consideración, o no, de las medidas de gestión de incendios asociadas a los espacios (lo que se puede realizar a través de los planes de gestión) depende en muchos casos del criterio del gestor y de la organización de la, o las, Consejería con competencias en estas materias.

Por lo tanto, su análisis no puede basarse en una única fuente, al no existir homogeneidad entre éstas. Para efectuarlo, acudiremos a los trabajos existentes en la actualidad que permiten identificar medidas o conjuntos de medidas para su aplicación dentro de los espacios protegidos Red Natura 2000. Se van a considerar los propios documentos de planificación, el Marco de Acción Prioritaria para la Financiación de la Red Natura 2000 y a los listados controlados de medidas de conservación, definidos por algunas CC.AA. y por el conjunto de las Administraciones Públicas con competencias en Natura 2000, a través del Comité de Espacios Protegidos.

Conforme a los planes de gestión

Se han analizado 32 planes de gestión de 16 autoridades competentes (un espacio del MITECO y de todas las CC.AA. menos Catalunya y Galicia, rango 1-8 planes por C.A.). Se han incorporado a este análisis 6 planes de gestión que recogen los incendios como una presión o amenaza para la conservación (de los 198 que lo hacen). De estos planes se han obtenido 1510 medidas de conservación (1413 con texto único).

Hay un total de 36 medidas relacionadas con los incendios, recogidas en 11 planes de gestión (de 9 CC.AA.). De éstas, 13 están relacionadas con el incremento de vigilancia (o la vigilancia de algunos espacios concretos). 9 medidas se han establecido para reducir el riesgo de incendio (esencialmente, en enclaves especialmente sensibles). Un total de 8 medidas se centran en los tratamientos preventivos que es preciso aplicar (y 2 de ellas en cómo abordar la restauración post incendio). 4 de las medidas previstas se destinan a mejorar el conocimiento de la relación de los incendios y la preservación de la biodiversidad, mientras que sendas medidas se plantean para mejorar el conocimiento de la población en general (comunicación y divulgación) y finalmente hay otra que plantea quemas controladas dentro del espacio.

Proporcionalmente, es de Cantabria el plan de gestión donde se plantean más medidas de conservación vinculadas a la gestión de los incendios forestales (19 en total). Salvo en este caso, todos los espacios establecen una o dos medidas al respecto.

Conforme al Marco de Acción Prioritaria para la financiación de la Red Natura 2000

La Red Natura 2000 no dispone de un instrumento propio de financiación, más allá del Programa LIFE, que atiende muy parcialmente a las necesidades de Natura 2000. El enfoque para financiar las necesidades de la Red consiste en utilizar los fondos de la Unión Europea, mediante lo que se denomina integración, principio por el que todos los fondos deben de atender en mayor o menor medida a la biodiversidad. Se plantea que las necesidades de gestión se pueden financiar mediante los fondos agrarios y fondos estructurales. Así, se incluyen oportunidades de financiar Natura 2000 en los distintos los fondos de la UE, especialmente en aquellos con dotaciones presupuestarias más relevantes como la PAC o el FEDER. De hecho, para el periodo de programación 2021-2027 está previsto que los fondos que se rigen por el Reglamento de Disposiciones Comunes (Reglamento (UE) 2021/1060 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 24 de junio de 2021) destinen hasta un 10% a la biodiversidad al final del periodo de programación.

De acuerdo con el artículo 8 de la Directiva Hábitat, la Comisión adoptará un Marco de Acción Prioritaria (MAP; MITECO, 2021) de las medidas que deban adoptarse y que supongan cofinanciación para los lugares designados para formar parte de la Red Natura 2000, teniendo en cuenta las fuentes de financiación disponibles con

arreglo a los pertinentes instrumentos comunitarios. Para este nuevo periodo de programación se ha diseñado una herramienta con enfoque regionalizado. Además, se ha previsto la incorporación de medidas tanto dentro de los espacios de la Red Natura 2000 así como fuera de éstos (infraestructuras verdes que contribuyan a la coherencia ecológica de la Red).

El MAP debe de señalar cuál o cuáles fondos pueden servir para financiar las medidas previstas. En este periodo de programación, la redacción del MAP ha ido por delante de la aprobación de los reglamentos de la PAC y de los fondos estructurales, por lo que muchas de las medidas se han considerado atribuibles a varios fondos de manera simultánea. Aunque se haya perdido precisión a la hora de asignar los fondos que deben de financiar unas u otras acciones, se ha ganado en flexibilidad y se ha podido emplear el contenido del MAP a la hora de seleccionar operaciones o intervenciones en las distintas programaciones de los fondos.

En este periodo de programación, el coste estimado para el mantenimiento del conjunto de la Red Natura 2000 en el conjunto de España es de 1.408 millones de euros al año, de los que alrededor de 1.385 corresponden a la parte terrestre y unos 23 millones de euros al año a la parte marina de la Red. El 23,6% de la cuantía estimada se prevé para medidas horizontales y costes administrativos, un 48,6% se destinaría a medidas necesarias en lugares Natura 2000, un 21,3% para medidas de infraestructura verde y, finalmente, un el 6,5% a medidas específicas de especies no relacionadas con ecosistemas específicos.

Qué medidas de gestión de incendios hay previsto financiar y a qué tipología obedecen

En total, hay 16 Administraciones Públicas que hayan previsto financiar medidas de gestión de incendios dentro de Natura 2000. El MAP contempla 8.754 acciones, de las que 205 están relacionadas con la gestión de incendios.

Hay 16 medidas horizontales y costes administrativos relacionados con la Red Natura 2000, con un importe promedio de 589.390 € a lo largo del periodo de programación. La mayor parte de las medidas (81,25%) se consideran financiables a través del FEADER, mientras que la mitad se consideran financiables a través del FEDER.

Entre estas medidas algunas CC.AA. incluyen actuaciones de vigilancia, así como de redacción de instrumentos específicos de gestión de incendios forestales (por ejemplo, Andalucía, Castilla-La Mancha, Extremadura o el Organismo Autónomo Parques Nacionales). Se incluyen algunas medidas de investigación y mejora del conocimiento que, potencialmente, tienen un elevado interés para el conjunto de las Administraciones, como, por ejemplo:

- Estudio del efecto de los diferentes tipos de incendios sobre las especies de invertebrados y de la efectividad de las diferentes medidas de restauración de las zonas quemadas (plantada por Catalunya, con un importe total de 30.000 €)

- Estudio de la infraestructura de prevención de incendios forestales que resulte más eficaz para proteger los Objetos de Conservación de los distintos espacios Red Natura 2000 y que resulten compatibles con el Estado de Conservación Favorable en el conjunto de la Red Natura 2000 (planteadas por Castilla-La Mancha, con un importe total de 120.000 €).

Dentro de las medidas de mantenimiento y recuperación relacionadas con el lugar (dentro y fuera de la Red Natura 2000), encontramos gran diversidad tipológica. Tenemos, por una parte, actuaciones más clásicas de mantenimiento de infraestructuras lineales de defensa (cortafuegos, áreas cortafuego, fajas auxiliares de pista, etc.), que se plantean por diversas administraciones con un coste variable (300-1.750 €/ha, promedio de 1.029). También hay previstas intervenciones de desbroce de matorral (700-1.500 €/ha, con un promedio de 987).

En algunas de las medidas se plantean medidas más novedosas, como el pastoreo con ovino o caprino, ya sea sobre el total del monte (con unos costes entre 65 y 330 €/ha), el establecimiento de restricciones al aprovechamiento corchero, para dejar pies padre sin descorchar (coste de 331 €/ha, aunque algunas CC.AA. plantean establecerlo como condicionado) o la adecuación de los depósitos y puntos de agua para evitar el ahogamiento de fauna y favorecer la presencia de anfibios (con un presupuesto de 847 a 3.000 €/unidad, promedio de 1.852).

Finalmente encontramos las medidas de restauración post-incendio. Aquí, la diversidad de importes es proporcional a la diversidad de hábitats que se busca restaurar. En el caso de las formaciones herbosas, encontramos tanto soluciones de *mulching* como otras de escarificación (con costes de 1730 €/ha y 480 €/ha, respectivamente). En el caso de la restauración de matorrales encontramos diversos tratamientos, basados en la repoblación, con una inversión promedio de 1.317,18 €/ha. En el caso de los bosques, está previsto realizar actuaciones de preservación del suelo y prevención de fenómenos erosivos y procesos de desertificación tales como fajinas, desembosque y/o trituración o astillado de material vegetal afectado, así como otras prácticas relacionadas con la conservación del suelo. Llama la atención que no se identifiquen medidas de repoblación de especies forestales en estas circunstancias, ni siquiera de enriquecimiento de las zonas afectadas donde se prevea el regenerado de la masa preexistente.

Finalmente, dentro del apartado de medidas adicionales específicas de especies no relacionadas con ecosistemas o hábitats específicos, hay 4 medidas, todas ellas destinadas a la instalación de rampas en puntos de agua de incendios para evitar ahogamientos de fauna. Esta adaptación tiene un coste variable en función de la naturaleza del punto de agua, aunque en promedio están en 1.500 €/unidad.

Conforme a los listados controlados de medidas de conservación

Hay 3 CC.AA., Aragón, Canarias y Castilla y León, que han definido listados de medidas de conservación específicamente para Natura 2000. Esto no quiere decir

que, para cada uno de los espacios Natura 2000 haya que aplicarlas, pero sí que, en caso de aplicarse alguna medida en ese sentido, se aplicarán las que se establecen en las listas controladas.

Aragón

La Comunidad Autónoma de Aragón diseñó un sistema semejante al de Castilla y León. Se han detallado las siguientes directrices y medidas:

- Directrices relacionadas con la gestión y prevención de riesgos naturales. Se diseñarán planes de prevención de incendios forestales, en los que la ganadería extensiva será considerada como una de las principales herramientas.
- 5- Adaptar la siega, el pastoreo y otras actividades agropecuarias equivalentes. Fomentar la adopción de medidas para evitar el uso del fuego en la agricultura. Limitar el uso maquinaria en los trabajos realizados al aire libre en los días declarados de alto riesgo de incendio forestal.
- 042. Reducir el impacto del deporte al aire libre, el ocio y las actividades recreativas. Se restringirá el acceso en aquellas zonas del presente hábitat dentro del EPRN que sean utilizadas por especies de Directiva o Catalogadas con la finalidad de evitar molestias a las mismas. Asimismo se restringirá el acceso por pistas y caminos forestales del EPRN los días de alto riesgo de incendio forestal a vehículos con finalidades deportivas, turísticas y de ocio
- 68- Minimizar/prevenir los impactos de las catástrofes naturales y geológicas: Fomentar la adopción de medidas para minimizar y prevenir los impactos de incendios naturales en este hábitat. Facilitar la implantación de un sistema eficaz de detección y extinción de incendios.

Canarias

En el caso de Canarias han considerado medidas para los incendios forestales estructuradas esencialmente en torno a la prevención de los mismos. Las medidas son:

- Redacción del proyecto de prevención de incendios
- Establecimiento de acuerdos con los propietarios de los terrenos y/o entidades afectadas o implicadas y/o entidades afectadas o implicadas para prevención de incendios
- Licitación del proyecto de prevención de incendios
- Ejecución del proyecto de prevención de incendios
- Seguimiento de resultados del proyecto de prevención de incendios
- Análisis de la efectividad (en conservación) de resultados del proyecto de prevención de incendios

Castilla y León

En el caso de Castilla y León dichas medidas constituyen el Anexo III al Plan Director para la Implantación y Gestión de la Red Natura 2000 en Castilla y León (JCyL, 2015). Dado que se trata de una planificación estratégica, hay definidas dos medidas específicas y una tercera con un elevado grado de solape, que se desagregan en un notable conjunto de submedidas, que son las siguientes:

- Medidas preventivas frente a incendios forestales
 - Actuaciones selvícolas preventivas contra los incendios forestales
 - Generación y mantenimiento de discontinuidades
 - Desbroces y otras actuaciones de control del matorral y apertura de pastos
 - Implantación y conservación de la red viaria para la prevención de incendios
 - Instalación y mantenimiento de infraestructuras para la defensa contra incendios
 - Establecimiento y mantenimiento de áreas cortafuegos aprovechadas mediante pastoreo
- Restauración y minimización del efecto de grandes incendios forestales
 - Restauración de la cubierta forestal en zonas afectadas por grandes incendios
 - Restauración de los daños causados por las labores de extinción de incendios
 - Actuaciones selvícolas para evitar la propagación de plagas y enfermedades tras incendios forestales
 - Actuaciones selvícolas de mejora de los hábitats tras incendios forestales
 - Siembras para mejorar la disponibilidad los recursos tróficos tras incendios
 - Programas de conservación ex situ para la reserva de material genético procedente de rodales singulares
 - Cultivo ex situ para la conservación de rodales singulares
- Medidas transversales para el mantenimiento de la biodiversidad en ecosistemas forestales
 - Integración ambiental de los aprovechamientos forestales
 - Actuaciones selvícolas de mejora de los hábitats forestales
 - Medidas preventivas contra los incendios forestales
 - Extinción de los incendios forestales
 - Restauración forestal para la recuperación y el mantenimiento de hábitats singulares

Propuestas a futuro

El desarrollo de medidas destinadas a la gestión de los incendios forestales vinculadas a la Red Natura 2000 es muy reducido, aunque probablemente se deba a la consideración de los incendios como amenaza para los espacios protegidos Red Natura 2000. El porcentaje de medidas vinculadas a la gestión de incendios forestales detectadas en los planes de gestión duplica al porcentaje de incidencia de los incendios como presión o amenaza reportada para Natura 2000 (2,54% frente a 1,13%). Y parece evidente que resulta necesario avanzar de forma coordinada tanto en la caracterización de los incendios forestales como presiones como establecer adecuadas medidas para los mismos, empleando el enfoque ecosistémico y el uso de herramientas como las matrices DPSIR (Patricio et al. 2016).

Las medidas de gestión de incendios tienen una incidencia sobre los hábitats forestales que buscan proteger y, a la vez, unos condicionantes claros en su emplazamiento y características técnicas para garantizar su funcionalidad (ver p.ej. Ramírez et al. 2007).

Bibliografía

Junta de Castilla y León (2015). Acuerdo 15/2015, de 19 de marzo, de la Junta de Castilla y León, por el que se aprueba el Plan Director para la Implantación y Gestión de la Red Natura 2000 en Castilla y León. Disponible en <https://medioambiente.jcyl.es/web/es/planificacion-indicadores-cartografia/planes-gestion-natura-2000.html>

MITECO (2021) Marco de Acción Prioritaria para la financiación de la Red Natura 2000. 1 documento y 20 anexos, disponible en https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/espacios-protegidos/red-natura-2000/rn_cons_marco_accion_prioritaria.aspx

Patricio, J., Elliott, M., Mazik, K., Papadopoulou, K. N., y Smith, C. J. (2016). DPSIR—two decades of trying to develop a unifying framework for marine environmental management?. *Frontiers in Marine Science*, 3, 177.

Ramírez, J., Lahoz, J. M., Clavero, M. Á., Bardají, M., y Serrano, J. J. (2007). Plan de áreas cortafuegos de Aragón (España): resultados de la aplicación de técnicas geoespaciales y simulación de incendios. Wildfire 2007. 4th International Wildland Fire Conference, Sevilla.

PROPUESTA DE PROTOCOLO PARA LA CONSIDERACIÓN DE LOS INCENDIOS FORESTALES COMO PRESIONES O AMENAZAS DENTRO DE LOS FORMULARIOS NORMALIZADOS DE DATORACOLAS DE LOS ESPACIOS PROTEGIDO RED NATURA 2000

Francisco Guil. Dirección General de Biodiversidad, Bosques y Desertificación.

Jaime Hervás. Tragsatec.

Jose Luis López. Tragsatec.

Antecedentes

De los 1858 espacios protegidos Red Natura 2000 existentes en España en 2022, un total de 460 espacios (de todas las CC.AA. salvo Canarias, Ceuta y Melilla) reportan presiones o amenazas relacionadas con los incendios. En el conjunto de la red, es la 11ª de las amenazas que con más frecuencia se repite.

Conforme a la Estadística General de Incendios Forestales (EGIF, decenio 2010-2019), se originaron incendios en un total de 954 espacios protegidos Red Natura 2000 (51,34% del total, 57% de los terrestres o mayoritariamente terrestres), de los cuales en 861 se quemó al menos 1 ha. Esta herramienta tiene la ventaja de permitirnos acceder a la causalidad, pero al no aportar el perímetro de los incendios pierde potencia en los análisis. Y conforme a EFFIS (que comprende los dos sexenios anteriores, 2010-2021, por ser los periodos de reporte para las directivas comunitarias), los incendios han afectado a 413 espacios.

Conforme a estos datos, es evidente que los incendios forestales suponen una importante amenaza para la conservación de múltiples ecosistemas en el medio mediterráneo. Esto hace que aparezcan dentro del listado de presiones y amenazas que puede afectar a estos espacios protegidos y que se comunica anualmente a la Comisión Europea (conforme a lo establecido en la *Decisión de Ejecución de la Comisión de 11 de julio de 2011 relativa a un formulario de información sobre un espacio Natura 2000*). Además, sexenalmente se comunican las presiones y amenazas que condicionan el estado de conservación de las especies y los tipos de hábitats de interés comunitario (conforme al Art. 12 de la Dir. Aves y al Art. 17 de la Dir. Hábitats).

Aunque hasta ahora cada proceso de reporte contaba con sus listados, desde 2022 se ha adoptado una única lista que refleja las presiones y amenazas asociadas a un espacio protegido Red Natura 2000 con los siguientes códigos:

- B14: Supresión de incendios vinculados a gestión forestal
- H04: Vandalismo e incendios provocados (incluidos incendios forestales introducidos por humanos)
- M09: Incendios forestales naturales

Planteamiento

En el caso de los incendios forestales se cuenta con dos bases de datos relativamente completas y complementarias: una que comprende tipologías y que no aporta datos espaciales (EGIF) y otra que tiene esos datos espaciales, pero carece de tipologías y sólo ofrece datos de incendios con superficie superior a 30 ha. Por lo tanto, se van a emplear ambas conjuntamente.

Las presiones y amenazas se deben evaluar en 3 categorías (alta, media y baja) y se debe de evaluar si se producen tanto dentro como fuera del espacio protegido. Una vez realizado estos análisis, en función de la tipología de incendios que se producen en el espacio (atendiendo a las categorías de EGIF), se procederá a clasificarlo en el código correspondiente.

Finalmente, con respecto a la naturaleza de la afección (positiva o negativa), se considera que únicamente podrá considerarse como positiva cuando afecte únicamente a los tipos de hábitats del espacio que necesitan del fuego para su mantenimiento, como por ejemplo sucede con el THIC 4030 Brezales secos europeos (Ojeda, 2009). En el resto de casos, deberá de considerarse negativa. Esta apreciación debe de hacerse a escala de espacio y con la mejor cartografía disponible, por lo que en este caso se van a considerar todos como negativos.

Datos a emplear en el análisis

Se han empleado los datos de:

- Estadística General de Incendios Forestales (EGIF; se ha empleado el periodo 2010-2019, pero se recomienda emplear dos sexenios completos)
- European Forest Fire Information System (EFFIS; se emplea el periodo 2010-2021 completo). Para emplear la capa se disuelven todos los años, para comprobar superficie realmente afectada de los espacios y su entorno.
- Formulario Normalizado de Datos (FND), en su última versión.

Propuesta metodológica

En primer lugar y dada la tipología de incendios en España, se va a considerar la presión y amenaza H04: Vandalismo e incendios provocados. Ésta se va a considerar de forma generalizada, mientras que únicamente los incendios por rayo quedarán en la categoría M09: Incendios forestales naturales.

H04: Vandalismo e incendios provocados

Teniendo en cuenta lo establecido en el documento *Criterios utilizados por la Subdirección General de Biodiversidad y Medio Natural para la determinación del perjuicio a la integridad de Espacios de la Red Natura 2000 por afección a Hábitats*

de interés comunitario (MITECO, 2019), se va a considerar una afección apreciable a la integridad del espacio cuando la incidencia sobre la superficie del espacio sea superior al 5% del mismo. Y para considerar el entorno se va a efectuar un buffer de 1 km alrededor de los espacios, donde se aplicarán los mismos criterios.

De esta forma, tendremos las siguientes clases, evaluado conjuntamente:

- Afección a más del 5% de la superficie del total del espacio: Incidencia alto (en el interior), medido con EFFIS
- Afección a una superficie entre 0,5 y 5% del total del espacio (medido con EFFIS) y/o inicio de incendios en el interior del mismo (no provocados por rayo): Incidencia medio (en el interior),
- Afección a una superficie inferior al 0,5% del total del espacio (medido con EFFIS) y sin incendios en el interior: Incidencia bajo (en el interior)
- Afección a más del 5% de la superficie del perímetro del espacio: Incidencia alto (en el exterior o ambos), medido con EFFIS: Incidencia alto
- Afección a una superficie entre 0,5 y 5% del perímetro del espacio (medido con EFFIS) o inicio de incendios en el perímetro del mismo (no provocados por rayo): Incidencia medio (en el exterior o ambos)
- Afección a una superficie inferior al 0,5% del perímetro del espacio (medido con EFFIS): Incidencia bajo (en el exterior o ambos)

Se considerará preferentemente la valoración de la clase del interior del espacio, salvo cuando se considere como baja y alta la del exterior. En este caso se considerará media en ambos.

M09: Incendios forestales naturales

En este caso, se van a considerar únicamente los datos de EGIF para los incendios provocados por rayos. En este caso:

- La superficie total de los incendios provocados por rayo en el interior del espacio es superior al 1% de la superficie del total del espacio: Incidencia alto (en el interior)
- La superficie total de los incendios provocados por rayo en el interior del espacio está comprendida entre el 0,5 y el 1% del espacio: Incidencia medio (en el interior)
- Afección a una superficie inferior al 0,5% del total del espacio (medido con EGIF): Incidencia bajo (en el interior)
- La superficie total de los incendios provocados por rayo en el perímetro del espacio es superior al 1%: Incidencia alto
- La superficie total de los incendios provocados por rayo en el en el perímetro del espacio es inferior al 1%: Incidencia medio (en el exterior o ambos)

Se considerará preferentemente la valoración de la clase del interior del espacio, salvo cuando se considere como baja y alta la del exterior. En este caso se considerará media en ambos.

B14: Supresión de incendios vinculados a gestión forestal

La supresión de incendios puede ser un problema para la conservación a largo plazo de los tipos de hábitat de interés comunitario 4030, 5120 y 5330 (todos ellos vinculados a incendios en mayor o menor grado; Cabello et al., 2009; de la Cruz, 2009). En este caso, se considera que las presiones e incidencias provienen de la ausencia de incendios debido a la actual gestión de los incendios forestales. Sólo se van a considerar los incendios en el interior de los espacios.

- No se han originado (EGIF) ni producido incendios (EFFIS) ni en el espacio ni en el entorno de 1 km: incidencia alto (en el interior)
- Se han producido incendios en el espacio y/o en el entorno de 1 km, pero los incendios que se hayan originado en el interior del espacio con presencia de los THIC 4030, 5120 y/o 5330 tienen una superficie forestal no arbolada afectada hasta de 0,5 veces la superficie de dichos THIC en el espacio: incidencia medio (en el interior)
- Se han producido incendios en el espacio y/o en el entorno de 1 km, pero los incendios que se hayan originado en el interior del espacio con presencia de los THIC 4030, 5120 y/o 5330 tienen una superficie forestal no arbolada afectada inferior a 0,5 veces la superficie de dichos THIC en el espacio: incidencia bajo (en el interior)

B14: Supresión de incendios vinculados a gestión forestal

Con los criterios planteados, hay 938 espacios en los que la supresión de incendios es una presión y/o una amenaza. De estos, para 205 se considera de nivel alto, para 694 medio y para los restantes 39 espacios queda clasificado como bajo.

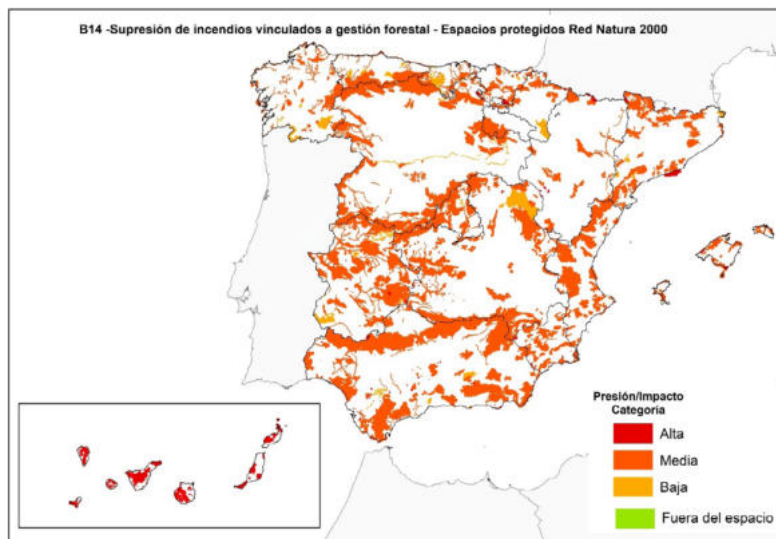


Figura 1: Espacios protegidos Red Natura 2000 según el grado de incidencia de la presión B14.

H04: Vandalismo e incendios provocados

Conforme al protocolo planteado, se produce en el interior de 163 espacios como presión con una incidencia alta, 862 con incidencia media y en sólo 4 espacios con una incidencia baja.

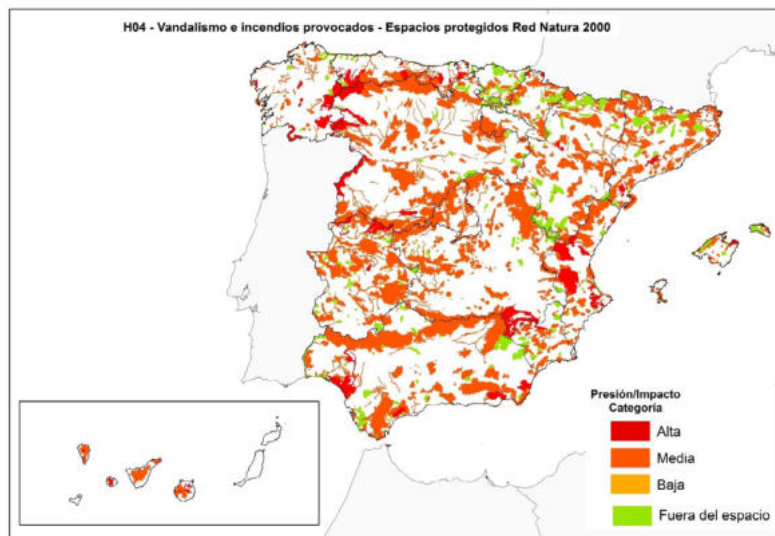


Figura 2: Espacios protegidos Red Natura 2000 según el grado de incidencia de la presión H04.

M09: Incendios forestales naturales

En este caso, al aplicar los criterios propuestos hay 24 espacios en lo que la ausencia de incendios forestales por rayo (naturales) suponen una amenaza con incidencia alta y 427 los espacios para los que lo hace con incidencia media.

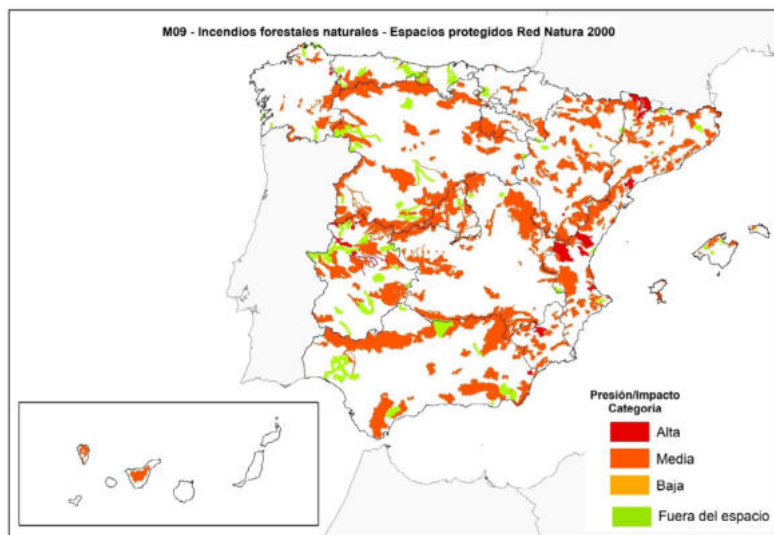


Figura 3: Espacios protegidos Red Natura 2000 según el grado de incidencia de la presión M09.

Bibliografía

Cabello, Cabello Piñar, J., Morata Toledo, D., Otto, R., y Fernández-Palacios, J. M. (2009). 5330 Matorrales termomediterráneos, matorrales suculentos canarios (macaronésicos) dominados por *Euphorbias* endémicas y nativas y tomillares semiáridos dominados por plumbagináceas y quenopodiáceas endémicas y nativas. Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Madrid.

De la Cruz, M. (2009). 5120 Formaciones montanas de *Cytisus purgans*. Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Madrid.

MITECO (2019). *Criterios utilizados por la Subdirección General de Biodiversidad y Medio Natural para la determinación del perjuicio a la integridad de Espacios de la Red Natura 2000 por afección a Hábitats de interés comunitario*. Disponible en https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/espacios-protegidos/criteriossgbymnperjuiciohabitats_tcm30-481533.pdf

Ojeda, F. (2009). 4030. Brezales secos europeos. Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Madrid.