

Pablo Martín Pinto  
Juan Andrés Oria de Rueda Salgueiro



# Guía técnica de gestión de matorrales ibéricos

Prevención de incendios y  
producción de hongos comestibles



# Guía técnica de gestión de matorrales ibéricos

Prevención de incendios y producción de hongos comestibles



**Figura 1.** Matorral o xesteira de escoba blanca (*Cytisus multiflorus*) y negral (*Cytisus scoparius*) con brezos rojos (*Erica australis*) y blancos (*Erica arborea*) cerca de una repoblación forestal. Cabeza de Manzaneda (Orense).

**Dirección de la obra:**

Antonio López Santalla  
Subdirección General de Política Forestal y  
Lucha contra la Desertificación

**Coordinadores:**

Pablo Martín Pinto  
Juan Andrés Oria de Rueda Salgueiro

**Autores:**

Pablo Martín Pinto  
Juan Andrés Oria de Rueda Salgueiro  
María Hernández Rodríguez  
Olaya Mediavilla Santos  
Ignacio Sanz Benito  
Juncal Espinosa

**Fotografías de portada:**

Pablo Martín Pinto



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 2021.  
www.miteco.es  
Plaza de San Juan de la Cruz 10  
28003 Madrid.  
ESPAÑA

NIPO: 665-21-059-3 Papel con gestión forestal certificada

NIPO: 665-21-060-6 En línea

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

# Índice

Presentación.....	5
0. Importancia de los matorrales, su manejo y conservación.....	7
I. Comunidades arbustivas con alto riesgo de incendios forestales susceptibles de albergar comunidades fúngicas con valor comercial. Distribución .....	13
Brezales .....	14
Jarales.....	18
Leguminosas .....	22
Escobonales y piornales .....	22
Tojares .....	25
Aulagares y erizones .....	28
2. Frecuencia de incendios forestales en comunidades arbustivas susceptibles de albergar comunidades fúngicas con valor comercial. Distribución.....	31
Brezales .....	32
Jarales.....	35
Leguminosas .....	36
Escobonales y piornales .....	36
Tojares .....	40
Aulagares y erizones .....	42
Análisis conjunto del riesgo de incendio forestal y conclusión .....	45
3. Hongos comestibles asociados a las distintas formaciones vegetales con potencial interés comercial .....	47
4. Especies de hongos comestibles de mayor valor socioeconómico en los matorrales españoles .....	51
<i>Clitocybe geotropa</i> (platera, montesina, chita, urri ziza) .....	51
<i>Clitocybe nebularis</i> .....	52
<i>Agaricus campestris</i> (champiñón de campo, hongo blanco).....	53
<i>Calocybe gambosa</i> : <i>Tricholoma georgii</i> (perrechico, seta fina, seta blanquilla, moixernó, usón) .....	54
<i>Boletus reticulatus</i> (hongo de verano, boleto de verano).....	55
<i>Russula cyanoxantha</i> .....	56
<i>Terfezia claveryi</i> (turma o criadilla de tierra).....	57
<i>Tuber aestivum</i> (trufa de verano, trufa blanca) .....	59
<i>Choyromices gangliformis</i> (criadilla jarera, turma de jara).....	61
<i>Boletus edulis</i> .....	62
<i>Boletus aereus</i> (hongo negro) .....	63
<i>Leccinum corsicum</i> (faisán, hongo de estepa).....	64

<i>Rhizopogon roseolus</i> .....	65
<i>Flammulina velutipes</i> (seta de escoba, seta de piorno) .....	66
<i>Agaricus arvensis</i> (bola de nieve, hongo de campa, azpibeltz) .....	67
<i>Macrolepiota procera</i> (cucurriil, cogordo, cogomella, galamperna, parasol) .....	68
<i>Pleurotus ostreatus</i> (seta de ostra).....	70
<i>Pleurotus eryngii</i> (seta de cardo) .....	71
<i>Leucopaxillus</i> gr. <i>Candidus</i> .....	72
<i>Tricholoma goniospermum</i> (rojilla, seta de lancha, levanta lanchas).....	73
<i>Rhodocybe truncata</i> (rojilla) .....	74
<i>Calocybe constricta</i> (perrrechico de otoño, seta de sanmiguelada) .....	75
<i>Marasmius oreades</i> .....	76
<b>5. Gestión para la prevención de incendios forestales en sistemas mediterráneos dominados por matorral y puesta en valor del recurso micológico asociado</b> .....	77
Formaciones de matorral y su gestión para reducir el riesgo de incendio forestal.....	77
La quema prescrita en el marco del cambio global .....	79
Planificación de diseños experimentales para analizar el efecto de la quema prescrita y el desbroce, en la comunidad de hongos presentes en el suelo .....	81
Tratamientos preventivos contra incendios forestales.....	83
Quema prescrita .....	83
Desbroce .....	85
Desbroce total sobre matorral envejecido.....	85
Desbroce parcial en matorral no envejecido.....	87
Propuestas específicas para cada formación de matorral .....	90
Brezales.....	93
Jarales .....	96
Leguminosas.....	101
Escobales y piornales.....	101
Tojares.....	104
Aulagares y erizones.....	105
<b>6. Sucesión vegetal y producción micológica</b> .....	109
Matorrales que pueden producir hongos cuando se plantan árboles.....	109
<b>Bibliografía</b> .....	113
<b>Coordinadores y autores</b> .....	119

## Presentación

Los incendios forestales constituyen uno de los mayores factores de degradación de los ecosistemas forestales, con importantes repercusiones sociales y económicas. De entre los ecosistemas más afectados se encuentran los cubiertos de matorral, al representar casi el 57% de la superficie forestal que arde cada año. Muchos de ellos han sido tradicionalmente considerados como improductivos y marginales, siendo así más favorables a sufrir incendios.

Sin embargo, jarales, brezales y otras comunidades de matorral pirófitas, albergan especies de hongos silvestres ectomicorrícicos asociados, en muchos casos altamente demandados gastronómicamente. Ante el fuego forestal, y en virtud del estado de madurez de las comunidades, los hongos desaparecen o son sustituidos, en ocasiones por otras especies pioneras de poco o nulo valor.

Estas masas de matorral pueden ser tratadas mediante diversas técnicas que reduzcan la combustibilidad y dificulten la propagación del fuego forestal. Prestando atención a los tratamientos, es posible también incrementar la producción o la diversidad de las comunidades de hongos y, con ello, aumentar el valor económico y social de estos espacios marginales. De esta forma se contribuiría a la puesta en valor de muchos territorios, facilitando así reducir su susceptibilidad a los incendios forestales y la pérdida de sus valores asociados.

Con esta finalidad se ha elaborado este manual, analizando las principales comunidades ibéricas de matorral afectadas por incendios forestales y proponiendo actuaciones de gestión que permitan optimizar la producción micológica. Mejorar el valor económico y social de estos ecosistemas contribuye indirectamente a su protección frente al fuego descontrolado, en alineación con las prioridades recogidas en las Orientaciones estratégicas para la gestión de incendios en España.

GUILLERMO FERNÁNDEZ CENTENO  
*Subdirector General de Política Forestal y  
Lucha contra la Desertificación*



## 0. Importancia de los matorrales, su manejo y conservación

Los matorrales cubren grandes extensiones en España, que superan los 10 millones de hectáreas (Montero *et al.*, 2017). Sin embargo, la generalizada falta de uso y aprecio, en la actualidad, los hace susceptibles de padecer diversos procesos de degradación, entre los que destacan especialmente los incendios forestales; todo ello a pesar de su demostrada capacidad para proporcionar bienes y servicios a la sociedad (regulación hidrológica, biodiversidad, valores florísticos y faunísticos, energéticos, ganaderos, cinegéticos, apícolas, aromáticos, micológicos, recreativos, etc.) (Oria de Rueda, 1990). Esta realidad supone que las administraciones y los particulares se enfrenten al formidable reto que supone su adecuada conservación y manejo para minimizar o evitar los factores de degradación que los afectan.

Gran parte de la biodiversidad ibérica, incluyendo plantas herbáceas y leñosas escasas y amenazadas, insectos y hasta un número elevado de aves, está asociada a los matorrales, que ocupan amplias superficies repartidas desde las costas hasta la alta montaña. De hecho, numerosos hábitats integrados principalmente por matorrales son de interés especial de protección y aparecen incluidos como *hábitats prioritarios* o imprescindibles para su conservación (Bartolomé, 2005). Sin embargo, la ausencia generalizada de actuaciones de gestión en estos ecosistemas, asociado a un reducido valor económico directo y actual de los mismos, favorece la ocurrencia frecuente y reiterada de incendios forestales sobre estos territorios.

Desde hace décadas se ha producido un paulatino abandono de la agricultura y la ganadería en muchas y extensas zonas de España, que se han visto recuperadas por especies leñosas y herbáceas duras, proceso conocido como matorralización (Montserrat *et al.*, 2009). Se trata de un desarrollo evolutivo global de la vegetación, en el que muchos pastizales se transforman en espesos matorrales de piornos, escobas, jaras, brezos, tojos, aulagas, etc. En el ámbito rural los bosques y los pastizales han gozado, tradicionalmente, de valor y aprecio por la provisión de recursos que proporcionan, en forma de madera y leñas, los primeros, o pasto, los segundos, valorados por gestores públicos y privados. Pero las formaciones de matorral no han tenido tanto interés para los administradores forestales, al menos en las últimas décadas, debido a su falta de producción de madera u otros recursos de valor económico; en consecuencia,

otros bienes asociados de valor comercial, como la producción de hongos, han sido subestimados e infraexplotados (Oria de Rueda *et al.*, 2008).

Esta falta de gestión ha propiciado una transición del paisaje desde el tipo mosaico a complejas formaciones de vegetación de alta carga de combustible continuo (Palahí *et al.*, 2008; Fernandes *et al.*, 2014). Este cambio en la estructura forestal junto con la nueva realidad climática ha provocado un incremento del número de incendios forestales de alta capacidad de propagación en muchas regiones del mundo y particularmente en el área mediterránea (Espinosa, 2021). Dichos incendios pueden afectar negativamente a la cobertura vegetal, alterar el suelo, provocar cambios en la composición de las plantas (Franco-Manchón *et al.*, 2019) y dañar las comunidades de hongos (Martín-Pinto *et al.*, 2006; Franco-Manchón *et al.*, 2019). A su vez, suponen la renovación de los ecosistemas, dando lugar al desarrollo de vegetación pirofítica (Oria de Rueda *et al.*, 2008) de escasa madurez ecológica y mayor susceptibilidad a sufrir nuevos incendios, apareciendo un ciclo sin fin donde el fuego se convierte en un elemento perturbador reiterado que mantiene esta dinámica. Esto es muy común en numerosos lugares dentro de los ecosistemas mediterráneos.

En algunas regiones la matorralización ha resultado contrarrestada por la evolución natural de la vegetación y la entrada de arbolado, en buena medida originado por la reducción de uso y aprovechamiento de estos espacios, pero siendo más evidente cuando se produce por el concurso de repoblaciones forestales. Así, en la cornisa cantábrica, el matorral ha sufrido una importante reducción, como consecuencia, entre otros factores, de las extensas plantaciones forestales del siglo XX o la transformación de matorrales en pastizales a base de encalado y abonado nitrogenado que reducen las leñosas. Por ejemplo, al comparar los resultados del 2º y 3º Inventario Forestal Nacional en Galicia, el matorral se ha reducido de 922.935 ha (1986) a 634.123 ha (2007). No obstante, estas repoblaciones forestales, mayoritariamente de *Pinus pinaster* y *Eucalyptus globulus* mantienen abundante matorral como sotobosque, que se ha cuantificado nada menos que en torno a 40-50 t ha<sup>-1</sup> de materia seca (Rigueiro y Mosquera, 2002). Los usos tradicionales, entre los que se encuentran diversas técnicas, además del pastoreo extensivo de razas autóctonas de ganado, resultan de gran importancia en la conservación correcta de estos matorrales y pastizales (Montserrat, 2009).

Desde el punto de vista clásico forestal, la necesidad de madera, durante años, originó que muchas formaciones de matorral fueran consideradas superficies improductivas que debían transformarse en zonas

arboladas a través de la repoblación forestal. Actualmente se sabe que los matorrales, no pueden ser abandonados a su suerte, pues la senescencia y densificación afectan negativamente a la conservación de muchas especies amenazadas de fauna y flora.

A su vez, los escenarios futuros de cambio climático auguran una transformación en el comportamiento de los incendios forestales. Las consecuencias esperadas incluyen incendios más intensos y severos, así como una temporada de incendios más larga. En este contexto, es esencial contar con herramientas de manejo forestal que permitan una reducción del riesgo de ocurrencia de incendio forestal y de su propagación, a la vez que minimizan los impactos sobre el medio rural, los bienes e infraestructuras y, por supuesto, las personas; sirviendo de apoyo al desarrollo local y a la estrategia de conservación de la naturaleza.

Tradicionalmente, el ganado ha pastado en numerosas formaciones de matorral mediterráneo (Fernández *et al.*, 2015), lo que ha sido una forma natural, eficiente y productiva de prevenir incendios forestales, al reducir la cantidad de combustible forestal disponible, modificar su continuidad y proporcionar valor económico a estos territorios. Sin embargo, la disminución paulatina de la cabaña ganadera extensiva en toda la geografía nacional ha supuesto una reducción sustancial de la superficie antaño pastoreada, dando lugar a una ocupación elevada en extensión y volumen de comunidades de matorral. Entre las estrategias de prevención de incendios desarrolladas es destacable la aplicación de métodos de reducción de combustible, particularmente del matorral inflamable (p. ej. tratamientos selvícolas, quemas prescritas, etc.), que modifican la cantidad y continuidad de los mismos, reduciendo el riesgo de incendios de alta intensidad (Fernández *et al.*, 2015). Estos tratamientos preventivos son costosos y necesariamente recurrentes, sin generar un beneficio añadido. Sin embargo, la aplicación de estas técnicas de reducción de combustible de manera adecuada, amparadas en el conocimiento científico, pueden permitir un beneficio adicional asociado, como un aumento de la producción y diversidad de hongos (Hernández-Rodríguez *et al.*, 2015).

Las alternativas de manejo de matorrales en numerosos países recomiendan la conservación activa de los mosaicos formados por las distintas etapas en cada unidad vegetal, con vistas a su gestión racional mediante diversas técnicas. La quema prescrita, el desbroce o el laboreo eventual son medidas que van a servir para la ordenación de estas formaciones leñosas.

De entre los recursos naturales asociados a los matorrales, los micológicos, son los grandes desconocidos. Los hongos juegan un papel fundamen-



tal en el mantenimiento de la salud de los sistemas forestales. Desarrollan relaciones simbióticas micorrícicas basadas en la captación de nutrientes para la planta o confiriendo resistencia contra patógenos, especialmente a nivel de la raíz (Bzdyk *et al.*, 2019; Hannula y Träger, 2020). También inducen a la agregación de las partículas del suelo, mejorando la aireación y la porosidad del suelo (Ryan y Kirkegaard, 2012). Los hongos saprófitos, por su parte, son responsables de la transformación de la materia orgánica y, por tanto, del retorno de nutrientes en los ecosistemas (Alem *et al.*, 2020). Algunas especies fúngicas son de alto valor económico, como el *Boletus* spp., que proporciona ingresos importantes a la población local de entornos rurales (Oria De Rueda *et al.*, 2008). Las evidencias obtenidas en investigaciones previas (Martín-Pinto *et al.*, 2006; Mediavilla *et al.*, 2014; Hernández-Rodríguez *et al.*, 2015) muestran la importante presencia y diversidad de hongos de micorrización asociados a las comunidades de matorral en función de su estado de madurez o conservación. De hecho, se ha visto que las jaras (*Cistus* sp.) pueden llegar a tener hasta 230 especies asociadas (Comandini, 2006) o los *Halimium* que pueden estar relacionados con unas 154 especies (Leonardi *et al.*, 2020). Por ello, resulta de gran interés conocer distintas técnicas de manejo de matorral para la conservación y producción natural de hongos silvestres comestibles, por su gran valor ecológico y económico, siendo una oportunidad para incentivar la gestión de estos espacios, aumentar su valor económico y reducir los riesgos de degradación, muy especialmente por incendios forestales.

**Figura 2.** El delicioso *Boletus edulis* en un jara joven de *Cistus ladanifer*. Se observa su característico color pardo claro y el borde blanco del sombrero. Tabuyo del Monte (León). Foto: Pablo Martín-Pinto.

Hasta la fecha no se tiene constancia de ninguna guía de manejo que recoja el interés de la gestión de formaciones de matorral con objeto de favorecer la producción de hongos comestibles, aludiendo a las técnicas, resultados y potencialidad. En este trabajo, las propuestas de gestión planteadas se basan en el conocimiento científico, acumulado durante más de 20 años, del efecto del fuego sobre hongos silvestres y las formaciones donde se asientan, en el que han participado personal de las siguientes entidades: Universidad de Valladolid, Unidad de Investigación en Micología Forestal Aplicada de Castilla y León, Cátedra de Micología UVa, ID Forest-Biotecnología Forestal Aplicada S.L., Plan de Prevención y Extinción de Incendios de Andalucía (INFOCA), Junta de Castilla y León, Equipos de Prevención Integral de Incendios Forestales (Ministerio Transición Ecológica), Centro de Investigación Forestal de Lourizán (Xunta de Galicia) e Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA-CSIC).



**Figura 3.** Recolector con plateras o chitas (*Clitocybe geotropa*), especie otoñal muy apreciada del ámbito de los brezales aclarados con quema prescrita, desbroce y ganadería extensiva. Forma grandes setales en corros en otoño. Sierra del Brezo (Palencia). Foto: Juan Andrés Oria de Rueda.



**Figura 4.** Recolector de seta de cardo (*Pleurotus eryngii*), apreciadísima especie ligada a diversas plantas propias de pastos asociados a matorrales desbrozados y escarificados con quema prescrita y ganadería extensiva de ovino y vacuno. Palencia. Foto: Juan Andrés Oria de Rueda.



**Figura 5.** Colmenilla o murgula (*Morchella conica*), apreciadísima especie comestible ligada al tratamiento de quema prescrita. Foto: Juan Andrés Oria de Rueda.



**Figura 6.** El vistoso macho de *Eresus kollari*, arácnido protegido y muy amenazado, que se ve favorecido por las quemas prescritas y desbroces en matorrales, sobre todo de brezales y escobonales. Foto: Pablo Martín Pinto.

En este trabajo se describen los sistemas de matorral más representativos de la Península Ibérica e islas Baleares, destacando los más afectados por el fuego. Además, se enumeran las especies de hongos comestibles de interés socioeconómico que pueden ser objeto de aprovechamiento en las distintas formaciones. Se plantean las estrategias de gestión específicas y cómo éstas pueden afectar a las comunidades de hongos. De este modo, se propone una gestión que sirva para la optimización del recurso micológico a la vez que reduce el riesgo de incendio forestal y pone en valor estos ecosistemas.

En relación a las medidas de gestión propuestas, el texto especifica para cada comunidad: época, superficie, principales técnicas, periodicidad, limitaciones, resultados previstos en relación a los hongos y la biodiversidad, así como algunas observaciones (excepciones, afecciones a otros tipos biológicos, sinergias, importancia de acciones complementarias, etc.).

# I. Comunidades arbustivas con alto riesgo de incendios forestales susceptibles de albergar comunidades fúngicas con valor comercial.

## Distribución

Desde mediados del siglo XX se ha producido un profundo cambio en el uso del territorio de las zonas rurales, consecuencia fundamental del éxodo agroforestal y el paulatino abandono del aprovechamiento de los recursos naturales asociados a estos espacios. Esta situación ha dado lugar a una transformación en la morfología del paisaje, fundamentalmente en las comunidades vegetales que lo ocupan. Por una parte, la falta de uso ha originado que los montes arbolados alberguen un sotobosque muy denso, con cargas de combustible elevadas que, en caso de incendio, pueden generar fuegos que se propaguen rápidamente, con gran intensidad, causando consecuencias negativas para estos sistemas forestales. Por otra parte, la disminución de la población rural, ha provocado un significativo descenso de la actividad ganadera. El antaño aprovechamiento de pastos mantenía en buenas condiciones los ecosistemas que integraban sistemas silvopastorales, donde su propio uso conservaba las estructuras de paisaje, en las que el fuego rara vez se extendía sin control. Hoy en día, gran parte de esta superficie no aprovechada está siendo invadida por formaciones arbustivas propias de estadios tempranos de sucesiones secundarias. Estas formaciones vegetales son menos apreciadas, lo que contribuye a hacerlas más susceptibles a los incendios forestales; a la vez, esta vegetación está adaptada al fuego, dependiendo de él para su regeneración. Géneros como *Cistus*, *Erica*, *Cytisus* o *Ulex*, propios de toda la geografía ibérica, ocupan vastas y continuas extensiones de superficie, donde el fuego puede propagarse de manera descontrolada. Frecuentemente, las masas forestales arboladas colindantes también se ven afectadas por el fuego, ocasionando impactos ecológicos negativos que tardan décadas en recuperarse. En este contexto socioeconómico y en el marco del cambio climático, es esencial disponer de herramientas que protejan estos ecosistemas forestales del fuego (Espinosa, 2021). Las acciones de gestión sobre el combustible pueden modificar el comportamiento de un posible incendio, reduciendo su gravedad y los impactos asociados y facilitando también las actividades de extinción. La eficiencia en la gestión de este tipo de ecosistemas debe asentarse, además, en una puesta en valor de los recursos que provea, de modo que puedan mante-

nerse de forma sostenible y sostenida en el tiempo, como así propugnan las Orientaciones Estratégicas para la Gestión de Incendios Forestales en España (MITECO, 2022). En este sentido, el valor económico generado por el incremento en la producción de especies de hongos comestibles aportaría un incentivo más en la conservación y adecuado tratamiento de estos paisajes, aumentando su valor socioeconómico y disminuyendo el riesgo de verse afectados por incendios forestales.

El contenido de este trabajo se centra en las formaciones arbustivas mediterráneas más extendidas en la Península Ibérica, que se describen a continuación.



**Figura 7.** Jaguarzo (*Halimium halimifolium*), cistácea que constituye el monte blanco de Doñana. Foto: Juan Andrés Oria de Rueda.

## Brezales

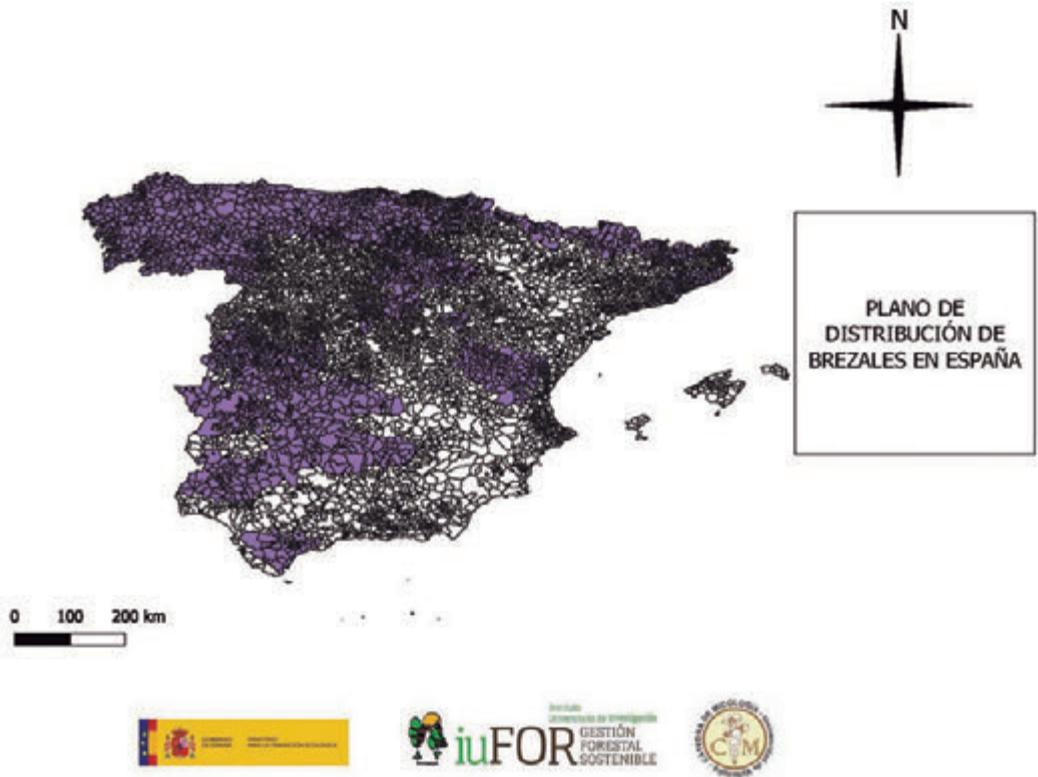
Agrupaciones de plantas leñosas de pequeña talla, matas o arbustivas pertenecientes a la familia *Ericaceae* (ericáceas). Destacan los géneros *Erica* y *Calluna*, matorrales silicícolas representativos de la Europa atlántica (Gimingham, 1996) y de los paisajes forestales de matorral más destacados de España (Ruiz de la Torre, 1990). Resultan abundantes sobre todo en las comarcas silíceas y lluviosas septentrionales y occidentales y se asientan principalmente en las regiones montañosas. Las ericáceas son típicas de medios abiertos sin dosel arbóreo o de bosques aclarados y dehesas eurosiberianas. Se encuentran presentes en distintos niveles y pisos de vegetación, desde el mismo piso costero hasta el supratemplado y supramediterráneo, con marcado carácter oceánico (San Miguel *et al.*, 2008). Especies en su mayoría pirófitas, presentan habitualmente un leño robusto y pesado, muy apto para la combustión, que se ha utilizado generalmente como suministro de leña y carbón vegetal.

Su quema prescrita forma mosaicos de brotes tiernos aprovechados por la ganadería, lo que ha permitido mantener diversas razas autóctonas muy adaptadas, además de una oferta florística interesante a nivel apícola.

Su origen está ligado al aclareo de los bosques y su mantenimiento por artigueo y fuego periódico e itinerante, aunque buenas extensiones de estos matorrales heliófilos se han mantenido por el encharcamiento, el fuerte viento o la elevada altitud. El ganado extensivo, de razas duras y adaptadas, de ovejas, cabras, vacas y caballos, también contribuye a su estabilidad y permanencia en el tiempo. Tiene una gran capacidad colonizadora por su gran producción de semillas, asociadas a micorrizas, así como de rebrote debido a la energía almacenada en el lignotuber de la base del tallo, el cual se ha utilizado también en gran medida como combustible en actividades de metalurgia tras convertirlo en carbón vegetal. Otro uso destacado de los brezos antiguamente ha sido el de la generación de abono por esquilmos a través del desbroce manual. Los brezales acumulan una peculiar materia orgánica (la apreciada *tierra de brezo* de horticultura) que dificulta la germinación y desarrollo de ciertas semillas, sobre todo de los robles, contribuyendo también a su estabilización (Castroviejo, 1977). Tanto las landas de brezales secos como encharcadizos (húmedos-turbosos) poseen elevado valor hidrológico, al regular los caudales, ya que cubren superficies captadoras de recursos hídricos de interés económico, liberándolos lentamente en ríos y arroyos para abastecer el agua de suministro.

Los brezales, tanto secos, como encharcadizos, se incluyen como hábitats de interés comunitario europeo (Bartolomé *et al.*, 2005; Ojeda, 2009), por lo que en los últimos años ha aumentado el interés por conservar y manejar correctamente estos ecosistemas, debido a su peculiar fauna asociada, tanto invertebrada como vertebrada, interés apícola y valor hidrológico. Sus características exigen un manejo cuidadoso y rotacional para su conservación.

Las superficies de brezales han disminuido enormemente en toda Europa (Kaland, 2014) y no es una excepción el caso de España. Hacia 1900 muchas montañas del noroeste peninsular tenían un 80-90 % de superficie de brezales, como en las montañas gallegas (buena parte de sus superficies fueron objeto destacado de activa repoblación forestal a lo largo del siglo XX). Al constituirse como evidentes fases regresivas del bosque se priorizó su urgente restauración arbórea, transformándose de esta manera grandes extensiones de brezales, especialmente desde 1940 a 1970 por parte del Patrimonio Forestal del Estado.



Su distribución domina la parte norte peninsular, que abarca desde la totalidad de la comunidad gallega y montes zamoranos y leoneses pasando a lo largo de la cordillera Cantábrica y sus estribaciones y Pirineos, hasta la cordillera Costero-catalana. También está presente tanto en el sistema Ibérico como en el Central, Montes de Toledo, Sierra Morena y suroeste del sistema Bético (herrizas o brezales béticos de Cádiz y Málaga).

Los más dilatados brezales en todo el occidente peninsular son los montanos y densos del brezo rojo, *berozo rubión* o *urz negral* (*Erica australis*). Estos dominan muchas laderas de serranía con abundancia de rocas silíceas (esquistos, areniscas y cuarcitas) en la España occidental de 0 a 2000 m de altitud, desde los montes cantábricos y riojanos, procedentes de robledales, pinares y hayedos hasta las conocidas herrizas de las sierras béticas gaditanas y malagueñas (Ruiz de la Torre, 2006) con entorno de alcornoques. Aunque suele formar rodales extensos y puros, contacta o se mezcla con otras especies silicícolas leñosas.

Figura 8. Distribución de brezales en España. Elaboración propia.

**Figura 9.** Utilización de brezo de escobas, *urz cubrideira* o *bruc femella* (*Erica scoparia*) mediante tejido del ramaje con alambre. Se desbroza para reducir la propagación de incendios forestales al ser muy pirófito. Se emplea para cubiertas y setos de material natural. Tabuyo del Monte (León). Foto: Juan Andrés Oria de Rueda.



Los matorrales de biércol, brecina, carpaza, quiruga o bruguerola (*Calluna vulgaris*) constituyen uno de los principales integrantes de landas o brezales de talla baja, es decir menor de 50 cm, en suelos pedregosos y muy ácidos, con un sorprendente rango de altitudes, pues aparecen desde el nivel del mar en Cádiz, Huelva o Asturias hasta más de 2000 en el sistema Ibérico y altiplanicies asturleonesas y 3000 m de altitud en los Pirineos. Especie pionera, ocupa terrenos abiertos y removidos y bosques claros de pinos, hayas y robles, así como laderas en terrenos muy pobres en bases y se extiende tanto en terrenos bien drenados (en los llamados brezales secos), como en praderas turbosas y pantanos, gracias a numerosas variedades adaptadas, entre las que destaca el lanoso y blanquecino biércol merino de los trampales.

Los brezales encharcadizos ocupan los trampales, terrenos higróturbosos con presencia de musgos de numerosas especies del género *Sphagnum*, así como *Polytrichum*, *Fissidens*, *Dicranum* o *Leucobryum*, y con frecuencia se extienden en planicies de escasa pendiente y páramos de piedemonte serrano, siendo más frecuentes en el tercio septentrional por las montañas galaico-leonesas, cantábricas e ibéricas (Urbión). La especie de brezo más frecuente y característica es *Erica tetralix*, acompañada de la estirpe turfófila de *Calluna vulgaris* (el biércol merino) y más raramente de la gatina (*Genista anglica*).

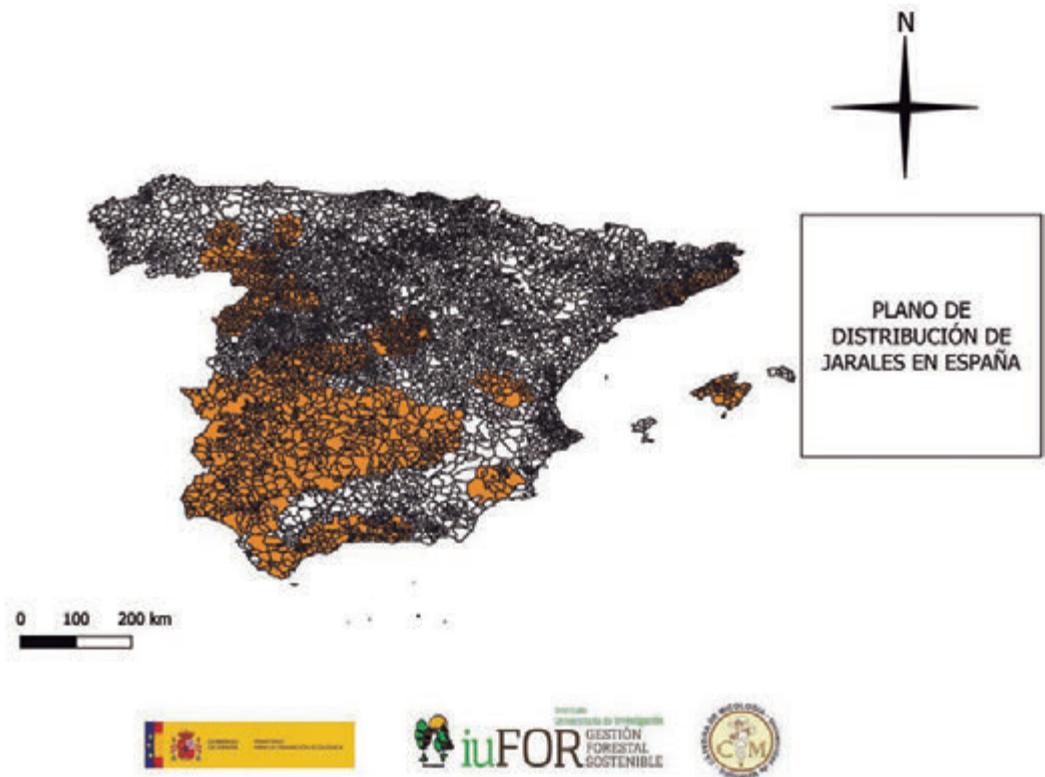


**Figura 10.** Brezal encharcadizo de *Erica tetralix*, común en el entorno de turberas en la mitad occidental. Tábara (Zamora). Foto: Juan Andrés Oria de Rueda.

## Jarales

Matorrales con predominio de cistáceas del género *Cistus*, así como de otras de la familia, sobre todo *Halimium*, caracterizadas por su nivel evolutivo pionero, amantes de la luz, asociados frecuentemente a suelos ácidos y bajo climas marcadamente mediterráneos con sequía estival. Se encuentran desde el piso termo- hasta el supra-mediterráneo sustituyendo a bosques esclerófilos generalmente del género *Quercus* (San Miguel *et al.*, 2008). Se caracterizan por ser pirófitos, siendo estimulados por el paso de fuego, ya que su semilla necesita un *shock* térmico para germinar, pudiendo colonizar vastos terrenos degradados tras un incendio. Presentan una gran cantidad de compuestos aromáticos, lo cual los hace generar un riesgo alto de incendio por su fácil combustión y la gran acumulación de masas de jaral viejo que existen en la Península Ibérica (Hernández-Rodríguez *et al.*, 2017). De entre sus usos tradicionales más comunes están la ganadería caprina extensiva, la apicultura y, de unas décadas a la actualidad, la caza. También son objeto de uso para la industria cosmética y la agroquímica, para generación de controladores de plagas (San Miguel *et al.*, 2008). Dentro de los géneros conocidos como jaras, estepas o chaguazos encontramos *Cistus*, *Halimium*, *Fumana*, *Helianthemum* y *Xolantha*, y muchos de ellos son capaces de establecerse como hospedadores de hongos micorrícicos de alto valor económico como el *Boletus edulis* en suelos silíceos o *Tuber melanosporum* y *Tuber*

*aestivum* en los calizos. Tan solo *Cistus ladanifer*, quizás la jara más extendida en España, cubre un área de 1.500.000 ha, tanto en extensión monoespecífica como mixta con bosques mediterráneos (Oria de Rueda *et al.*, 2008). Aunque tradicionalmente estos ecosistemas apenas proporcionaban beneficios económicos su capacidad hospedadora de hongos micorrícicos puede constituirlos como una importante fuente de beneficios económicos para la población rural. Para ello, es necesario establecer pautas de manejo que permitan la conservación de este tipo de ecosistemas, disminuyendo el riesgo de incendios y maximizando el beneficio obtenido por el aprovechamiento de setas.



**Figura 11.** Distribución de jarales en España. Elaboración propia.

Su distribución se desenvuelve a lo largo del suroeste de la cordillera Cantábrica y Montes de León, así como en el suroeste del sistema Central. Su área más extensa se encuentra en la submeseta sur, desde el sistema Central hasta Sierra Morena. Presenta poblaciones saltadas al sur del sistema Ibérico, en la serranía de Cuenca, en el noroeste de la cordillera Subbética, a lo largo de la Penibética, Mallorca y la cordillera Costero catalana.



**Figura 12.** Jara pingosa de las cinco llagas (*Cistus ladanifer*) de floración profusa y elevada producción de *Boletus edulis*, *Boletus aereus* y otras especies de hongos, como *Amanita caesarea* cuando es joven, disminuyendo su productividad al envejecer. Foto: Juan Andrés Oria de Rueda.

**Figura 13.** *Boletus edulis* asociado a jara (*Cistus ladanifer*). La Carballeda (Zamora). Foto: Juan Andrés Oria de Rueda.



**Figura 14.** Hongo negro o tentullo (*Boletus aereus*), aparece asociado a las especies de *Cistus* y *Halimium* en gran parte de la región mediterránea (Extremadura, Andalucía, Castilla, Cataluña, Valencia, etc.). Foto: Juan Andrés Oria de Rueda.



**Figura 15.** *Genista florida*, característica de los extensos escobonales silicícolas de las montañas del centro y norte peninsular. Foto: Juan Andrés Oria de Rueda.



## Leguminosas

### Escobonales y piornales

Incluyen matas leñosas, subarbustos y arbustos, más raramente arbolillos entre los se incluyen las especies de la Tribu *Genisteae* carentes de espinas o inermes, que corresponden a numerosos géneros (*Genista*, *Cytisus*, *Retama*, *Spartium*, *Coronilla*, *Adenocarpus*, *Dorycnium*, *Anthyllis*, *Ononis*, *Teline*, etc), que por utilizarse desde antiguo para barrer son muy conocidos popularmente por estos apelativos de escobones, escobas, piornos, xestas, ginestras, calamones, gayombas, retamas, etc. Ambas presentan preferencia por zonas acidófilas. Estas matas leñosas inermes constituyen la llamada orla retamoidea forestal, que supone un matorral edificador que rodea y protege a modo de cinturón a diversos bosques de frondosas y coníferas (hayedos, robledales, encinares, alcornoques, pinares, etc.) y permite muchas veces la instalación de plántulas de árboles y arbustos de estadios avanzados en la sucesión, como *Quercus*, *Fagus*, *Tilia*, *Fraxinus*, *Sorbus*, *Prunus*, *Malus*, *Pyrus*, *Rosa*, *Crataegus*, etc., facilitando la recuperación del bosque (Castroviejo, 1977). Muchas de estas especies son realmente útiles por la gran cantidad de nitrógeno que fijan y su papel protector, hasta el punto de que se recomienda su reintroducción en repoblaciones forestales monoespecíficas (Ruiz de la Torre *et al.*, 1996). En el caso de los escobonales, gran parte son de origen antrópico, siendo monoespecíficos de tipo mesófilo o submesófilo/subxerófilo, asociados también con brezales, encontrándose en zonas de poca pendiente y poco pedregosas y son importantes debido al uso de su biomasa (San Miguel *et al.*, 2008). Este escobonal adhesado permite recubrirse de gramíneas de gran valor ecológico, ganadero y faunístico, como *Poa pratensis*, *Festuca rubra*, *Festuca ampla*, *Festuca paniculata*, etc. (Oria de Rueda, 2008), junto a otras como *Sanguisorba officinalis*, *Trifolium pratense*, etc. En el ámbito seco mediterráneo y donde la mixomatosis no lo erradica o diezma, el conejo mantiene y propaga los escobonales y retamares mediterráneos (Dellafore *et al.*, 2006), dispersando multitud de semillas y manteniéndolo adhesado y con abundantes especies (Delibes-Mateos *et al.*, 2007, Delibes-Mateos *et al.*, 2008), como también, en su falta, contribuyen los rebaños de ovejas y vacas de razas autóctonas trashumantes. Los piornales, dominantes en suelos silíceos desde 1.600 m de altitud, también tiene origen en la actividad humana, principalmente derivado de incendios para la regeneración de pastos, suelen presentarse en zonas más rocosas y con pendiente (Bergua *et al.*, 2017), especialmente



Figura 16. Distribución de leguminosas en España. Elaboración propia

el piorno serrano (*Cytisus oromediterraneus*) al cual lo encontramos de forma permanente en la alta montaña submediterránea, sin apenas valor pastoral sino más bien de refugio y alimento para la fauna silvestre (San Miguel *et al.*, 2008). Se caracterizan por un dinamismo de recuperación similar al bosque maduro, de lo que se deriva que su presencia denota propiedades edáficas como para la recuperación del arbolado (Rodríguez-Gutián *et al.*, 2020).

Su distribución en la parte norte peninsular abarca desde el oeste absoluto de la comunidad gallega pasando por la cordillera Cantábrica y Pirineos hasta la cordillera Costero catalana. También está presente tanto en el sistema Ibérico como en el Central, Montes de Toledo, Sierra Morena, sistema Bético, en la costa este peninsular y en las Islas Baleares.

Todos estos escobonales, en los últimos 50 años, han aumentado su representación enormemente y aparecen con frecuencia senescentes, muchos de ellos secos, lo que puede suponer peligrosos incendios forestales de gran magnitud si llegan a ser afectados. Para evitar esta catástrofe se ha recomendado su ancestral aprovechamiento ganadero

y energético (Montserrat, 2009) y su control activo para conseguir el equilibrio de aprovechamientos agrosilvopastorales con la conservación de la biodiversidad (González Bernáldez, 1988). La utilización racional del escobonal-piornal como biomasa renovable resulta de gran interés socioeconómico y ecológico, así como para prevención práctica de incendios (Martínez Ruiz *et al.*, 1994). Tradicionalmente se controlaba el matorral de escobas y piornos pues se rozaban grandes cantidades de escobas y piornos, muchas veces aclarando el escobal para promover el desarrollo de la hierba, mientras que las escobas rozadas se utilizaban como apreciada cama para el ganado, especialmente de *Cytisus multiflorus* y, en menor medida por las demás especies de leguminosas inermes. También se aprovechaban grandes cantidades como combustible fino para prender el fuego en las chimeneas y cocinas. Además, se apreciaba su ramaje para las techumbres vegetales por debajo de tejas, losas de pizarra o de cuélmo (tejado de paja). Se mantenía un paisaje tradicional de escobas esparcidas en el pastizal, así como sebes o setos de escobas para refugio del ganado, protección del pasto y de la caza menor. En numerosas localidades del occidente peninsular se rozaban en primavera (en la región asturleonera en luna creciente de primavera), para que posteriormente rebroten y produzcan mucha flor y fruto para proveer de abundantes legumbres tiernas, la parte consumida y buscada por parte de ovejas y cabras de estas plantas. El sistema de rozas o *bouzas* (artigueo en el noroeste) en Galicia consistía en el cultivo itinerante durante 2-3

**Figura 17.** Matorral alto de tojo, argoma o escajo (*Ulex europaeus*). Sierra de la Culebra (Zamora). Foto: Pablo Martín-Pinto.



años de una superficie en la que se roturaba, quemaban los restos de tepes y matas, se añadía estiércol compuesto de cama del ganado a base de *estrume* (escobas picadas para las cuadras) y se cultivaba con habas, guisantes, centeno. Posteriormente se dejaba de 10 a 30 años de descanso.

### Tojares

Los matorrales de leguminosas leñosas provistas de espinas resultan muy frecuentes en la región eurosiberiana y plantean numerosos problemas en relación con los incendios forestales al ser especies pirófitas y muy inflamables en estadios senescentes. El tojo, escajo, árgoma, toixo u otea (*Ulex europaeus*) es el que ocupa mayor superficie en la Europa occidental atlántica y abunda notablemente en todo el norte de España, desde el nivel del mar hasta los 1000 m. Se caracterizan por ser en general arbustos o sufrútices, rara vez árboles, marcadamente espinosos. Principalmente leguminosas, entre ellos podemos encontrar los siguientes géneros asociados a los términos de tojo y aulaga, como *Hammada*, *Stauracanthus*, *Ulex*, *Genista*, *Echinopartum*, *Erinacea* y *Calicotome*. Poseen sistemas radicales notablemente profundos que fijan grandes cantidades de nitrógeno atmosférico gracias a sus simbiosis con bacterias del grupo *Rhizobium*, alcanzando los 200 kg de nitrógeno por hectárea y año (Magesan *et al.*, 2012). Aunque pueden vivir más de 30 años, a menudo ya a los 20 se encuentran en estado seco de senescencia. Las semillas pueden permanecer viables en el suelo 40 años. Cuando las legumbres maduran se abren automáticamente y lanzan las semillas a más de 3 m de distancia. Durante los 30 años de vida de la planta puede lanzar más de 40.000 semillas viables metro cuadrado, por lo que el banco de simientes es impresionantemente elevado. Presentan asociaciones con helechales, brezales y piornales y se pueden encontrar en formaciones más cerradas como clareadas, en bosques frondosos o roquedos e incluso en prados. En asociación con el brezo, se encuentra en zonas ácidas con baja concentración de nutrientes (Bergua *et al.*, 2017; Esteban Pascual *et al.*, 2017). Invade rápidamente zonas de prados con descenso de presión ganadera o tras incendios. Por eso se les conoce también como tipo serial, derivados de la acción humana (San Miguel *et al.*, 2008). El arbusto sirve de refugio y protección a la fauna, cuando aparece formando setos o cuando ocupan un 10 % de la superficie entre pastizales o brezales, como por ejemplo liebres, perdices pardillas y rojas, escribanos, tarabillas, currucas, etc.; pero no cuando ocupa grandes extensiones de matorral viejo, pues entonces resulta impenetrable y de muy escaso atractivo,

al quedar en buena parte seco. Los apicultores aprecian mucho estas leguminosas cuando son jóvenes y vigorosas, por su muy temprana y elevada producción de polen en invierno (florece de enero a junio), de gran cantidad y calidad de proteína. Este polen, de color amarillo vivo o naranja sirve para iniciar la cría de las abejas en invierno con gran vigor.

Las cabras y caballos comen la planta tierna, las ovejas las flores. Los caballos y vacas la comen bien como forraje si se les da triturado en invierno. En los países europeos y en muchas zonas de España se empleaba mucho para alimento invernal de los caballos y vacas, picado verde y machacado con martillos sobre piedras o en un molino, por su gran cantidad de proteína, hasta el punto de que se sembraba por los ganaderos donde no crecía espontáneamente, como en localidades de los valles de Benavente o en la montaña riojana y palentina. Se trata de una planta con futuro para aprovechamiento de biomasa debido a su rápido crecimiento en suelos muy pobres que produce al quemarse una llama larga, de elevada potencia calorífica.

Se encuentran distribuidos de forma muy restringida en el centro y oeste del norte peninsular, a lo largo de toda la cordillera Cantábrica y Galicia.

**Figura 18.** El ganado equino evita la matorralización de las praderas y disminuye el peligro de incendios, favoreciendo a numerosas especies de plantas, hongos y animales. Salcedillo (Palencia). Foto: Pablo Martín-Pinto.



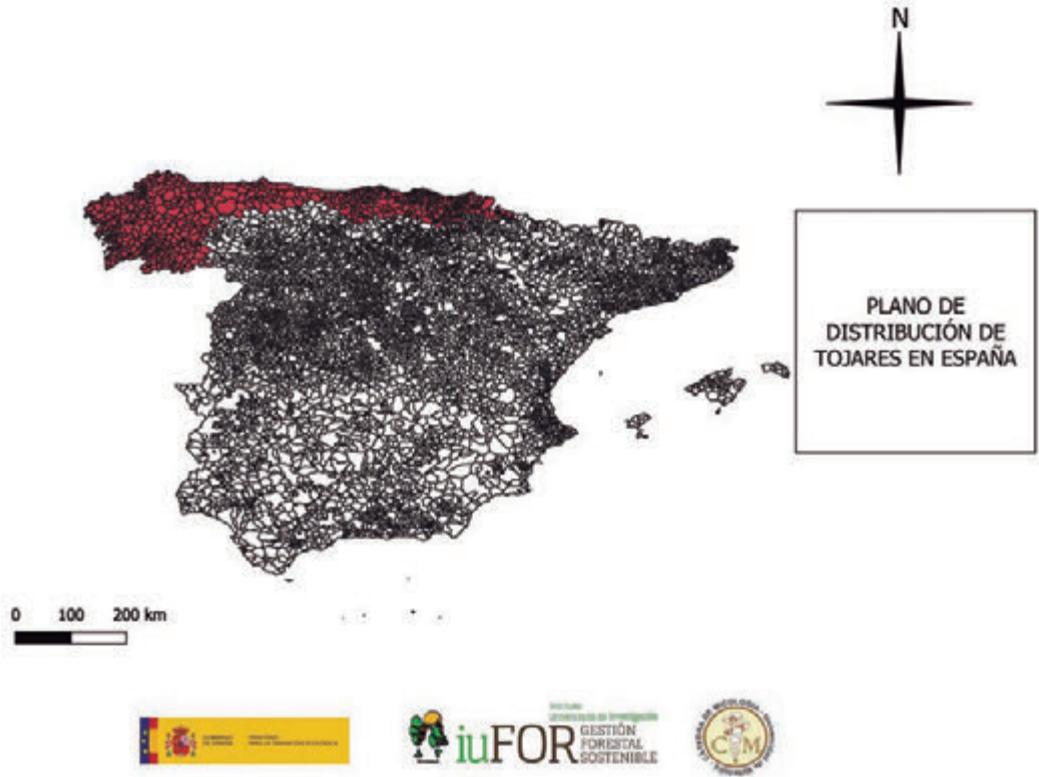


Figura 19. Distribución de tojares en España. Elaboración propia.

Figura 20. Erizón (*Echinopartum horridum* o *Genista horrida*), uno de los matorrales más abundantes y de mayor amplitud ecológica del Pirineo central, que ha tenido un notable incremento en los últimos decenios a causa del abandono rural. Foto: Juan Andrés Oria de Rueda.



## Aulagares y erizones

También arbustivos y espinosos, con gran variabilidad climática, pasando por pisos termo- a supramediterráneos y de árido a subhúmedo. Aparecen en zonas básicas, y tiene un mayor valor pastoral que combustible que los equivalentes eurosiberianos más acidófilos. Son típicamente mediterráneos, calcícolas, encontrándolos resguardados del frío y evitando zonas de inversión térmica (Reiné Viñales *et al.*, 2005). En los calizos podemos citar en toda la mitad oriental peninsular la aulaga, olaga, argilaga (*Genista scorpius*), así como el muy extendido *Ulex parviflorus* (aulaga o argelaga comuna) en el ámbito de las provincias mediterráneas litorales, desde Cataluña hasta Cádiz (penetra hasta Jaén). Entre los erizones o tuyancos, que forman densos matorrales almohadillados, destaca el erizón (*Echinopartum horridum*), en el ámbito pirenaico y prepirenaico que asciende hasta los 2200 m de altitud, así como el tuyanco azul, tollaga o asiento de pastor (*Erinacea anthyllis*) y el cambrón (*Genista pumila*) en los páramos muy continentales del interior, *Genista longipes* en montañas surorientales, etc. Varios de estos matorrales se incluyen en los catálogos de hábitats de interés comunitario como *brezales oromediterráneos con aliaga*.

En los terrenos silíceos, en la mitad occidental, destacan los matorrales de *Genista hyxtrix* en dehesas de encinas y robles en ámbitos continentales mientras que *Genista hirsuta* se extiende mucho en el ámbito de las dehesas de encinas y alcornocales más térmicas del ámbito luso-extremadurense. Dentro del matorral almohadillado en las áreas montañosas de altitud (Gredos, sierra de Béjar, montañas leonesas, etc.), proliferan los conocidos cambrones *Echinopartum lusitanicum*, *E. barnadesii* y *E. dorsisericeum*.

A nivel apícola también presenta cierto interés, pero es con la caza menor y su gestión en mosaico con la que, permitiendo dar cobijo y alimento a la fauna silvestre, mayor valorización alcanza. En el caso concreto de los erizales (*Echinopartum* y *Erinacea*) dan lugar a la producción de frutos y flores palatables aprovechados por la fauna salvaje (San Miguel *et al.*, 2008). Adopta una forma almohadillada que da resistencia ante los vientos y la nieve al encontrarse más situados en crestas montañosas, y debido al terreno seco y cárstico se favorece la aparición de estructuras más o menos densas (Reiné Viñales *et al.*, 2005).

Ampliamente distribuidos por la península, especialmente por la cuenca mediterránea. Desde el centro-sur de la cordillera Cantábrica apareciendo divididos por un lado, a través de los Pirineos continuando por la cordillera Costero catalana, y por otro, a través del este de la submeseta norte y a lo largo del sistema Ibérico. Se vuelven a encontrar en ambas divisiones para descender por el sistema Bético hasta la provincia

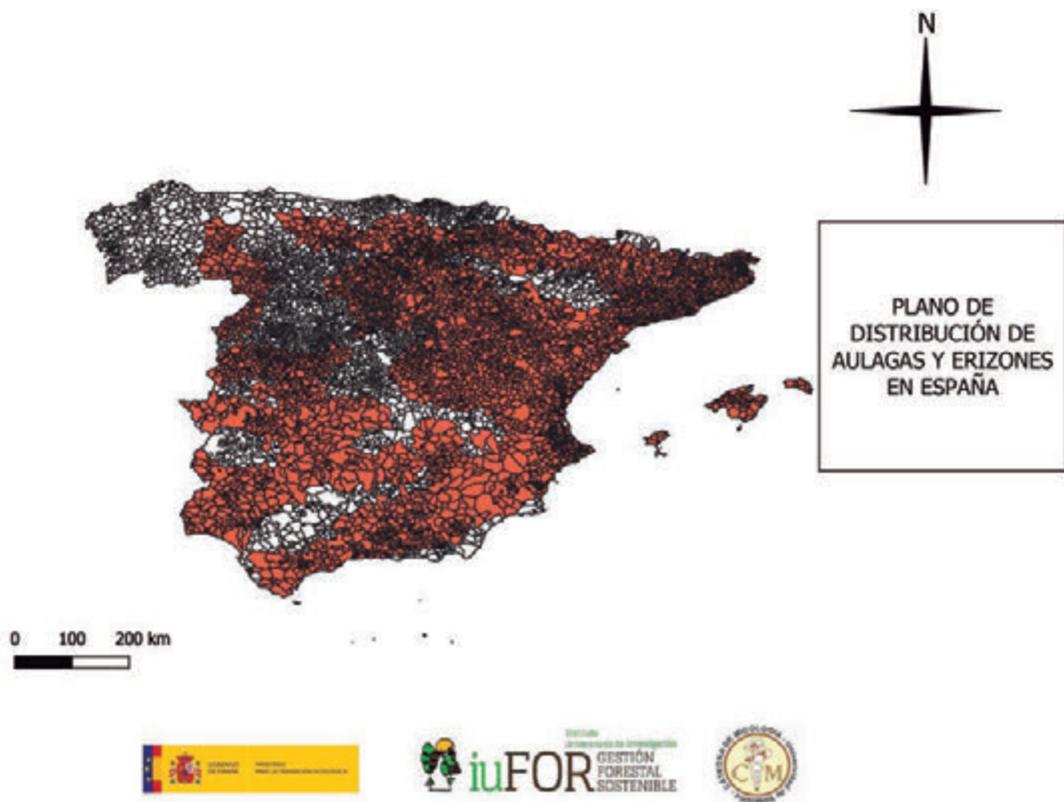


Figura 21. Distribución de aulagas y erizales en España. Elaboración propia.

Figura 22. Antigua bouza, campo de artigueo o cultivo itinerante con un elevado mojón o marco límite, hoy cubierta de brezal o uzeo de *Erica australis* y *Erica umbellata* con algo de carqueixa (*Genistella tridentata*). Cada año el concello local sorteaba entre los vecinos áreas de matorral seco y senescente para su cultivo agrícola, principalmente de centeno, avena negra y trigo callobre. Cabeza de Manzaneda (Orense). Foto: Juan Andrés Oria de Rueda.



de Cádiz. Presenta tres poblaciones separadas en el este de la submeseta norte desde los Montes de León y el macizo Galaico hasta el sistema Central, desde el sur del sistema Central hasta la Sierra Morena cruzando la submeseta sur y por último en las Islas Baleares.

## 2. Frecuencia de incendios forestales en comunidades arbustivas susceptibles de albergar comunidades fúngicas con valor comercial. Distribución

Los incendios forestales y su frecuencia no se reparten de forma homogénea por todo el territorio (MAPA, 2018), afectando de modo desigual sobre el ámbito de distribución de las diferentes comunidades arbustivas. Por ello, a fin de identificar los territorios donde la frecuencia es más elevada y por tanto es prioritario abordar actuaciones de gestión, se realiza un análisis del ámbito territorial ibérico y balear. Favorecer la producción de hongos de micorrización y valor comercial en estos lugares, contribuiría a su puesta en valor y a la reducción paralela, del riesgo de sufrir incendios forestales.

Para abordar este apartado se han utilizado los mapas de la distribución de las distintas comunidades de matorral a nivel nacional junto con los datos de frecuencia de incendio y la superficie arbolada afectada por término municipal entre el periodo 2006-2015. De esta manera se han podido obtener mapas de riesgo de incendio por término municipal asociada a cada comunidad arbustiva, aportando información de las principales zonas objeto de aplicación de esta guía, por presentar una actuación más urgente o necesaria desde el punto de vista del fuego forestal.

**Figura 23.** Rebaño de oveja churra pastando en autagar de *Genista scorpius*. El ganado controla el exceso de biomasa a la vez que mantiene el hábitat para numerosas aves, favoreciendo la producción de diversas especies de setas comestibles. Palencia. Foto: Juan Andrés Oria de Rueda.



## Brezales

La frecuencia de incendios forestales observada sobre masas arbustivas de brezales presenta una graduación que aumenta de sur a norte peninsular. Las zonas con mayor número de siniestros y con mayor superficie forestal afectada se concentran en el noroeste peninsular. Concretamente destaca la parte más occidental de la cordillera Cantábrica, en torno a la sierra del Rañadoiro y el Bierzo-Montes de León. Fuera del área circundante a Galicia, las zonas peninsulares aparentemente más afectadas son el territorio extremeño, al este de la sierra de Guadalupe y el territorio manchego, en los extremos de la serranía de Cuenca.

Las zonas con mayor frecuencia de sufrir incendios son: la cordillera Cantábrica, especialmente en su extremo oriental, el sur de los Montes de León y del macizo Galaico, el occidente gallego y la sierra de Javalambre en el oriente peninsular. También ciertas zonas localizadas del sistema Central en la Sierra de Francia, Gredos y Guadarrama y en la vega del Guadiana. De entre todas estas, la de mayor riesgo de afección sobre el arbolado sería el entorno de Javalambre.

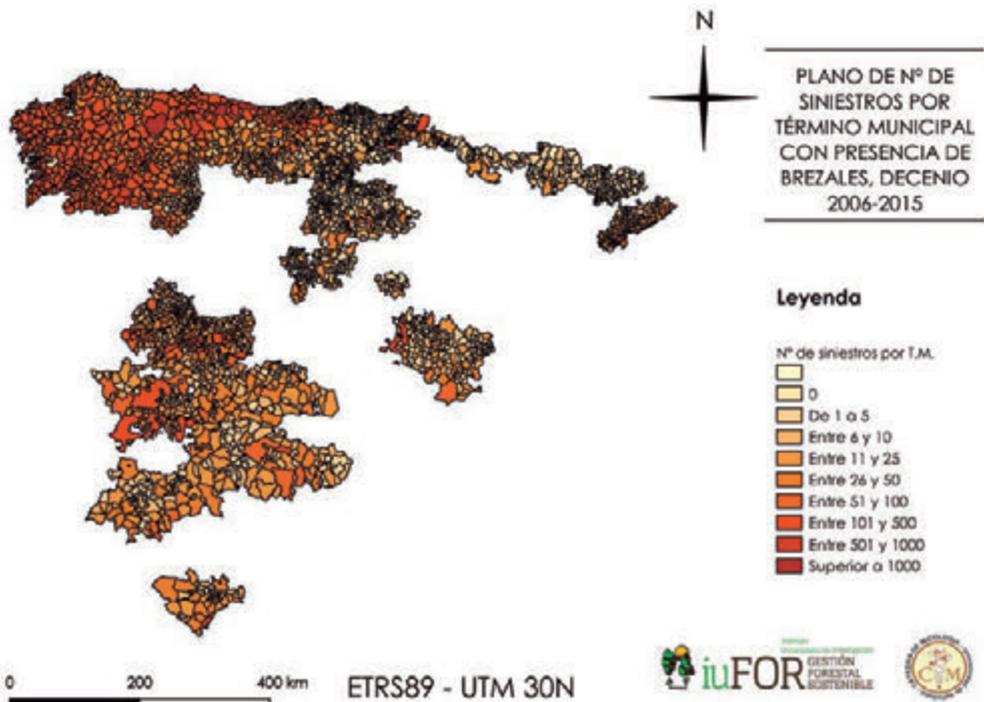
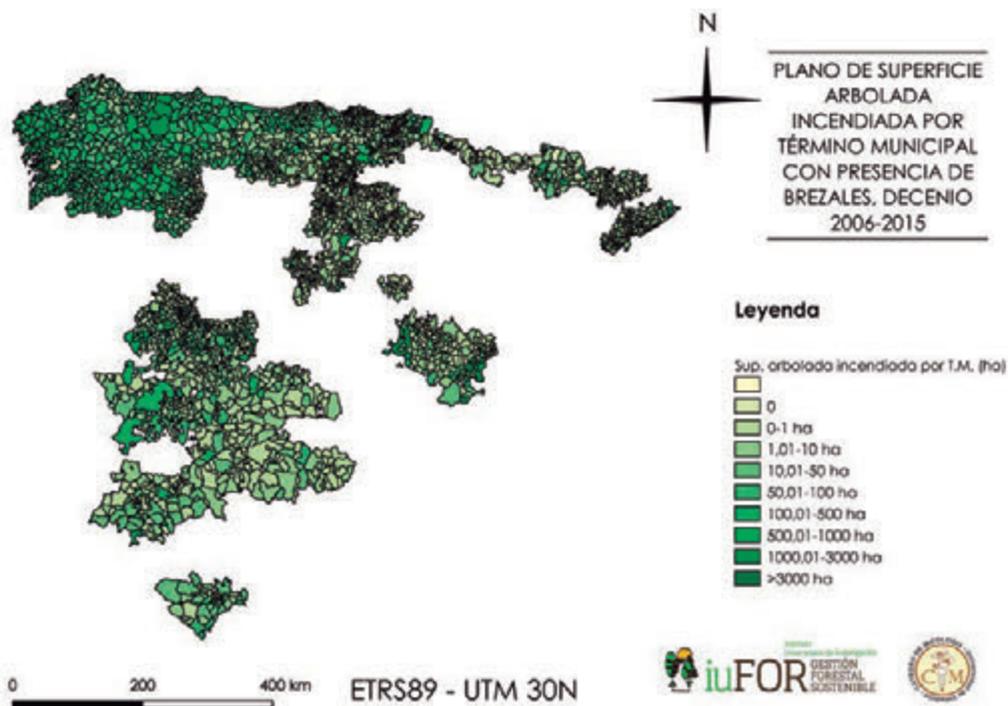
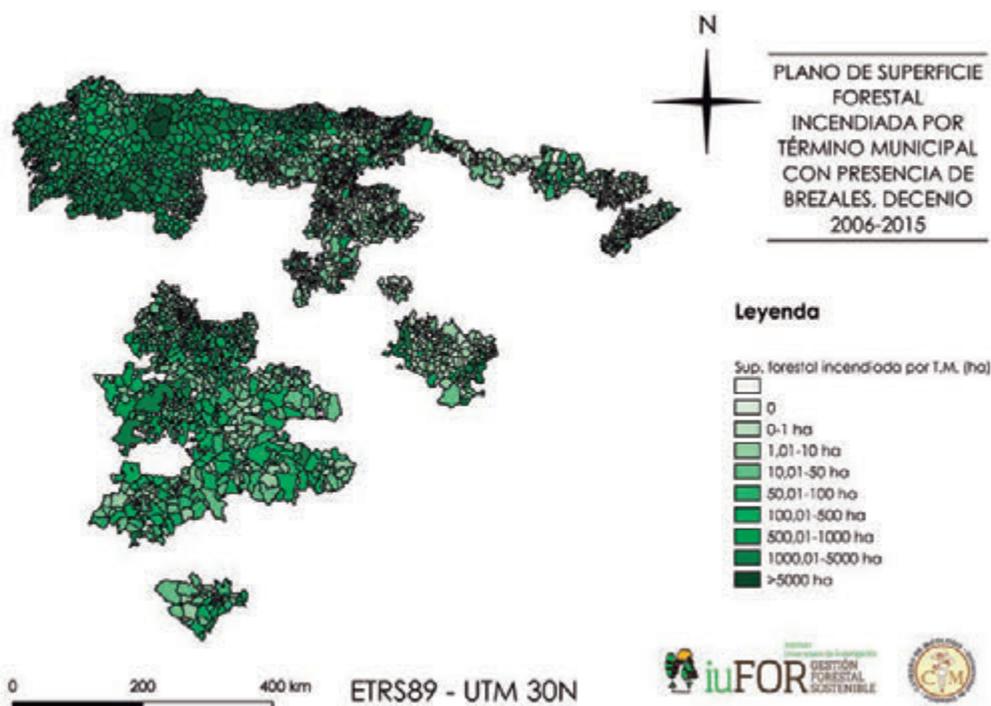


Figura 24. Número de incendios forestales, superficie forestal y superficie arbolada quemada por término municipal de brezales en España. Elaboración propia.



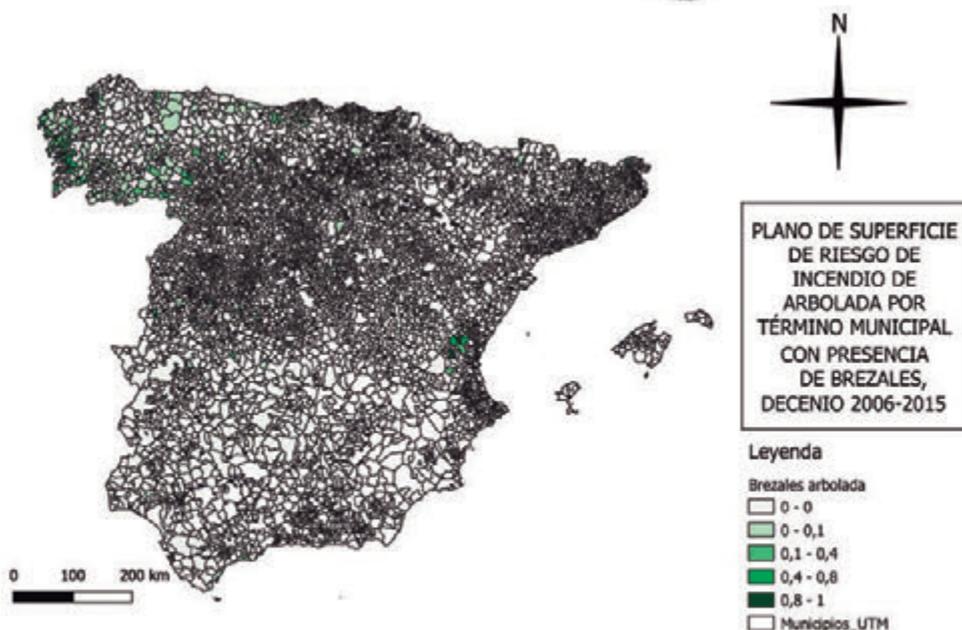
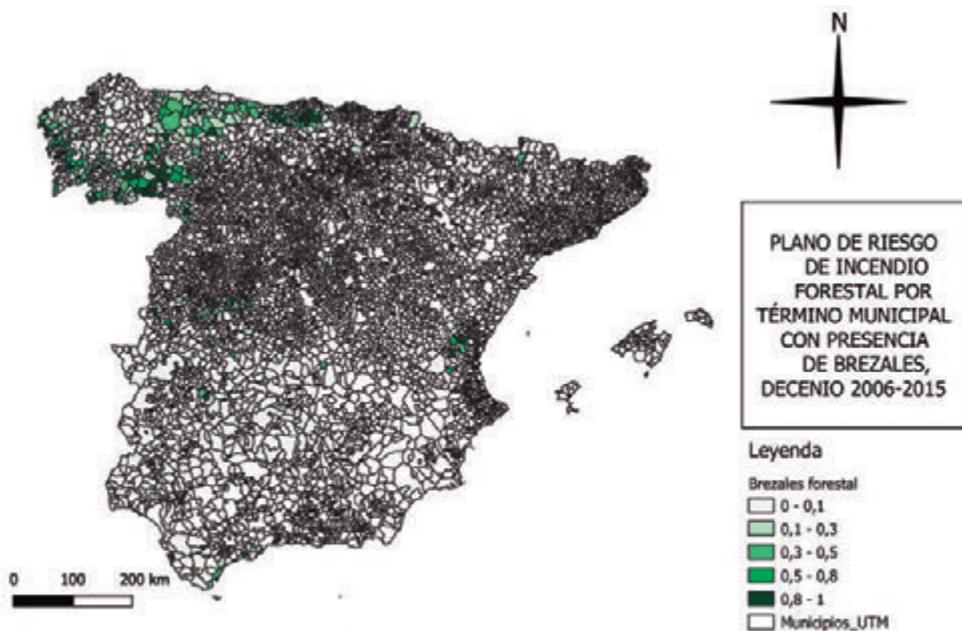
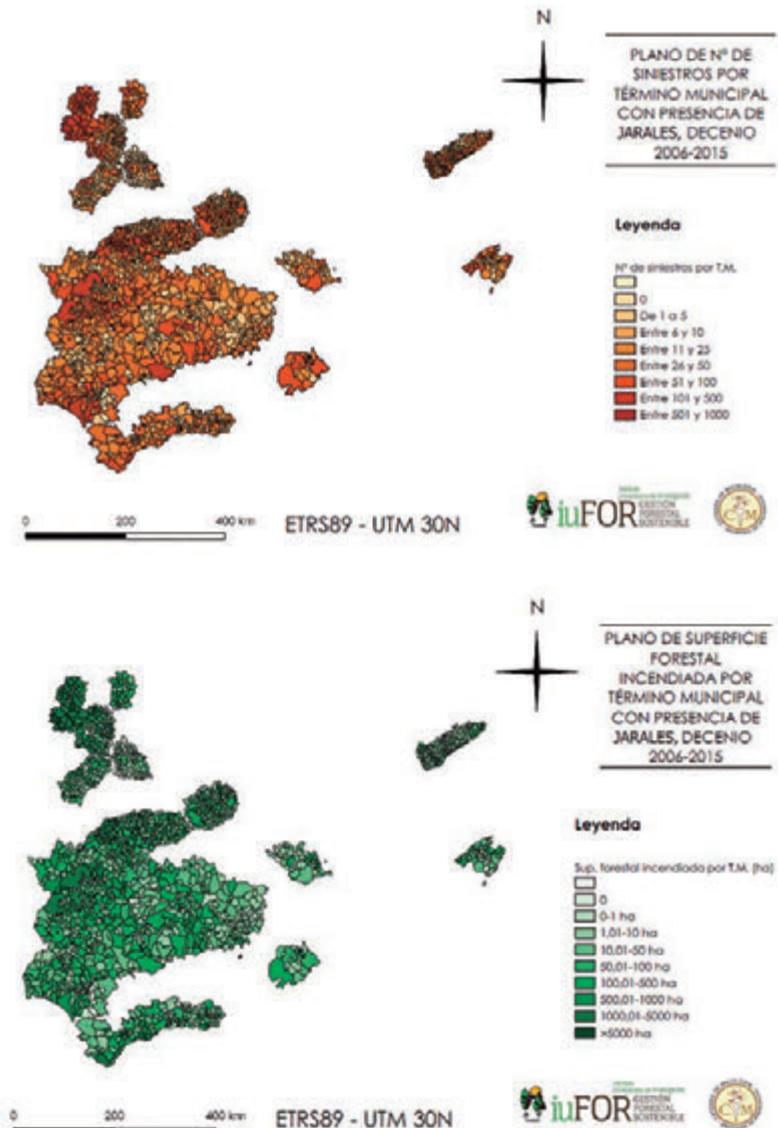


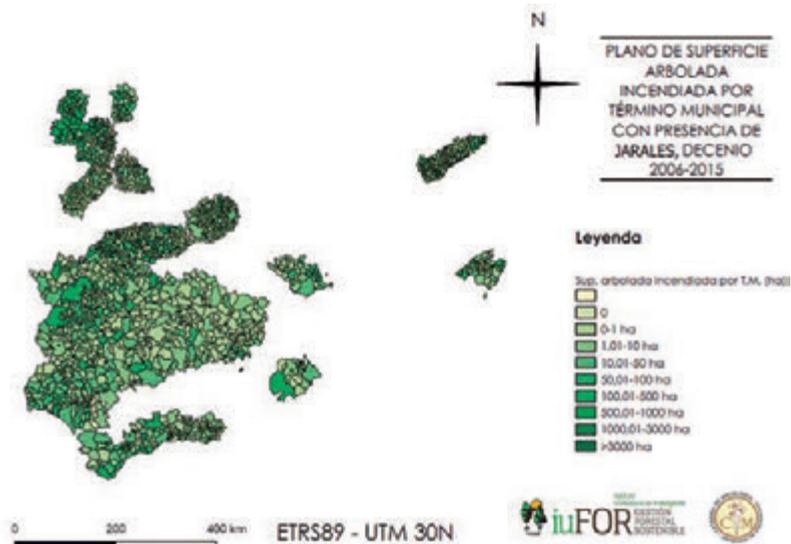
Figura 25. Riesgo de incendio forestal y riesgo de incendio forestal en superficie forestal arbolada por término municipal en brezales en España. Elaboración propia.

## Jarales

En el caso de las jaras se observa un incremento de siniestros y de superficies (forestal y arbolada) afectadas a lo largo del eje Este-Oeste. Se trata principalmente del occidente peninsular, destacando la zona sur y central de los Montes de León y el Bierzo, el este de la sierra de Guadalupe y la cuenca del río Guadiana. En el entorno de las marismas del río Guadalquivir se observa un elevado número de siniestros sin que se acompañe de una mayor superficie forestal arbolada quemada.

**Figura 26.** Número de incendios forestales, superficie forestal y superficie arbolada quemada por término municipal de jarales en España. Elaboración propia.





En el caso de los jarales, se observa un mayor riesgo de incendio en zonas forestales del Bierzo ampliamente, en la serranía de Ronda bastante localizado, al noroeste de la Sierra Morena y en el sistema Central muy localizados y alrededor de la sierra del Javalambre. De ellos, las formaciones arboladas con más riesgo de verse afectadas, por encontrarse asociadas a jarales, estarían en el Bierzo y Montes de León, la sierra de la Cabrera y en la sierra de Javalambre, donde existiría una mayor amenaza.

## Leguminosas

### *Escobonales y piornales*

Las leguminosas (escobedos, piornales, tojales o aulagares) tienen una distribución de frecuencia similar a los brezales, con un aumento en el número de siniestros y áreas forestales en el eje Sur-Norte.

La zona con mayor frecuencia de incendios se encuentra en el noroeste peninsular, en toda la comunidad de Galicia, este de la cordillera Cantábrica, Bierzo y Montes de León. El sistema Central sufre un menor número de incendios, aunque alberga mayor superficie afectada por el fuego. El sureste peninsular sigue la dinámica del sistema Central, con zonas de mayor área forestal quemada, particularmente en las sierras de Cazorla y de Segura.

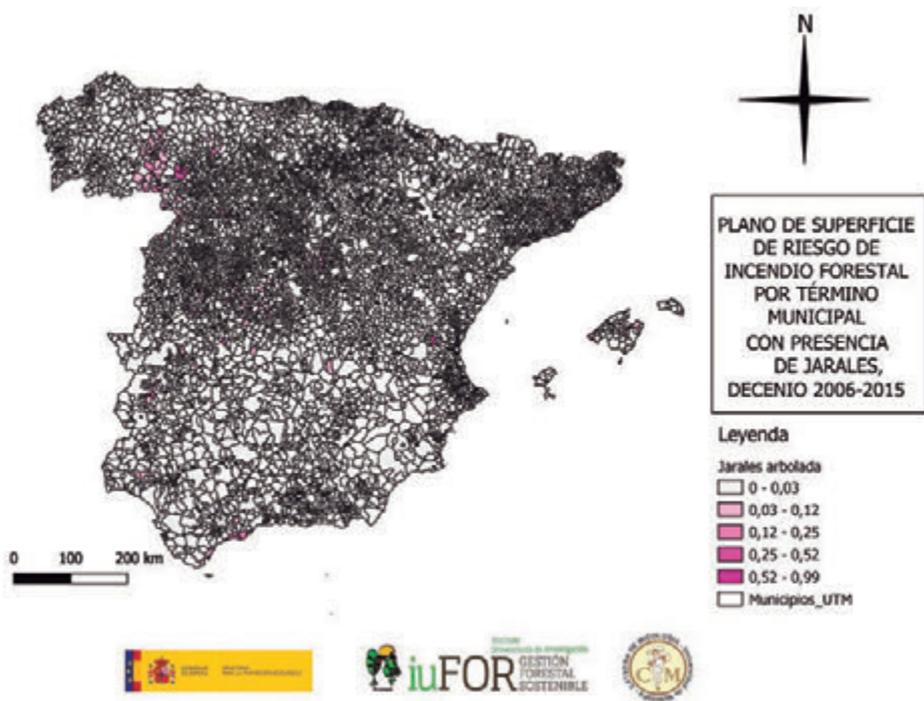
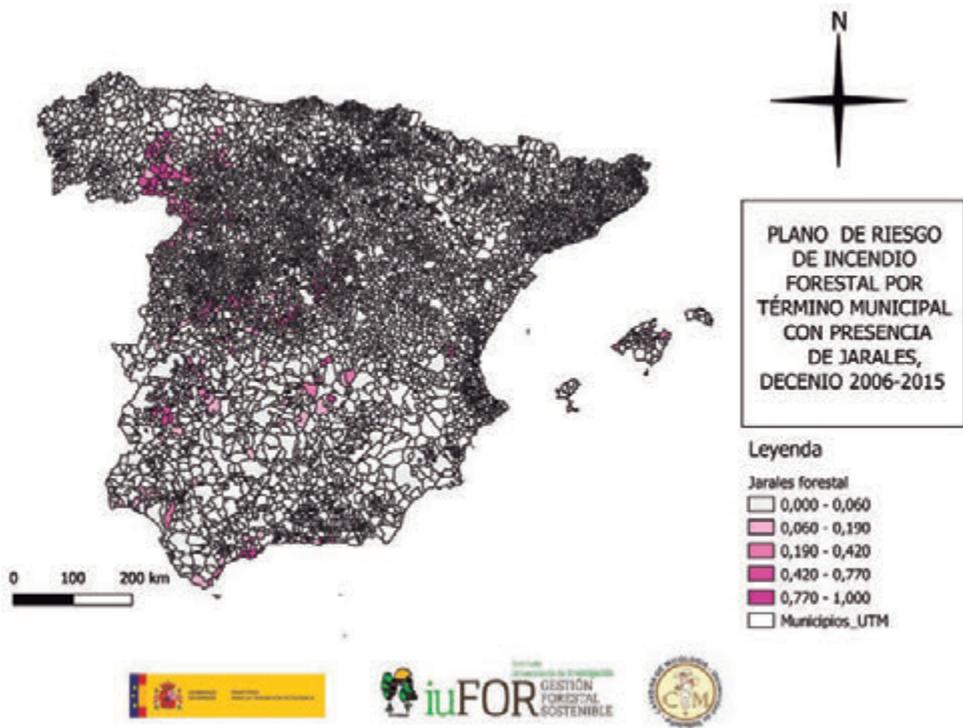
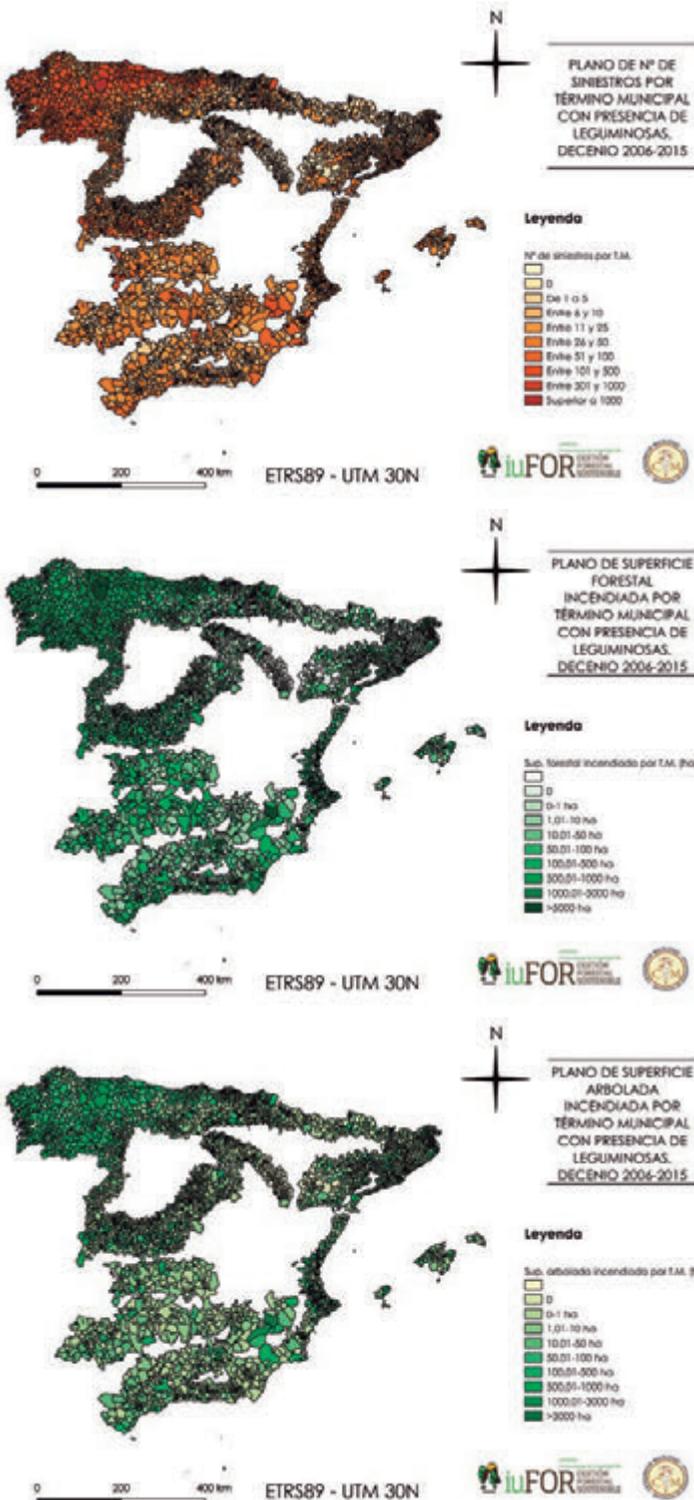


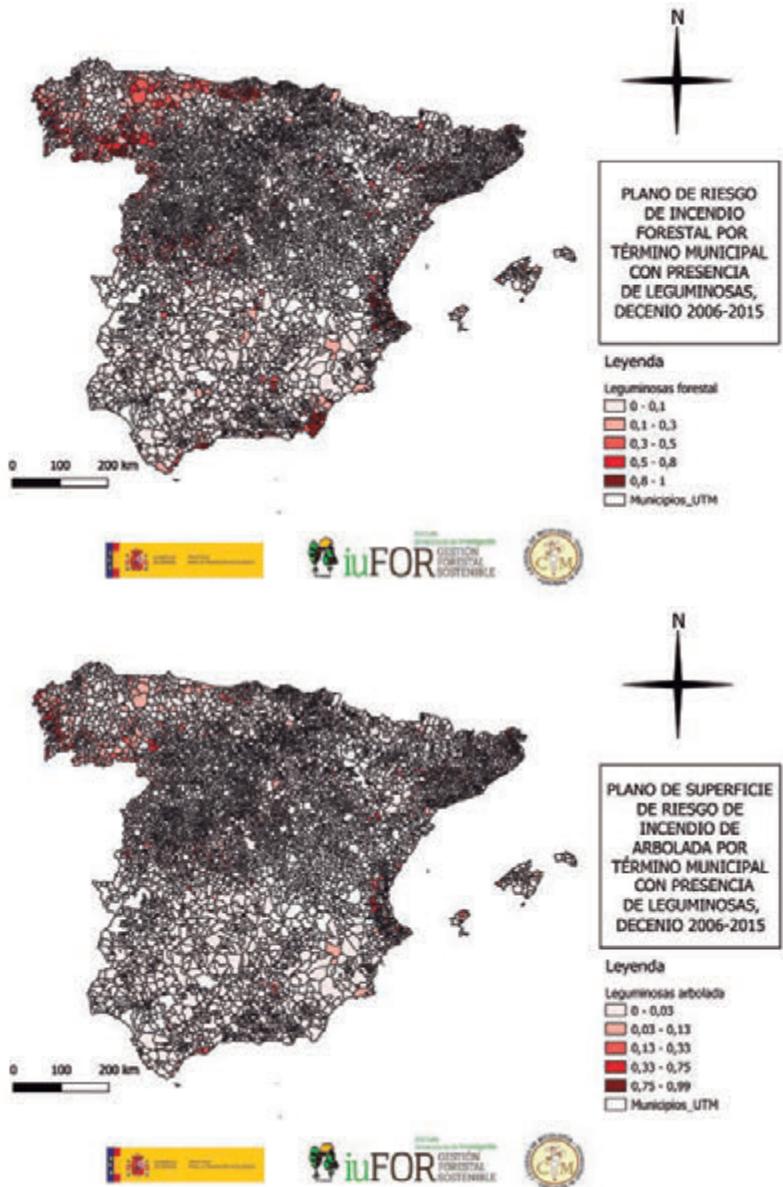
Figura 27. Riesgo de incendio forestal y riesgo de incendio forestal en superficie forestal arbolada por término municipal en jarales en España. Elaboración propia.

Figura 28. Número de incendios forestales, superficie forestal y superficie arbolada quemada por término municipal con presencia de leguminosas en España. Elaboración propia.



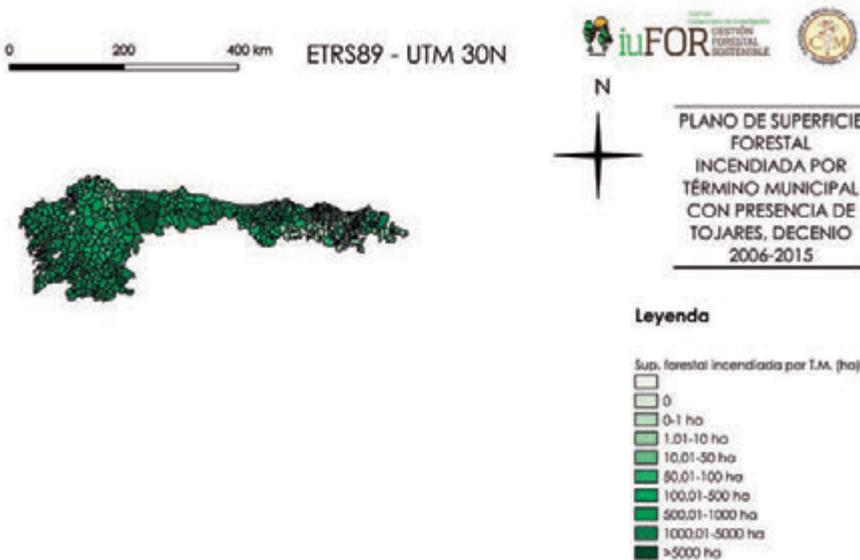
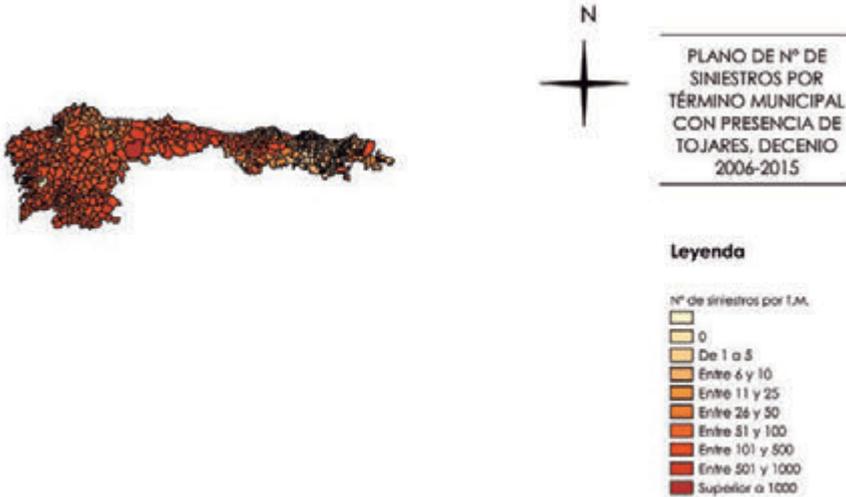
Las formaciones de leguminosas con una mayor dispersión territorial, suponen una mayor amenaza en caso de verse afectadas por un potencial incendio forestal, por tanto, exactamente igual que ocurre con los brezales parece prioritario abordar una gestión que los ponga en valor. Tiene una mayor incidencia en el sureste peninsular, al noroeste de la cordillera Subbética y al sureste de la cordillera Penibética en torno a la sierra del cabo de Gata. La zona con mayor probabilidad de que el fuego progrese hacia zonas arboladas está en torno al golfo de Valencia.

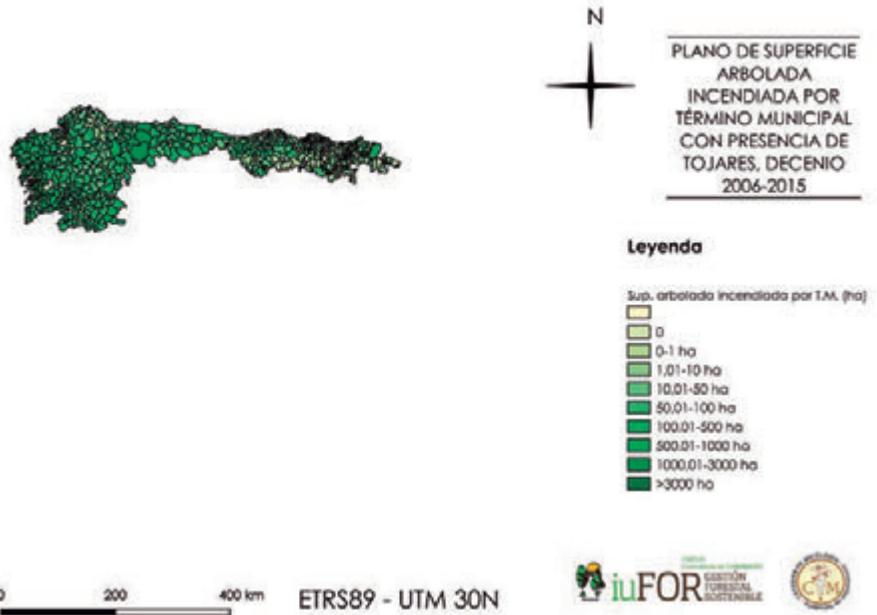
**Figura 29.** Riesgo de incendio forestal y riesgo de incendio forestal en superficie forestal arbolada por término municipal en leguminosas en España. Elaboración propia.



## Tojares

De forma acorde a su distribución, estos arbustos leguminosos y espinos sufren incendios a lo largo de toda la costa cantábrica, con mayor incidencia en las partes centrales y occidentales. Las zonas más sensibles serían el Bierzo, la zona más occidental de la comunidad de Galicia y finalmente los Montes Vascos. El número de incendios se encuentra acompañando de forma equivalente al mapa que muestra la superficie forestal incendiada. Principalmente este mapa hace referencia a los tojares eurosiberianos.





**Figura 30.** Número de incendios forestales, superficie forestal y superficie arbolada quemada por término municipal de tojares en España. Elaboración propia.

Las zonas de mayor riesgo de incendio forestal en tojares se concentran en la parte occidental de la cordillera Pirenaica y al suroeste de los Montes de León, con zonas salpicadas a lo largo del occidente pirenaico y gallego. Paralelamente, las zonas arboladas con mayor riesgo de incendio derivado de las poblaciones de tojo eurosiberiano están en el extremo occidental de Galicia, con mayor riesgo, y en el oeste de la cordillera Pirenaica, en menor medida.

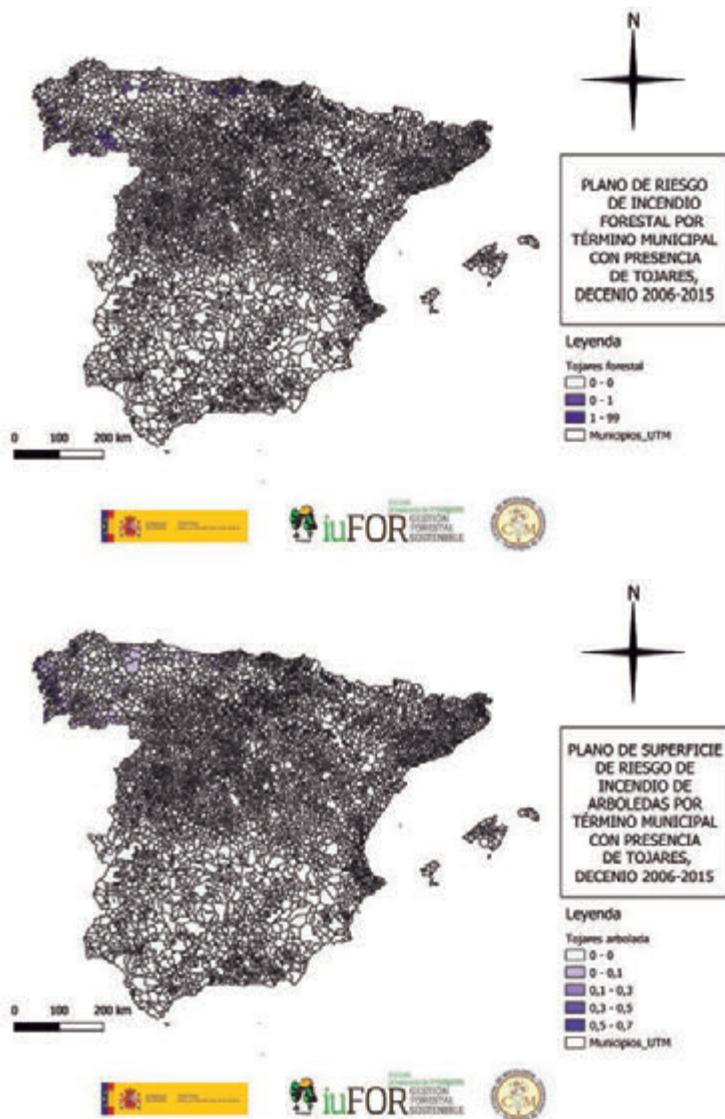
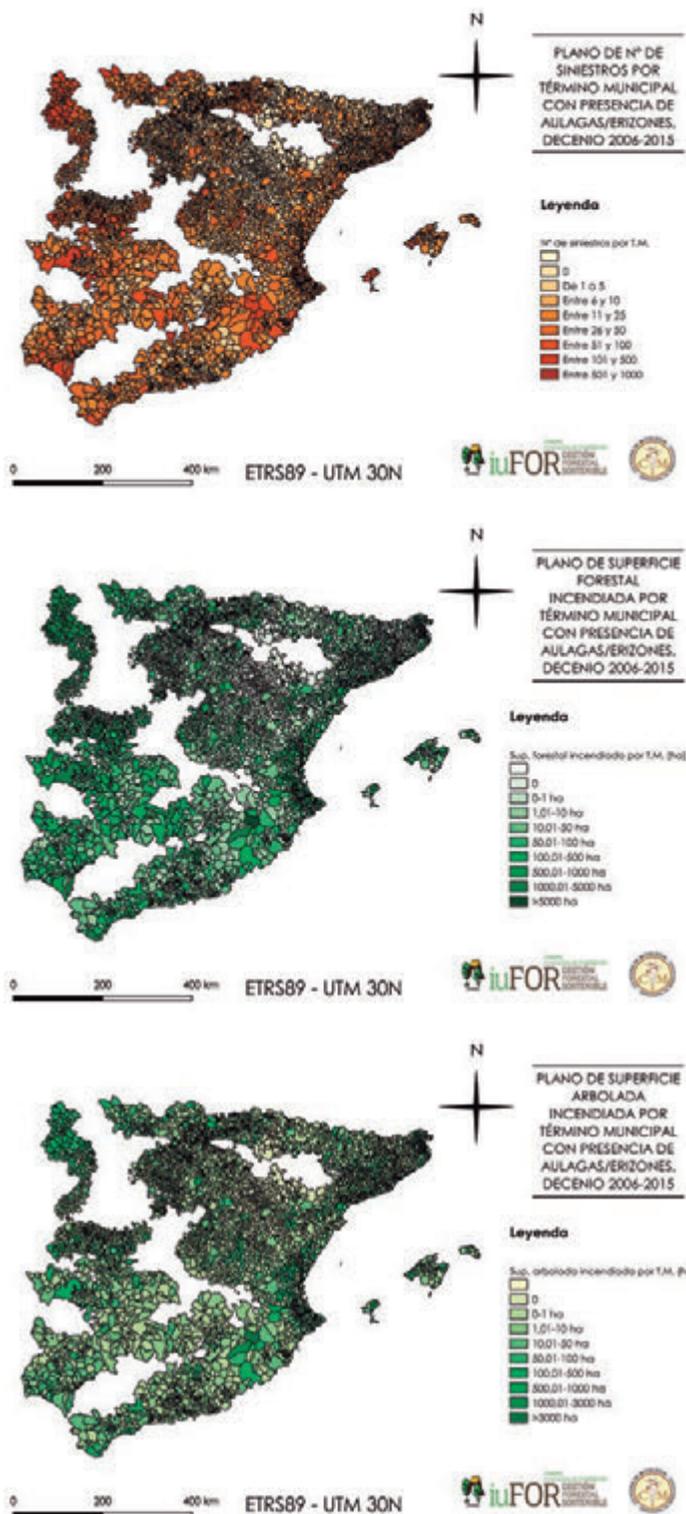


Figura 31. Riesgo de incendio forestal y riesgo de incendio forestal en superficie forestal arbolada por término municipal en tojares en España. Elaboración propia.

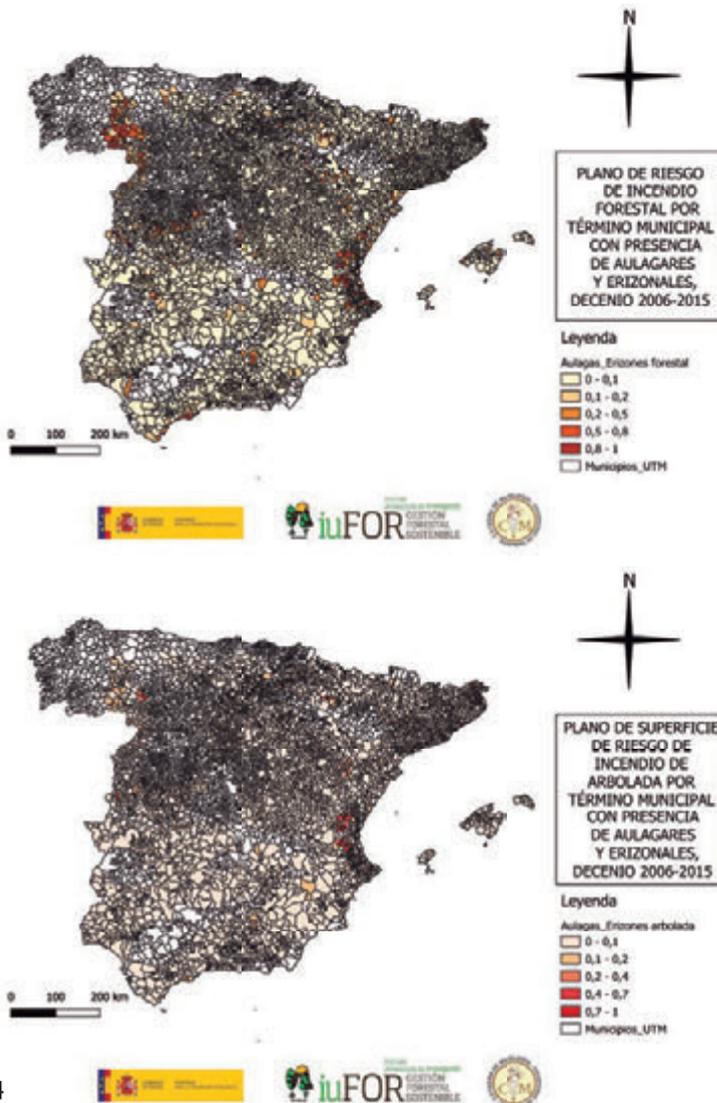
### Aulagares y erizones

En lo que se refiere a estas formaciones, el mayor número de incendios forestales y también de superficie forestal afectada se concentra en el extremo noroccidental peninsular, concretamente en la zona del Bierzo y entre la cordillera Cantábrica y el macizo Galaico. También destacaría, en el otro extremo, la parte más oriental de la cordillera Bética y la cuenca del río Segura. Reseñable es la zona de las marismas del Guadalquivir, el sur de la cuenca del río Tajo y ciertas zonas del sistema Ibérico en las estribaciones de la serranía de Cuenca.

**Figura 32.** Número de incendios forestales, superficie forestal y superficie arbolada quemada por término municipal de aulagares y erizionales en España. Elaboración propia.



Se identifican claramente dos zonas de riesgo extremo en lo que se refiere a incendios en erizales y aulagares en la Península Ibérica; la zona del Bierzo, Montes de León y este del macizo Galaico y el territorio periférico al golfo de Valencia, incluyendo el sureste del sistema Ibérico, la sierra de Javalambre, y el noreste de la cordillera Subbética al norte de la sierra de Aitana. Zonas más localizadas a lo largo del sistema Central, Gredos y Guadarrama, en la serranía de Ronda al sur e, incluso, en el extremo oriental del Pirineo, presentan también riesgo elevado de incendio forestal. Las áreas en las que el riesgo de que los incendios se extiendan a zonas arboladas son las periferias del golfo de Valencia en el sureste del sistema Ibérico, puntos localizados de la sierra de Gata, entre Gredos y Guadarrama, la sierra de la Cabrera o en el extremo oriental de Pirineos.



**Figura 33.** Riesgo de incendio forestal y riesgo de incendio forestal en superficie forestal arbolada por término municipal en aulagares y erizales en España. Elaboración propia.

## Análisis conjunto del riesgo de incendio forestal y conclusión

Desde una perspectiva global, analizando conjuntamente el riesgo de incendio forestal por término municipal y las formaciones de matorral descritas, se observa que el mayor riesgo aparece concentrado en dos zonas. Por un lado el noroeste peninsular, que alberga un vasto territorio con una alta frecuencia de incendios forestales derivado de la presencia extensa de las comunidades vegetales mencionadas, con especial incidencia al sur de los Montes de León y el Bierzo; y al este de la cordillera Cantábrica. Por otro lado, el sureste peninsular, con dos subdivisiones: la parte centro-este, en torno al golfo de Valencia, como consecuencia del alto riesgo de incendios forestal de las comunidades de leguminosas, brezos, aulagas y erizones mediterráneos. La otra parte correspondería con el sureste ibérico, donde estaría la sierra del cabo de Gata al este de la cordillera Penibética, también motivado por la presencia de leguminosas.

**Figura 34.** El pequeño pero exquisito *Boletus edulis* asociado a matorrales de cistáceas en terrenos silíceos, con su característico color canela claro y margen linear y blanco del sombrero, carne compacta e intenso aroma proporcionado por la jara. Foto: Pablo Martín-Pinto.





### 3. Hongos comestibles asociados a las distintas formaciones vegetales con potencial interés comercial

#### Especies de hongos más frecuentes en territorio de brezales:

*Clitocybe geotropa*, *Clitocybe nebularis*, *Agaricus campestris*, *Calocybe gambosa*, *Leupaxillus candidus*, *Boletus reticulatus*, *Russula cyanoxantha*

#### Especies hongos comestibles más abundantes en jarales:

*Terfezia claveryi* y *T. arenaria*, *Tuber aestivum*, *Choyromices gangliiformis*, *Tuber oligospermum*, *Boletus edulis*, *Boletus aereus*, *Leccinum corsicum*, *Rhizopogon roseolus*, *Amanita ponderosa*

#### Especies hongos comestibles más abundantes en escobonales y piornales:

*Flammulina velutipes*, *Agaricus arvensis*, *Macrolepiota procera*, *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus eryngii ferulae*

#### Especies de hongos más frecuentes en territorio de tojares eurosiberianos:

*Flammulina velutipes*, *Calocybe constricta*, *Agaricus arvensis*, *Macrolepiota procera*, *Pleurotus ostreatus*, *Leucopaxillus candidus*, *Marasmius oreades*

#### Especies de hongos más frecuentes en territorio de tojares mediterráneos:

*Calocybe gambosa*, *Agaricus arvensis*, *Flammulina velutipes*, *Leucopaxillus lepistoides*, *Leucopaxillus candidus*, *Tricholoma goniospermum*, *Clitocybe geotropa*, *Rhodocybe truncata*

Cabe matizar que las especies citadas anteriormente, obviamente, no fructifican de igual modo en toda la amplitud ecológica de la distribución asociada a cada tipo de matorral. Para su fructificación deben darse condiciones específicas asociadas a variables ambientales fundamentalmente climáticas, edáficas y vinculadas al desarrollo de la propia vegetación. Así, aunque hongos como *Boletus edulis* o *Leccinum corsicum* se encuentran asociados a las plantas de jara, su presencia viene marcada por la entrada de luz, la abundancia de precipitaciones en septiembre y octubre e incluso la existencia de alguna tormenta estival en el mes de agosto que prepara el suelo para una mejor fructificación en el periodo otoñal. La presencia de la vegetación en cotas altas o bajas, o en solanas o umbrías hace que las condiciones microambientales varíen y esto ejerza una influencia sobre

la presencia y el grado de fructificación de distintas especies. Como se ha comentado previamente, también existe una vinculación de las especies a las distintas etapas de desarrollo de la vegetación. En la Figura 33 puede verse qué especies se ven favorecidas tras la perturbación producida por un incendio forestal en un jaral. Tras el paso del fuego, se observa un vacío de competencia aprovechado fundamentalmente por especies saprófitas no dependientes del hospedante. En una fase posterior pero muy temprana, empieza a observarse la fructificación de especies de hongos pirófitos súper pioneros como *Hebeloma cistophyllum* o *Laccaria laccata*. A partir de ese momento, surgen especies normalmente asociadas a fases intermedias o maduras como es el caso de *Boletus edulis* o *Boletus aereus* que alcanzan producciones muy significativas entre los 7 y los 20 años, etapa que para un jaral puede considerarse como envejecida y que viene asociada a una disminución de su interacción simbiótica.

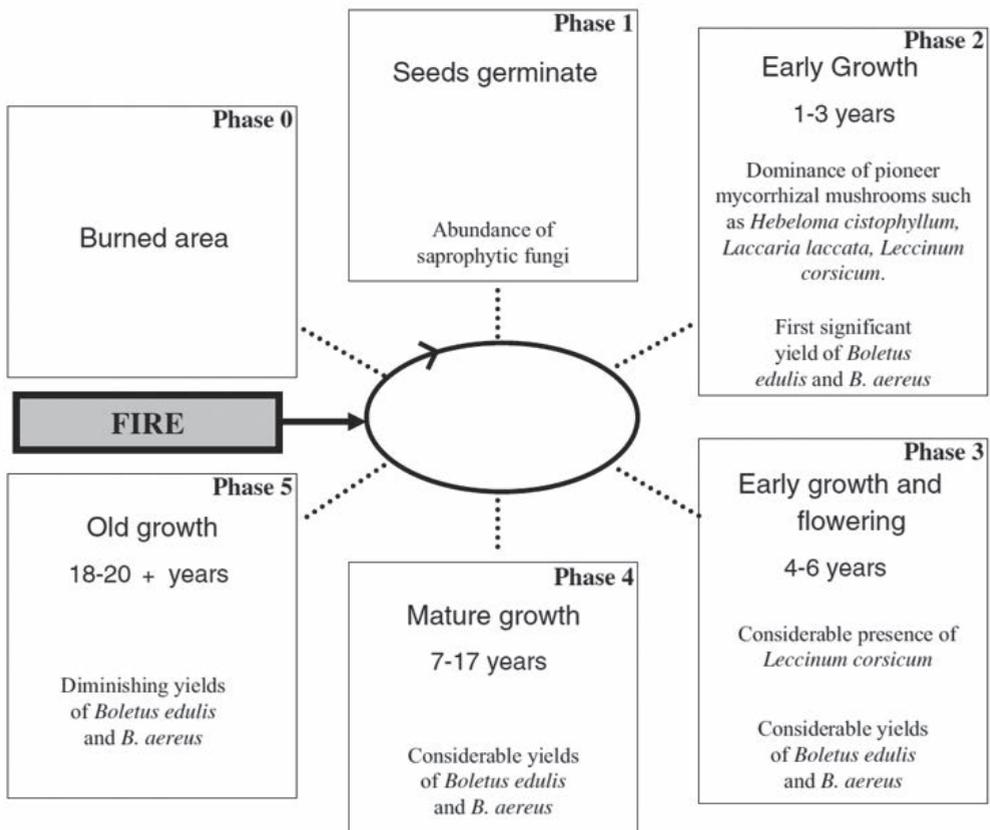


Figura 35. Sucesión fúngica asociada a la sucesión secundaria que se observa tras un incendio en ecosistemas dominados por *Cistus ladanifer*. Oria de Rueda et al. (2008).

Las especies asociadas a brezales proliferan cuando estas superficies se han aclarado por medio de quemas prescritas y desbroces, siendo muy raras y con una recolección excesivamente complicada en el brezal denso o viejo. También resulta recomendable la realización de un escarificado o laboreo superficial que ayuda a restaurar la presencia de gramíneas del grupo de *Festuca rubra*, *Poa pratensis*, etc., en el ámbito de estas agrupaciones. Estas acciones sirven también para que algunas cistáceas como *Halimium lasianthum*, *Cistus salviifolius* o *Halimium ocymoides* vuelvan a desarrollarse, pudiendo entonces producir especies ectomicorrícicas.

**Figura 36.** Azada tradicional, llamada *forbillera* en Levante y *escolineira* en Galicia y comarcas asturleonesas, con la que se realizaba el arrancado manual de aulagas y jaras en las dehesas y coutos. Foto: Juan Andrés Oria de Rueda.



**Figura 37.** Los apreciadísimos zamoranitos (*Boletus edulis*), micorrícicos de las cistáceas (jaras, estepas, jaguarzos y chaguazos) que rentabilizan suelos pedregosos e improductivos. Foto: Pablo Martín-Pinto.





## 4. Especies de hongos comestibles de mayor valor socioeconómico en los matorrales españoles

### *Clitocybe geotropa* (platera, montesina, chita, urri ziza)

Figura 38. *Clitocybe geotropa*. Foto: Juan Andrés Oria de Rueda.



#### **DESCRIPCIÓN**

Presenta un porte grande de hasta los 20 cm, su sombrero tiene una cutícula de color blanquecino con un toque plateado, bastante carnoso y con depresión en el interior y un mamelón más oscuro. Las láminas, del mismo color que el sombrero, son gruesas y decurrentes. El pie es blanco en forma de cilindro lleno y robusto. Presenta clitocibina, que actúa como antibiótico.

#### **ECOLOGÍA**

Prolifera tanto en terrenos silíceos como calizos, asociado al ámbito de aulagares y brezales desbrozados, con quema prescrita y con ganadería extensiva. Fructifica de forma gregaria formando grandes setales, desde finales del verano y durante el otoño, aunque se la considera tardía apareciendo también en invierno.

#### **GASTRONOMÍA**

Excelente comestible, especialmente los ejemplares jóvenes tratando de seleccionar los individuos más jóvenes y sin usar el pie.

## *Clitocybe nebularis*



Figura 39. *Clitocybe nebularis*. Foto: Raúl Fraile.

### **DESCRIPCIÓN**

Su sombrero llega a alcanzar los 15 cm, con una cutícula separable de color gris pálido, similar a las nubes de tormenta, de ahí su epíteto «nebulosa». Inicialmente convexo, aplanándose al madurar, con el borde regular enrollado hacia dentro. Las láminas son decurrentes, de color crema y fácilmente separables. El pie se ahueca al madurar, gris pálido, fibroso y robusto.

### **ECOLOGÍA**

Es una especie bastante cosmopolita, fructificando en otoño en zonas de bosques aclarados y brezales formando grandes setales.

### **GASTRONOMÍA**

Buen comestible, muy apreciada en Aragón, las Vascongadas y La Rioja, aunque no se debe consumir en gran cantidad para evitar problemas gastrointestinales. Se debe cocinar suficientemente.

## *Agaricus campestris* (champiñón de campo, hongo blanco)

Figura 40. *Agaricus campestris*. Foto: Raúl Fraile.



### **DESCRIPCIÓN**

Seta de sombrero y pie blanco de 1 a 6 cm de diámetro. De aspecto globoso de joven, posteriormente se abre hasta adquirir una forma convexa, con margen involuto. Su cutícula es sedosa, con escamas de color marrón claro y oscuro. Las láminas son libres, numerosas, y rosadas inconfundibles, pasando a marrones y finalmente negras. El pie es corto y blanco y con un anillo membranoso, simple y fugaz.

### **ECOLOGÍA**

Como la gran mayoría de las especies de su género, prolifera en majadales y pastos, así como en matorrales aclarados, visitados por rebaños de ovejas, cabras y vacas. Especie nitrófila que requiere altos contenidos de nitrógeno orgánico, especialmente en praderas cercanas, muy comúnmente asociados a ganado Fructifica tras chaparrones durante todo el año, a los pocos días de la lluvia.

### **GASTRONOMÍA**

Buen comestible, apreciado por su mejor sabor frente a los cultivados en champiñoneras. Muy buscado y comercializable cuando se recogen de pequeño tamaño.

*Calocybe gambosa*: *Tricholoma georgii* (perrechico, seta fina, seta blanquilla, moixernó, usón)



Figura 41. *Calocybe gambosa*. Foto: Juan Andrés Oria de Rueda.

#### DESCRIPCIÓN

Sombrero de color blanco, cremoso o amarillo, de hasta 15 cm. Es hemisférico, abriéndose al madurar, muy carnoso, compacto, con el margen incurvado. Cutícula mate, lisa, seca. Las láminas están muy prietas, escotadas y estrechas. El pie es corto, robusto y cilíndrico con la base gruesa. Huele a harina fresca.

#### ECOLOGÍA

Fructifica en pastizales con arbustos espinosos en terrenos calizos y neutros, más raramente en ácidos. Frecuente en pastos intercalados con matorrales con ganado en brezales aclarados de *Erica vagans* y en aulagares de *Genista hispanica*, así como en erizones, frecuentemente con espinos *Crataegus* y *Rosa canina*. Fructifica en primavera en los mismos lugares, formando setales en círculo. Para recuperar su producción hay que realizar quemas prescritas y desbroces, así como laboreos de pastizales embastecidos, así como promover la ganadería extensiva. Si el espinar ocupa todo el terreno es necesario aclararlo mediante arrancado de las matas o con ganadería caprina.

#### GASTRONOMÍA

Se trata de la seta comestible más apreciada del ámbito de matorrales y arbustados, alcanzando precios muy elevados cada primavera. Excelente comestible muy valorado, especialmente en los mercados y restaurantes vascos. Presenta un sabor refinado y con aroma harinoso.

## *Boletus reticulatus* (hongo de verano, boleto de verano)

Figura 42. *Boletus reticulatus*. Foto: Juan Andrés Oria de Rueda.



### **DESCRIPCIÓN**

*Muy parecido a Boletus edulis, con el que suele confundirse. Presenta un sombrero de hasta 20 cm, con una cutícula seca y un tanto aterciopelada de color pardo claro. El himenóforo se compone de poros y tubos blancos que se van tornando con el tiempo a un color oliva. El pie es robusto, muy ancho, pero de longitud corta, con un tono pardo y una aparente red más clara encima.*

### **ECOLOGÍA**

*Silicícola. Tiene una tendencia termófila, presenta en zonas más cálidas, sobre todo en el ámbito mediterráneo de planifolios, pero asociado frecuentemente a cistáceas Cistus y Halimium. Fructifica en primavera y en otoño.*

### **GASTRONOMÍA**

*Excelente comestible pese a que sea rápidamente invadida por gusanos. Su carne se torna muy blanca al madurar en exceso.*

## *Russula cyanoxantha*



Figura 43. *Russula cyanoxantha*. Foto: Juan Andrés Oria de Rueda.

### **DESCRIPCIÓN**

Su sombrero puede llegar hasta los 15 cm. Al inicio presenta forma convexa, aplanándose al madurar. La cutícula es separable y viscosa, brillante con una tonalidad muy variable, desde el morado oscuro, rosa, verde o negro grisáceo, aunque principalmente se encuentra con tono púrpuro con toques grisáceos. Las láminas son apretadas, gruesas, adnatas y elásticas. El pie se atenúa en la base, es cilíndrico y normalmente de color blanco.

### **ECOLOGÍA**

Fructifica en bosques planifolios y en coníferas tanto en otoño como al final de primavera. Muy cosmopolita.

### **GASTRONOMÍA**

Es un excelente comestible.

## *Terfezia claveryi* (turma o criadilla de tierra)

**Figura 44.** Turma (*Terfezia claveryi*) junto a plantación de la cistácea endémica *Helianthemum almeriense*. Foto: Asociación Española de Turmicultura.



### **DESCRIPCIÓN**

Especie de hongo globoso con forma de patata de 4 a 15 cm de diámetro. Conocida como turma o criadilla de tierra, tiene un desarrollo hipogeo, aunque termina agrietando la superficie del terreno e incluso llega a sobresalir ligeramente. Su piel externa o peridio es de color pardo rojizo. La carne o gleba es blanquecina con venas. Aroma suave y agradable.

### **ECOLOGÍA**

Fructifica desde febrero a junio en matorrales abiertos y herbazales de cistáceas mediterráneas de los géneros *Helianthemum*, *Halimium* y *Cistus* sobre terrenos sueltos, sobre todo margosos y calizos, pero también en gravas y arenales. Muy buscada por la fauna, especialmente por conejos, jabalíes y tejones, aves como las cornejas, cuervos y urracas, así como por las ovejas. Si el matorral envejece y se densifica excesivamente dejan de fructificar.

### **GASTRONOMÍA**

Buen comestible y muy apreciada en las regiones donde abunda, como Murcia, Andalucía, Extremadura, etc. Normalmente se cocina en tortillas y revuelto, como se hace con las patatas. Se exporta a Israel y países árabes.



**Figura 45.** Turmas (*Terfezia claveryi*) asociadas a matorrales de cistáceas (*Helianthemum almeriense*). Foto: Juan Andrés Oria de Rueda.



**Figura 46.** Plantación de turmero (*Helianthemum almeriense*) para la producción de turmas (*Terfezia claveryi*), apreciado hongo hipogeo similar a las trufas. Estos cultivos de matas endémicas son de gran eficacia como áreas cortafuegos. Foto: Juan Andrés Oria de Rueda.

## *Tuber aestivum* (trufa de verano, trufa blanca)

**Figura 47.** *Tuber aestivum* (trufa de verano, trufa blanca) en el Cerrato castellano. Foto: Juan Andrés Oria de Rueda.



### **DESCRIPCIÓN**

Especie de hongo globoso con forma de patata negra de 2 a 10 cm de diámetro, cubierta de sus características verrugas poligonales. Se trata de la conocida trufa de verano, trufa blanca o de san Juan, pues fructifica de mayo a septiembre. Gleba o carne de color grisáceo y blanquecino surcada de vetas blancas muy ramificadas y laberínticas. La carne o gleba es blanquecina con venas. En fresco desprende un olor suave y agradable.

### **ECOLOGÍA**

Fructifica desde mayo a septiembre en montes arbolados claros de frondosas como robles y encinas, pero también asociada a matorrales abiertos de cistáceas como *Cistus laurifolius* o *Cistus albidus* sobre terrenos calcáreos, descalcificados o neutros, más raramente en silíceos desde el nivel del mar hasta los 1700 m de altitud. Muy buscadas por la fauna, especialmente por los jabalíes, tejones e incluso por los osos pardos. Fructifican cuando los *Cistus* son jóvenes, de 4 a 20 años, dejando de hacerlo cuando las plantas envejecen excesivamente.

### **GASTRONOMÍA**

Trufa de gran aprecio y comercializada en todo el mundo. Aunque no alcanza los precios de la trufa negra (*Tuber melanosporum*) desde hace unos años la demanda ha aumentado notablemente. Al poder proliferar en zonas más secas, arcillosas o de gran altitud resulta de gran interés.



**Figura 48.** Monte bajo de encina resalveado que funciona como una eficaz área cortafuegos, a la vez que promueve la fructificación de las apreciadas trufas (*Tuber aestivum* o *Tuber melanosporum*). Foto: Pablo Martín-Pinto.

## *Choyromices gangliformis* (criadilla jarera, turma de jara)



Figura 49. *Choyromices gangliformis* (criadilla jarera, turma de jara). Foto: Enrique Rubio Domínguez.

### **DESCRIPCIÓN**

Especie de trufa de color blanquecino calcáreo de 3 a 10 cm de diámetro. Se trata de un hongo hipogeo pero que al desarrollarse llega a romper la superficie del suelo y sobresalir ligeramente. Presenta una forma subglobosa irregular con un peridio color calcáreo o marrón pálido y muy lobulado. Su gleba, también de color pardo claro, presenta una textura de invaciones.

### **ECOLOGÍA**

Asociada a jaras (*Cistus ladanifer*, *C. laurifolius*, *C. populifolius*, etc.) Fructifica desde mediados de invierno a final de primavera (de febrero a junio) en jarales aclarados y no demasiado viejos. Desarrolla el cuerpo fructífero en primavera, principalmente a final de esta temporada.

### **GASTRONOMÍA**

Muy buen comestible y apreciada en Extremadura y Andalucía.

## Boletus edulis



Figura 50. *Boletus edulis*.  
Foto: Juan Andrés Oria  
de Rueda.

### DESCRIPCIÓN

Inconfundible hongo por su gran sombrero convexo, pie grueso y ventrudo y poros en el himenio. El sombrero convexo o aplanado alcanza los 30 cm de diámetro es de color pardo claro con margen blanco, de cutícula lisa. Himenio en tubos con poros blancos al principio, que pasan después a amarillos y finalmente verdes. El pie es robusto, pardo claro y con un fino retículo en la parte superior.

### ECOLOGÍA

Gran hongo micorrízico asociado a diversos árboles y arbustos (pinos, robles, castaños, hayas, cistáceas, etc.) en terrenos silíceos y comarcas lluviosas, más frecuente en áreas de montaña. Prolifera desde el nivel del mar en la cornisa cantábrica hasta los 1800 m de altitud. Se asocia con diversas cistáceas de los géneros *Cistus* y *Halimium*, sobre todo con *Cistus ladanifer* y *Halimium alyssoides* siempre que no sean matorrales demasiado viejos y cerrados.

### GASTRONOMÍA

Una de las setas más apreciadas en todo el mundo en alta gastronomía, siendo objeto de activo mercado internacional. Su excelente sabor permite usarlo tanto en platos salados como dulces. Muy valorado, se presenta con gran variedad de formas de conserva, congelados, desecado, etc. Se utiliza también para la producción de patés, cremas y otros tipos de productos derivados. Los *Boletus edulis* asociados con cistáceas, llamados comercialmente «zamoránitos» se valoran de modo excepcional y se exportan en fresco en avión a los principales restaurantes del mundo.

## *Boletus aereus* (hongo negro)

**Figura 51.** *Boletus aereus* asociado a *Cistus ladanifer*. En la costa mediterránea se asocia a *Cistus monspeliensis*. Foto: Juan Andrés Oria de Rueda.



### **DESCRIPCIÓN**

*Boletus aereus*, también nombrado como hongo negro o boleto negro. Se distingue de *Boletus edulis* por el color más oscuro de su sombrero y pie, muchas veces achocolatado.

### **ECOLOGÍA.**

*Boletus aereus* es termófilo y xerófilo en montes mediterráneos. Vive en terrenos silíceos pero tolera los ambientes mediterráneos más secos que *B. edulis*, fructificando desde final de primavera, tras las tormentas, hasta el otoño-invierno. Así, además de asociarse micorrícicamente con encinas, alcornoques y castaños lo hace con las cistáceas en buena parte de España. En la mitad occidental es más frecuente con *Cistus ladanifer*, seguido de *Cistus salvifolius*, *C. pouilifolius*, etc, mientras que en la región Costero-catalana, sur de Andalucía o Valencia lo hace con *Cistus monspeliensis*. Además, se asocia con especies del género *Halimium*, como *H. alyssoides*, *H. ocymoides*, *H. halimifolium*.

## *Leccinum corsicum* (faisán, hongo de estepa)



### **DESCRIPCIÓN**

Presenta un sombrero de hasta 10 cm de diámetro, redondeado y convexo al madurar, con una cutícula pardo oscuro y con textura irregular, con un margen grueso algo más claro. Tiene un himenóforo compuesto de tubos adnatos separables y poros pequeños y angulosos, ambos de color amarillento. Su pie es robusto, cilíndrico, más estrecho en la base y un tanto escamoso.

### **ECOLOGÍA**

Acidófilo, suele encontrarse asociado a jarales de diversas especies y con *Quercus*. Típico de la zona mediterránea.

### **GASTRONOMÍA**

Tiene una calidad media como comestible, por lo que se recomienda acompañarla con elementos más aromatizados.

**Figura 52.** *Leccinum corsicum* o *Boletus corsicus*, asociado a estepa negral (*Cistus laurifolius*). Palencia. Foto: Juan Andrés Oria de Rueda.

## *Rhizopogon roseolus*



Figura 53. *Rhizopogon roseolus*. Foto: Juan Andrés Oria de Rueda.

### **DESCRIPCIÓN**

Relativamente pequeño, con forma globosa, presenta un peridio gris-rosáceo que se torna rojizo al aflorar, agrietándose. La gleba inicialmente es blanca la cual se oscurece.

### **ECOLOGÍA**

Suele encontrarse en terrenos arenosos, que le permitan desarrollarse, y con buena humedad. Su fructificación se suele dar al final del verano y durante el otoño. Está asociado principalmente a zonas de jarales y pinares.

### **GASTRONOMÍA**

Muy buen comestible. Debe consumirse muy joven, se usa para ensaladas, a la plancha o de guarnición para carnes. También puede acompañar a la carne o conservarse en aceite.

*Flammulina velutipes* (seta de escoba, seta de piorno)



**DESCRIPCIÓN**

El cuerpo fructífero presenta un sombrero de hasta 10 cm de diámetro casi plano cuando madura, con una textura viscosa y un color naranja amarillento, más pardo por el centro. El margen es un tanto estriado con pelos gelatinizados. El himenóforo presenta láminas anchas escotadas con un color crema. El pie es estrecho, con un color negruzco en la base a uno amarillento en lo alto, y tipo aterciopelado.

**ECOLOGÍA**

Crece en tiempo frío y lluvioso, desde mediados de otoño a principios de primavera en cepas, tallos secos y restos enterrados de madera muerta como troncos y ramas. En los matorrales prolifera en los escobonales y piornales en las cepas después de los desbroces.

**GASTRONOMÍA**

Buen comestible y cultivada en los países asiáticos, sobre todo China y Japón.

Figura 54. *Flammulina velutipes*, muy frecuente creciendo de forma cespitosa en las cepas de escobas y piornos. Foto: Juan Andrés Oria de Rueda.

*Agaricus arvensis* (bola de nieve, hongo de campo, azpibeltz)



Figura 55. *Agaricus arvensis*. Foto: Juan Andrés Oria de Rueda.

#### **DESCRIPCIÓN**

Hongo característicamente blanco y globoso, en forma de bola de joven, para posteriormente abrirse y alcanzar una forma de plato. Normalmente es liso, aunque puede presentar un ligero escamado, con un sombrero blanco y con la cutícula separable. El himenio es de color blanco al principio, pasando por rosado pero se oscurece gradualmente, pasando a color achocolatado y finalmente negro. Laminas libres y anchas, dispuestas irregularmente. El pie es pequeño, cilíndrico y macizo, con un anillo grande, doble y dentado muy persistente.

#### **ECOLOGÍA**

Hongo nitrófilo y saprófito, común en montes con abundante ganadería, matorrales aclarados con pastizales y en general en áreas abiertas. Fructifican normalmente en corros, tanto en primavera como en otoño tras tormentas y aguaceros, muchas veces de modo extraordinario. Existen numerosas especies similares de gran tamaño, como *Agaricus crocodilianus*, abundante en las cañadas y matorrales abiertos.

#### **GASTRONOMÍA**

Excelente comestible de joven, de mejor sabor y aroma que los champiñones cultivados; en la madurez conviene quitarle las láminas de color oscuro. De interés socioeconómico, se recoge en gran cantidad cuando se producen los «golpes de hongos» o fructificación masiva.

## *Macrolepiota procera* (cucurrit, cogordo, cogomella, galamperna, parasol)



Figura 56. *Macrolepiota procera*. Foto: Juan Andrés Oria de Rueda.

### **DESCRIPCIÓN**

Presenta un sombrero de grandes dimensiones, con individuos de más de 30 cm, que comienza con una forma globosa que se va extendiendo, con un mamelón en su centro. Es escamoso y con un color cremoso. Las láminas son blancas-cremosas, anchas, libres respecto al pie. El pie es largo cilíndrico, escamado, parduzco, con un bulbo en la base, se fragmenta fácilmente, hueco, con un anillo bastante resistente.

### **ECOLOGÍA**

Fructifica en otoño y en verano, en zonas relativamente altas. Suele aparecer en zonas aclaradas y en praderas.

### **GASTRONOMÍA**

Principalmente se usa el sombrero para comer, el cual es un comestible aceptable sin tampoco adquirir una gran valoración gastronómica.

**Figura 57.** *Macrolepiota procera* de matorral ya cocinada. Se trata de un hongo comestible cosmopolita muy buscada por los pueblos originarios ganaderos de todo el mundo. Foto: Pablo Martín-Pinto.



**Figura 58.** Cucurriil, cogordo, galipierno o galamperna (*Macrolepiota procera*) en matorral de *Cistus laurifolius*, antes de cocinar. Foto: Pablo Martín-Pinto.



## *Pleurotus ostreatus* (seta de ostra)



**Figura 59.** *Pleurotus ostreatus*. Foto: Juan Andrés Oria de Rueda.

### **DESCRIPCIÓN**

Aparece cespitosa en grupos numerosos (hasta 10 kg en total por tocón) en la base de cepas de escobas, tojos y otras especies tras el desbroce. Puede llegar hasta los 20 cm, se la conoce como seta de ostra por su similitud con el molusco en cuanto a la forma de concha de su sombrero, que presenta una cutícula de color gris plomizo o incluso pardo oscuro y con bordes enrollados. Las láminas son largas, desiguales y decurrentes con un color blanquecino. El pie es muy corto, incluso puede llegar a ser nulo.

### **ECOLOGÍA**

Descomponedora de madera, aparece en restos de madera muerta, normalmente de chopos o sauces. Aparece de forma gregaria formando flotas, imbricadas unas encima de otras.

### **GASTRONOMÍA**

Buen comestible, especialmente los individuos jóvenes, que se caracteriza por ser cultivado en todo el mundo.

## *Pleurotus eryngii* (seta de cardo)

**Figura 60.** *Pleurotus eryngii*. Foto: Juan Andrés Oria de Rueda.



### **DESCRIPCIÓN**

Presenta un sombrero que puede llegar hasta los 20 cm de diámetro, convexo y plano embudado con una cutícula pardo-cremosa, lisa. Las láminas son muy decurrentes con un color cremoso. El pie es corto, color crema.

### **ECOLOGÍA**

Suele aparecer a finales de verano y durante el otoño, asociada a plantas umbelíferas, caños y cardos, de ahí su nombre común «seta de cardo». Fructifica de forma gregaria en corros.

### **GASTRONOMÍA**

Excelente comestible altamente valorada ya que presenta una gran comercialización.

**Figura 61.** *Pleurotus eryngii ferulae* en la cepa o base de *Ferula communis*, una de las especies que se favorece tras las quemadas prescritas y los desbroces de escobonales y aulagares. Foto: Juan Andrés Oria de Rueda.



## *Leucopaxillus gr. Candidus*



### **DESCRIPCIÓN**

Son setas blancas macizas de gran consistencia y tamaño, cuyo sombrero varía entre 10 y 30 cm de diámetro pero que en la variedad *giganteus* alcanza 40 cm. Cuando son pequeños son globosos y más adelante más convexos y planos, de margen enrollado. La cutícula del sombrero es seca y mate, de color blanca y la parte central crema. Las láminas son decurrentes, adnatas y de color crema. El pie es grueso, corto y blanco.

### **ECOLOGÍA**

Visible en otoño en brezales y escobonales aclarados con praderas intercaladas y zonas herbáceas. Favorecido por la ganadería extensiva estival de vacas, caballos y ovejas.

### **GASTRONOMÍA**

Afamado hongo comestible por su apreciable textura y consistencia de su carne, sabor fino y agradable. En las sanmigueladas u otoñadas fructifica en gran cantidad

Figura 62. *Leucopaxillus candidus* var *giganteus*.  
Foto: Vicente Sevilla.

*Tricholoma goniospermum* (rojilla, seta de lancha, levanta lanchas)



Figura 63. *Tricholoma goniospermum*. Foto: J.A. Román.

**DESCRIPCIÓN**

Seta carnosa de 4 a 15 cm de diámetro, cerrada y hemisférica al principio y posteriormente se abre. Borde lobulado, con una cutícula fibrosa y margen enrollado que pasa por los tonos grisáceos, amarillentos o incluso marrones rojizos. Las láminas son libres y delgadas, con lamélulas, de color lila pálido y amarillento al envejecer. El pie es corto, fuerte, con la base de color lila que pasa a violáceo en la porción superior.

**ECOLOGÍA**

Frecuente en páramos en pastizales intercalados con aulagares de *Genista scorpius* y *Genista hispanica*, así como en brezales de *Erica vagans*, fructificando en setales circulares. Su periodo de fructificación es tanto en primavera como en otoño, a partir de los 700 metros de altura. Para su mantenimiento se necesitan rebaños de ovejas. Típico de las comarcas de Burgos, Álava, León, Palencia, etc.

**GASTRONOMÍA**

Excelente comestible, apreciado en los restaurantes vascos pero cada vez más escasa debido a la matorralización.

## *Rhodocybe truncata* (rojilla)



### **DESCRIPCIÓN**

Seta consistente, de forma irregular con una talla de 4 hasta 10 cm, presenta un sombrero carnoso, seco que pasa de hemisférico a convexo. De color rosa o marrón rojizo, presenta el margen enrollado. Las láminas, de color crema, son decurrentes y apretadas. El pie es blanquecino, grueso, liso y fibroso.

### **ECOLOGÍA**

Fructifica en pastos intercalados de entorno de aulagares de *Genista hispánica*, *Genista scorpius* y *Genista legionensis* con *Erica vagans* con presencia de ganado vacuno y equino extensivo a partir de los 600 m. Se puede observar tanto en primavera como en otoño. Debido al embastecimiento de pastos y matorralización desaparece por lo que las quemadas prescritas y el desbroce la recuperan, siempre que permanezca el ganado como mantenimiento.

### **GASTRONOMÍA**

Seta apreciada en los restaurantes vascos, de gran carnosidad y sabor, es una seta de buena comestibilidad que tiende a agusanarse poco.

Figura 64. *Rhodocybe truncata*. Foto: Juan Andrés Oria de Rueda.

*Calocybe constricta* (perrrechico de otoño, seta de sanmiguelada)



Figura 65. *Calocybe constricta*. Foto: Juan Andrés Oria de Rueda.

**DESCRIPCIÓN**

No alcanzan un gran diámetro de sombrero, tan solo hasta los 8 cm, que pasa de una forma hemisférica a una plana-convexa. Su cutícula es lisa y glabra, blanca, separable de la carne y seca. El margen es irregular. Las láminas adnatas, blancas y con pocas laminillas. El pie es central, compacto y algo curvado, es blanco, recubierto de flocones y en ocasiones con un anillo diferenciado.

**ECOLOGÍA**

Su fructificación se da en otoño y raramente a inicios del invierno. Se encuentra en zonas nitrogenadas o abonadas. Principalmente en pastos de montaña.

**GASTRONOMÍA**

No es considerado una seta comestible de alto valor gastronómico.

## Marasmius oreades



### DESCRIPCIÓN

Pequeña seta de pie largo y fibroso con sombrero mamelonado que aparece agrupada en característicos corros. El sombrero mide habitualmente de 1-3 cm, excepcionalmente 5 cm. Al principio es muy cerrado y más tarde se abre. Láminas característicamente espaciadas. Inconfundible por su color crema o carne homogénea en pie, sombrerillo y láminas. Presenta mamelón central, con el margen delgado y ondulado. La cutícula es lisa, higrófana y de color amarillo, rojo o marrón. Las láminas están muy espaciadas en la madurez. Son sinuadas o libres, ventrudas. El pie es largo, muy delgado, fibroso y elástico, al retorcerlo con la mano es bastante resistente. Su base tomentosa y algo más oscura, pero con un tono muy homogéneo en general.

### ECOLOGÍA

Se desarrolla durante todo el año en tiempo de lluvias, fructificando en grupos muy numerosos sobre todo en otoño, en pastizales y matorrales aclarados con pradera intercalada. Muy ligada a cañadas y pastos trashumantes. De forma natural prolifera en majadales, eras y pastos reiteradamente visitados y abonados por ungulados gregarios, como rebaños de ovejas y vacas. En su falta, cuando pasa con frecuencia la máquina cortacésped de jardines. No se encuentra en bosques ni áreas matorralizadas completamente.

### GASTRONOMÍA

Muy buen comestible utilizado en sopas y guisos. No se recogen sus pies por ser duros y fibrosos. Tradicionalmente se desecan, formando ristras en hilos. Aunque es de pequeño tamaño su gran abundancia en los corros de brujas que forma permite que se recojan cantidades suficientes en poco tiempo.

Figura 66. *Marasmius oreades*. Foto: Raúl Fraile.

## 5. Gestión para la prevención de incendios forestales en sistemas mediterráneos dominados por matorral y puesta en valor del recurso micológico asociado

### Formaciones de matorral y su gestión para reducir el riesgo de incendio forestal

La quema prescrita y la trituración mecánica son prácticas habituales para reducir la carga del combustible forestal en un ecosistema (Oria de Rueda *et al.*, 2008; Fernández *et al.*, 2015; Hernández-Rodríguez *et al.*, 2015). La quema prescrita se considera una opción de bajo coste, aunque existe cierto riesgo de que el fuego se escape de las líneas de control (Fernández *et al.*, 2015), aun así, el daño seguramente será menor que el causado por un potencial incendio forestal (Oria De Rueda *et al.*, 2008). La trituración mecánica es una técnica más segura, aunque más cara y es difícil de ejecutar en pendientes pronunciadas y terrenos pedregosos (Fernández *et al.*, 2015).

**Figura 67.** Manjarria negra (*Morchella gr. conica*), abundantísima especie comestible pirófito que prolifera en primavera tras un tratamiento de quema prescrita. Foto: Juan Andrés Oria de Rueda.



Estudios previos han comparado el efecto del tratamiento de quema prescrita y trituración mecánica con diferentes objetivos. Los resultados mostraron que no existían diferencias en la mortalidad de las plantas o en el crecimiento de brotes posteriores entre tratamientos (Fernández *et al.*, 2013), tampoco en la cobertura vegetal o en la fase de recuperación, ni

siquiera en la riqueza, diversidad y uniformidad de especies (Fernández *et al.*, 2015). Además, se ha observado que la quema prescrita reduce la capa orgánica del suelo y estimula la germinación de las semillas (Fernández *et al.*, 2013) y tiene un efecto menor en las propiedades fisicoquímicas del suelo mineral que en la capa orgánica (Fontúrbel *et al.*, 2016). Este menor efecto incluso llega a desaparecer 3 años después de la quema.

Dado el interés de los hongos como un recurso valioso en los ecosistemas mediterráneos (Martín-Pinto *et al.*, 2006; Oria de Rueda *et al.*, 2008; Hernández-Rodríguez *et al.*, 2015) y su capacidad para contribuir al desarrollo de la economía rural (Román y Boa, 2004; Oria de Rueda *et al.*, 2008; Bonet *et al.*, 2014), el objetivo de este trabajo se centró en analizar el efecto a medio plazo de los tratamientos de quema prescrita y desbroce mecánico para la prevención de incendios forestales, en las comunidades de hongos del suelo vinculadas a las diferentes formaciones de matorral. El conocimiento inicial nos dice que los ecosistemas dominados por matorral mediterráneo están asociados a especies de hongos comestibles y comercializables como por ejemplo *Boletus edulis* (Martín-Pinto *et al.*, 2006; Oria de Rueda *et al.*, 2008; Hernández-Rodríguez *et al.*, 2015). A pesar de que inmediatamente después de la aplicación de los tratamientos, la fertilidad aumenta, esta tiende a disminuir gradualmente poco después, lo que ocasiona la rotación de la comunidad fúngica como consecuencia del cambio en las condiciones edáficas y la sucesión secundaria de la vegetación activada tras las actuaciones selvícolas. Esta disminución de la fertilidad a medio plazo potenciará la simbiosis de los matorrales y los hongos.



**Figura 68.** Brezal de *Erica australis* y *Erica umbellata* con algo de carqueixa (*Genistella tridentata*), desbrozado recientemente. Cabeza de Manzaneda (Orense). Foto: Juan Andrés Oria de Rueda.



**Figura 69.** Uso de espuma en los límites de una quema prescrita para impedir su proliferación al arbolado colindante. Sierra Morena (Sevilla). Foto: Pablo Martín-Pinto.

## La quema prescrita en el marco del cambio global

Los futuros escenarios de cambio climático predicen un aumento de la temperatura de 1,5 °C entre 2030 y 2052 (IPCC, 2015). Diecinueve de los 20 años más cálidos registrados se han producido desde 2001 (NASA, 2020). En este contexto, la región mediterránea ha sido descrita como un «hot spot» del cambio climático (Lionello y Scarascia, 2018). Estas proyecciones de un clima más severo, junto con el nuevo modelo de paisaje forestal, están cambiando el comportamiento de los incendios en la cuenca mediterránea (Espinosa *et al.*, 2021). De hecho, en el último quinquenio se está produciendo un nuevo tipo de incendio, definido como «incendio forestal extremo» (Tedim *et al.*, 2018). Este tipo de fuego puede extenderse muy rápido causando consecuencias devastadoras a todos los niveles.

Por todo ello es necesario la implementación de una nueva gestión específica para prevenir incendios forestales y reducir los impactos asociados sobre las comunidades naturales. En ese contexto, las comunidades de hongos tienen un papel importante, incluso decisivo, en el funcionamiento de los ecosistemas y deben ser tenidas en consideración a la hora de evaluar el impacto de los incendios forestales (Martín-Pinto *et al.*, 2006; Franco-Manchón *et al.*, 2019).

La quema prescrita es una herramienta selvícola óptima para aplicar en algunos ecosistemas, no solo reduce la carga de combustible, sino que contribuye a mitigar la severidad de un posible incendio (Molina *et al.*, 2022). Sin embargo, existe cierto riesgo a que se escape de control, ade-

más, la necesidad de encontrar las condiciones adecuadas para su aplicación restringe el periodo en el que pueden ser llevadas a cabo (Fernández *et al.*, 2015). Desde el punto de vista económico, es una herramienta de menor coste en comparación con la trituración mecánica en áreas de difícil aplicación (Fernández *et al.*, 2015); y puede tener beneficios ecológicos adicionales, como impulsar la producción de hongos en los ecosistemas mediterráneos (Oria de Rueda *et al.*, 2008). Las comunidades de hongos contribuyen a la restauración de los ecosistemas tras la perturbación y mejoran su resiliencia (Mediavilla *et al.*, 2014). Los procesos de restauración del suelo, el ciclo de distintos nutrientes y la descomposición de la materia orgánica, son impulsados por la acción de algunos grupos de hongos, como los saprótrofos o saprofitos (Hernández-Rodríguez *et al.*, 2015), cuya actividad es estimulada justo después del fuego (Hernández-Rodríguez *et al.*, 2013). Sin embargo, la quema prescrita también puede repercutir negativamente en la comunidad de hongos del suelo. Se sabe que puede alterar estas comunidades a corto plazo, promoviendo la colonización de nuevas especies vegetales y alterando las poblaciones existentes debido al cambio en los nichos ecológicos disponibles (Mediavilla *et al.*, 2014; Hernández-Rodríguez *et al.*, 2015; Castaño *et al.*, 2020), aunque tales efectos suelen estabilizarse con el tiempo (Mediavilla *et al.*, 2014; Hernández-Rodríguez *et al.*, 2015). A pesar de ello, son muchos los factores que influyen en la respuesta de la comunidad fúngica al fuego, aunque las condiciones del sitio parecen ser un factor clave (Cairney y Bastias, 2007; Dove y Hart, 2017). Además, se sabe que las masas naturales son más resistentes y resilientes a ese tipo de perturbación (Proença *et al.*, 2010; Silvério *et al.*, 2020).

**Figura 70.** Briefing inicial en una quema prescrita llevada a cabo en el Parque Nacional de Doñana (Huelva) para mantener el paisaje tipo mosaico y promover la biodiversidad. Foto: Pablo Martín-Pinto.



## Planificación de diseños experimentales para analizar el efecto de la quema prescrita y el desbroce, en la comunidad de hongos presentes en el suelo

Para poder llevar a cabo una gestión forestal basada en el conocimiento científico, desde hace décadas se ha implantado un sistema de parcelas permanentes donde se establece un diseño experimental específico que permite controlar las variables que nos interesan y la comparación de resultados. En estas parcelas se ejecutan diferentes tratamientos de prevención de incendios (quema prescrita, desbroces total o parcial, etc.). También se seleccionan parcelas en las que no se lleva a cabo ningún tipo de intervención y que sirven de referencia. Actualmente, se cuenta con una red de parcelas que cubren el gradiente norte-sur del occidente de España, con localizaciones en Galicia, Castilla y León, Castilla La Mancha, Extremadura y Andalucía. Aquí se está llevando a cabo un seguimiento periódico de la evolución de la comunidad fúngica asociada a las etapas de sucesión de la vegetación tras la aplicación de diferentes tratamientos selvícolas y también tras la afectación de incendios forestales. Se están inventariando los carpóforos encontrados en las parcelas y se está investigando de manera integral el microbioma fúngico del suelo mediante el análisis de ADN.

**Figura 71.** Seguimiento en parcelas de investigación. Jaral senescente de *Cistus ladanifer* cubierto de líquenes pirófitos. Foto:Tatek Dejene.





**Figura 72.** Medición de las variables climáticas antes del inicio de una quema prescrita. Parque Nacional de Doñana (Huelva). Foto: Pablo Martín-Pinto.

## Tratamientos preventivos contra incendios forestales

### *Quema prescrita*

La quema prescrita se define como el uso planificado del fuego para cumplir con objetivos específicos de gestión en condiciones ambientales adecuadas (Wade, 1989). El empleo de este tratamiento de manejo forestal puede reducir la continuidad horizontal y vertical y la alta carga de combustible acumulada en las masas forestales (Fernandes y Botelho, 2003; Espinosa *et al.*, 2020) tal y como se ha comentado. Sin embargo, la utilización de esta herramienta selvícola puede alterar las condiciones funcionales del ecosistema. Durante la quema prescrita, la intensidad del fuego puede controlarse mediante el patrón de ignición (Keeley, 2009). La selección de un tipo particular de patrón de ignición varía según los objetivos que deseen lograrse, desde los fuegos menos intensos (fuegos en contra de pendiente o viento) hasta los más intensos (fuegos a favor de pendiente o viento) o fuegos intermedios (fuegos por flancos). Un rápido avance del frente y un menor tiempo de residencia del fuego en el suelo pueden evitar sobrecalentamientos del suelo y consumos excesivos de materia orgánica (Vega, 2001), garantizando un menor impacto en el suelo y el bioma. No obstante, el avance rápido del frente también debe asegurar la consecución de los objetivos de reducción de combustible.

**Figura 73.** Empleo de agua para reducir la altura de llama durante la ejecución de una quema prescrita. Foto: Pablo Martín-Pinto.





**Figura 74.** Línea de defensa construida alrededor del perímetro de ejecución de la quema prescrita. Foto: Pablo Martín-Pinto.



**Figura 75.** Enfriado del perímetro tras la ejecución de una quema prescrita. Foto: Pablo Martín-Pinto.

## *Desbroce*

Desbroce total sobre matorral envejecido

Los hongos micorrícicos se ven enormemente afectados por la edad del matorral. Los matorrales muy envejecidos muestran una capacidad de producción fúngica muy reducida y, en caso de que la producción se mantenga ligeramente, el rendimiento de la recolección es mínimo dada la dificultad de localizar y acceder a los propios hongos por la alta cobertura del matorral. También hay que señalar el elevado riesgo de propagación de un potencial incendio forestal en estas formaciones tan densas. Es por eso, que es necesario un rejuvenecimiento de los sistemas. Esto se puede conseguirse a través del desbroce total, que elimina completamente el matorral e inicia la serie de vegetación con asociaciones a hongos micorrícicos de manera óptima. Es recomendable ejecutar este tratamiento empleando una desbrozadora horizontal de cadenas asociada a un tractor agrícola o forestal en función de las condiciones topográficas. En todo caso, debe velarse por la conservación de las especies arbóreas que puntualmente puedan aparecer en la zona a tratar. Es deseable que la actuación se lleve a cabo manteniendo límites irregulares en el perímetro, a fin de reducir el impacto paisajístico. En terreno con pendiente elevada, debe atenderse a criterios de sostenibilidad, evitando generar taludes que puedan dar lugar a fenómenos erosivos. En todo caso, las intervenciones deben ser puntuales, intentando generar un paisaje tipo mosaico que permita la alternancia de las distintas etapas de sucesión del matorral. Cuando la superficie a tratar sea muy reducida o la actuación sea complementaria a otro tratamiento (p. ej. faja auxiliar de pista o área cortafuegos), se puede desarrollar de manera manual. Esto favorecerá una integración de la actuación dada la mayor flexibilidad del trabajo de un operario y una máquina ligera. En este caso se consigue también el rejuvenecimiento deseado, pudiéndose dejar algunos ejemplares de matorral que mantienen el sistema radicular y minimizan el impacto de una eliminación masiva del hospedante.



**Figura 76.** Detalle de un desbroce total ejecutado con una desbrozadora de cadenas acoplada a un tractor agrícola. Foto: Pablo Martín-Pinto.



**Figura 77.** Detalle de apero de cadenas acoplado a un tractor para ejecución de desbroce mecanizado. Foto: Pablo Martín-Pinto.



**Figura 78.** Desbroce total ejecutado manualmente, en una pequeña superficie de jaral senescente. Obsérvese la gran cantidad del líquen blanquecino, *Evernia prunastri*, muy inflamable. Foto: Pablo Martín-Pinto.



**Figura 79.** (Izquierda) Zona sometida a quema prescrita. (Derecha) Zona sometida a desbroce mecánico. Foto: Pablo Martín-Pinto.

Desbroce parcial en matorral no envejecido

Como se ha comentado, la pérdida de producción fúngica de los ecosistemas dominados por matorral está potencialmente vinculada a la senescencia de los mismos. Sin embargo, aun estando en plena producción, algunos sistemas de matorral completan su densidad y cubren totalmente el terreno sobre el que se asientan a una edad muy temprana. En este caso, los sistemas siguen siendo muy productivos desde un punto de vista micológico, pero el desarrollo de la parte aérea del matorral limita enormemente el acceso a la producción de hongos generada. Además, aunque el material vegetal en fases productivas no es tan seco (y por tanto potencialmente más combustible) como en fases más maduras, la carga de combustible es elevada, y en la época estival, el riesgo de incendio forestal en estos sistemas es elevado, justificando la intervención a través de labores preventivas como el desbroce parcial.

El desbroce parcial puede ejecutarse manualmente en extensiones pequeñas que puedan justificar el coste de la actuación. En este caso concreto la extracción de la planta puede ser llevada a cabo de forma totalmente irregular. También se puede seguir un criterio de reducción de densidad sistemático (más rentable desde una perspectiva económica), permitiendo la entrada de luz en el sistema y el incremento de la temperatura del suelo que favorece la producción fúngica. Finalmente, este tipo de desbroce se puede desarrollar utilizando maquinaria, lo que permite

incluso un mayor rendimiento. Debe asegurarse que la disminución de la densidad no sea excesiva, ya que estos sistemas se encuentran en una fase óptima de producción y no conviene descargar en exceso el número de ejemplares por unidad de superficie. En este caso podría emplearse un tractor con apero de cadenas que realice pases en la zona tratada de manera irregular, así se garantiza la reducción de carga de combustible ante un posible incendio forestal y, además, se mantiene o incrementa la producción fúngica y el acceso a la misma. En todo caso, hay que asegurar que se cumplen los criterios de conservación del suelo forestal y se minimiza el impacto paisajístico de la actuación.



**Figura 80.** Detalle de la ejecución de un desbroce parcial manual. Foto: Pablo Martín-Pinto.



**Figura 81.** Detalle de desbroce parcial ejecutado manualmente. Foto: Pablo Martín-Pinto.

**Figura 82.** Efecto del desbroce en matorral de *Erica scoparia* y *Cistus ladanifer*. Tábara (Zamora). Foto: Juan Andrés Oria de Rueda.



**Figura 83.** Numerosas orquídeas, plantas amenazadas y endémicas proliferan tras los desbroces y quemas prescritas. Foto: Pablo Martín-Pinto.



## Propuestas específicas para cada formación de matorral

### Consideraciones comunes

#### Época

- Otoño-invierno. Variable en función del clima, ubicación costera o interior. Siempre cumpliendo con las prescripciones de la quema

#### Superficie

- Variable
- Anchura de 50 m por banda o 100 m
- Respetando rodales refugio ( $\geq 200 \text{ m}^2$ )
- Área perimetral labrada

#### Tipo de quema

- Quema rápida a favor de pendiente, baja residencia del fuego, baja severidad, aseguradas las zonas críticas del perímetro, etc.
- Quema lenta en zonas de acumulación de combustible donde requiera mayor combustión

#### Recurrencia

- Variable, seguida de mantenimiento mecánico o ganado

#### Consideraciones

- Mantener 2-4 refugios por hectárea
- A mayor superficie total, mayor superficie quemada
- Aplicar irregularidad: paisaje mosaico
- Cuidado erosión (pendiente baja, faja por curva de nivel, romper longitud efectiva talud manteniendo vegetación)
- Inspección previa sobre efecto a fauna
- En marzo nidos. En junio tener cuidado polladas

#### Mantenimiento

- Desbroces complementarios en primavera
- Intercalar ganado en la siguiente temporada evitando la época de fructificación de hongos

### Brezal bajo

#### Época

- Octubre-marzo (zonas del interior)
- Septiembre-enero (zonas costeras)

#### Superficie

- 0,5-3,0 ha (máximo hasta 6 ha)
- Anchura de 50 m por banda o 100 m respetando rodales refugio ( $\geq 200 \text{ m}^2$ )
- Área perimetral labrada

#### Tipo de quema

- Quema rápida a favor de pendiente, baja residencia del fuego, baja severidad, aseguradas las zonas críticas del perímetro, etc.

#### Recurrencia

- 10-12 años

#### Consideraciones

- Mantener 2-4 refugios por hectárea
- A mayor superficie total, mayor superficie quemada
- Aplicar irregularidad: paisaje mosaico
- Cuidado erosión (pendiente baja, faja por curva de nivel, romper longitud efectiva talud manteniendo vegetación, etc.)
- Inspección previa sobre efecto a fauna
- En marzo nidos. En junio, ojo polladas

#### Mantenimiento

- Desbroces complementarios (marzo/mayo)
- Intercalar ganado en la siguiente temporada evitando la época de fructificación de hongos

2 cabras	1 ha
2 ovejas	1 ha
1 vaca	10 ha
1 caballo/burro	10 ha

# Brezal alto / escobonal

## Época

- Octubre-marzo (zonas del interior)
- Septiembre-enero (zonas costeras)

## Superficie

- 5-10 ha (máximo hasta 15 ha)
- En zonas muy extensas ampliar la superficie de quema hasta 25-30 ha
- Anchura de 100 m por banda o 150 m respetando rodales refugio ( $\geq 200 \text{ m}^2$ ). Para fauna silvestre y ganado. En quemas de gran extensión los refugios ( $\geq 500 \text{ m}^2$ )
- Superficie inferior si hay presencia de arandaneras en el subpiso (máximo 6 ha)
- Área perimetral labrada (mayor ancho de seguridad)

## Tipo de quema

- Quema con alta residencia del fuego. Sin viento ni pendiente a favor. Para conseguir una mayor reducción del combustible. Quema de mayor virulencia por carga de combustible

## Recurrencia

- 10-12 años

## Consideraciones

- Mantener 2-4 refugios por hectárea
- A mayor superficie total, mayor superficie quemada
- Aplicar irregularidad: paisaje mosaico
- Mantener erosión y pendiente baja
- Inspección previa sobre efecto a fauna
- En marzo nidos. En junio, ojo polladas
- Mayores precauciones por elevada carga de combustible

## Mantenimiento

- Desbroces complementarios (marzo / mayo)
- Intercalar ganado en la siguiente temporada evitando la época de fructificación de hongos

2 cabras	1 ha
2 ovejas	1 ha
1 vaca	10 ha
1 caballo/burro	10 ha

# Jaral

## Época

- Septiembre- febrero

## Superficie

- 1-6 ha (máximo hasta 10 ha, si la extensión a tratar es muy amplia)
- Anchura de 50 m por banda o 100 m respetando rodales refugio ( $\geq 200 \text{ m}^2$ )
- Área perimetral labrada

## Tipo de quema

- En función de la época puede ser necesario tratamiento mecánico previo
- En ese caso dejar secar y realizar una quema rápida a favor de viento y pendiente para menor residencia del fuego y combustión completa. Anclando por seguridad en el extremo frontal

## Recurrencia

- 18-20 años

## Consideraciones

- Aplicar irregularidad: paisaje mosaico
- Cuidado con la cría de animales antes de hacer la quema. Marzo nidos. Polladas en junio

## Mantenimiento

- Desbroces complementarios (cada 5 años)
- Alternancia de edades en el paisaje para homogenizar las producciones micológicas. Cada edad conlleva asociadas distintas especies comestibles
- Mantenimiento de densidades reducidas
- Intercalar ganado en la siguiente temporada evitando la época de fructificación de hongos

2 cabras	1 ha
2 ovejas	1 ha
1 vaca	5 ha
1 caballo/burro	10 ha

# Aulagar / tojar

## Época

- Octubre-marzo (zonas del interior)
- Septiembre-enero (zonas costeras)

## Superficie

- 2-15 ha (máximo hasta 20 ha)
- En zonas muy extensas ampliar la superficie de quema hasta 30 ha
- Anchura de 100 m por banda o 150 m respetando rodales refugio ( $\geq 200 \text{ m}^2$ ). Para fauna silvestre y ganado
- Área perimetral labrada (mayor ancho de seguridad especialmente en tojares con mayor carga de combustible)

## Tipo de quema

- Quema con alta residencia del fuego. Sin viento ni pendiente a favor. Para conseguir una mayor reducción del combustible. Quema de mayor virulencia por carga de combustible

## Recurrencia

- 10 años

## Consideraciones

- Mantener 2-4 refugios por hectárea
- A mayor superficie total, mayor superficie quemada
- Aplicar irregularidad: paisaje mosaico
- Diseñar corredores de escape para fauna y personal de extinción
- Mantener erosión y pendiente baja
- Inspección previa efecto a fauna
- En marzo nidos. En junio, ojo polladas
- Mayores precauciones por elevada carga de combustible

## Mantenimiento

- Desbroces complementarios (marzo / mayo)
- Intercalar ganado en la siguiente temporada evitando la época de fructificación de hongos

4 cabras	1 ha
4 ovejas	1 ha
2 vacas	10 ha
2 caballos/burros	10 ha

## Brezales

Para la conservación apropiada de sus valores ecosistémicos los brezales requieren de un cuidadoso mantenimiento. El cese de todas las actividades tradicionales agroganaderas que mantenían al brezal, ocasiona en muchos casos la senescencia y muerte de muchos de estos matorrales de modo extenso, asociado además a la proliferación masiva de líquenes muy pirófitos. Por ello, al ser pasto de fuegos fortuitos o intencionados arden enormes superficies, especialmente en el ámbito galaico y asturleonés. En el extremo contrario, el sobrepastoreo permanente en ciertas áreas contribuye a la degradación extrema del matorral y aumento de la erosión.

La quema prescrita y rotacional de áreas pequeñas para configurar un mosaico de formaciones de diferentes edades constituye la base del manejo del brezal seco, variable según las distintas localidades y especies (el brezal higroturboso con turba es una excepción). El fuego rotacional, es decir itinerante y periódico, era habitualmente empleado por los pastores para promover el desarrollo del brote tierno y de la hierba, así como para acceder a la extracción de las cepas para su utilización como combustible. Para ello se quemaba cada cierto tiempo una superficie de brezal viejo, originando un mosaico de teselas de diferente edad. En los brezales asturleonés la temporada de quema de brezal senescente y viejo empezaba a partir de San Miguel (29 de septiembre) y terminaba al comienzo de marzo. El guardamontes o montanero indicaban qué zona debía ser quemada. El tamaño de la tesela iba de 0,5 a 3 ha de superficie. La rotación del tratamiento se producía cada 20 años aproximadamente (aunque podía variar entre 15 y 30 años) según se comprobaba el avanzado estado de senescencia del matorral. El trabajo era hecho en facendera (trabajo comunal donde un miembro de cada familia acudía al control del mismo).

Las labores de manejo del brezal por medio de quemas prescritas, desbroces y pastoreo rotacional beneficia notablemente a la apicultura, pues el rejuvenecimiento de la vegetación aumenta la producción de néctar y polen (MacLennan, 1995). Los hongos comestibles y de interés socioeconómico más frecuentes en brezales son *Clitocybe geotropa*, *Clitocybe nebularis*, *Agaricus campestris*, *Calocybe gambosa*, *Leucopaxillus candidus*, *Boletus reticulatus*, *Russula cyanoxantha*. La mayor parte de estos proliferan cuando el brezal está aclarado por medio de quema prescrita y desbroce, siendo muy raros e inalcanzables en el brezal denso o viejo. También resulta recomendable la realización de un escarificado o laboreo superficial que ayuda a restaurar la presencia de gramíneas del grupo

de *Festuca rubra*, *Poa pratensis*, etc., en el ámbito de estas agrupaciones. Estas acciones sirven también para que algunas cistáceas como *Halimium lasianthum*, *Cistus salviifolius* o *Halimium ocymoides* vuelvan a desarrollarse, pudiendo entonces producir especies ectomicorrícicas como *Boletus reticulatus*, *Boletus edulis*, *Russula cyanoxantha*, *Cantharellus cibarius*, etc. El ejemplo más claro es la ocupación temporal del territorio por la cistácea *Halimium alysoides* una vez ejecutada una quema prescrita en brezal galaico y cantábrico.

La matorralización completa de brezo supone la pérdida de los apreciados hongos anteriormente citados, de ahí que las labores de manejo de matorral para la reconstitución del mosaico pastizal & agrupación leñosa sean absolutamente necesarios.



**Figura 84.** Brezal de *Erica vagans*, muy frecuente en el norte de España, tanto en terrenos silíceos como calizos. Foto: Juan Andrés Oria de Rueda.



**Figura 85.** El ganado equino y bovino extensivo controlado mantiene las teselas de pradera y controla la invasión de matorral y lastonar; a la vez que aporta abono para numerosas especies de hongos comestibles como *Calocybe gambosa*, *Clitocybe geotropa*, *Macrolepiota procera*. Montaña cantábrica. Foto: Pablo Martín-Pinto.



**Figura 86.** Extensos brezales de *Erica australis* y *Calluna vulgaris* en la montaña segoviana. Foto: Juan Andrés Oria de Rueda.



**Figura 87.** Detalle de jaral envejecido con gran acumulación de combustible. Foto: Pablo Martín Pinto.

Destacan los matorrales de jara (*C. ladanifer*) y chaguazo (*Halimium lasianthum* (Lam.) Spch) que son productores de *Boletus edulis* y *Boletus aereus*. Muchos de estos matorrales de cistáceas han invadido lo que fueron antiguos campos de cultivo agrícola de secano, sobre todo de centeno. En los últimos años se asiste a una densificación y aumento de la cubierta arbórea en este hábitat lo que lleva a una fuerte disminución del mismo.

Se trata de un matorral pirófito que se ve mantenido y beneficiado por el fuego repetido. Tras el fuego se produce la germinación y desarrollo de millones de plántulas. Esto da lugar al jaral entramado, densísimo e impenetrable al cabo de pocos años, donde se alcanzan frecuentemente densidades de 20.000 y 30.000 pies ha<sup>-1</sup> e incluso superiores. El jaral demasiado espeso produce muchas menos setas que el jaral aclarado o «adehesado». Para ello, resulta importante mantener el jaral con una cubierta de un 20 a 50 %. Cuando se desbroza un jaral hay que tener en cuenta que se produce la germinación inmediata de miles y aún millones de semillas de jara. Esta germinación hace que al cabo de pocos años las bandas sin vegetación de nuevo se convierten en jaral. Este factor es fundamental para seguir realizando tratamientos y mantener el ecosistema en las mejores condiciones de producción.

Son dos los aspectos fundamentales para favorecer la producción de *Boletus gr. edulis* en los jarales de *Cistus ladanifer*:

**A) Rejuvenecimiento de la masa.** Mantenimiento del jaral relativamente joven, entre los 5 y 15 años es el óptimo en la producción micológica.

**B) Aclarado de la masa.** La fracción de cabida cubierta debe ser del orden del 20 al 50 %.

Las técnicas a aplicar para aclarar el jaral de forma adecuada pueden ser:

**A) Jarales de entre 5 y 20 años.** Los tratamientos consistirán en desbroces que comenzarán a partir de los 5-10 años de edad con el fin de preparar el jaral para la máxima producción y se realizarán en el 50 % de la superficie. El objetivo es mantener el jaral en edades comprendidas entre los 0 y los 20 años de edad a la vez que se disminuye la densidad. Para ello se aplicará: desbroce mecanizado por fajas o bandas o un desbroce manual.

El desbroce mecanizado por fajas o bandas, consiste en utilizar una desbrozadora de martillos o cadenas acoplada a la toma de fuerza de un tractor. El desbroce debe hacerse irregular para favorecer el efecto borde y maximizar el valor ecológico. La anchura recomendada de las bandas desbrozadas es de unos 2 a 4 m y la anchura máxima no debe ser de más de 5 m. En caso de pendientes superiores al 8 % se deben realizar las bandas de desbroce según curvas de nivel para evitar la erosión. El desbroce manual consistirá en una eliminación de la vegetación con motodesbrozadora de disco dirigida por un operario que seguirá un itinerario irregular hasta conseguir eliminar la cobertura vegetal deseada. La anchura de bandas óptima es de 1,5 a 3 m.

**B) Jarales de más de 20 años.** El objetivo principal es el rejuvenecimiento del jaral. El jaral senescente, moribundo y puntiseco produce muy pocos hongos, lo que suele ocurrir sobre todo en las masas envejecidas de más de 20 años. Se suele identificar muy bien en campo, debido a la cantidad de tallos secos y la gran abundancia de líquenes, como *Evernia prunastri* (L.) Ach. Este jaral senescente resulta de escaso valor biológico y micológico, siendo además un peligro por la facilidad de quemarse.

Por tanto, la técnica consiste en eliminar totalmente el jaral senescente mediante un desbroce mecanizado por fajas o bandas amplias y favorecer su regeneración natural. Si la superficie es grande se hará en dos fases (2 años) para evitar el impacto visual y ecológico. En los lugares con una pendiente mayor del 15 % se hará de igual forma en dos fases (2 años) para evitar la erosión de los suelos, siempre realizando las fajas según curvas de nivel. A los 3-4 años el jaral estará totalmente regenerado y será necesario realizar los desbroces mencionados en el apartado anterior ya que el crecimiento de las jaras es considerablemente rápido. Los desbroces se repetirán cada cinco años hasta los 18-20 años, edad en la que se comenzará nuevamente con la eliminación de la masa envejecida.



**Figura 88.** Quema prescrita de matorral seco en la Sierra Morena (Sevilla). Foto: Pablo Martín Pinto.



**Figura 89.** No se deben escatimar los cuidados en la planificación estratégica en las quemas prescritas para asegurar totalmente el éxito de las mismas. Foto: Pablo Martín Pinto.



**Figura 90.** Los apreciados gurumelos (*Amanita ponderosa*) en jaral en primavera. Sierra Morena (Sevilla). Foto: Juan Andrés Oria de Rueda.

**Figura 91.** Extenso jaral de *Cistus ladanifer* productor de *Boletus edulis*. Aliste (Zamora). Foto: Juan Andrés Oria de Rueda.



**Figura 92.** Jaras jóvenes vigorosas procedentes de germinación inmediata a la quema prescrita. Tabuyo del Monte (León). Foto: Pablo Martín Pinto.



**Figura 93.** Empleo de agua para reducir la altura de llama en una quema prescrita en el Parque Nacional de Doñana (Huelva). Foto: Pablo Martín Pinto.





**Figura 94.** Aulagar senescente de *Genista hirsuta* con alguna *Retama sphaerocarpa*. Parque Nacional de Monfragüe (Cáceres). Foto: Juan Andrés Oria de Rueda.



**Figura 95.** *Boletus corsicus* de jaral de *Cistus ladanifer*. Villaferrueña (Zamora). Foto: Juan Andrés Oria de Rueda.

## Leguminosas

### Escobales y piornales

El manejo de los escobonales resulta imprescindible para la conservación de la biodiversidad, además de reducir el riesgo de propagación del fuego a lo largo de grandes superficies. En la montaña cantábrica la quema prescrita y el desbroce de escobonales de *Cytisus* y *Genista* atrae especialmente a animales muy amenazados como la endémica liebre del piornal (*Lepus castroviejoi*) que acude a alimentarse del rebrote tierno (Ballesteros y Palacios, 2009). Los desbroces selectivos, con tractor de cadenas o con retroaraña equipada con cabezal de desbroce, también favorecen a la escasa y protegida perdiz pardilla (*Perdix perdix hispaniolensis*). Estos tratamientos de quema prescrita y desbroce resultan, además, muy positivos para muchas aves (acentor alpino, escribano hortelano, aguilucho pálido y cenizo, etc.), para reptiles protegidos como el lagarto verdinegro y para multitud de mariposas, arácnidos, etc. incluidos en las listas de especies amenazadas. Por el contrario, el abandono de la gestión en estas formaciones, expulsa y enrarece a muchas estirpes de flora y fauna, favoreciendo, por ejemplo, a la preocupante proliferación del jabalí.

Para la gestión de los escobonales se requiere el mantenimiento de hábitats estructuralmente heterogéneos, es decir, que alternen pastizales con zonas de vegetación leñosa no excesivamente vieja. Lo ideal es planificar rozas selectivas, aclareos o quemas prescritas aplicadas a pulsos irregulares en superficies de entre 0,5-3,0 ha, que favorezcan la proliferación del pasto que sirve de alimento al ganado, a la caza menor (liebres y perdices) y mayor; alternadas con áreas de matorral denso que ofrecen refugio a la fauna en la época seca y en el invierno. Las áreas de matorral tratado (tanto desbrozado como tratado con quema prescrita) combinado con el pastoreo tradicional, presentan una mayor diversidad y heterogeneidad espacial, además de mayor proporción de leguminosas, en especial de tréboles (Fernandez Santos *et al.*, 1992).

En zonas de grandes escobonales de ladera se puede realizar un desbroce selectivo de entre 1 y 3 ha con bandas de anchura de un máximo de 30 m. Este desbroce selectivo respeta setos, manchas y corros de matorral que sean refugio de la fauna y del ganado. No se deben desbrozar pendientes de más de un 40%. Se respetarán las vaguadas y su entorno, así como los 10 m de anchura en torno a los bordes de arroyos y cursos de agua. Tampoco se desbrozará el entorno de roquedos, pedregales y gleras, manteniendo un mínimo de 5 m alrededor de cualquiera de estas agrupaciones vegetales que sean de valor estratégico para la biodiversidad y el paisaje.

Se recomienda ejecutar las quemas prescritas y los desbroces selectivos en épocas en las que no haya peligro de incendio forestal, evitando también, las épocas de cría de la fauna. En Andalucía y Extremadura, donde las aves comienzan la cría antes, serían más indicados los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero. Por el contrario, en comarcas muy lluviosas del norte de España llega a ser recomendable el mes de julio para el desbroce en áreas protegidas, una vez que la cría se haya completado.

La quema prescrita en mosaico se reserva especialmente para matorrales senescentes, caracterizados por una menor cobertura foliar, un menor contenido de humedad, incluso con corteza separada y revirada y en algunos casos, con presencia de líquenes, para facilitar la ignición; así como en áreas de menor pendiente, pedregosas, de imposible desbroce o en áreas de conservación de liebre del piornal, liebre común u oso pardo.

Los géneros diversos de *Genisteae* tienen valor apícola por ser buenos productores de polen (*Cytisus*) y de néctar y polen (*Genista*, *Retama* y *Adenocarpus*). De néctar apreciado destacan las labiadas (*Thymus praecox*, *Thymus pulegioides*, *Thymus mastichina*, *Lavandula stoechas pedunculata*), compuestas (cardos especialmente), umbelíferas, rosáceas, etc. que crecen en los escobonales cuando se aclaran o desbrozan.

En la Navarra húmeda, muchos pastos cubiertos de escobales de *Genista teretifolia* (txinizta) junto a otras especies recuperan sus apreciadísimos setales de ziza, perretxiko o usun (*Calocybe gambosa*) y *Clitocybe geotropa* por medio de quema prescrita (tradicional o bien con desbroce y quema de los restos del matorral sobre el terreno). Esta quema en esos pagos lluviosos se hace típicamente por San Lorenzo (10 de agosto) y de allí el dicho vasco: «Santo Laurenti, berroari illindi» (literalmente: San Lorenzo, tizón a la artiga, en vascuence roncalés). Para el mantenimiento de la producción de estos hongos debe existir ganadería extensiva. Para la abundante producción de las apreciadas setas de cardo y cañaflaja (*Pleurotus eryngii*) en el ámbito de los escobonales se recomienda el desbroce y escarificado superficial tras las heladas invernales, es decir en marzo-abril, que permite la masiva aparición de las plantas huéspedes de la seta de cardo y cañaflaja, es decir de las umbelíferas cardo corredor (*Eryngium campestre*), cardo azul (*Eryngium tenue*) y la cañaflaja (*Thapsia villosa*). Para todas las especies se recomienda que haya un pastoreo tradicional o, al menos, rotacional de ganado preferentemente lanar y vacuno, que además de mantener el escobal aclarado promueven por su paso (escarificado por sus pezuñas) y sus deyecciones la aparición y mantenimiento del hábitat adecuado.



**Figura 96.** Quema prescrita ejecutada en Cantabria. Foto. Pablo Martín-Pinto.



**Figura 97.** Escobonal de *Cytisus multiflorus* en primavera. Cabeza de Manzaneda (Ourense). Foto: Juan Andrés Oria de Rueda.

## Tojares

Las acciones directas consisten en: fuego, desbroce y laboreo. El tojo es muy inflamable y puede alcanzar una altura de llama elevada. La quema prescrita deberá hacerse con gran precaución. El desbroce se suele llevar a cabo con motosierra o sierra limpiadora. Es necesario mantener los argomales o tojares en edades juveniles a fin de reducir su capacidad de propagación de incendios forestales (Madrigal *et al.*, 2012). Los parches aislados de otra vegetación podrían quemarse pero con extrema precaución. La quema elimina la mayor parte de materia orgánica seca acumulada, por lo que ayuda a eliminar nutrientes y semillas para germinar.

Acciones indirectas: tras la quema prescrita y el desbroce, el ganado controla bien la proliferación del matorral si la carga ganadera es elevada.

En algunas regiones las poblaciones altas de conejo a menudo suprimen la regeneración del tojo, por lo que los rodales recién tratados pueden necesitar protección mediante vallas adecuadas si se desea conservarlos. En zonas de montaña, se hace necesario el control de los helechos; de lo contrario, crecerán rápida y vigorosamente y la sombra afectará a los tojos en su desarrollo.



**Figura 98.** Quema prescrita en tojares o argomales de *Ulex gallii* en Cantabria que beneficia a la perdiz pardilla y a la liebre del piornal. Foto: Antonio Rodríguez.



**Figura 99.** Aulagares de *Genista hispanica* muy cerrados. Valderredible (Cantabria). Foto: Pablo Martín Pinto.

En el caso de los desbroces se recomienda dejar un pequeño porcentaje de aulaga adulta para favorecer a las aves, caza menor y fauna en general, en los márgenes o en golpes dispersos. Se puede llevar a cabo la escarificación o labrado superficial con cultivador para, de esta manera, arrancar de raíz la aulaga y escarificar el terreno evitando el rebrote; esto sirve también para controlar el lastonar de *Brachypodium* (herbazal embastecido, senescente y pirófito de *Brachypodium phoenicoides* y *B. retusum*) En los terrenos correspondientes a erizones se ha recomendado la siembra de cobertera y escarificaciones superficiales tras las fuertes heladas invernales y del redileo apisonador (Montserrat, 2009).

Las extensiones invadidas de erizón se pueden trabajar mediante desbroce por fajas de 50 m de anchura con tractores de cadenas y grada que escarifica el suelo y favorece la pradera. Si es posible, resiembra de leguminosas y en especial de la endémica y valiosísima esparceta pirenaica (*Onobrychis pirenaica*), que ocupa los pastizales en el mismo rango de altitudes que el erizón y que favorece además a las otras gramíneas de gran valor pascícola y ganadero, como *Festuca rubra*. Este manejo de erizones resulta ser el más apropiado para la fructificación de los setales apreciadísimos de usón o perrechico pirenaico (*Tricholoma georgii* o *Calocybe gambosa*), seta emblemática de estas zonas que se ha perdido a casua de la matorralización progresiva de la montaña pirenaica. La

quema prescrita produce un aumento de la diversidad vegetal del erizonal pirenaico destacado durante el tercer año pero que se va reduciendo partir de ahí, salvo que la carga ganadera sea elevada. No puede hacerse en laderas de mucha pendiente por la exagerada erosión que se produce.



**Figura 100.** Matorralización de antiguas praderas de alta montaña, completamente invadidas de erizón (*Echinopartum horridum*) en el Pirineo de Huesca a unos 1900 m de altitud. Se trata de una formación vegetal fuertemente pirófila. Foto: Juan Andrés Oria de Rueda.

Debido al auge y obligación de dejar barbechos melíferos, áreas de flores silvestres, etc., que se requieren por parte de la política agraria, se dispone de un número elevado de variedades de estas plantas de valor pascícola, melífero o ambiental. A falta de semillas de estas estirpes locales, se recomienda la siembra de *Onobrychis viciifolia* (Montserrat, 2009). Las especies de *Onobrychis* facilitan la entrada de leguminosas de valor elevado. El proveer de estas leguminosas forrajeras menores junto a las gramíneas que se instalan inmediata y posteriormente a los tratamientos (*Poa bulbosa*, *Poa annua*, *Festuca hystrix*, *Festuca rubra*, *Koeleria vallesiana*) significa que el ganado y la fauna pueda acceder a fuentes más nutritivas y diversas que las estrictamente formadas por las aulagas (Benavides *et al.*, 2009).

Todo este manejo, junto al aprovechamiento del ganado lanar autóctono (raza ojalada o cuca, churra soriana, montesina, segureña, asturleonense o xalda, etc.) y cabrío pirenaico, blanca celtibérica o serrana (García Dory *et al.*, 1990), es la base para contrarrestar la matorralización extrema o parte de aulagares mediterráneos calcícolas. También el pastoreo con équidos disminuye la dominancia de las aulagas sobre la composición del matorral (Benavides *et al.*, 2009). Cuando los erizones y aulagas de

cualquier tipo se pastan con yegudas se asiste a una diversificación de las especies y a una disminución de la matorralización.

**Figura 101.** Oveja asurleonesa (*ouveya xalda*), del tronco céltico de la oveja escocesa, especialista en mantener los mosaicos de brezal y tojo de montaña y evitar la propagación de grandes incendios. Vega-baño (León). Foto: Pablo Martín Pinto.



**Figura 102.** Galampernas o cucuriles (*Macrolepiota procera*) recogidas en el ámbito de piornal aclarado y aprovechado por el ganado vacuno avileño. Foto: Juan Andrés Oria de Rueda.



**Figura 103.** Cucumiles o galapiernos (*Macrolepiota procera*) brotando en escobal quemado. Valle Amblés (Ávila). Foto: Pablo Martín-Pinto





**Figura 104.** (Izquierda) chagazo (*Halimium alyssoides*), cistácea pirófitá frecuente en las áreas montañosas de la mitad occidental de España y que produce numerosos hongos micorrícicos comestibles como *Boletus edulis*. (Derecha), *Boletus reticulatus*, *Russula cyanoxantha*, etc. Foto: Juan Andrés Oria de Rueda.



**Figura 105.** Vacada autóctona de raza alitano sanabresa, adaptada a alimentarse de matorral de brezales, tojares, jarales, etc. Verdadera controladora de la vegetación senescente, elimina el exceso de biomasa mientras mantiene áreas cortafuegos y el mosaico en el paisaje. Sierra de la Culebra en Tábara (Zamora). Foto: Pablo Martín-Pinto.

## 6. Sucesión vegetal y producción micológica

### Matorrales que pueden producir hongos cuando se plantan árboles

**Figura 106.** Fructificación de *Boletus edulis* bajo arbolado (*Castanea sativa*). Foto: Juan Andrés de Oria Rueda.



En la gestión de espacios naturales, habrá superficies de matorral que se destinen a recuperar el bosque y a producir hongos comestibles forestales. En suelos pedregosos y pobres se han empleado los pinos por su carácter frugal y pionero, así como por su vigor y crecimiento rápido en los primeros años, que incluye la elevada producción de apreciados hongos comestibles como *Lactarius deliciosus* y *Lactarius sanguifluus* desde su estadio inicial. Las frondosas, como robles, castaños, hayas, alcornoques y encinas son buenas productoras de setas comestibles como *Boletus aereus*, *Boletus reticulatus*, *Cantharellus cibarius*, *Russula cyanoxantha* y *Amanita caesarea*, aunque requieren mayores cuidados iniciales de supervivencia y mantenimiento (escarificado, binas, desbroces, etc.) tras la plantación para favorecer su buen desarrollo y asegurar su futuro.

Cuando se realizan repoblaciones forestales en una zona de matorral la comunidad de hongos varía, de acuerdo con la especie arbórea utilizada. Así un piornal de montaña que se repuebla de *Pinus sylvestris*

va a poder producir hongos micorrícicos asociados a pinos, primero los de tipo pionero (*Suillus*, *Lactarius*) y más adelante los de estadios de madurez (*Boletus pinophilus*, *Hygrophorus marzuolus*, *Cantharellus cibarius*). Se puede emplear planta micorrizada si se desea tener alguna especie con mayor seguridad, como ocurre con las encinas micorrizadas de trufa negra.

Los matorrales silicícolas y en concreto los brezales y tojales crecen en terrenos pobres y pedregosos donde pueden crecer pinos, robles y castaños, árboles productivos de hongos micorrícicos muy apreciados. Los primeros en dar cosechas de setas son los pinos (a los 4-5 años), con su producción de *Lactarius deliciosus*, *Suillus luteus* y *Rhizopogon roseolus*. Posteriormente los castaños y alcornoques (a los 10 años) y finalmente los robles (20-30). En los terrenos calizos las encinas y robles carrasqueños se adelantan en la producción de trufas, a partir de los 7 años, e incluso, gracias a la adición temprana de sustratos, a los 4.

De hecho, las plantaciones cuidadas de castaños que en los últimos años se han implantado en muchas zonas de Galicia y León se han convertido en muy buenas productoras de *Boletus* de primera clase, compatibilizando la cosecha de fruto con la de hongos. En una misma plantación fructifican habitualmente los llamados cuatro «grandes»: *Boletus edulis*, *B. pinophilus*, *B. aereus* y *B. reticulatus*. Parece ser que los mejores resultados de producción micológica se han dado en terrenos donde se había cultivado centeno uno o dos años antes de la repoblación. Esta gramínea de adecuación (también la avena negra o los trigos «barbilla» y «caaveiro»), limpia el terreno previamente de posibles hongos ectomicorrícicos competidores. Estas siembras también se recomienda cuando se plantan encinas y robles truferos en terreno calizo, empleando centenos, cebadas y trigo candéal.

Las plantaciones de castaño de densidad baja, de unos 100 o 150 pies ha<sup>-1</sup>, con plantones de 2 m de altura dan mejor resultado, pero es necesario pasar el cultivador los primeros años. El gradeo afecta a las raíces y no resulta recomendable en absoluto. La variedad híbrida Marigoule, muy valorada por su fruto, es una de las mayores productoras de *Boletus* en el ámbito de los brezales y tojos; se llega a obtener 300 kg de *Boletus* ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> y es recomendable vallar y vigilar el castañar por los posibles robos de cosecha o las incursiones de jabalíes. Una vez que los árboles alcanzan 3 m de alto, las intervenciones se limitan a segar la hierba o desbrozar el brezo para facilitar la recogida de castañas y hongos.

La producción de hongos micorrícicos comestibles es mayor en los terrenos pobres que en los fértiles. En los suelos de calidades agrológicas

bajas (superficiales y abundantes en gravas y piedras), aunque los árboles apenas se desarrollan, la producción de hongos de los géneros *Boletus*, *Cantharellus* o *Amanita* son mejores. Por el contrario, los hongos saprófitos como galampernas (*Macrolepiota*), perrechicos (*Calocybe gambosa* y *Calocybe constricta*), champiñones (*Agaricus arvensis* y *A. campestris*), plateras o montesinas (*Clitocybe geotropa*) y pies azules (*Lepista nuda* y *Lepista personata*) producen sus grandes cosechas en terrenos muy abonados por el ganado.



**Figura 107.** *Boletus reticulatus*, abundantísimo tras las tormentas estivales en los robledales y castaños, pero también en matorrales de cistáceas. Foto: Juan Andrés Oria de Rueda.



## Bibliografía

- ALEM, D., DEJENE, T., ORIA DE RUEDA, J.A., GEML, J., CASTAÑO, C., SMITH, J.E., MARTÍN-PINTO, P., 2020. Soil fungal communities and succession following wildfire in Ethiopian dry montane forests, a highly diverse underexplored ecosystem. *Forest Ecology and Management*, 474 (May), 118328 <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118328>.
- BALLESTEROS, F. y PALACIOS, B., 2009. Situación y conservación de la liebre del piornal *Lepus castroviejoii* en la cordillera Cantábrica. Ed. ICONA (Organismo Autónomo Parques Nacionales). Madrid. 160 pp.
- BARTOLOMÉ, C., ÁLVAREZ, J., VAQUERO, J., COSTA, M., 2005. Los tipos de hábitat de interés comunitario de España. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid. 286 pp.
- BENAVIDES, R., CELAYA, R., FERREIRA, L.M.M., JÁUREGUI, B.M., GARCÍA, U., OSORO, K., 2009. Grazing behaviour of domestic ruminants. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 7, 417-430.
- BERGUA, S.B., ALFONSO, J.L.M., PIEDRABUENA, M.Á.P., 2017. El paisaje vegetal y los hábitats forestales de interés comunitario en la Montaña Central Asturiana. *Cuadernos Geográficos*, 56 (1), 26-52.
- BONET, J.A., GONZÁLEZ-OLABARRIA, J.R., MARTÍNEZ DE ARAGÓN, J., 2014. Mushroom production as an alternative for rural development in a forested mountainous area. *Journal of Mountain Science*, 11(2), 535-543. <https://doi.org/10.1007/s11629-013-2877-0>.
- BZDYK, R.M., OLCHOWIK, J., STUDNICKI, M., NOWAKOWSKA, J.A., OSZAKO, T., URBAN, A., HILSZCZAŃSKA, D., 2019. Ectomycorrhizal colonization in declining oak stands on the Krotoszyn Plateau, Poland. *Forests*, 10 (1), 30. <https://doi.org/10.3390/f10010030>.
- CAIRNEY, J.W.G., BASTIAS, B.A., 2007. Influences of fire on forest soil fungal communities, in: *Canadian Journal of Forest Research*, 207-215. <https://doi.org/10.1139/X06-190>.
- CASTAÑO, C., HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ, M., GEML, J., EBERHART, J., OLAIZOLA, J., ORIA DE RUEDA, J.A., MARTÍN PINTO, P., 2020. Resistance of the soil fungal communities to medium-intensity fire prevention treatments in a Mediterranean scrubland. *Forest Ecology and Management*, 472, 118217.
- CASTROVIEJO, S., 1977. Estudio sobre la vegetación de la sierra del Invernadero. ICONA MA Madrid. 102 pp.
- COMANDINI, O., CONTU, M., RINALDI, A.C., 2006. An overview of *Cistus* ectomycorrhizal fungi. *Mycorrhiza*, 16(6), 381-395. <https://doi.org/10.1007/s00572-006-0047-8>
- DELIBES-MATEOS, M., REDPATH, S.M., ANGULO, E., FERRERAS, P., VILLAFUERTE, R., 2007. Rabbits as a keystone species in southern Europe. *Biological Conservation*, 137 (1), 149-156.
- DELIBES-MATEOS, M., DELIBES, M., FERRERAS, P., VILLAFUERTE, R., 2008. Key role of European rabbits in the conservation of the Western Mediterranean basin hotspot. *Conservation Biology* 22 (5), 1106-1117.

- DELLAFIORE, C.M., MUÑOZ-VALLÉS, S., GALLEGU-FERNÁNDEZ, J.B., 2006. Rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) as dispersers of *Retama monosperma* seeds in a coastal dune system. *Ecoscience*, 13(1), 5-10.
- DOVE, N.C., HART, S.C., 2017. Fire reduces fungal species richness and in situ mycorrhizal colonization: A meta-analysis. *Fire Ecology*, 13, 37-65. <https://doi.org/10.4996/fireecology.130237746>.
- ESPINOSA, J., MADRIGAL, J., PANDO, V., DE LA CRUZ, A.C., GUIJARRO, M., HERNANDO, C., 2020. 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., MARTIN-BENITO, D., RODRÍGUEZ DE RIVERA, Ó., HERNANDO, C., GUIJARRO, M., 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., 2021. Prescribed burning to reduce fire severity: effects on pine forests in the iberian system / La quema prescrita para reducir la severidad del fuego: efectos en pinares del sistema Ibérico (Doctoral dissertation, Universidad de Valladolid).
- ESTEBAN PASCUAL, L.S., BADOS SEVILLANO, R., MEDIAVILLA RUIZ, I., 2017. Gestión sostenible de formaciones arbustivas para uso energético.
- FERNANDES, P.M., BOTELHO, H.S., 2003. A review of prescribed burning effectiveness in fire hazard reduction. *International Journal of Wildland Fire*, 12 (2), 117-128.
- FERNÁNDEZ-SANTOS, B., GÓMEZ-GUTIÉRREZ, J.M., TÁRREGA, R., 1992. Efectos de la quema, corte, arranque, abandono o pastoreo del matorral de escoba blanca (*Cytisus multiflorus*) sobre la producción y estructura de la comunidad herbácea. *Pastos: Revista de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, 22 (2), 131-146.
- FERNANDES, P.M., LOUREIRO, C., GUIOMAR, N., PEZZATTI, G.B., MANSO, F.T., LOPES, L., 2014. The dynamics and drivers of fuel and fire in the Portuguese public forest. *Journal of Environmental Management*, 146, 373-382.
- FERNÁNDEZ, C., VEGA, J.A., FONTURBEL, T., 2013. Shrub resprouting response after fuel reduction treatments: comparison of prescribed burning, clearing and mastication. *Journal of environmental management*, 117, 235-241.
- FERNÁNDEZ, C., VEGA, J.A., FONTURBEL, T., 2015. Does shrub recovery differ after prescribed burning, clearing and mastication in a Spanish heathland? *Plant Ecology*, 216, 429-437.
- FONTURBEL, M.T., FERNÁNDEZ, C., VEGA, J.A., 2016. Prescribed burning versus mechanical treatments as shrubland management options in NW Spain: Mid-term soil microbial response. *Applied Soil Ecology*, 107, 334-346. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2016.07.008>.
- FRANCO-MANCHÓN, I., SALO, K., ORIA DE RUEDA, BONET, J.A., MARTÍN-PINTO, P., 2019. Are wildfires a threat to fungi in European pinus forests? A case study of boreal and mediterranean forests. *Forests*, 10(4), 309.
- GARCÍA-DORY, M.A., MARTÍNEZ-VICENTE, S., OROZCO, F., 1990. Guía de Campo de las razas autóctonas de España. Alianza Editorial. Madrid. 260 pp.

- GIMINGHAM, C.H., 1996. The lowland heathland management handbook. English Nature science. Peterborough. 201 pp.
- GONZÁLEZ-BERNÁLDEZ, F., 1988. La destrucción del bosque y matorral mediterráneo en España. Departamento Interuniversitario de Ecología. Madrid.
- HANNULA, S.E., TRÄGER, S., 2020. Soil fungal guilds as important drivers of the plant richness-productivity relationship. *The New Phytologist*, 226 (4), 947-949. [https://doi.org/ 10.1111/nph.v226.410.1111/nph.16523](https://doi.org/10.1111/nph.v226.410.1111/nph.16523).
- HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ, M., MARTÍN-PINTO, P., ORIA DE RUEDA, J.A., DIAZ-BALTEIRO, L., 2017. Optimal management of *Cistus ladanifer* shrublands for biomass and *Boletus edulis* mushroom production. *Agroforestry Systems*, 91 (4), 663-676.
- HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ, M., ORIA-DE-RUEDA, J.A., MARTÍN-PINTO, P., 2013. Post-fire fungal succession in a Mediterranean ecosystem dominated by *Cistus ladanifer* L. *Forest Ecology and Management*, 289, 48-57. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.10.009>.
- HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ, M., ORIA DE RUEDA, J.A., PANDO, V., MARTÍN-PINTO, P., 2015. Impact of fuel reduction treatments on fungal sporocarp production and diversity associated with *Cistus ladanifer* L. ecosystems. *Forest Ecology and Management*, 353, 10-20. [https://doi.org/ 10.1016/j.foreco.2015.05.007](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.05.007).
- IPCC, 2015. Summary for Policymakers. In: *Global Warming of 1.5 °C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5 °C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*. Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pörtner, H.O., Roberts, D., Skea, J., Shukla, P.R., Pirani, A., Moufouma-Okia, W., Péan, C., Pidcock, R., S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)). World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, 32 pp.
- KALAND, P.E., 2014. Heathlands-Land-use, ecology and vegetation history as a source for archaeological interpretations. In: *Gulløv: Hans Christian: Northern Worlds, Landscapes, interpretations and dynamics*. Publications from the National Museum of Denmark, Studies in Archaeology & History Vol. 22, Copenhagen. pp 19-47.
- KEELEY, J.E., 2009. Fire intensity, fire severity and burn severity: a brief review and suggested usage. *International Journal of Wildland Fire*, 18 (1), 116-126.
- LEONARDI, M., FURTADO, A.N.M., COMANDINI, O., GEML, J., RINALDI, A.C., 2020. *Halimium* as an ectomycorrhizal symbiont: new records and an appreciation of known fungal diversity. *Mycological Progress*, 19 (12), 1495-1509. <https://doi.org/10.1007/s11557-020-01641-0>.
- LIONELLO, P., SCARASCIA, L., 2018. The relation between climate change in the Mediterranean region and global warming. *Regional Environmental Change*, 18 (5), 1481-1493.

- MACLENNAN, A.S., 1995. Honey production from heather moor in Scotland. En Heaths and Moorland. Cultural Landscapes. Scottish Natural Heritage. Edinburgh, 95-101.
- MADRIGAL, J., MARINO, E., GUIJARRO, M., HERNANDO, C., DÍEZ, C., 2012. Evaluation of the flammability of gorse (*Ulex europaeus* L.) managed by prescribed burning. *Annals of Forest Science*, 69(3), 387-397.
- MAGESAN, G., WANG, H., CLINTON, P., 2012. Nitrogen cycling in gorse-dominated ecosystems in New Zealand. *New Zealand Journal of Ecology*, 36 (1), 21-28.
- MAPA, 2018. Los incendios forestales en España. Decenio 2006-2015. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- MARTÍN-PINTO, P., VAQUERIZO, H., PEÑALVER, F., OLAIZOLA, J., ORIA DE RUEDA, J.A., 2006. Early effects of a wildfire on the diversity and production of fungal communities in Mediterranean vegetation types dominated by *Cistus ladanifer* and *Pinus pinaster* in Spain. *Forest Ecology and Management*, 225 (1-3), 296-305. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2006.01.006>.
- MARTÍNEZ-RUIZ, C., FERNÁNDEZ-SANTOS, B., GÓMEZ, M., PÉREZ, M., 1994. Crecimiento de las plantas de *Cytisus balansae* tras el fuego. *Studia Oecologica*, X-XI, 247-252.
- MEDIAVILLA, O., ORIA-DE-RUEDA, J.A., MARTÍN-PINTO, P., 2014. Changes in sporocarp production and vegetation following wildfire in a Mediterranean Forest Ecosystem dominated by *Pinus nigra* in Northern Spain. *Forest Ecology and Management*, 331, 85-92. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.07.033>.
- MITECO, 2022. Orientaciones estratégicas para la gestión de incendios forestales en España [[https://www.miteco.gob.es/fr/biodiversidad/temas/incendios-forestales/orient\\_estrategicas\\_gestion\\_iiff-2019\\_tcm36-512358.pdf](https://www.miteco.gob.es/fr/biodiversidad/temas/incendios-forestales/orient_estrategicas_gestion_iiff-2019_tcm36-512358.pdf)] (04/02/2022).
- MOLINA, J.R., ORTEGA, M., SILVA, F.R., 2022. Fire ignition patterns to manage prescribed fire behavior: Application to Mediterranean pine forests. *Journal of environmental management*, 302, 114052.
- MONTERO, G., ONRUBIA, R., LÓPEZ-LEIVA, C., RUIZ-PEINADO, R., LOPEZ-SENESPLEDA, E., PASALODOS, M., 2017. Producción de biomasa aérea por los matorrales españoles. *Revista Montes*, 129, 54-56.
- MONTSERRAT, P., 2009. La cultura que hace el paisaje. La Fertilidad de la Tierra. Ediciones Estella, Navarra. 240 pp.
- NASA, 2020. Global climate change and global warming: vital signs of the planet. Jet Propulsion Laboratory / National Aeronautics and Space Administration, 15 June 2008. Web. 14 Jan. 2015. <http://climate.nasa.gov/evidence>.
- OJEDA, F., 2009. Brezales secos europeos. En: Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente. Madrid. 66 pp.
- ORIA DE RUEDA, J.A., 1990. Gestión de matorrales y de vegetación esteparia. I Congreso de Ciencia del Paisaje. Monografías de l'Equip III. Universitat de Barcelona. Barcelona: 527-535.

- ORIA DE RUEDA, J.A., 2008. Guía de árboles y arbustos de Castilla y León. Tercera edición. Fotografías Justino Díez. Ediciones. Cálamo. 400 pp.
- ORIA DE RUEDA, J.A., MARTÍN-PINTO, P., OLAIZOLA, J., 2008. Bolete productivity of cistaceous scrublands in northwestern Spain. *Economic Botany*, 62 (3), 323-330.
- PALAHÍ, M., MAVSAR, R., GRACIA, C., BIROT, Y., 2008. Mediterranean forests under focus. *International Forestry Review*, 10 (4), 676-688.
- PROENÇA, V., PEREIRA, H.M., VICENTE, L., 2010. Resistance to wildfire and early regeneration in natural broadleaved forest and pine plantation. *Acta Oecologica*, 36, 626-633. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2010.09.008>.
- REINÉ-VIÑALES, R.J.R., DÍAZ, O.B., BROCA, A., GONZALO, S., MARTORELL, J.A., BENIMELI, C.F., 2005. Pastos arbustivos de erizal y de jaral en la cordillera Ibérica de Aragón. Tipificación, cartografía y valoración. In *Producciones agroganaderas: gestión eficiente y conservación del medio 116 natural* (pp. 763-770). Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA).
- RIGUEIRO-RODRÍGUEZ, A., MOSQUERA-LOSADA, M.R., 2002. *Ulex* sp. Response to rotational or continuous grazing with horse: protein and phosphorus content. III World Conference on Mountain Ungulates. Zaragoza.
- RODRÍGUEZ-GUTIÁN, M.A., AMIGO-VÁZQUEZ, J., PULGAR-SAÑUDO, Í., 2020. Revisión del encuadre biogeográfico del Parque Natural do Invernadeiro (Ourense, Galicia) a partir de nuevos datos sobre su cubierta vegetal. *Recursos Rurais*, 16, 11-47. <https://doi.org/10.15304/rr.id6975>.
- ROMÁN, M., BOA, E., 2004. International seminar on ethnomycology mol-lection, marketing and cultivation of edible fungi in Spain, *Micologia Aplicada International*.
- RUIZ DE LA TORRE, J., 1990. Mapa Forestal de España. Memoria General. MAPA. Icona. Madrid. 191 pp.
- RUIZ DE LA TORRE, J., 2006. Flora Mayor. Ministerio de Agricultura. Madrid. 1760 pp.
- RUIZ DE LA TORRE, J., CARRERAS, C., GARCÍA-VIÑAS, J.I., ORTÍ-MORIS, M., 1996. Manual de flora para la restauración de áreas críticas y diversificación de masas forestales. Junta de Andalucía. Sevilla. 208 pp.
- RYAN, M.H., KIRKEGAARD, J.A., 2012. Agriculture, ecosystems and environment the agronomic relevance of arbuscular mycorrhizas in the fertility of Australian extensive cropping systems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 163, 37-53. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2012.03.011>
- SAN-MIGUEL, A., CAÑELLAS, I., ROIG-GÓMEZ, S., 2008. Fruticicultura. Gestión de arbustados y matorrales.
- SILVÉRIO, E., DUQUE-LAZO, J., NAVARRO-CERRILLO, R.M., PEREÑA, F., PALACIOS-RODRÍGUEZ, G., 2020. Resilience or vulnerability of the rear-edge distributions of *Pinus halepensis* and *Pinus pinaster* Plantations versus that of natural populations, under climate-change scenarios. *Forest Science*, 66(2), 178-190.

- TEDIM, F., LEONE, V., AMRAOUI, M., BOUILLON, C., COUGHLAN, M.R., DEL-  
OGU, G.M. *et al.*, 2018. Defining extreme wildfire events: difficulties,  
challenges, and impacts. *Fire*, 1 (1), 9.
- VEGA, J.A., 2001. Efectos del fuego prescrito sobre el suelo en pinares de *Pinus*  
*pinaster* Ait. Universidad Politécnica de Madrid, de Galicia. Tesis Doctoral  
(417 pp).
- WADE, D.D., 1989. A guide for prescribed fire in southern forests. US Depart-  
ment of Agriculture, Forest Service, Southern Region.

## Coordinadores y autores



### **Pablo Martín Pinto**

Pablo Martín Pinto es Doctor Ingeniero de Montes por la Universidad de Valladolid. Coordinador de la Unidad de Investigación Consolidada en micología forestal aplicada por la JCyL. Profesor de las asignaturas Incendios forestales, Wildfires; trends and planning y Multifuncional Silviculture.



### **Juan Andrés Oria de Rueda Salgueiro**

Juan Andrés Oria de Rueda Salgueiro es Doctor Ingeniero de Montes por la Universidad Politécnica de Madrid. Director de la Cátedra de Micología de la Universidad de Valladolid IUFOR. Profesor de las asignaturas de Botánica Forestal, Micología Aplicada y Conservación de Flora Protegida desde 1990. Académico de número de la Institución Tello Téllez de Meneses

## Autores



### **María Hernández Rodríguez:**

María Hernández Rodríguez es Doctora Ingeniera de Montes por la Universidad de Valladolid. Fue premiada con el Premio Extraordinario de Doctorado de la Universidad de Valladolid y el premio a la Mejor Tesis Doctoral de Ámbito Forestal del año 2016 concedido por la Sociedad Española de Ciencias Forestales. Durante este periodo se dedicó al estudio de los hongos silvestres, trabajando en el ámbito de la producción y diversidad fúngica asociada al fuego en ecosistemas de matorrales pirófitos, así como en técnicas moleculares de detección e identificación de hongos. Actualmente trabaja para la empresa de base tecnológica IDForest - Biotecnología Forestal Aplicada, dedicada a la investigación y desarrollo relacionados con el mundo de los hongos.



### **Olaya Mediavilla Santos:**

Olaya Mediavilla Santos es Doctora Ingeniera de Montes por la Universidad de Valladolid. Fue premiada con el Premio Extraordinario de Doctorado de la Universidad de Valladolid y el premio a la Mejor Tesis 3M en Castilla y León. Ha realizado su tesis doctoral sobre la producción controlada de *Boletus edulis* en matorrales de *Cistus ladanifer*. Durante su tesis doctoral ha estudiado cómo afectan los tratamientos de manejo realizados sobre jarales a la cantidad de micelio y producciones de *Boletus edulis*, así como a las comunidades bacterianas presentes en el suelo. Actualmente trabaja para la empresa de base tecnológica IDForest - Biotecnología Forestal Aplicada, como responsable de laboratorio, dedicada a la investigación sobre micología aplicada.

**Ignacio Sanz Benito:**

Ignacio Sanz Benito es graduado en Biología por la Universidad de Salamanca, contando una estancia de Intercambio Internacional en la Universidad Autónoma de México. Tiene experiencia como asistente de campo y monitor en el proyecto de conservación de tortugas bobas (*Caretta caretta*) con la ONG Bios. CV. También ha ejercido como educador ambiental en el Parque Natural Las Batuecas-Sierra de Francia con el proyecto Aulas Activas de la Naturaleza de la Fundación de Educación Social Plan B. Actualmente se encuentra desempeñando el puesto de técnico de investigación en la Unidad de Investigación Consolidada en micología forestal aplicada del Instituto de Gestión Forestal Sostenible (iuFOR) de la Universidad de Valladolid.

**Juncal Espinosa:**

Juncal Espinosa Prieto es Doctora Ingeniera de Montes por la Universidad de Valladolid. Realizó su investigación en el Laboratorio de Incendios Forestales del Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (CSIC-INIA) que se centró en el estudio del efecto integrado de la quema prescrita sobre los ecosistemas forestales mediterráneos en el marco del cambio climático. Actualmente es investigadora post doctoral en la Universidad de Valladolid. Además, ha participado en múltiples campañas en la coordinación de medios aéreos en incendios forestales en Castilla y León.





GOBIERNO  
DE ESPAÑA

VICEPRESIDENCIA  
TERCERA DEL GOBIERNO

MINISTERIO  
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA  
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

