



2022  
Lleida

27 · 1  
junio · juny  
juliol · juliol

Cataluña  
Catalunya

## 8º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

La **Ciencia forestal** y su contribución a  
los **Objetivos de Desarrollo Sostenible**

8CFE

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales

**Cataluña | Catalunya · 27 junio | juny - 1 julio | juliol 2022**

**ISBN 978-84-941695-6-4**

© Sociedad Española de Ciencias Forestales



Organiza

## Análisis de la información disponible sobre quemas prescritas en Castilla-La Mancha

PIÑAS, PAULA<sup>1</sup>; LUNA, BELÉN<sup>1</sup>; ZAVALA, GONZALO<sup>1</sup>; Unidad de Incendios Forestales\_CLM<sup>2</sup>; PÉREZ, BEATRIZ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias Ambientales, Universidad de Castilla-La Mancha, Av. Carlos III s/n, 45071 Toledo, España

<sup>2</sup> Dirección General de Medio Natural y Biodiversidad, Consejería de Desarrollo Sostenible de Castilla-La Mancha.

### Resumen

Las quemas prescritas son una herramienta de gestión forestal utilizada en España desde los años 70 con el objetivo de disminuir la carga de combustible disponible ante un incendio. En los últimos años, el número de quemas prescritas que se realizan en España se ha incrementado, pero la información disponible acerca de su aplicación, eficacia y seguimiento es escasa. En este estudio se pretende hacer un análisis de la información disponible referente a la aplicación de quemas prescritas en la comunidad de Castilla-La Mancha. En colaboración con el Centro Operativo Regional (COR) se realizó una propuesta de variables de interés relacionadas con la aplicación, eficacia y seguimiento de las quemas prescritas, se recopiló la información ya disponible y se elaboró una base de datos específica. Al analizar esta información se ha detectado la necesidad de homogeneizar y ampliar la información recogida, incluyendo variables relacionadas con la eficacia de las quemas y, muy especialmente, relacionadas con el seguimiento posterior de las zonas tratadas. Para ello, es necesario establecer un protocolo común de recogida de información que facilite la evaluación de la aplicación y eficacia de las quemas prescritas a medio y largo plazo.

### Palabras clave

Base de datos, protocolo, quemas prescritas.

### 1. Introducción

El comportamiento del fuego depende de la topografía, la meteorología y la carga de combustible, de los cuales tan solo la carga de combustible puede ser modificada mediante tratamientos de gestión (FERNANDES & BOTELHO, 2003). Por tanto, la manipulación de la carga de combustible es clave para reducir los efectos de los incendios (RIGOLOT et al., 2009).

Las quemas prescritas consisten en la aplicación del fuego de manera planificada en condiciones ambientales favorables para conseguir unos objetivos previamente establecidos (GEACAM, 2018). Estas condiciones ambientales favorables se establecen en una ventana de prescripción, que determina los rangos inferiores y superiores de los parámetros meteorológicos y de las humedades de combustibles para la realización de la quema en condiciones suficientemente seguras para que no se produzca un incendio forestal (MOLINA, 2000). Esta herramienta es útil para reintroducir, de manera controlada, el uso tradicional del fuego como herramienta de gestión forestal y manejo, consiguiendo así disminuir el tamaño y severidad de futuros incendios forestales que pueden darse (PYNE et al., 1996).

En el sur de Europa, las quemas prescritas comenzaron a utilizarse como forma de control de los grandes incendios forestales (FERNANDES, 2015). Fernandes (2003) ha indicado que el uso de las quemas prescritas es una técnica útil en la reducción del riesgo de incendios forestales, aunque esta herramienta reduce, pero no elimina, la amenaza que representan los incendios forestales.

Actualmente, las quemas prescritas son una herramienta útil para otras finalidades como la mejora del funcionamiento general del ecosistema, favoreciendo los procesos ecosistémicos (SANTÍN & DOERR, 2016); o la mejora de la resiliencia y resistencia de los ecosistemas (FERNANDES &

BOTELHO, 2003), contrarrestando la desaparición de las prácticas agrícolas y ganaderas que suponían la disminución de la biomasa (FERNANDES, 2015). Dada la flexibilidad de su aplicación y relativo bajo coste, cada vez son más utilizadas por los servicios forestales españoles.

En la comunidad de Castilla-La Mancha, las quemas prescritas se iniciaron en el año 1995 en la provincia de Albacete, pero no es hasta el año 2009 cuando comienzan a utilizarse como técnica de manejo forestal de montes, aunque las trayectorias de implantación de las quemas han sido diferentes entre provincias. Actualmente, existe constancia de la realización de un total de 282 quemas prescritas ejecutadas en Castilla-La Mancha desde 1995. Sin embargo, cuando se planteó este estudio y el proyecto PRESFIRE, la información referida a las quemas prescritas no estaba disponible, por lo que se planteó la idea de crear una base de datos que recopilase toda la información sobre las quemas prescritas realizadas en Castilla-La Mancha.

Una base de datos sirve para almacenar de forma organizada grandes cantidades de información para que pueda ser encontrada y utilizada de forma ordenada y fácil. Actualmente, son una herramienta indispensable para el análisis de grandes cantidades de información, y su solidez y fiabilidad condiciona su utilidad, también dependiente de la idoneidad y calidad de la información con la que se alimenta. En este sentido, la selección de variables consideradas, el protocolo de adquisición y registro de datos y la organización de estos marcarán el uso y utilidad de la información almacenada.

La realización de quemas prescritas siempre lleva implícita la recogida de información en informes o partes de quema. Sin embargo, dicha información puede no estar fácilmente accesible para su uso. Por esta razón, la organización de la información disponible y el análisis de su estructura, cantidad y utilidad se hacen necesarios.

La disponibilidad de una base de datos de quemas prescritas permitiría analizar, desde diferentes puntos de vista y con diferentes objetivos, la realización, utilidad y efectividad de las quemas prescritas. Sería una herramienta importante para gestores e investigadores. Un buen ejemplo lo constituye la base de datos de incendios forestales española que, desde 1968, y con diversas actualizaciones y modificaciones, registra datos de múltiples variables relacionadas con los incendios ocurridos en España y ha sido, es y será una fuente de información para la gestión y la investigación en este campo.

A causa de esta falta de estandarización en la recopilación de los datos, se ha visto la necesidad de elaborar una base de datos única donde se encuentre disponible toda la información existente sobre las quemas prescritas realizadas en Castilla-La Mancha, con el fin de poder evaluar y analizar la implementación de las quemas en la Comunidad y conseguir realizar el análisis del seguimiento y la efectividad de estas.

## 2. Objetivos

En este estudio se pretende analizar la información relativa a las quemas prescritas que se han realizado en Castilla-La Mancha. El fin último es elaborar una base de datos con toda la información disponible en relación a las quemas para su uso y consulta pública. Además, de esta forma, se podrán detectar fortalezas y debilidades que permitan mejorar tanto la toma de datos como la información recopilada.

## 3. Metodología

En coordinación con el Centro Operativo Regional de Lucha contra Incendios Forestales de Castilla-La Mancha (COR) se estableció el objetivo de realizar una base de datos que recogiera, de

forma estructurada y en formato disponible online, la información referente a las quemas prescritas realizadas en Castilla-La Mancha, así como analizar dicha información, para hacer propuestas acerca del protocolo de recogida de esta.

En primera instancia, se elaboró una propuesta con tres grupos de variables relacionadas con la aplicación, eficacia y seguimiento de las quemas prescritas (Tabla 1), y cuya disponibilidad en una base de datos puede ser de interés. Se organizaron atendiendo al momento en el que se deberían recoger (antes, durante y después de las quemas).

Tabla 1. Categorías, campos e información sugerida inicialmente para la realización de la base de datos.

Categorías	Campo	Tipo de información sugerida
<b>Preparación y realización de la quema</b>	Fecha	Fecha
	Lugar	Provincia, municipio, coordenadas
	Plan de quema	Sí/no
	Información <i>in situ</i>	Sí/no
	Información <i>in situ</i>	Variables
	Información en mapa, foto	Variables
	Extensión prevista	Superficie
	Uso del suelo	Descripción
	Tipo de vegetación/es	Formación, especies, edad, cabida cubierta
	Modelo de combustible	Modelo, carga estimada
<b>Preparación y realización de la quema</b>	Topografía	Variables
	Fecha de información	Fecha
	Tareas previas (quemas, cortas)	Descripción, área, método
	Objetivo/s de la quema	Descripción, variables
	Ventana de prescripción	Detalles, variables
	Condiciones de quema	Meteorología, humedad combustible, tipo de quema
	Personal	Número y tipo (cualificación)
	Medios empleados	Maquinaria, medios, vehículos,
	Repetición tratamiento	Sí/no, periodicidad
	Material gráfico	Sí/no, aportación
<b>Resultado de la quema</b>	Consecución de objetivos	Descripción y porcentaje de objetivos alcanzados
	Cuantificación por objetivo	Absoluto y/o relativo
	Extensión efectiva	Superficie

Categorías	Campo	Tipo de información sugerida
	Dificultades para realización	Descripción
	Material gráfico	Sí/no, aportación
<b>Seguimiento de efectos de la quema</b>	Realización	Sí/no
	Objetivo/s de seguimiento	Descripción
	Fechas	Fecha
	Variables recogidas	Variables
	Medidas realizadas	Metodología por variable
	Resultados	Datos y descripción
	Material gráfico	Sí/no, aportación

El COR recabó toda la información que se encontraba recogida en informes y partes de quemas prescritas disponibles en cada provincia. Tras la recopilación de la información, la organizó y elaboró una base de datos en un SIG en línea.

Una vez finalizado el proceso de recopilación y elaboración de la base de datos inicial, se llevó a cabo el análisis de las variables disponibles en ella en cuanto al tipo de información contenida y su relación con la información que inicialmente se propuso como necesaria y el estado de dicha información. Así, se analizó la presencia o no de las diferentes variables, es decir, si las variables estaban completas y bien identificadas, y si se encontraban en un formato accesible. Este análisis comparativo permitió identificar variables de las que se dispone o no de información, variables no contempladas, bien en la propuesta inicial o en los partes de quemas, y variables cuyo formato de recogida o adscripción las hace inaccesibles y difíciles de considerar o evaluar.

La cantidad y tipo de la información de cada variable fue analizada considerando la presencia o ausencia (1 o 0, respectivamente) de información en cada quema. Cuando una variable presentaba diferentes campos posibles, alternativos o excluyentes entre sí, se asignó un 1, y un 0 cuando ninguno de ellos lo hacía. Por ejemplo, en el caso de los modelos de combustible, existen tres campos de variables distintos para identificarlo, por lo que se asumió que, al existir información en un campo, había información sobre la variable “modelos de combustible”.

Las variables de descripción se excluyeron de este análisis porque incluían información referida tanto a variables consideradas como no incluidas, pero en un formato que no permitiría su análisis.

Se calculó el porcentaje de información incluida en cada quema, considerando el 100% cuando todas las variables presentaban información completa y adecuada; y se calculó la media por variable y grupo de variables. La calidad de la información de las variables se codificó atendiendo al porcentaje de información contenida (Tabla 2). Por último, se clasificaron las variables en función de la cantidad de información media que se recoge y su relevancia para el análisis de la eficacia de las quemas prescritas.

Tabla 2. Clases para la calificación de la calidad de información considerando el porcentaje de información en la variable, grupo o subgrupo analizado.

Calidad de la información	Porcentaje de información registrada
Alta	$\geq 80\%$
Media	$50\% \leq x < 80\%$
Baja	$< 50\%$

#### 4. Resultados y discusión

La base de datos incluye un total de 282 quemas prescritas realizadas en Castilla-La Mancha y registradas desde 1995. Aunque esto es así, la base de datos contiene información continuada solo desde 2009, no existiendo información entre 1995 y 2009. La información de 1995 se refiere tan solo a una quema realizada en la provincia de Albacete, por lo que no aparece representada en la figura 1, donde se puede observar que el número de quemas registradas se incrementa cada año, en consonancia con el incremento en la realización de estas y el aumento de la superficie tratada. El menor número registrado en 2018 y 2019 se debe a las condiciones meteorológicas de esos dos años que disminuyeron los periodos de ventanas de prescripción.

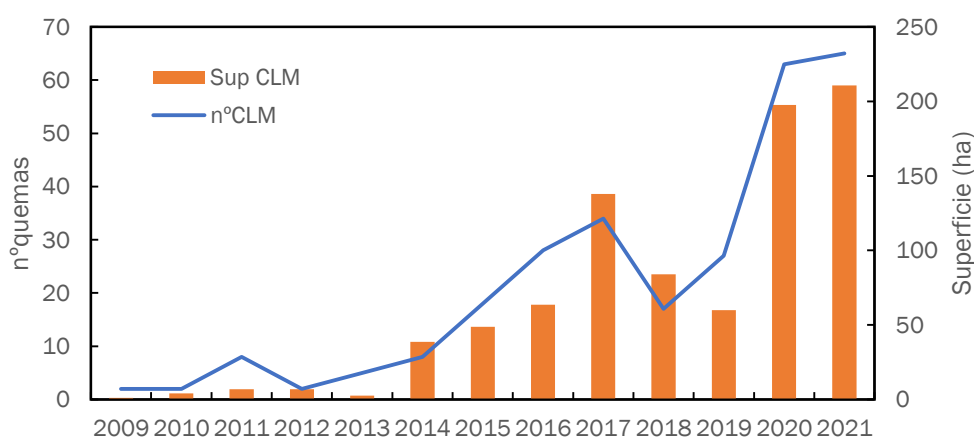


Figura 1. Evolución del número de quemas y superficie (ha) ejecutada a lo largo de los años desde 2009.

El desglose de la información por provincias refleja que Guadalajara es la provincia con un mayor porcentaje de quemas prescritas realizadas (40%), seguida de Ciudad Real (34%) (Figura 2A). Sin embargo, considerando la superficie quemada por provincia (Figura 2B), Ciudad Real es la provincia con una mayor superficie quemada (65%). El resto de las provincias solo suponen, en conjunto, el 35%.

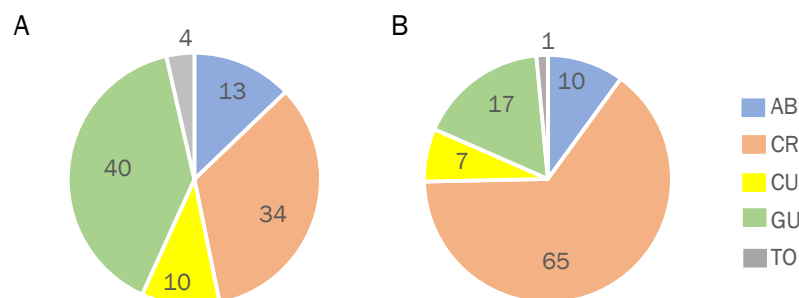


Figura 2.A. Porcentaje del total de quemas prescritas realizadas por provincias en CLM. 2.B. Porcentaje de superficie quemada (ha) por provincias en CLM.

La base de datos contiene 74 campos de los cuales 50 constituyen una variable única, sin campos alternativos ni excluyentes, como en el caso de variables relacionadas con la meteorología como “heladas” o “días sin lluvia”; y veinticuatro campos son alternativos o excluyentes. En este último grupo se encuentran variables como, por ejemplo, “modelo de combustible”, que presenta 6 campos alternativos que indican un modelo principal y hasta dos secundarios presentes, tanto para la clasificación de Scott & Burgan (SCOTT & BURGAN, 2005) como la de Rothermel (ANDERSON, 1981).

La información aportada por las variables es de diferente tipología. Variables relacionadas, por ejemplo, con la meteorología, la superficie o los medios empleados durante la quema, aportan información cuantitativa; mientras que variables referidas, por ejemplo, a objetivos de las quemas o al tipo de modelos de combustible, son de tipo cualitativo. Otras variables son descriptivas e incluyen o no datos de otras variables sin campo explícito en la base de datos u observaciones referidas a información adicional.

La evolución temporal de los registros muestra un incremento en la información registrada, si bien, se ha detectado que no siempre la información es homogénea entre registros, con algunas variables incompletas o ausentes.

La comparación y clasificación de las variables contenidas en la base de datos con la propuesta inicial (Tabla 1), muestra como el 87,8% de las variables se refieren a la preparación y realización de la quema, el 12,2% a la identificación de los resultados de la quema y ninguna de las variables corresponde al seguimiento posterior o previsiones de nuevas quemas prescritas.

Del conjunto de campos inicialmente propuestos, el 68,7% no se encuentra incluido en la base de datos. Probablemente no se encuentren incluidos en los partes de quemas o bien se encuentran recogidos en campos descriptivos de los que es difícil extraer dicha información.

De las variables sí incluidas (10), el 21,9% presentan información parcial, al no incluir algunos de los campos propuestos (Tabla 3). Cabe destacar el campo “Plan de quema” en el que se indica la denominación, pero no se incluyen datos recogidos en ellos. En este caso, como en el de descripción de la vegetación, sería de interés incluir, en la base de datos, campos y variables en las que dicha información se pudiera especificar, permitiendo así un análisis en combinación con las variables de resultados y de la eficiencia de las quemas. Otras variables, como modelos de combustible, también podrían incluir las estimaciones previas de cargas, disponibles en los Planes de quema, pero no incorporados en la base de datos.



Tabla 3. Descripción del estado de información comparando la inicialmente propuesta y la recogida en la base de datos.

Categorías	Campo	Tipo de información sugerida	Presencia en base de datos	Característica	Nº de variables incluidas
Preparación y realización de la quema	Fecha	Fecha	Sí	Inicio y fin	2
	Lugar	Provincia, municipio, coordenadas	Parcial	Solo provincia	1
	Plan de quema	Sí/no	Parcial	Solo nombre	1
	Información <i>in situ</i>	Sí/no	No		
	Información <i>in situ</i>	Variables	No		
	Información en mapa, foto	Variables	No		
	Extensión prevista	Superficie	Sí		1
	Uso del suelo	Descripción	No		
	Tipo de vegetación	Formación, especies, edad, cabida cubierta	Parcial	Descripción no estructurada en campos o variables	1
	Modelo de combustible	Modelo, carga estimada	Parcial	Solo modelos	6
	Topografía	Variables	No		
	Fecha de información	Fecha	No		
	Tareas previas (quemadas, cortas)	Descripción, área, método	No		
	Objetivo/s de la quema	Descripción, variables	Parcial	Objetivos jerarquizados (prevención, formación, etc.); No reducción de carga o afección a vivo	4
Preparación y realización de la quema	Ventana de prescripción	Detalles, variables	No		
	Condiciones de quema	Meteorología, humedad combustible, tipo de quema	Parcial	Meteorología y tipo de quema. No humedad combustible	20
	Personal	Número y tipo (cualificación)	Sí		5
	Medios empleados	Maquinaria, medios, vehículos,	Sí		3
	Repetición tratamiento	Sí/no, periodicidad	No		



Categorías	Campo	Tipo de información sugerida	Presencia en base de datos	Característica	Nº de variables incluidas
	Material gráfico	Sí/no, aportación	No		
Resultado de la quema	Consecución de objetivos	Descripción y porcentaje de objetivos alcanzados	Parcial	Reducción cargas de combustibles por fracciones y afección a vivo	9
	Cuantificación por objetivo	Absoluto y/o relativo	No		
	Extensión efectiva	Superficie	No		
	Dificultades para realización	Descripción	No		
	Material gráfico	Sí/no, aportación	No		
Seguimiento de efectos de la quema	Realización	Sí/no	No		
	Objetivo/s de seguimiento	Descripción	No		
	Fechas	Fecha	No		
	Variables recogidas	Variables	No		
	Medidas realizadas	Metodología por variable	No		
	Resultados	Datos y descripción	No		
	Material gráfico	Sí/no, aportación	No		

La mayoría de las variables pertenecen a la preparación y la realización de la quema, por lo que se procedió a la reorganización de estas variables en categorías más específicas de este apartado (Tabla 4).

Tabla 4. Agrupación de variables contenidas en la base de datos en grupos y subgrupos según tipo de información.

Grupo	Subgrupo	Variable en base de datos
GR_1 Variables descriptivas del registro de la quema		Código
		Fecha inicio
		Fecha finalización
		Provincia

Grupo	Subgrupo	Variable en base de datos
		Fotografía
GR_2 Caracterización general de la zona antes de quema	SGR_2a Modelos de combustible	Scott and Burgan
		Rothermel
	SGR_2b Vegetación/estructura	Tipo de estructura
		Descripción de combustibles
GR_3 Caracterización de la quema	SGR_3a Objetivos de la quema	Plan de quema
		Objetivos
		Superficie
	SGR_3b Condiciones meteorológicas generales	Días sin lluvia
		Heladas
	SGR_3c Condiciones meteorológicas durante la quema	Viento
		Temperatura
		Humedad relativa
	SGR_3d Desarrollo de la quema	Características de patrones de ignición
		Comportamiento
		Longitud de llama
		Velocidad de propagación
		Descripción de la ejecución
	SGR_3e Medios desplegados	Nº personas en control e ignición
		Nº personas en técnicos
		Identificación unidades
	SGR_3f Resultados de la quema	Consumos
		Afectación a lo vivo

En la tabla 4 se observa que las variables con más de un 80% de la información completa (representadas en color verde) pertenecen al GR1 (exceptuando la variable “Fotografía”) y al SGR\_3a.

Destaca que el subgrupo 3e, en el que se incluye la información de medios desplegados, tenga menos de un 50% de información de media (34 %). Esto se debe a que en diferentes años (2009 a 2013, excepto 2010) no existe ninguna información en estas variables. El resto de subgrupos contienen entre el 50 y 80% de información en casi todas sus variables.

Considerando los grupos y subgrupos en su evolución temporal, el GR1 mantiene una trayectoria estable y continuada, presentando el 80% de las variables completas de esta categoría a lo largo del tiempo (Figura 3). Sin embargo, este grupo, siendo indispensable, no aporta información de interés para la evaluación de la eficacia y utilidad de las quemas prescritas. El GR2 tiene valores inferiores a los del GR1, pero sigue una trayectoria similar. En este segundo grupo (GR2) se incluyen variables relacionadas con la descripción de la vegetación y los modelos de combustible, pero no aportan información sobre las cargas presentes o la estructura y tipo de vegetación. Esta información se encuentra, parcialmente, en la variable descriptiva, pero no de forma estructurada, lo que no permite un análisis y uso de esta información. El GR3, relacionado con la caracterización de las condiciones y resultados de la quema, muestra, en general, valores inferiores a los de los grupos precedentes (Figura 3).

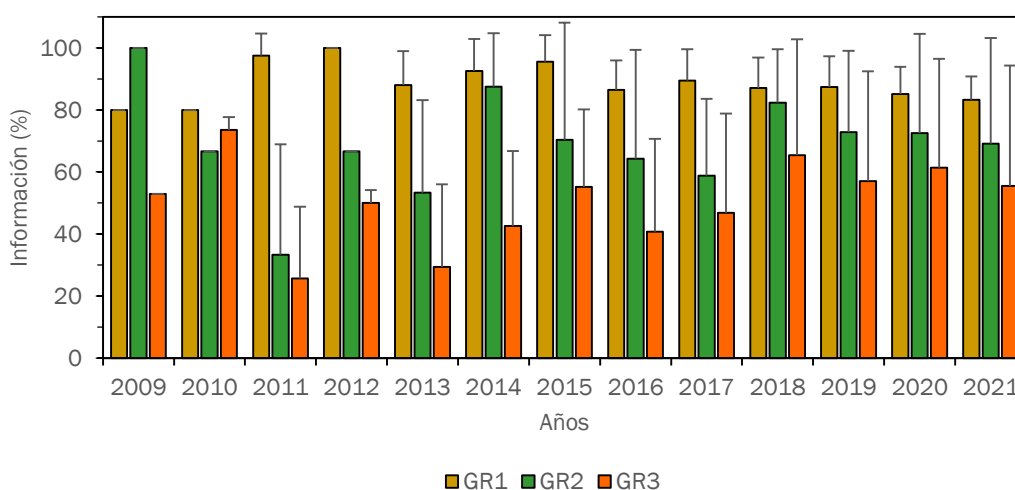


Figura 3. Cantidad de información incluida por los tres grupos de variables.

Analizando la importancia relativa de cada uno de los grupos en la información anual (Figura 4), el GR1 engloba entre el 35 y el 60% de la información total contenida en los diferentes años. No obstante, todos los grupos muestran variaciones en su importancia relativa a lo largo de los años.

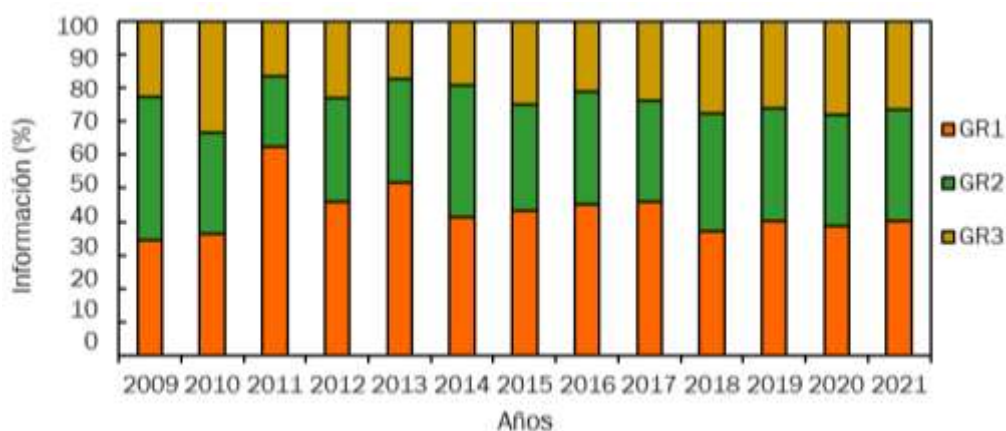


Figura 3. Importancia relativa de la cantidad de información de los grupos de variables.

Al analizar específicamente cada grupo, y considerando que el GR3 es el que mayor número de variables de interés incluye, se analizó la importancia relativa de cada uno de los subgrupos descritos. El subgrupo con mayor peso es el SGR\_3a, donde se encuentran recogidos los objetivos que definen si la quema es de formación, prevención o investigación (Figura 5). Sin embargo, no incluye información de objetivos de efectividad sobre la carga de combustible, cuando muchas de las quemas tienen por objetivo la prevención de incendios mediante la disminución de dicha carga. A partir del año 2018, la información correspondiente al SGR\_3b y al SGR\_3e se incrementa. En lo que se refiere al SGR\_3d, relacionado con el desarrollo de la quema (comportamiento, patrones, longitud de llama y velocidad de propagación) destaca la variabilidad de la información recogida a lo largo de los años. Además, en la mayoría de los años se aporta un porcentaje de información inferior al 50% del total que podría aportarse.

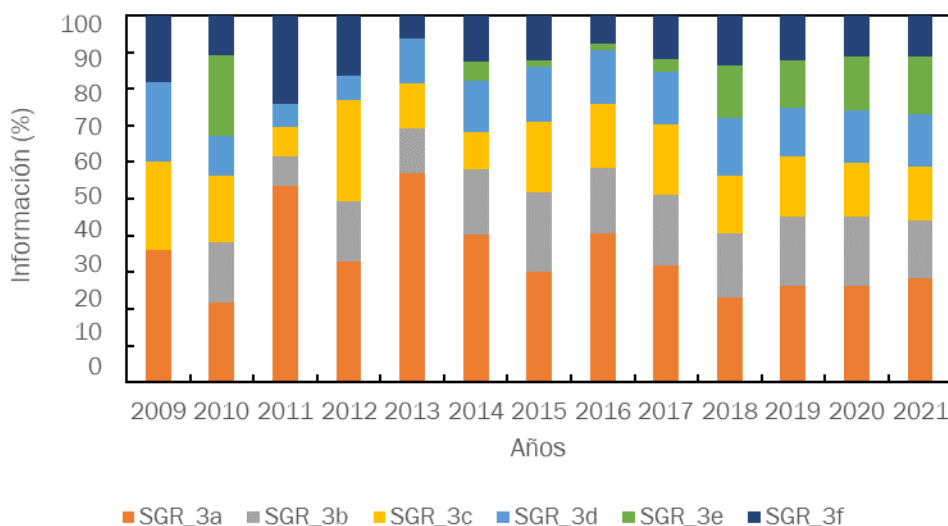


Figura 4. Importancia relativa de la cantidad de información de los subgrupos del GR3.

La información referida a medios desplegados y a resultados de la quema (SGR\_3e), aunque de gran importancia, presentan un menor peso relativo en la información anual. Esto se debe a que en un número elevado de quemas no existe información sobre las variables de este subgrupo.

## 5. Conclusiones

Las quemas prescritas son una herramienta de gestión que se utiliza cada vez más en Castilla-La Mancha. Su actividad ha aumentado en los últimos diez años desde 8 quemas realizadas en el año 2011 a 64 quemas realizadas en el año 2021.

La existencia de una base de datos específica sobre quemas prescritas es necesaria para el seguimiento de su efectividad en la prevención de incendios.

La información disponible en la base de datos actual presenta un desequilibrio entre el número de variables correspondientes al momento previo a la quema y las variables relacionadas con los resultados de esta y su seguimiento posterior.

La organización de la información en variables cuantitativas, que permitan su identificación y análisis, es necesaria para poder realizar estudios de la efectividad de las quemas prescritas que sirvan para la gestión y la investigación en este campo.

Como resultado de este estudio, se propone elaborar un protocolo de recogida de información y su posterior tratamiento que incluya la selección de variables y métodos de adquisición de datos.

## 6. Agradecimientos

Al Centro Operativo Regional (COR) de Castilla-La Mancha por los datos proporcionados de los registros de las quemas prescritas y la elaboración de la base de datos.

Este estudio se ha financiado a través del Proyecto PRESFIRE (SBPLY/19/180501/000130) financiado por la Consejería de Educación, Cultura y Deportes de Castilla-La Mancha, y la Dirección General de Universidades, Investigación e Innovación de la Junta de Castilla-La Mancha.

## 7. Bibliografía

ANDERSON, H. E.; 1981. *Aids to determining fuel models for estimating fire behavior* (Vol. 122). US Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station.

FERNANDES, P.; BOTELHO, H.; 2003. A review of prescribed burning effectiveness in fire hazard reduction. *Int J Wildland Fire*. 12(2):127-128

FERNANDES, P.; 2015. Empirical Support for the Use of Prescribed Burning as a Fuel Treatment. *Curr Forestry Rep*. 1:118-127

GESTIÓN AMBIENTAL DE CASTILLA-LA MANCHA (GEACAM); 2018. Fuego técnico. definición y técnicas de aplicación.

MOLINA, D.; 2000. Planes de quemas controladas. Cuadernos de la S.E.C.F. 265-279.

PYNE, S.J.; ANDREWS, P.; LAVEN, R.D.; 1996. *Introduction to wildland fire*. John Wiley & Sons, Inc, USA.

RIGOLOT, E.; FERNANDES, P.; REGO, F.; 2009. Managing wildfire risk: prevention, suppression. *Living with wildfires: what science can tell us*. EFI Discussion paper 15 (ed Y.Birot). 50-52.

SANTÍN, C.; DOERR, S.; 2016. *Fire effects on soils: the human dimension*. *Phil. Trans. R. Soc.B* 371.

SCOTT, J. H.; BURGAN, R.E.; 2005. *Standard fire behavior fuel models: a comprehensive set for use with Rothermel's surface fire spread model*. US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.