



universidad  
de león



**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES**

**ESTUDIO COMPARATIVO DE  
TRATAMIENTOS DE DESBROCE Y  
QUEMA PRESCRITA PARA LA  
REDUCCIÓN DE COMBUSTIBLE EN  
PREVENCIÓN DE INCENDIOS  
FORESTALES EN EL TÉRMINO  
MUNICIPAL DE CABRILLANES (LEÓN)**

**COMPARATIVE STUDY OF CLEARING  
AND PRESCRIBED BURNING  
TREATMENTS FOR FUEL REDUCTION IN  
FOREST FIRE PREVENTION IN THE  
MUNICIPALITY OF CABRILLANES  
(LEÓN)**

**Autor: Sara Ballesteros Crespo**

Tutor: Elena María Marcos Porras

**GRADO EN CIENCIAS AMBIENTALES**

Febrero, 2023

# ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN. ....	1
1.1. Importancia de los incendios forestales. ....	1
1.2. Causas de los incendios forestales. ....	2
1.3. Métodos de prevención. ....	2
1.4. Situación en el municipio de Cabrillanes. ....	3
2. OBJETIVOS. ....	4
2.1. Objetivos. ....	4
2.2. Hipótesis. ....	5
3. MATERIALES Y MÉTODOS. ....	5
3.1. Descripción de la zona de estudio. ....	5
3.1.1. Figuras de protección. ....	7
3.1.2. Clima. ....	8
3.1.3. Orografía. ....	9
3.1.4. Flora. ....	9
3.1.5. Fauna. ....	9
3.2. Muestreo. ....	10
3.3. Método de muestreo. ....	11
3.4. Análisis estadístico de datos. ....	14
4. RESULTADOS. ....	15
4.1. Efecto de los tratamientos en la regeneración de la vegetación. ....	15
4.1. Comparación del efecto de los tratamientos en las variables estudiadas. ....	18
4.2. Comparación de la composición específica. ....	20
4.3. Comparación global de las variables estructurales de la comunidad vegetal. ....	21
5. DISCUSIÓN. ....	22
6. CONCLUSIONES. ....	24
7. REFERENCIAS. ....	25

## RESUMEN

Los incendios forestales suponen un gran problema ambiental, ya que cada vez son más grandes y virulentos, por eso es tan importante aplicar medidas de prevención. En este estudio se comparan dos métodos preventivos para la reducción de combustible forestal: la quema controlada y el desbroce. El estudio se ha realizado en un matorral de alta montaña dominado por *Calluna vulgaris*, en una zona situada al norte de la provincia de León con gran recurrencia de incendios forestales, en tres parcelas por tratamiento.

Se estudian las variables de riqueza y cobertura de herbáceas y riqueza, cobertura y altura de las especies leñosas, además, de la cobertura de suelo descubierto. Los resultados indican que, con la quema prescrita, el estrato herbáceo es el que mejor se ha recuperado, junto con una pequeña cobertura de suelo descubierto. Con respecto a las especies leñosas, no se encontraron diferencias entre los tratamientos de quema y desbroce, pero sí se mostró que los tratamientos afectaron negativamente a su regeneración.

**Palabras clave:** Desbroce; Incendios forestales; Medidas preventivas; Quema prescrita; Regeneración vegetativa.

## SUMMARY

Forest fires represent a major environmental problem, as they are becoming larger and more virulent, and that is why it is so important to apply preventive measures. In this study, two different preventive methods for forest fuel reduction are being compared: controlled burning and clearing. The study was carried out in a high mountain scrubland dominated by *Calluna vulgaris*, located in the northern area of the province of León with a high recurrence of forest fires, in three plots per treatment.

The variables of herbaceous richness and cover, richness, cover and height of woody species, as well as bare ground cover, were studied. The results indicate that, with prescribed burning, the herbaceous stratum is the one that has recovered the best, with a lower cover in bare ground. Regarding woody species, no differences were found between the burning and clearing treatments, but it was shown that the treatments had a negative effect on their regeneration.

**Keywords:** Brush clearance; Forest fires; Preventive measures; Prescribed burning; Vegetative regeneration.

## **1. INTRODUCCIÓN.**

El fuego siempre se ha utilizado como una herramienta de gestión del medio natural, principalmente empleado por ganaderos y agricultores para la regeneración de pastos, y ha desempeñado un papel clave en la configuración y regulación de los ecosistemas (Castellnou, 2018).

Sin embargo, si el fuego no se emplea correctamente ni en el contexto adecuado, puede llegar a provocar graves consecuencias en el ámbito ecológico, económico y social. Actualmente, los incendios forestales son unas de las perturbaciones más importantes que ocurren en España, siendo los responsables de la destrucción de los ecosistemas forestales debido a su elevada frecuencia e intensidad (Vélez, 2000; World Wide Fund for Nature, 2019).

Por ello, son tan importantes las medidas de prevención, entre las que se encuentra la reducción de combustible, que consiste en la eliminación o reducción de la vegetación. Para ello se emplean métodos como el desbroce y la quema prescrita, que son los tratamientos que se van a estudiar y comparar en este estudio.

### **1.1. Importancia de los incendios forestales.**

Un incendio forestal es un fuego que se propaga sin control por el terreno forestal, provocando un gran peligro e impacto para el medio ambiente. Se trata de la catástrofe ecológica más importante del país (Álvarez, 2001). Dentro de España, las zonas con mayor número de incendios y más vulnerables comprenden Galicia, Asturias y la parte noroeste de Castilla y León, en donde destaca León.

El régimen de los incendios va cambiando a lo largo del tiempo, de hecho, en las últimas décadas se ha observado que cada vez se produce un menor número de incendios forestales, pero la superficie quemada aumenta y, además, el fuego tiene mayor intensidad (Úbeda et al., 2021). Esto es debido a diversas razones, entre las que destacan, por un lado, el abandono rural y los cambios de uso del suelo, que provocan que se fomente la cantidad y continuidad espacial del combustible y, por otro lado, el cambio climático, debido al aumento de la temperatura, el cual reduce la humedad del combustible y provoca que se facilite la ignición. Estas nuevas condiciones ambientales provocan la aparición de una nueva generación de incendios, llamada “de sexta generación”, donde aparecen Grandes Incendios Forestales (GIF) que son prácticamente imposibles de extinguir (Carracedo, 2015; De las Heras et al., 2013; Moreno et al., 2015).

## 1.2. Causas de los incendios forestales.

Existen diversas causas, por las que se produce un incendio forestal, y se pueden agrupar en: intencionados, negligencias y accidentales, rayo, reproducciones de incendios anteriores y desconocidos. Según los últimos datos publicados en Castilla y León (figura 1), un 56,75% de los incendios forestales son intencionados, seguido por un 30,89% debido a negligencias y accidentes, debido a los rayos se han producido el 6,94%, luego un 3,76% por causa desconocida, por reproducción un 1,61% y 0,04% están sin determinar (Junta de Castilla y León, 2021).

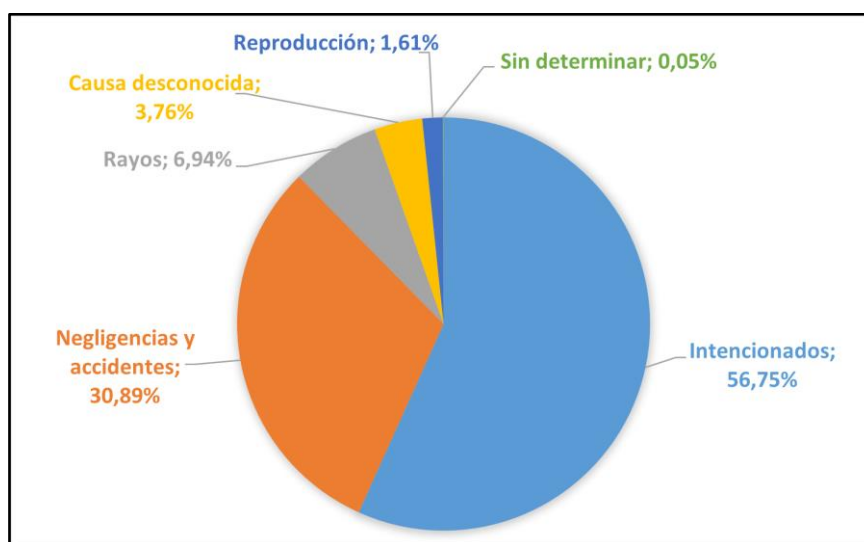


Figura 1. Causas de los incendios forestales en Castilla y León (2012-2021). Fuente: elaboración propia.

Si se comparan estos datos con estadísticas anteriores, se puede observar que la causa de la intencionalidad ha tenido un gran aumento. Dentro de los incendios intencionados, las principales motivaciones son la quema agrícola ilegal y la quema para regeneración de pastos, mientras que, por negligencias o causas accidentales, las motivaciones más frecuentes son las quemas agrícolas y para control de la vegetación.

En total, los incendios causados por acciones antrópicas (intencionados, negligencias y accidentales) suponen más del 80% de los incendios forestales que se producen. (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2017).

## 1.3. Métodos de prevención.

La prevención es fundamental porque disminuye la peligrosidad del incendio y aumenta las probabilidades de extinción. Para ello, se debería de incluir en la gestión

forestal de la zona actuaciones selvícolas más intensas e involucradas que las habituales (claras, clareos, podas, cortafuegos, etc.) como pueden ser las quemas prescritas o el desbroce para reducir el volumen de combustible pasando a modelos de combustible menos peligrosos y rompiendo la continuidad vertical y horizontal (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2022).

Una quema prescrita es la “aplicación del fuego bajo condiciones de meteorología, combustibles y topografía (condiciones prescritas) para lograr los objetivos definidos en el plan de quema” y se realiza bajo la supervisión de la EPRIF (Equipos de Prevención de Incendios Forestales). Además de emplearse como método de prevención de incendios reduciendo combustible, provoca discontinuidades y crea puntos estratégicos para la extinción, también tiene las propias ventajas ecológicas que ofrece el fuego como la recuperación de hábitats, mejora de la biodiversidad y protección de núcleos rurales. (Vega et al, 2000).

Para poder realizar una quema prescrita, el propietario, usuario o gestor del terreno debe de solicitarla al órgano autonómico competente, el cual determina la complejidad y tipología de la quema, teniendo claros los objetivos y la viabilidad técnica para ello. Antes de realizar la quema, se deben de conocer los modelos de combustible, los límites de la parcela de quema, los puntos críticos, la orografía y cualquier otro aspecto importante a tener en cuenta. Por lo que, realizar una quema prescrita conlleva una planificación, una ejecución y un seguimiento para que sea una práctica segura y se cumplan los objetivos establecidos (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2021).

Por otro lado, también se puede realizar un desbroce, que es una técnica más costosa pero que no supone problemas de peligrosidad como la quema prescrita, aunque tiene más limitaciones en el terreno como puede ser un alta pendiente o una zona rocosa. Consiste en la corta de matorral por el tallo, de modo que se elimina la parte aérea, este método puede llevarse a cabo sobre toda la superficie o en fajas. Normalmente, el desbroce se utiliza para zonas en donde la realización de una quema supone un grave riesgo, como en zonas de interfaz urbano-forestal o donde no es posible por las condiciones de la zona (Castedo et al., 2005; Marino et al, 2010).

#### **1.4. Situación en el municipio de Cabrillanes.**

En este municipio, la agricultura y la ganadería siempre han sido muy abundantes debido a las condiciones medioambientales de la zona. Estas prácticas han sido la causa

de la modificación del paisaje durante años, de forma que ya se había establecido un equilibrio ecológico, pero actualmente, debido al abandono rural y consecuentemente al abandono de la ganadería, en concreto, la ganadería ovina trashumante, se ha producido una perturbación en la estructura y funcionamiento del ecosistema (Cascos, 2011).

Entre las consecuencias del abandono de la ganadería se encuentra la amenaza de pérdida de especies endémicas, la pérdida de hábitats y el aumento del combustible forestal, es decir, el aumento del riesgo de propagación de incendios forestales.

En los últimos años se ha intentado sustituir la ganadería ovina y vacuna por la equina, al no requerir tanta atención y estar menos controlada administrativamente, pero su alimentación no es tan beneficiosa para la prevención de incendios ya que dejan crecer los matorrales, por lo que no disminuyen la vegetación con la misma eficacia (Casares y Querol, 2014).

## **2. OBJETIVOS.**

### **2.1. Objetivos.**

Los principales objetivos que se pretenden alcanzar con este estudio son los siguientes:

1. Valorar qué tratamiento es el más efectivo, según las características de la zona, para reducir la vegetación a lo largo del tiempo a través de la comparación entre la quema prescrita y el desbroce.
2. Conocer si la prevención centrada en la eliminación de vegetación es una buena medida para la prevención de incendios.

Como objetivos secundarios se han establecido los siguientes:

1. Averiguar qué especies son las que más adaptadas están a cada tipo de tratamiento y pueden suponer una dificultad ante los incendios forestales.
2. Plantear alternativas para prevenir los incendios forestales en la zona.

## **2.2. Hipótesis.**

1. La quema prescrita es el método más eficaz de reducción de combustible porque es un método más intenso y agresivo que el desbroce, por lo que la regeneración de la vegetación tendrá malos resultados (Moya et al., 2021).
2. La eliminación de la vegetación es una medida eficaz para la prevención de incendios porque la reducción de combustible supone una menor intensidad del fuego, por lo que facilita las tareas de extinción (Arellano et al., 2017).

## **3. MATERIALES Y MÉTODOS.**

### **3.1. Descripción de la zona de estudio.**

La zona de estudio se estableció en la localidad de La Cueta, perteneciente al término municipal de Cabrillanes y a la comarca de Babia, en el norte de la provincia de León (figura 2). Este municipio está formado por 14 pueblos, en donde La Cueta es el que se encuentra a más altitud (1.442m) y donde nace el Río Sil.



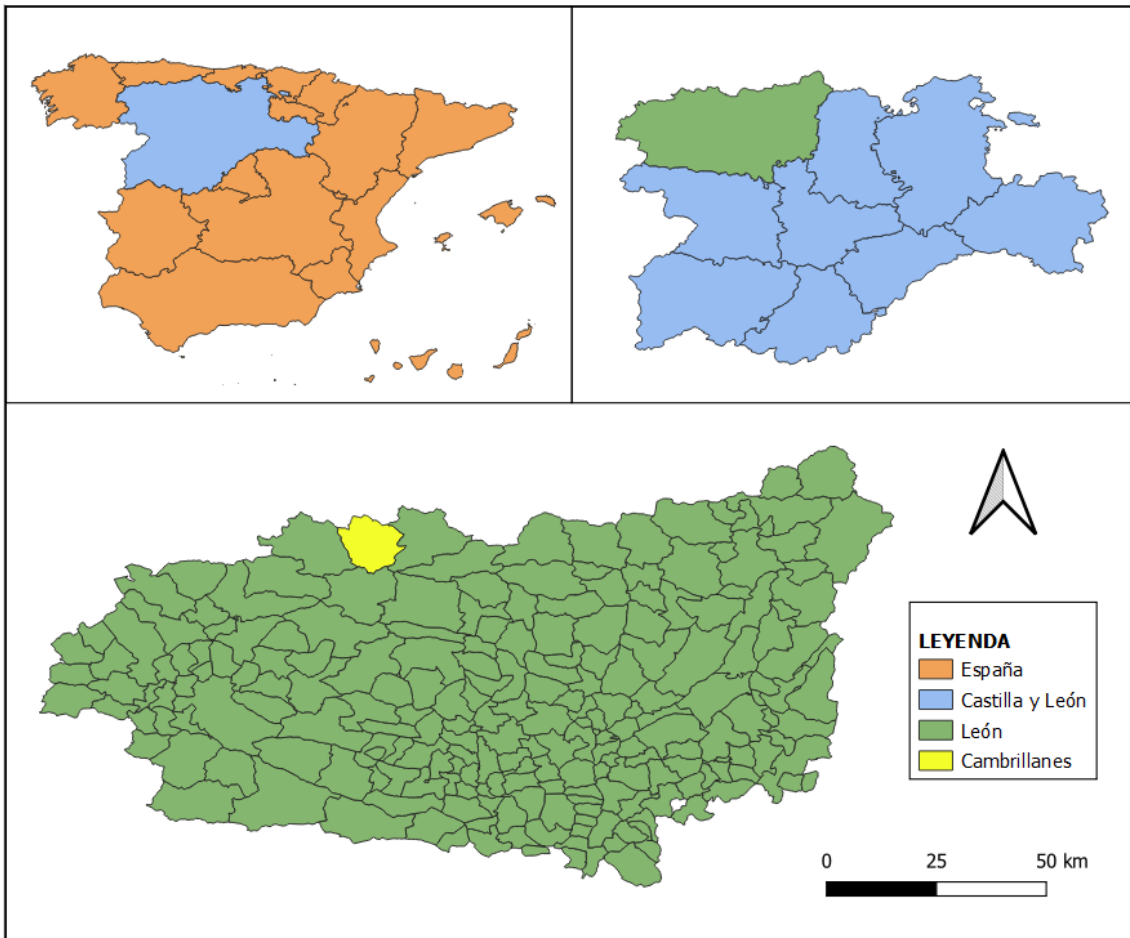


Figura 2. Localización de la zona de estudio. Fuente: elaboración propia.

Está compuesto por una población de 40 habitantes en donde las principales fuentes económicas son la ganadería ovina y de vacuno, la extracción de carbón en minas y el turismo rural, ya que se trata de una zona con un gran valor paisajístico debido a sus grandes valles, varios puntos de interés geológico, diversas rutas de senderismo y cuenta con un Parque Estelar impulsado por la Reserva de la Biosfera de Babia. (Ayuntamiento de Cambrillanes, sin fecha). Se ha escogido esta zona debido a la elevada frecuencia de incendios forestales intencionados (Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital, 2014) y por tratarse de un ecosistema protegido al pertenecer al Parque Natural de Babia y Luna (figura 3).

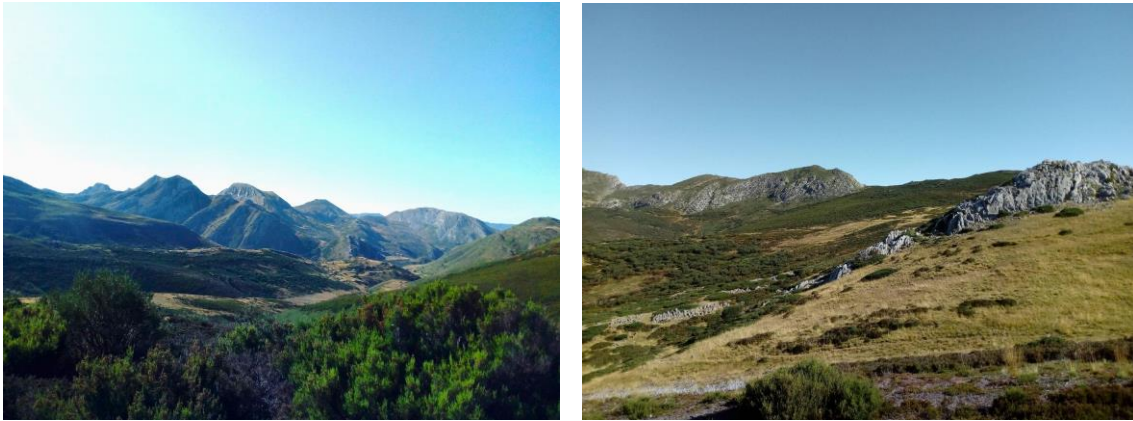


Figura 3. Imágenes de la zona de estudio. Fuente: elaboración propia.

A continuación, se van a describir con mayor detalle los factores de la zona para tener un mayor conocimiento de las condiciones ambientales. La siguiente información va a corresponder con el Parque Natural Valles de Babia y Luna, al tratarse de una gran figura representativa, pero enfocados en la zona del estudio.

### **3.1.1. Figuras de protección.**

El municipio de Cabrillanes, junto con Los Barrios de Luna, San Emiliano y Sena de Luna, son un espacio natural que conforman el Parque Natural Valles de Babia y Luna, que, a su vez, es un Espacio Protegido de la Red Natura 2000, denominado como “Valle de San Emiliano”. La zona de estudio se encuentra dentro de estos espacios naturales protegidos (figura 4) (España, 2015).

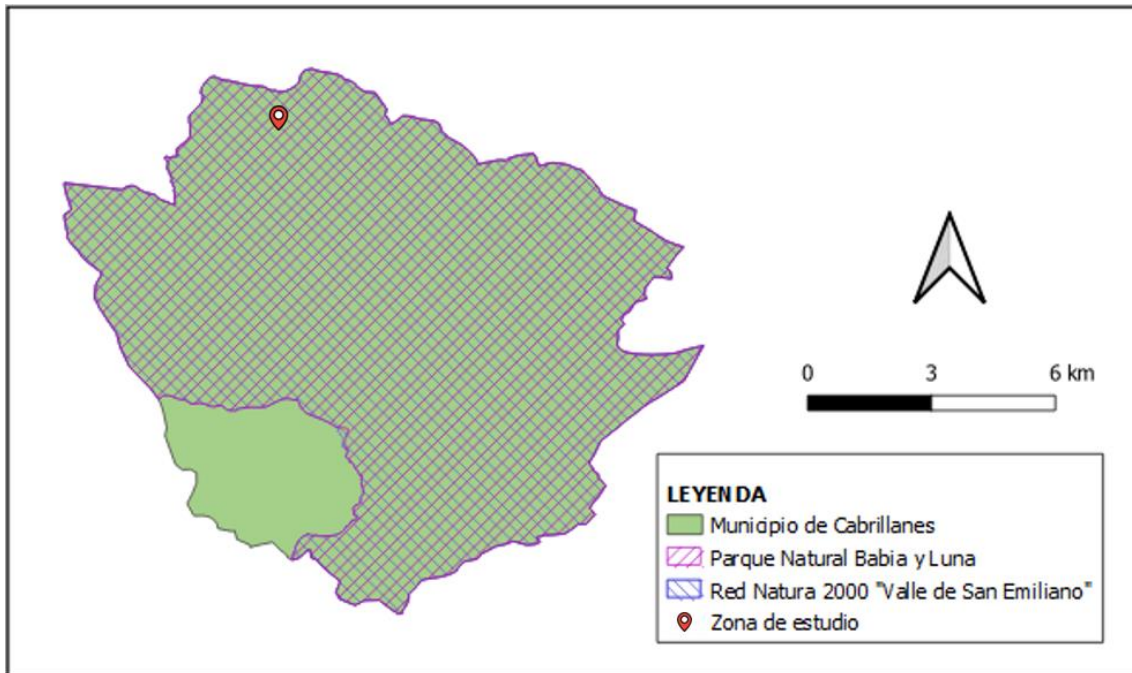


Figura 4. Espacios naturales protegidos en la zona de estudio. Fuente: elaboración propia.

### 3.1.2. Clima.

Se trata de una zona con un clima templado-frío, en concreto, un clima de alta montaña. Se caracteriza por inviernos muy fríos y duraderos en donde las heladas y las nevadas son persistentes, en cambio, el verano es muy corto y las temperaturas son moderadas, de modo que la primavera y el otoño tampoco tienen una gran duración (Gonzalez-Antón, sin fecha).

Con respecto a la temperatura, presenta una temperatura media muy baja, en concreto de 7,4°C, en donde gran parte de los meses rondan los 0°C. Por otro lado, las precipitaciones están presentes en todos los meses del año, con una media de 1.113mm/año, por lo que, no se llega a producir sequía.

Debido al sistema montañoso que presenta y su gran altitud, esta zona supone una barrera orográfica para el viento y las nubes procedentes de Asturias. (Agencia Estatal de Meteorología OpenData, 2022).

### 3.1.3. Orografía.

Se trata de una zona que resulta muy interesante debido a su cadena montañosa, en donde se encuentran el macizo calizo de Peña Ubiña, los Picos Albos y Peña Orviz y el Alto de la Cañada, relieves que resultan muy importantes para la conformación de la Cordillera Cantábrica.

Para conocer mejor la formación de dichas montañas, se encuentran varios puntos de interés geológico a lo largo de todo el municipio, que permiten estudiar los procesos tectónicos que formaron los distintos relieves y cómo contribuyó a ello el modelado glaciar y fluvial (Babiabiosfera, 2020).

### 3.1.4. Flora.

El Parque Natural comprende una gran representación de los ecosistemas de la Cordillera Cantábrica en todos los aspectos, incluido el de la vegetación. Presenta una biodiversidad y de gran valor ecológico debido a que es una zona en donde se encuentra la vegetación atlántica y la mediterránea, razón por la cual se encuentran especies como *Juniperus sabina* L. (sabina rastrera), aunque dentro del espacio natural también se encuentran bosques caducifolios de *Quercus petraea* (Mat.) Liebl. (roble albar) y zonas de turberas y humedales. Destaca la presencia de especies endémicas como *Centaurea janeri* subsp. *babiana* Laínz y *Saxifraga babiana* TE Díaz & Fern. Prieto, que cuenta con un área muy restringida, ambas son especies protegidas (Asturnatura, 2022; Castilla y León, 2007).

En la zona de estudio, situada en la alta montaña, dominan formaciones de matorral de *Calluna vulgaris* (L.) (brezo), *Erica australis* L. (brezo rubio), *Pterospartum tridentatum* (L.) Willk. (carquesa), *Genista scorpius* (L.) DC. (árgoma) y *Vaccinium myrtillus* L. (mirtilo).

### 3.1.5. Fauna.

El hecho de tener una flora de tan alta calidad y valor ecológico conlleva la correspondiente riqueza de especies animales y, por lo tanto, un ecosistema muy equilibrado. Entre las especies de mamíferos más comunes se encuentran *Rupicapra*

*rupicapra* (Linnaeus 1758) (rebeco), *Capreolus capreolus* (Linnaeus 1758) (corzo), *Cervus elaphus* Linneo 1758 (ciervo), *Sus scrofa* Linneo 1758 (jabalí) y *Lutra lutra* (Linneo 1758) (nutria), cabe destacar que puede también puede estar presente ocasionalmente en la zona, *Ursus arctos* Linnaeus 1758 (oso pardo cantábrico), ya que se trata de una especie, en peligro de extinción, que abarca una gran extensión de territorio.

Por otro lado, esta área protegida también cuenta con un valor elevado con respecto a la avifauna, donde se pueden encontrar especies como *Tichodroma muraria* (Linnaeus 1766) (treparriscos), *Perdix perdix* (Linnaeus 1758) (perdiz pardilla), *Prunella collaris* (Scópoli 1769) (acentor alpino) y *Montifringilla nivalis* (Linnaeus 1766) (gorrión alpino). Cabe hacer mención, que antiguamente esta zona también era el hábitat de *Tetrao urogallus* Linnaeus 1758 (urogallo cantábrico), la cual se encuentra en peligro de extinción. Con respecto a las aves rapaces, existen diversidad especies como *Neophron percnopterus* (Linnaeus 1758) (alimoche), *Circaetus gallicus* (Gmelin y JF 1788) (águila culebrera), *Aquila chrysaetos* (Linnaeus 1758) (águila real) y *Falco peregrinus* Tunstall 1771 (halcón peregrino) entre otros (Castilla y León, 2014; Patrimonio Natural de Castilla y León, sin fecha).

### **3.2.Muestreo.**

El muestreo se ha realizado en parcelas experimentales que fueron sometidas a quema prescrita y desbroce en octubre de 2016 por miembros de la Junta de Castilla y León y del Área de Ecología.

Se seleccionaron dos zonas de matorral dominado por *C. vulgaris* en cada una de las cuales se instalaron nueve parcelas cuadradas de 10 m de lado: tres correspondientes al tratamiento de desbroce, tres al tratamiento de quema y tres sin tratamiento (control). Las parcelas están limitadas por estacas para poder localizarlas.

Aunque inicialmente se definieron dos zonas de estudio, una de las zonas sufrió un incendio posteriormente (figura 5), por lo que, no se pudo realizar el muestreo al cabo de 3 años para analizar la evolución de la regeneración.



Figura 5. Imágenes de la zona que sufrió un incendio posterior a los tratamientos (izquierda) y una de las parcelas (derecha). Fuente: elaboración propia.

### 3.3. Método de muestreo.

El muestreo es de tipo sistemático, es decir, se realiza a partir de intervalos regulares siguiendo un criterio y no de forma aleatoria. En cada parcela, se establecieron cinco unidades de muestreo, donde cuatro de ellas se corresponden con los vértices de la parcela y la quinta con el centro, de la siguiente manera (figura 6):

- Punto A: orientación norte
- Punto B: orientación este
- Punto C: orientación sur
- Punto D: orientación oeste
- Punto E: centro de la parcela



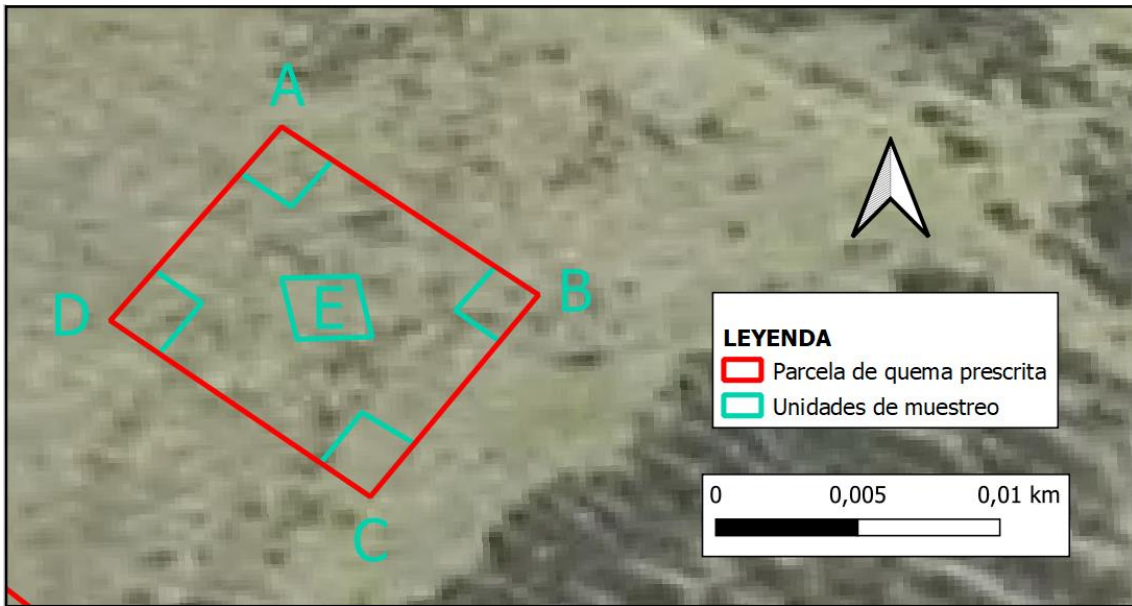


Figura 6. Esquema de disposición de las unidades de muestreo de una parcela. Fuente: elaboración propia.

En cada unidad de muestreo del tratamiento de quema prescrita (figura 7), desbroce (figura 8) y control (figura 9) se estimó visualmente la cobertura de todas las especies herbáceas y de cada una de las leñosas presentes, como porcentaje de su proyección vertical, y el porcentaje de suelo descubierto. Además, se midió la altura máxima de las especies leñosas. Tanto la riqueza como la cobertura hacen referencia al valor medio encontrado en los 5 m<sup>2</sup> de cada parcela. La cobertura total puede ser superior al 100% debido a la superposición de las distintas especies.



Figura 7. Imágenes de una unidad de muestreo (derecha) de una parcela de quema prescrita (izquierda).

Fuente: elaboración propia.





Figura 8. Imágenes de una unidad de muestreo (derecha) de una parcela de desbroce (izquierda). Fuente: elaboración propia.



Figura 9. Imágenes de una unidad de muestreo (derecha) de una parcela control (izquierda). Fuente: elaboración propia.

La disposición de las unidades de muestreo es la misma para todas las parcelas, las cuales se distribuyen de la siguiente forma en la zona de estudio (figura 10).

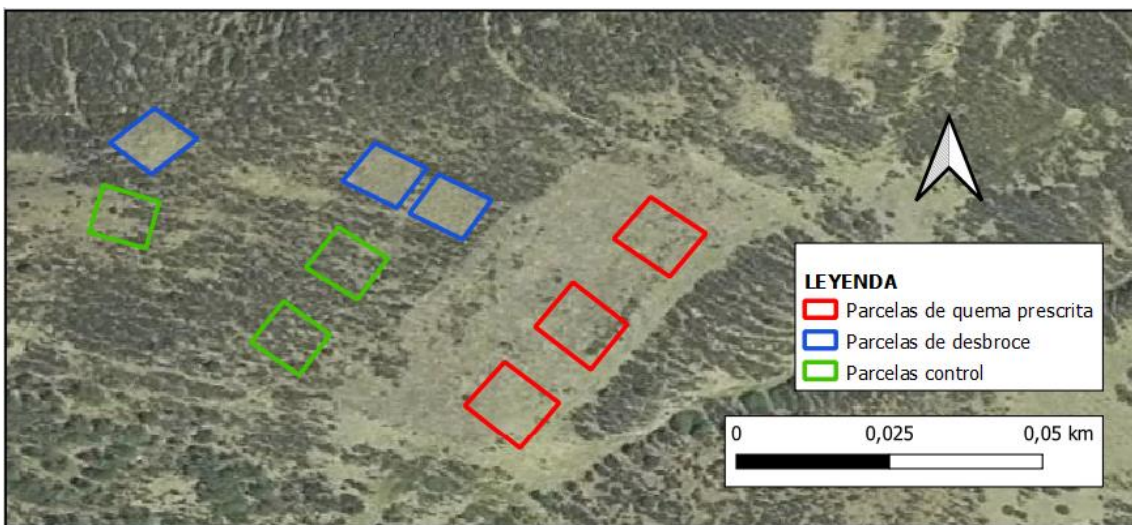


Figura 10. Distribución de las parcelas de muestreo en la zona de estudio. Fuente: elaboración propia.



### **3.4. Análisis estadístico de datos.**

Con el fin de comprobar si existen diferencias en la regeneración de leñosas y herbáceas entre el tratamiento de quema prescrita y el de desbroce, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de una vía, considerando como factor los tratamientos ensayados: quema prescrita, desbroce y control.

Se aplicaron estos análisis a la riqueza de leñosas, la riqueza de herbáceas, la cobertura de leñosas, la cobertura de herbáceas, la cobertura de suelo descubierto y la altura de leñosas.

Cuando el ANOVA detectó diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) se utilizó el test de Tukey para realizar comparaciones entre pares de situaciones. Previamente a la realización de estos análisis se comprobó la normalidad de los datos y la homogeneidad de varianzas. En el caso de que alguna variable no cumpliera los requisitos de normalidad y homogeneidad de las varianzas, se procedió a utilizar el test no paramétrico de Kruskal-Wallis, utilizándose la prueba de la U de Mann-Whitney cuando se detectaban diferencias significativas ( $p < 0,05$ ). Este test se aplicó a las siguientes variables: cobertura de leñosas, cobertura de herbáceas y altura de especies leñosas.

Por otro lado, para poder comparar y conocer la similitud que existe entre cada una de las réplicas según los tratamientos, se utilizaron dos tipos de análisis, uno cualitativo por medio del índice de Sorensen, que solo tiene en cuenta la presencia o ausencia de especies, y otro cuantitativo mediante el índice de Bray-Curtis, que considera la abundancia de dichas especies.

Finalmente, para realizar una comparación del conjunto de todas las variables sobre la regeneración vegetal, se realizó un análisis de componentes principales (ACP) para poder determinar posibles tendencias comunes entre los tratamientos y las variables. El programa utilizado fue Past 3.18.

#### 4. RESULTADOS.

##### 4.1. Efecto de los tratamientos en la regeneración de la vegetación.

A partir del muestreo realizado en campo, se han obtenido los resultados para la riqueza de herbáceas y leñosas, en donde se relacionan los valores promedio de las especies leñosas y herbáceas con el tratamiento de quema prescrita, el tratamiento de desbroce y el control.

Se observa que existen diferencias en la riqueza de leñosas para los tres tratamientos (figura 11 y 12). En las parcelas control es donde más riqueza hay (1,4) seguido por las parcelas en donde se realizó una quema prescrita (1,2), que presentan una elevada variabilidad. Sin embargo, las parcelas desbrozadas son donde se encuentra una menor riqueza de leñosas (0,53).

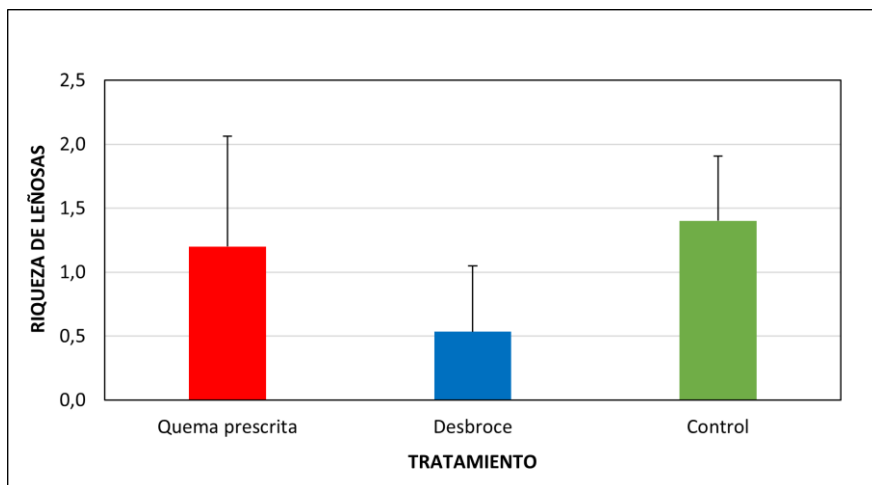


Figura 11. Valores promedio de la riqueza de especies leñosas y su desviación estándar para cada uno de los tres tratamientos (quema prescrita, desbroce, control). Fuente: elaboración propia.

En cuanto a la riqueza de herbáceas (figura 2), los resultados muestran que hay un promedio de especies mayor en las parcelas quemadas (9,4), seguido por las parcelas desbrozadas (7,7) y luego el control (5,0).

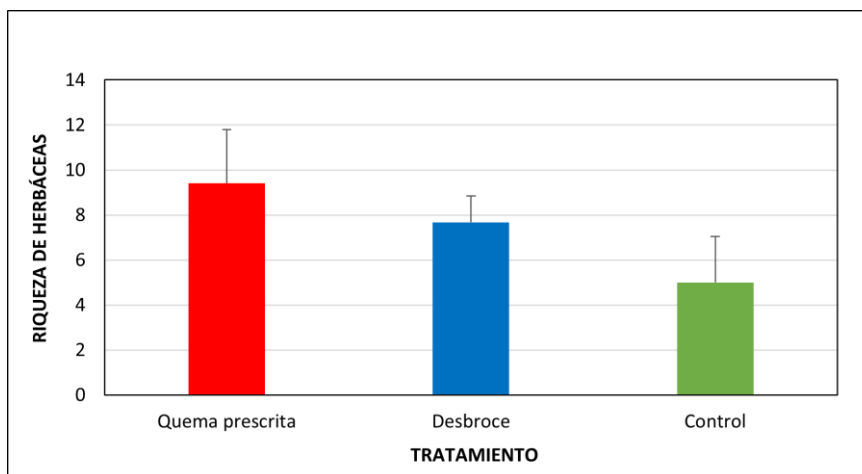


Figura 12. Valores promedio de la riqueza de especies herbáceas y su desviación estándar para cada uno de los tres tratamientos (quema prescrita, desbroce, control). Fuente: elaboración propia.

Para poder conocer la cobertura de especies leñosas, herbáceas y de suelo descubierto para los tres tratamientos, se relaciona el porcentaje de cobertura que se estimó en el muestreo con los diferentes tratamientos (figuras 13, 14 y 15).

Se puede apreciar como existe una gran diferencia entre el control con los otros dos tratamientos. En las parcelas control es donde se encuentra una mayor cobertura de especies leñosas (64,27%) mientras que en el tratamiento de desbroce (15,63%) y el tratamiento de quema prescrita (8,88%) la cobertura es mucho menor. Entre estos últimos dos tratamientos, hay una diferencia bastante grande, presentando en las parcelas desbrozadas casi el doble de cobertura leñosa que en las parcelas quemadas.

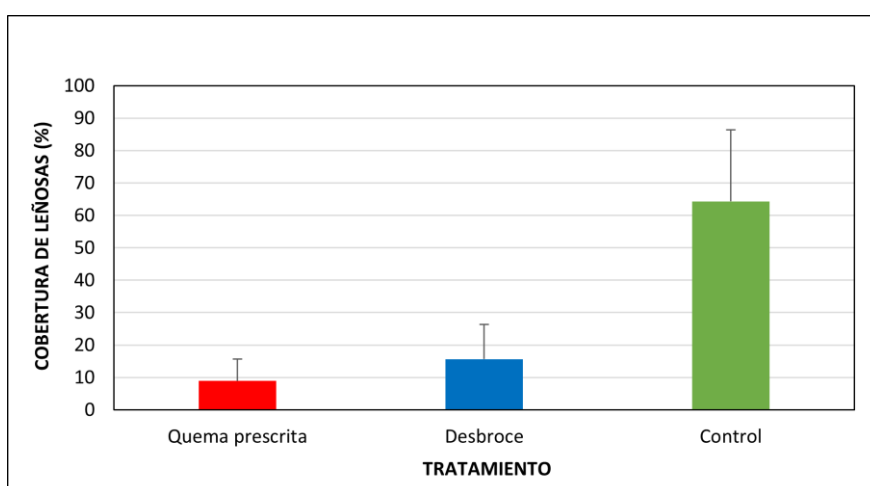


Figura 13. Porcentaje de cobertura de especies leñosas y su desviación estándar para cada uno de los tres tratamientos (quema prescrita, desbroce, control). Fuente: elaboración propia.

A diferencia que, en la cobertura de leñosas, las parcelas quemadas son las que presentan una mayor cobertura (60,33%) seguidas por las parcelas desbrozadas (44%) y con una gran diferencia por las control (11,13%).

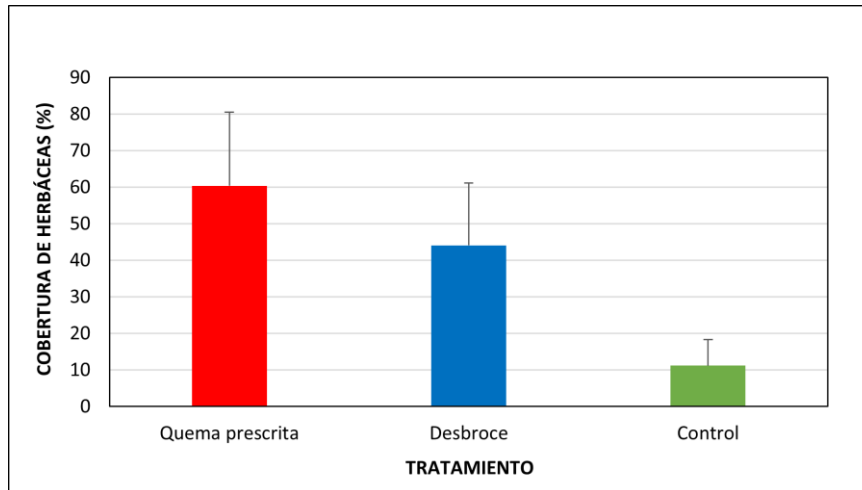


Figura 14. Porcentaje de cobertura de especies herbáceas y su desviación estándar para cada uno de los tres tratamientos (quema prescrita, desbroce, control). Fuente: elaboración propia.

En la figura 10 se muestra la cobertura del suelo descubierto. Las parcelas control son las que presentan el mayor porcentaje de suelo descubierto (62,67%), seguido muy de cerca por el desbrozado (60%) y finalmente, la quema prescrita es donde menos cobertura de suelo descubierto queda (42,33%).

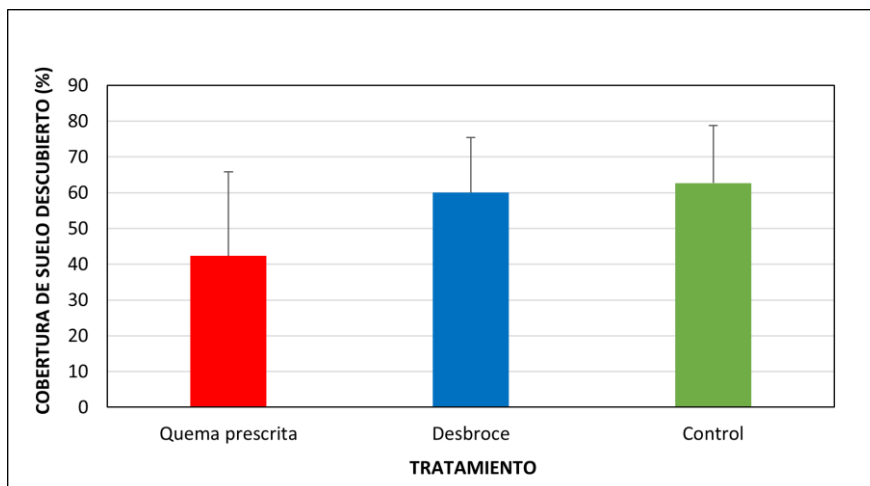


Figura 15. Porcentaje de cobertura de suelo descubierto y su desviación estándar para cada uno de los tres tratamientos (quema prescrita, desbroce, control). Fuente: elaboración propia.

Además de la riqueza y la cobertura, también se analiza la altura de las especies leñosas ya que son las que conforman un tipo de combustible más peligroso frente al fuego. Para ello, se relaciona el promedio de las alturas de leñosas con los tratamientos que se aplicaron en cada parcela (figura 16).

Se observan resultados muy diferentes para cada uno de los tratamientos con respecto a la altura de las especies leñosas. Las parcelas control son las que cuentan con las leñosas más altas (35cm), seguido muy por debajo con el tratamiento de desbroce (14cm) y después por el de quema prescrita (7,43cm).

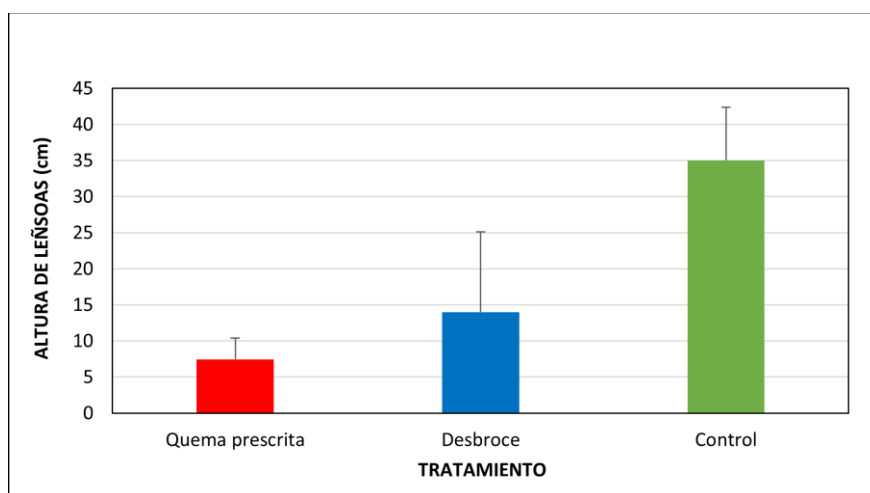


Figura 16. Porcentaje de altura de leñosas y su desviación estándar para cada uno de los tres tratamientos (quema prescrita, desbroce, control). Fuente: elaboración propia.

#### 4.1. Comparación del efecto de los tratamientos en las variables estudiadas.

La tabla 1 muestra los resultados del ANOVA para las variables de riqueza de leñosas, herbáceas y suelo descubierto.

Se observa que la riqueza de leñosas muestra diferencias en el desbrozado con la quema prescrita y el control, pero entre estos últimos no se encuentran diferencias. Sin embargo, cada tratamiento provoca que la regeneración sea distinta en cuanto a riqueza de herbáceas. Para la variable de cobertura de suelo descubierto, el tratamiento de quema prescrita es el que presenta diferencias con respecto a los otros dos.

Tabla 1. Resultados obtenidos de la realización del análisis de varianza (ANOVA) y el test post-hoc de Tukey para la riqueza de leñosas, la riqueza de herbáceas y la cobertura de suelo descubierto. Fuente: elaboración propia.

VARIABLE	ANOVA	Test post-hoc de Tukey
Riqueza de leñosas	F=7,316 p=0,0018	La quema prescrita y el control no presentan diferencias entre sí, pero sí presentan diferencias con el desbroce.
Riqueza de herbáceas	F=19,72 p<0,0001	Todos los tratamientos son diferentes entre sí.
Cobertura de suelo descubierto	F=5,256 p=0,009179	El desbroce y el control no presentan diferencias entre sí, pero sí presentan diferencias con la quema prescrita.

Como se comentó anteriormente, cuando no existe homogeneidad en los valores, para conocer si existen diferencias significativas con un 95% de probabilidad, se utiliza la prueba Kruskal-Wallis, y para conocer entre qué variables existen dichas diferencias, se aplica el test de Mann-Whitney (tabla 2).

En el caso de la cobertura de leñosas, los dos tratamientos son diferentes al control, lo que implica que la regeneración de las leñosas se ve afectada ante la acción de un tratamiento de reducción de combustible. En cambio, para la cobertura de las herbáceas, cada tratamiento genera una respuesta diferente para la vegetación, teniendo en cuenta que en el control seguramente la cobertura de herbáceas es muy baja debido a la alta cobertura de leñosas. Con respecto a la altura de las especies leñosas, no se encuentran diferencias entre ambos tratamientos, solo con el control, por lo que, al igual que en la cobertura de leñosas, tanto la quema prescrita como el desbroce generan un impacto en el crecimiento de las especies leñosas.

Tabla 2. Resultados obtenidos de la realización del análisis de varianza (ANOVA) y el test post-hoc de Tukey para la riqueza de leñosas, la riqueza de herbáceas y la cobertura de suelo descubierto. Fuente: elaboración propia.

VARIABLE	Kruskal-Wallis	Test post-hoc de Mann-Whitney
Cobertura leñosas	H=29,59 p<0,001	La quema prescrita y el desbroce no presentan diferencias entre sí, pero sí presentan diferencias con el control.
Cobertura herbáceas	H=29,24 p<0,002	Todos los tratamientos son diferentes entre sí.
Altura de especies leñosas	H=27,19 p<0,003	La quema prescrita y el desbroce no presentan diferencias entre sí, pero sí presentan diferencias con el control.

#### 4.2. Comparación de la composición específica.

Con la finalidad de comparar los tratamientos de forma conjunta, se realizó un índice de similitud cualitativo y otro cuantitativo. Mediante el dendrograma cualitativo de Sorensen (figura 17) se analiza el grado de semejanza entre las especies presentes. Se muestra que existe una similitud en la vegetación propia de los tratamientos de quema y desbroce, principalmente por la presencia de *C. vulgaris* y *P. tridentatum*, no observándose una agrupación clara de las réplicas de cada uno de estos tratamientos. Sin embargo, las parcelas control se separan claramente del resto.

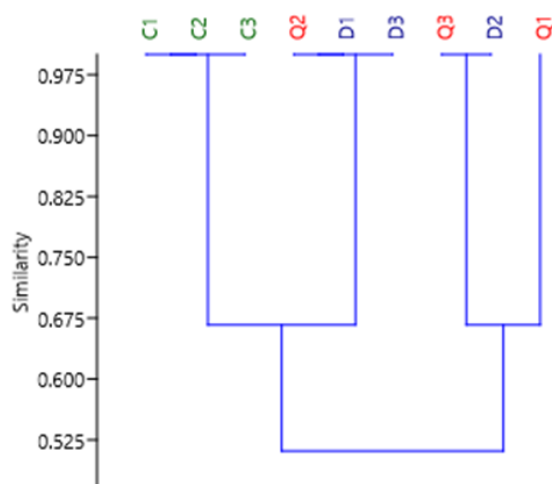


Figura 17. Dendrograma de similitud del índice de Sorensen por tratamiento. Fuente: elaboración propia.

A través del índice cuantitativo de Bray-Curtis (figura 18) se observa una gran similitud entre las parcelas desbrozadas y quemadas, debido a que la vegetación presenta una cobertura semejante. Mientras que, con respecto al control, se muestra una clara separación, a consecuencia de una abundancia de *C. vulgaris* mucho mayor y falta del resto de especies presentes en los tratamientos.

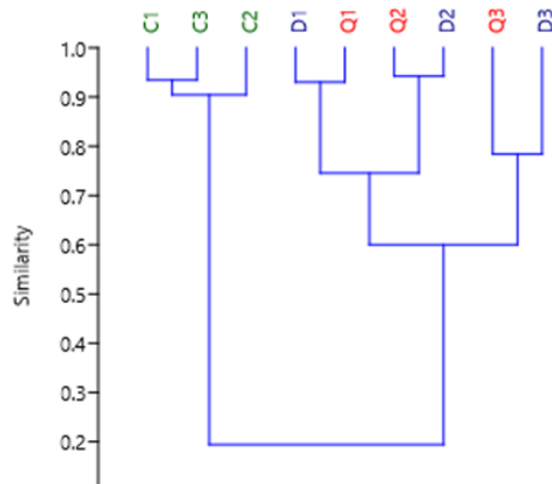


Figura 18. Dendrograma de similitud (UPGMA) con el índice de Bray-Curtis por tratamiento. Fuente: elaboración propia.

### 4.3. Comparación global de las variables estructurales de la comunidad vegetal.

Para poder analizar conjuntamente todas las variables y poder reducir la dimensionalidad, se aplica un análisis de componentes principales (ACP) (figura 19) que relaciona las muestras recogidas en los tratamientos de quema prescrita, desbroce y control con las variables estudiadas para la vegetación.

El eje I, con un 59% de absorción de varianza, explica el mayor porcentaje de la información. Este eje discrimina las parcelas sometidas a tratamiento de quema y de desbroce (en la parte negativa) de las parcelas control (situadas en la parte positiva del mismo). Las parcelas control se encuentran asociadas a valores más elevados de cobertura y altura de leñosas y cobertura de especies como *Calluna vulgaris*. Mientras que en el lado negativo las parcelas tratadas se asocian a una mayor riqueza y cobertura de herbáceas.

En la parte negativa del eje II, que explica un 24% de varianza, se sitúan la mayoría de las muestras de vegetación correspondientes a las parcelas tratadas, que se



encuentran asociadas a valores más altos de cobertura de suelo y de *P. tridentatum*, como consecuencia del tratamiento de desbroce y en menor medida, a la quema prescrita. Mientras que, en el eje positivo, se encuentra la cobertura de *E. australis* y *G. scorpius* asociadas a una de las parcelas sometida a quema prescrita.

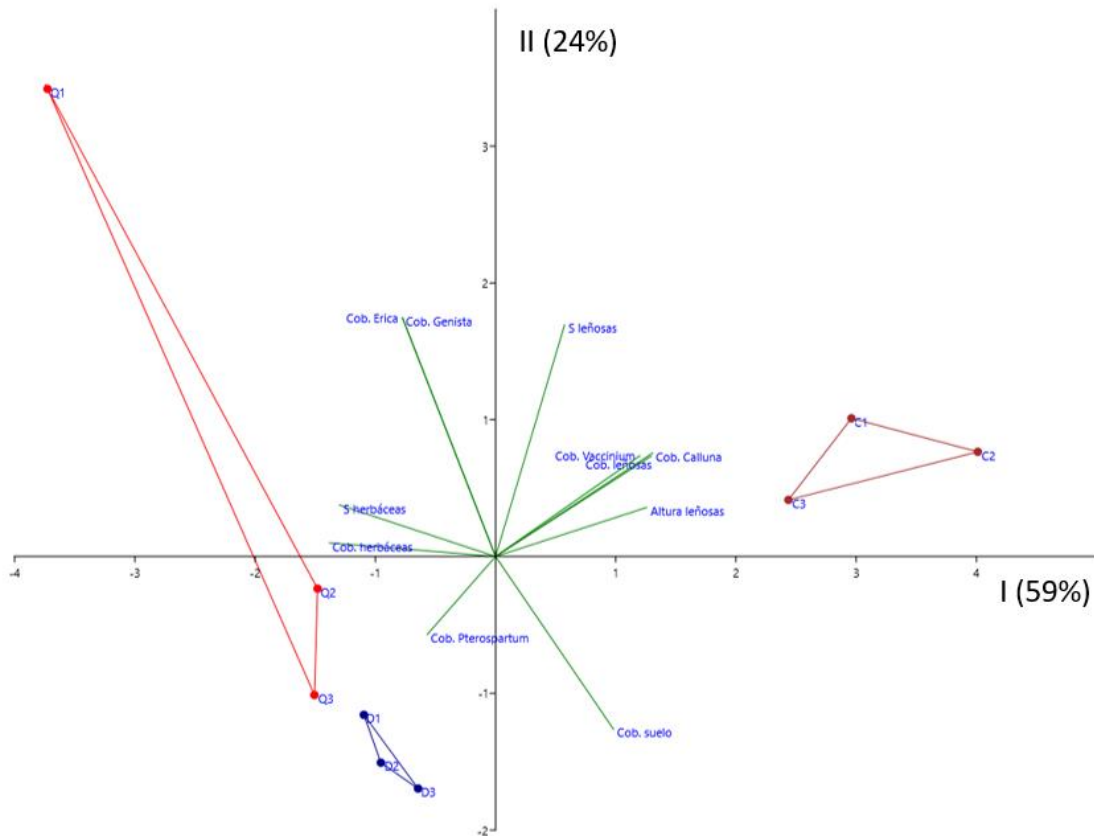


Figura 19. Análisis en Componentes Principales (ACP) donde se representan las variables estructurales de la comunidad vegetal y las muestras en el plano definido por los dos primeros ejes del análisis en componentes principales (Q:quema prescrita; D: desbroce y C: control). Fuente: elaboración propia.

## 5. DISCUSIÓN.

Los resultados obtenidos muestran la eficacia de los tratamientos de desbroce y quema prescrita como medida de mitigación a aplicar en zonas con alta recurrencia de incendios y donde exista continuidad de combustible.

La presencia de una elevada cobertura de leñosas favorece una mayor severidad en los incendios forestales. Con los tratamientos realizados se consigue una disminución

(en cobertura y altura) de la carga de especies leñosas en comparación con el control, aunque algunas de estas especies están adaptadas al fuego, principalmente *C. vulgaris*, la especie dominante en la zona de estudio. Sin embargo, en este caso su capacidad de rebrote no ha tenido tanta fuerza y esto se atribuye a la elevada edad de la planta, por lo que la mayoría de la regeneración se produce por germinación. En otros estudios, son dispares y dependen de las condiciones de las zonas de estudio. Así, Calvo et al. (2002) en brezales de la Cordillera Cantábrica, encontraron, que la cobertura en la zona quemada fue mayor que en la desbrozada por la elevada competencia que se establece con *Erica tetralix* L. En cambio, según un estudio de Fernández et al. (2013a) en Galicia, encontraron una mayor cobertura de *Erica cinerea* L. en la zona desbrozada.

A pesar de que con ambos tratamientos la cobertura sea semejante, el tratamiento de quema prescrita presenta una mayor riqueza de leñosas que con el desbroce, debido a la adaptación al fuego que presenta la vegetación (Iglesia, 2011). Por lo que, el tratamiento de quema prescrita es el más adecuado para la vegetación leñosa porque se obtiene una mayor riqueza y una menor cobertura.

Para el estrato herbáceo, los resultados entre los tratamientos son diferentes tanto para la riqueza como para la cobertura. En el tratamiento de quema prescrita se recupera un 88% de la riqueza y en el desbrozado un 53,4% con respecto al control, mientras que, de la misma forma, la cobertura de herbáceas es mayor en el tratamiento de quema prescrita que en el desbrozado. Por lo tanto, con el tratamiento de quema prescrita se consigue una mayor riqueza del estrato herbáceo y una mayor cobertura. Por esa razón, es por lo que la quema prescrita es el tratamiento con una menor cobertura de suelo descubierto. Este tipo de quemas no son agresivas para el suelo, sin embargo, después de la quema, aumenta la fertilidad del suelo quemado, provocando que la vegetación pueda establecerse de nuevo rápidamente (Afif et al., 2006; San Emeterio et al., 2012).

La quema prescrita es el tratamiento más adecuado para la reducción de combustible en la zona de estudio porque es con el que se consigue una menor cobertura de leñosas pero una mayor riqueza de especies, tanto leñosas como herbáceas, aumentando la biodiversidad ecológica y enriqueciendo a la comunidad vegetal, de manera que contribuye al alimento de la ganadería y de la fauna de la zona. Además, es el tratamiento que menos suelo descubierto tiene, lo que reduce los problemas de erosión del suelo, además de proporcionarle una estructura y mantener el ciclo del agua y de los nutrientes, que son los primeros impactos que sufre después del fuego (Celis et al., 2013).

La quema prescrita también tiene un menor coste por lo que es el tratamiento más accesible económicamente (Martinez et al., 2015).

El tratamiento de desbroce es una herramienta que funciona como prevención ante incendios forestales, presentando baja cobertura y altura de la vegetación, pero también reduce la riqueza de las especies, empeorando la calidad floral de la zona. Para la zona de estudio, la regeneración de la vegetación disminuyó con tan solo un desbroce, pero cabe destacar que para otras zonas próximas a Cabrillanes, sería necesario desbrozar con menos periodicidad o complementar con ganadería extensiva para que el tratamiento sea más duradero en el tiempo (Gómez et al., 2011) pero, aunque en la zona de estudio no sea necesario, el coste económico es mayor que para una quema prescrita.

Como alternativa a los dos tratamientos que se han estudiado, se podría contemplar el triturado como en el estudio (anteriormente citado) de Fernández et al. (2013b), en donde los resultados muestran diferencias significativas en la cobertura vegetal en comparación con la quema prescrita y el desbroce.

Una opción complementaria a los tratamientos sería la de fomentar el pastoreo, de manera que el ganado reduzca la vegetación de la zona y a su vez, se produjera la reducción de la frecuencia de uno de los tratamientos, ya que se ha comprobado que el pastoreo debe complementarse con otro método (Varela et al., 2008).

La gestión forestal debe de contemplar dentro de la selvicultura preventiva, tratamientos como la quema prescrita o el desbroce, porque son prácticas fundamentales para evitar que la vegetación de la zona se convierta en modelos de combustible peligrosos, romper con la discontinuidad del combustible y proporcionar zonas que ayuden en la extinción (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2012).

## **6. CONCLUSIONES.**

1. La quema prescrita es el tratamiento con el que se ha logrado una mayor riqueza de especies y una alta cobertura de herbáceas, conformando la estructura de una comunidad vegetal en un espacio natural protegido y un tipo de combustible menos peligroso al presentar una baja cobertura de especies leñosas y proporcionando defensa al suelo frente a la degradación.

2. Los dos tratamientos estudiados son efectivos para la reducción de combustible, provocando una disminución de la vegetación en comparación con el control. Los buenos resultados obtenidos con respecto a las variables de riqueza, cobertura y altura de la vegetación, junto con la cobertura de suelo descubierto, demuestran que son métodos eficaces para la prevención de incendios forestales.

3. Las especies presentes en la zona de estudio están adaptadas al fuego y muestran una respuesta similar en cuanto a la regeneración en ambos tratamientos. A pesar de que hay mayor riqueza de especies en el tratamiento de quema prescrita, *Calluna vulgaris* es la especie dominante de la zona y la que supondría un mayor peligro frente a un incendio forestal, y la quema prescrita es el tratamiento que mejor frena su regeneración.

4. La zona de estudio pertenece a un municipio ganadero, por lo que la mejor alternativa es potenciar la ganadería extensiva y aprovecharla como herramienta para la reducción de vegetación, complementándose con las quemas prescritas al proporcionar un pasto abundante y rico en especies.

## 7. REFERENCIAS.

Afif, E., Oliveira, J.A. (2006) “Efectos del fuego prescrito sobre matorral en las propiedades del suelo” *Invest Agrar: Sist Recur For*, 15(3), pp. 262-270.

Agencia Estatal de Meteorología OpenData (2022) [Página web corporativa]. Disponible en: [https://www.aemet.es/es/datos\\_abiertos/AEMET\\_OpenData](https://www.aemet.es/es/datos_abiertos/AEMET_OpenData) (Accedido: 7 de noviembre de 2022).

Álvarez Y. (2001) “Evolución histórica de los incendios forestales en España” *Nimbus* 7-8, pp. 39-49.

Arellano, S., Vega, J.A., Ruíz, A.D., Arellano, A., Álvarez, J.G., Vega, D.J., Pérez, E. (2017) Foto-Guia de combustibles forestales de Galicia y comportamiento del fuego asociado. 2ª edición. Santiago de Compostela: Andavira Editora, S.L.

Asturnatura (2022) Parque Natural Babia y Luna. Disponible en: <https://www.asturnatura.com/turismo/parque-natural-de-babia-y-luna/3238.html> (Accedido: 23 de noviembre de 2022).

Ayuntamiento de Cabrillanes (sin fecha) *Patrimonio natural*. Disponible en: <http://www.aytocabrillanes.es/turismo-y-ocio/patrimonio-natural/> (Accedido: 14 de noviembre de 2022).

Babiabiosfera (2020) *Diagnóstico de la Reserva de la Biosfera de Babia*. Disponible en: <https://www.babiabiosfera.es/documentacion/> (Accedido: 23 de noviembre de 2022).

Calvo, L., Tarrega, R., Luis, E., (2002) “The dynamics of mediterranean shrubs especies over 12 years following perturbations” *Plant Ecol.* 160, pp. 25-42.

Carracedo, V. (2015) *Incendios forestales y gestión del fuego en Cantabria*. Tesis doctoral, Universidad de Cantabria.

Casares P. y Querol, X. (2014). Informe sobre la evaluación de los servicios medioambientales ofrecidos en la Reserva de Biosfera de Babia (León). *Reserva de la Biosfera de Babia*.

Cascos, C. (2011). La simplificación y la uniformidad crecientes en los paisajes ganaderos de la montaña húmeda de Castilla y León. *El ejemplo de Babia y Luna*. POLÍGONOS. Revista de Geografía, 21, pp. 149-178.

Castedo, F., Rodríguez, J.R., Cadenas R.M., Álvarez, F. (2005) “Planes de defensa contra incendios forestales y desarrollo rural. Un caso de estudio”, en Universidad de León (eds) *Nuevos retos de la Ordenación del Medio Rural*. 1ªed. O Barco: Peymar artes gráficas, s.l. pp. 143-156.

Castellnou, M. (2018) “Los incendios de sexta generación son más difíciles de controlar y afectan a medio planeta”, *La vanguardia*. 20180817: 451324516370.

Castilla y León (2007) “Decreto 63/2007, de 14 de junio, por el que se crea el Catálogo de Flora Protegida de Castilla y León”, *Boletín Oficial de Castilla y León, 14 de junio de 2007*, (119), pp. 13197-13204.

Castilla y León (2014) “Decreto 7/2014, de 20 de febrero, por el que se aprueba el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales del Espacio Natural «Babia y Luna» (León)”, *Boletín Oficial de Castilla y León, 20 de febrero de 2014*, (37), pp. 11945-12014.

Celis, E., Jorda, A., Martínez, L.M. (2013) “Efectos del fuego en las propiedades biológicas, físicas y químicas del suelo”, en Bento, A., Vieira, A. (ed.) *Grandes incêndios florestais, erosão, degradação e medidas de recuperação dos solos*. 1.ª ed. Minho: NIGP

- Núcleo de Investigação em Geografia e Planeamento da Universidade do Minho., pp. 145-160.

De las Heras, J., Moya, D., Lloret, F., Vallejo, R., Castro, J., López-Serrano, F. R., Retana, J., Espelta, J.M., Rodrigo, A. (2013) *Conservar Aprovechando. Cómo integrar el cambio global en la gestión de los montes españoles*. 1ª. ed. Madrid: CREAM.

España (2015) “Ley 5/2015, de 24 de marzo, de declaración del Parque Natural de “Babia y Luna” (León)”, Boletín Oficial del Estado, 16 de abril de 2015, (4104), pp 33618-33626.

Fernández C., Vega J.A., Fonturbel, T. (2013a) “Shrub resprouting response after fuel reduction treatments: Comparison of prescribed burning, clearing and mastication”, *Journal of Environmental Management*, 117, pp. 235-241.

Fernández C., Vega J.A., Fonturbel, T. (2013b) “Cambios en la cobertura vegetal después de tratamientos preventivos de incendios forestales en dos áreas de matorral en el Norte de España”, *6º Congreso Forestal Español*, 117, pp. 2-9.

Gómez, D., Aguirre, A.J., Lizaur, S. (2011) “Recuperación del matorral tras desbroce mecánico y quema en pastos de la Sierra de Aralar Belate (Navarra)” en López, C., Rodríguez, M.P., San Miguel, A., Fernández, F., Roig, S. (ed.) *Pastos, paisajes culturales entre tradición y nuevos paradigmas del siglo XXI*. 1ª ed. Navarra: Sociedad Española para el Estudio de los Pastos, pp. 133-138.

Gonzalez-Antón, C. (sin fecha) El clima de Babia. Baia.net. Disponible en: <https://babia.net/babiapedia/la-naturaleza-de-babia/el-clima-de-babia> (Accedido: 15 de enero de 2023).

Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. (2001). *PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis (Versión 3.18) [Programa de ordenador]*. Palaeontologia Electronica. Disponible en: [http://palaeoelectronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeoelectronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm) (Accedido: 22 de octubre de 2022).

Iglesia, A. (2011) *Efecto del fuego sobre la germinación y el banco de semillas edáfico de Ericáceas de Galicia*. Tesis doctoral. Universidad de Santiago de Compostela.

Junta de Castilla y León (2021) Estadísticas de incendios forestales. Disponible en: <https://medioambiente.jcyl.es/web/es/medio-natural/incendios-forestales-cifras.html>

(Accedido: 5 de febrero de 2021).

Marino E., Madrigal, J., Guijarro, M., Hernando, C., Díez, C., Fernández, C. (2010) “Flammability descriptors of fine dead fuels resulting from two mechanical treatments in shrubland: a comparative laboratory study” *Int. J. Wild Fire*, 19 (3), pp. 314-324.

Martínez, LL., Casas, C., Plaixats, J. (2015) “Estudio preliminar de la aplicación de quema prescrita para la recuperación de pastos en el Parque Natural del Montseny” en Cifre, J., Janer, I., Gulías, J., Jaume, J., Medrano, H. (ed.) *Pastos y Forrajes en el siglo XXI*. 1.<sup>a</sup> ed. Mallorca: Sociedad Española para el Estudio de los Pastos, pp. 317-325.

Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital (2014). *Mapa de frecuencia de incendios forestales por término municipal Catálogo de Metadatos*. Disponible en <https://datos.gob.es/es/catalogo/e0dat0002-mapa-de-frecuencia-de-incendios-forestales-por-termino-municipal> (Accedido: 7 de octubre de 2022).

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2012) *Quemas prescritas realizadas por los EPRIF. Método y aplicación*. 1.<sup>a</sup> ed. Madrid: Gráficas Arias Montano, S.A.

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2017) Estadística General de Incendios Forestales. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/incendios-forestales/estadisticas-datos.aspx> (Accedido: 5 de febrero de 2023).

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2021) *Recomendaciones técnicas para la gestión de quemas controladas y quemas prescritas*. Edición digital.

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2022) *Orientaciones estratégicas para la gestión de incendios forestales en España*. Conferencia Sectorial de Medio Ambiente.

Moreno J.M., Urbieto, I.R., Bedia, J., Gutiérrez J.M., Vallejo V.R. (2015) “Los incendios forestales en España ante el cambio climático”. Universidad de Castilla-La Mancha, Toledo. Dpo. de Ciencias Ambientales, pp. 395-405.

Moya, D., Peña, E., Fajardo, A., González, H., Calderón, D., Plaza, P.A., González, J., Lucas, M.E., De las Heras, J. (2021) “Eficacia y efectos de herramientas de prevención de incendios en ecosistemas forestales de la Sierra de Segura”. *Sabuco: Revista de estudios albacetenses*, 15, pp. 53-68.

Patrimonio Natural de Castilla y León (sin fecha) Parque Natural Babia y Luna. Disponible en <https://patrimonionatural.org/espacios-naturales/parque-natural/parque-natural-babia-y-luna> (Accedido: 15 de octubre de 2022).

San Emeterio, L., Rupérez, E., Senosiain, J.M., Canals R.M. (2012) “Efectos de una quema prescrita sobre el suelo y la vegetación de un pasto altimontano del Pirineo navarro” *51 Reunión Científica de la SEEP*, pp. 193-198.

Úbeda, X., Mataix-Solera, J., Francos, M., Farguell, J. (2021) “Grandes incendios forestales en España y alteraciones de su régimen en las últimas décadas” en RISCOS - Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança. *Geografia, riscos e proteção civil. Homenagem ao Professor doutor Luciano Lourenço. Volumen 2*. Coimbra: Simões & Linhares, Lda., pp.147-161.

Varela E., Calatrava, J., Ruiz, J., Jimenez, R., Gonzalez J.L. (2008) “El pastoreo en la prevención de incendios forestales: análisis comparado de costes evitados frente a medios mecánicos de desbroce de la vegetación” *Pequeños Rumiantes*, 9(3), pp 12-20.

Vélez, R. (2000) *La defensa contra incendios forestales. Fundamentos y experiencias*. 1ª ed. Madrid: McGraw-Hill.

Vega JA., Cuiñas P., Fonturbel, T., Fernández, C. (2000) “Planificar la prescripción para reducir combustibles y disminuir el impacto sobre el suelo en las quemas prescritas” *Cuadernos S.E.C.F.*, 9, pp. 189-198.

World Wide Fund for Nature (2019) Arde el Mediterráneo. Disponible en [https://wwfes.awsassets.panda.org/downloads/wwf\\_informe\\_incendios\\_forestaales\\_2019\\_arde\\_el\\_mediterraneo\\_2019.pdf](https://wwfes.awsassets.panda.org/downloads/wwf_informe_incendios_forestaales_2019_arde_el_mediterraneo_2019.pdf) (Accedido: 26 de septiembre de 2022).