



2025 | **16-20**
GIJÓN | JUNIO

9º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

9CFE-1827

Actas del Noveno Congreso Forestal Español
Edita: **Sociedad Española de Ciencias Forestales. 2025.**
ISBN: **978-84-941695-7-1**

Organiza





EFICIENCIA Y COSTE DE LOS TRATAMIENTOS PREVENTIVOS DE INCENDIOS FORESTALES EN LAS PROVINCIAS DE CUENCA Y GUADALAJARA

AMBROSIO TORRIJOS, Y (1), MERINO DE MIGUEL, S. (1), IBAÑEZ PAYO, C. (1), LAMAS HERRERO, S. (1), MADRIGAL OLMO, J (2), GUIJARRO GUZMÁN, M. (2)

(1) Universidad Politécnica de Madrid. ETS de Ingeniería de Montes, Forestal y del Medio Natural

(2) ICIFOR - INIA, CSIC

Resumen

Castilla-La Mancha acumula gran experiencia (más de 15 de años) en la realización de tratamientos preventivos dentro de una Red de Áreas de Defensa muy bien planificada acorde a criterios técnicos claros que engloban tanto áreas de contención como áreas estratégicas.

Se precisa avanzar hacia la definición de las características y frecuencia en la realización de tratamientos preventivos, cuantificar la inversión a realizar y demostrar que esto supone un menor coste durante la emergencia.

En este trabajo, se analizan las características de los tratamientos selvícolas realizados en las provincias de Cuenca y Guadalajara de 2007 a 2023, su evolución, los costes de ejecución y el efecto que han tenido en los incendios.

Palabras clave

incendios forestales, tratamientos preventivos, costes, eficiencia

1. Introducción

La Red de Áreas de Defensa (RAD) contra incendios forestales está diseñada para cambiar la estructura de la vegetación y aumentar la resiliencia del territorio, lo que provocaría, en el caso de que el evento se produjera, una menor gravedad por un menor daño y una mayor seguridad para los bienes, infraestructuras, población y equipos de emergencia.

Los objetivos planteados para el diseño de la RAD recogidos en la Plan Director de defensa contra incendios forestales de Castilla-La Mancha, aprobado en 2015, son:

- Crear elementos de ruptura de la continuidad de la vegetación o de pérdida de alineación del incendio forestal, creando zonas en las que la estructura de la vegetación mejore el comportamiento del incendio, disminuyendo su velocidad de propagación e intensidad, intentando situarlas dentro de los límites de capacidad de extinción. De esta forma, además, se mejora la seguridad de los combatientes durante las labores de extinción.
- Proteger infraestructuras e instalaciones civiles o industriales situadas dentro del medio natural y que puedan suponer un problema de protección civil ante un eventual incendio forestal.
- Tratar zonas concretas del territorio que requieran de una actuación específica por ser zonas que puedan desencadenar un comportamiento fuera de capacidad de extinción o bien tengan un efecto multiplicador en la propagación de los frentes de un incendio forestal que discurra por ellas.

Las áreas de tratamientos preventivos son de dos tipos (Figura 1):

- Primer orden, son áreas cerradas de entre 3.000 y 8.000 ha y la anchura de estos tratamientos es de 8 veces la longitud de llama.
- Segundo orden donde se fracciona el territorio en áreas de 500 a 2.000 ha y la anchura de los tratamientos es de 4 veces la longitud de llama



Figura 1. Red de áreas de primer y segundo orden del Plan de defensa contra incendios forestales Alcarria-Serranía Alta.

Los criterios utilizados para determinar la anchura de las áreas de contención son el modelo de combustible de la vegetación circundante, la mejora de la seguridad de los combatientes, la jerarquía del área de contención, la pendiente y la disposición geométrica del terreno, la ruptura efectiva de la continuidad vertical y horizontal en montes arbolados, la relación óptima de eficiencia entre los recursos disponibles y las actuaciones a ejecutar.

ANCHURAS DEFINITIVAS DE LAS ÁREAS DE CONTENCIÓN (m)

| Ubicación y pendiente del terreno (%) | | Modelo de combustible | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|---|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|-----|-----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| Red de 2º Orden | Vaguadas estrechas (>10) | 30 | 70 | 80 | 80 | 50 | 50 | 50 | 40 | 40 | 50 | 40 | 60 | 70 |
| | Media ladera (>35) | 30 | 60 | 80 | 80 | 50 | 50 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 50 | 70 |
| | Media ladera (10-35) | 20 | 60 | 80 | 80 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 50 | 60 |
| | Terreno llano (0-10) | 20 | 50 | 70 | 80 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 50 |
| | Divisoria con pendiente a ambos lados (10-35) | 20 | 40 | 60 | 80 | 30 | 30 | 30 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 50 |
| | Divisoria con pendiente a ambos lados (>35) | 20 | 40 | 50 | 80 | 30 | 30 | 30 | 40 | 40 | 40 | 40 | 30 | 40 |
| Red de 1er orden | Vaguadas estrechas (>10) | 60 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 | 60 | 60 | 90 | 60 | 100 | 100 |
| | Media ladera (>35) | 60 | 100 | 100 | 100 | 90 | 90 | 80 | 60 | 60 | 80 | 60 | 100 | 100 |
| | Media ladera (10-35) | 60 | 100 | 100 | 100 | 80 | 80 | 70 | 60 | 60 | 70 | 60 | 90 | 100 |
| | Terreno llano (0-10) | 60 | 100 | 100 | 100 | 70 | 70 | 70 | 60 | 60 | 60 | 60 | 80 | 100 |
| | Divisoria con pendiente a ambos lados (10-35) | 60 | 90 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 70 | 90 |
| | Divisoria con pendiente a ambos lados (>35) | 60 | 70 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 70 |

Figura 2: Anchuras de las áreas de contención

Castilla- La Mancha tienen gran experiencia en la ejecución de tratamientos preventivos. En 2023 tenían previsto la ejecución de más de 13.870 ha (2.218 ha en Cu y 3.471 en Gu) por un total de 47,7 millones de euros, el coste estaba financiado por Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER) en un 75%, por la Administración General del Estado (AGE) en un 7,5% y por la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha en el 17,5% restante.

Los tratamientos preventivos contra incendios forestales tienen un elevado coste y se precisa planificarlos de manera adecuada y que sirvan de apoyo a la mayor parte de los incendios que ocurren en la zona. Nunca servirán para parar todos los tipos de incendio, especialmente en el caso de los incendios más agresivos y virulentos.

2. Objetivos

Se analizan los tratamientos preventivos realizados en las provincias de Cuenca y Guadalajara en el periodo de 2007-2023 su evolución y costes y se analiza el efecto de los mismos sobre los incendios ocurridos en la zona en ese periodo.

3. Metodología

La metodología ha consistido en analizar de tratamientos preventivos realizados desde 2007 hasta 2023 en Cuenca y Guadalajara. La información SIG contenía la superficie tratada por año y el perímetro tratado. Se incorporó la información de la Red de áreas de defensa (RAD) de estas dos provincias que contiene el diseño completo de la red que se tiene previsto realizar tanto en terreno gestionado directamente por parte de la administración forestal como en terrenos de



propiedad privada.

La información adicional que se ha incorporado para el análisis completo del tipo de superficies tratadas y sus costes han sido las siguientes:

- La Base Topográfica Nacional (BTN) 1:25000 para determinar el apoyo y superposición de pistas, caminos, sendas, cortafuegos, etc. sobre los tratamientos preventivos.
- El Mapa Forestal Español (MFE) 1:25.000 de 2022 con el tipo de estrato, las fracciones de cabida cubierta y las superficies de matorral y arbolado y los modelos de combustible.
- El Modelo Digital del Terreno (MDT) para determinar las pendientes y orientaciones de los tratamientos preventivos.

Las tarifas de costes de GEACAM donde aparecen los precios de las actuaciones a realizar en los tratamientos y selvicultura preventiva dependiendo de pendiente, fracción de cabida cubierta, diámetro en la base de las zonas a desbrozar, densidad de arbolado, etc.

Los incendios ocurridos desde 2007-2020 se tiene la superficie total y foresta, perímetro y los modelos de combustible que ardieron.

Se calculará el porcentaje de tratamientos preventivos que han sido atravesados por incendios forestales y cuántos de estos tratamientos han servido de apoyo a la extinción de los incendios.

4. Resultados

Las superficies de tratamientos preventivos en Cuenca y Guadalajara han sido las recogidas en la Tabla 1, un 54% de la RAD de Cuenca y un 20% de la RAD de Guadalajara.

Tabla 1. Superficie ejecutada de tratamientos preventivos en Cuenca y Guadalajara, (S), superficie y porcentaje con tratamientos repetidos (Sr).

| CUENCA | | | GUADALAJARA | | | |
|--------|--------|---------|-------------|--------|---------|-----|
| Año | S (ha) | Sr (ha) | % | S (ha) | Sr (ha) | % |
| 2007 | 1842 | 333 | 18 | 1028 | 339 | 33 |
| 2008 | 1444 | 325 | 23 | 960 | 324 | 34 |
| 2009 | 3937 | 891 | 23 | 908 | 294 | 32 |
| 2010 | 3338 | 702 | 21 | 1787 | 634 | 35 |
| 2011 | 2424 | 431 | 18 | 1793 | 777 | 43 |
| 2012 | 1202 | 232 | 19 | 2001 | 825 | 41 |
| 2013 | 234 | 6 | 3 | 492 | 775 | 157 |
| 2014 | 6651 | 1870 | 28 | 1151 | 435 | 38 |
| 2015 | 2277 | 194 | 9 | 2193 | 491 | 22 |
| 2016 | 6876 | 663 | 10 | 1430 | 163 | 11 |



| | | | | | | |
|----------------|----------|---------|----|-----------|----------------|-----------|
| 2017 | 2341 | 260 | 11 | 1815 | 482 | 27 |
| 2018 | 2523 | 303 | 12 | 1551 | 91 | 6 |
| 2019 | 2477 | 376 | 15 | 1419 | 305 | 22 |
| 2020 | 2453 | 90 | 4 | 1617 | 103 | 6 |
| 2021 | 2061 | 200 | 10 | 3520 | 91 | 3 |
| 2022 | 2745 | 308 | 11 | 2718 | 14 | 1 |
| 2023 | 2218 | | | 4135 | | |
| TOTAL | 47043 ha | 7185 ha | 15 | 30519 ha | 6142 ha | 20 |
| Sup. total RAD | 83947 ha | | | 154469 ha | | |

La tasa de cobertura de la vegetación se recupera cada cierto tiempo (menor en buenas calidades de estación y mayor en calidades de estación peores) y para mantener la eficacia debe volver a intervenir la zona. Durante el transcurso de estos 17 años se han repetido los tratamientos en un 15% y un 20% de la superficie previamente tratada en Cuenca y Guadalajara respectivamente.

Los tratamientos realizados de 2007 a 2023 han sido ejecutados sobre las infraestructuras viarias: carreteras, caminos, sendas y cortafuegos, en total se han realizado 2.602 km en Cu (media de 153 km/año) y 1.493 km en Gu (media de 88 km/año).

La superficie media de los grandes incendios (GIF) ocurridos en el periodo 2007-2020 fue cercana a las 1600 ha en 5 incendios de Cuenca y de 1200 ha en los ocurridos en Guadalajara. Estos GIF representan el 1,5-2% de los incendios, los conatos representan el 15 % (Cu) y el 24% (Gu) de los incendios ocurridos. El resto de incendios (Tabla 2) tienen una superficie media de 23 ha en Cuenca (84%) y de 20 ha en Guadalajara (75%).

El número de incendios, superficie total y superficie forestal quemada y tamaño medio a lo largo de estos años es la recogida en la Tabla 2.

Tabla 2. Incendios, sin GIF ni conatos, ocurridos en Cuenca y Guadalajara, número (N) y superficie total (Stotal) y forestal (Sfor) y media (Sm) en ha.

| AÑO | CUENCA | | | | GUADALAJARA | | | |
|------|--------|-------------|-----------|---------|-------------|-------------|-----------|---------|
| | N | Stotal (ha) | Sfor (ha) | Sm (ha) | N | Stotal (ha) | Sfor (ha) | Sm (ha) |
| 2007 | 28 | 294,0 | 131,1 | 10,5 | 7 | 93,1 | 61,4 | 13,3 |
| 2008 | 29 | 202,0 | 128,5 | 7,0 | 14 | 61,6 | 52,4 | 4,4 |
| 2009 | 44 | 983,1 | 693,7 | 22,3 | 32 | 390,6 | 260,0 | 12,2 |
| 2010 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 10 | 237,1 | 42,2 | 23,7 | |

MT 6: FUEGO Y OTROS RIESGOS ABIÓTICOS

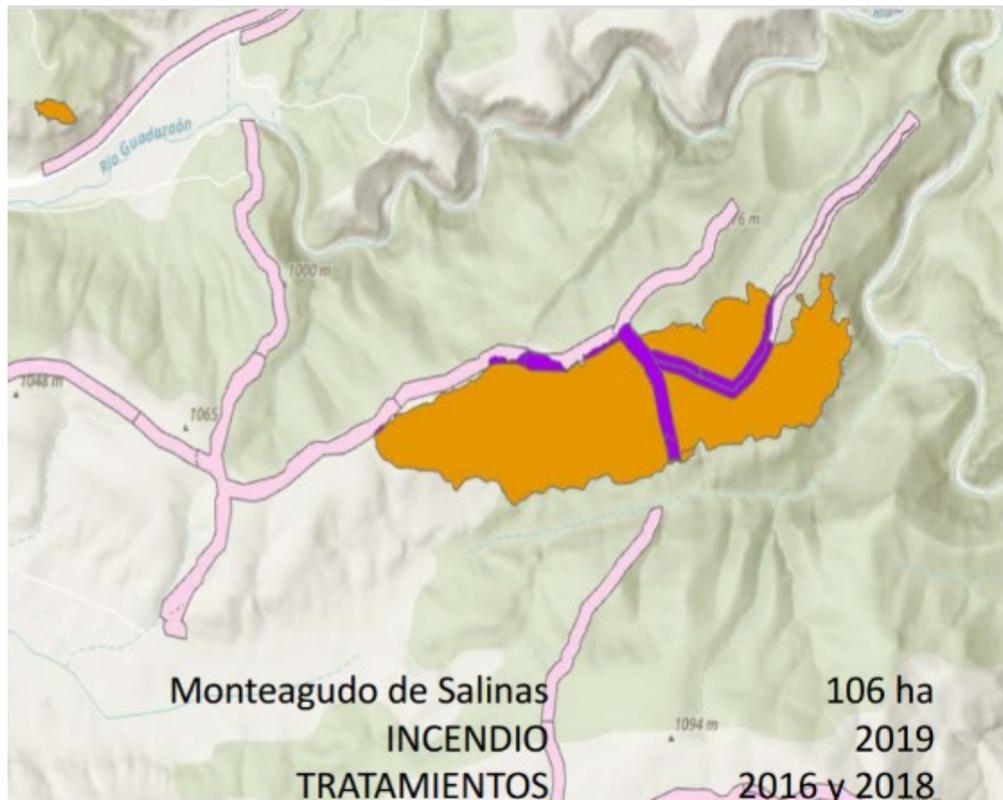


| | | | | | | | | |
|--------------|------------|---------------|---------------|-------------|------------|---------------|---------------|-------------|
| 2011 | 12 | 435,3 | 356,8 | 36,3 | 23 | 172,8 | 56,4 | 7,5 |
| 2012 | 15 | 932,6 | 684,4 | 62,2 | 64 | 1827,9 | 987,4 | 28,6 |
| 2013 | 24 | 395,3 | 139,5 | 16,5 | 21 | 744,3 | 449,3 | 35,4 |
| 2014 | 18 | 110,9 | 84,8 | 6,2 | 19 | 485,8 | 277,2 | 25,6 |
| 2015 | 2 | 123,0 | 68,8 | 61,5 | 26 | 537,1 | 207,3 | 20,7 |
| 2016 | 27 | 1545,2 | 1017,8 | 57,2 | 33 | 844,5 | 323,3 | 25,6 |
| 2017 | 23 | 356,3 | 292,9 | 15,5 | 24 | 350,4 | 311,8 | 14,6 |
| 2018 | 6 | 48,3 | 25,4 | 8,1 | 7 | 57,3 | 56,5 | 8,2 |
| 2019 | 24 | 569,6 | 319,9 | 23,7 | 33 | 462,1 | 264,1 | 14,0 |
| 2020 | 19 | 283,3 | 151,0 | 14,9 | 12 | 241,0 | 86,8 | 20,1 |
| TOTAL | 272 | 6403,9 | 4159,7 | 23,5 | 334 | 6701,5 | 3517,1 | 20,1 |

La superposición de los tratamientos preventivos sobre los incendios forestales ocurridos desde 2006 a 2020, y sin considerar los conatos ni los GIF, supone que los incendios han atravesado o han sido perimetrales en un 9% de la superficie tratada (545 ha) de Cuenca y en un 7% de la superficie tratada (438 ha) de Guadalajara. Si se considera la superficie forestal incendiada, esta se superpone un 13% de estos tratamientos.

El mayor interés es identificar si estos tratamientos han s

ervido de apoyo a la construcción de líneas de defensa en el incendio, para ello se está realizando un reconocimiento de los tratamientos e incendios y algunos ejemplos son los que se recogen en las Figuras 3 y 4.



Los costes de los tratamientos preventivos y selvícolas en tarifas GEACAM (2022) son los siguientes:

- Desbroce con motodesbrozadora: 305-3.944 euro/h
- Recogida acordonado de restos: 276 a 2.332 euro/ha
- Quema de restos: 214 a 2.682 euro/ha
- Trituración de restos: 526 a 2.190 euro/ha
- Astillado in situ: 1317 a 8.640 euro/ha
- Quema prescrita pastizal/matorral (sin coste equipos de seguridad y preparación): 188- 471euro/ha

- Quema prescrita bajo arbolado (sin coste equipos de seguridad y preparación): 277-577 euro/ha

Y sabiendo que en los tratamientos preventivos propuestos consisten en las siguientes actuaciones y los costes por unidad de superficie en Cuenca y Guadalajara son:

Tabla 3. Costes de tratamientos preventivos

| Modelos de combustible | Tipos de tratamiento | | Coste (euro/ha) | |
|------------------------|----------------------|----------------------------------|---|-------|
| Modelos 8, 9 y 10 | Clareo, poda y roza. | Recogida y acordonado de restos. | Trituración de residuos (80%) y quema de residuos (20%) | 2.067 |
| Modelos 1, 2, 3, 5 y 6 | Clareo, poda y roza. | Recogida y acordonado de restos. | Trituración de residuos (80%) y quema de residuos (20%) | 4.153 |
| Modelos 4 y 7 | Clareo, poda y roza. | Recogida y acordonado de restos. | Trituración de residuos (80%) y quema de residuos (20%) | 5.947 |

El coste promedio en los tratamientos preventivos considerando las tarifas GEACAM y considerando las superficies del MFE, las pendientes, modelos de combustible y la fracción de cabida cubierta ha sido de 3.280 euro/ha en Guadalajara y 3.643 euros/ha en Cuenca.

5. Discusión

Los tratamientos preventivos rompen la continuidad de la vegetación y disminuyen la cantidad de biomasa en la zona lo que conseguirá aminorar la superficie y la gravedad que potencialmente afectaría a la zona si el incendio forestal ocurriera.

En numerosas publicaciones se comprueba como disminuye la carga de combustible, la longitud de llama, la intensidad y el calor por unidad de superficie en determinados tipos de vegetación (Jiménez *et al.* 2017, Moya, D. *et al.* 2021, Piqué y Domènech, 2018, Ramirez *et al.* 2007), también disminuye la probabilidad de subida de fuego a copas (Fernández-Alonso y Vega, 2017, Piqué *et al.* 2022) aunque el efecto dura un tiempo y hay que volver a intervenir

En una publicación reciente (Ott *et al.* 2023) se hace la revisión de 86 publicaciones que confirman que los tratamientos preventivos suponen una disminución de los daños.

El Plan Director de Castilla-La Mancha (2015) indica que la función principal de estos tratamientos es servir de apoyo a los equipos de extinción para que ataquen el fuego con seguridad y eficacia de forma activa. Se ha comprobado la utilidad de estos tratamientos para establecer líneas de control (Figuras 3 y 4), en algún incendio el fuego pasa de copas al suelo y se da una oportunidad para el establecimiento de la línea de control. Almodovar (2017) recoge varias experiencias muy interesantes, de uso de las áreas de contención durante la emergencia. En incendios más extremos y grandes, los tratamientos preventivos van a suponer que el incendio tenga un comportamiento más homogéneo (Piqué y Domènech, 2018) y estas zonas pueden servir de línea de control en los flancos de ese incendio o para posibles ataques indirectos.

El mantenimiento de estos tratamientos preventivos es fundamental ya que los



fallecidos por atrapamiento supusieron el 58% de los accidentes mortales del dispositivo de extinción que trabajaba en tierra en el periodo 1991-2015 (MITECO, 2018) y el 65% de los fallecidos del personal ajeno a la extinción.

La evaluación conjunta de los costes de extinción y los tratamientos preventivos es muy compleja. En una zona de California se ha podido comprobar como el coste de la extinción disminuye significativamente con el aumento de la superficie tratada (Loomis, *et al.* 2019).

6. Conclusiones

Se ha ejecutado un 20% (Gu) y un 50% (Cu) de la Red de Áreas de Defensa programada en Guadalajara y Cuenca respectivamente, gran parte de estos trabajos se apoyan de forma muy acertada en la red viaria.

Se ha comprobado la utilidad de estos tratamientos preventivos en la extinción de incendios para establecer líneas de control (Figuras 3 y 4).

La superposición de los tratamientos sobre los incendios forestales supone un 13% de la superficie total tratada en ambas provincias.

Numerosos investigadores, técnicos de prevención y técnicos de extinción indican la necesidad de plantear políticas de gestión del combustible forestal pensando en ser útiles tanto en el incendio ordinario como en aquellos grandes incendios y sobre todo intensos que se producirán en el área mediterránea.

Los costes son muy altos superando los 3000 euros/ha. La propuesta de disminución de costes actualmente sería comercializar los productos que tengan interés (madera, biomasa, leña) en aquellas zonas donde la corta sea más intensa y en superficies arboladas.

7. Agradecimientos

Se agradece a Miguel Aguilar Larrucea y a José Félix Mateo Fernández del Servicio de Extinción de Incendios de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha la información proporciona, el conocimiento y experiencia transmitido y la visita a los tratamientos de selvicultura preventiva de Guadalajara y Cuenca. Se agradece a Leticia Carrero Díez la ayuda y asesoramiento en uso del programa ArcGIS Pro.

8. Bibliografía

ALMODÓVAR ARÁEZ, J. 2017. Experiencias en la planificación, ejecución y uso en extinción de áreas de defensa contra incendios forestales en la provincia de Cuenca y en Castilla-La Mancha. Actas 7º Congreso Forestal Español.

FERNÁNDEZ-ALONSO, J.M.; VEGA, J.A. 2017. Efecto de un tratamiento preventivo sobre el potencial de fuego de copa en masas de *Pinus pinaster* Ait. Actas 7º Congreso Forestal Español.

GOMEZ, J., GUZMAN, A. 20000 Planificación Integral para la Protección contra Incendios Forestales en España, el Caso de la Comunidad Valenciana. Memorias del Segundo Simposio Internacional Sobre Políticas, Planificación y Economía de los Programas de Protección Contra Incendios Forestales: Una Visión Global

JIMÉNEZ, E., FERNÁNDEZ-FILGUEIRA, C., REY, E., VEGA, J.A. , Y VEGA, D.J. 2017. Recuperación a medio plazo del complejo de combustibles y comportamiento potencial del fuego tras clareo y trituración de restos en una masa de *Pinus*



pinaster Ait. Actas 7º Congreso Forestal Español

MITECO, 2018. Fallecidos en incendios forestales en España 1995-2021.

MOYA, D., PEÑA, E., FAJARDO, A., GONZÁLEZ-CAMUÑAS, H., CALDERÓN, D., PLAZA-ÁLVAREZ, P.A., GONZÁLEZ-ROMERO, J., LUCAS-BORJA, M. E. Y DE LAS HERAS, J. 2021. Eficacia y efectos de herramientas de prevención de incendios en ecosistemas forestales de la Sierra de Segura. *Sabuco*, 15: 53-68. http://doi.org/10.37927/sabuco.15_3

LOOMIS, J. et al. 2019. Do fuel treatments reduce wildfire suppression costs and property damages. Analysis of suppression costs and property damages in U.S. National Forest. Fifth international symposium on fire economics, planning, and policy: ecosystem services and wildfires.

OTT, J.E.; KILKENNY, F.F.; JAIN, T. 2023. Fuel treatment effectiveness at the landscape scale: a systematic review of simulation studies comparing treatment scenarios in North America. *Fire Ecology* 19:10. <https://doi.org/10.1186/s42408-022-00163-2>

PIQUÉ, M.; DOMÈNECH, R. 2018. Effectiveness of mechanical thinning and prescribed burning on fire behavior in *Pinus nigra* forstl in NE Spain. *Science of the total environment*. 1539-1546. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.09.316>

PIQUÉ, M.; GONZÁLEZ-OLABARRÍA, J.R., BUSQUETS, E. 2022. Dynamic Evaluation of Early Silvicultural Treatments for Wildfire Prevention. *Forest* 2022, 13, 858. <https://doi.org/10.3390/f13060858>

RAMÍREZ, J; LAHOZ J.M.; CLAVERO, M.A; BARDAJÍ, M.; SERRANO, J.J. 2007. Plan de áreas cortafuegos de Aragón (España): resultados de la aplicación de técnicas geoespaciales y simulación de incendios. *Actas de Wildfire 2007*

VIGNOTE, S.; GARCÍA, J.L.; GÓMEZ, M.A; BARDAJÍ, M.; SERRANO, J.J. 2007. Plan de áreas cortafuegos de Aragón (España): resultados de la aplicación de técnicas geoespaciales y simulación de incendios. *Actas de Wildfire 2007*.

JCCM, 2023. Plan comarcal de Defensa incendios Forestal “Alcarria-Serranía Alta” (en consulta pública).

JCCM, 2015. Plan Director de Defensa contra incendios forestales. Resolución de 9/02/2015, de la Dirección General de Montes y Espacios Naturales.