



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

Gestión del monte: servicios ambientales y bioeconomía

26 - 30 junio 2017 | Plasencia  
Cáceres, Extremadura

Actuaciones selvícolas en zonas estratégicas para la prevención de incendios en bosques de *Pinus nigra*: tratamientos mecánicos y quemas prescritas.

Rut Domènech<sup>1</sup>

Míriam Piqué<sup>1</sup>, Mario Beltrán<sup>1</sup>, Teresa Cervera<sup>2</sup>, Asier Larrañaga<sup>3</sup>

1 Área de Gestión Forestal Sostenible. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya.

2 Centre de la Propietat Forestal. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació. Generalitat de Catalunya.

3 Bombers. Departament d'Interior. Generalitat de Catalunya.

29 de Junio de 2017; Plasencia

# Introducción



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

- *Pinus nigra* en Cataluña ocupa unas 130.000 ha (incluyendo masas puras y mixtas)
- Especie adaptada a los fuegos de baja intensidad (gruesa corteza y copas altas)
- Estructuras muy vulnerables a los GIF, debido a la gestión pasada (cortas de entresaca) y, más recientemente, abandono de la gestión.





# Introducción



- Muy afectada por incendios forestales, como los ocurridos en los años 1986 (incendio Montserrat), 1994 (incendio Bages-Berguedà) o 1998 (incendio Solsonès).
- Los Pinares (Sur-)mediterráneos de *Pinus nigra* endémicos es un Hábitat de interés comunitario Prioritario (Directiva Hábitats UE)
- Especie de gran interés productivo.



# Introducción



La estructura del bosque y acumulación de biomasa condicionan el comportamiento del fuego

- **Bosques con poca acumulación de combustible y discontinuidad vertical y horizontal, respecto a los estratos de vegetación, son más resistentes al fuego, dificultando la propagación de los fuegos y reduciendo su intensidad (Fulé *et al.*, 2001; Brown *et al.*, 2004; Agee & Skinner, 2005; Johnson *et al.*, 2007).**

- Principios básicos para modificar el combustible y crear bosques resistentes al paso de fuego, ya sea bien con tratamientos mecánicos o quemadas prescritas (Agee & Skinner, 2005):

- Reducir la carga de combustible en superficie.
- Incrementar distancia a la base de copas.
- Reducir la densidad de copas.
- Avanzar en madurez.



# Objetivos



El objetivo principal es reducir el riesgo de un Gran Incendio Forestal (GIF) en el hábitat del pino laricio a través de actuaciones en Puntos Estratégicos de Gestión (PEG).

La estructura forestal resultante ha de garantizar un comportamiento de fuego asequible para el sistema de extinción actual, facilitar su control y evitar la generación de fuegos de alta intensidad en estas localizaciones estratégicas, de manera que se umenta la resistencia del paisaje a los grandes incendios forestales.

Concretamente los tratamientos evaluados son:

-quemadas prescritas (eliminación del sotobosque mediante fuego controlado)

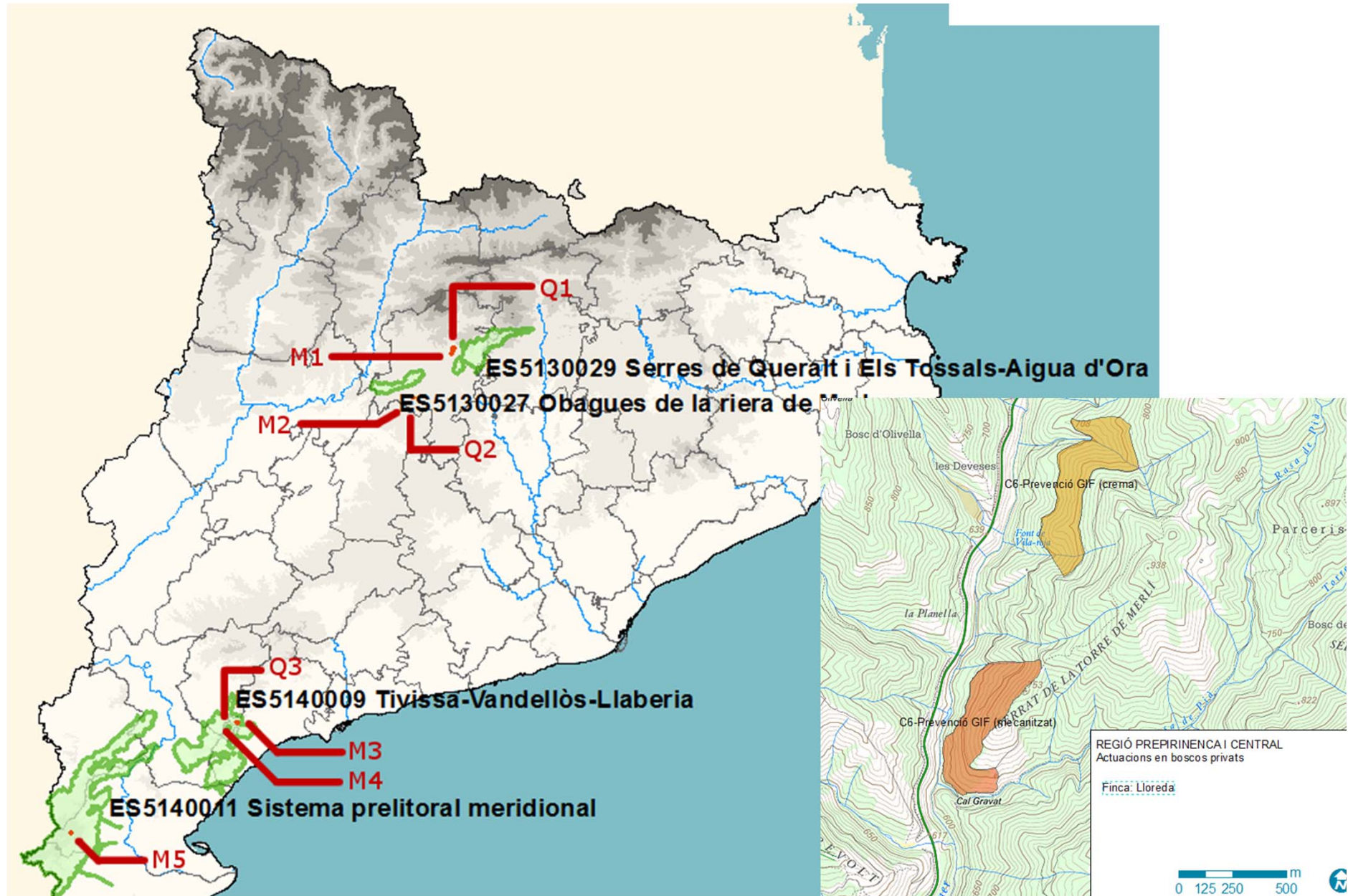
-tratamientos mecánicos convencionales (clara por lo bajo, desbroce selectivo poda baja de frondosas, con una FCC >75%)



# Material y métodos



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL





# Material y métodos

## Ejecución de los tratamientos



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

- Los tratamientos se terminaron en marzo 2016.
- Las quemas prescritas, especialistas GRAF dels Bombers de la Generalitat de Catalunya (temperatura ambiente media 12°C (5-22°C), humedad relativa 55% (34-75%). Monitoreo de la quema: termopares.



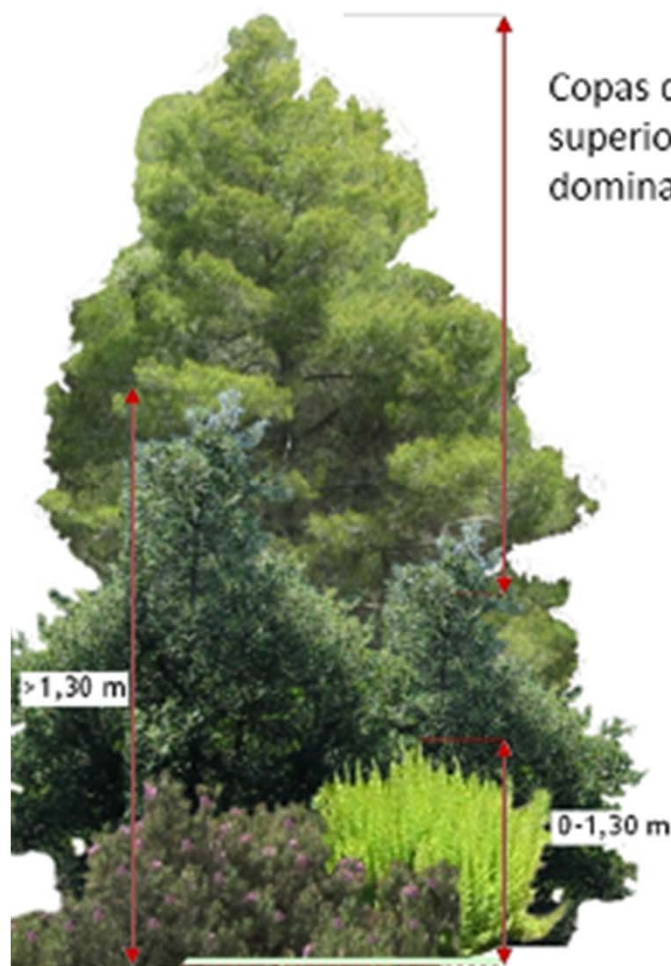
# Material y métodos

## Muestreo de campo



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

Los muestreos se realizan en tres tipos de combustible o estratos de vegetación (antes, después de las actuaciones y se repetirán 2 años después):



Copas del estrato superior dominante

**COMBUSTIBLE AÉREO:** Formado por las copas de los árboles del estrato dominante o codominante de mayor altura.

Inventario dasométrico

**COMBUSTIBLE DE ESCALA:** Combustible aéreo de altura superior a 1,30 m que no forma parte del estrato dominante o codominante. Incluye árboles pequeños, arbustos, lianas o árboles caídos.

**COMBUSTIBLE DE SUPERFICIE:** Combustible de altura no superior a 1,30 m. Pueden ser matorrales, vegetación herbácea, ramas, árboles caídos, restos selvícolas.

Inventario dasométrico

Transectos vegetación

Muestreos destructivo



# Material y métodos

## Muestreo de campo



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL



### Inventario dasométrico

3 parcelas circulares (300 m<sup>2</sup>) por tratamiento

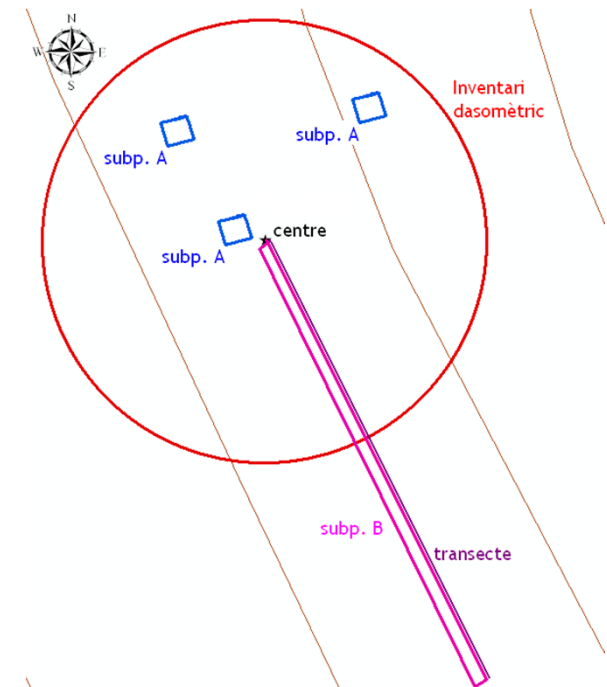
Variables medidas: Diámetro, Altura total, Altura base copa, Diámetro de copa, Edad, Cobertura



### Transecto de vegetación

2 transectos permanentes de 10 x 0,5 m por parcela

Variables medidas:  
Recubrimiento y altura por especies y para los restos vegetales



# Material y métodos

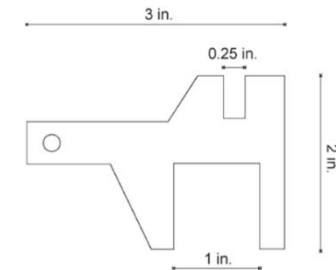


7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

## Muestreo de campo

### Muestreos destructivos de combustible de superficie

- 5 cuadrados de 1\*1 m por tratamiento
- Variables medidas: altura y carga de combustible de superficie (t/ha) por clases
  - Muerto ([0-0,6cm] [0,6-2,5cm] [2,5-7,6cm])
  - Vivo (herbáceo o leñoso)
- Obtención biomasa seca en el laboratorio





# Material y métodos



Adicionalmente:

en 20 árboles,

- altura tronco chamuscado

- % copa chamuscada

- vitalidad y mortalidad cada año (durante 3 años)

# Material y métodos

## Simulación con Nexus



- Tres escenarios meteorológicos: normal (percentil 50), severo (percentil 70) y extremo (percentil 99) a partir de los incendios históricos de la zona (incendios de poniente).
  - Variables meteorológicas (datos del *Servei Meteorològic de Catalunya*).
  - Humedad del combustible muerto (Tablas de Rothermel, 1983).
  - Humedad del combustible vivo (datos del *Departament d'Interior y Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació de la Generalitat de Catalunya*).

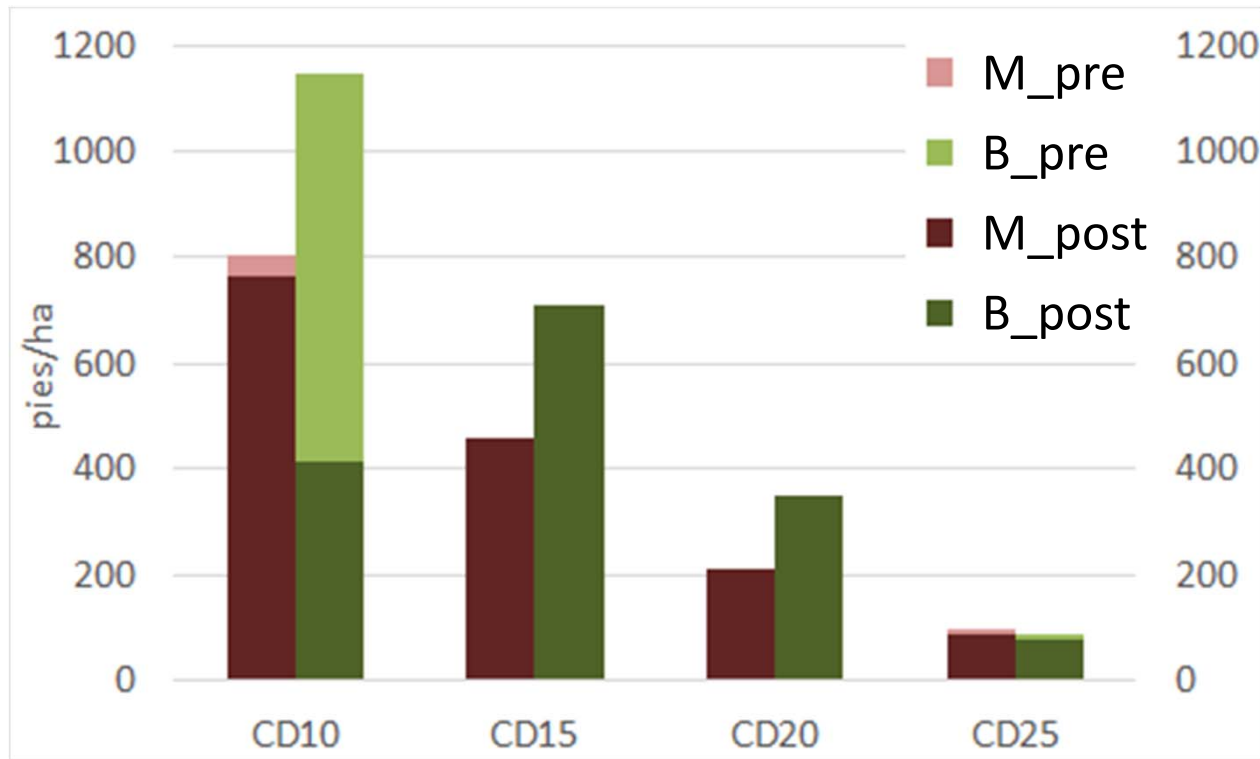
Escenario	Tmax (°C)	HRmin (%)	VVm (km/h)	Rachas (km/h)	M <sub>1h</sub> (%)	M <sub>10h</sub> (%)	M <sub>100h</sub> (%)	M <sub>Lh</sub> (%)	M <sub>Lw</sub> (%)
Normal	29,5	29,0	7,5	33,7	7	8	9	100	110
Severo	32,0	24,0	9,1	40,3	6	7	8	50	98
Extremo	38,0	13,0	14,1	62,3	5	6	7	30	72

- Cálculo con Nexus de la velocidad de propagación, calor liberado, longitud de la llama y tipo de fuego (antes y después de los tratamientos).



# Resultados

## Características selvícolas y estructura



Rodal	Densidad (pies/ha)	FCC (%)
B_pre	1.570	91
B_post	1.510	86
M_pre	2.300	93
M_post	1.549	83

- Antes y después de las quemas prescritas la densidad arbórea es muy similar
- Con el tratamiento mecánico se reduce la densidad arbórea principalmente de pies de diámetro pequeño
- Con ningún de los dos tratamientos se abre considerablemente el dosel de copas.



# Resultados

## Rodales antes y después de los tratamientos



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

Tratamiento Mecánico **Antes**



**10 meses después**





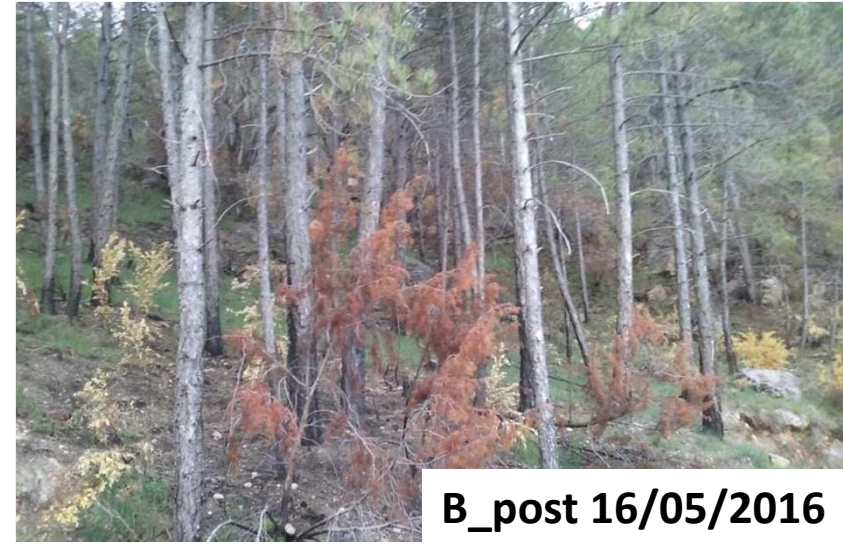
# Resultados

## Rodales antes y después de los tratamientos

Quemas prescritas



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL





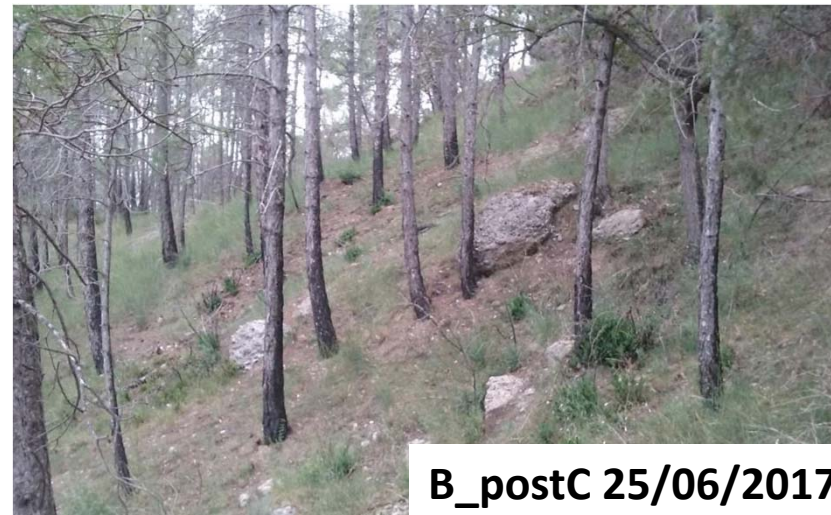
# Resultados

## Rodales antes y después de los tratamientos

Quemas prescritas



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL





# Resultados

## Características selvícolas y estructura



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

VARIABLES que describen el combustible de copas y que tienen mayor importancia a la hora de iniciar y propagar un incendio de copas.

Rodal	ACBD (Kg/m <sup>3</sup> )	CBH (m)	Fuel gap (m)
B_pre	0,30	4,60	3,68
B_post	0,30	4,87	4,47
M_pre	0,44	4,70	3,63
M_post	0,29	5,17	4,74

- ACBD no cambia en el caso de la quema. Para el tratamiento mecánico, se reduce un 34%.
- El CBH se incrementa ligeramente en ambos casos.
- En todos los tratamientos el Fuel gap aumenta (0,8-1.1 m).

# Resultados

Carga de combustible de superficie (t/ha)



Rodal	$W_T$ (t/ha)	$W_{1h}$ (t/ha)	$W_{10h}$ (t/ha)	$W_{100h}$ (t/ha)	$W_{Lh}$ (t/ha)	$W_{Lw}$ (t/ha)	$W_D$ (%)	$W_L$ (%)	Rec. (%)	$H_S$ (cm)
B_pre	35,78	14,41	3,49	3,72	0,12	14,04	60	40	29	92
B_post	25,31	21,40	2,25	1,33	0,33	0,00	99	1	2	40

En los rodales quemados

- Hay menos cantidad de **combustible total** de superficie.
- El **combustible fino muerto** de 1h incrementa debido a la caiga de hojas de los copas y que no se ha consumido todo el combustible en pie vivo, que después de la quema pasa a ser muerto.
- El **combustible muerto** de 10 i 100h es inferior
- No hay **combustible vivo**.



# Resultados

Carga de combustible de superficie (t/ha)



Rodal	$W_T$ (t/ha)	$W_{1h}$ (t/ha)	$W_{10h}$ (t/ha)	$W_{100h}$ (t/ha)	$W_{Lh}$ (t/ha)	$W_{Lw}$ (t/ha)	$W_D$ (%)	$W_L$ (%)	Rec. (%)	$H_S$ (cm)
B_pre	35,78	14,41	3,49	3,72	0,12	14,04	60	40	29	92
B_post	25,31	21,40	2,25	1,33	0,33	0,00	99	1	2	40
M_pre	40,63	12,82	4,02	0,00	0,06	23,73	41	59	43	107
M_post	46,71	32,03	6,09	6,15	0,16	2,29	95	5	9	43

En los rodales tratados mecánicamente:

- Hay más cantidad de **combustible total** de superficie.
- El **combustible fino muerto** de 1h, 10h i 100h incrementa.
- Hay **poco combustible vivo**.

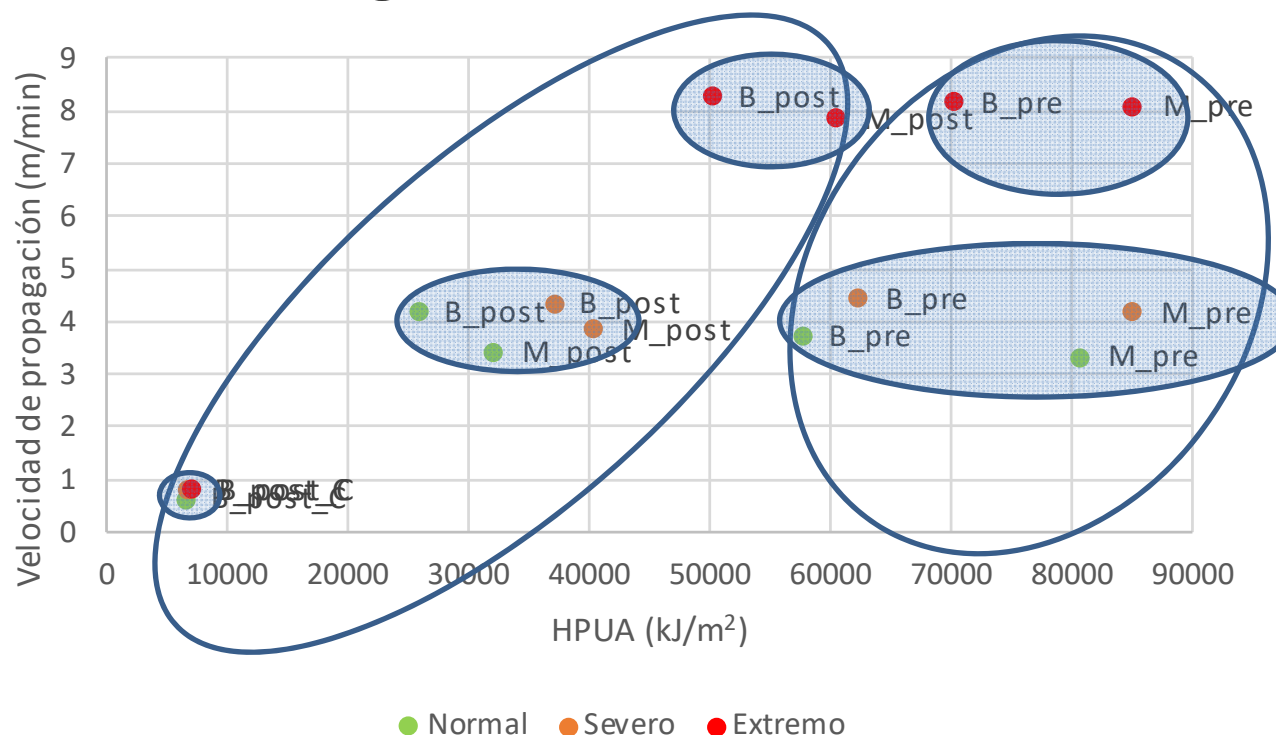
El recubrimiento y la altura del estrato de superficie disminuyen en los dos tipos de tratamientos.

# Resultados



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

## Comportamiento del fuego



- Los rodales no tratados presentan unas condiciones peores (sobre todo calor liberado) que los tratados.
- Los tratamientos tienden a homogeneizar la efectividad.
- Con la compactación de los restos (0.10 m) el efecto es mucho más resaltado.

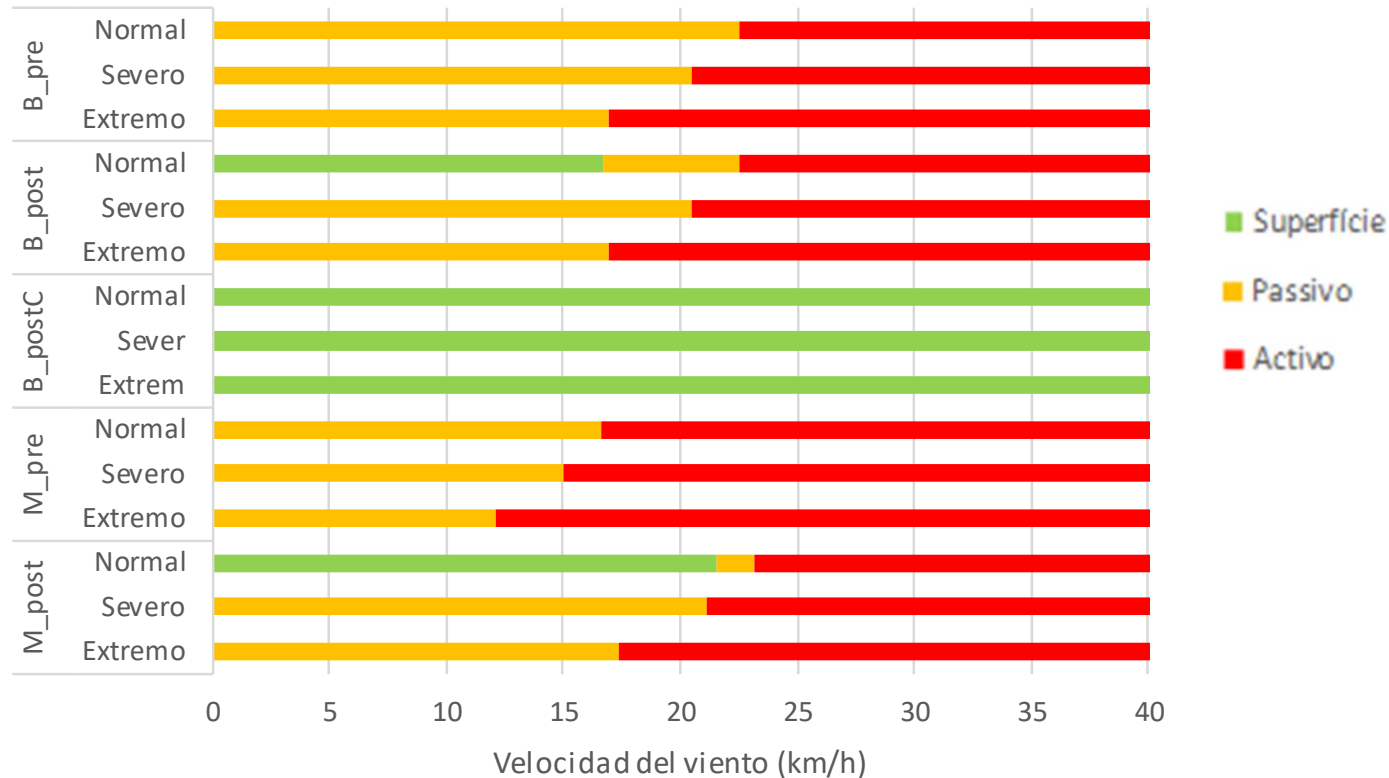


# Resultados



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

## Comportamiento del fuego



Inmediatamente después del tratamiento:

- En las quemas no se modifica el comportamiento de incendios activos de copas ya que no se reduce la cantidad de combustible de copas
- En los tratamientos mecánicos se reduce el potencial de incendio de copas respecto a la situación inicial

Con el tiempo y la compactación del material muerto se espera que la eficacia de las quemas incremente.

# Conclusiones



- La cantidad total de combustible de superficie se reduce después de las quemas e incrementa después de los tratamientos mecánicos. Aunque todos los rodales después de aplicarse el tratamiento (B o M) presentan una cantidad de combustible muerto fino de superficie superior.
- Ambos tratamientos disminuyen la altura del lecho de combustible.
- Aunque la densidad aparente de las copas se estima igual antes y después de las quemas, el calor que desprenden las quemas afecta a las copas, provocando la caída de acículas y aclarando las copes, con lo que la densidad aparente real, probablemente, sea algo menor.
- Los rodales tratados representan una mejora respecto a los no tratados al modificar el comportamiento del fuego, y especialmente si los restos están compactados.



# Conclusiones



- Los muestreos destructivos de vegetación son costosos a nivel económico y temporal pero permiten una **caracterización detallada** de los combustibles vivos y muertos. Sin embargo pueden comportar **errores** cuando las cargas de combustible se **extrapolan a todo el rodal**, por la **heterogeneidad en la distribución del combustible**.
- Es importante evaluar la efectividad de los diferentes tratamientos con el tiempo, así como realizar una **evaluación económica**:
  - evolución del sotobosque
  - compactación de los restos
  - aumento de la distancia entre el combustible de superficie y el de copas
  - posibles efectos de las quemas en el arbolado (vitalidad y crecimiento), densidad de copas, sotobosque (rebrote especies arbustivas).

## AGRADECIMIENTOS

Programa Life por la financiación del proyecto Life+ Pinassa

Contacto  
Rut Domènech  
rut.domenech@ctfc.es



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

### Gestión del monte: servicios ambientales y bioeconomía



26 - 30 junio 2017 | Plasencia  
Cáceres, Extremadura



[www.congresoforestal.es](http://www.congresoforestal.es)



## Comportamiento del fuego

Escenario	Escenario Normal		Escenario Severo		Escenario Extremo	
	Intensidad (kW/m)	FL (m)	Intensidad (kW/m)	FL (m)	Intensidad (kW/m)	FL (m)
Rodal						
B_pre	3.583	5.21	4.600	6,46	9.528	11,61
B_post	1.803	2.44	2.693	4,05	6.921	9,45
B_postC	72	0.55	83	0,61	100	0,64
M_pre	4.507	6.52	5.897	8,14	11.459	13,56
M_post	1.838	2.47	2.590	3,51	7.893	10,15

- Incendios extremos de alta intensidad, con focos secundarios
- Incendios con probabilidad de antorcheo y propagación en copas.
- Incendios de poca intensidad que pueden ser atacados con herramientas manuales.

## Diapositiva 25

---

**rd8**

Alhora d'analitzar els resultats de life pinassa ens cal mirar tots els resultats en conjunt, i mirar de ponderar les dades dels mostrejos destructius amb el recobriment que tenim per estrat (tenim recobriment per quadrat i recobriment per transecte). Crec que tenim un esbiaix, estem contant massa combustible de superfície a les parcel·les cremades, per això són aquests els resultats.

*rut domenech; 21/06/2017*

**rd9**

Pots comentar ho això a la ppt Que hem mostrejat a maxims i que això en el cas de les parcel·les cremades, que es on hi ha menys combustible, ens ha generat un resultat no esperat

*rut domenech; 21/06/2017*