



MINISTERIO  
DE CIENCIA  
E INNOVACIÓN



CENTRO DE INVESTIGACIONES SOBRE DESERTIFICACIÓN – CIDE

# **Bases científicas para incrementar la resiliencia a los incendios de los ecosistemas valencianos: Fase III. Seguimiento de los trabajos de investigación**

Convenio de colaboración entre la *Generalitat Valenciana* y el CIDE, 2022

## **Informe de las actividades realizadas y resultados obtenidos**

Participantes (CIDE): Bruno Moreira, Pep Pons, Eugenia Gimeno, Nerina Pérez

Participantes de otras instituciones: Amalia Muñoz y Esther Borrás (CEAM), Josabel Belliure (Universidad de Alcalá), Javier Fabado y Xuso Riera (Jardí Botànic, UV).

Dirección y coordinación: J.G. Pausas (Departamento de Ecología y Cambio Global, CIDE, CSIC)

# Bases científicas para incrementar la resiliencia a los incendios de los ecosistemas valencianos: Fase III. Seguimiento de los trabajos de investigación

## Introducción

El marco general del presente proyecto surge del común acuerdo entre Generalitat Valenciana y CIDE (CSIC) sobre la conveniencia de aunar gestión e investigación ante una de las principales perturbaciones naturales presentes en los ecosistemas valencianos como son los incendios forestales. Actualmente se está observando un incremento de la actividad de los incendios forestales en muchas partes del mundo. Este incremento en la frecuencia, tamaño, e intensidad de los incendios, puede llevar a la degradación de los ecosistemas y al incremento del riesgo para la población e infraestructuras. Para reducir el riesgo de incendios y aumentar la resiliencia de los paisajes, se suelen hacer intervenciones en el monte destinadas a modificar la estructura y la composición de la vegetación, y con ello disminuir la inflamabilidad y el combustible. Entre estas intervenciones se encuentran las plantaciones de especies rebrotadoras y relativamente poco inflamables (por ejemplo, especies del género *Quercus*) y la reducción del combustible mediante quemas, pastoreo y cortas. Las plantaciones tradicionales se suelen hacer con métodos relativamente agresivos para el ecosistema (uso de maquinaria pesada, hoyos de plantación, etc.) y tienen un coste relativamente elevado. Por ello, estudiar posibles métodos menos agresivos resulta necesario. Por otro lado, la reducción del combustible tradicionalmente se ha llevado a cabo mediante cortas o pastoreo. El uso de quemas prescritas es una actuación novedosa en la Comunidad Valenciana, por lo que resulta conveniente explorar los efectos ecológicos que puede generar. El presente proyecto aborda estos dos temas.

En las dos primeras fases de este proyecto (convenios 2020 y 2021) se puso a punto la metodología y se iniciaron las investigaciones que contribuyan a incrementar la resiliencia a los incendios de los ecosistemas valencianos. En concreto se diseñó un método innovador de restauración con especies rebrotadoras del género *Quercus* utilizando dispersores naturales, y se inició la evaluación del impacto ecológico de las quemas prescritas realizadas por la Dirección General de Prevención de Incendios Forestales (DGPIF, *Generalitat Valenciana*).

En esta tercera fase del proyecto (convenio 2022) se ha empezado a realizar los seguimientos de las dos actividades propuestas: A) Ensayar en zonas concretas la técnica de los dispersores de bellotas; y B) Evaluar las consecuencias ecológicas de las quemas prescritas de dos planes de quemas realizados por la DGPIF. A continuación se detallan las tareas realizadas en las dos actividades; las figuras a las que se hace referencia se encuentran en los anexos I y II.

Las actividades de este proyecto han sido realizadas principalmente por el Departamento de Ecología y Cambio Global del CIDE, con colaboraciones de otros departamentos e instituciones. Este proyecto también se ha beneficiado de una colaboración con el proyecto europeo "fireUrisk" (*Developing a holistic, risk-wise strategy for European wildfire management*; Comisión Europea, GA 101003890).

---

## A. Restauració amb espècies del gènere *Quercus* mitjançant els dispersors naturals

---

### Marc general

L'objectiu general és assajar i posar apunt una metodologia innovadora i basada em processos ecològics per a incrementar les quercínies (d'espècies de gènere *Quercus*) en ambients on estes espècies tenen limitacions per arribar. Se pretén establir un protocol per aconseguir unes densitats de plançons suficients per augmentar la resiliència dels ecosistemes davant d'incendis forestals. Esta metodologia se basa en estimular al seu dispersor natural, el gaig (*Garrulus glandarius*; cast: *arrendajo*), per a que dispersi glans en llocs que difícilment arribaria sense ajuda. Açò se fa posant diversos dispositius amb glans (menjadores) a prop dels territoris del gaig, per tal de dirigir-lo a les zones objectiu de la restauració. Per al 2022, les preguntes concretes a contestar eren les següents:

1. Es possible mitjançant el subministrament de glans al gaig regenerar zones objectiu, com ara una zona afectada per un incendi forestal?
2. En cas afirmatiu, la densitat de la regeneració resultant és comparable a les densitats obtingudes mitjançant reforestacions tradicionals (600-800 plançons /ha)
3. Què passa en la població de gajos després d'un incendi? roman al seu territori o es desplaça a zones no cremades?

A continuació detallem les tasques realitzades i resultats obtinguts per a contestar estes preguntes. Les figures i taules es presenten a l'Annex I.

### Funcionament de les menjadores de glans

De les 5 menjadores establertes, els gajos només va ser rebutjar una per falta de cobertura arbòria (Barranc de Vidal, incendi d'Azuébar; Foto 1). A les dues altres que estaven en zones incendiades, entre el 15 de Novembre i el 1 de Març vam col·locar uns 40 kg de glans (Taula 1; al voltant de 11000 glans) i se va observar una remoció de més de ½ kg de glans per dia. El seguiment amb càmeres de trampeig (Taula 2) indica que entre un 50-75% dels glans són dispersats efectivament pels gajos, és a dir, se dispersen entre 5500-8500 glans per menjadora.

### Densitat de plançons resultant

Tot i la bona dispersió observada, la falta de pluja (no va ploure entre 26/11/21 i el 26/2/22) sembla que va dessecar moltes glans, especialment a 3 dels 4 zones, on va ser quasi total. Només Boguera (Taula 3), en orientació nord, s'ha observat una certa regeneració (144 plançons, 210.5 plançons/ha en una superfície de 7256 m<sup>2</sup>; Fig. 4 i 5).

### Població de gajos després d'un incendi

Utilitzant la metodologia descrita en Pons & Pausas 2008 (*Forest Ecology and Management* 256:578-584), reforçada amb dades pròpies (Morella-Vallibona), hem calculat la població teòrica de gaig prèvia al incendi d'Azuébar (450 ha) i l'àrea perimetral no cremada fins arribar a 900 ha. Entre juny i juliol 2022 vam trobar (Fig. 6): 3 parelles en polls al perímetre de l'incendi, i adults a l'interior de l'incendi, però no es van localitzar cap poll volander, indicant la falta d'èxit reproductiu.

### Conclusions

Els gajos accepten be les glans a les menjadores sempre i quan es situen en llocs amb una certa cobertura aèria. Açò fa pensar que les zones on es talen els pins cremats no són aptes per a la col·locació de les menjadores (ni per a la dispersió de glans en condicions naturals). Les taxes de remoció són altes i poden arribar fàcilment als 40 kg per temporada. Estimem a partir dels vídeos que la proporció de glans consumits pel gaig i altres espècies està entre un 25-50%, per el que podríem

parlar de 5500-7500 glans dispersats per menjadora. Juntament amb l'èxit reproductiu de les parelles perimetrals de l'incendi, ens fa pensar que el funcionament dispersor del gaig es òptim almenys en estes zones.

Les densitats de plançons obtingudes no han estat les esperades: han sigut molt baixes exceptuant la menjadora d'Azuebar, situada en una obaga. Açò recolza la idea de que la causa ha estat la dessecació del gla per falta de pluges a la tardor-hivern. La diferencia entre les estacions de control i la falta de plançons en camp (Taula 3) es podria deure a una majors superficialitat dels glans soterrats pel gaig degut a un enduriment de la seva superfície durant el període sec. Tot i l'excepcionalitat, és molt possible que la recurrència i duració de sequeres hivernals podria anar en augment (Fig. 6).

#### Objectius per al proper any

- 1) Obtenir unes densitats de 600-800 plançons /ha
- 2) Controlar la disposició de glans per a períodes d'humitat del sòl òptims per a evitar la dessecació dels glans dispersats. Açò se podria fer al recent incendi Bejís (agost 2022).
- 3) Confirmar que tot i un augment de la cobertura del sòl, al segon any després de l'incendi encara es produeix una alta dispersió del gaig. Es preveu que la dispersió seria a majors distancies que a les del primer any per falta de llocs òptims a prop de les menjadores. Açò se feria als mateixos llocs que enguany, és a dir, als incendis d'Azuebar i Suera.
- 4) Confirmar si les parelles nidificants a l'interior de l'incendi són o no actives en la dispersió de glans tot i tenir baix èxit reproductiu (Bejís)

---

## B. Evaluación de las consecuencias ecológicas de la gestión de combustible

---

A continuación se detallan las actividades realizadas y los resultados obtenidos en relación a la evaluación de las quemas de Morella La Vella (Els Ports) y Castell de Castells (Marina Alta). Las actividades que se detallan son las referentes a las quemas del 2022 (por ejemplo temperaturas de las quemas) y a los muestreos realizados durante el 2022 de parcelas quemadas con anterioridad (por ejemplo, diversidad de plantas un año después de las quemas). Para detalles de las quemas anteriores, ver los informes de 2020 y 2021. La nomenclatura de las parcelas hace referencia al código utilizado en los planes de quemas proporcionados por la DGPIF. Las figuras se presentan en el Anexo II.

### MORELLA LA VELLA

En esta zona, hasta la fecha, se han realizado tres quemas (Tabla 1, Fig. 1): una en otoño de 2020 (3A), otra en primavera de 2021 (2B), y una tercera en primavera de 2022 (8AB). En este informe hacemos referencia a la quemada en 2022 (sotobosque del robledal).

Temperaturas: Los sensores de temperatura (termopares) colocados en el suelo, en la parcela antes de la quema nos indican las temperaturas alcanzadas y los tiempos de residencia (minutos) a ciertas temperaturas (Fig. 2 y 3). Dos de los 12 termopares llegaron a temperaturas máximas de entre 800 y 850°C (media de las máximas= 480°C), pero siempre por muy poco tiempo. La mayoría de los termopares (siete) estuvieron menos de 10' a temperaturas superiores a 50°C y menos de 5 minutos a temperaturas superiores a 100°C (Fig. 3).

Biomasa vegetal: Se evaluó la biomasa antes y después de la quema en 3 subparcelas de 1x1 metro (Fig. 5). Hubo una clara reducción de las plantas herbáceas, del material vivo y especialmente el muerto.

Diversidad vegetal: La diversidad de plantas de la quema del 2022 se evaluará en la próxima primavera.

Enebro: En la primavera de 2022 se ha hecho un seguimiento del estudio de rebrote de los enebros (*Juniperus oxycedrus*) en las parcelas 3A y 2B. No se ha registrado ninguna mortalidad en los enebros que habían rebrotado después de la quema (>80%; evaluado en noviembre 2021) en ambas parcelas. Algunos individuos rebrotados empezaban a producir flores, pero en número muy reducido. Se prevé hacer un nuevo muestreo en la próxima primavera para evaluar diferencias en la producción de flores y/o frutos entre las dos zonas.

Suelos: Antes de la quema (8AB), el robledal presentaba una capa de hojarasca de entre 3 y 12 cm; se recogieron muestras volumétricas de suelo mineral en las cuales se analiza la cantidad de C orgánico e inorgánico y el C y N total. Dos días después de la quema se recolectó muestras de ceniza y suelo. Tanto el C como el N incrementaron significativamente tras la quema (Tabla 2, Fig. 5), debido al aporte de materia orgánica proveniente de las cenizas y del material parcialmente carbonizado. Los resultados son coherentes con las quemas previas.

### CASTELL DE CASTELLS

En esta zona, hasta la fecha se han realizado cinco quemas, tres de ellas en 2022 (9A, 4C, 4D; Fig. 6, Tabla 3).

Temperaturas: Se instalaron indicadores de la temperatura del fuego (termopares) a nivel del suelo en dos de las parcelas (9A y 4C; Fig. 7-10). Las máximas temperaturas alcanzadas fueron de 926 °C

(9A) y 880°C (4C), aunque fueron puntuales; las medias de las máximas fueron de 600°C y 540°C respectivamente. El tiempo medio a temperaturas mayores de 50°C fue de 31.5 y 19.6 minutos, y mayores de 100°C, de 14.4 y 3.6 minutos, respectivamente. Es decir, la quema 9A fue más intensa que la 4C (Fig 8 y 10).

Humo: En la quema 4C se instaló un sistema de medidas de compuestos gaseosos inorgánicos (CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>) y de compuestos volátiles orgánicos, y se recolectaron muestras de la fase particulada del humo para su posterior análisis. Los resultados están actualmente en tratamiento.

Diversidad de plantas: Se ha estudiado la diversidad taxonómica de plantas en las primaveras de antes (2021) y después (2022) de las quemas a diferentes escalas espaciales (1 m<sup>2</sup>, 100m<sup>2</sup>, y 1000m<sup>2</sup>) en las parcelas 4A, 4B y 5A (Fig. 11). Exceptuando a la escala más pequeña, en las 3 parcelas se observaron más especies después que antes de la quema; con un promedio de 50 especies/1000m<sup>2</sup> antes vs 56 especies/1000m<sup>2</sup> después. La lista completa de las especies observadas se presenta en la Tabla 4.

Biomasa vegetal: Se evaluó la biomasa antes y después de la quema en subparcelas de 1x1 metro (Fig. 12). Todas las fracciones de biomasa disminuyeron excepto los arbustos muertos que aumentó, debido a que los *Cistus* murieron con la quema pero no se consumieron.

Fauna: Las quemas no representaron un cambio significativo en la calidad de hábitat. En abril-mayo de 2022 se observaban al menos dos especies de lagartija (lagartija colilarga, *Psammotromus algirus* y lagartija cenicienta, *Psammotromus edwardsianus*) dentro de la parcela 9A quemada en febrero. Similares observaciones se habían hecho en las parcelas quemadas en 2021 (ver informe previo).

## Consideraciones finales

El proyecto, en su Fase III, ha empezado a dar resultados. Ya tenemos datos de cómo funciona la dispersión de bellotas por arrendajo y estos ya están activamente dispersando las bellotas que colocamos en nuestras parcelas experimentales. Sin embargo, el reclutamiento ha sido pobre en la mayoría de las parcelas, debido a la sequía. Por lo tanto, debemos optimizar mejor el momento apropiado para la dispersión de las bellotas, según las previsiones meteorológicas (por ejemplo, poco antes de lluvias). Una de las conclusiones es que los arrendajos necesitan cierta cobertura de árboles, aunque sean muertos por el incendio, para poder dispersar semillas, por lo tanto, es importante, en la medida que sea posible, dejar una proporción elevada de árboles quemados después de incendios.

Respecto a las quemas, aun se está elaborando los datos recogidos, pero todo lleva a pensar que las quemas prescritas son de suficiente baja intensidad como para que no afecten negativamente al ecosistema. Se observa una tendencia a incrementar la fertilidad del suelo y la diversidad de especies vegetales en la zona quemada. De hecho muchas plantas de matorral se mueren pero no se consumen, de manera que incrementa la biomasa seca, sugiriendo que sería interesante realizar quemas de mayor intensidad.

Montcada, Valencia, 29 de noviembre de 2022



Firmado: Juli G. Pausas

Se adjunta:

Anexo I. Tablas y figuras de la Actividad A (de Fig. 1 a Fig. 7 y Tabla 1 a 3).

Anexo II. Figuras de la Actividad B (de Fig. 1 a Fig. 12 y Tabla 1 a 4).

**Annex I. Restauració amb espècies del gènere *Quercus* mitjançant els dispersors naturals: Taules i figures**



Fig. 1. Menjadora rebutjada per gaig, degut a la falta de cobertura arbrada (Barranc de Vidal, Incendi d'Azuebar).



Fig. 2. Gaig dispersant gla en l'incendi de Suera

*Annex I – Taules i figures*



Fig. 3. Parella de gajos en una menjadora de Boguera, a l'incendi d'Azuébar.



Annex I – Taules i figures

Taula 1. Característiques de les parcel·les on se van col·locar les menjadores de glans i quantitat de glans utilitzats.

Lloc	Orientació	Pendent %	Descripció	Glans Kg
Boguera, Azuébar	N	35	Incendi de 2021; Fig. 3	37.0
Barranc Vidal, Azuébar	E-NE	50	Incendi 2021; Fig. 1	-
El Cascall, Suera	E-SE	45	Incendi de 2021; Fig. 2	41.0
R19, Ribesalbes/Onda	S	20	Regenerat incendi 1993 ( <i>P. halepensis</i> )	18.8
R142, Ribesalbes/Onda	SE	40	Regenerat incendi 1993 ( <i>P. halepensis</i> )	29.7

Taula 2. Número de glans seguides per càmeres de vídeo de trampeig, i percentatge de dispersades, menjades, a terra, i indeterminat. S'ha observat també la presència de esquirols en les menjadores.

Lloc	Núm. de glans	Dispersor	% dispersat	%menjat	% a terra	% indeter.
Boguera	769	Gaig	48.1	34.1	7.5	7.4
		Esquirol	0.1	2.7	-	-
El Cascall	817	Gaig	72.6	8.1	12.7	6.6
		Esquirol	-	-	-	-
R19	169	Gaig	58.6	5.3	7.7	5.3
		Esquirol	4.1	16.0	1.8	1.2

Taula 3. Número de plançons observats a les 4 localitats on es van funcionar les menjadores (Taula 1) i comparació amb les germinacions en estacions control (número de glans posats com a control i la proporció de germinades).

Lloc	Plançons observats	Control número de glans	Control germinades, %
Boguera	144	122	71.0
El Cascall	3	84	22.6
R19	8	45	31.1
R142	0	82	(senglar)

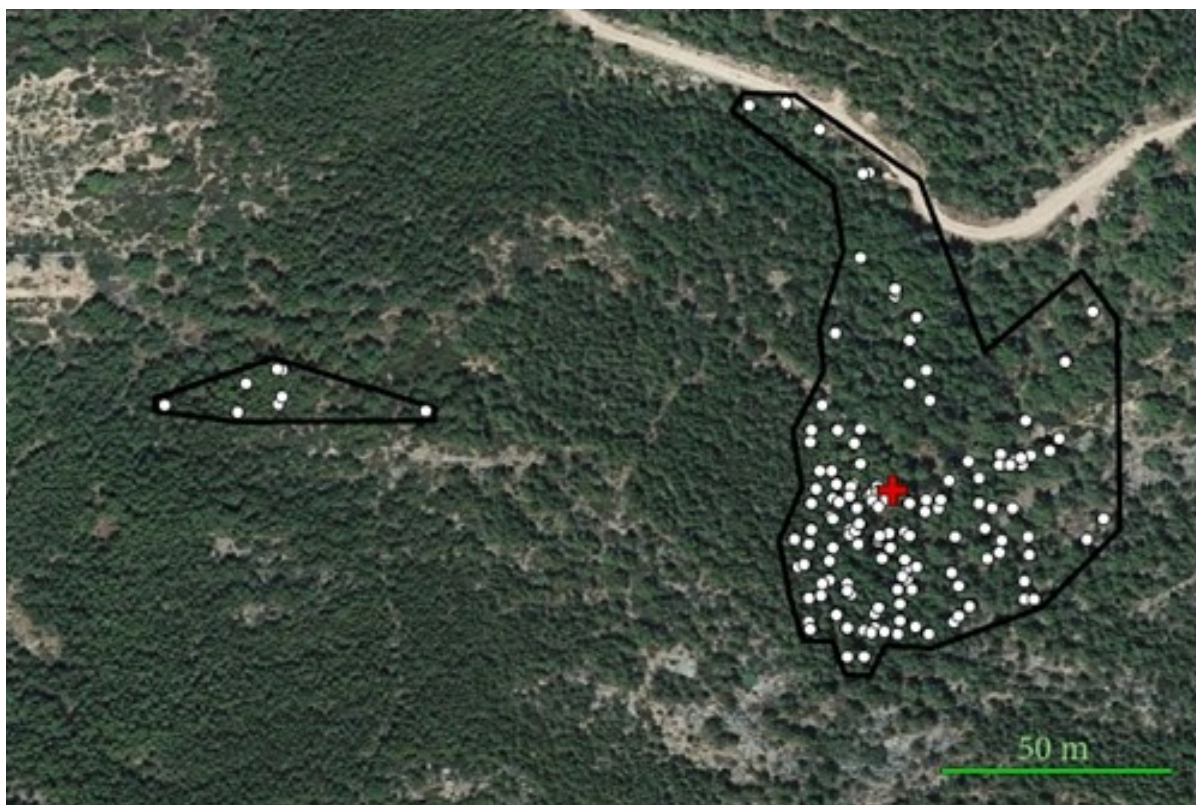


Fig. 4. Distribució dels plançons (cercles blancs) dispersats des de la menjadora (creu roja) a Boguera (incendi d'Azuébar).

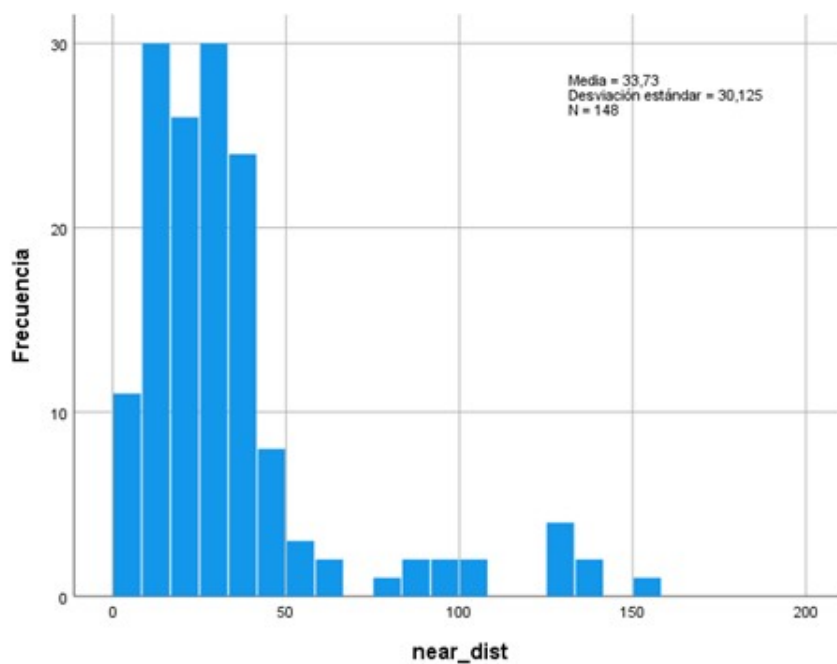


Fig. 5. Distribució de freqüències de les distàncies de dispersió des de la menjadora.

Annex I – Taules i figures

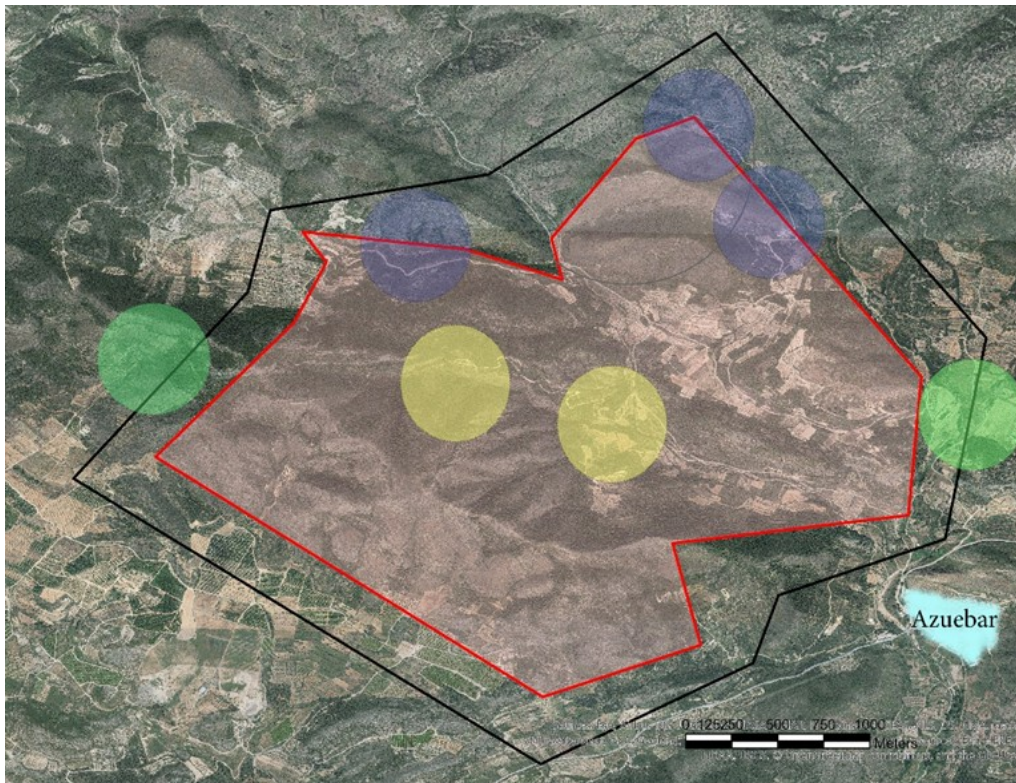


Fig. 6. Parelles de gaig (cercles) observades a l'incendi d'Azuébar (àrea roja). Cercles blaus: parelles de vora incendi; grocs: parelles interior incendi; verds: parelles pròximes. Línia negra: *buffer* fins 900 ha.

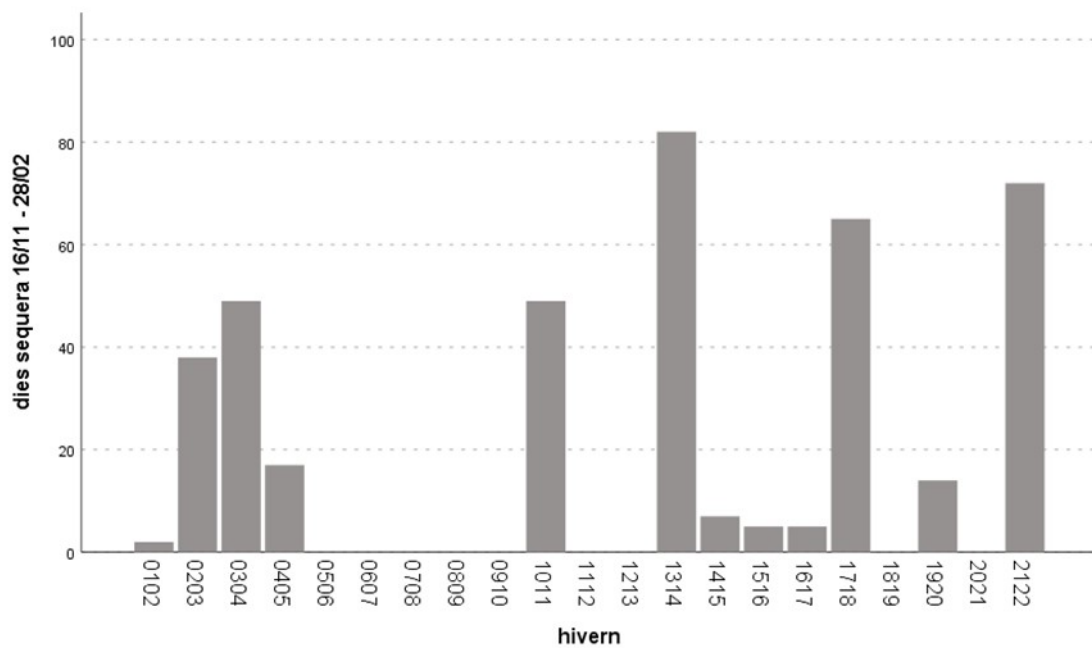


Fig. 7. Número de dies de sequera (dies on la diferència entre la precipitació i l'evapotranspiració és 0) durant els hiverns (16 Nov – 28 febrer) en els darrers 21 anys, és a dir, des de l'hivern 2001-2002 (0102) fins al 2021-2022 (2122). Dades de Segorbe (estació meteorològica del IVIA).

**Anexo II. Evaluación de las consecuencias ecológicas de la gestión de combustible:  
Tablas y Figuras**

**MORELLA LA VELLA**

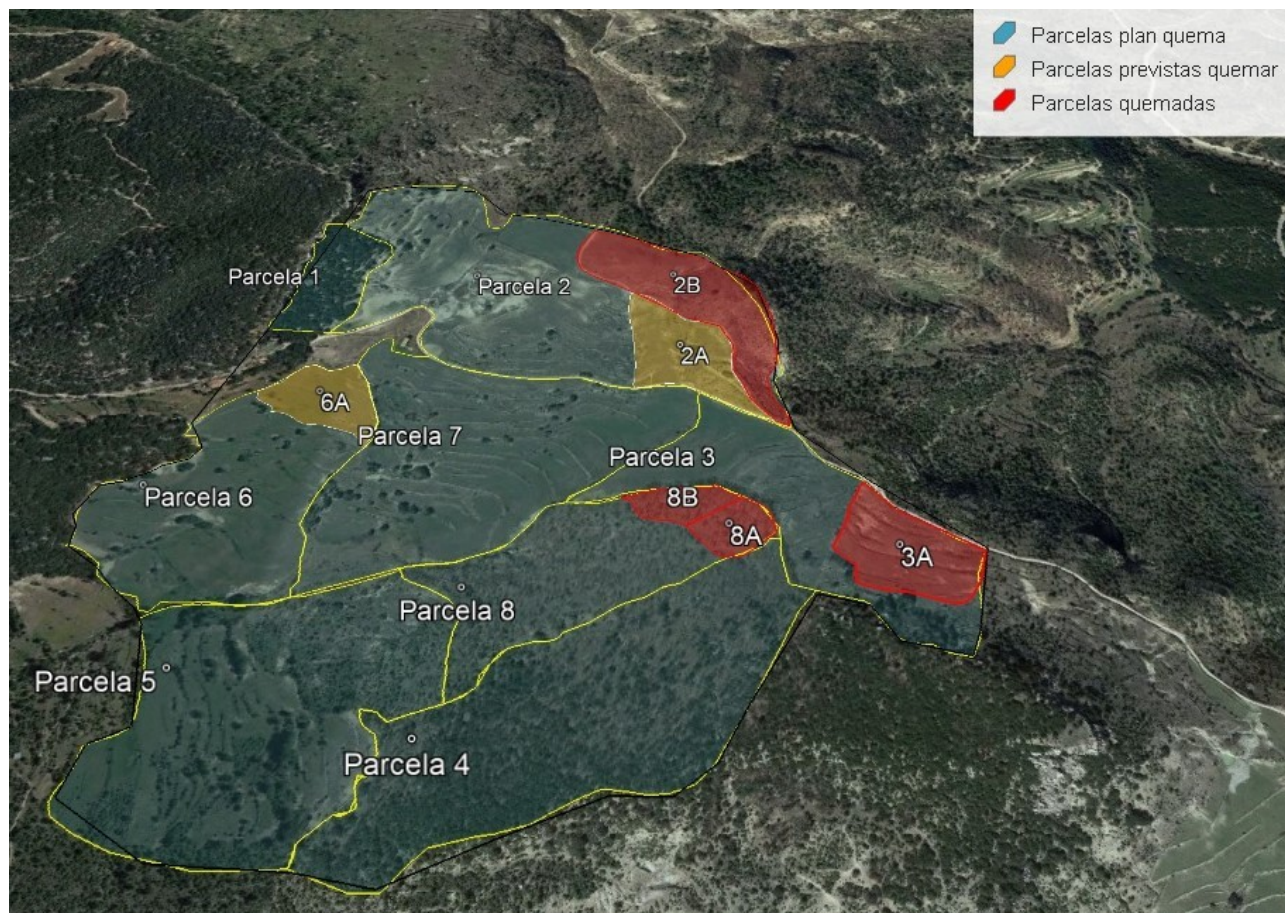


Fig. 1. Mapa del plan de quemas de Morella la Vella con las tres parcelas quemadas hasta la fecha en rojo (3A, 2B, y 8A+8B), siendo la parcela 8A+8B la quemada durante este año. Capa de fondo: Google Earth.

Tabla 1. Características generales de las quemas realizadas en Morella la Vella (la quema de 2022 se indica sombreadas en verde)

Parcela	3A	2B	8A+8B
Fecha	24 noviembre 2020	4 marzo 2021	2 marzo 2022
Superficie (ha)	2.46	4.36	1.29
Altitud (m)	1034	1015	1000
Orientación	N	SE	NO
Tipo de vegetación	Pastizales en grandes bancales	Pastizal, con abundantes enebros ( <i>J. oxycedrus</i> )	Robledal de <i>Q. faginea</i> (quema de sotobosque)
Hora inicio / fin	12:15 / 16:00 (aprox)	13:30 / 17:50 (aprox)	11 / 14h (llovió al acabar)

Anexo II – Tablas y figuras

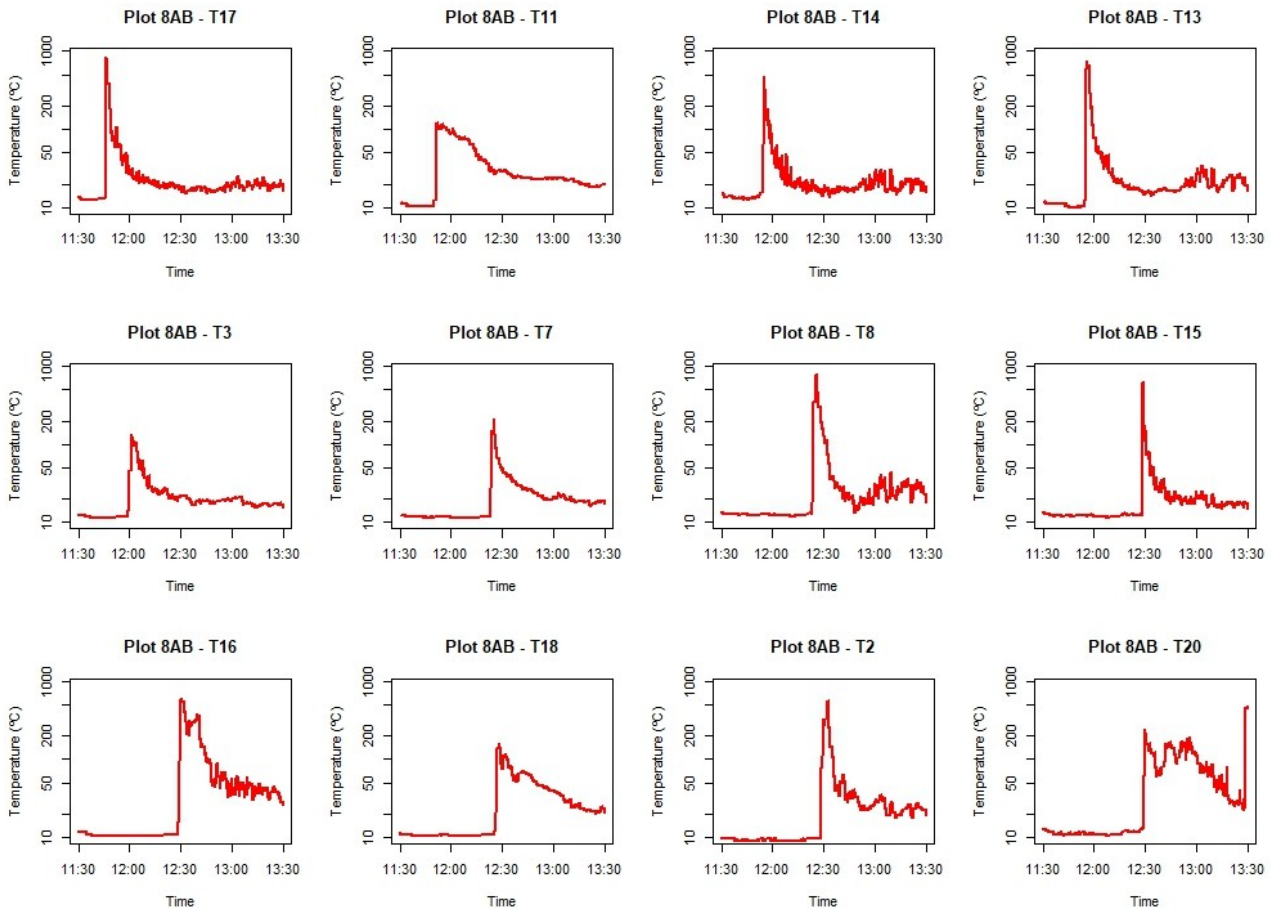


Fig. 2 Temperaturas registradas en los diferentes termopares colocados a nivel del suelo durante la quema en la parcela 8A+8B.

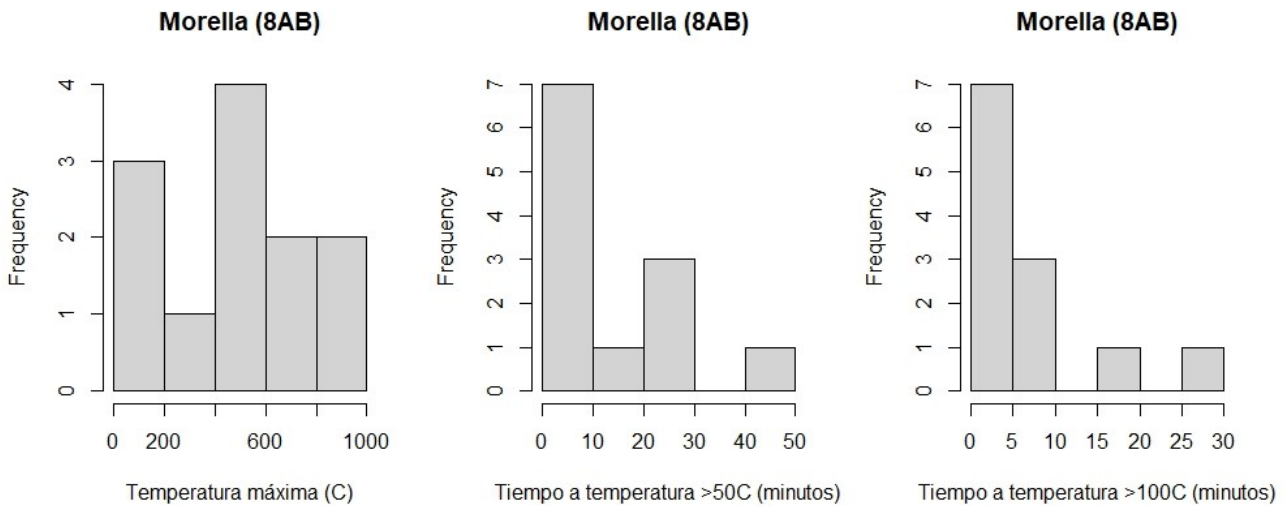


Fig. 3. Número de termopares (eje y) en relación a la máxima temperatura que llegan (izquierda), tiempo a más de 50°C (centro), y tiempo a más de 100°C (derecha) en la parcela 8A8B (resumen de la Figura anterior).

Anexo II – Tablas y figuras

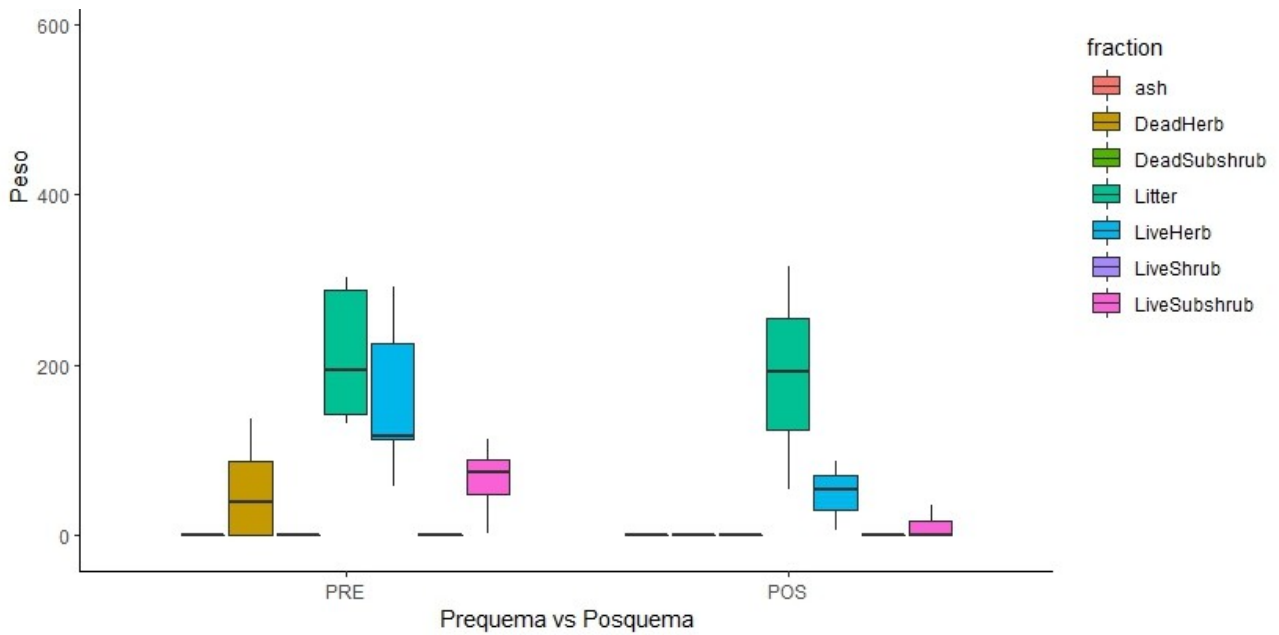


Fig. 4. Biomasa antes (PRE) y después (POS) de la quema en la parcela 8AB, separada por las diferentes fracciones.

Tabla 2. Propiedades de los suelos en la parcela 8A8B en Morella la Vella antes y después de las quemas prescritas.

	Antes	Después
Nº muestras	17	17
Profundidad (cm)	0-3	0-3
Densidad aparente (g cm <sup>-3</sup> )	0.73 (0.04)	0.72(0.06)
C Total (Mg ha <sup>-1</sup> )	24.87 (0.55)	34.72 (2.69)
C orgánico (Mg ha <sup>-1</sup> )	16.53 (0.79)	26.16 (3.11)
C inorgánico (Mg ha <sup>-1</sup> )	8.34 (0.77)	5.55 (0.95)
N Total (Mg ha <sup>-1</sup> )	1.25 (0.05)	8.72 (0.91)

Valores medios y error estándar de la media entre paréntesis

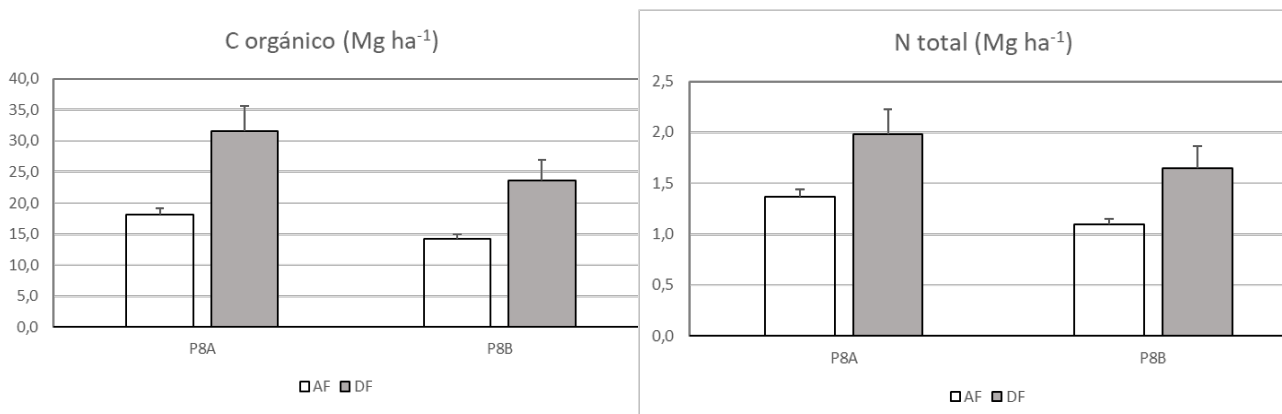


Figura 5. Cantidad de C orgánico y N total (en Mg/ha) en el suelo de las parcelas 8A y 8B en Morella la Vella antes (AF) y después (DF) de las quemas.

## Anexo II – Tablas y figuras

### CASTELL DE CASTELLS

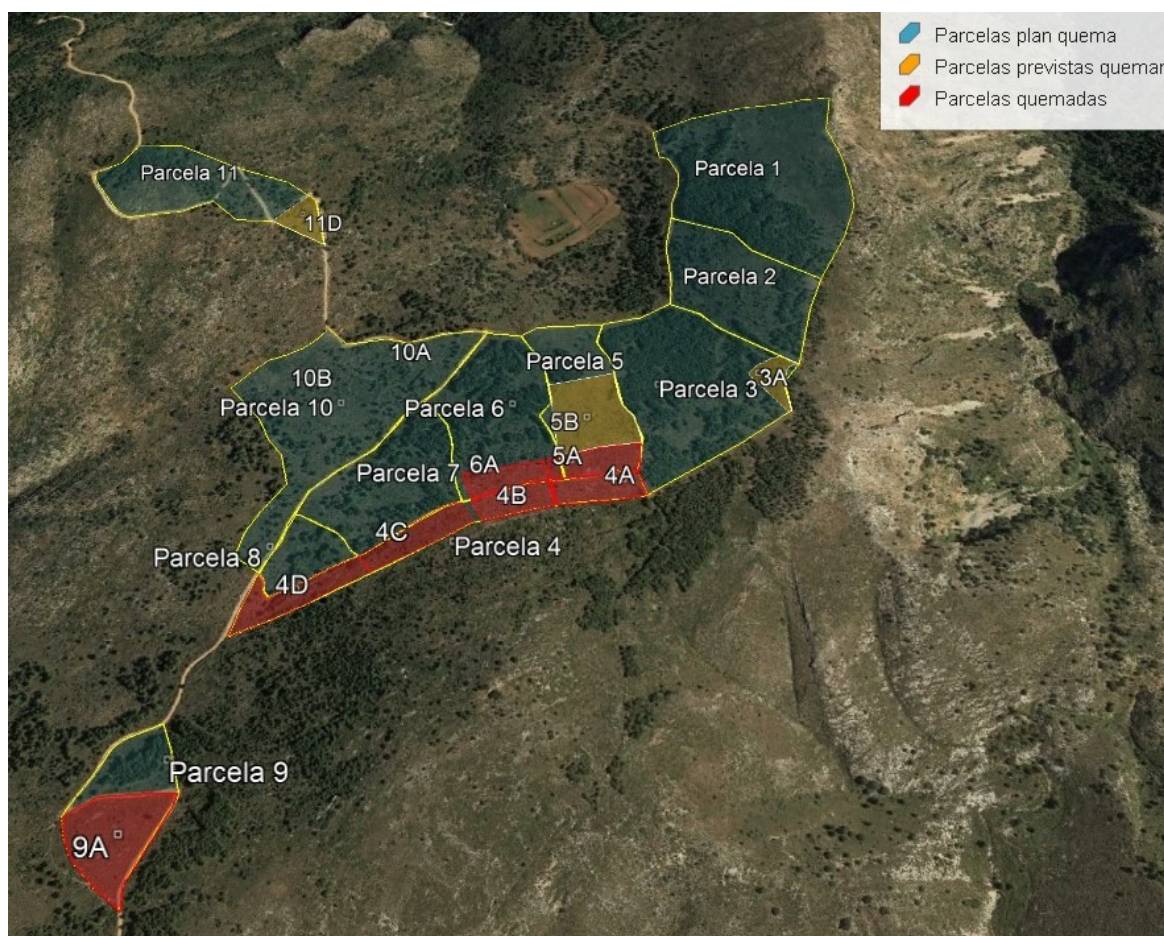


Fig. 6. Mapa del plan de quemas de Castell de Castells con las cuatro parcelas quemadas hasta la fecha en rojo (4A+4B, 5A+6B, 9A, 4C, y 4D ), siendo las parcela 9A, 4C y 4D las quemada durante este año 2022. Capa de fondo: Google Earth.

Tabla 3. Características generales de las quemas en Castell de Castells (las quemas de 2022 se indican sombreadas en verde)

Parcela	4A + 4B	5A + 6A	9A	4C	4D
Fecha	16 marzo 2021	25 marzo 2021	3 febrero 2022	27 octubre 2022	28 octubre 2022
Superficie (ha)	1.29	1.25	1.29	0.75	0.75
Altitud (m)	845	840	820	830	810
Orientación	NO	NO	NO	NO	NO / O
Tipo de vegetación	Matorral con pinos dispersos	Matorral con pinos dispersos	Matorral	Matorral	Matorral
Hora inicio / fin	13:00 / 17:00	12:30 / 16:00 (aprox.)	13:00 / 14:30	13:00 / 15:00	

Anexo II – Tablas y figuras

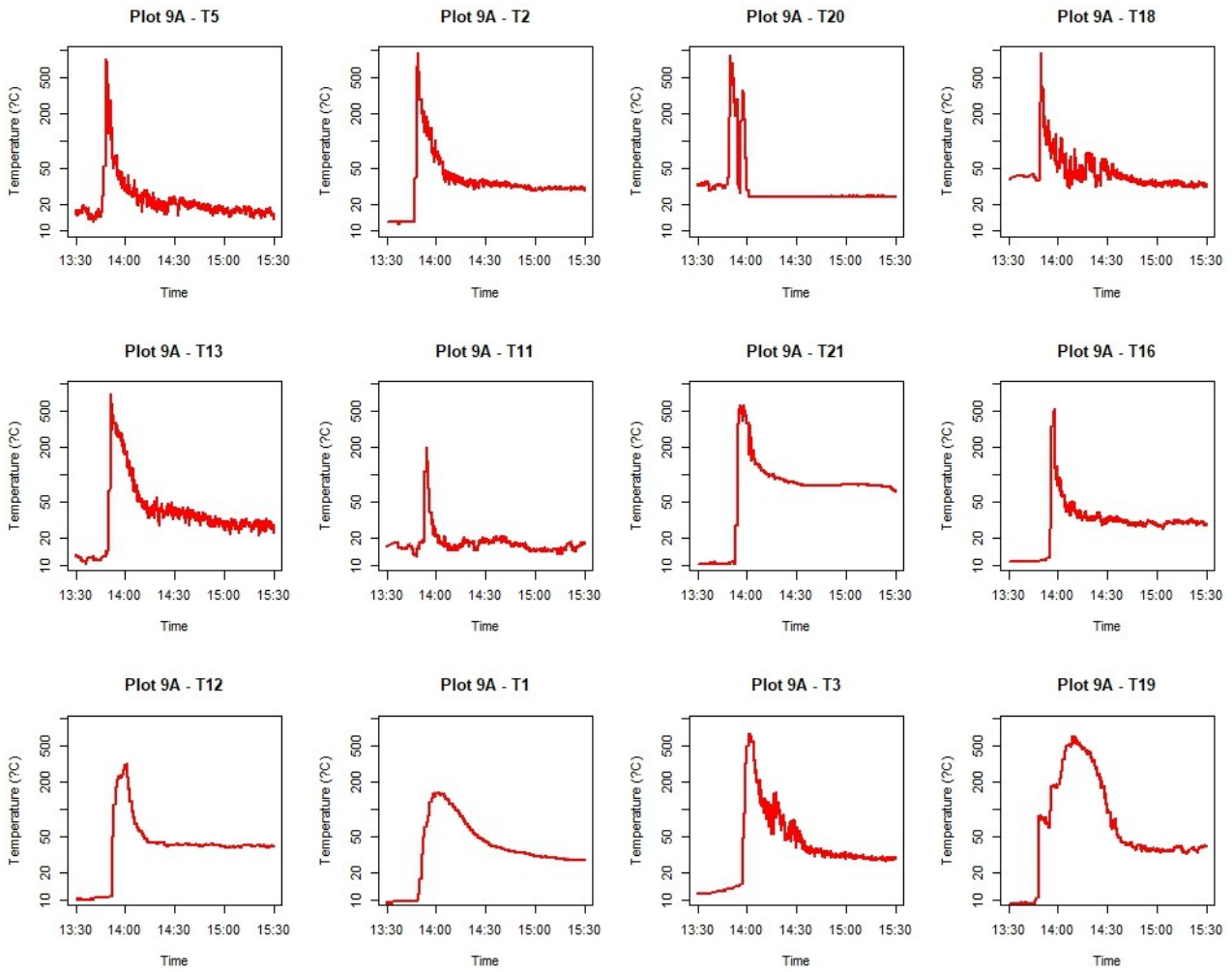


Fig. 7 Temperaturas registradas en los 12 termopares colocados a nivel del suelo durante la quema en la parcela 9A.

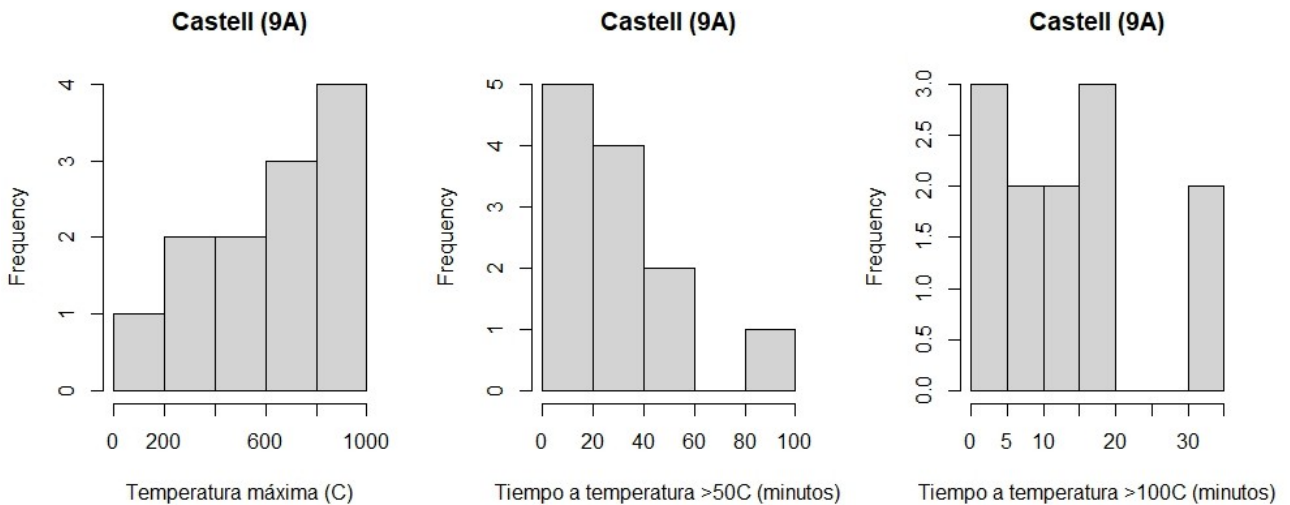
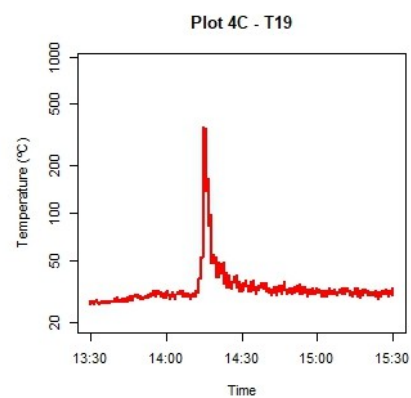
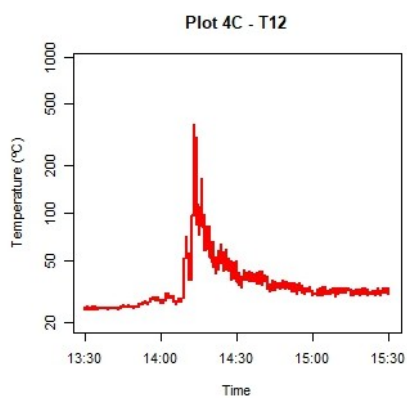
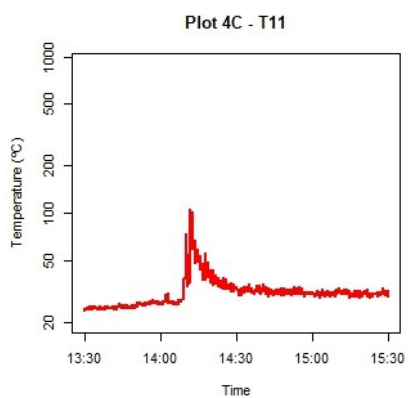
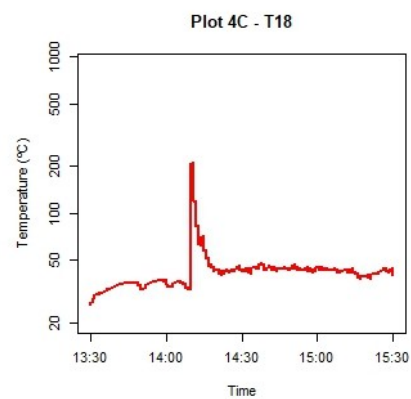
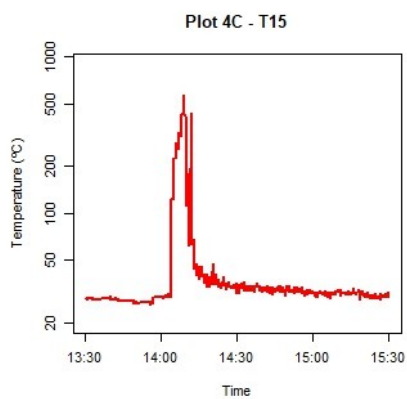
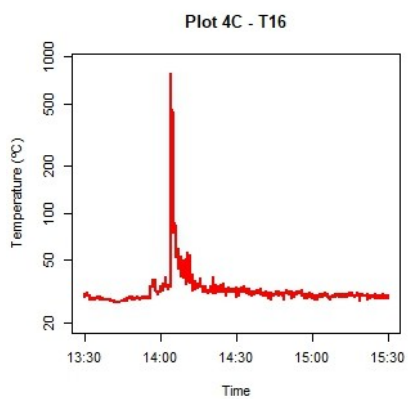
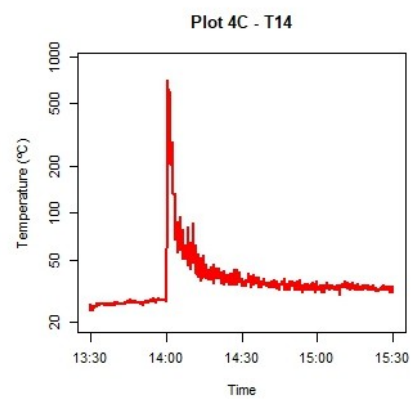
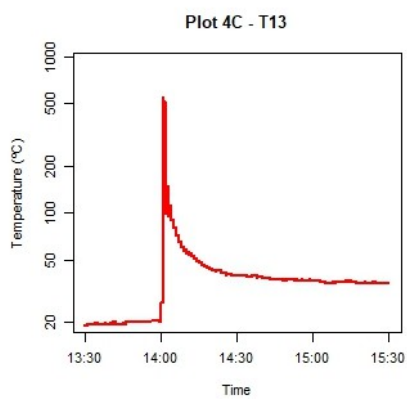
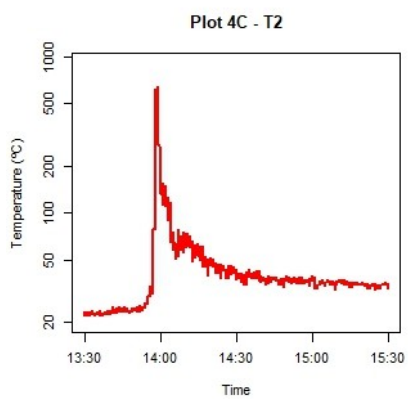


Fig. 8. Número de termopares (eje y) en relación a la máxima temperatura que llegan (izquierda), tiempo a más de 50°C (centro), y tiempo a más de 100°C (derecha) en la parcela 9A (resumen de la Figura anterior).



Anexo II – Tablas y figuras



Continua ...

Anexo II – Tablas y figuras

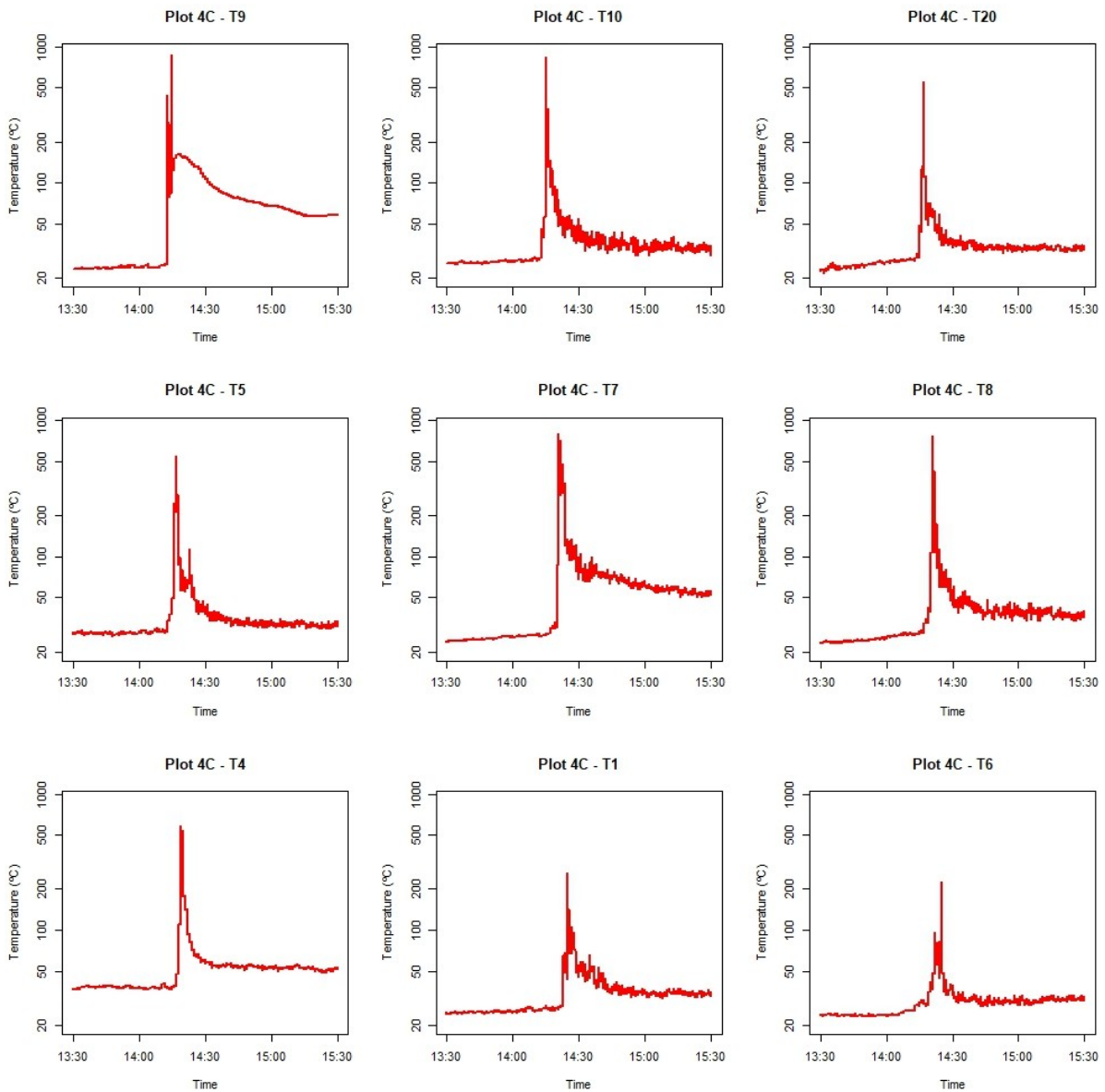


Fig. 9. Temperaturas registradas en los 18 termopares colocados a nivel del suelo durante la quema en la parcela 4C.

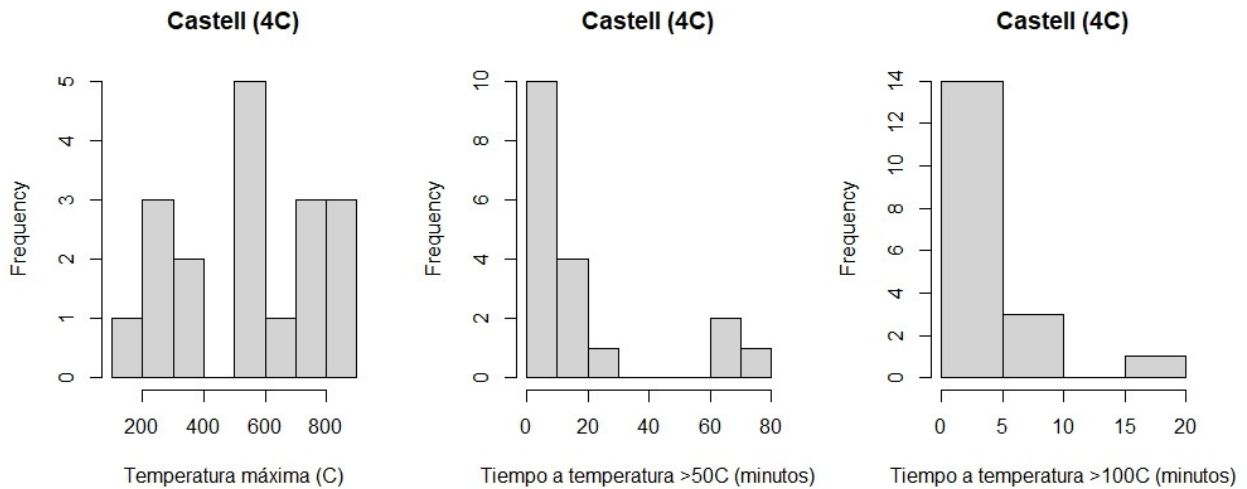


Fig. 10. Número de termopares (eje y) en relación a la máxima temperatura que llegan (izquierda), tiempo a más de 50°C (centro), y tiempo a más de 100°C (derecha) en la parcela 4C (resumen de la Figura anterior).

## Anexo II – Tablas y figuras

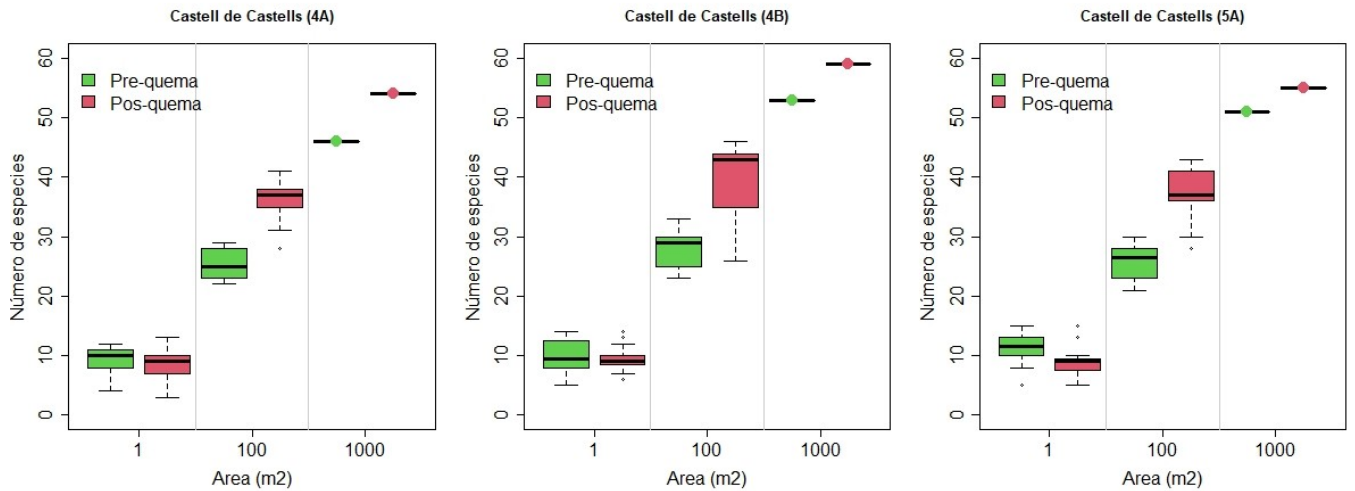


Fig. 11. Número de especies de plantas en la primavera de antes (verde) y la de después (rojo) de la quema para tres de las parcelas de Castells de Castells (de izquierda a derecha: 4A, 4B y 5A), y a tres escalas espaciales (1 m<sup>2</sup>, 100 m<sup>2</sup>, y 1000 m<sup>2</sup>). Los muestreos prequema se realizaron en 2021; los posquema se realizaron en junio de 2022.

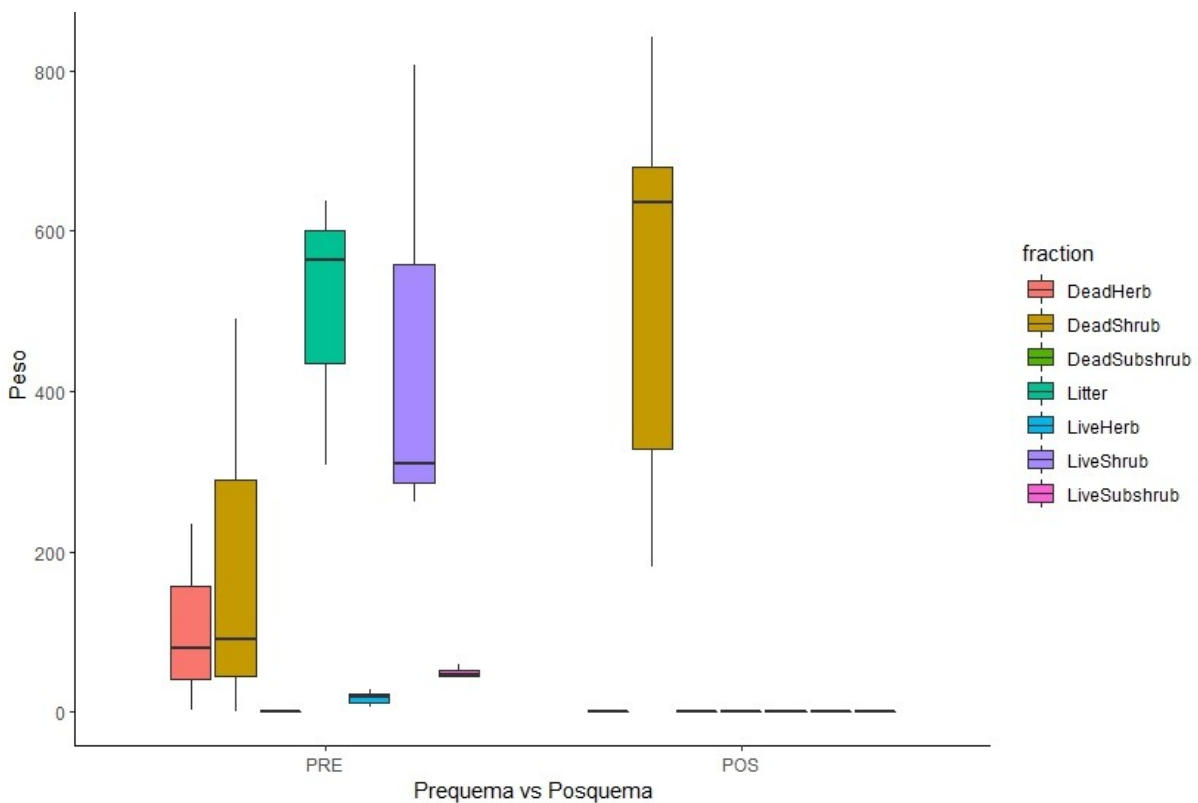


Fig. 12. Biomasa antes (PRE) y después (POS) de la quema en la parcela 4C, separada por las diferentes fracciones.

Tabla 4. Lista de especies observadas en las parcelas de Castells de Castellás, ordenadas por familias:

Familia	Especie
Anacardinaceae	<i>Allium roseum</i> <i>Allium sphaerocephalon</i> <i>Pistacia lentiscus</i>
Apiaceae	<i>Bupleurum baldense</i> <i>Bupleurum frutescens</i> <i>Elaeoselinum asclepium</i> <i>Elaeoselinum tenuifolium</i> <i>Eryngium campestre</i> <i>Foeniculum vulgare</i> <i>Thapsia villosa</i>

## Anexo II – Tablas y figuras

Arecaceae	<i>Chamaerops humilis</i>
Asparagaceae	<i>Aphyllanthes monspeliensis Asparagus acutifolius Urginea maritima</i>
Aspleniaceae	<i>Asplenium fontanum Ceterach officinarum</i>
Asteraceae	<i>Andryala integrifolia Anthemis arvensis Asteriscus spinosus Atractylis humilis Bombycilaena erecta Carduus nigrescens Carduus nigrescens Carthamus lanatus Centaurea calcitrapa Centaurea melitensis Centaurea rouyi Crepis albida Crepis vesicaria Crupina vulgaris Dittrichia viscosa Echinops ritro Galactites duriaei Hedychnois rhagadioloides Helichrysum stoechas Jasonia glutinosa Jurinea humilis Lactuca tenerrima Leontodon longirrostris Leuzea conifera Micropus supinus Phagnalon rupestre Phagnalon saxatile Reichardia picroides Santolina chamaecyparissus Scorzonera angustifolia Scorzonera hispanica Senecio vulgaris Sonchus asper Sonchus oleraceus Sonchus tenerrimus Taraxacum obovatum Xeranthemum inapertum</i>
Boraginaceae	<i>Cynoglossum cheirifolium Alyssum simplex Biscutella stenophylla Clypeola jonthlaspi Erysimum gomezcampoi Hirschfeldia incana Hornungia petraea</i>
Campanulaceae	<i>Campanula erinus Legousia scabra</i>
Caprifoliaceae	<i>Centranthus calcitrapae Scabiosa atropurpurea Scabiosa stellata</i>
Caryophyllaceae	<i>Arenaria modesta Arenaria montana Arenaria serpyllifolia Cerastium gracile Dianthus saetabensis Minuartia hybrida Paronychia argentea Paronychia capitata Paronychia suffruticosa Petrorhagia prolifera Petrorhagia saxifraga Silene colorata Silene tridentata Silene vulgaris</i>
Cistaceae	<i>Cistus albidus Cistus monspeliensis Fumana ericifolia Fumana laevipes Fumana thymifolia Helianthemum dianicum Helianthemum dichroum</i>
Convolvulaceae	<i>Convolvulus arvensis Cuscuta epithymum</i>
Crassulaceae	<i>Sedum acre Sedum album Sedum dasphyllum Sedum sediforme</i>
Cupressaceae	<i>Juniperus oxycedrus</i>
Cyperaceae	<i>Carex hallerana</i>
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia characias Euphorbia exigua Euphorbia flavicoma Euphorbia isatidifolia Euphorbia nicaeensis Euphorbia serrata Euphorbia terracina</i>
Fabaceae	<i>Anthyllis vulneraria Argyrolobium zanonii Astragalus hamosus Astragalus sesameus Bituminaria bituminosa Calicotome spinosa Coronilla scorpioides Hippocrepis ciliata Hippocrepis fruticescens Medicago minima Ononis minutissima Ononis natrix Ononis ornithopodioides Ononis reclinata Ononis spinosa Scorpiurus subvillosus Trifolium angustifolium Trifolium campestre Trifolium scabrum Trifolium stellatum Ulex parviflorus Vicia onobrychioides</i>
Fagaceae	<i>Quercus coccifera Quercus rotundifolia</i>
Geraniaceae	<i>Erodium cicutarium Geranium purpureum</i>
Hypericaceae	<i>Hypericum ericoides</i>
Iridaceae	<i>Gladiolus communis</i>
Lamiaceae	<i>Ajuga chamaepitys Ballota hirsuta Phlomis lychnitis Rosmarinus officinalis Salvia verbenaca Sideritis romana Teucrium chamaedrys Teucrium pseudochamaepitys Teucrium ronnigeri Thymus vulgaris</i>
Liliaceae	<i>Ornithogalum bourgeanum</i>
Linaceae	<i>Linum strictum</i>
Malvaceae	<i>Althaea hirsuta</i>
Orobanchaceae	<i>Bartsia trixago</i>
Pinaceae	<i>Pinus halepensis</i>
Plantaginaceae	<i>Antirrhinum controversum Plantago afra Plantago lagopus Plantago lanceolata</i>
Poaceae	<i>Aegilops geniculata Avenula bromoides Brachypodium distachyon Brachypodium phoenicoides Brachypodium retusum Bromus hordeaceus Bromus madritensis Bromus rubens Bromus squarrosus Catapodium rigidum Cynosurus echinatus Dactylis glomerata Festuca capillifolia Helictotrichon filifolium Hordeum murinum Koeleria vallesiana Lagurus ovatus Melica minuta Poa bulbosa Rostraria cristata Stipa offneri Stipa tenacissima</i>
Polygalaceae	<i>Polygala rupestris</i>
Polygonaceae	<i>Rumex intermedius</i>
Polypodiaceae	<i>Polypodium cambricum</i>
Primulaceae	<i>Anagallis arvensis Asterolinon linum-stellatum</i>
Ranunculaceae	<i>Clematis flammula Ranunculus gramineus</i>
Resedaceae	<i>Reseda phyteuma Reseda undata Reseda valentina</i>

## Anexo II – Tablas y figuras

Rhamnaceae	<i>Rhamnus alaternus</i>
Rosaceae	<i>Rubus ulmifolius</i> <i>Sanguisorba verrucosa</i>
Rubiaceae	<i>Crucianella latifolia</i> <i>Galium setaceum</i> <i>Galium valentinum</i> <i>Rubia peregrina</i> <i>Sherardia arvensis</i> <i>Valantia muralis</i>
Rutaceae	<i>Dictamnus hispanicus</i>
Santalaceae	<i>Thesium humifusum</i>
Saxifragaceae	<i>Saxifraga tridactylites</i>
Scrophulariaceae	<i>Chaenorhinum crassifolium</i> <i>Chaenorhinum minus</i> <i>Linaria arvensis</i> <i>Linaria depauperata</i> <i>Linaria oblongifolia</i> <i>Scrophularia tanacetifolia</i> <i>Verbascum thapsus</i>
Thymelaeaceae	<i>Daphne gnidium</i>
Valerianaceae	<i>Valerianella discoidea</i>
Xanthorrhoeaceae	<i>Asphodelus cerasiferus</i>

---