



MINISTERIO  
DE CIENCIA  
E INNOVACIÓN



**CSIC**  
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



CENTRO DE INVESTIGACIONES SOBRE DESERTIFICACIÓN – CIDE

# **Bases científicas para incrementar la resiliencia a los incendios de los ecosistemas valencianos: Fase I, Puesta a punto**

Convenio de colaboración entre la *Generalitat Valenciana* y el CIDE-CSIC, firmado el 13 Octubre de 2020

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

Participantes (CIDE): Lola Álvarez, Julia Gegunde, Guille Benítez, Patricio García-Fayos, Eugenia Gimeno, Carmen Guiote, Ana Maymó, Bruno Moreira, Nerina Pérez, Pep Pons, Ricardo Sorando, Maya Zomer

Colaboradores de otras instituciones: Josabel Belliure (Universidad de Alcalá), Amalia Muñoz, Ester Borrás y Ramón López (CEAM), Oscar Pelayo (Universidade de Aveiro).

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

## **Bases científicas para incrementar la resiliencia a los incendios de los ecosistemas valencianos: Fase I, Puesta a punto**

El 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. Dentro del marco de la emergencia climática, 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, con el consiguiente 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.

El objetivo de este proyecto, en su primera fase, es la puesta a punto de investigaciones que contribuyan a incrementar la resiliencia a los incendios de los ecosistemas valencianos. En concreto se estudian métodos innovadores de restauración con especies rebrotadoras (por ejemplo, del género *Quercus*) utilizando dispersores naturales, y se evalúa el impacto ecológico de las quemas prescritas realizadas por la Dirección General de Prevención de Incendios Forestales (DGPIF, *Generalitat Valenciana*).

Por razones ajenas al CIDE (COVID-19, retraso en la firma del convenio), los trabajos llevados a cabo se han concentrado y realizado de manera intensa en los últimos meses del año; esta circunstancia no ha impedido alcanzar los objetivos previstos. Para ello se ha involucrado un número elevado de personas, incluyendo colaboradores voluntarios externos al CIDE.

A continuación se detallan las actividades realizadas en las dos tareas (A y B) propuestas en el proyecto; las figuras y tablas a las que se hace referencia se encuentran en los anexos.

### **A. Restauración con especies del género *Quercus* mediante los dispersores naturales**

**1)** Se han realizado ensayos para la puesta a punto de la metodología de restauración de *Quercus* mediante su dispersor principal, el arrendajo. La metodología se basa en poner comederos con bellotas, para que los arrendajos las dispersen. Los ensayos se han enfocado a afinar la metodología sobre dónde, cómo y qué tipo de comederos se colocan y su efectividad para que sean usados por arrendajos (Fig. 1). Se utilizan radiotransmisores para poder seguir el destino de las bellotas. Estos ensayos se han realizado en la Serra d'Espadà, donde había abundante bellota disponible.

**2)** Se ha evaluado como área candidata para la restauración la zona del *surar de Pinet-Llutxent*, con la finalidad de incrementar la población de alcornoque tras el incendio de Llutxent (2018). La evaluación realizada en noviembre de 2020 sugiere:

- Los alcornoques de la zona incendiada sobrevivieron al incendio; aproximadamente el 100% de los árboles ha rebrotado.

- Los alcornoques de la zona incendiada aún no han producido bellota; los alcornoques no afectados por el incendio sí han producido bellota este otoño 2020
- No se observa regeneración natural de bellota posincendio; sí se observa rebrote de los individuos pequeños del banco de plántulas y jóvenes en zonas que estaban dominadas por pinar antes del incendio (Fig. 2).
- Las zonas potenciales para la restauración ( pinares quemados sin alcornoque), presentan una fuerte regeneración de especies germinadoras de matorral (*Cistus*, *Ulex*) que generan una cobertura de aproximadamente el 100% (Fig. 3), de manera que la ventana temporal para la restauración mediante dispersores naturales ya está cerrada, y ya no es posible realizarla sin una intervención previa. Dicha actividad debía haberse realizado con anterioridad.
- Si se quiere potenciar a los alcornoques, se aconseja un desbroce parcial de las plantas del matorral alrededor de los individuos jóvenes presentes en la zona de pinar quemado (Fig. 1). Esta acción, que está fuera del presente proyecto, constituiría una manera de incrementar la población de alcornoques y la resiliencia del ecosistema.

**3)** Se ha evaluado la posibilidad de utilizar las zonas donde la DGPIF va a realizar las quemas prescritas como áreas para restaurar con quercineas mediante dispersores naturales (Morella la Vella y Castells de Castells); el objetivo es aprovechar la ventana de oportunidad que las quemas confieren a los dispersores naturales. El resultado de la evaluación es el siguiente:

- *Castell de Castells*. Tras la inspección de la zona, se considera una zona apropiada para realizar la investigación. Se han observado algunas carrasacas cercanas y con bellota, y se ha detectado presencia de arrendajo. Se ha recogido bellota para poder realizar la actuación una vez que la DGPIF haya realizado la quema prescrita propuesta.
- *Morella la Vella*. Zona con carrasca y quejigo abundante; no parece muy necesaria la restauración, pero serviría como ensayo de la metodología. Se ha recolectado bellota y se realizará un ensayo cuando DGPIF haya realizado las quemas propuestas.

## **B) Evaluación de las consecuencias ecológicas de la gestión de combustible**

Se ha puesto a punto la metodología para evaluar el efecto de las quemas prescritas realizadas por la DGPIF. Las áreas estudiadas corresponden a las parcelas propuestas para quemar durante el otoño-invierno de 2020 en los planes de quema de Morella la Vella (Ports, Castelló) y Castells de Castells (Marina Alta, Alacant). La nomenclatura de las parcelas en este informe hace referencia al código utilizado en los planes de quemas proporcionados por la DGPIF. En el momento de escribir este informe, sólo se ha realizado la quema prescrita de una de las parcelas de Morella la Vella (parcela 3A).

**1)** Se ha diseñado un protocolo para evaluar la calidad de hábitat para la fauna que ofrecen las áreas donde se van a realizar quemas prescritas, así como su evolución posquema, teniendo en cuenta los requerimientos de cada grupo funcional de animales. Esta metodología requiere de un muestreo antes de cada quema, otro inmediatamente después, y otro a unos pocos meses.

**2)** Se ha diseñado un protocolo para evaluar los efectos de la quema en la vegetación, así como los efectos de la vegetación en la intensidad de la quema. La metodología incluye un muestreo antes de la quema, otro inmediatamente después (para estimar la severidad de la quema), y otro muestreo en la primavera siguiente.

**3)** Se han realizado los muestreos previos a las quemas en todas las parcelas programadas y en ambas zonas (Figuras 4-8):

- La metodología para estudiar la calidad de hábitat para la fauna se ha empezado a aplicar en las dos zonas propuestas. En la fase pre-quema, en cada parcela se realizó un transecto mediante el cual se identificaron elementos que pueden favorecer la supervivencia de los distintos grupos de animales, tales como oquedades en los árboles, madrigueras en el suelo, presencia de piedras, etc. Los resultados muestran que se trata de una metodología apropiada para diferentes grupos faunísticos (Tabla 1, Fig. 8).
- Se ha realizado un muestreo de la vegetación previa a la quema en todas las parcelas programadas. Este muestreo ha incluido el análisis (transectos) de la estructura de la comunidad y la abundancia de las especies leñosas, así como de la biomasa (Fig. 9, 10; Tabla 2). En el caso de las parcelas de robledal (quejigal), se han considerado también los musgos y líquenes de los troncos. Además, se han marcado individuos de diversas especies de plantas para poder estimar mortalidad, y se han recogido muestras de plantas para posteriores análisis genéticos.
- Se han recogido muestras volumétricas de suelo (0-3 cm) en varias de las parcelas programadas de ambas zonas (Morella la Vella y Casells de Castells), para posterior comparación con muestras posquema.
- En la zona de la quema de Morella la Vella existe una pequeña laguna (Fig. 12; parcela 3A del plan de quemas) en la que se observan varias especies de anfibios (Fig. 13), además esta laguna es utilizada por parte de diferentes grupos animales (insectos, aves y murciélagos). Una quema podría implicar arrastre de cenizas y cambios en la química del agua. Por ello se sugiere no quemar esa parcela o dejar una zona alrededor de la laguna sin quemar. Se han recogido muestras de agua para análisis químicos; los análisis se repetirán después de las quemas de la zona.

**4)** En la parcela donde se ha realizado la quema prescrita por parte de la DGPIF (Morella la Vella, parcela 3A) se han desarrollado las siguientes actividades:

- Se instalaron indicadores de la intensidad de la quema (termopares) tanto en la superficie del suelo como en algunos arbustos (a 3 cm del suelo). Los resultados nos proporcionan información de temperatura y tiempo de residencia (Fig. 14), y serán comparados con los datos que posee la DGPIF obtenidos a partir de los drones que sobrevolaron la quema.
- 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 (Fig. 15). Los valores medidos de gases inorgánicos fueron más bajos de los esperados debido a las limitaciones en la disposición del sistema de muestreo (la mayor parte del tiempo el humo se dirigía en la dirección opuesta a la toma de muestras) y a la elevada dilución por el viento. Se está replanteando mejorar el método para las próximas quemas.
- Se recogieron muestras volumétricas de suelo y de biomasa vegetal remanente tras la quema (Fig. 16, 17), que serán analizadas con posterioridad a cargo de otros proyectos.
- Se marcaron algunas plantas leñosas que habían sido completamente afectadas por la quema, para obtener valores de severidad máxima y evaluar posteriormente su supervivencia.

**5)** Las actividades reseñadas en el punto anterior se continuarán llevando a cabo en las próximas quemas que realice la DGPIF durante 2020.

**6)** El seguimiento posquema deberá realizarse en el marco del convenio del próximo año 2021.

## **Sugerencias de gestión**

1. Se aconseja un desbroce parcial de las plantas del matorral alrededor de los individuos de alcornoque jóvenes en la zona de pinar quemado del Surar de Pinet (Fig. 2)
2. Se aconseja dejar una franja de vegetación sin quemar al rededor de la charca que hay en la parcela 2A del plan de quemas de Morella la Vella (Fig. 12), para evitar que las cenizas vayan a la charca y afecten a la química del agua.

## **Conclusiones**

Los resultados del presente proyecto (Fase I. puesta a punto) nos proporcionan información relevante para encauzar una investigación exitosa y a largo plazo sobre los temas abordados; además sugieren algunas mejoras para aumentar la eficiencia en la obtención de datos. A pesar de las dificultades mencionadas al inicio de este informe, se ha cumplido ampliamente el objetivo de puesta a punto de investigaciones para incrementar la resiliencia a los incendios de los ecosistemas valencianos. Esto ha sido posible gracias a la participación y dedicación de un gran número de personas, tanto del CIDE, como colaboradores externos. Esperamos poder continuar con el proyecto durante los próximos años.

Moncada, Valencia, 27 de noviembre de 2020



Firmado: Juli G. Pausas





























Se adjunta:

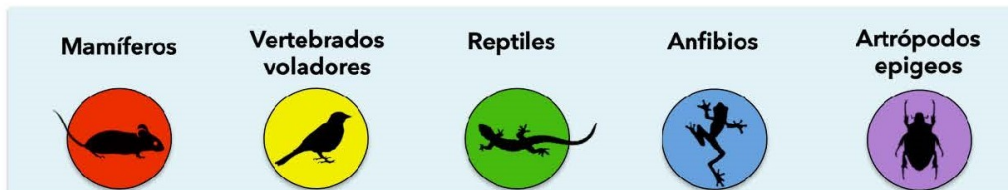
Anexo I. Tablas (3 tablas)

Anexo II. Figuras (17 figuras)

**Anexo I. Tablas**

**Tabla 1.** Evaluación de la calidad del hábitat: Indicadores de supervivencia a los incendios para distintos grupos faunísticos, en las distintas parcelas del plan de quemas de Morella la Vella y Castells de Castells.

| Municipio           | Parcela | Indicadores de supervivencia PRE Quema   |   |   |
|---------------------|---------|--|---|---|
|                     |         | Bajo   | Medio   | Alto  |
| Morella             | 2A      |  |    |  |
|                     | 3A      |  |   |   |
|                     | 6A      |  |  |  |
|                     | 8A      |  |  |  |
|                     | 8B      |  |  |  |
| Castell de Castells | 4A      |  |  |  |
|                     | 4B      |  |  |  |
|                     | 5A      |  |  |  |
|                     | 6A      |  |  |  |
|                     | 8       |  |   |   |
|                     | 9A      |  |   |  |
|                     | 10A     |   |  |  |



**Tabla 2.** Principales especies de plantas observadas (noviembre 2020) en las parcelas previstas para quemar en Morella la Vella y en Castell de Castells. No se incluyen todas las plantas herbáceas, ya que el otoño no es el periodo apropiado para su muestreo. Tampoco se incluye la parcela 6A de Morella por el hecho de que es un campo de cultivo de avena y con baja diversidad.

| Morella la Vella    |   |
|---------------------|---|
| 2A                  | <i>Aphyllanthes monspeliensis</i> , <i>Argyrolobium zanonii</i> , <i>Brachypodium retusum</i> , <i>Bupleurum fruticosum</i> , <i>Digitalis obscura</i> , <i>Dorycnium pentaphyllum</i> , <i>Erinacea anthyllis</i> , <i>Genista scorpius</i> , <i>Helianthemum marifolium</i> , <i>Juniperus communis</i> , <i>Juniperus phoenicea</i> , <i>Lavandula latifolia</i> , <i>Linum suffruticosum</i> , <i>Lithodora fruticosa</i> , <i>Ononis minutissima</i> , <i>Phagnalon sordidum</i> , <i>Phlomis lychnitis</i> , <i>Quercus faginea</i> , <i>Quercus ilex</i> , <i>Rhamnus pumilus</i> , <i>Thymus vulgaris</i> |
| 3A                  | <i>Aphyllanthes monspeliensis</i> , <i>Argyrolobium zanonii</i> , <i>Coronilla minima</i> , <i>Dorycnium hirsutum</i> , <i>Dorycnium pentaphyllum</i> , <i>Erinacea anthyllis</i> , <i>Genista hispanica</i> , <i>Genista scorpius</i> , <i>Juniperus oxycedrus</i> , <i>Juniperus phoenicea</i> , <i>Lavandula latifolia</i> , <i>Linum suffruticosum</i> , <i>Ononis spinosa</i> , <i>Prunella hyssopifolia</i> , <i>Quercus ilex</i> , <i>Quercus faginea</i> , <i>Santolina chamaecyparissus</i> , <i>Thymus vulgaris</i>   |
| 8AB                 | <i>Argyrolobium zanonii</i> , <i>Coronilla minima</i> , <i>Dorycnium hirsutum</i> , <i>Dorycnium pentaphyllum</i> , <i>Genista hispanica</i> , <i>Genista scorpius</i> , <i>Helianthemum marifolium</i> , <i>Juniperus oxycedrus</i> , <i>Juniperus phoenicea</i> , <i>Quercus faginea</i> , <i>Thymus vulgaris</i>   |
| Castell de Castells |   |
| 4A                  | <i>Brachypodium retusum</i> , <i>Bupleurum sp.</i> , <i>Cistus albidus</i> , <i>Cistus monspeliensis</i> , <i>Rosmarinus officinalis</i> , <i>Thymus vulgaris</i> , <i>Ulex parviflorus</i>   |
| 4B                  | <i>Brachypodium retusum</i> , <i>Bupleurum sp.</i> , <i>Cistus albidus</i> , <i>Daphne gnidium</i> , <i>Juniperus oxycedrus</i> , <i>Rosmarinus officinalis</i> , <i>Thymus vulgaris</i> , <i>Ulex parviflorus</i>  |
| 5A                  | <i>Brachypodium retusum</i> , <i>Bupleurum sp.</i> , <i>Cistus albidus</i> , <i>Juniperus oxycedrus</i> , <i>Pinus halepensis</i> , <i>Rosmarinus officinalis</i> , <i>Thymus vulgaris</i> , <i>Ulex parviflorus</i>  |
| 6A                  | <i>Brachypodium retusum</i> , <i>Bupleurum sp.</i> , <i>Cistus albidus</i> , <i>Cistus monspeliensis</i> , <i>Daphne gnidium</i> , <i>Juniperus oxycedrus</i> , <i>Phlomis lychnitis</i> , <i>Rhamnus alaternus</i> , <i>Rosmarinus officinalis</i> , <i>Thymus vulgaris</i> , <i>Ulex parviflorus</i>  |
| 8                   | <i>Brachypodium retusum</i> , <i>Bupleurum sp.</i> , <i>Cistus albidus</i> , <i>Cistus monspeliensis</i> , <i>Pinus halepensis</i> , <i>Phlomis lychnitis</i> , <i>Rhamnus alaternus</i> , <i>Rosmarinus officinalis</i> , <i>Thymus vulgaris</i> , <i>Ulex parviflorus</i>   |

**Tabla 3.** Datos preliminares descriptivos de la quema realizada en Morella la Vella

|                          |   |
|--------------------------|---|
| Localidad:               | Morella la Vella, Els Ports   |
| Parcela:                 | 3A  |
| Tamaño:                  | 2.5 ha  |
| Fecha:                   | 24 noviembre 2020   |
| Hora de inicio:          | 12:15   |
| Meteorología a las 13h*: | Temperatura: 13.5°C<br>Humedad: 62%<br>Velocidad del viento: 4.5 Km/h   |
| Temperaturas alcanzadas: | <i>En la superficie del suelo:</i> en general el suelo ha permanecido a temperaturas muy bajas (<20°C), con puntos de temperatura intermedia (50-70°C), y algún punto con temperatura elevada (250°C). Ver Fig. 14.<br><i>En arbustos (a 3 cm del suelo):</i> Se han registrado puntos de 400 y 650°C. Ver Fig. 14.   |
| Observaciones:           | Quema muy poco intensa, con un elevado porcentaje de superficie poco o nada afectada por el fuego, que ha conseguido generar cierta heterogeneidad en el paisaje. Se espera una elevada supervivencia de la flora y fauna, y nula erosión posquema. Durante la quema, algún buitre sobrevoló la zona. Justo después de la quema (en esa misma tarde) ya se observaba actividad de invertebrados y un zorro visitando la zona. |
| Noticias:                | <a href="https://comarquesnord.cat/el-camp/2020/11/24/realitzen-cremes-prescrites-al-mont-de-morella-la-vella/">https://comarquesnord.cat/el-camp/2020/11/24/realitzen-cremes-prescrites-al-mont-de-morella-la-vella/</a>   |

\* Datos proporcionados por el jefe de la quema



## Anexo II. Figuras



Fig. 1. Arrendajo cogiendo bellotas en uno de los comederos artificiales



Fig. 2. Ejemplares jóvenes de alcornoque rebrotando tras el incendio (de 2018) dentro del pinar; Surar de Pinet.



Fig. 3. Pinar quemado (2018) en el Surar de Pinet, con elevada regeneración de especies germinadoras (*Cistus*, *Ulex*, *Pinus*) que cubren la totalidad del suelo.



Fig. 4. Vista general de la parcela 2A de Morella la Vella.



Fig. 5. Vista general de la parcela 6A de Morella la Vella.



Fig. 6. Vista general de la parcela 8A de Morella la Vella. Robledal abierto de *Quercus faginea*.

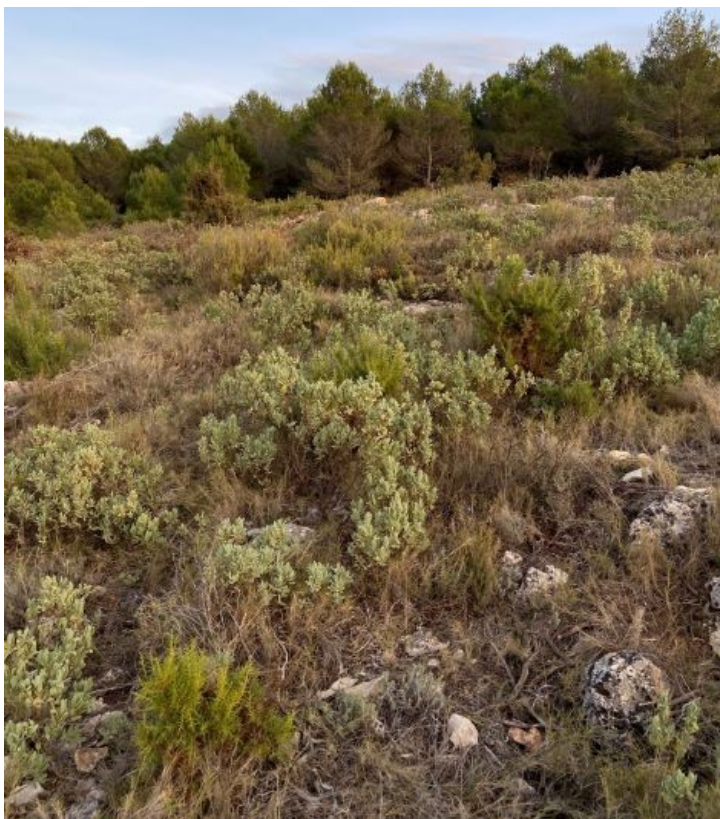


Fig. 7. Vista general de la parcela 9A Castell de Castells. Matorral con abundante *Cistus albidus* y *Ulex parviflorus*, con pino carrasco al fondo.



Fig. 8. Detalle de las oquedades en las rocas que sirven de refugio para fauna. Parcela 6A, Castells de Castells.



Fig. 9. Vista general de la parcela 3A de Morella la Vella; muestreo de vegetación.

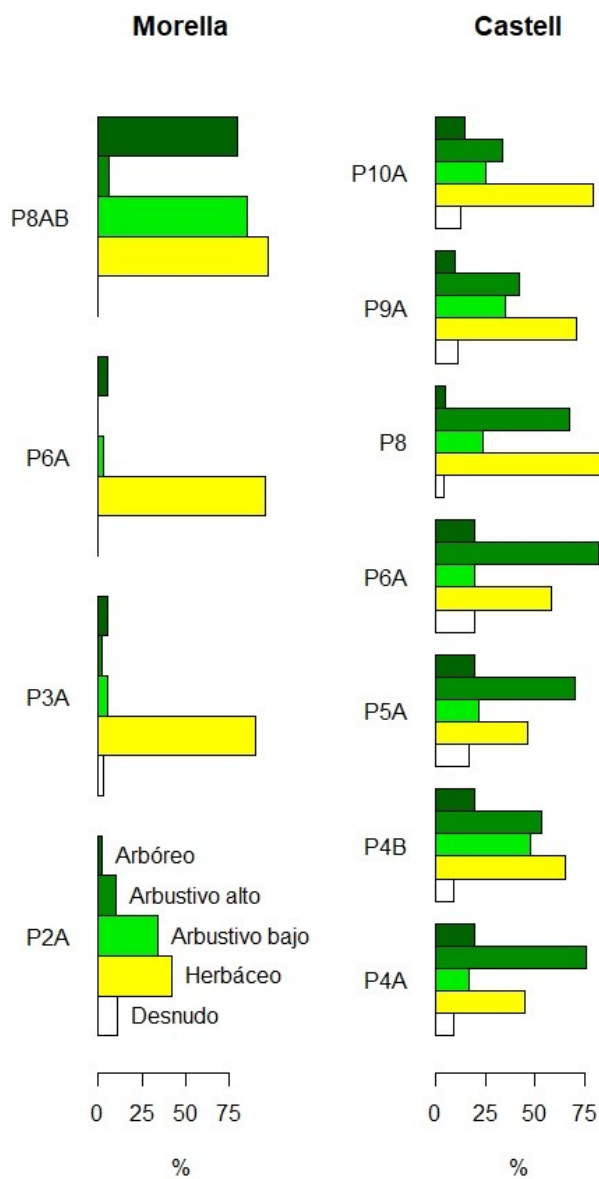


Fig. 10. Estructura vertical de la vegetación en las parcelas de Morella la Vella y Castells de Castells. Las barras indican la cobertura (%) de los estratos (de arriba a bajo): arbóreo, arbustivo alto, arbustivo bajo, herbáceo, y de suelo desnudo. En las parcelas de Morella, la mayor parte (>90%) de la biomasa herbácea estaba seca. En la parcela 8AB de Morella, había muy poco suelo desnudo, y gran parte estaba cubierto por hojarasca de quejigo.



Fig. 11. Muestreo de biomasa en la parcela 3A de Morella la Vella



Fig. 12. Charca de la parcela 2A del plan de quema de Morella la Vella.



Fig. 13. *Pelodytes* gr. *punctatus* (gripauet), una de las especies de anfibios observada en la charca de la parcela 2A del plan de quema de Morella la Vella.

### Temperaturas (°C)

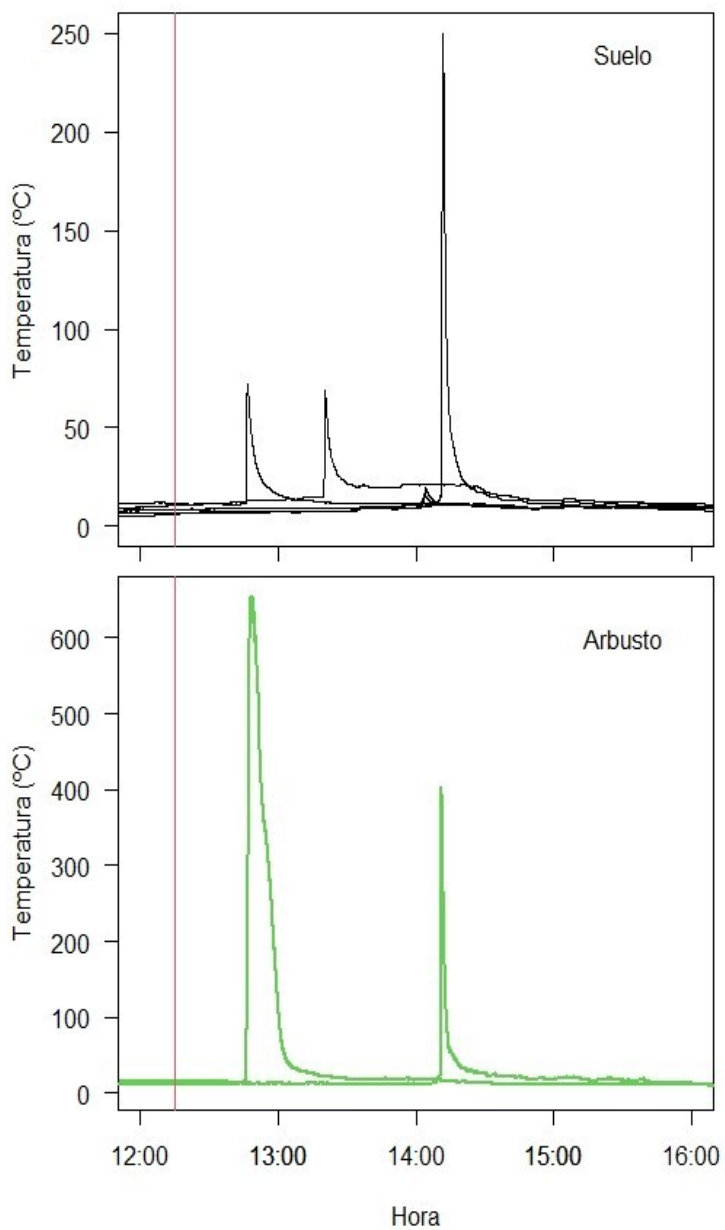


Fig. 14. Temperaturas registradas por los termopares en el suelo (figura superior) y en un arbusto (figura inferior) durante la quema en Morella la Vella, parcela 3A. Nótese la diferente escala del eje vertical. La línea vertical indica el momento de ignición de la quema (12:15).



Fig. 15. Preparación para la toma de muestras de humo (gases y partículas), en colaboración con el CEAM. Morella la Vella, parcela 3A.



Fig. 16. Muestreo posquema, Morella la Vella, parcela 3A. Se observa la heterogeneidad de la quema.



Fig. 17. Muestreo posquema, Morella la Vella, parcela 3A