

## 1.-FUEGO PRESCRITO.\*

### INTRODUCCIÓN

Fuego prescrito es la aplicación de fuego a la vegetación forestal bajo condiciones tales de meteorología, combustibles y topografía (condiciones prescritas) que podemos lograr uno o más objetivos del plan de gestión. La quema prescrita es una herramienta que requiere un objetivo claro, experiencia en su uso y habilidad en la ejecución. Exige profundos conocimientos de meteorología, combustibles forestales y comportamiento del fuego; así como familiaridad con la fisiografía de la superficie a quemar. Hay que añadir como requerimiento un suficiente conocimiento de la piroecología de las especies presentes. Si todos estos aspectos son debidamente atendidos, muchos forestales podrían hacer uso provechoso de las quemas prescritas.

Los objetivos de una quema pueden ser variados: selvicultura preventiva de incendios, facilitar la regeneración de cierta especie vegetal (favoreciendo el rebrote, estimulando el banco edáfico de semillas, favoreciendo la apertura de conos serotinos en copas, incrementando la iluminación del suelo, etc.), facilitar el pastoreo, mejorar el hábitat de los grandes mamíferos, incrementar su valor recreativo al hacerlo más transitable a las personas, avanzar la sucesión forestal al eliminar los pies dominados o cierto sotobosque que ralentiza la regeneración de los árboles dominantes, y otros.

La Ley 4/89 de conservación de espacios naturales y de la flora y la fauna silvestre tiene su origen en el mandato del artículo 45 de la Constitución Española, que tras reconocer el derecho de todos a disfrutar de un medio ambiente adecuado para el desarrollo de las personas, exige a los poderes públicos velar por la utilización racional de todos los recursos naturales. La Ley 4/89 tiene como elementos inspiradores los principios contenidos en el documento "Estrategia Mundial para la Conservación", elaborado por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), que son:

- Mantenimiento de los procesos ecológicos esenciales y sistemas vitales básicos
- Preservación de la diversidad genética
- Utilización ordenada de los recursos, garantizando un aprovechamiento sostenido de especies y ecosistemas, su restauración y mejora

Visto que la legislación española obliga (en concreto, la ley 4/89) a gestionar para el mantenimiento de los procesos ecológicos esenciales, la reintroducción del fuego en nuestros ecosistemas parece necesaria. Esto es, no debemos limitarnos como gestores a tratar de suprimir todo fuego que se produzca. Antes al contrario, deberíamos valorar qué efectos va a producir previsiblemente cada uno y decidir entonces si apagarlo o si dejarlo actuar, como proceso ecológico esencial que es en muchas ocasiones.

Veamos, a continuación, las condiciones que debe cumplir una quema. La quema prescrita ha de ser:

1. ecológicamente beneficiosa o al menos aceptable
2. eficaz (esto es, que cumple los objetivos)
3. económica frente a otras herramientas (esto es, eficiente)
4. socialmente aceptable (tanto para la ciudadanía como para los gestores forestales)

---

\*, Universidad de Lleida, España - [dmolina@pvcf.udl.es](mailto:dmolina@pvcf.udl.es)

Actualizado del capítulo del mismo título y autor publicado en: Vélez, R. ed., 2000. La Defensa contra Incendios Forestales: Fundamentos, y Experiencias. McGraw-Hill 1400p

## TIPOS DE FUEGOS FORESTALES

Aclaremos, ahora, la significación de unos cuantos términos que nos serán de utilidad. Denominamos incendio forestal a aquel fuego que no cumple con los objetivos que los Servicios Forestales persiguen (y que la sociedad demanda) y, por tanto, debe ser extinguido. En nuestra legislación, incendio forestal se llama al fuego que se extiende sin control sobre el terreno forestal afectando a vegetación que no estaba destinada a arder. Por el contrario, una quema prescrita se encamina hacia el logro de los objetivos de los servicios forestales sin amenazar ni vidas humanas, ni propiedades, ni recursos. Un fuego prescrito que ha sido encendido intencionadamente lo denominamos quema prescrita o ignición planeada. Un fuego prescrito originado por un rayo al que se le permite arder sin extinguirlo, lo denominamos, quema natural prescrita. Se le permitirá arder sólo si no se propaga a ciertas áreas, ni amenaza vidas humanas, ni propiedades, ni se vuelve muy intenso. Estas restricciones estarán especificadas en el Plan de Manejo de Fuegos Forestales en términos de la literatura anglosajona o Plan de Defensa contra Incendios Forestales (menos específico, quizá, pero más acorde con nuestra literatura forestal). Para la unidad que va a ser quemada se escribe una prescripción particular: Prescripción de Quema. Un Plan de Defensa contra Incendios Forestales lo aprueba el servicio forestal correspondiente. Similarmente, la Prescripción de una Quema la autoriza un técnico de la Administración forestal que será el encargado de la supervisión de la quema. Ahora bien, el redactor del PLAN de una quema prescrita en terreno forestal no ha de ser necesariamente un técnico de la Administración, pero sí un técnico forestal con formación y experiencia en quemas prescritas.

Podemos hablar de plan general de quemas para una comarca forestal o plan particular para una superficie concreta a quemar. El plan particular o prescripción deberá cumplir con lo reseñado en el plan general.

## PIRODIVERSIDAD Y PIROECOLOGÍA

El fuego es un agente natural en numerosas formaciones vegetales de la biosfera. Los incendios varían grandemente tanto en sus características como en sus efectos en la vegetación, fauna y otros aspectos del biotopo. Por ello, interesa:

1. entender la importancia que el fuego tiene en los ecosistemas terrestres
2. ser capaz de definir el papel del fuego en varias formaciones vegetales

El término inglés "*fire ecology*" puede traducirse por ecología de incendios. Ahora bien, **piroecología** resulta más útil y elegante (al ser una sola palabra); p. ej. "piroecología del alcornoque" frente a "ecología de incendios del alcornoque" o "autoecología del alcornoque en relación a los incendios". La piroecología de una especie vegetal (o animal) la constituyen todas aquellas características del régimen de incendios del lugar donde dicha especie habita. El fuego, en muchas ocasiones, es un factor determinante en el éxito o fracaso de una especie en un hábitat dado, pues puede ser la perturbación dominante y dictar el éxito de sus propágulos.

Acerquémonos a la idea de pirodiversidad o diversidad en régimen de fuegos en un monte o en una comarca natural. Los incendios son diversos en su naturaleza y recurrencia. Los regímenes de fuegos varían en sus intervalos (años transcurridos) entre incendios consecutivos, estaciones (verano, invierno, ...) de ocurrencia, dimensiones (hectáreas afectadas) y otras características tales como la intensidad lineal de llama, la altura de socarramiento de las copas. Unos regímenes de fuego diversos dan lugar a un amplio gradiente de condiciones naturales que promueven biodiversidad en el paisaje, en el rodal e incluso en la microtopografía del suelo forestal. Una simplificación de los fuegos (por ejemplo, el intento de supresión de todos los fuegos) que se dan en una zona pueden simplificar la vegetación existente. Esto es, la pirodiversidad puede promover biodiversidad por lo que es interesante diversificar el régimen de fuegos haciendo uso de las quemas prescritas y de las quemas naturales prescritas en la gestión forestal. Si apagamos los fuegos

pequeños podemos favorecer la continuidad de combustible y los grandes serán más grandes e intensos. A esto se le ha llamado: "la paradoja de la extinción".

El **régimen de incendios** es el patrón espacial y temporal de las características y efectos de los incendios. Se describe con el intervalo de recurrencia entre incendios, el tamaño, la estación, y las características del fuego. Los regímenes varían notablemente y sus características son función del suelo, clima, topografía, vegetación, agentes causantes de incendios e incluso incendios anteriores.

#### a. intervalo de recurrencia entre incendios

El periodo de tiempo entre incendios sucesivos en un lugar es una característica importante. Generalmente la más fácil de describir, pero existe un amplio rango de variación en el intervalo entre incendios consecutivos

#### b. frecuencia de incendios

Es el número de incendios en la unidad de tiempo (por ejemplo, un siglo) en un lugar de un área determinada.

El periodo entre incendios depende de tres grupos de factores (triángulo del régimen de incendios):

- i) causas de las igniciones (personas, rayos, volcanes, meteoritos, fricción y chispas de rocas)
- ii) cantidad y tipo de fitomasa o combustibles (necesarios para la propagación del fuego), y
- iii) condiciones atmosféricas necesarias para la propagación del fuego (vientos, poca humedad relativa del combustible y/o aire, y tiempo suficiente tras precipitación de modo que los combustibles se sequen).

#### c. estación

La estacionalidad de los incendios describe la tendencia de éstos a ocurrir durante ciertas estaciones del año. La estación en que un incendio ocurre tiene un importante efecto en las consecuencias que se deriven de este. No sólo las características del fuego serán diferentes, sino que también el estado fenológico de las plantas, la actividad de los artrópodos y vertebrados variará con las estaciones dando lugar a distinta susceptibilidad a los incendios.

Se ha definido, en alguna ocasión, época de incendios como aquel conjunto de meses consecutivos en el que se producen al menos el 50% de los incendios

#### d. características del fuego

Hay gran variación en las características del fuego en los incendios forestales.

Esta variación se transmite a los efectos de los incendios.

Estas características varían dentro del mismo incendio, entre incendios que ocurren en la misma estación y entre incendios de distintas estaciones o diferentes años.

Toda esta variación se traduce en una gran variedad de efectos ecológicos y en diversidad biológica.

Importantes características del fuego son:

- 1) severidad del incendio. Que es el grado de alteración que ha sufrido la vegetación o el suelo. Este término es todavía poco preciso en la literatura técnica. Es una combinación del grado de consumición y chamuscado de las copas, ennegrecimiento de la corteza, mortalidad de las especies dominantes y del grado de decoloración, consumo de materia orgánica y otros cambios en el suelo.
- 2) tamaño (hectáreas). Es importante considerar las áreas no quemadas dentro del perímetro del incendio (tamaño, número, y distribución de *islas* no quemadas).

Cada tipo de vegetación tiene un régimen de incendios particular. Ejemplos:

- *Quercus suber* y *Pinus pinaster* - frecuentes y severos fuegos de superficie
- *Pinus halepensis* - infrecuentes y severos fuegos de superficie y copas
- *Abies alba* - infrecuentes y poco severos fuegos de superficie

## FUEGOS NATURALES PRESCRITOS O QUEMAS POR IGNICIONES NATURALES (QIN)

En general nos referimos a igniciones planificadas, pero en ocasiones serán igniciones no planificadas. Una ignición no planificada (de origen distinto a las actividades humanas) será *quema natural prescrita* o QIN cuando esté dentro de unas condiciones predefinidas por los servicios forestales de tal modo que ese incendio no será atacado aunque sí observado de cerca. Mientras siga dentro de las condiciones en las que le está permitido arder, no lo extinguiremos. Permitiremos que arda cuando pueda detenerse dentro de los rodales en los que nuestro Plan de Quemadas Naturales Prescritas dé el visto bueno, y siempre que contribuya al logro de los objetivos del Plan de Integral de Incendios Forestales. Así, arden numerosas hectáreas en USA, Canadá, Australia y Nueva Zelanda donde el fuego ha sido reintroducido en muchos Parques Nacionales y otros tipos de Espacios Protegidos.

Los Cuadros IV. 3. 2 nº 1, 2 y 3 nos dan una muestra de la importancia que estas QIN han adquirido en USA. Véase, en la tabla 2, que el 2% de la superficie del tipo de vegetación del *Abies concolor* es autorizada a ser recorrida por igniciones naturales en Yosemite. Nótese, en el nº 3, que por cada dos hectáreas recorridas por incendio una es recorrida por quema natural prescrita (Servicios Forestales y Servicios de Fauna y Pesca. En definitiva, se está aceptando que el fuego tiene que cumplir su papel ecológico en una de cada tres hectáreas afectadas.

Cuadro IV. 3. 2 nº 1. Clases de tamaños de quemadas por igniciones naturales (QIN) en el Parque Nacional de Yosemite (1972-93)

<i>Clase de tamaño (ha)</i>	<i>Número de fuegos</i>	<i>% de fuegos en cada clase de tamaño</i>	<i>% de área quemada en cada clase de tamaño</i>
0-0.9	289	62.55	0.04
0.1-3.9	79	17.10	0.43
4-39	31	6.71	2.50
40-119	23	4.48	7.24
120-399	22	4.76	18.52
400-1999	18	3.91	71.27

Cuadro IV. 3. 2 nº 2. Quemadas por igniciones naturales (QIN) en Yosemite (1972-93) por tipo de vegetación y cálculo del intervalo de retorno

<i>Tipo de vegetación</i>	<i>Área (ha)</i>	<i>Área quemada (ha)</i>	<i>% cada año</i>	<i>intervalo de retorno (años)</i>
Pinus ponderosa	2545	503	0.09	106
Abies concolor / mixto de coníferas y Quercus	20291	8615	2.02	49
Abies magnifica	32828	4234	0.06	163
Pinus jeffreyi	20095	2668	0.06	158
Pinus contorta	63664	2306	0.02	579
Pinus albicaulis	26091	26	0	21073

Cuadro IV. 3. 2 nº 3. Superficie recorrida por incendio forestal y por quema prescrita. Decenio 1984-93, USA

<i>Agencia</i>	<i>Área (ha) gestionada</i>	<i>Superficie recorrida por incendio (ha)</i>	<i>Superficie quemada prescritamente (ha)</i>	<i>prescrita/incendio o (%)</i>
Servicio Forestal	77×10 <sup>6</sup>	216800	123650	57

BLM - servicio de gestión de otros montes	109×10 <sup>6</sup>	355000	27656	8
Servicio de Parques Nacionales	32×10 <sup>6</sup>	88830	26900	30
Servicio de Fauna y Pesca	37×10 <sup>6</sup>	118931	57500	48

Los requerimientos para poder implementar un plan de QIN son:

1. tener aprobado un plan de QIN
2. tener presupuesto para continuar monitorizando las QIN
3. tener un técnico disponible especializado en el seguimiento de las QIN

El proceso para denominar a un fuego forestal QIN y no incendio forestal (tal y como se hace en USA) es el siguiente:

1. Se contesta a una serie de preguntas, relativas al fuego, que están en el plan de QIN (¿es la actividad humana la causa del fuego? ¿amenaza el fuego vidas o propiedades? ...)
2. Si todas las respuestas son negativas, el gestor lo denomina QIN
3. Si al menos una es afirmativa, el gestor procederá a informar favorablemente (si así lo estima su criterio) a su supervisor una vez obtenida conformidad del responsable de extinción. Esto es, que el responsable de extinción acepta el riesgo de piroescape: no lo considera excesivo y entiende que el gestor forestal valora positivamente el efecto que el fuego causará en esos rodales. Entonces el supervisor (correspondiendo aquí al jefe provincial del servicio forestal), puede decidir denominarlo QIN.

## SELVICULTURA PREVENTIVA Y FUEGO PRESCRITO

A la selvicultura preventiva de incendios forestales la denominamos también ordenación de combustibles forestales y consiste en modificar la vegetación en algunos rodales para que respondan a modelos de combustibles forestales en los que el fuego no sea tan intenso o no se propague de un modo tan virulento (Ver IV.3). Tendrá la doble función de 1) permitir el establecimiento en estos rodales de eficaces áreas cortafuegos o de fajas auxiliares de pistas y 2) crear un mosaico de modelos de combustibles en los que el incendio encuentre dificultades para su propagación.

El fuego prescrito, en selvicultura preventiva, tiene una gran potencialidad en la creación y mantenimiento de áreas cortafuegos y fajas auxiliares de pistas. Por ejemplo, la quema en invierno, frente a la trituración, elimina más completamente el combustible que sería disponible para un incendio en verano.

En España, el fuego prescrito en selvicultura preventiva ha comenzado a usarse en Galicia gracias a la labor del Centro de Investigaciones Forestales de Lourizán en Pontevedra. Poco a poco se va abriendo paso en otras zonas como Castilla y León y más recientemente en Cataluña y Andalucía. Es previsible que se aplique cada vez con mayor extensión, apoyado por varios proyectos europeos de I+D en los que se conciertan investigadores y gestores de países mediterráneos, especialmente España, Francia y Portugal.

En Cataluña, el número de hectáreas quemadas prescritamente se puede ver en la tabla siguiente para los años desde 1996 a 2002.

	<i>Departamento de Medio Ambiente- Quemas de pastos de alta montaña</i>	<i>Departamento de interior – GRAF Preataque o Gestión de grandes incendios Zonas de anclaje y seguridad del combatiente</i>	<i>Total</i>
Año	ha	ha	ha
1996	655		
1997	990		
1998	996		
1999	535		
2000	904	357	
2001	448	124	
2002	702	436	
TOTAL	5230	917	
ha/año	747	306	1053

## 2.- PLANES DE QUEMA. PRESCRIPCIONES \*

### INTRODUCCIÓN

Como se ha definido en el capítulo anterior, fuego prescrito es la aplicación de fuego a la vegetación forestal bajo condiciones tales de meteorología, combustibles y topografía (condiciones prescritas) que podamos lograr uno o más objetivos del plan de gestión. La quema es una herramienta que requiere tener un claro objetivo, experiencia en su uso y habilidad en la ejecución. Exige unos profundos conocimientos de meteorología, combustibles forestales y comportamiento del fuego; así como familiaridad con la fisiografía de la unidad a quemar. Para la unidad que va a ser quemada se escribe una prescripción particular: Prescripción de Quema.

Se puede hablar de plan general de quemas para una comarca forestal o de plan particular para una superficie concreta a quemar. El plan particular o prescripción deberá cumplir con lo reseñado en el plan general.

La Prescripción de Quema define el rango aceptable de temperatura, humedad relativa, humedades de los combustibles y dirección y velocidad del viento. También esquematiza los trabajos a realizar durante la quema, desde la ignición a la liquidación; e incluye una descripción de la vegetación y de sus especies, de la pendiente y de la exposición, así como el propósito de la quema. También, se debe preparar una estimación de impacto ambiental. Por último, debe contener mapas, estimación de costes, objetivos, descripción de área, y también un plan de gestión de los humos producidos.

### PLANIFICACIÓN DE LA QUEMA

Se requiere una adecuada planificación por un doble motivo: 1) asegurar que toda la información pertinente de un área es estudiada y evaluada antes de iniciar la quema y 2) asegurar que todas las quemas se conducen ordenadamente y con destreza. Deben existir dos niveles de planificación: 1) plan general y 2) plan de quema. El plan general de quemas cubre toda una unidad de gestión (por ejemplo un parque natural, un grupo de montes gestionados conjuntamente, un monte). Por el contrario, un plan de quema atañe a una quema individual o a un grupo de quemas en una subzona de la unidad de gestión del plan general. Tanto los planes generales como los de quema deben ser redactados por técnicos forestales con formación y experiencia en quemas.

#### Planificación de las quemas por igniciones autorizadas por los servicios forestales (QIA)

Las quemas por igniciones autorizadas (QIA) o igniciones planificadas (IP) deben planificarse de modo que estén previstos todos los pasos o acciones siguientes:

1. Descripción y evaluación del emplazamiento
2. Redacción de los objetivos de la quema (cuantitativos y cualitativos)

---

\* Domingo Molina Terrén, Profesor de fuegos forestales, Universidad de Lleida, España  
[dmolina@pvcf.udl.es](mailto:dmolina@pvcf.udl.es)

Actualizado del capítulo del mismo título y autor publicado en: Vélez, R. ed., 2000. La Defensa contra Incendios Forestales: Fundamentos, y Experiencias. McGraw-Hill 1400p

3. Prescripción detallada para la ejecución de la quema (combustibles, meteorología, estrategias de ignición)
4. Preparación del emplazamiento para poder realizar la quema de acuerdo con el punto anterior
5. Obtención de permisos e información al público
6. Logística y seguridad en el trabajo (ejecución de la quema)
7. Documentación de la parcela (antes de la quema)
8. Documentación justo antes de empezar a quemar:
  - a. comprobación de las condiciones - ¿Se cumple el punto 3 (prescripción detallada) en cuanto a condiciones ambientales?
  - b. orientación a cada cuadrilla – explica cómo se va a quemar, asigna misión clara, en qué lugar
  - c. quema de prueba - ¿Se cumple el punto 3 (prescripción detallada) en cuanto a comportamiento del fuego?
9. Documentación del comportamiento del fuego durante la quema
10. Documentación o seguimiento de los efectos de la quema (cumplimiento de objetivos, efectos en las distintas especies vegetales o animales, en el suelo, ...)
  - a. ¿se cumple el punto 2 (objetivos cuantitativos y cualitativos)?
  - b. ¿qué efectos del fuego prescrito tenemos en las distintas especies vegetales?
  - c. ¿qué efectos del fuego prescrito tenemos en las distintas especies animales?
  - d. ¿qué efectos del fuego prescrito tenemos en el suelo?
11. Refinamiento de la prescripción  
El análisis crítico del punto 10 debe ayudar a refinar el punto 3 (prescripción detallada) para poder cumplir el 2 (objetivos) más eficazmente en el futuro

Se muestran a continuación varios ejemplos aclaratorios del punto “2 - Redacción de los objetivos de la quema”.

Son ejemplos de objetivos pobres (insuficientes):

- a. ver que hará el fuego en ese rodal
- b. probar el fuego como herramienta de gestión
- c. reducir la carga de combustible

Son ejemplos de objetivos buenos o suficientes:

- a. reducir en un 90% los combustibles de 1 y 10-horas y en un 50% los de 100-h y mayores
- b. reducir los combustibles de 1 y 10-horas a 7 t/ha
- c. que el 90% del monte sea accesible al ganado o fauna
- d. matar al 90% de los pies de diámetro menor de 5cm y matar menos del 20% de los de diámetro menor de 10cm

### Planificación de las quemas por igniciones naturales (QIN)

Se ha descrito en el capítulo anterior

## **PRESCRIPCIÓN DE LA QUEMA**

Comprende cuatro puntos

1. ESPECIFICACIONES DEL TRATAMIENTO (QUEMA)
2. ESTRATEGIA EN LA QUEMA
3. EVALUACIÓN PREVIA A LA QUEMA
4. EVALUACIÓN DURANTE Y TRAS LA QUEMA

Estos cuatro puntos constituyen la prescripción de la quema en un sentido amplio. El primero es la prescripción en sentido estricto. El segundo es la conducción de ésta. El tercero es requisito para poder ejecutar la quema según lo especificado en el punto primero. Por último, el cuarto, es la documentación necesaria durante y después de la quema, a partir de la que se puede estudiar la quema y refinar futuras prescripciones.

#### 1. ESPECIFICACIONES DEL TRATAMIENTO (QUEMA)

- a. Identificación de los combustibles que conducirán el fuego; los más comunes serán:
  - (1) pinocha (o acículas caídas de pináceas)
  - (2) hierba seca
  - (3) hojas de frondosas sobre el suelo
  - (4) ramillas vivas y muertas de matorral en pie
  - (5) restos de corta
  
- b. Se desea conseguir como resultados (cuantitativos):
  - (1) mm o porcentaje de mantillo a consumir: por ejemplo 40-50% de la pinocha o 80-100% si deseamos favorecer la regeneración de ciertas especies
  - (2) cantidad o porcentaje de combustibles a reducir (por clases de tamaños)
  - (3) porcentaje de suelo mineral a dejar al descubierto (favorecer la regeneración)
  - (4) biomasa de matorral a consumir: por ejemplo, 50-70%
  - (5) biomasa de matorral a no consumir: por ejemplo, 30-50%
  
- c. Para conseguir esos efectos necesitamos cierto comportamiento del fuego:
  - (1) velocidad de propagación R (lenta -15-25 cm/min- o rápida, especificando el rango aceptable: p. ej. 0,6-1 m/min)
  - (2) tiempo de residencia (especificando el rango aceptable): p. ej. 20-30 segundos si R es rápida y 1-2 minutos si R es lenta
  - (3) intensidad lineal de fuego (especificando el rango aceptable): p. ej. <70 kW/m
  - (4) longitud de llama: p. ej. 50-70 cm. La longitud de llama es un estimador insesgado de la intensidad lineal de llama con lo cual fijar el punto 3 o el 4 es equivalente.
  - (5) combinación de longitud de llama y velocidad del viento (especialmente si quemamos bajo arbolado). Cuanto mayor sea la velocidad del viento más tumbada estará la llama. Un valor de longitud de llama (sea el fijado en el punto anterior) puede conseguirse con más o menos viento (variando inversamente el contenido de humedad del combustible). En quema bajo arbolado, conviene que esa longitud fijada en la prescripción se vea acompañada de un viento suficiente que tumbe algo las llamas. Así, el recorrido (espacio) hasta las copas de la corriente convectiva y el tiempo para recorrerlo será mayor, con lo que el aire llegará más frío a las copas.
  
- d. Condiciones ambientales requeridas para la quema (son las que permitirán ese comportamiento que a su vez origina el efecto buscado)
  - (1) humedad de los combustibles: por ejemplo 12 (+/- 5)% de contenido de humedad de la pinocha
  - (2) humedad del mantillo: por ejemplo 60-110%
  - (3) humedad del suelo: por ejemplo 10-18%
  - (4) humedad relativa de la atmósfera: por ejemplo 40-45%
  - (5) velocidad y dirección del viento: por ejemplo 2-8 km/hora y ladera abajo
  - (6) condiciones fisiológicas de la vegetación (durmiente, pastos agostados, matorral en floración)
  - (7) temperatura: por ejemplo 10-17°C

otros ejemplos:

- (1) se requiere que la quema se realice en invierno o principio de primavera, después de considerable precipitación, pero tras unos pocos días de tiempo seco para que los combustibles finos y la porción superior del mantillo puedan arder.
- (2) humedad de los combustibles finos: 5 -10 %
- (3) humedad de los combustibles vivos leñosos (ramillas): 60 - 75 %

La velocidad y dirección del viento (factor sumamente importante), siguen pautas habituales a lo largo del día. Hasta que no aprietan los primeros rayos solares del día en una ladera, el viento desciende la ladera suavemente, y luego comienza a ir ladera arriba suavemente. Así, como viento ascendente, continua el resto del día con un máximo de velocidad entre las 12.00 y las 14.00 horas solares (que es el momento más caliente y seco).

## 2. ESTRATEGIA EN LA QUEMA

Es la secuencia de pasos necesarios para alcanzar los objetivos de la quema e identificar las tareas necesarias para tener éxito.

- a. tareas previas a la quema (construir líneas cortafuegos, podas, cortas, ...)
- b. técnicas de ignición (fuego-ladera-arriba, fuego-ladera-abajo, ...)
- c. métodos de ignición (antorcha de goteo, cerillas, mecheros, ...)
- d. secuencia de igniciones (dibujándolas en un mapa, señalando la secuencia)

Los puntos b y d son tratados gráficamente en el punto CONDUCCIÓN DEL FUEGO

## 3. EVALUACIÓN PREVIA A LA QUEMA

Consiste en describir cómo, cuándo y con qué precisión se llevará a cabo el seguimiento de las condiciones ambientales (y de combustibles) para decidir cuando es el momento apropiado para la quema. Por ejemplo uso del contenido de humedad de los "fuel sticks" para conocer el contenido de humedad de los combustibles muertos (10-h de tiempo de retardo). Los "fuel sticks" son palitos de pino ponderosa de características normalizadas y de uso y venta generalizados para este fin en USA.

## 4. EVALUACIÓN DURANTE Y TRAS LA QUEMA

Consisten en describir cómo se anotará el comportamiento del fuego durante la quema y cómo se seguirán las condiciones tras la quema para ver si se han conseguido los objetivos.

- a. documentación durante la quema para evaluar si el comportamiento del fuego se ajustó a la prescripción.
- b. documentación después de la quema para evaluar los efectos ecológicos. Por ejemplo, seguimiento anual hasta la siguiente quema prescrita.

La recogida de datos para los puntos 3 y 4 está muy sistematizada en Francia donde se posee una extensa base de datos informática a partir de fichas o partes de tres colores distintos y que corresponden a los tres momentos reseñados arriba: antes, durante y después de la quema. En cierta manera es similar a la Base de Datos EGIF (Estadística General de Incendios Forestales) española confeccionada a partir de los partes de incendio.

## ORGANIZACIÓN DE LA QUEMA

La prescripción de la quema debe tener la firma de un técnico forestal especializado en el fuego controlado y estará aprobada por, al menos, el gestor responsable del monte. Existirá también un responsable del control del fuego (para evitar piroescapes) que tendrá autoridad para proceder a la extinción si considera que el escape es inminente e incontrolable. El responsable de ignición y

conducción del fuego puede ser diferente al redactor de la prescripción, pero muchas veces será la misma persona.

Se suele quemar en meses tales como septiembre, pero esperando hasta que el viento, la humedad del combustible y la humedad relativa de la atmósfera se encuentren en el rango deseado, que se denomina '*ventana de la prescripción*'. Este término hace referencia al rango aceptable de condiciones ambientales que permitirán que el fuego cumpla los objetivos sin menoscabo de la seguridad.

La quema normalmente comienza a las 9.00 horas cuando la temperatura es baja y la humedad relativa es todavía alta debido a que aumenta en general por la noche. Se establecen dos equipos que recorrerán el perímetro cerciorándose de que el fuego no lo cruza. Además, una organización adecuada exige cumplimentar adecuadamente las siguientes tareas:

1. PREPARACIÓN PARA LA QUEMA. Para cada tarea previa a la quema se debe especificar:
  - a. ¿qué se hará?
  - b. ¿cuándo se hará?
  - c. ¿cómo se hará?
  - d. ¿quién lo hará?
  - e. equipo y suministro necesario
  - f. coste

Por ejemplo: Obtener el permiso (quién, cuando). Informar a los vecinos de la intención de quemar (dónde, cuándo). Disponer de psicrómetro, "fuel-sticks" y dinamómetro, anemómetro, antorcha de goteo, combustible, mechero, cerillas, cuaderno, lápiz, vehículo de extinción, botiquín de primeros auxilios, cascos, herramientas (palas, pulaskis y MacLeod), bocadillos, frutas y bebidas.

2. TOMA DE DATOS ANTES Y DURANTE LA QUEMA (Ver Ficha De Quema Controlada):
  - a. ¿qué datos se tomarán?: velocidad y dirección del viento, humedad atmosférica, etc.
  - b. ¿cuándo se hará?: por ejemplo justo antes de empezar a quemar, a las 14.00, 15.30, etc.
  - c. ¿cómo se hará?
  - d. ¿quién lo hará?
  - e. equipo y suministro necesario
  - f. coste

Por ejemplo: contenido de humedad del combustible muerto de 1-h, 10-h y 100 horas de tiempo de retardo al menos a las 14.30 horas solares y describir el comportamiento del fuego (velocidad de propagación, longitud de llama).

3. IGNICIÓN. En un mapa, se indica el área a quemar, la estrategia de ignición, la secuencia de ignición, la localización de las cuadrillas, .... Se harán las mismas preguntas.

Por ejemplo: El fuego se empezará en la parte alta de la parcela, apoyado en una línea de defensa hasta suelo mineral de un metro de anchura. Comenzará hacia las 9:00 (solares) cuando el viento será ya ascendente y el fuego podrá conducirse en contra o a favor por fajas de modo que las llamas no pasen fácilmente la longitud de 1 m o 1,2 m, salvo algún antorcheo puntual. El equipo de ignición lo formarán un jefe y tres colaboradores.

4. CONTROL. En un mapa, se indica la localización de las cuadrillas y equipos de control de posibles piroescapes. Se harán las mismas preguntas.

Por ejemplo: El vehículo de extinción se colocará en el flanco este de la parcela (y se moverá a lo largo de la pista que sirve de límite a este flanco) con dos operarios y otros tres con herramientas manuales de extinción recorrerán el resto del perímetro.

5. LIQUIDACIÓN Y PATRULLAJE. Se harán las mismas preguntas.

6. EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA QUEMA. Se harán las mismas preguntas.

7. RESUMEN DE COSTES.

- a. personal
- b. equipo
- c. material o suministro

### COMPLEJIDAD Y VENTANAS DE PRESCRIPCIÓN

Conviene evaluar la dificultad estructural (Cuadro IV. 3. 3. nº 1) que puede tener una quema para asignar los recursos que sean proporcionales a dicha dificultad.

Cuadro IV. 3. 3. nº 1

<b>Complejidad estructural de la quema prescrita. Valoración con un ejemplo numérico.</b>			
<b>Elementos de complejidad</b>	<b>valor</b>	<b>ponderación</b>	<b>puntuación</b>
1. Probabilidad de piroescape	8	1,5	12
2. Valores en riesgo	2	1,5	3
3. Combustible y comportamiento del fuego	2	1	2
4. Duración del fuego	1	1	1
5. Calidad del aire: humos	1	1	1
6. Método de ignición	1	1	1
7. Tamaño del equipo de trabajo	2	1	2
8. Objetivo(s) del tratamiento	5	1,5	7,5
<b>COMPLEJIDAD: puntuación total</b>			<b>29,5</b>

Los valores oscilan de 1 a 10 y la ponderación de 0,5 a 1,5. La puntuación resultante se clasifica en: sencilla (0-40), media (40-80) y compleja (más de 80)

Se dice que se está, de momento, dentro de prescripción si la previsión meteorológica indica que se está dentro los valores meteorológicos deseados (y especificados en la ficha) para los días anteriores y posteriores a la quema (Cuadro IV. 3. 3. nº 2). Se está definitivamente dentro de prescripción si el día de la quema se cumplen las condiciones meteorológicas requeridas en la ficha (tabla 2).

Cuadro IV. 3. 3. nº 2

	<b>Meteorología previa y posterior al día previsto de quema</b>			
	<b>Deseable</b>		<b>Previstos</b>	
	<b>2 días previos</b>	<b>2 días posteriores</b>	<b>2 días previos</b>	<b>2 días posteriores</b>
Temperatura (°C)	15-23	10-15	20	15
Humedad Relativa (%)	40-60	50-70	55	65
Viento (km/h)	10-25	2-12	15	10
Precipitación (mm)	0	indiferente	0	0
Nubosidad (%)	Escasa	indiferente	escasa	escasa

Los valores deseables para días previos pueden diferir de los deseables para los posteriores. Si la previsión meteorológica nos indica que se está dentro los valores deseados (como en este ejemplo), entonces se está de momento dentro de prescripción.

El Cuadro IV. 3. 3. n° 3 muestra lo que se denomina "ventana de prescripción", que da los rangos o intervalos de cada una de las variables que delimitan las condiciones que permiten realizar la quema.

Cuadro IV. 3. 3. n° 3

**Ventana de prescripción**

Fecha planificada: Octubre o Noviembre 1998			Fecha real:	
Hora planificada de inicio del fuego: 09.30			Hora real:	
Duración prevista: 7 horas			Duración real:	
<i>Valores del intervalo</i>	<i>bajo</i>	<i>deseado</i>	<i>alto</i>	<i>real</i>
<b>Condiciones meteorológicas</b>	Rango aceptable			
Temperatura, °C	10	15	22	
Humedad relativa, %	40	55	70	
Temperatura de condensación, °C				
Velocidad del viento, m/s	0	4	10	
Velocidad del viento a media llama, m/s	0	2	5	
Cubierta de nubes, %	0	0	50	
<b>Condiciones ambientales</b>	Rango aceptable			
Contenido de humedad (CH) del suelo, %				
CH combustible 1-hora tiempo de retardo, %	5	10	15	
CH combustible 10-hora, %	9	18	40	
CH combustible 100-hora, %	12	22	60	
CH combustible herbáceo vivo, %	45	75	110	
CH combustible leñoso vivo, %	55	85	110	
CH del humus, % (número de días sin llover)	2	3	4	
<b>Comportamiento del fuego</b>	Rango aceptable			
De conducción (a favor, a favor por fajas, a favor por puntos, en contra, en flanco, centrada)	En contra, al principio; a favor por fajas luego; y por último por flancos			
Velocidad de propagación, m/min	0,6%	1	2	
Longitud de llama, m	0,5	1	2,2	
Intensidad lineal del frente, kW/m	80	400	1000	
Calor por unidad de área, J/m <sup>2</sup>				

En muchas ocasiones se utiliza la que se llama “ventana de prescripción legal simplificada” (Cuadro IV. 3. 3. n° 4) como resumen de la técnica asistida con Rxwindow o con solo criterio experto. Como simplificación que es omite muchas cosas que son importantes como la técnica de conducción del fuego que permite adaptar el comportamiento del fuego; disminuyendo L (longitud de llama) quemando en contra de la dirección de máxima propagación del fuego (en contra de viento y ladera) en vez de a favor de la propagación.

## Cuadro IV. 3. 3. n° 4

**Ventana de prescripción legal simplificada de lo deseado 1 día de la quema. En el Caso A, estamos dentro de prescripción, pero en el caso B estamos fuera por que T<sup>a</sup> es excesiva (23) y HR demasiado baja (38)**

	Ventana prescrita	Caso A	Caso B
Temperatura (°C)	10-19	23	17
Humedad Relativa (%)	45-70	38	63
Viento (km/h)	2-12	10	12
Precipitación (mm)	0	0	0
Nubosidad (%)	Escasa o nula	Nula	nula

## INFORME DE LA QUEMA

La ejecución adecuada de la quema exige cumplimentar los siguientes puntos:

1. LOGROS. Hay que enumerar clara y precisamente los logros (resultados reales) de la quema. Y, luego, contrastarlo con los resultados deseados.
  - a. algunos efectos serán visibles inmediatamente: por ejemplo % de superficie no quemada dentro del perímetro a quemar.
  - b. algunos efectos serán visibles en una semana (secado y caída de hojas, ...)
  - c. algunos efectos no serán visibles hasta la próxima estación vegetativa (por ejemplo, % de individuos muertos por el fuego por especie para matorrales y árboles, % de cubierta de *Brachipodium* cuando era 100% antes de la quema.
2. COMPORTAMIENTO DEL FUEGO. Se describe el comportamiento real del fuego y se contrasta con el esperado (indicados en la prescripción).
3. CONDICIONES AMBIENTALES. Se describen las condiciones ambientales previas y durante el fuego. Se comparan con aquellas que figuran en la prescripción
4. COSTE. Se compara el coste real y el previsto
5. OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
  - a. comparar lo que pasó con lo que se esperaba conseguir
  - b. señalar qué conocimientos nuevos se han adquirido y como pueden emplearse en mejorar las nuevas prescripciones de quemas

## RXWINDOW DE BEHAVE Y VENTANAS DE PRESCRIPCIÓN

Es el programa del sistema BEHAVE útil para desarrollar buenas prescripciones de quema. Su estructuración consigue reducir las 10 entradas básicas de FIRE1 (para el vínculo Direct- Scorch-Mortality) a 3 valores intermedios para simplificar los cálculos y obtener las variables de salida o comportamiento previsto del fuego. Se puede realizar lo mismo con la nueva versión BEHAVE\_Plus, de una manera más amigable pero no tan específica. También con NEXUS.

## **CONDUCCIÓN DEL FUEGO**

La antorcha de goteo es el instrumento para la conducción eficaz del fuego. Se entiende por conducción la forma llevar a cabo la quema para simultáneamente cumplir los objetivos de la prescripción y evitar piroescapes. Las figuras IV. 3. 3. n° 1, 2, 3 y 4 muestran las seis formas básicas de conducir el fuego esquematizadas por Martin & Dell (1978). La quema en contra es la que muchas veces se emplea para eliminar combustible bajo arbolado. La quema a favor es la que muchas veces se emplea para eliminar combustible en matorrales o para rejuvenecerlos (o pasar de modelo 4 a modelo 5 de combustible forestal). La quema a favor en fajas se emplea muchas veces para eliminar combustible bajo arbolado. La quema de flancos se emplea cuando se quiere, bajo arbolado un rango de efectos del fuego intermedio entre en contra y a favor por fajas. La quema en puntos a favor se emplea siempre que se quiere maximizar la variabilidad de efectos del fuego consiguiendo un mosaico de efectos a una escala mucho más fina. La quema en anillos concéntricos es la que se usa para quemar pilas de combustible.

Ficha de campo para quemas prescritas en España - C. Investigaciones Forestales Lourizán (PO) y Universidad de Lleida  
Desarrollada, en parte, gracias al Proyecto Europeo ENV4-CT97-0715 "Quemas prescritas como herramienta ..."

### FICHA DE QUEMA CONTROLADA

#### 1 LOCALIZACIÓN DEL RODAL A QUEMAR

PROVINCIA <input style="width: 100%;" type="text"/> MUNICIPIO <input style="width: 100%;" type="text"/> MONTE <input style="width: 100%;" type="text"/> SUPERFICIE A QUEMAR (ha): <input style="width: 50%;" type="text"/> Fecha Aprobación de la Prescripción <input style="width: 50%;" type="text"/> dd/mm/aa	COMARCA <input style="width: 100%;" type="text"/> PARROQUIA <input style="width: 100%;" type="text"/> LUGAR <input style="width: 100%;" type="text"/> PROPIETARIO <input style="width: 100%;" type="text"/> Fecha de ejecución de la quema <input style="width: 50%;" type="text"/> dd/mm/aa
--	--

#### 2 OBJETIVOS DE LA QUEMA

PREVENCIÓN INCENDIOS  AMBIENTAL  SILVICOLA  PASTOREO   
 CINEGÉTICO  OTROS

#### 3 TRATAMIENTOS ANTERIORES

PRIMER TRATAMIENTO	FECHA	<input style="width: 100%;" type="text"/>
INCENDIO <input type="checkbox"/>	QUEMA <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> DESBROCE MANUAL <input type="checkbox"/> DESBROCE MECÁNICO <input type="checkbox"/>
ULTIMO TRATAMIENTO	FECHA	<input style="width: 100%;" type="text"/>
INCENDIO <input type="checkbox"/>	QUEMA <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> DESBROCE MANUAL <input type="checkbox"/> DESBROCE MECÁNICO <input type="checkbox"/>
NUMERO TOTAL TRATAMIENTOS		<input style="width: 50px;" type="text"/>

#### 4 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA A QUEMAR

a) ACCESOS    CARRETERA     PISTA ASFALTADA     PISTA FORESTAL     CAMINO

b) TAMAÑO PARCELA    SUPERFICIE, m2     LARGO, m     ANCHO, m

#### c) TOPOGRAFIA

PENDIENTE  %    ELEVACIÓN  m  
 N    NE    E    SE    S    SW    W    NW    TODAS  
 EXPOSICIÓN           
 RELIEVE:    LADERA     LLANO     CUMBRE     VAGÜADA

#### d) VEGETACIÓN

ARBOLADO:    DENSIDAD  n° árboles/ha    DISTRIBUCIÓN: CONTINUA     DISCONTINUA   
 COBERTURA TOTAL DEL ARBOLADO  %

ESPECIE DOMINANTE	COBERTURA %	DIAMETRO MEDIO, cm	ALTURA TOTAL, m	A. RAMAS BAJAS, m

ESTRATO ARBUSTIVO:    DISTRIBUCION: CONTINUA     DISCONTINUA

ESPECIE DOMINANTE	COBERTURA %	ALTURA TOTAL, cm	COBERTURA TOTAL DEL MATORRAL <input style="width: 50px;" type="text"/> %

ALTURA MEDIA, cm

SUSTRATO HERBACEO    DISTRIBUCION: CONTINUA     DISCONTINUA

ESPECIE DOMINANTE	COBERTURA %	ALTURA TOTAL, cm	COBERTURA TOTAL DE LA HIERBA <input style="width: 50px;" type="text"/> %

ALTURA MEDIA, cm

SECA     CASI SECA     MEDIO     CASI VERDE     VERDE

COMBUSTIBLE CAIDO EN EL SUELO      DISTRIBUCION: CONTINUA       DISCONTINUA   
 HOJAS       ACÍCULAS       RAMAS   
 % DE COBERTURA

ESPESOR DE LA HOJARASCA + MANTILLO:  cm

e) MODELO DE COMBUSTIBLE

**5      PRESCRIPCION DE LA QUEMA**

a) HORARIOS      (escribe 0900 por 9am -mañana- o 1600 por 4pm -tarde, hora oficial o legal)

HORA INICIO DE LAS OPERACIONES DE QUEMA

HORA DE ENCENDIDO DEL FUEGO

HORA TERMINACIÓN DEL FUEGO

HORA TERMINACIÓN DE LA QUEMA

b) CONDICIONES METEOROLÓGICAS DURANTE LA QUEMA

DIRECCIÓN DEL VIENTO      N       NE       E       SE       S       SW       W       NW   
 VELOCIDAD:      MUY FUERTE       FUERTE       MODERADA       SUAVE       CALMA   
    0-25      26-40      41-60      61-75      >76  
 HUMEDAD RELATIVA                               %

hora      h1000      h1300      h1600  
 TEMPERATURA BULBO SECO (Tª AIRE)    ° C  
 WET BULB TEMPERATURE    ° C

ATMOSPHERIC SITUATION:  
 MUY NUBOSO       NUBES Y CLAROS       DESPEJADO   
 ESTABLE       INESTABLE

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

c) CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS COMBUSTIBLES

CONTENIDO DE HUMEDAD COMBUSTIBLES MUERTOS EN PIE (ramillas):  %  
 MUY HÚMEDO       HÚMEDO       FLEXIBLE       ROMPE   
 CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS COMBUSTIBLES LEÑOS CAIDOS (d&d):  %  
 MUY HÚMEDO       HÚMEDO       FLEXIBLE       ROMPE   
 CONTENIDO DE HUMEDAD DEL MANTILLO:  %  
 EMPAPADO       APELMAZADO       HÚMEDO       SECO

d) PLAN DE IGNICIÓN

LINEA(S) DE ENCENDIDO      (dibujar en el croquis)

**6      COMPORTAMIENTO DEL FUEGO      ( a cubrir si fuese posible medir)**

TIPO DE QUEMA:      A FAVOR VIENTO       CONTRAVIENTO       A FAVOR PENDIENTE       CONTRA PENDIENTE   
 DE FLANCO       COLA       FAJAS EN CABEZA       FAJAS POR PTOS       CABEZA       CENTRADA   
 (AL MENOS UNA CRUZ EN UN CUADRO DE CADA LÍNEA DE ARRIBA)

TIEMPO EN RECORRER EL FUEGO UNA DISTANCIA MARCADA  minutos

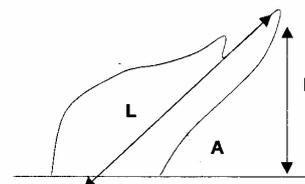
MEDIDA EN METROS DE ESA DISTANCIA MARCADA  metros

VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN  metros/minuto

LONGITUD MEDIA DE LLAMA(L)  metros

ALTURA MEDIA DE LLAMA (H)  metros

ANGULO DE LLAMA ° (A)  °



**7 LOGÍSTICA Y EVALUACIÓN DE COSTES**

a) NECESIDADES DE PERSONAL ( Expresarlos con el siguiente producto = N° de personas x N° de horas)

	Estudio+Preparación	Quema	Extinción+Vigilancia	TOTAL HORAS	Euro / hora	Euro
Técnicos						
Agentes forestal						
Capataces						
Peones						
TOTALES						

Coste total  Euro\$\$

**8 EQUIPOS Y MATERIALES**

	Preparation	Burn	Suppression & Mopup	TOTAL hr	Euro/hr	Euro\$\$
N° autobombas x N° de horas						
N° palas (dozers) x N° de horas						
N° tractores x N° de horas						

Total Cost  Euro\$\$

**9 EVALUACIÓN DE LA QUEMA**

**QUEMA BAJO ARBOLADO**

Porcentaje de la parcela que se quema =  $C+D / (A+B+C+D)$   %  
 % de la parcela que estaba arbolada =  $B+D/(A+B+C+D)$   %  
 % del área arbolada que es recorrida por el fuego=  $D/(B+D)$   %  
 % de la parcela donde hay arbolado afectado=  $D/(A+B+C+D)$   %

SUPERFICIE TOTAL = A+B+C+D = 100%

(A, B, C, Y D son superficies excluyentes entre si)

A- es la superficie no quemada y sin árboles  %  
 B- es la superficie no quemada con árboles  %  
 C- es la superficie quemada y sin árboles  %  
 D- es la superficie quemada y con árboles  %

	sp A		sp B	
% DE VOLUMEN DE COPA CHAMUSCADO (MEDIA)	diámetro	<input type="text"/> cm <input type="text"/> %	<input type="text"/> cm <input type="text"/> %	
% DE VOLUMEN DE COPA CHAMUSCADO (MEDIA)	diámetro	<input type="text"/> cm <input type="text"/> %	<input type="text"/> cm <input type="text"/> %	
ALTURA MEDIA DEL CHAMUSCADO DE COPAS	diámetro	<input type="text"/> cm <input type="text"/> m	<input type="text"/> cm <input type="text"/> m	
ALTURA MEDIA DEL CHAMUSCADO DE COPAS	diámetro	<input type="text"/> cm <input type="text"/> m	<input type="text"/> cm <input type="text"/> m	
ALTURA MÁX. DE CARBONIZADO DEL TRONCO (media)	diámetro	<input type="text"/> cm <input type="text"/> cm	<input type="text"/> cm <input type="text"/> cm	
ALTURA MÁX. DE CARBONIZADO DEL TRONCO (media)	diámetro	<input type="text"/> cm <input type="text"/> cm	<input type="text"/> cm <input type="text"/> cm	
ALTURA mín. DE CARBONIZADO DEL TRONCO (media)	diámetro	<input type="text"/> cm <input type="text"/> cm	<input type="text"/> cm <input type="text"/> cm	
ALTURA mín. DE CARBONIZADO DEL TRONCO (media)	diámetro	<input type="text"/> cm <input type="text"/> cm	<input type="text"/> cm <input type="text"/> cm	
REDUCCIÓN DEL MATORRAL Y REGENARADO		<input type="text"/> %		
REDUCCION DE LA HOJARASCA (1 hour fuels)		<input type="text"/> %		
REDUCCION DEL MANTILLO (10 hour fuels)		<input type="text"/> %		

PRESENCIA DE PAVESAS  SÍ  NO

EFFECTIVIDAD DE LA QUEMA: MUY ALTA  ALTA  MEDIA  BAJA  MUY BAJA   
 % DE MORTALIDAD DEL ARBOLADO  % diámetro  cm  % diámetro  cm  %

**QUEMA EN MATORRAL**

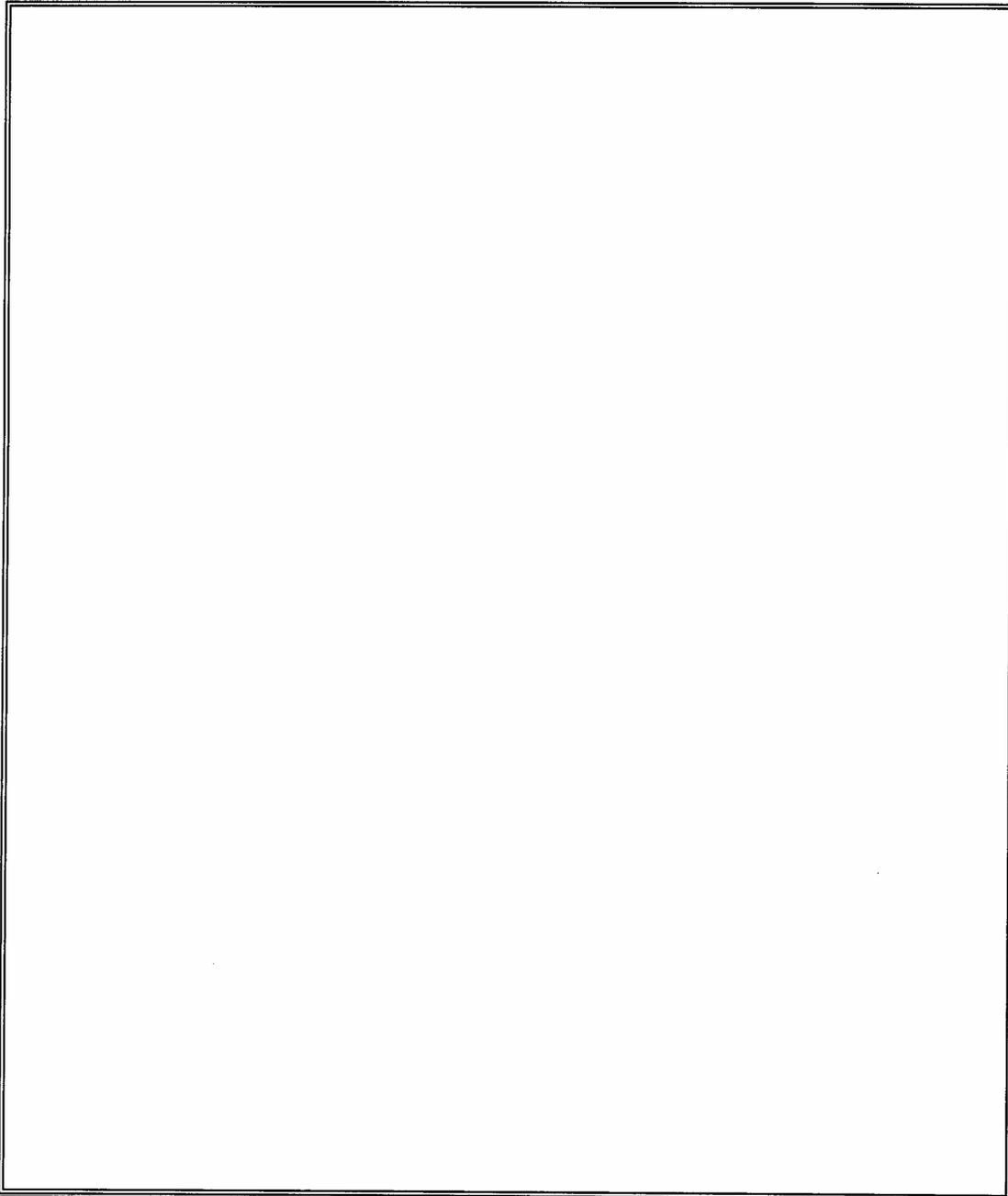
PORCENTAJE DE SUPERFICIE QUEMADA  % REDUCCION DEL MATORRAL  %  
 ALTURA MEDIA DE LOS CADAVOS (matorral quemado en pie)  cm  
 LO QUE QUEDA DE LOS CADAVOS: TRONCO  RAMAS PRIMARIAS  RAMILLAS  RESTOS DE HOJAS   
 REDUCCIÓN DE LA HOJARASCA  % PORCENTAJE DE SUELO DESCUBIERTO  %  
 SOIL DISPLACEMENT SIGNS FRECUENT  RARE  NONE   
 EFFECTIVIDAD DE LA QUEMA: MUY ALTA  ALTA  MEDIA  BAJA  MUY BAJA

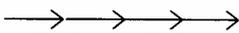
DIA DE LA QUEMA  de  de

NOMBRE

FIRMA:

CROQUIS DE LA PARCELA A QUEMAR



- Indicar medidas de la parcela
- Señalar la orientación **N** 
- Señalar la pendiente en sentido ascendente con una flecha y el tanto por ciento  .....%
- Marcar la línea de encendido 
- Marcar la dirección del viento mediante una flecha doble 
- Dibujar cortafuegos, pistas y carreteras
- Marcar la zona quemada, si no llegase a arder toda la parcela.

## Tipos de conducción de la quema -1

→ Combinación de vectores viento y pendiente

- 1º. Quema en contra para ensanchar línea de defensa
- 2º. Quema a favor para quemar todo el resto de la parcela
- 3ª. Toda la parcela quemada; la mayor parte con fuego a favor

**1. FUEGO A FAVOR** (de la combinación viento y pendiente)

---

- 1º. Quema en contra para ensanchar línea de defensa
- 2º. Sigue quema en contra
- 3ª. Toda la parcela quemada con fuego en contra

**2. FUEGO EN CONTRA** (de la combinación viento y pendiente)

## Tipos de conducción de la quema -2

→ Combinación de vectores viento y pendiente

- 1º. Inicio de la quema en contra para ensanchar línea de defensa
- 2º. Quema en contra para ensanchar línea de defensa
- 3º. Quema a favor de una faja de varios metros (3 a 12 m) de la parcela e inicio de nueva faja
- 4º. Quema a favor de otra faja e inicio de nueva faja hasta acabar de quemar la parcela
- 5ª. Toda la parcela quemada; la mayor parte con fuego a favor, pero sin recorridos largos a favor

**3. FUEGO A FAVOR POR FAJAS** (o por fajas) (de la combinación viento y pendiente)

Figura IV. 3. 3. nº 1

## Tipos de conducción de la quema -3

→ Combinación de vectores viento y pendiente

- 1º. Inicio de la quema en contra para ensanchar línea de defensa
- 2º. Quema en contra para ensanchar línea de defensa
- 3º. Quema de flanco cada de varios metros (7 a 12 m) y continuar la longitud los flancos más tarde
- 4º. Quema de flanco tras alargar los flancos hasta acabar de quemar la parcela
- 5ª. Toda la parcela quemada; la mayor parte con fuego de flanco (intermedio entre a favor y contra)

**4. FUEGO DE FLANCOS** (paralelo a la dirección de la combinación viento y pendiente)

## Tipos de conducción de la quema -4

→ Combinación de vectores viento y pendiente

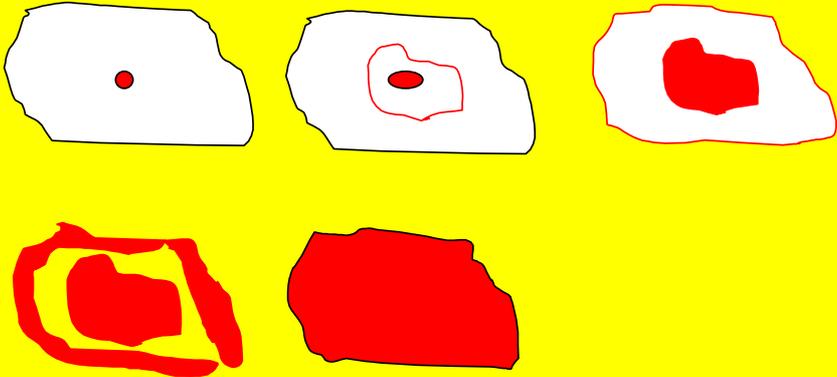
- 1º. Inicio de la quema en contra para ensanchar línea de defensa
- 2º. Quema en contra para ensanchar línea de defensa
- 3º. Quema a favor de una línea de puntos de la parcela e inicio de nueva línea de puntos
- 4º. Quema a favor de línea de puntos e inicio de nueva faja hasta acabar de quemar la parcela
- 5ª. Toda la parcela quemada; con un comportamiento del fuego muy en mosaico, amplio rango.

**5. FUEGO A FAVOR POR PUNTOS** (de la combinación viento y pendiente)

Figura IV. 3. 3. nº 2

## Tipos de conducción de la quema -5

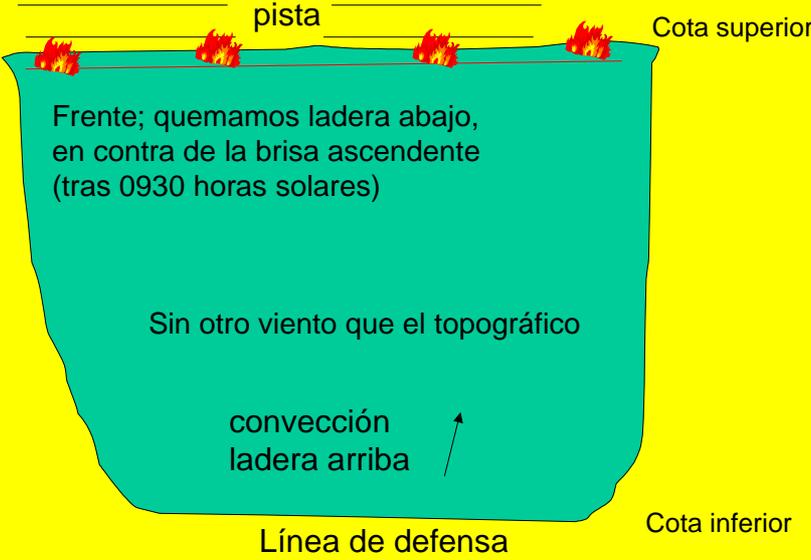
→ Combinación de vectores viento y pendiente



1º. Inicio de la quema en el centro  
2º. Anillos concéntricos de modo que la convección interior (fuego ya activo) les hará propagarse hacia el interior de la parcela

**6. FUEGO EN ANILLOS CONCÉNTRICOS**

## Conducción de la quema: La antorcha como bisturí del forestal -1



pista

Cota superior

Frente; quemamos ladera abajo,  
en contra de la brisa ascendente  
(tras 0930 horas solares)

Sin otro viento que el topográfico

convección  
ladera arriba

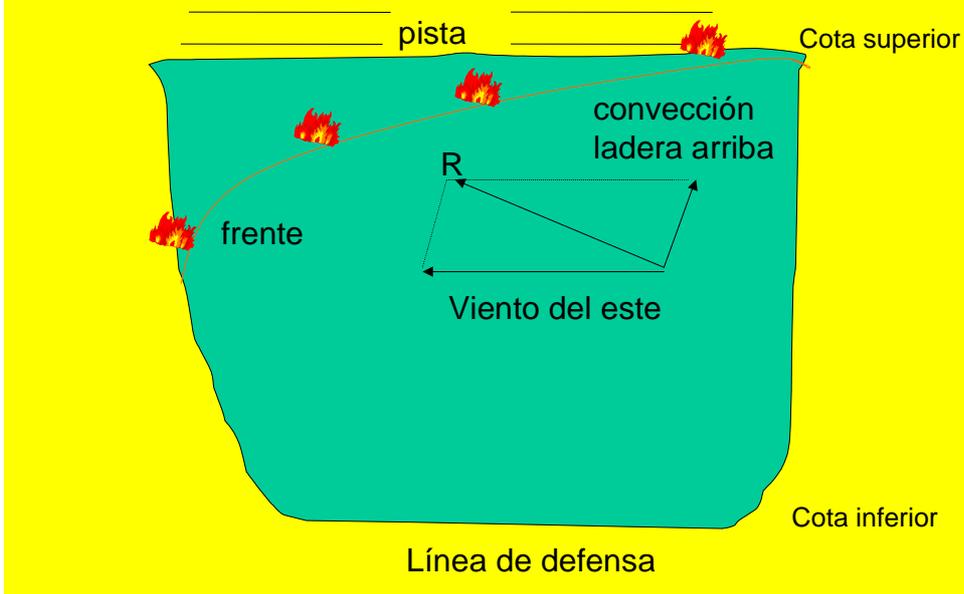
Línea de defensa

Cota inferior

Figura IV. 3. 3. nº 3

## La antorcha como bisturí del forestal -2

Ajustamos la quema ladera abajo por la presencia de un viento del este



## La antorcha como bisturí del forestal -3

Ajustamos la quema ladera abajo por la presencia de un viento del oeste  
La antorcha de goteo es el instrumento para una eficaz conducción del fuego

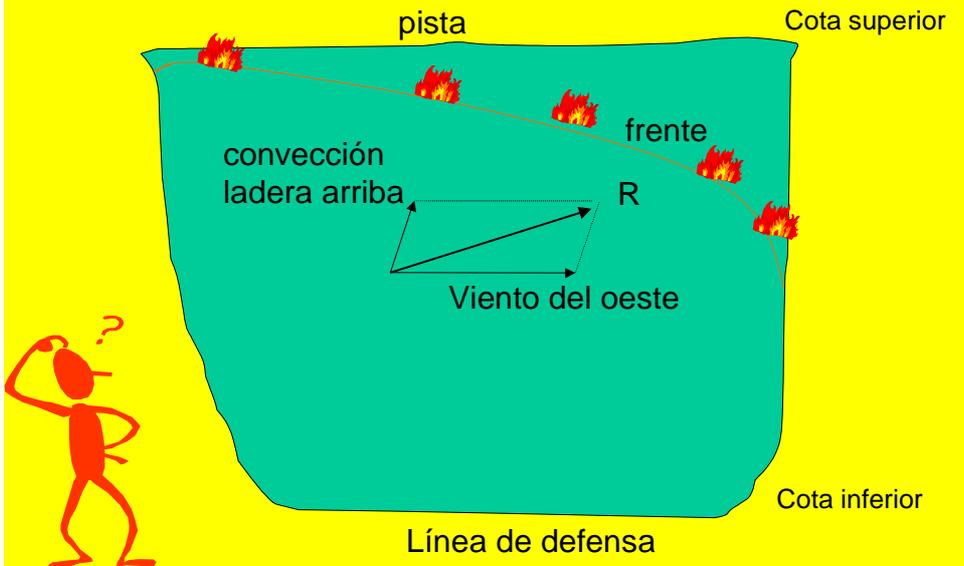


Figura IV. 3. 3. nº 4

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Biswell, H.H. 1989. Prescribed burning in California wildlands vegetation management. University of California Press, Berkeley, CA, USA. 240 p.
- Botelho, H., Fernandes, P. and Ruas, L., 1996. "Forest fire prevention through prescribed burning: prediction of effects on trees". Programa Environment EV5V-CT94-0473. Vila Real Meeting, 11-14 jan 1996. (Inédito).
- Castellnou, M., Molina, D.M., y Bardají, M. 1997. Varios planes de quemas prescritas bajo arbolado. *En*: Jornada de Quema Controlada. Centro Tecnológico Forestal de Cataluña y Universidad de Lleida. Marzo 1997. (Inédito).
- CEMAGREF. 1989. Protection des forets contre l'incendie - Guide technique del forester mediterraneen, chap. 4. Cemagref, Aix-en-Provence -France-, Division Techniques Forestières Méditerranéenes
- DeBruin, H.W. 1976. From fire control to fire management: a major policy change in the Forest Service. *In* Proc. Tall Timbers Fire Ecology Conference. 14:pg. 11-17.
- Fischer, W.C. 1978. Planning and evaluating prescribed fires - a standard procedure. USDA Forest Service, General Technical Report INT-43, Ogden, Utah, USA.
- Finney, M.A. 1997. *FARSITE*: Fire Area Simulator v3.0– Users guide and technical documentation. Unpublished.
- Finney, M.A. 1998. *FARSITE*: Fire Area Simulator – Model Development and Evaluation. Res. Paper RMRS-RP-4. Fort Collins CO: Rocky Mountain Research Station, U.S. Department of Agriculture, Forest Service; 47p.
- Finney, M.A., Sapsis, D.B. & Bahro, B. 1997. Use of *FARSITE* for Simulating Fire Suppression and Analyzing Fuel Treatment Economics. *In* Symposium on Fire in California Ecosystems: Integrating Ecology, Prevention, and Management, November 17-20, 1997, San Diego, California
- Green, R.L. 1981. Burning by prescription in chaparral. USDA Forest Service, General Technical Report PSW-51, Berkeley, CA, USA.
- Kilgore, B.M. 1976. From fire control to fire management: an ecological basics for policies. *In* Trans 41st. North American Wildlife and Natural Resources Conference Wildlife Management Institute. Washington D.C.
- Leopold A.S. et al 1963. Wildlife Management in the National Parks. Leopold Commeetee Report addressed to the Secretary of Interior Stewart Udall.
- Martin, R. E., 1981. Prescribed Burning Techniques to Maintain or Improve Soil Productivity. *In*: Hobbs, S. D. and Helgerson, O. D., Eds. Reforestation of Skeletical Soils: Proceedings of a Workshop; 1981 November 17-19; Medford, OR and Corvallis, OR: Forest Research Laboratory, Oregon State University; pp. 66-70.
- Martin, R.E. and Dell, J. D. 1978. Planning for Prescribed burning in the Inland Northwest. USDA Forest Service, General Technical Report PNW-76, Portland, Oregon, USA. 67 p.
- Martin, R.E. and Sapsis, D.B. 1992. Fires as Agents of Biodiversity - Pyrodiversity Promotes Biodiversity. *In* Proceedings on Biodiversity of Northwestern California, R.R. Harris and D.C. Erman, eds., Division of Agriculture, University of California, pp. 150-157.
- Molina, D.M. 1996. Taller de quemas prescritas. *En* Incendios Forestales: Quemias Controladas y Modelización de la propagación. Centro Tecnológico Forestal de Cataluña y Universidad de Lleida. 17 Noviembre 1996.

- Molina, D.M. 1997. Quemadas prescritas y su simulación. *En* 1er Seminario Nacional - Estado de la investigación y el desarrollo en la protección contra incendios forestales en España. Universidad de Santiago de Compostela, Lugo, 20-21 de Abril 1997. p 147-58
- Molina, D.M. 1999. Planes de quema para la retirada de los restos forestales del vaso del pantano de Rialb (Lleida – España). Convenio NECSO - Entrecanales - Cubiertas y Universidad de Lleida
- Schimke, H.E. and Green, L.R. 1970. Prescribed fire for maintaining fuel-breaks in the Central Sierra Nevada. Pacific Southwest, Forest and Range Experimental Station, USDA Forest Service, USA
- Vega, J. A. 1978. Utilización del fuego controlado en las comunidades vegetales de Galicia. Boletín de la Estación Central de Ecología, 7(14); 3-19, ICONA, Madrid
- Vega, J.A. 1985. Datos preliminares sobre comportamiento del fuego prescrito para la reducción de combustible bajo pinares en Galicia". *En*: Estudios sobre prevención y efectos ecológicos de los incendios forestales". Servicio de Publicaciones. Agrarias (MAPA).pp. 51-57.
- Vega, J.A., Bara, S. y GIL, M.C. 1985. Algunos efectos a corto plazo del fuego prescrito en pinares de Galicia. *En*: Estudios sobre prevención y efectos ecológicos de los incendios forestales. Servicio de Publicaciones. Agrarias (MAPA). pp. 103-145.
- Vega, J.A., *et al.* 1994. Prevention through prescribed burning: an international cooperative project carried out in the European STEP program. Proc. 2nd Int. Conf. Forest Fire Research, Vol I pp. 75-84, Coimbra, Portugal.