

# TIPOLOGÍAS DE GRANDES INCENDIOS FORESTALES: HERRAMIENTAS PARA LA GESTIÓN DEL FUEGO Y LA DINÁMICA FORESTAL

**Autores:** Arilla Alpín, Étel <sup>1</sup>; Castellnou i Ribau <sup>1</sup>, Marc y Molina Terrén, Domingo<sup>2</sup>.

1. Grup de Recolzament a les Actuacions Forestals (GRAF). Ctra. de la Universitat Autònoma s/n. 08290-Cerdanyola. [utgraf@gencat.net](mailto:utgraf@gencat.net)

2. Universitat de Lleida. Departament de Producció Vegetal y Ciencia Forestal. Av. Rovira Roure 191. 25005 Lleida, [dmolina@pvcf.udl.es](mailto:dmolina@pvcf.udl.es)

## Resumen

Los sistemas de extinción se llegan a colapsar al responder a la demanda social de conservación del medio natural. Desde “bombers”, se han promovido dos líneas de trabajo, complementarias e interdependientes, para dar esta respuesta, tanto a corto como a largo plazo. Una es la identificación y clasificación de los GIFs (Gran Incendio Forestal) según el factor principal de propagación. A partir de esta clasificación y tipificación de los incendios de diseño, se estudia la localización de oportunidades, puntos críticos en los que poder controlar el incendio. La segunda línea de trabajo estudia los efectos del fuego en los ecosistemas según la intensidad y la recurrencia con que actúa. Este conocimiento permite no solo la planificación y ejecución de actuaciones para gestionar el combustible y los ecosistemas, sino también la evolución de la extinción hacia a la gestión del fuego. Durante años, las personas han modificado los regímenes de fuego de los ecosistemas mediterráneos, conduciéndolos a la no sostenibilidad. Así, pretendemos contribuir a la sostenibilidad y conservar la diversidad (aceptando y gestionando la dinámica de nuestros ecosistemas) dando, al mismo tiempo, respuesta a la demanda social de defensa contra incendios forestales.

**Palabras clave:** Incendio de diseño, piro-resistente, intensidad, recurrencia, pre-extinción.

## 1 INTRODUCCIÓN

La evolución de la sociedad, ha llevado a la consideración del fuego como “enemigo” destructor de naturaleza. Bien que la sociedad exige conservar. Durante las últimas décadas, esta demanda social ha llevado a las administraciones a implantar sistemas de extinción organizados, y con abundantes medios materiales y técnicos, para erradicar el fuego. Si se elimina el agente destructor, conservamos la naturaleza. Esta es la lógica aplicada.

Estos sistemas tienen éxito principalmente en sus primeros años, en que la organización y la dedicación de recursos permitía la rápida detección del incendio y la contundencia en la actuación sin permitir que se hiciese de gran extensión y disminuyendo tanto número de incendios como la superficie quemada (figura1). En general, se cumple en años no complicados en cuanto a meteorología y sequía (las masas no están muy estresadas).

La consecuencia ha sido la acumulación de biomasa en los bosques (junto con el abandono rural). Ha dado lugar a estructuras de continuidad tanto horizontal en los diferentes estratos como vertical entre ellos. El resultado de estos cambios es que al empezar un incendio rápidamente adquiere comportamientos fuera de capacidad de los sistemas de extinción y que por tanto los pocos incendios que se escapan son los responsables de más del 90% de la superficie quemada. Es lo que se conoce como paradoja de la extinción: “Cuanto mejores somos apagando incendios, peores son los incendios que se escapan” (figura 2).

La realidad es que la solución adoptada ha llevado directamente al camino contrario, ya que esos pocos incendios resultan más devastadores y catastróficos que los que se daban antes. En esta encrucijada, los colectivos responsables de la defensa contra incendios se plantean que algún factor importante se ha omitido.

Los ecosistemas no son algo estático sino un sistema dinámico en constante cambio en los que una perturbación actúa en cadena sobre diferentes aspectos, y por tanto, cuando se interviene hay efectos más allá del directamente buscado o esperado. Conviene estudiar los ecosistemas desde una visión global de los mismos, no desde el elemento particular que queremos modificar. En concreto, en los ecosistemas mediterráneos, el fuego es un elemento dinamizador de los mismos, forma parte de ellos, están adaptados a él en unas determinadas características y periodicidad y necesitan de su dinámica.

Se necesitan nuevas respuestas, a corto plazo, que mejoren la eficiencia de la extinción. A largo plazo, debemos obtener estructuras piro-resistentes. Partiendo de esta nueva concepción desde “Bombers” y desde 1999 se han promovido y potenciado dos líneas de trabajo (ver abajo) interdependientes y complementarias. Este trabajo identifica tres tipos básicos de fuegos. Tras ello, se identifican los puntos críticos en los que se puede controlar el perímetro.

## 2 LINEAS DE TRABAJO

### 2.1 INCENDIOS DE DISEÑO O TIPOLOGÍA DE INCENDIOS

#### 2.1.1 Objetivo

El objetivo es anticiparse al fuego para mejorar la eficiencia en la extinción. Objetivo previo es la tipificación de los incendios forestales sobre el territorio. Para ello, hay que conocer los factores que mueven o determinan el comportamiento de los incendios y las condiciones que permiten o hacen que se den, o no, en este caso en Cataluña.

### **2.1.2 Metodología**

Primero, se estudiaron los factores que determinan la propagación de un incendio y que por tanto condicionan su movimiento y comportamiento. Se determinaron tres tipos genéricos de incendios: los topográficos, los conducidos por viento y los de combustible.

Los incendios topográficos son aquellos en los que el principal factor que condiciona el movimiento del incendio es la topografía, la inclinación del terreno y el calentamiento diferencial que se da entre las diferentes orientaciones y horas del día.

Los conducidos por viento son aquellos que se mueven en la dirección de un viento general dominante, aunque en su recorrido interaccionan con la topografía.

Los incendios de combustible son aquellos que a partir de un momento determinado generan tanta intensidad y ambiente de fuego que por sí solo es capaz de provocar la disponibilidad de los combustibles a cierta distancia a su alrededor, y por tanto, la lectura del incendio para su movimiento no es ni la topografía ni el viento sino la cantidad de combustible que va poniendo en disponibilidad retroalimentándose (figuras 3 y 4)

Al ser capaces de identificar el patrón de comportamiento de un incendio, podemos anticiparnos a su movimiento detectando los puntos en que su evolución tendrá un punto de inflexión, puntos de cambio (CAMPBELL 1995). Bien pueden ser puntos en los que su comportamiento permitirá a los medios de extinción apagarlo (oportunidad). O bien puntos que una vez superados por el fuego suponen que el incendio será mucho mayor o de comportamiento más virulento (punto crítico). Al detectar estos puntos de cambio con anticipación, el director extinción puede implementar estrategias de éxito en la extinción.

En un segundo paso, se cruzan estos tipos de incendio con lo que históricamente ha sucedido en nuestro territorio. Conocer los GIFs (grandes incendios forestales) históricos, su interacción con la topografía y la meteorología de situaciones sinópticas fijas, permite tipificar los GIFs en Cataluña. Retomando los archivos históricos, se reconstruyen incendios, su evolución y perímetro final y se recoge información sobre la situación sinóptica y condiciones meteorológicas del día en que tuvo lugar. Analizando estos datos históricos se llega a la conclusión de que en Cataluña los GIFs han sucedido bajo tres condiciones sinópticas determinadas: en situación de norte, en situación de poniente y en situación de sur (CASTELLNOU 1997, MOLINA et al. 1998). Además, se observa también que cada una de estas condiciones afecta especialmente a unas zonas concretas del territorio y no a otras (CASTELLNOU 1997). Esto permite, atendiendo a las previsiones meteorológicas, conocer la zona de riesgo de GIF con anticipación. Esto debe interpretarse junto con la fenología y los índices de sequía para dimensionar las respuestas a la emergencia por fuego forestal.

Como último paso, estos GIFs son recreados mediante simulación con Farsite (Finney 1998, [www.fire.org](http://www.fire.org)). Ajustamos las simulaciones a la realidad de los incendios pasados y, con este ajuste podemos empezar a planificar (pre-extinción). Ejemplos de planificar así la pre-extinción son: Finney et al. 1997, Molina y Galán 1998, Martínez 2002 y Molina et al. 2004.

### **2.1.3 Resultados en Cataluña**

Esta línea de trabajo nos ha permitido tipificar el fenómeno incendio forestal, conocerlo y entenderlo. No olvidamos que la clasificación es una necesidad humana para la comprensión del medio y no un fin en sí misma. Entre las clases, habrá gran cantidad de matices. No obstante, ha sido un gran paso en la extinción porque nos ha permitido actuar siguiendo la lógica del comportamiento del fuego, y anticipándonos a él. Hemos dejado de correr tras él, para adelantarnos y esperarlo o atacarlo en posiciones ventajosas.

A parte de la anticipación al fuego, permite trabajar en la extinción de forma más segura evitando accidentes, ya que no se emplazarán los medios en aquellos puntos en que la evolución del incendio sea a peor, fuera de su alcance. Con ello tenemos pues resultados a corto plazo, en la extinción. Hemos mejorado la técnica y eficiencia de la misma.

Conociendo las zonas y condiciones sinópticas en las que se dan los GIFs, se puede con cierta antelación proporcionar las respuestas de extinción en situación de riesgo, modificando la ubicación de medios (respuesta también a corto plazo). Y se puede, antes de que se produzcan las condiciones para que se de el incendio, prever como será el incendio que con más probabilidad se dará en la zona (incendio de diseño), planificar actuaciones de pre-extinción y gestionar puntos concretos (estratégicos) de este territorio donde controlar los GIFs que se produzcan. La ubicación de estos puntos se decide según el incendio de diseño y la lectura del comportamiento que tendría dicho incendio buscando los puntos de cambio y sabiendo si esos cambios en el comportamiento son a mejor o a peor. Tenemos así la posibilidad de una respuesta a medio plazo. Al igual que conocer los incendios de diseño resulta una potente herramienta para la extinción, lo son para planificar medidas de prevención (pre-extinción) permitiendo así el trabajo en estos dos ámbitos (extinción y prevención) de manera conjunta.

## 2.2 ECOLOGIA DEL FUEGO

### 2.2.1 Objetivo

Ya que el fuego es un elemento intrínseco de los ecosistemas mediterráneos, el objetivo de esta línea es crear estructuras tolerantes al paso del fuego. Visto que la legislación española (en concreto, la ley 4/89) obliga a gestionar para el mantenimiento de los procesos ecológicos esenciales, la reintroducción del fuego en nuestros ecosistemas parece necesaria (MOLINA 2000a). 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. De esta manera, podemos lograr estructuras forestales estables o tolerantes al paso del fuego.

### 2.2.2 Metodología

Para conseguir estructuras tolerantes al paso del fuego, se cuenta con herramientas como la selvicultura, las quemadas controladas y la gestión del fuego. La manera en que actúan sobre el ecosistema y los efectos que producen son diferentes, sobre las raíces, el hojarasca, la densidad de regenerado. No aligeran las copas ni realizan las podas de la misma manera. La selvicultura es una herramienta externa al ecosistema mientras que con las quemadas aplicamos gestión con un elemento propio del ecosistema.

Actualmente utilizamos las quemadas a pequeña escala, no a gran escala. Aún así las realizadas para la gestión de combustible y la preparación de la extinción, están siendo una excelente herramienta de estudio. Estas quemadas son monitorizadas y desde el Bonbers-GRAF (Grup de Recolzament a les Actuacions Forestals) se ofrece la posibilidad de que formen parte del trabajo de campo de diferentes proyectos de investigación en este sentido, a parte de lo que hace este grupo en colaboración con la Universidad de Lleida. Se realiza inventario de las parcelas antes de la quema. Durante la quema, se monitoriza el comportamiento del fuego, para posteriormente poderlo relacionar con los efectos que se observan a corto, y largo plazo tras la quema (MOLINA 2000b, NEBOT 2004; NEBOT 2005).

Últimamente hemos podido ampliar los objetivos de las quemadas. Como ejemplo podemos hablar de la selección de especies en los pinares, que se da en función del régimen de fuego. El *Pinus halepensis* (Ph) es una especie invasora que necesita del paso del fuego para abrir sus piñas y que aprovecha grandes claros con mucha luz. Es una especie adaptada a incendios de alta intensidad y baja recurrencia (figura 5). Si la perturbación es de baja intensidad y recurrencia alta, las especies de pino favorecidas son las que sobreviven al fuego por características como el grueso de la corteza (PELLISA 2003). Sería el caso del pino laricio o *Pinus nigra* (Pn). Por tanto, con el cambio de régimen de fuego se cambia la composición de especies de un ecosistema; que es lo que ha sucedido a consecuencia del abandono rural y la filosofía de erradicación de todos los fuegos (figura 6).

Hay variación en la susceptibilidad de las especies a los GIFs. En el caso del *Pinus halepensis* (Ph) y, tal como muestra la figura 7, se ha observado que hay momentos de su vida que es mucho más susceptible a sufrir un GIF. Este conocimiento cruzado o superpuesto con otros intereses como los productivos ayudan a decidir sobre momentos y actuaciones de gestión que lleven a una estructura más o menos piro-resistente y con un buen nivel de producción. No sirve de mucho situar el hábitat en el punto de mayor producción de miel por ejemplo, si no es un sistema que nos permita cierta continuidad en la producción, ya que en el momento del GIF (que sucederá con una probabilidad mayor del 90%) se pierde el elemento productivo (las colmenas) y la posibilidad de producir (la fuente de floración). Por tanto, estos conocimientos son una herramienta muy útil y necesaria para tomar decisiones.

Otro dato a tener en cuenta en la gestión es que una misma tipología de fuego causa efectos diferentes entre los miembros de una misma especie en función de su edad en la misma parcela. Se ha observado una supervivencia (cuatro meses después de la quema) del 70% en *Pinus halepensis* (Ph) de clase diamétrica inferior a 20 cm que como resultado de la quema se quedaron solo con un 10% de copa viva. En cambio, en los individuos de clase diamétrica superior a 40cm que quedaron después de la quema con un porcentaje de copa viva del 40% (más que en el caso anterior), la supervivencia fue solo del 25%. (figura 8). Estos datos merecerían una profundización experimental en otras masas.

### 2.2.3 Resultados en Cataluña

Conocer el papel que juega el fuego en los ecosistemas mediterráneos y los efectos ecológicos que las diferentes maneras de aplicarlo (intensidad, momento de aplicación y recurrencia) ocasionan permite, no solo la gestión de combustible en vistas a la pre-extinción, sino también una gestión encaminada a la consecución de estructuras y ecosistemas piro-resistentes adaptados al fuego. Con ello, el fuego pasa de ser un problema a ser un elemento del sistema, dinamizador y necesario. Estas estructuras y ecosistemas piro-resistentes son medidas o soluciones a largo plazo a la restauración frente a incendios forestales.

## 2.3 DISCUSIÓN

Estas dos líneas de trabajo, que aquí se han expuesto en una secuencia lógica, evidentemente no son

consecutivas ni separadas en el tiempo sino que ambas han ido avanzando simultáneamente y los avances y conocimientos aportados por una han permitido el avance de nuevos conocimientos en la otra y viceversa, retroalimentándose.

El avance en este campo, a parte de las limitaciones propias de cualquier técnica y metodología (LARRAÑAGA 2005), tiene la limitación de la no aceptación social. Por tanto, a la hora de planificar y ejecutar hay reticencias más o menos difíciles de salvar. Esto se produce ya que en el fondo estas respuestas implican, para su aceptación, un cambio de mentalidad que no es posible sin formación. (GALAN 2005; CASTELLNOU 2005). Por ello, venimos trabajando en estas dos líneas expuestas. Hemos empezado por la divulgación social, explicando conceptos como GIF, dentro y fuera de capacidad de extinción y la necesidad de gestión (PLANA 2004, CERDAN 2004) y de conocimientos que tenemos que adquirir para poder seguir avanzando hacia el objetivo de estructuras tolerantes. Tras cinco años de trabajo, algunos colectivos sociales ya aceptan lo que aquí, en este artículo, postulamos. Pero aún tardará un tiempo en ser algo comúnmente asimilado.

Si los incendios de diseño están ligados a condiciones determinadas, fijas, están ligados también a régimen de incendio que tiene cierto comportamiento fijo, y este régimen es el dinamizador del paisaje. Hacemos así el paso a escala de paisaje y con ello a necesitar conocimientos de ecología del paisaje para poder gestionarlo. Es el momento en que el colectivo técnico (forestales) nos planteemos la gestión del fuego como herramienta de gestión del paisaje hacia mosaicos piro-resistentes. Daremos así un paso más en la reintroducción del fuego (MOLINA 2000a) en los ecosistemas mediterráneos y en la restauración de un modelo de gestión extensivo de un territorio que concentra la población en grandes ciudades quedando despoblado el resto. Bien es cierto que hoy la reintroducción del fuego no puede consistir simplemente en la no extinción. Lo único que conseguiríamos, en el estado actual de los bosques, sería tener incendios de alta intensidad que disminuyen la diversidad, ya que esta tipología de fuego homogeneiza el paisaje.

## 2.4 CONCLUSIONES

Se han sentado las bases para la gestión del fuego y en el proceso se están dando respuestas a corto, medio y largo plazo a la demanda social de conservación.

Conservación y restauración forestal implica conocimiento de todos los elementos que juegan algún papel en la dinámica de los ecosistemas mediterráneos, incluido el fuego como perturbación dinamizadora.

La reintroducción del fuego, hoy, no puede consistir simplemente en no apagarlos. Lo único que conseguiríamos sería tener incendios de alta intensidad que disminuyen la diversidad. Por ello, las respuestas expuestas a diferentes plazos y la gestión del fuego permite la reintroducción y la creación de mosaicos y más a largo plazo como resultado la obtención de paisajes y estructuras piro-resistentes.

## 2.5 BIBLIOGRAFIA

- CAMPBELL, D. 1995. The Campbell Prediction System: A Wild Land Fire Prediction System & Language. D. Campbell ed. 129 p.
- CASTELLNOU, M. 1997. Principis de gestió dels Grans Incendis Forestals a la zona de Tibias-Vandellòs: maneig de la successió. PFC. ETSEA. Universidad de Lleida. Lleida.
- CASTELLNOU, M. 2002. Cremes de gestió de combustible. In XIX Jornades Tècniques Silvícoles. Març-maig 2002. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya i Consorci Forestal de Catalunya. Solsona.
- CERDAN, R. Planificació territorial i dimensió socioambiental dels incendis forestals al Bages. 2004. In: Incendis forestals, dimensió socioambiental, gestió del risc i ecologia del foc. Xarxa ALINFO XCT2001-00061. Solsona,
- FINNEY, M.A. 1998. FARSITE: Fire Area Simulator-model development and evaluation. USDA Forest Service, Research Paper RMRS-RP-4, Rocky Mountain Research Station, Ft. Collins, CO. 47 pages.
- 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, San Diego. USA
- GALÁN, M., REY, A. & VIDAL, J. 2005. Proyecto de educación ambiental: "El bosque Mediterraneo el fuego y tu". II Conferencia Internacional sobre estrategias de prevención d'incendis al sud d'Europa. Barcelona.
- LARRAÑAGA, A., GALÁN, S. & PELLISA, O. 2005. Discusión sobre el análisis de costes de las quemas prescritas en los ámbitos de pre-extinción y gestión forestal. Evaluación de seis años de experiencia en Catalunya.
- MARTÍNEZ, E.R. 2002. Gestión de Grandes Incendios Forestales en el valle del Riab y la Sierra de Aubenc. PFC. ETSEA, Universidad de Lleida. Lleida.
- MOLINA, D.M. 2000a. El fuego prescrito. *En*: Incendios Forestales: Fundamentos y Aplicaciones (Vélez, R. ed.). McGraw-Hill, p. 14.36-9.41. Madrid
- MOLINA, D.M. 2000b. Planes de quemas. Prescripciones. *En*: Incendios Forestales: Fundamentos y Aplicaciones (Vélez, R. ed.). McGraw-Hill, p. 14.42-14.60. Madrid
- MOLINA, D.M. y GALÁN, M. 1999. Pla de Prevenció d'Incendis Forestals de la Comarca del Bergueda.

Solsones, Convenio Departamento de Agricultura (Generalitat de Catalunya) y Universidad de Lleida. Barcelona. 135p.

- MOLINA, D.M., BARDAJÍ, M., y CASTELLNOU, M., 1998. Probabilidad de Ignición, Grandes Incendios y Dificultad de Extinción. *Ecología* **12**: 333-350, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- MOLINA, D.M., GARASA, M.A., PELLISA, O., GORT, J. 2004. Plan de Gestión de Grandes Incendios Forestales en el Matarraña, Convenio CTT-C0625, Universidad de Lleida.
- NEBOT, E. 2003. Model de successió del sistema forestal de Tivissa i Vandellòs (Tarragona) segons diferents escenaris de perturbacions i escala temporal. PFC. ETSEA. Universidad de Lleida. Lleida.
- NEBOT, E; MIRALLES, M; LOPEZ, M. 2004. Monitorització del comportament del foc i dels efectes en les cremes de gestió de combustible. In: Incendis forestals, dimensió socioambiental, gestió del risc i ecologia del foc. Xarxa ALINFO XCT2001-00061. Solsona,
- NEBOT, E. 2005. Seguimiento de la investigación asociada a las quemadas prescritas de bomberos de Cataluña. II Conferencia Internacional sobre estrategias de prevención d'incendis al sud d'Europa. Barcelona.
- PELLISA, O. 2003. Ecologia del foc de *Pinus nigra* Arn. A la Serra de Cardó-Boix. TPT. ETSEA. Universidad de Lleida. Lleida. II Conferencia Internacional sobre estrategias de prevención d'incendis al sud d'Europa. Barcelona.
- PLANA, E. 2004. Anàlisi d'escenaris de prevenció i extinció d'incendis des de la perspectiva socioambiental. In: Incendis forestals, dimensió socioambiental, gestió del risc i ecologia del foc. Xarxa ALINFO XCT2001-00061. Solsona,

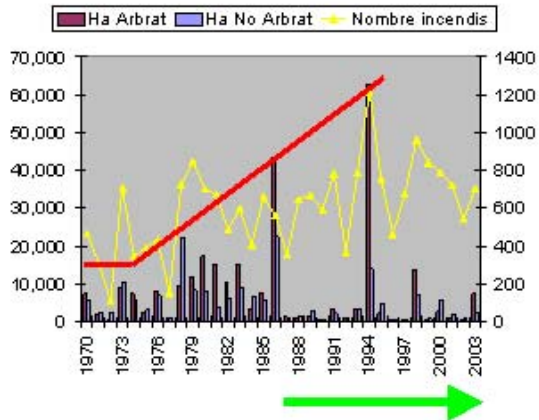


Figura 1: Evolución del número de incendios y superficie forestal arbolada y no arbolada, quemada por los mismos.

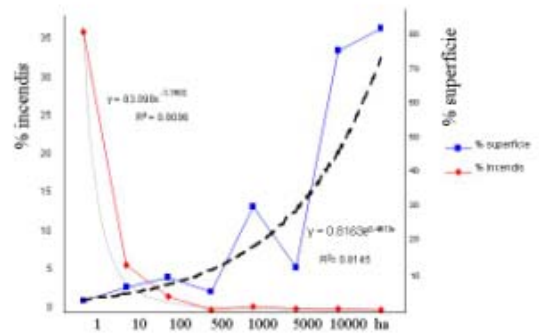


Figura 2: Caracterización del régimen de incendios en Cataluña entre los años 1988 y 95.



Figura 3: imágenes de un incendio topográfico, uno conducido por viento y uno de combustible.



Figura 4: Ejemplos de formas de perímetros de incendio en función del factor de propagación (topográfico en ascenso por las laderas, de viento siguiendo la dirección del viento general y de combustible moviéndose según la disponibilidad del mismo).



Figura 5: Estructura de Ph después de perturbación

Figura 6: Imagen de estructuras en las que a través de

de alta intensidad.

fuego de baja intensidad se ha seleccionado positivamente el Pn.

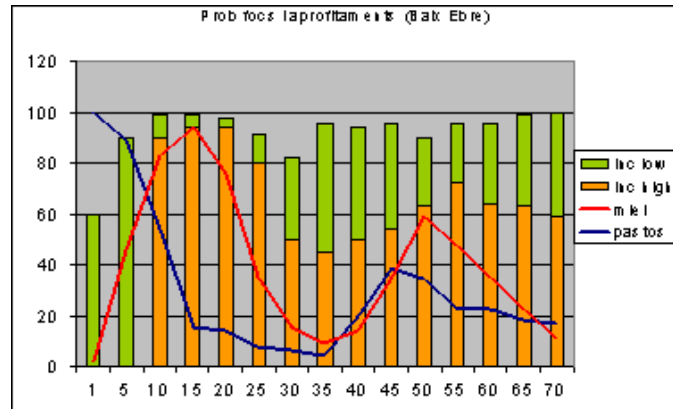


Figura 7: Probabilidad de que en una masa de Ph se den incendios de alta y baja intensidad en función de la edad de la masa y curvas de producción de miel y pastos.



Figura 8: Efectos de una misma quema, a les 7 y 37 semanas respectivament, sobre individus de diferents classes diamètriques, Puig de la Creu 2004.