

PRE-EXTINCIÓN DE GRANDES INCENDIOS FORESTALES: EL CASO DE RIALB

PRE-SUPPRESSION OF LARGE FIRES: THE CASE OF RIALB

MARTÍNEZ LÓPEZ, Eduardo¹, CASTELLNOU RIBAU, Marc¹ & MOLINA TERRÉN, Domingo²

(1) Direcció General d'Emergències i Seguretat Civil – Grup de Recolzament a les Actuacions Forestals, Crta Universitat Autònoma s/n. Cerdanyola del Vallès 08290. España. + 34 935 820 424, utgraf@gencat.net (2) Universitat de Lleida – Unitat de Focs Forestals, Av. Rovira Roure 177, Lleida 25198. España. + 34 973 702 847, dmolina@pvcf.udl.es

El régimen de incendios forestales ha cambiado recientemente en Catalunya (NE España) debido al incremento en porcentaje de los Grandes Incendios forestales – GIF- (superiores a 500ha o con un patrón de propagación por encima de la capacidad del sistema de extinción). Hoy, el mayor porcentaje de nuestra superficie quemada corresponde a GIF. Este es el mayor cambio en el régimen de perturbación y la verdadera amenaza para la biodiversidad. Muchos de nuestros GIF se encuentran lejos del umbral de la capacidad de extinción debido a su extrema velocidad de propagación e intensidad del frente de llamas. Estos, pueden abarcar grandes extensiones en pocas horas. Además, amenazan a personas, propiedades y recursos forestales. Entendemos que se requiere una planificación intensiva de gestión de combustible. Así mismo, para combatir estos GIF, debemos crear recursos de extinción (p.ej., hidrantes, puntos de agua, áreas cortafuegos, caminos, zonas de anclaje, áreas seguras para los bomberos) de manera previa a la extinción de los mismos. El establecimiento de las actuaciones de pre-extinción resulta de un exhaustivo estudio del patrón de comportamiento más probable del GIF para cada macizo forestal. Este patrón lo obtenemos del comportamiento de incendios históricos y tras el análisis de múltiples simulaciones con Farsite y Flammap. De este modo posicionamos las actuaciones de gestión de combustible necesarias en áreas prioritarias (p.ej., donde las maniobras de extinción resultan inútiles bajo las actuales condiciones de combustible) usando las citadas simulaciones por ordenador. En este documento presentamos el estudio del caso del Rialb (NE Spain).

PALABRAS CLAVE: Grandes incendios forestales, estrategia, tácticas, operaciones de extinción, pre-ataque

Wildland fire regimes have recently changed in Catalonia (NE Spain) due to the growing weight of large fires -LF- (more than 500 ha, or behavior pattern exceeding firefighting capabilities). Today, a much larger percentage of our area swept by fire belongs to the LF fire class. This is a major change in the disturbance regime and it is a real threat for biodiversity. Many of our LF are beyond the threshold of suppression forces because of their extreme rate of spread and fireline intensity. These LF can sweep large areas in few hours. Additionally, they threaten people, properties and forest resources. We understand that an aggressive wildland fuel management plan is required. Also, to fight these LF, we have to build suppression means (i.e., hydrants, pools, fire-lanes areas, dirt roads, anchor zones, firefighter safety zones) before suppression efforts. We assess the needed pre-suppression actions after careful study of the specific, most likely pattern of LF behavior for each forest massif. We obtain this pattern from behavior of previous fires and after analysis of multiple Farsite and Flammap simulations. In a like manner, we locate the required aggressive wildland fuel management in priority areas (i.e., where suppression efforts are useless with actual fuel conditions) using the above mentioned computer simulations. In this paper we show a case study for Rialb (NE Spain).

KEYWORDS: large fire types, strategy, tactics, fire operations, pre-suppression

1. INTRODUCCIÓN

La gestión de la emergencia por incendios forestales ha experimentado a lo largo de la historia una continua evolución y tecnificación, que se ha consolidado en los últimos años. No obstante, la mejora tecnológica y mayor especialización en las labores de extinción de fuegos forestales, no evitan la existencia de Grandes Incendios Forestales (GIF, en adelante), es decir, fuegos que muestran de manera sostenida un comportamiento que escapa a la capacidad del sistema de extinción, en los que su rápido crecimiento exige habilidad en el análisis del incendio e identificación de oportunidades de ataque al mismo, y un conocimiento previo del patrón de propagación que permita definir una eficaz estrategia de ataque.

De las premisas anteriores se deduce que, en incendios que transcurren durante un corto período de tiempo, el simulador no resulta una herramienta útil para la toma de decisiones sobre cómo establecer el control perimetral. Resulta más adecuado estimar el comportamiento del fuego monitorizándolo y analizándolo en tiempo real. Una valiosa manera de hacerlo es siguiendo la metodología del CPSL (<http://www.dougsfire.com/>) de Campbell (1995). Sin embargo, un simulador de incendios forestales ligado a un GIS (Farsite,

Flammap, www.fire.org) resulta de gran utilidad (Molina y Castellnou 2000) para i) la planificación contra incendios forestales (introduciendo los ajustes necesarios y validando el modelo de acuerdo con el comportamiento de los incendios históricos) y ii) en incendios de larga duración con el objetivo de definir el patrón de comportamiento de los mismos, y poder establecer con mayor fiabilidad la estrategia de ataque ampliado más eficiente.

En este artículo, presentamos la planificación de pre-extinción del Valle del Rialb y la Sierra de Aubenç (en adelante caso Rialb). Se extiende a lo largo de 61.081 ha y se sitúa en el Pre-Pirineo catalán (NE España). Consiste en una actualización y resumen de Martínez (2002).

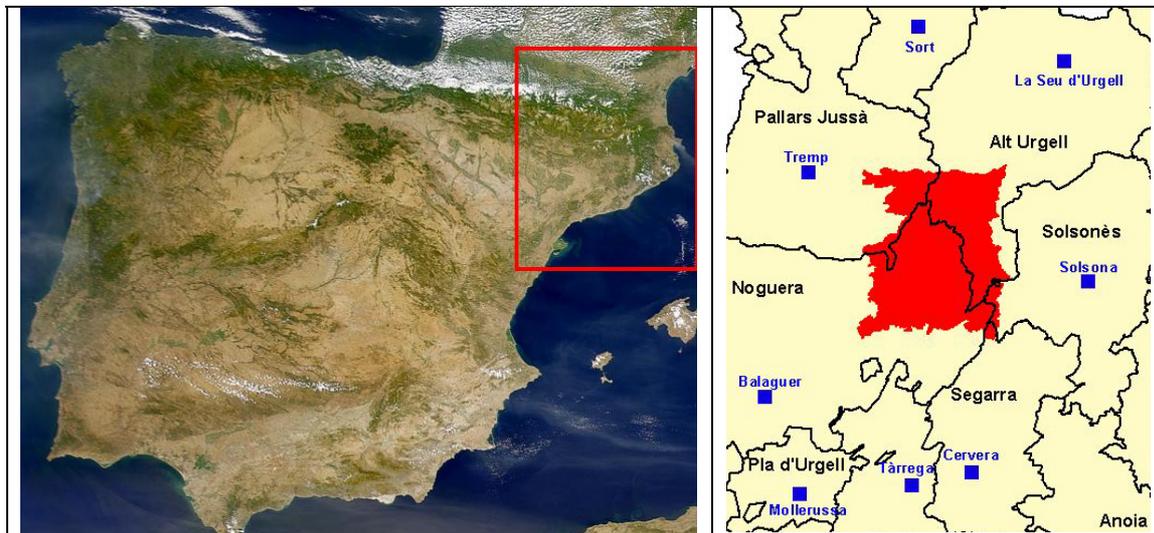


Figura 1. Localización del área de estudio.
Figure 1. Location of the study area

2. MÉTODOS

Para llevar a cabo un proyecto de estas características, es necesario conocer de manera exhaustiva todos aquellos factores que determinan el comportamiento del fuego, fundamentalmente meteorología, topografía y combustible. De ellos, tanto la meteorología como el combustible son susceptibles de cambio en el tiempo; motivo por el cual se implementaron metodologías de caracterización de los mismos, que para el caso concreto del combustible debía recoger la dinámica de la vegetación.

De este modo, la información se analiza para definir con la máxima precisión posible el patrón de propagación de los GIF que pudieran declararse en la zona de estudio. A partir de su simulación (Farsite, Flammap) e interpretación definimos posibles actuaciones de extinción pasiva¹ y activa de incendios forestales. El proceso consistió en los pasos que a continuación se detallan:

▪ **Caracterización de los incendios de diseño**

En primer lugar analizamos la información procedente del registro oficial de fuegos de vegetación de los servicios forestales (desde 1968), y fue complementada con la documentación procedente de hemerotecas o bien archivos de entidades municipales o supramunicipales, de la memoria histórica de la población, y con la implementación de análisis dendrocronológicos; con el objetivo de identificar la tipología de incendio o incendio de diseño² asociado a cada una de las zonas de distinto comportamiento de GIF en que podemos diferenciar el área de estudio, conocidas éstas como provincias de incendio forestal. Una vez identificada la tipología de incendio de diseño, y por tanto, el patrón de propagación del mismo asociado a una determinada situación sinóptica (que por otro lado corresponde a aquella que presenta capacidad de originar GIF), se analizó la interacción con la topografía y el combustible existentes, con la finalidad de identificar los principales

¹ Entendemos por actuaciones de extinción pasiva aquellas que se llevan a cabo con la finalidad de acondicionar el territorio para la extinción de incendios, esto es, crear oportunidades de ataque al GIF.

² Entendemos por incendio de diseño, aquella tipología de incendio forestal que presenta mayor probabilidad de manifestarse, asociada a unas determinadas condiciones meteorológicas (situación sinóptica).

ejes de propagación de los incendios, y a partir de ello, las oportunidades de ataque al mismo.

- ***Delimitación y caracterización de las unidades de vegetación, y estudio de la sucesión***

De acuerdo con Agee (1993), el régimen de incendio resulta íntimamente ligado al ambiente en que se desarrolla la vegetación, al patrón de ignición, y a las características de las plantas. De este modo, con el objetivo de conocer la dinámica de la vegetación en función de los diferentes regímenes de incendio, se procedió a la delimitación de polígonos o teselas en gabinete mediante un sistema de información geográfico Arc View 3.1, a priori homogéneos en cuanto a su TEV³ (tipo estructural de vegetación), puesto que resulta ser un concepto que garantiza la operatividad del documento a lo largo del tiempo. Posteriormente se efectuó un muestreo estratificado para su caracterización, resultando un total de 224 teselas.

La interpretación de la sucesión vegetal se realizó mediante el método de las cronosecuencias (puesto que se dispone en la zona de una importante base de datos de incendios forestales que permite relacionar las distintas formaciones vegetales con estadios sucesiones), y en base al estudio de las estructuras de las diferentes formaciones vegetales, esto es, en base a los atributos vitales de las especies que constituyen una determinada formación vegetal, lo cual condiciona el cambio en la población a lo largo del tiempo, factor por otro lado de vital importancia para describir la sucesión forestal (Luken, 1990).

Finalmente, de acuerdo con los criterios de Noble y Slatyer (1980) y Grime (1985) se practicaron de manera hipotética diferentes grados de perturbación, y se definieron los senderos evolutivos, en función de la caracterización ecológica aplicada a las principales especies.

- ***Simulación del comportamiento del fuego mediante ordenador***

Tras el correspondiente análisis de los incendios históricos, y el ajuste de las variables de entrada, se procedió a simular el comportamiento del fuego, y a identificar puntos críticos y oportunidades y necesidades de actuación desde el punto de vista de la extinción pasiva y activa de incendios forestales.

Ello se llevó a cabo mediante dos simuladores de incendios forestales, Flammap (Finney, www.fire.org), y Farsite (Finney, 1997) y para las situaciones actual y futura de tipo estructural de vegetación. La hipótesis de partida para el primero de ellos supone viento topográfico ascendente de ladera de unos 20km/h y humedades del combustible muerto de 1, 10 y 100 horas de tiempo de retardo de 4, 6 y 8%, respectivamente. Flammap es estático, es decir, realiza un análisis del comportamiento del fuego para cada píxel independientemente del lugar de inicio del fuego. A partir de esto se definieron las zonas del territorio en las que el fuego presenta un comportamiento por encima del umbral de capacidad del sistema de extinción. Farsite, en cambio, permite estimar la evolución del perímetro del incendio para unas determinadas situaciones sinópticas (meteorología) críticas en el área de estudio, fundamentalmente advección sur, episodio de inestabilidad, y situación de vientos de norte. Este análisis se complementó con el programa Nexus (Scott & Reinhardt 2001) para estimar la propagación a copas (transición a fuego de copas).

- ***Infraestructura preventiva***

En la gestión de la emergencia por incendios forestales resulta de gran utilidad disponer de una información cartográfica actualizada en cuanto a infraestructura preventiva se refiere. De ahí que uno de los objetivos consistiera en clasificar la infraestructura preventiva existente, fundamentalmente red viaria y puntos de agua, para facilitar la toma de decisiones en el momento de la emergencia.

³ Entendemos por tipo estructural de vegetación, la descripción de la formación vegetal. Este término resulta mucho más dinámico que la simple definición de modelo de combustible (Rothermel, 1972), pues permite prever la posible evolución de la vegetación, en función del régimen de perturbación al que esté sometida.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La planificación de la extinción debe integrar no sólo parámetros de comportamiento del incendio, sino también los objetivos que desde el punto de vista de la gestión forestal se establezcan, con el fin de dotar al sistema de extinción de las herramientas necesarias para definir la mejor estrategia de ataque al mismo, es decir aquella que garantice la seguridad del personal, sea eficiente, y además contemple la persistencia de la masa.

De este modo, se han diferenciado en el área de estudio tres situaciones sinópticas que pueden originar la aparición de Grandes Incendios Forestales. Por un lado, la situación de advección sur (que será posterior o no a episodio de rayos), episodios de fuerte inestabilidad atmosférica, y situación sinóptica de norte.

Las tres situaciones sinópticas definen sendas provincias de incendio forestal, de manera que:

- La mitad meridional del área de estudio resulta ser más sensible a situaciones de advección sur mostrando un patrón de propagación de incendio topográfico con succión de valle principal (en este caso condicionado por su proximidad al río Segre, el cual por efecto Venturi modifica el avance del frente de fuego, y lo dirige hacia su posición), tal es el caso de incendios como el de Baronia de Rialb de 1994, Peramola de 1967 y 1983, y Castellnou de Bassella de 1998.
- La mitad septentrional, preferentemente asociada a incendios en episodios de inestabilidad aunque de poca importancia en cuanto a superficie afectada. Allí, existe una mayor frecuencia de incendio forestal por rayo (no en vano esta causa resulta ser la tercera en porcentaje de los incendios forestales declarados). Esto da lugar a comportamientos con un marcado patrón topográfico, a excepción de aquellos que presentan paso frontal posterior. Cabe decir sin embargo, que en su extremo más septentrional pudieran registrarse además incendios de contraviento en episodios de viento de norte, que si bien resultan ser minoritarios presentarían un patrón análogo al declarado el pasado diciembre de 2004 en Montanisell (Coll de Nargó), al norte de la zona de estudio.

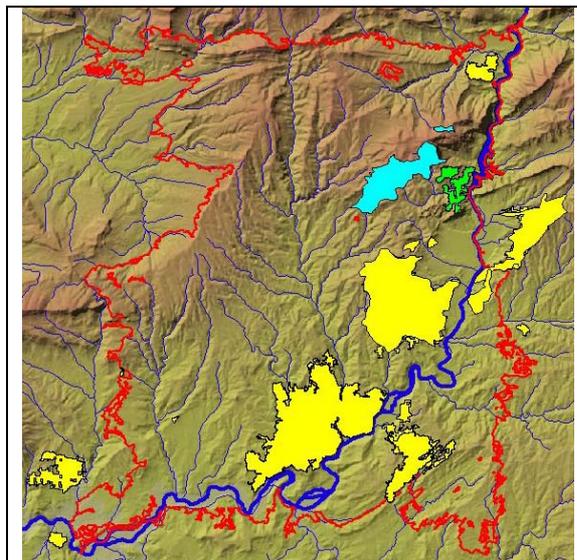


Figura II. Localización de los incendios históricos en el área de estudio para distintas situaciones sinópticas (advección sur en amarillo, episodio de inestabilidad con paso frontal posterior en azul, y episodio de norte en verde).

Figure II. Location of historical fires in the study area from different synoptical situations (wind from de south in yellow, instability episode associated with a frontal pass in blue, and wind from de north in green).

El valle del Rialb y la Sierra de Aubenç se presenta como una masa continua de vegetación, de alta combustibilidad, y por tanto de difícil control. De hecho, con la vegetación actual (2005)

tras simular con Flammap, se establece en un 34,3% el total de superficie que se encuentra fuera de capacidad de extinción (presentando valores de longitudes de llama alrededor de 9m y 3,2 km/h de velocidad), y se estima que en el 2015 pueda alcanzar el 40,9%, con una superficie potencial en 24 y 48h de unas 3447 ha y 19846 ha, respectivamente.

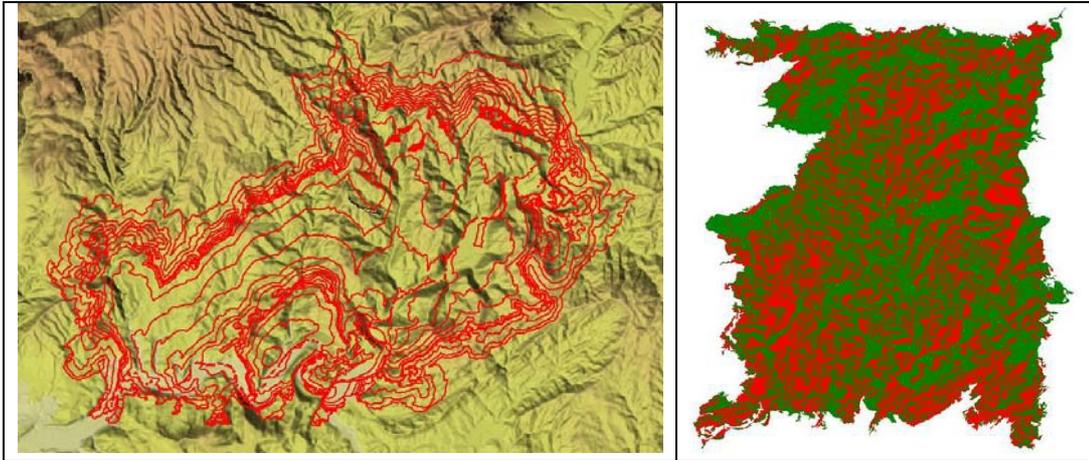


Figura III. De izquierda a derecha, propagación libre del incendio de diseño durante 48h, y análisis de la capacidad de extinción (se indican en rojo las zonas fuera de capacidad de extinción).
 Figure III. From left to right, fire of design spread during 48 h, and analysis of suppression capability (in red we show the areas that are beyond the threshold of suppression forces).

Es precisamente en estas zonas en las que la capacidad del sistema de extinción es superada, donde se deben planificar de acuerdo con el incendio de diseño actuaciones que ofrezcan oportunidades de ataque al GIF, bien sea mediante ataque directo, indirecto o paralelo. Por ello se han propuesto las actuaciones siguientes:

- Acondicionamiento de 10,4 km de pista forestal para permitir el acceso a los vehículos de bomberos (en 2,6km de los cuales ha sido necesario dimensionar la amplitud de la faja auxiliar de pista de acuerdo con la longitud de llama previsible en caso de incendio, con la finalidad de aumentar la seguridad de las dotaciones en situación de atrapamiento). Así mismo, ha sido propuesta la creación de fajas auxiliares de pistas en aquellos tramos que de acuerdo con el comportamiento del incendio de diseño asociado resultan estratégicos y pueden garantizar el éxito de las maniobras de ataque al fuego. Actualmente la totalidad de los caminos son accesibles, pero carecen de fajas auxiliares de pista.
- Ejecución de una línea de defensa de 1850m de longitud y 1m de anchura para el anclaje de maniobras de ataque paralelo o bien indirecto en zona totalmente inaccesible para los medios terrestres (actuación no ejecutada todavía).
- Creación de parcelas estratégicas frente GIF (con una superficie total de 59,6 ha, ejecutadas hasta la fecha 11,7) con 2 objetivos claramente diferenciados, evitar la entrada del fuego en el valle del Rialb y confinar o bien impedir la propagación en canal de éste una vez posicionado en dicho valle.

Por otro lado, el hecho de disponer además de las estructuras vegetales con los atributos vitales de la vegetación permite una adecuada gestión de la emergencia, monitorización del incendio, y la integración de los objetivos de sostenibilidad y persistencia de las masas en la toma de decisiones, de acuerdo con los criterios ecológicos de las especies. En este sentido, diferentes especies presentaran requerimientos ecológicos distintos que condicionarán las maniobras de extinción con el fin de perpetuar las masas forestales y en definitiva implementar una gestión a nivel de paisaje. De este modo, especies como el pino carrasco (*Pinus halepensis*) requieren de perturbaciones de alta intensidad (Castellnou, 1997 y Nebot, 2003); a diferencia de aquellas como el pino negral (*Pinus nigra*) de mayor representación en el área de estudio, y que resultan eficientemente adaptadas a un régimen de incendios de baja intensidad y mayor frecuencia (Pellisa, 2003).

4. CONCLUSIONES

- El estudio de incendios históricos resulta fundamental para prever comportamientos futuros de incendios forestales.
- La utilización de herramientas de simulación en la planificación de la extinción de incendios forestales puede resultar en una mayor eficiencia de la gestión de la emergencia, puesto que una vez ajustadas de acuerdo con el incendio de diseño asociado a la zona de estudio, permite diseñar las infraestructuras necesarias desde el punto de vista de la extinción pasiva (pre-extinción) y activa de incendios forestales.
- En incendios que transcurren durante un corto período de tiempo resulta muy útil la metodología del CPSL de Campbell a fin de monitorizarlo, analizarlo a tiempo real, y definir las oportunidades de ataque al fuego.
- El hecho de disponer de un exhaustivo inventario de los tipos estructurales de vegetación y los atributos vitales de las especies que los constituyen permite integrar en la toma de decisiones en la extinción de incendios forestales criterios ecológicos que persigan la sostenibilidad y persistencia de las masas.
- La gestión de paisaje persigue evitar la aparición de Grandes Incendios Forestales; en cambio la pre-extinción o extinción pasiva pretende crear oportunidades de ataque al mismo una vez declarados.

5. REFERENCIAS

AGEE, J.k. 1993. Fire Ecology of Pacific Northwest Forest. D.C. Island Press. 493 pg.

ANDREWS P.L. 1986. BEHAVE Fire behavior prediction and fuel modelling system. Burn subsystem. USDA, Forest Service, Gen. Techn. Rep. INT196, Intermountain Forest and Range Experiment Station, Ogden, Ut.

ARC VIEW GIS, MANUAL. 1996. The Geographic Information System for Everyone. Environmental Systems Research Institute. USA.

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; GALAN, M; SIRAT, A; LLEONART, S; MIRALLES, M; MOLINA, D. 2001. Wildfire simulation and fire risk mapping in Catalonia. Proceedings of the Workshop Tools and Methodologies for Fire Danger Mapping. 9-14 March 2001, Vila Real. Portugal.

CASTELLNOU, M, MOLINA, D., MASSAGUE, S., DALMAU, E. & GALAN, M. 2002. Fuel Management Philosophy and programme in Catalonia *In* Stratégies de prévention des incendies dans les forêts d'Europe du Sud. Bordeaux France 31-01-2002: 02-02 2002. Collection Actes, Editions Préventique, p. 95-102. ISBN 2-911221-17-6. www.preventique.org.

- 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, November 17-20, 1997, San Diego. California
- GRIME, J. 1985. Towards a Functional Description of Vegetation. Pp. 503-514. *In* Population Structure of Vegetation. White, J. (DE) Dr. W Junk Publishers. Dordrecht.
- LUKEN, J.O. 1990. Directing Ecological Succession. Chap and Hall. Great Britain. 251pg.
- MARTÍNEZ, E.R. 2002. Gestion de Grandes Incendios Forestales en el valle del Riab y la Sierra de Aubenç. PFC. ETSEA, Universidad de Lleida. Lleida.
- MOLINA, D.M. & CASTELLNOU, M, 2000 Sistemas de simulación del comportamiento del fuego: FARSITE_{TM}, FIREFOC_{TM} y FEOT_{TM}. *In*: Velez R. (ed.), 2000 La defensa contra incendios forestales: fundamentos y experiencias. McGraw Hill. Madrid.
- NEBOT, E. 2003. Model de successió del sistema forestal de Tivissa i Vandellòs (Tarragona) segons diferents escenaris de pertorbacions i escala temporal. PFC. ETSEA. Universidad de Lleida. Lleida.
- NOBLE, I.R. and SLATYER, R.O. 1980. The Use of Vital Atributes to Predict Successional Changes in Plant Communities Subject to Recurrent Disturbances. *Vegetatio*. 43: 5-21.
- PELLISA, O. 2003. Ecologia del foc de *Pinus nigra* Arn. A la Serra de Cardó-Boix. TPT. ETSEA. Universidad de Lleida. Lleida.
- ROTHERMEL, R.C. 1972. A mathematical model for predicting fire spread in wildlands fuels. USDA Forest Service, Research Paper INT- 115, Ogden, UT, USA. 40 pg.
- SCOTT, J.H. AND E.D. REINHARDT, 2001. Assessing crown fire potential by linking models of surface and crown fire behavior. RMRS-RP-29. 59p.