

## **LES CREMES PRESCRITES: UNA EINA PER A LA INVESTIGACIÓ EN INCENDIS FORESTALS**

Alba Águeda, Yolanda Pérez, Anna Giménez, Elsa Pastor, Josep Arnaldos, Eulàlia Planas.  
Centre d'Estudis del Risc Tecnològic (CERTEC). Universitat Politècnica de Catalunya.  
Diagonal, 647. 08028-Barcelona. Tel. 93 401 66 75, Fax. 93 401 19 32.  
E-mail de contacte: [alba.agueda@upc.es](mailto:alba.agueda@upc.es)

### **INTRODUCCIÓ**

Catalunya, com tota la conca mediterrània, és un territori propici al desenvolupament d'incendis forestals. L'acumulació de combustible, conseqüència de l'abandonament de les activitats agràries, i la demanda urbana creixent dels espais forestals són les causes estructurals d'aquests. Això obliga a fomentar polítiques de prevenció i gestió del bosc per tal d'assolir masses forestals estructurades i menys vulnerables a la propagació dels incendis.

S'entén per crema prescrita l'aplicació controlada de foc a espècies, sota unes condicions meteorològiques, de combustible i topogràfiques fixades, amb la intenció d'assolir un objectiu determinat, com ara la silvicultura preventiva d'incendis, facilitar la regeneració d'una certa espècie vegetal o el pasturatge. En aquest sentit, qualsevol crema controlada ha de ser ecològicament beneficiosa o com a mínim acceptable per la vegetació, complir els objectius fixats, tenir un nivell cost-eficiència adequat i ser socialment acceptada entre gestors, propietaris i usuaris de l'espai forestal.

A Catalunya s'està treballant en l'avaluació de l'efectivitat d'aquesta tècnica com a eina preventiva d'incendis forestals i en la severitat ecològica d'aquests focs sobre la vegetació i el sòl. Aquestes dues línies d'estudi plantejades suposen però deixar de banda l'anàlisi més exhaustiva de les variables que descriuen el foc, ja que gran part dels paràmetres necessaris per analitzar les línies anteriorment nomenades es basen en evidències pre i post-foc. Així doncs, i en tant que qualsevol crema prescrita suposa l'aplicació de foc a la vegetació forestal d'una manera controlada, aquestes cremes constitueixen un escenari experimental molt adequat per a l'estudi del comportament del foc, ja que permeten obtenir dades més reals de les variables que condicionen el seu comportament, necessàries per a la seva modelització i simulació.

### **LES CREMES PRESCRITES. OBJECTIUS I METODOLOGIES UTILITZADES**

En absència d'incendis forestals, els canvis en la vegetació donen lloc a càrregues de combustible que sobrepassen nivells històrics i que representen una amenaça seriosa per al bosc i per als recursos naturals si s'arriben a encendre. A més a més, la continuada urbanització de zones forestals contribueix igualment a l'augment del risc d'incendi en aquesta interfície urbana-forestal i fa més complexa la gestió del foc (Hesseln, 2000). Malgrat el potencial d'aquesta eina, l'ús de les cremes prescrites és sovint polèmic i és actualment centre de seriosos debats entre polítics, gestors territorials i població en general. El risc d'escapament, la seguretat pública i les molèsties causades pels fums, la reducció de la qualitat de l'aire, els aspectes estètics associats i la responsabilitat fiscal són les principals preocupacions.

Aquesta pràctica està ben establerta als EEUU i a Austràlia, on existeixen programes extensos d'aplicació de cremes prescrites. La situació és diferent a Europa, França és l'únic

país on el nombre d'equips dedicats a les cremes prescrites ha augmentat notòriament des de principis dels 90 i on la tècnica està legislada i pot considerar-se establerta (Rigolot, 1996). A la resta de països europeus de la conca mediterrània la pràctica no està tan estesa. Tant a Portugal com a Espanya les cremes prescrites s'executen només esporàdicament i la seva aplicació depèn molt de les administracions forestals de la zona. En el cas de Grècia i Itàlia, excepte a les regions del Piemont, Liguria i Cerdenya, la pràctica no està permesa.

A Catalunya el nombre d'hectàrees cremades amb aquesta tècnica entre el 1996 i el 2002 es mostra a la Figura 1. Hi ha una important diferència entre els dos objectius buscats i en l'antiguitat d'execució. Una important causa d'incendi a Catalunya és la disposició incontrolada de males herbes i la generació de pastures; per això el control d'aquestes cremes és anterior a les que es duen a terme com a eines estratègiques per a la prevenció d'incendis, i les hectàrees cremades per a pastures són majors.

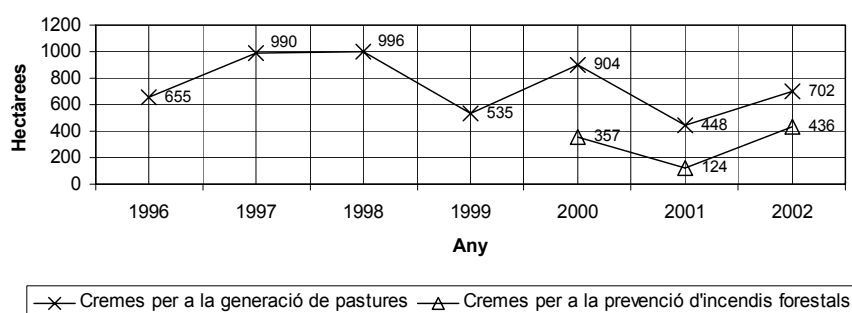


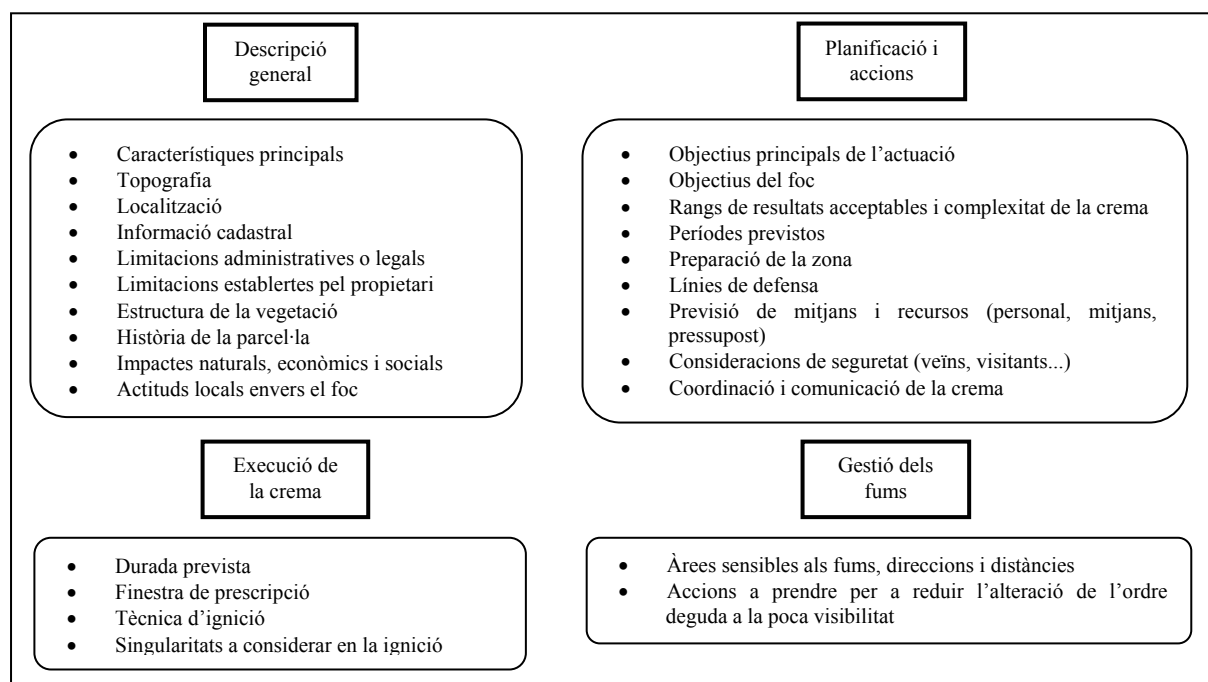
Figura 1. Cremes prescrites a Catalunya durant el període 1996-2002 (Molina 2003)

La pràctica de les cremes prescrites s'aplica generalment a zones en les que dominen els pins, els brucs o els arbusts mediterranis. L'època de l'any, les condicions meteorològiques i la tècnica d'ignició són factors molt importants a l'hora d'evitar efectes no desitjats del foc com poden ser la mortalitat excessiva d'arbres o també una reproducció del sotabosc massa abundant. L'elecció del moment de la crema és decisiu per l'èxit d'aquesta, ja que si els combustibles estan massa humits, el foc no progressa, repercutint econòmicament en l'operació i no s'assoleix l'objectiu previst. Si, per contra, estan molt secs la intensitat és excessiva i es pot tenir un impacte ambiental negatiu.

Una crema prescrita es pot dur a terme només després de l'aprovació d'un Pla de Crema, el qual consta generalment de quatre etapes bàsiques (Andrews i Bradshaw, 1990):

1. Especificar els objectius de gestió dels recursos, com poden ser la regeneració d'arbres, augmentar la resistència als incendis del mateix hàbitat o protegir els recursos dels focs forestals.
2. Determinar les característiques del foc necessàries per a aconseguir els objectius de gestió anteriorment fixats. Aquestes característiques es plantegen en termes d'efectes i control del foc, és a dir, rangs desitjats de consum del combustible i mortalitat de la vegetació, i quantitats acceptables de producció de fums.
3. Determinar quin tipus de tècnica d'aplicació del foc permetrà obtenir els objectius establerts. Un aspecte referent a aquest punt és el comportament del foc, és a dir, la longitud de flama desitjada o la intensitat del foc.
4. Determinar com es pot aconseguir aquest comportament del foc tenint en compte els marges de condicions ambientals i les humitats dels combustibles.

De manera esquemàtica, un pla de crema ha de considerar els diferents aspectes que s'indiquen a la Figura 2:



**Figura 2. Consideracions d'un pla de crema prescrita (basades en els plans de crema de la Divisió Operativa GRAF)**

## LA INVESTIGACIÓ EN INCENDIS FORESTALS

La recerca en matèria d'incendis forestals s'inicià a principis del segle XX paral·lelament als Estats Units, Canadà i Austràlia. En els darrers anys, la severitat dels incendis que han afectat tant a Catalunya com a la resta de països mediterranis d'Europa, ha impulsat fortament la recerca en aquest àmbit.

Els incendis forestals són fenòmens de complexitat elevada per l'entorn i les condicions on es desenvolupen. És precisament la seva naturalesa el què ha propiciat la diversificació de la recerca en diferents blocs temàtics, principalment relacionats amb l'anàlisi del seu comportament, la predicció de la seva propagació i el disseny d'estratègies de gestió preventiva i d'extinció (Pastor et. al, 2000). Aquests blocs es troben estretament lligats, ja que el conjunt de tots ells i les seves interaccions intervenen en l'inici i desenvolupament d'un incendi. Aquest fet ha esdevingut la clau perquè avui dia la investigació es porti a terme en grups de treball multidisciplinars, que compten amb perfils professionals de diferents àrees, la qual cosa ha proporcionat noves vies per abordar aquest problema.

La investigació en incendis forestals requereix una base sòlida de coneixements teòrics. A més, és estrictament necessari plantejar programes experimentals. Amb tot, és òbvia la dificultat que implica l'experimentació en incendis forestals, ja que no es poden fer rèpliques dels episodis d'emergències reals, sinó que cal treballar a una escala menor on es pugui controlar el foc i les condicions en què aquest es desenvolupa. En aquest sentit, en les últimes dècades han estat dissenyades instal·lacions que permeten mesurar alguns dels paràmetres que caracteritzen un incendi (Pérez, 2003) –velocitat de propagació i combustió, temperatura i geometria de la flama–, en fronts de foc que avancen en llits de combustible forestal. Cal tenir present però, com canvien les interaccions i el pes específic dels diferents fenòmens físics que intervenen en un incendi, al canviar l'escala de treball (Wotton et. al, 1999). Aquest fet deixa

entreveure la importància d'obtenir dades a diferents escales, no únicament de laboratori, per a completar els models de comportament i propagació desenvolupats fins al moment (Pastor et. al, 2003).

### **LES CREMES PRESCRITES COM A FONT DE DADES EXPERIMENTALS**

Actualment la recerca que es duu a terme en l'àrea del comportament del foc es basa, tal com s'ha esmentat en l'apartat anterior, en estudis fets al laboratori a petita escala, ja que és evident la dificultat existent per treballar a escales més grans o fins i tot en incendis reals. Per poder utilitzar però els resultats que s'obtenen al laboratori és necessari disposar de dades a escales més grans per tal de poder estudiar com afecta el canvi d'escala a les diferents variables d'interès. Pocs són els països que disposen d'àrees on poder fer experimentació amb incendis a escales properes a les reals de manera periòdica i accessible als investigadors, fet que dificulta enormement la tasca que aquests duen a terme.

És evident doncs l'interès que suposen les cremes prescrites com a font de dades experimentals per a l'estudi del comportament del foc a escales a mig camí entre el laboratori i els incendis reals. Actualment el CERTEC (Centre d'Estudis del Risc Tecnològic) té engegada una línia de recerca en col·laboració amb el GRAF (Grup de Recerca en Aplicacions Forestals, Generalitat de Catalunya) que té com a objectiu l'aprofitament de les cremes prescrites que cada any duu a terme el GRAF (inicialment amb altres finalitats) per a l'estudi del comportament del foc a escales superiors a la del laboratori.

Les dades essencials de comportament del foc que s'analitzen quan s'utilitza una crema prescrita per a fer recerca són: la geometria (gruix, altura i longitud de flames), la intensitat lineal i la velocitat de propagació del front de foc, i la temperatura de les flames. Això suposa tant un treball de camp d'obtenció de dades com el processat i l'anàlisi posterior d'aquestes.

En la primera etapa, si l'orientació i les dimensions de la parcel·la són adequades, la metodologia emprada per captar les característiques pròpies del foc es basa en la filmació de l'incendi mitjançant càmeres visuals i termogràfiques (vegeu la Figura 3). En cas contrari, cal recórrer a mètodes basats en estimacions visuals a camp. A més d'aquestes variables pròpies del foc, cal determinar també les característiques bàsiques de la parcel·la amb l'ús de brúixoles, clinòmetres, GPS, etc., caracteritzar el combustible present seguint mètodes d'inventari forestal i enregistrar les condicions ambientals existents durant la crema amb estacions meteorològiques portàtils, ja que tots aquests factors també influeixen en el comportament del foc.



**Figura 3.** Imatges (visible i termogràfica) preses durant el desenvolupament d'una crema prescrita.

Pel que fa a l'anàlisi posterior de les dades, el tractament de les imatges mitjançant algorismes permet convertir en metres les mesures en píxels preses sobre les imatges, segmentar el foc i detectar-ne els contorns per tal d'identificar la base de l'incendi. Una vegada obtingudes totes les variables, aquestes són comparades amb les obtingudes a l'escala de laboratori per tal de determinar-ne les lleis que regeixen el canvi d'escala en un incendi forestal, les quals són fonamentals a l'hora d'elaborar models que expliquin el comportament dels incendis.

## CONCLUSIONS

Una eina de gestió forestal com són les cremes prescrites es presenta doncs com un recurs d'enorme potencialitat per a l'avanç en l'estudi del comportament dels incendis. A Catalunya, equips de diferents àmbits de l'enginyeria, com són l'enginyeria forestal, industrial o química, han començat a coordinar-se i a treballar conjuntament per obtenir d'aquesta eina, aplicada en primer terme com a política forestal, dades per a l'anàlisi de l'impacte ecològic i del comportament del foc. Tot i la controvèrsia que genera la seva utilització com a eina de gestió, poden omplir el buit experimental existent en una escala i entorn molt més propers als reals. Certament, les cremes prescrites han tingut una gran acceptació en la comunitat científica per les grans possibilitats que implica l'ús d'aquesta tècnica en la investigació dels incendis forestals.

## REFERÈNCIES

- Andrews, P. L. i Bradshaw, L. S. (1990) "RXWINDOW: Defining windows acceptable burning conditions based on desired fire behaviour". *Gen. Tech. Rep. INT-273. Ogden UT, U. S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station*. 54 pàgs.
- Hesseln, H. (2000) "The economics of prescribed burning: a research review". *Forest Science*, 46, 322-334.
- Molina, D. M. (2003) "El Fuego Prescrito". *Apunts electrònics de l'assignatura Fuegos forestales: ciencia y gestión*. (Segon quadrimestre 03/ 04) Universitat de Lleida. 26 pàgs.
- Pastor, E., Navalón, X., Zárate, L., Planas, E., Arnaldos, J. (2000). "Consideracions per a la prevenció i extinció d'incendis forestals". *Llibre de Ponències del Congrés d'Enginyers en Llengua Catalana*. Manresa, 6-8 de desembre de 2000.
- Pastor, E., Zárate, L., Planas, E., Arnaldos, J. (2003). "Mathematical models and calculation systems for the study of wildland fire behaviour". *Progress in Energy and Combustion Science*, 29(2): 139-153.
- Pérez, Y. (2003). "Posada a punt d'un sistema per a l'estudi de l'eficàcia dels productes retardants a llarg termini en incendis forestals" Projecte final de carrera.
- Rigolot, E.; Gaulier, A.; Vauché, D. i Guarnieri, F. (1996) "Toward a prescribed burning decision support system for the French Mediterranean region". *Proc. 13th Conference on Fire and Forest Meteorology: International perspectives on landscape fire*, October 27-31, 1996, Lorne, Australia.
- Wotton, B.M., McAlpine, R.S., Hobbs, M.W. (1999). "The Effect of Fire Front Width on Surface Fire Behaviour". *International Journal of Wildland Fire*, 9(4): 247-253.