

DESARROLLO DE MODELOS PARA LA GESTIÓN DEL FUEGO CONTROLADO

Paulo Fernandes

Seccção Florestal, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD). Vila Real, Portugal

RESUMEN

El fuego controlado es una técnica versátil y poderosa que tiene numerosas aplicaciones en la gestión forestal. Sin embargo, para que el fuego controlado sea correctamente utilizado, de acuerdo con las condiciones ambientales que permitan alcanzar objetivos específicos, los técnicos deben tener a su disposición instrumentos predictivos desarrollados a partir de una base sólida de información que contemple la planificación, ejecución y evaluación de la técnica.

Se presentan elementos relativos a la investigación que se está desarrollando actualmente en la UTAD, centrada en la utilización de las técnicas de modelización que deriven en herramientas de carácter operativo.

INTRODUCCIÓN

La investigación sobre fuego prescrito en Europa se inició a principio de la década de los 80. En esa primera fase de experimentación la prioridad estaba en determinar la posibilidad de uso de la técnica, por lo que sus objetivos eran esencialmente la determinación de sus efectos ecológicos. Esos estudios demostraron la legitimidad del uso de la quema prescrita, y actualmente es ya posible aplicarla racionalmente a tareas concretas que correspondan con los objetivos de una silvicultura dinámica y consciente.

Sin embargo, los gestores europeos no disponen aún de instrumentos de apoyo a las

decisiones que respondan a sus necesidades en cuanto a la planificación, ejecución y evaluación de una operación de quema. Para que eso ocurra, es indispensable complementar el conocimiento científico y técnico actualmente existente, en el sentido de sustituir la información cualitativa por la cuantitativa y acentuar la componente operativa, y materializarlo en un producto de componente práctico. Ese es el objetivo de la investigación que actualmente se desarrolla, encuadrada en el proyecto europeo "FIRE TORCH-Prescribed burning as a tool for the Mediterranean region: a management approach".

RESPONDER A LAS NECESIDADES DE LOS GESTORES

En el momento actual se ha constatado que las condiciones ambientales que posibilitan la ejecución del fuego prescrito están definidas (SILVA 1984, BOTELHO *et al.* 1987, VEGA *et al.* 1994, FERNANDES 1997). A pesar de ello, el conocimiento de su relación con los objetivos de la quema es casi siempre cualitativo y bastante fragmentado aún, no siendo todavía posible responder de forma satisfactoria a la pregunta "¿Cómo y cuándo efectuar una quema prescrita?"

El éxito de la utilización del fuego controlado depende de seguir ciertas restricciones, lo que implica una planificación cuidadosa de las operaciones que se van a desarrollar (FISCHER 1980). El conocimiento de las relaciones entre los factores ambientales, el com-

portamiento del fuego y sus efectos constituye una información crucial para la aplicación del fuego prescrito, pero supone numerosas dificultades al gestor, particularmente en lo que respecta a los siguientes puntos:

- predicción de la reducción de combustible (BROWN *et al.* 1991);
- predicción del porcentaje de humedad del combustible, la variable más importante a evaluar en relación al consumo de combustible (BROWN, 1989);
- identificación de las condiciones extremas de propagación del fuego, ya sea por dificultad de ignición o por producción de impactos inadmisibles para el ecosistema (BROWN, 1989);
- velocidad de acumulación de combustible desde la última intervención (FENSHAM, 1992).

En los países en los que el fuego controlado se usa a gran escala se han desarrollado instrumentos prácticos destinados a auxiliar una operación de quema. Existen diversas herramientas de apoyo a la decisión en el ámbito del fuego controlado, desarrollados en los E.U.A., Canadá y Australia. Se pueden distinguir cuatro aproximaciones distintas:

- guías de campo australianas, derivadas estadísticamente para tipos de vegetación específicos (por ejemplo Sneeuwjagt & Peet 1985);
- programa RXWINDOW (ANDREWS & BRADSHAW, 1990), componente del sistema nacional de predicción del comportamiento de fuego de los E.U.A., con una fuerte base teórica;
- sistema de predicción del comportamiento del fuego de Canadá (Forestry Canada Fire Danger Group 1992), que constituye una aproximación intermedia entre las dos anteriores;
- sistemas "expert" desarrollados a través de técnicas de inteligencia artificial en el Oeste de los E.U.A. (FISCHER & WRIGHT 1987, KEANE *et al.* 1989, REINHARDT *et al.* 1992).

Estos sistemas y guías de utilización poseen limitaciones y especificidades varias. El sistema canadiense y las guías australianas no son extrapolables para el contexto europeo, esencialmente porque se refieren a tipos de vegetación específicos. El sistema de los E.U.A. no fue específicamente concebido para fuego controlado y no responde satisfactoriamente a las cuestiones que se le presentan al gestor forestal; su inadecuación se ve reforzada por el hecho de que la ejecución del fuego controlado en Europa está sujeto a condiciones más estrictas.

Visto lo anterior es obvia la necesidad de testar los modelos existentes, adaptándolos siempre que sea posible, y de desarrollar relaciones predictivas específicas para la realidad europea. Los resultados de la modelización deberían ser entonces presentados como un sistema secuencial, accesible y completo en forma de reglas y recomendaciones de aplicación, tablas y gráficos, que faciliten la elaboración de la prescripción, la ejecución de la quema y la cuantificación de los efectos del fuego directamente relacionados con los objetivos de gestión. Sobre este punto se presentan tablas y gráficos (Tablas 1, 2 y 3) como ejemplos ilustrativos del trabajo en curso en la UTAD.

COMPONENTES DE UNA GUIA DE FUEGO PRESCRITO

La modelización predictiva de las relaciones entre las condiciones ambientales, el comportamiento del fuego y sus efectos debería incluir los apartados siguientes:

- 1) evaluación de la carga de combustible pre-fuego, a partir de variables como la edad de la masa y el tiempo transcurrido desde la última intervención, la espesura del estrato de cubierta muerta de hojarasca y la estructura del sotobosque;
- 2) estimación de los porcentajes de humedad del combustible muerto superficial y del estrato de la cubierta muerta, como función de factores meteorológicos y locales;
- 3) predicción de los parámetros de com-

Tabla 1.- Evaluación de la carga de combustible ($t\ ha^{-1}$) en matorral bajo.

Altura, cm	Cobertura, %									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
0.10	0.5	1	1	2	2	2	2	3	3	3
0.15	1	1	2	2	3	3	4	4	4	5
0.20	1	2	2	3	3	4	5	5	6	6
0.25	1	2	3	3	4	5	6	6	7	8
0.30	1	2	3	4	5	6	7	7	8	9
0.35	1	2	4	5	6	7	8	9	10	11
0.40	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12
0.45	2	3	4	6	7	8	10	11	12	14
0.50	2	3	5	6	8	9	11	12	14	15
0.55	2	4	5	7	9	10	12	13	15	16
0.60	2	4	6	7	9	11	13	14	16	18
0.65	2	4	6	8	10	12	14	16	17	19
0.70	2	5	7	9	11	13	15	17	19	21
0.75	3	5	7	9	11	14	16	18	20	22
0.80	3	5	7	10	12	14	17	19	21	24

Tabla 2.- Estimación de la humedad de combustible seco (%) en matorral

Humedad relativa, %	Nº días sin lluvia						
	1	2	3	4	5	6	7
20	15	14	13	12	11	10	9
25	16	15	14	13	12	11	10
30	17	16	15	14	13	12	11
35	18	17	16	15	14	13	12
40	19	18	17	16	15	14	13
45	21	20	19	18	17	16	15
50	22	21	20	19	18	17	16
55	23	22	21	20	19	18	17
60	24	23	22	21	20	19	18
65	26	25	24	23	22	21	20
70	27	26	25	24	23	22	21
75	28	27	26	25	24	23	22
80	29	28	27	26	25	24	23
85	30	29	28	27	26	25	24
90	32	31	30	29	28	27	26
95	33	32	31	30	29	28	27

Tabla 3.- Velocidad de propagación del fuego en matorral, para una carga de combustible fino = 15 t ha⁻¹

Viento a 2 m, km / h	Humedad del combustible seco, %																
	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
2	2	2	1	1	1	1	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0
4	5	4	3	2	2	1	1	1	1	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
6	7	6	4	3	3	2	2	1	1	1	1	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1
8	10	8	6	5	4	3	2	2	1	1	1	1	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2
10	13	10	8	6	5	4	3	2	2	1	1	1	1	0.5	0.4	0.3	0.2
12	16	12	10	7	6	4	3	2	2	2	1	1	1	1	0.5	0.4	0.3
14	19	15	10	9	7	5	4	3	2	2	1	1	1	1	1	0.4	0.3
16	22	17	13	10	8	6	5	4	3	2	2	1	1	1	1	0.5	0.4
18	25	19	15	12	10	7	5	4	3	3	2	2	1	1	1	1	0.5
20	28	22	17	13	10	8	6	5	4	3	2	2	1	1	1	1	0.5
22	31	24	19	15	11	9	7	5	4	3	2	2	1	1	1	1	1
24	34	26	21	16	12	10	8	6	5	4	3	2	2	1	1	1	1
26	37	29	22	17	14	11	8	6	5	4	3	2	2	1	1	1	1
28	40	31	24	19	15	11	9	7	5	4	3	3	2	2	1	1	1
30	43	34	26	20	16	12	10	7	6	5	4	3	2	2	1	1	1

portamiento del fuego como resultado de la técnica de ignición, carga de combustible, pendiente, velocidad del viento y humedad del combustible;

4) estimación de la cantidad de combustible consumido, como función de la carga preexistente y el porcentaje de humedad del combustible;

5) predicción de la altura de chamuscado de tronco y copa y de la mortalidad del arbolado.

BIBLIOGRAFÍA

- ANDREWS, P. L. et L. S. BRADSHAW. 1990. *Defining windows of acceptable burning conditions based on desired fire behavior*. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. INT-273. Int. Research Stn.
- BOTELHO, H.S., F.C. REGO et J.M. SILVA. 1987. *Prescribed fire behavior in Pinus pinaster forests of Northern Portugal*. In Com. International Symposium for the formulation of an effective common strategie for the prevention and combat of forest fires in the Mediterranean Region. Athens, Greece.
- BROWN, J.K. 1989. *The future of prescribed fire: concerns and knowledge needs*. pp. 89-96 In Proc. 10th Conference on Fire and Forest Meteorology. Ottawa, April 17-21, 1989.
- BROWN, J.K., E.D. REINHARDT et W.C. FISCHER. 1991. Predicting duff and woody fuel consumption in Northern Idaho prescribed fires. *Forest Science* 37 (6): 1550-1566.
- FENSHAM, R.J. 1992. The Management Implications of Fine Fuel Dynamics in Bushlands Surrounding Hobart, Tasmania. *Journal of Environmental Management* 36: 301-320.
- FERNANDES, P. 1997. O uso da técnica do fogo controlado: porquê, quando e como. *Revista Florestal* 10(1): 70-78.
- FISCHER, W.C. 1980. Fire management techniques for the 80's. In *The 1980 Ames Forester*. pp. 23-28. USDA For. Serv.
- FISCHER, W.C. et A.H. WRIGHT. 1987.

FIRESYS-Using Artificial Intelligence Techniques to Build a Fire Effects Information System. The Compiler (5) 5: 28-35.

FORESTRY CANADA FIRE DANGER GROUP. 1992. *Development and structure of the Canadian forest fire behavior prediction system.* Forestry Canada, Science and Sustainable Development Directorate, Information Report ST-X-3. Ottawa.

KEANE, R.E., S.F. ARNO *et* J.K. BROWN. 1989. *FIRESUM - an Ecological Process Model for Fire Succession in Western Conifer Forests.* USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. INT-266.

REINHARDT, E.D., A.H. WRIGHT *et* D.H. JACKSON. 1992. *Development and Validation of a Knowledge Based System to Design Fire Prescriptions.* AI Applications, (6) 4: 3-14.

SILVA, J.M. 1984. *Fogo controlado: poderoso aliado do florestal.* In *Notas Técnico-Científicas*, pp. 37-52.

SNEEUWJAGT, R.J. *et* G.B. PEET. 1985. *Forest fire tables for Western Australia.* Dept. of Conservation and Land management.

VEGA, J.A., J.C VALETTE, F.C REGO, C. HERNANDO, D. GILLON, J. VENTURA, S. BARÁ, V. GOMENDY, H.S. BOTELHO, M. GUIJARRO, C. HOUSSARD, L. RUAS, P. CUIÑAS, J. MARECHAL, J. MENDES-LOPES, R. DíEZ, P. FERNANDES, M. FONTURBEL, J. SANTOS, M. ROZADOS *et* M. BELOSO. 1994. *Forest Fire Prevention Through Prescribed Burning: an International Cooperative Project Carried Out in the European S.T.E.P. Program.* 2nd Int. Conf. on Forest Fire Research. Coimbra, 21-24 Nov. 1994.