

Definición de la Respuesta Inicial: Integración del Aprovechamiento del fuego con el Ataque Inicial¹

Stephen J. Botti,² Douglas B. Rideout,³ Andrew G. Kirsch³

Resumen

El aprovechamiento del fuego permite a los gestores de Incendios aprovechar los efectos beneficiosos que pueden tener sobre el paisaje las igniciones naturales. En las circunstancias adecuadas, los gestores de incendios pueden no utilizar el ataque inicial para hacer un seguimiento y gestión de la ignición natural de forma que mejoren las condiciones del ecosistema. De la misma manera que han avanzado nuestros conocimientos y técnicas de gestión de incendios, lo han hecho las políticas sobre incendios y el aprovechamiento del fuego. Dado que existe un interés creciente en el aprovechamiento del fuego, se hace más necesario un mejor enfoque y análisis del programa. En esta ponencia explicamos cómo a través la gestión del programa y la planificación se pueden integrar el aprovechamiento del fuego en la planificación y presupuesto del ataque inicial. Demostramos cómo un marco programático integrado puede aprovechar la estrecha relación que existe entre el aprovechamiento del fuego y el ataque inicial. Por ejemplo, dado que muchos de los recursos de gestión de incendios que se emplean en el ataque inicial son también empleados en los incendios de aprovechamiento, un programa integrado puede aprovechar los costes conjuntos para disminuir significativamente los costes potenciales. También demostramos cómo un programa integrado puede mejorar la eficacia del ataque inicial y de aprovechamiento del fuego ofreciendo una mejor información sobre el proceso del presupuesto. Este enfoque programático integrado está actualmente en fase de desarrollo para el sistema de Análisis de Programas de Incendios (FPA) que se está elaborando.

Introducción

El aprovechamiento del fuego se refiere a las igniciones en donde la mejor solución consiste en gestionar y hacer un seguimiento del fuego para alcanzar unos objetivos relacionados con los recursos en lugar de realizar una extinción agresiva. Estos objetivos están definidos en los planes de gestión territorial y de gestión de incendios (FMP) Tal como especifican Zimmerman y Bunnell (1998) [1] la utilización del incendio forestal es:

“La gestión de incendios forestales provocados por una ignición natural a fin de cumplir objetivos específicos redefinidos de gestión de recursos en zonas geográficas predefinidas señaladas en FMP”.

Las nuevas políticas federales integradas de gestión de incendios forestales, reconocen el fuego como parte integrante de la gestión de ecosistemas y animan a los

¹ Una versión abreviada de esta ponencia se presentó en el segundo simposio internacional sobre políticas, planificación y economía de los programas de protección contra incendios forestales: una visión global, 19–22 Abril, 2004, Córdoba, España.

² Manager, National Fire Program, USDI National Park Service, Boise, ID.

³ Profesor y Estudiante Licenciado, Fire Economics Laboratory, Department of Forest, Rangeland and Watershed Stewardship, Colorado State University, Fort Collins, CO 80523.

gestores a considerar toda la gama de opciones de gestión [2] Existen pruebas de que el aprovechamiento del fuego es cada vez más aceptado y considerado fiable como herramienta de gestión y que se está introduciendo en los planes de gestión territorial y de recursos cada día más (por ejemplo, Rideout y Botti, 2002 [3])

Sin embargo, el empleo del aprovechamiento del fuego puede variar según los combustibles y la conducta del fuego, las agencias, los objetivos de gestión territorial y otras consideraciones. Las estrategias de aprovechamiento del fuego son aceptadas y aplicadas de manera desigual entre las agencias federales de gestión territorial. En algunas agencias o unidades administrativas, la utilización del incendio forestal se aplica con gran frecuencia mientras en otras es considerada inapropiada.

El aprovechamiento del fuego representa un modelo híbrido entre la extinción del incendio en su ataque inicial y la quema prescrita y plantea desafíos únicos. En general, el alcance espacial y temporal de las quemas prescritas se pueden planificar de antemano. Sin embargo, los incendios con aprovechamiento del fuego son acontecimientos no planificados, y la hora específica, lugar, condiciones climatológicas, y topografía de cada acontecimiento son desconocidos. Eso es cierto aunque los acontecimientos del aprovechamiento del fuego suelen seguir unas normas básicas que especifican las condiciones espaciales y temporales y una gama de condiciones climatológicas. Como en las quemas prescritas, el aprovechamiento del fuego se realiza para restablecer o mantener las condiciones naturales. Como los incendios forestales no deseados, las condiciones bajo las cuales se presentan los incendios con aprovechamiento del fuego son muy inciertas.

Ataque Inicial Prevención/ contención Seguimiento

Figura 1--Línea de respuesta inicial apropiada

A pesar de su incertidumbre, se puede realizar un modelo de la respuesta inicial a los incendios forestales y a los incendios de aprovechamiento como medio de preparar futuras temporadas de incendios. Estos modelos se utilizan para tomar decisiones estratégicas sobre el personal y el equipo necesario para reparar las temporadas de incendios, o para tomar decisiones tácticas sobre la manera de gestionar los acontecimientos en tiempo real. Tanto para los incendios forestales como para los incendios de aprovechamiento, y no se conocen los detalles de los acontecimientos futuros y, por lo tanto, introducen cuestiones de exactitud y precisión en los modelos.

El aprovechamiento de fuego y la extinción de los incendios forestales representan dos puntos en una línea de estrategias apropiadas de gestión de respuestas que se pueden aplicar a un incendio forestal de ignición natural tal como se ve en la **figura 1**.

Tal como han definido Zimmerman y Bulnnell (1998) [1] “Cuando se ha completado y aprobado el Plan de Gestión del Fuego, y los incendios forestales proceden de una fuente natural de ignición, tenemos a nuestra disposición toda una gama de opciones de gestión según los objetivos de gestión de recursos presentado en el FMP”. Estas opciones incluyen las estrategias de extinción cuando el incendio

forestal resulta dañino, y estrategias solamente de seguimiento cuando benefician los ecosistemas, o se realiza una combinación de estrategias de seguimiento y contención cuando esto beneficia los recursos en algunas zonas pero amenaza los valores que hay que proteger en otras.

Los objetivos de beneficios a recursos que conducen al aprovechamiento del fuego son similares a los que impulsan el uso ecológico de la quema prescrita. Por esta razón, el debate preliminar sobre los modelos se centraba en combinar el aprovechamiento del fuego con la quema prescrita y incendios acontecimientos con aprovechamiento del fuego, junto con el hecho de que hace falta una respuesta inicial en todos los incendios forestales sin tener en cuenta la estrategia de gestión empleada, contribuye a incluir el aprovechamiento del fuego dentro de un módulo global de preparativos estratégicos⁴. Dado que el personal y otros recursos empleados en los incendios de utilización y en los incendios de extinción en su ataque inicial compiten por el presupuesto de los preparativos, es razonable analizarlos conjuntamente y determinar la eficacia con respecto al coste de todas las estrategias iniciales de respuesta dentro de un módulo. Los incendios de aprovechamiento y los de extinción dependen de recursos de gestión de incendios similares, de manera que muchos recursos adquiridos para uno, pueden ser utilizados para el otro. Por ejemplo, los helicópteros pueden transportar cuadrillas para extinguir un incendio forestal no deseado, o la misma cuadrilla puede realizar el seguimiento y gestión de un incendio de aprovechamiento. Esta multifuncionalidad de los recursos de preparación para un incendio forestal, sugiere que se tenga en consideración un enfoque integrado de gestión y de presupuesto.

La organización de los preparativos exige la posibilidad de dar una respuesta inicial a todas las igniciones de incendios forestales sin tener en cuenta la estrategia empleada. La naturaleza de esta respuesta debería ser orientada por los beneficios y los costes del incendio identificados por criterios fáciles de medir, como objetivos y propósitos partiendo de un plan de gestión de incendios o de territorio y los recursos. Realizando un modelo con la gama total de estrategia de respuesta inicial, los gestores pueden planificar estratégicamente el uso integrado de recursos de respuesta inicial para hacer un seguimiento, una contención, y llevar a cabo una extinción limitada. Todo esto incorporará acciones de gestión, como las estrategias de extinción modificadas y limitadas en Alaska, que no se pueden llamar de aprovechamiento del fuego pero que imitan los objetivos del aprovechamiento del fuego en otras zonas.

Aunque no se pueden realizar modelos de incendios que comienzan con estrategias de extinción y se convierten en estrategias de seguimiento, este tipo de gestión ocurre rara vez y tiene escaso impacto sobre las necesidades de respuesta inicial. Las exigencias de gestión de incendios que escapan a la respuesta inicial, ya sea porque escapen del ataque inicial y se conviertan en estrategias de seguimiento o que escapen del aprovechamiento del fuego y se conviertan en estrategias de extinción, deben ser consideradas por separado.

⁴ Los recursos utilizados para preparar una utilización de incendios forestal son generalmente financiados a partir de cuentas operativas presupuestadas, mientras que los costes para gestionar los incendios son generalmente financiados por cuentas de emergencia. Esto es así porque los costes de gestión son impredecibles y varían significativamente cada año según el número, tamaño y localización de los incendios. El modelo estratégico de planificación que presentamos aquí tiene por objeto identificar los recursos locales necesarios para gestionar los incendios de utilización no los recursos necesarios si se convierten en grandes incendios que requieren contingentes de contención o recursos de extinción no locales.

Integración del Aprovechamiento del fuego en la Planificación de Respuesta Inicial

Este tipo de modelos proporcionará a los gestores de incendios un proceso analítico mucho más poderoso que los que había disponibles previamente. Este enfoque combina un sistema normativo para definir los requisitos de gestión y de seguimiento para los incendios AMR con funciones que producen la contención de incendios forestales y que hacen que esta información disponible para una optimización integrada de la respuesta inicial. Este proceso informará mejor al gestor de utilización e interacción de recursos entre la extinción del ataque inicial y el aprovechamiento del fuego (y otros AMR) a niveles presupuestarios alternativos de una manera que antes no se podía realizar. Por ejemplo: el modelo resolverá los recursos óptimos de personal de gestión y seguimiento (M&M) utilizados en los incendios forestales de aprovechamiento. Las acciones de gestión incluirían acciones de contención y otros esfuerzos por influir sobre el modelo de quema, la intensidad o el alcance de un incendio de aprovechamiento del fuego dentro de una zona de gestión máxima sin convertirse en una estrategia de extinción. Esto demostrará cómo se comparten y se complementan los recursos M&M con el programa de ataque inicial. Y esto mostrará el desarrollo de un presupuesto unificado para pagar tanto el aprovechamiento del fuego como la extinción del ataque inicial.

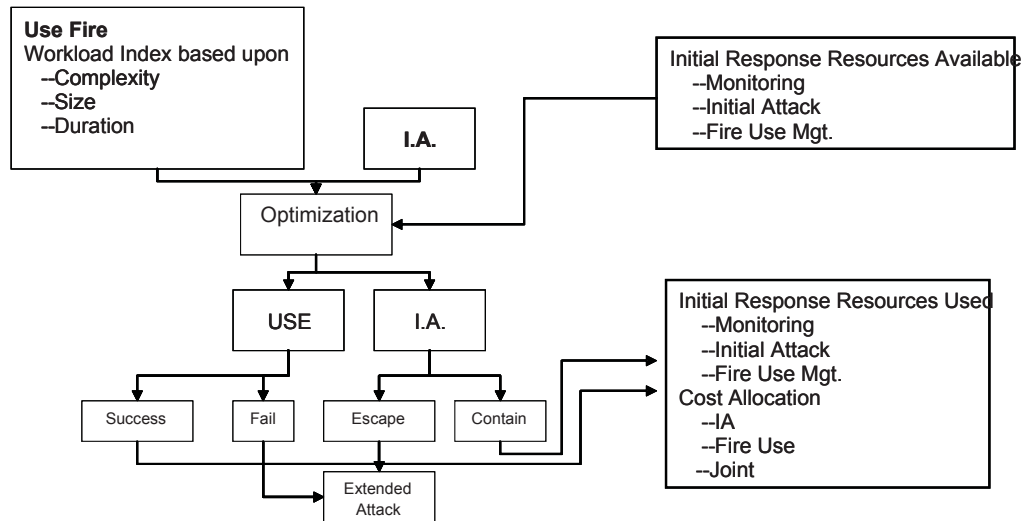


Figura 2—Aprovechamiento del fuego integrado a un modelo de optimización.

Este enfoque cuantifica y hace explícita la base del objetivo para las decisiones de gestión actuales con respecto al despliegue de recursos de neutralización del fuego y ataque inicial. La **figura 2** resume el enfoque global.

Incendio de aprovechamiento gestionado por la serie de pasos siguiente:

Clasificación de Incendios

Un departamento de planificación clasificaría los incendios para realizar un modelo para el proceso de planificación de preparación en dos categorías: los que pueden cumplir los objetivos de los recursos y los que ponen en peligro los valores que deben protegerse. Los incendios de aprovechamiento deberían ser totalmente definidos con respecto a sus características más importantes incluyendo tamaño, duración, complejidad, localización, etc. Una distinción importante sería que los incendios de utilización tienen un tamaño definido derivado de los antecedentes históricos, mientras que el tamaño del ataque inicial del incendio de extinción depende de la fuerza del ataque. El optimizador utilizará datos sobre todas estas características a fin de construir un modelo de los requisitos de M&M para los incendios de aprovechamiento del fuego. El alcance de la respuesta inicial incluiría sólo los incendios de utilización que cumplieran los criterios del nivel de unidad de planificación. Los incendios que exigieran recursos regionales o nacionales serían incluidos en un modelo realizado por un procedimiento diferente del que identificaría los requisitos de preparación local.

Carga de Trabajo para la Aprovechamiento del fuego

Dados los objetivos del departamento, se estudian los antecedentes históricos y las estimaciones de ignición para planificar la temporada. Los planificadores de incendios separándolos ataques iniciales de los incendios de extinción de los incendios de aprovechamiento del fuego basándose en una combinación de incidencias históricas y planificación de normas de orientaciones. Utilizando este enfoque, los objetivos actuales de gestión del territorio y de incendios dirigen el proceso de clasificación, no las estrategias de respuesta reflejadas en los antecedentes históricos. Es decir, el equilibrio entre los requisitos de aprovechamiento del fuego y los del ataque inicial responden a las necesidades cambiantes de gestión, las políticas actuales (2), y adaptará los planes para un mayor aprovechamiento del fuego, mas que limitarse a las decisiones adoptadas en el pasado. Por ejemplo, las estrategias de gestión de incendios asociadas a una zona geográfica cambiarán con el tiempo. Las igniciones históricas que fueron extinguidas por estar en aquel momento en una zona de extinción total, se puede gestionar ahora como incendios de aprovechamiento del fuego a causa del cambio de objetivos en la gestión territorial y de incendios de la zona geográfica.

Los incendios forestales de aprovechamiento serán de nuevo clasificados basándose en los requisitos de gestión. El grado de dificultad en la gestión un incendio dependerá, en parte, de su complejidad, tamaño y duración. Por ejemplo, los incendios más complejos generarían más trabajo. La segunda clasificación, separaría los incendios cuya complejidad, tamaño y duración, podría gestionarse con los recursos locales de los que exigirían recursos regionales o nacionales. Los que pudieron gestionarse con recursos locales competirían con los incendios de ataque inicial en cuanto al presupuesto de preparación.

Los datos y procesos de construir una puntuación sobre el trabajo que genera un incendio en cuanto a M&M se realizaría utilizando un marco de regresión múltiple. Se podría utilizar un análisis de registro de datos para estimar la puntuación del trabajo M&M par cada incendio y registrar la puntuación sobre la complejidad de cada incendio, el tamaño, la duración, y otras informaciones potencialmente significativas. Se realizaría una lista de incendios de diversa complejidad, tamaño y duración. Se registrarían y analizarían estos datos según la fórmula funcional siguiente para producir una puntuación sobre el trabajo –una para la gestión de aprovechamiento de fuego y otra para su seguimiento.

$$FireMgtWorkloadScore = \hat{\beta}_{MGT} = \beta_0 + \beta_1 Complexity + \beta_2 Size + \beta_3 Duration + \dots$$

$$FireMonitoringWorkloadScore = \hat{\alpha}_{MTR} = \alpha_0 + \alpha_1 Complexity + \alpha_2 Size + \alpha_3 Duration + \dots$$

Beta₀ y Alfa₀ sugieren que todo aprovechamiento de fuego puede necesitar una gestión o seguimiento sin tener en cuenta su complejidad, su tamaño y duración. Beta 1 y Alpha 1 indicarían hasta qué punto un aumento del valor de complejidad añadiría alas puntuaciones de carga de trabajo. Beta2, 3 y Alfa 2,3 cuantificarían hasta qué punto un aumento de tamaño (duración) contribuiría las puntuaciones de carga de trabajo⁵. Es posible que hiciera falta evaluar los elementos adicionales, pero sugerimos mantener el proceso de estimación todo lo sencillo y eficaz posible para que sea práctico y defendible. Después de estimar todas las Alfas y Betas, es posible abordar los datos de complejidad, tamaño y duración de los incendios a fin de hacer una estimación de puntuación M&M. Un paso fundamental para este enfoque sería fijar un índice del volumen de trabajo para cada incendio de aprovechamiento potencial. El proceso de puntuación de a carga de trabajo sugerido aquí cuantificaría el proceso de toma de decisión que han utilizado los gestores para determinar cuántos recursos hacen falta para gestionar y hacer un seguimiento de los incendios de aprovechamiento del fuego. Introduciendo este enfoque de toma de decisión basado en unas normas en un optimizador realizaría un modelo más exacto de la naturaleza subyacente de múltiples fines para los recursos de preparación, y esto es mejor que suponer que los recursos de aprovechamiento de incendios van a ser gestionados de forma separada a los recursos de ataque inicial.

Recursos de Gestión y Seguimiento (M&M)

Sería necesario organizar los recursos de M&M para introducirlos en el optimizador. Para el ataque inicial cada recurso potencial de lucha contra el fuego lleva un atributo que indica hasta qué punto contribuye a la producción de costes y de línea de fuego. El aprovechamiento del fuego exigiría que estos recursos también tuvieran una puntuación que identificaran su eficacia en el seguimiento o gestión de incendios de aprovechamiento. Esta puntuación reflejaría hasta qué punto el recurso contribuiría a compensar el volumen de trabajo asociada al incendio. La puntuación de de cumplimiento de carga de trabajo, una para el seguimiento y otra para la gestión, debería estimarse para cada recurso relacionado con los incendios. Algunos recursos

⁵ Habría que asegurarse de que las correlaciones potenciales entre tamaño y duración fueran gestionadas de forma adecuada, por ejemplo, quizá habría que construir una variable combinada

podrían recibir una puntuación cero, por ejemplo, un aparato que no se utilizara para el seguimiento recibiría un cero en la puntuación de seguimiento.

Combinación de la Puntuación de la Carga de Trabajo del Incendio con la del Volumen de Trabajo de los Recursos

Se podrían utilizar diversas combinaciones de los recursos para cumplir las cargas de trabajo de los incendios M&M. Se puede especificar la combinación de recurso que cumple más eficazmente con el volumen de trabajo del incendio a través de una serie directa de limitaciones como la siguiente:

$$\hat{\beta}_i^{MGT} \leq \sum R_{i,r}^{MGT} \quad \text{y}$$

$$\hat{\alpha}_i^{MTR} \leq \sum R_{i,r}^{MTR}$$

Donde “R” representa la puntuación de gestión de recursos que se pone en funcionamiento si se utiliza ese recurso. El símbolo “i” representa un incendio específico; y “r” un recurso específico. Esto permitirá al programa de optimización “desplegar” la combinación más eficaz de recursos de gestión de incendios para el aprovechamiento del fuego al tiempo que cumple el volumen de trabajo del incendio (β y α) el optimizador elegirá la combinación que maximice la eficacia de un presupuesto determinado.

Este enfoque permitirá al sistema aprovechar la combinación, que es una característica fundamental de la estructura de costes entre el ataque inicial y el aprovechamiento del fuego. Se puede utilizar muchos recursos de lucha contra el fuego para combatir éste así como para hacer un seguimiento, contención, y extinción limitada en incendios con aprovechamiento de fuego, mientras que otros se especializarían en uno de los dos. Por ejemplo, una cuadrilla puede actuar como recurso de un ataque inicial en algunos incendios, y la misma cuadrilla puede ser utilizada para mantener parte de un fuego de aprovechamiento en un momento distinto durante la temporada de incendios o para hacer un seguimiento sobre el progreso de los incendios. Esta fórmula evita que el sistema construya dos bloques de recursos completamente separados: uno para el ataque inicial y otro para el aprovechamiento del fuego. Como corolario, podríamos decir que el coste fijo de tener un recurso sobre el terreno es eficaz. A fin de optimizar el despliegue de los recursos, el optimizador puede sopesar la importancia relativa de tratar distintas zonas a través de la respuesta inicial. La zona que ha recibido beneficios del recurso, siendo quemada por un incendio de aprovechamiento de fuego sería asignada una ponderación a fin de indicar la importancia relativa de tratar esta zona con aprovechamiento de fuego. La cantidad de acres quemada multiplicada por la ponderación ofrecería la ponderación de acres mejorada (WAI) WAI representaría la medida de rendimiento o eficacia de cada incendio forestal de aprovechamiento. A los acres protegidas por la extinción de los incendios forestales no deseados, también se le asignaría un peso. El número de acres quemados con la extinción de incendios forestales se sustraería de los acres totales que quemarían sin extinción para determinar los acres protegidos. Éstos multiplicados por el peso de cada acre serían los acres protegidos ponderados. El total de los acres protegidos ponderados más el

total de los acres mejorados ponderados proporcionaría una medida integrada de los acres ponderados gestionados por los elementos del programa de ataque inicial. Esto se muestra a continuación en la función del objetivo integrado.

Puntuación de la Contribución del Volumen de Trabajo

Aunque la puntuación de los recursos por su aportación de carga de trabajo puede parecer abstracta, este enfoque global será probablemente necesario en un sistema viable que relacione las necesidades de personal y equipos para el aprovechamiento del fuego con los umbrales del volumen de trabajo y la complejidad del programa fuera del optimizador. Este es el sistema basado en las normas mencionadas en El volumen de trabajo del Aprovechamiento del Fuego. El proceso de puntuación requiere una clara cuantificación e inserción en el punto del proceso donde la información puede ser utilizada de la mejor manera posible. Hay que señalar también que los recursos de puntuación para la gestión de aprovechamiento del fuego con análogos a la puntuación de la productividad de recursos en su ataque inicial: en el ataque inicial, la puntuación es la productividad en línea que consigue una analogía directa.

Acres ponderadas

A fin de optimizar el despliegue de recursos, el optimizador puede ponderar la importancia relativa de tratar distintos acres a través de una respuesta inicial. A los acres que consiguieron beneficios en sus recursos al ser quemados por incendios de aprovechamiento del fuego se les asignaría un peso, a fin de indicar la importancia relativa de tratar estos acres con aprovechamiento de fuego. El número de acres quemados multiplicado por el peso proporcionaría los acres mejorados ponderados (WAI) WAI también representa la medida del rendimiento, o la eficacia de todos los incendios forestales de aprovechamiento. A los acres protegidos por la extinción de incendios forestales son deseados también se les asignaría un peso. El número de acres quemados por incendios forestales de extinción se restarían del total de acres que se quemaría sin extinción a fin de determinar los acres protegidos. Los acres protegidos multiplicados por el peso de cada acre sería Los Acres Protegido Ponderados. El total de acres protegidos ponderados más el total de acres mejorados ponderados proporcionaría una medida integrad de los acres ponderados gestionados por estos elementos del programa de ataque inicial. Esto se muestra más abajo en la función integrada del objetivo.

Organización de la Información para su Procesamiento

Los conceptos y procesos sugeridos requieren una cuidadosa organización antes de someterlos al optimizador. Primero, reconocemos que el coste de la lucha contra el fuego y de la gestión de recursos depende de su empleo en el aprovechamiento del fuego y en el ataque inicial. Esto se puede expresar como:

Coste de Recursos (r) = Coste de Variable (IA) + Coste de Variable (UF) + Coste fijo

Muchos recursos estarían disponibles para ser utilizados en un ataque inicial y para el fuego de aprovechamiento. Otros, quizá sólo se utilicen para un fin. Esto está especificado por los datos asociados con el recurso suministrado por el usuario. Un coste más específico (centrándose en el aprovechamiento de fuego) se puede expresar como:

$$C(r) = \sum D_i * \text{Coste de Unidad} + \text{Coste IA} + \text{Coste Fijo}$$

Dado que los incendios de aprovechamiento tienen una duración determinada, la aproximación a la ecuación que se ha presentado es multiplicar un coste por tiempo de unidad, por la duración (D) en que se desplegará el recurso. Estos conceptos de coste se pueden organizar tal como se refleja en la tabla 1:

La primera sección de la tabla 1 (Filas 4-6) muestra la información que se introduciría para cada posible incendios de aprovechamiento potencial. Las células E6 y G6 son optativas. La variable binaria (f) aparece en la función del objetivo mas abajo (Figura 3) para indicar la selección del proyecto de aprovechamiento de incendios forestal (1), ó (0) que el escaso presupuesto sea mejor asignado a otro lugar. La eficacia del aprovechamiento del fuego es evaluada como una aportación al proceso y sería el producto del tamaño del incendio (F6) y del peso (H6) La segunda sección (Filas 9-16) muestra la participación en un incendio específico de aprovechamiento. La columna de recursos fijaría una lista de la serie de recursos individuales de gestión y de seguimiento disponibles para desplegarse en el incendio. Cada uno de éstos estaría asociado con una puntuación de seguimiento y de gestión utilizado para evaluar su potencial de cumplimiento en la puntuación de carga de trabajo del incendio (C6) y (D6) Habría que desplegar suficientes recursos (B11-B16) en el incendios de aprovechamiento para cumplir estas puntuaciones.

En esta aproximación, hay tres opciones para cada dólar dedicado a la preparación:

- Asociar fondos al ataque inicial
- Asignar fondos al aprovechamiento del fuego (M&M)
- Una asignación conjunta (costes fijos)

Tabla 1— Datos introducidos sobre recursos del aprovechamiento de fuego.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Data suggestions for integr		Otherwise the use fire is considered a failure and a suppression costis charged.							
2										
3	Use fire data									
4			Workload Scores							
5	Variable	Success/Failure	Mgt	Mtr.	Complexity	Size	Duration	Weight	Effectiveness (F6*H6)	
6	f =	0/1	β	α	#	#	#	#	#	
7										
8	For a specific use fire:									
9			Scores			Variable UF cost				
10		Resource	MGT	Mtr	Unit Cost	Unit Cost * Duration	R _{it}			
11			1	#	#	#	#	0/1		
12			2	#	#	#	#	0/1		
13			3	#	#	#	#	0/1		
14			4	#	#	#	#	0/1		
15			5	#	#	#	#	0/1		
16			6	#	#	#	#	0/1		
17										
18										
19	Some of resources 1-n must be chosen to satisfy workload constraints indicated in cells c6 and d6.									
20	Otherwise the use fire is considered a failure and a suppression costis charged.									

El optimizador evaluará un incendio potencial de aprovechamiento para designar si es aceptable o no como un éxito según sus costes y eficacia comparado con el coste y eficacia de usos alternativos del presupuesto, como incendios de ataque inicial.

Función del Objetivo Integrado

La integración del aprovechamiento de fuego con el ataque inicial en el mismo optimizador requiere un reajuste de la función del objetivo. Mientras la unción del objetivo relativo al ataque inicial utilizaría sólo las medidas los acres protegidos ponderados, la reformulación de la figura 3 añade una serie de términos para reflejar la eficacia añadida por los acres ponderados mejorados por el aprovechamiento del fuego. Esta reformulación ayudará a comunicar el proceso de integración de ataque inicial/ aprovechamiento de fuego, y la aproximación a la respuesta inicial. Sugerimos una función⁶ de objetivo como la de la figura 3

$$\begin{array}{c}
 \text{Effectiveness of Initial Response} \\
 \underbrace{\hspace{15em}} \\
 \text{Weighted Acres Protected} \qquad \text{Weighted Acres Improved} \\
 \underbrace{\hspace{10em}} \qquad \underbrace{\hspace{10em}} \\
 \text{MAX}(WAM) = WAM_o - \sum W_{i,t}^{IA} \times A_{i,t}^{IA} \times f_{i,t}^{IA} + \sum W_i^{UF} \times A_i^{UF} \times f_i^{UF}
 \end{array}$$

Figura 3—Función del objetivo de la respuesta inicial

⁶ No existe superíndice (t) de incendios de aprovechamiento porque, a diferencia de los incendios de ataque inicial, su duración es un dato de entrada.

En la **figura 3**, los acres gestionados ponderados (WAM) de la respuesta inicial son maximizados y consisten en dos partes: los acres protegidos ponderados a través del ataque inicial, y los acres ponderados, mejorados por el aprovechamiento del fuego. Los acres protegidos son como antes, cuando cada acre que se quema en un incendio no deseado se multiplica por un peso para indicar el valor relativo que tendría protegerlo. El subíndice (i) indica un incendio específico, y el subíndice (t) indica la duración del incendio. Los acres ponderados que se quemarían sin ser gestionados son indicados por WAM_0 y este valor sólo necesita ser alto –no es necesario que sea exacto ni preciso. Los acres ponderados protegidos son definidos como WAM_0 menos los acres ponderados quemados. Por ejemplo, si nuestro FPU tiene mil acres ponderados que gestionar (WAM_0) y se queman 200 acres ponderados, entonces hemos protegido 800 acres ponderados. Cuanto mayor es el número de acres que se queman menor será el valor de nuestra función de objetivo.

Se consiguen los acres ponderados mejorados por aprovechamiento de fuego multiplicando cada acre mejorado por su peso. Si, a través del aprovechamiento, del fuego mejoramos 50 acres ponderados, entonces mejoraríamos el valor de la función de objetivo en 500 WAM.

A fin de incluir tanto la protección como la mejora, supongamos que la cantidad de acres quemados ponderados (200) fuera conseguida multiplicando 50 acres por un peso de 4 y que los 500 acres mejorados fueran alcanzados multiplicando 250 acres por 2. El cálculo de WAM incluiría 800 acres ponderados protegidos y 500 acres ponderados mejorados de la manera siguiente:

$$WAM = 1,000 - 4*50 + 2*250 = 1,300$$

Hay que señalar que en ambas aplicaciones los pesos de los acres son positivos. Esperamos que los gestores relacionaran mejor la ponderación positiva en ambas aplicaciones. El significado de los pesos no está afectado. Por ejemplo, un peso de 2 en protección significa que es doblemente valioso protegerlo que un acre con un peso de 1. De la misma manera, un acre mejorado con un peso de 6 es el doble de valioso mejorarlo que un acre con el peso de 3. Finalmente, es tres veces más valioso mejorar un acre ponderado en 6 que proteger un acre ponderado en 2. Sólo hay una norma con respecto a la ponderación: que todos los pesos representen valores o importancia proporcionada.

Mejora del Rendimiento

Existen muchas maneras en las cuales el incluir el aprovechamiento de fuego como parte de un proceso integrado de respuesta inicial mejorará enormemente el rendimiento disponible para los gestores a nivel de unidad y para los gestores del programa. Algunos ejemplos incluyen mostrar cómo se pueden organizar los recursos para abordar la gestión integrada de los incendios de aprovechamiento y los incendios de ataque inicial a lo largo de la temporada, indicando qué incendios producirán mayores beneficios en la eficacia de bajos presupuestos y a distintos niveles presupuestarios. A fin de demostrar cómo este tipo de mejoras podría ayudar en la toma de decisión, debe considerarse el ejemplo siguiente que muestra cómo la

financiación de la respuesta integrada puede identificarse por el aprovechamiento del fuego comparado con el componente de ataque inicial.

Hemos puesto un ejemplo sencillo para poder ilustrar el caso. Vamos a suponer que nuestro programa integrado es financiado a un nivel hipotético de 860.000 \$ que debe decidirse entre los componentes del ataque inicial y del programa de aprovechamiento de fuego tal como se indica en la tabla 2.

Tabla 2— Formación del componente de programa de asignación para el presupuesto de preparación.

	A	B	C	D	E
1		Cost			
2	Resource	I.A. Variable	U.F. Variable	Fixed	Deployed to:
3	Engine #1	100,000	120,000	75,000	I.A.
4	Engine #2	150,000	300,000	75,000	I.A. & UF
5	Crew #1	75,000	50,000	30,000	UF
6	Monitors	0	50,000	30,000	UF
7					
8	Program	Program Cost			
9	I.A.	325,000	=B3+D3+B4		
10	U.F.	460,000	=C4+C5+D5+C6+D6		
11	Joint between I.A and U.F.	75,000	=D4		
12	Total	860,000			

En la **tabla 2** sólo hay un incendio de ataque inicial, uno de aprovechamiento de fuego y ningún acontecimiento no gestionado. Se pusieron a la disposición del optimizador cuatro recursos para su uso potencial en ambos incendios. Supongamos que el optimizador eligiera enviar la Máquina 1 sólo para el incendio de ataque inicial, Máquina 2 a ambos incendios, la cuadrilla 1 sólo al incendio de aprovechamiento, y los monitores sólo al incendio de aprovechamiento. La Cuadrilla 1 y la Máquina 2 representarían los recursos de gestión que se utilizarían para la contención a lo largo del perímetro de aprovechamiento de fuego, y los monitores representarían recursos de seguimiento para la evaluación del avance diario del incendio de aprovechamiento. El presupuesto total de preparación de 860.000\$ (B12) sería asignado entre los componentes del programa de incendios así como en las células B9 a B11. El componente del programa del ataque inicial serían los costes variables de los recursos enviados a los incendios de ataque inicial (B3 mas B4) mas el coste fijo de la Máquina 1 (D3) porque sólo fue enviado al incendio del ataque inicial. La asignación al componente del programa de aprovechamiento del fuego (B10) se alcanzaría de la misma manera. La Máquina 2 se envió a ambos incendios y tiene un coste fijo de 75.000 \$ que es un coste conjunto de los dos programas y que no puede ser asignado significativamente entre ellos. Los incendios de aprovechamiento fallidos son incendios para los que el optimizador no disponía de fondos suficientes para gestionarlos como incendios de aprovechamiento o bien fondos para que los que se encontró una mejor utilización en el ataque inicial. Los trabajos rutinarios de optimización con un presupuesto limitado y sin que se necesite siempre respuestas iniciales se pueden financiar con un presupuesto fijo. Los incendios que no son gestionados como incendios de aprovechamiento dentro de la respuesta inicial del optimizador se gestionan con la respuesta ampliada. La respuesta ampliada se refiere a las acciones de gestión llevadas a cabo por recursos que no son locales. Esto podría ocurrir porque o bien la clasificación inicial de los incendios de aprovechamiento por tamaño, duración y complejidad indican que los incendios no se podían gestionar por medio de recursos locales, o bien porque el optimizador

encontró una utilización más eficaz con respecto al coste de los recursos disponibles comparado con aplicarlos a estos incendios.

Conclusión

La integración del aprovechamiento de incendios forestales con el ataque inicial para la planificación de los preparativos exige más esfuerzos entre las agencias a fin de formar un sistema de planificación de respuesta inicial integrada. Esto proporciona un paso importante para la implantación de nuevas políticas de incendios forestales entre las agencias, donde se anima a los planificadores a que consideren toda la gama de respuesta potenciales a cada ignición natural, según los peligros o beneficios que presenta para la protección de las vidas, las propiedades y los recursos. El proceso que hemos descrito aquí proporciona un enfoque directo de integración. El hecho de que la mayor parte de los recursos de la lucha contra el fuego que se hubiera desplegado en el ataque inicial fueran también los recursos empleados para el aprovechamiento de incendios forestales significa que resulta problemático hacer un modelo de éstos como programas preparados. Existen muchos recursos de gestión de incendios asociados con costes fijos significativos y de gestión de abastecimiento que no pueden ser asignados entre programas separados. La integración en el programa de preparación de respuesta inicial permite un proceso más basado en la información, a fin de evaluar la adquisición, localización y despliegue de diversos recursos de lucha contra el fuego cosa que no se puede realizar en programas separados.

Agradecimientos

Esta ponencia se ha beneficiado de los comentarios y sugerencias de Pamela S. Ziesler, Licenciada en el Laboratorio de Economía del Fuego, Universidad del estado de Colorado, Fort Collins (Colorado).

Referencias

- Zimmerman, T.G. and D.L. Bunnell, Wildland and Prescribed Fire Management Policy: Implementation Procedures and Reference Guide. 1998, US Department of the Interior and USDA Forest Service. 82 pp.
- Review and Update of the 1995 Federal Wildland Fire Management Policy. 2001, US Department of the Interior and USDA Forest Service. 78 pp.
- Rideout, D.B. and S.J. Botti, Blueprint for Fire Planning. *Journal of Forestry*, 2002. 100(5): p. 36-41.

Esta página se deja en blanco intencionadamente.