
ASPECTOS ECONÓMICOS DE LA EVALUACIÓN DEL DAÑO DE INCENDIOS

Armando González-Cabán

Pacific Southwest Research Station, USDA Forest Service
4955 Canyon Crest Drive, Riverside, California 92507

Resumen: La evaluación de los daños causados por incendios es un problema difícil porque los efectos físicos del incendio sobre el bosque y el flujo de producción de bienes y servicios del bosque, particularmente los productos no comerciales, son prácticamente desconocidos. El daño de los incendios al bosque incluye no sólo el valor de mercado de madera comerciable y el crecimiento joven destruido, sino también pérdidas intangibles directas e indirectas a valores de cuencas hidrográficas, valores económicos y sociales, diversidad biológica, y otros valores no comerciales. Por lo tanto, la tarea de mejorar la evaluación de daño de incendios debe ser multidisciplinaria. Una clave para la medición de daño es comprender los factores que influyen en el flujo de servicios de un activo (recurso) natural. Muchos de los bienes y servicios productos del bosque como el hábitat de fauna silvestre, especies amenazadas y en peligro de extinción, la diversidad biológica, o vistas escénica no son vendidas en mercados organizados, por lo tanto no hay un mecanismo para asociar el valor de servicios a el valor de reemplazo del activo perdido. Implantar un sistema de evaluación de daño de incendios requiere identificar los bienes y servicios provistos por el recurso natural afectado; determinar cómo la cantidad y calidad de éstos se afectan; evaluar el valor de la reducción en cada flujo de bienes y servicios por la duración del efecto del incendio usando una tasa de descuento para convertir la reducción en el flujo de cada bien o servicio a precios actuales; y estimar los cambios en el flujo por la vida de los efectos. El valor resultante es una estimación del daño al recurso natural ocasionado por el incendio.

Palabras clave: Incendios forestales, evaluación económica de daños, multidisciplinaria, flujo de servicios, recurso natural

Abstract: *Fire management is a difficult problem for managers because the physical effects of fire on the forest and the production stream of goods and services from the forest, particularly nonmarket outputs, is largely unknown. Forest fire damage includes not only the value of merchantable timber and young growth destroyed, but also direct, indirect, and intangible losses to watershed values, social and economic values, biodiversity and other market and nonmarket values. Therefore, the task of improving fire damage assessment must be multidisciplinary. One key to damage measurement is understanding the factors that influence the flow of services from a natural asset. Many of the forest stream of goods and services such as wildlife habitat, threatened and endangered species, biodiversity, or scenic vistas are not sold in organized markets, so there is no mechanism to associate the value of services to replacement values of the assets lost. To implement a damage assessment system requires first, to identify the services provided by the natural resource affected. Second, to determine how the quantity and quality of those services are affected. Next, place a value on the reduction in each service flow over the duration of the fire effect using a discount rate to convert the reduction in each service flow into present dollars. Finally, the flow changes are sum over the life of the effects. The resulting value is an estimate of the damage to the natural resource caused by fire.*

Key words: *Forest fires, economic damage evaluation, multidisciplinarity, flow of services, natural resource*

INTRODUCCIÓN

Gran cantidad de fondos son gastados en la extinción, el control y la prevención de incendios, tanto en tierras privadas como públicas. Desde 1980 a 1994 el Servicio Forestal de los EE.UU. (USDA FS) participó en el control de 164.000 incendios forestales que afectaron, aproximadamente, a 3 millones de hectáreas de bosque. El USDA FS gastó más de 5.500 millones de dólares en actividades de extinción de incendios para proteger los Bosque Nacionales y otras tierras adyacentes, tanto privadas como públicas (Bell et al., 1995, Truesdale, 1995). Esta cantidad representa sólo una fracción de la pérdida total ocasionada por incendios forestales en los EE.UU. Por ejemplo, Polzin et al. (1988) estimaron una pérdida directa de \$21 millones tan sólo en rentas turísticas por los incendios de 1988 en el área del Parque Nacional Yellowstone. Entre 1988 y 1990 la pérdida estimada fue de \$60 millones, y además "los incendios ocasionaron una disminución en la tasa de visitas casi igual al crecimiento de un año" (Polzin et al., 1988). Los impactos a largo plazo sobre el turismo en el área fueron difíciles de evaluar porque las comunidades aledañas tenían diferentes niveles de dependencia sobre la industria turística. Otras pérdidas como el daño al hábitat silvestre, especies amenazadas y en peligro de extinción, suelos, u otros recursos o servicios no comerciales no fueron incluidos en esta estimación. El incendio de 1988 de Yellowstone es un ejemplo de los centenares de situaciones en que los daños y pérdidas totales de incendios han sido sólo parcialmente estimados.

Los gastos anuales para la protección de los bosques por el USDA FS indican que los recursos protegidos tienen por lo menos ese valor para la agencia. Éste es un concepto importante porque los gastos de extinción de incendios deben ser proporcionales a los valores protegidos.

Evaluar los impactos de un incendio forestal es difícil, pues conlleva la estimación de los rendimientos de los bosques que incluyen valores vagamente definidos tanto actuales como futuros, con o sin valor comercial. El daño de los incendios forestales incluye no sólo el valor de mercado de madera comerciable y el crecimiento joven destruido, sino también pérdidas directas, indirectas e intangibles a cuencas hidrográficas, diversidad biológica y otros valores no comerciales.

Este trabajo discute la tarea multidisciplinaria de mejorar la evaluación de estos daños a través de la medición de las consecuencias económicas de un incendio forestal sobre el flujo de los bienes y servicios producidos.

EVALUACIÓN DEL DAÑO DE INCENDIO

La consecuencia de los incendios forestales sobre la cantidad y la calidad de los rendimientos potenciales de los recursos naturales son difíciles de obtener porque los impactos de las acciones de gestión sobre recursos naturales frecuentemente no pueden predecirse (Macleod, 1991). Hasta que los efectos biológicos y físicos de los incendios se delimiten, éstos no pueden medirse con exactitud (Zivnuska, 1972, González-Cabán, 1993).

El sistema legal de EE.UU. especifica que la evaluación de daño debe ser igual al coste de restaurar el recurso afectado más el valor económico perdido durante el periodo de afectación del recurso (Kopp y Smith, 1993). Sin embargo, los servicios generados por los recursos naturales son numerosos y en general no son producidos ni vendidos en mercados tradicionales y, por lo tanto, los rendimientos no comerciales de los recursos naturales afectados por el incendio son subestimados o ignorados. La definición de daño debería incluir el valor de los servicios perdidos desde la fecha que tuvo lugar el incendio hasta la fecha en la que se efectuó la evaluación, más la menor de las dos medidas siguientes: el valor monetario de la pérdida del servicio en el futuro (indefinido o hasta que haya una recuperación natural) o la suma de los costes de restauración y valor de la pérdida para el programa de recuperación natural y mejorada.

Para estimar el valor de los recursos naturales se usan tres métodos: 1) el modelo de precios hedónicos (*hedonic prices*), 2) el modelo de los costes de viaje, y 3) el método de la valorización contingente. Los valores no comerciales del activo natural incluyen valores de "no uso" como el valor legado, existencia y opción¹. Si estos valores no se incluyen, la valoración resultará por debajo de lo real.

El desarrollo de un sistema universalmente aceptado para la evaluación de daños produci-

¹ Valor de legado es el valor de considerar el recurso como un bien que estará disponible para generaciones futuras aún cuando ellos personalmente no lo usen; valor de existencia es el valor de saber que el recurso existe; valor de opción es el valor de tener la opción de usar el recurso en un tiempo futuro.

dos por incendios forestales es difícil porque, entre otras razones, las evaluaciones de los valores intangibles de no uso no tienen una base común para su comparación (Noste y Davis, 1975). Además, hay una gran incertidumbre o confusión importante sobre la relación entre daño y valor.

La complejidad del punto es realizada por los numerosos recursos con y sin mercado producidos por el bosque y los efectos negativos de los incendios sobre estos recursos (Cleaves, 1985; Mills y Flowers, 1985). Los diversos valores y recursos sujetos a daño incluyen, por ejemplo, la pérdida de madera inmadura y madura, agua, recreación, fauna silvestre, forraje, productos agrícolas, y productividad de suelo. Otras actividades humanas tal como los servicios de transporte y comunicación también son afectados. Además, servicios y recursos tales como la conservación de la diversidad biológica, el hábitat de las especies amenazadas y en peligro de extinción, o la regulación del proceso de purificación del agua son complejos de evaluar.

En términos puramente económicos, los recursos del bosque pueden considerarse activos de capital de baja liquidez (Noste y Davis, 1975) ya que frecuentemente no existe un mercado para estos servicios o está pobremente organizado.

La relación de daños a valorar no es fácil o simple de derivar. El daño potencial puede definirse como la parte del valor del recurso perdido bajo la intensidad más severa de incendio. Entonces, la determinación de daño potencial requiere conocimiento del efecto del incendio sobre los recursos. Generalmente, los daños son una función de la severidad del incendio y la susceptibilidad del recurso a la destrucción (Noste y Davis, 1975). Los patrones del incendio como la ubicación, frecuencia, oportunidad, y el tamaño también afectan el daño.

Las pérdidas como resultado de incendios forestales podrían categorizarse como tangibles o intangibles (USDA Forest Service, 1965). Las pérdidas tangibles serían aquellas que pueden expresarse en términos monetarios y son derivadas de precios de mercado real o simulado, o de la estimación del coste de reparación o reemplazo. Las pérdidas intangibles pueden definirse como aquellas que no son totalmente medibles, aunque se reconozca que son valiosas para satisfacer deseos y necesidades humanas. Las pérdidas debidas a un incendio pueden también ser divididas en dos categorías: primaria y secundaria. Las pérdidas primarias son aquellas

que resultan directamente del incendio, y secundarias son aquellas que pueden inducirse de los incendios, tal como una industria dependiente de los recursos destruidos.

La medida de las consecuencias económicas de un incendio descansa sobre el conocimiento fundamental de los efectos físicos del incendio sobre el bosque (Brady, 1979; González-Cabán, 1993). La tarea de mejorar el sistema de evaluación de daños es, por lo tanto, multidisciplinaria. Un programa de gestión de incendios nos ayuda a contestar preguntas como: ¿Cuál es el valor de un bosque? ¿Qué se pierde a causa de los incendios cada año? ¿Cuántas pérdidas previene nuestro programa de protección de incendios? ¿Cuál es el valor de los recursos en riesgo? La evaluación de los daños causados por los incendios nos ayuda a determinar no sólo las pérdidas ocasionadas por un incendio, sino también nos da indicio sobre la eficacia de diversos programas en áreas o regiones específicas. Los fondos limitados adicionales deberían canalizarse hacia actividades y áreas donde la reducción en las pérdidas por incendio por el dólar gastado sea más grande (USDA Forest Service, 1965).

VALORACIÓN DE PÉRDIDAS POR INCENDIO

El objetivo principal de un sistema de evaluación de daños es establecer el valor económico de la propiedad, los bienes, y los servicios destruidos o dañados por el incendio (USDA Forest Service, 1965). El valor económico de interés es la cantidad mínima necesaria capaz de restaurar los bienes, los servicios, y las propiedades afectadas a una condición igual o similar a la previa al incendio. Este es un concepto neto y su objetivo es la evaluación, en términos económicos, del cambio causado por el incendio.

Los recursos naturales pueden clasificarse dependiendo de la proporción de su valor total que se refleje en su valor de mercado (Figura 1) (Rideout et al., 1994). En un extremo, el daño a la madera comercial por un incendio resulta primariamente en la pérdida de bienes privados o valores determinados en el mercado. En el otro extremo, si el incendio destruye el último hábitat disponible para una especie amenazada o en peligro de extinción puede involucrar la pérdida de la diversidad biológica asociada (bien público) (Rideout et al., 1994).

Los recursos como la recreación, que tienen elementos tanto de bienes privados y de bienes

Madera - Pastos - Recreación - Caza - Fauna silvestre - Agua - Aire - Sitios Arqueológicos - EA&PE²

Mercado

Sin Mercado

Figura 1. El continuo de mercado a sin mercado (Rideout et al., 1994)

públicos, son la categoría mediana en el continuo de amenidad porque estos recursos se ofrecen tanto gratis en tierras públicas (por ejemplo, cazar en terrenos del "Bureau of Land Management") y pagando en tierras privadas (cotos de caza privados). Por lo tanto, los recursos entre los dos extremos se ubican sobre el continuo dependiendo de cuánto de su valor puede esperarse o ha sido determinado empíricamente que tiene atributos de bienes públicos o privados (Rideout et al., 1994). Por ejemplo, Walsh et al. (1984) ha sugerido que sobre la mitad del valor económico total estimado de áreas silvestres se relaciona con la recreación y la otra mitad se relaciona al conocimiento de que esa área silvestre existe y estará disponible para generaciones futuras.

La ubicación de los recursos en el continuo de amenidad determinará qué técnica de valoración deberá usarse para evaluar los daños causados por los incendios. Generalmente, las técnicas de valoración usadas en este proceso van desde un enfoque puro donde sólo interviene la valoración a través del mercado a un enfoque completamente opuesto donde la valoración a través del mercado no interviene: precio de mercado, costo de reemplazo, valor actualizado, costo de oportunidad, y técnicas de valoración sin mercado como el método de costes de viaje (TCM), o método valoración contingente (CVM) (produce una cantidad bruta de cuanto está dispuesto a pagar, se necesita restar los costos para obtener un valor neto).

El precio comercial se usa para los recursos que se valoran correctamente en sus mercados, tal como la madera. El costo de reemplazo se usa a veces para esos recursos sin un precio de mercado bien establecido, como por ejemplo, áreas de acampar. El valor actualizado también se usa generalmente en la ausencia de mercados bien establecidos. En este método buscamos determinar los ingresos y gastos futuros esperado de rendimientos intermedios de cosecha y gestión usando un valor de interés de compuesto determinado (USDA Forest Service, 1965). Las herramientas de medida tal como TCM y CVM se usan para productos y servicios que no son vendidos regularmente en mercados tradicionales.

LOS COMPONENTES DE DAÑO DE INCENDIO

Los efectos de los incendios sobre el bosque y las cuencas hidrográficas son muchos y variados. Varios autores han propuesto listas de componentes que deben medirse para desarrollar un sistema completo de evaluación de daños (Mitchell, 1948; USDA Forest Service, 1965; Vonskii y Veresova, 1972; Brady, 1979; Baumgartner, 1984, 1987). Aunque diferente, estas listas tienen un denominador común: inclusividad. Algunos autores pueden clasificar el mismo recurso en una categoría diferente pero el intento es el mismo, el incluir todo los recursos pertinentes en el proceso de valorización.

Una de las preocupaciones principales en el pasado de la mayoría de los sistemas de evaluación de daño era que el cálculo de pérdidas se limitaba mayormente al abastecimiento existente de madera madura (Connaughton, 1936; Mitchell, 1948; Vonskii y Veresova, 1972; Mills y Meldad 1987; Baumgartner, 1987). Hoy existe consenso sobre que cualquier sistema valedero de evaluación de daños debe incluir no sólo los efectos inmediatos del incendio sobre los recursos múltiples producidos por el bosque, sino también los efectos a largo plazo. Debe incluir aquellos recursos con un mercado tradicional, así como también aquellos que no se venden en mercados tradicionales y deben reconocer también que los incendios tienen efectos negativos, así como también beneficios potenciales sobre el flujo de servicio de los recursos del bosque (Cleaves, 1985; Mills y Flowers, 1985).

La madera comercializable y pérdidas de otros bienes

El valor de la madera en pie es la categoría de pérdida más importante para muchos incendios en tierras de madera comerciales (Rapraeger, 1936; USDA Forest Service, 1965; Mills y Meldad, 1987). El valor neto de mercado del rodal antes de quemarse incluyendo cualquier materia salvable en cantidad suficiente grande, se acepta generalmen-

² Especies amenazadas o en peligro de extinción.

te como la medida de pérdida directa. Otros bienes, incluyendo el forraje, u otros productos cortados del bosque pueden valorarse del mismo modo. Hay que tomar cuidado en asegurar que estas pérdidas de incendio se valoren con un precio de mercado aplicable al área particular donde el incendio ocurrió. Sin embargo, Mills y Meldad (1987) nos advierten que "la evaluación del daño causado por los incendios requiere una estimación del cambio en el volumen y calidad de la producción de madera tanto en el futuro, como en el presente, y la valorización monetaria de ese cambio en el nivel de producción." La estimación de los valores futuros de mercado requiere la adopción de un análisis de flujo de caja descontado. En este análisis la producción futura de los rodales quemados y sin quemar se comparan para estimar el impacto del incendio sobre la producción de madera del rodal. Calcular el daño simplemente figurando el valor de mercado del recurso destruido o amenazado puede resultar en una sobretasación (Brown y Boster, 1978).

En la mayoría de la literatura sobre economía de incendios, los analistas calculan el Valor Presente (VP) de la madera dañada como el valor actualizado del mercado futuro de la madera perdida menos el ingreso de cualquier operación de salvamento (ecuación 1) (Montgomery et al., 1986; de Ronde et al., 1986).

$$VP_{\text{daño}} = VP_{\text{cortado}} - \text{salvamento} \quad (1)$$

El daño del incendio también puede ser evaluado calculando la diferencia entre el valor presente del rodal con y sin el incendio (Brown y Boster, 1978):

$$VP_{\text{daño}} = VP_{\text{sin incendio}} - VP_{\text{con incendio}} \quad (2)$$

Montgomery et al. (1986) sugiere que como un incendio frecuentemente altera la duración de la rotación actual y la regeneración para la próxima, debería usarse la expectativa de suelo (SE), que incluye cifras de todas las rotaciones futuras, en vez de el VP de la rotación actual:

$$VP_{\text{daño}} = SE_{\text{sin incendio}} - SE_{\text{con incendio}} \quad (3)$$

Mucho antes Wolsey (1923) había sugerido conceptualmente el mismo procedimiento aunque él no proveyó una expresión matemática de los cálculos reales.

Las pérdidas de productividad

Los incendios intensivos pueden ocasionar destrucción del contenido orgánico del suelo y una pérdida consiguiente en la productividad de suelo

(USDA Forest Service, 1979a). El incendio puede también reducir la productividad del suelo y hasta puede ocasionar un aumento en el costo del acceso al sitio (Pellant, 1990; Riggan et al., 1994). La capacidad de acarreo del área para peces y la fauna silvestre puede también afectarse. El efecto más importante del incendio sobre la productividad de las tierras del bosque comercial resulta de la destrucción del acervo creciente de madera inmadura (USDA Forest Service, 1965): la suposición es que los rendimientos del rodal serán inferiores a los normales, a veces posiblemente hasta por una rotación. Cualquier procedimiento de evaluación de daño de incendio debe incluir la estimación de la pérdida en el volumen y la calidad del rendimiento futuro de madera ocasionado por el incendio, además de otros productos, cuando sea apropiado. Una manera de hacer esto es basar la pérdida económica de rodales inmaduros (considerando sólo la potencialidad de cosecha) en el valor presente de la madera en pie de la cosecha a su vencimiento (Brown y Boster, 1978). La relación del valor presente al valor esperado de la madera en pie es mediante la tasa de descuento.

El daño y destrucción de propiedad

Las pérdidas directas de propiedad consisten en cualquier estructura o mejora que no pueda moverse y se considera parte de los terrenos tal como edificios, casas, cercas, caminos, etc. (USDA Forest Service, 1965). La propiedad personal incluye artículos tales como vehículos, el mobiliario o ropas perdidas directamente durante el incendio. Las pérdidas de propiedad privada se comparten entre el propietario y la sociedad en la medida que la responsabilidad impositiva del propietario es reducida por sus pérdidas (USDA Forest Service, 1965), mientras la pérdida de propiedad pública es responsabilidad completa de la sociedad. La evaluación del daño del incendio para la pérdida directa de propiedad es el coste de reemplazar los artículos destruidos o de restaurar un artículo dañado a su condición pre-incendio. En el caso de propiedad privada la evaluación debería incluir también los costes adicionales en seguros estimulados por los incendios.

Las pérdidas indirectas resultan de la pérdida del uso de la propiedad dañada por el incendio y ocurre sobre un periodo de años hasta que la propiedad afectada es reemplazada o devuelta a sus condiciones productivas pre-incendio. Éstas pueden incluir la pérdida de ingreso del negocio para el dueño de la propiedad, la pérdida de jornales para empleados hasta que el negocio esté funcio-

nal o los empleados desplazados sean empleados en otra parte, y la pérdida de ingreso a suministradores de materias y servicios. En el caso de un incendio muy grande, posiblemente pueda haber un aumento local en los precios de los productos y servicios producidos debido a un abastecimiento menor disponible para los compradores.

Los Valores Ambientales

La biósfera provee dos tipos de servicios ambientales: las amenidades del ambiente tales como el espacio para la recreación y paisajes, y la fauna silvestre para el disfrute estético (Jacobs, 1991), y "servicios de apoyo a la vida" que son los procesos naturales que mantienen la biósfera (Jacobs, 1991), tal como la diversidad genética, estabilización de ecosistemas, y la regulación del clima. Estos recursos intangibles se consumen sólo "indirectamente" pero son, sin embargo, cruciales para mantener la vida. Los valores ambientales tal como la fauna silvestre y recreación pueden medirse mediante precios de mercado, pero los servicios de apoyo a la vida pueden medirse sólo mediante las técnicas de valores no comerciales, tal como los modelos de precios hedónicos, modelos de costes de viaje (TCM), o modelos de valoración contingente (CVM).

Efectos en cuencas hidrográficas

Uno de los efectos más importantes e inmediatos de los incendios es el cambio del régimen de agua del sitio quemado, tal como un aumento de la escorrentía superficial que puede causar un aumento en la erosión, inundaciones, depósito de sedimentos, y turbosidad y contaminación de los ríos (Connaughton, 1972; Lowe et al., 1978; Pellant, 1990; Riggan et al., 1994). Por otra parte, un aumento de la escorrentía superficial también significa un aumento en la disponibilidad de agua para usos industriales y domésticos, aunque usar el agua puede resultar más costoso a causa del tratamiento adicional al agua. Varios factores tal como la intensidad del incendio, la proporción de la cuenca quemada, el tamaño y la naturaleza de la cuenca, y la distancia de las cuencas de las áreas residenciales y los puntos de uso de agua influyen en la magnitud de estos efectos.

Los efectos "fuera-del-sitio" que ocurren río abajo del incendio pueden ser efectos importantes en la cuenca. Los costes de estos efectos fuera-del-sitio son difíciles de medir. A veces estos se reflejan parcialmente en los costes incurridos debidos a medidas adicionales para prevenir la erosión,

inundaciones y depósito de cieno, y para mantener la calidad del agua que resulta de los fuegos prevenibles sobre la cuenca. Los costes pueden también reflejarse en la pérdida económica de la inundación adicional ocasionada por el incendio.

La agricultura

Las pérdidas de cosecha rara vez resultan de un incendio, pero donde los incendios han dañado cosechas, ellos ocasionan pérdidas importantes a granjeros y la comunidad local. Baumgartner (1984) ha propuesto la fórmula siguiente para estimar las pérdidas de cosecha:

$$\text{Pérdida de Cosecha} = \text{Costo de replantar} \times \text{Sup. quemada} + \text{Pérdida esperada de rendimiento} \times \text{Precio} \times \text{Sup. quemada} \quad (4)$$

Si el total o parte de la cosecha puede salvarse, entonces, la ecuación debe ajustarse para reflejar sólo la diferencia entre el rendimiento esperado menos el valor salvado.

Efectos sobre el paisaje, la recreación y la fauna silvestre

Porque el incendio afecta tanto las características bióticas y abióticas de los montes, afecta por lo tanto los valores potenciales de amenidad y productos de esas tierras en el continuo de mercado a sin-mercado (USDA Forest Service, 1979b). Dependiendo del objetivo de gestión, y el tamaño e intensidad del incendio, los efectos podrían ser o perniciosos o no existentes. Sin embargo, todos estos efectos influyen en el disfrute de las personas que visitan el área para la recreación. Los grandes incendios pueden destruir no sólo sitios e instalaciones de recreación, sino también desvían a algunos recreacionistas del área afectada, por lo menos en el corto plazo (Vaux et al., 1984); porque estos efectos están más cerca del extremo sin-mercado del continuo, son más difíciles de medir. Aunque algunos de estos recursos pueden tener características de mercado, las técnicas de medición de valores sin-mercado como TCM, o CVM proveen una estimación razonable. Loomis y González-Cabán (1994, 1997) usaron un enfoque CVM para estimar el valor económico de la reducción del hábitat del búho moteado de California.

Las técnicas TCM y CVM pueden usarse para desarrollar valores para días/visita por grupos para actividades recreativas diferentes. El sistema de Evaluación de Daño de Incendio de Wisconsin, por ejemplo, "usa una estimación del número de grupos de visita que habrían usado el

sitio de recreación dañado por el incendio para el resto de la temporada (desde la fecha del incendio hasta el Diciembre 31) y el valor día/visita por el grupo para actividades recreativas diversas." (Baumgartner 1984). Ellos desarrollaron valores para por lo menos siete categorías: visita a lugares de interés, acampar, pescar, merendar, remar, caminatas, y nadar. Los tipos y el número de categorías dependen de la ubicación del sitio y los objetivos de gestión para el lugar.

No todos los efectos del incendio sobre los paisajes, recreación y/ o los recursos de fauna silvestre pueden medirse cuantitativamente, aún con técnicas de medición para recursos sin mercado. En algunos casos, un enfoque cualitativo puede por lo menos reconocer los efectos del incendio y sus impactos. El sistema de Wisconsin provee un ejemplo de un enfoque cualitativo al incorporar los efectos del incendio sobre los valores estéticos. En este sistema, las variables que influyen en el efecto estético son el tamaño del área quemada, su importancia estética, y la intensidad y duración del efecto. Ellos identifican clases de uso de recreación para clasificar la importancia estética relativa del área quemada.

CONCLUSIONES

Una clave para la medición del daño es comprender los factores que influyen en el flujo de bienes y servicios de un activo natural. El incendio puede causar una reducción en el valor de estos flujos. Muchos de los bienes y servicios asociados con el bosque tales como el hábitat de la fauna silvestre, especies amenazadas y en peligro de extinción, la diversidad biológica, o los paisajes no son vendidos en mercados organizados. Por lo tanto, no hay mecanismo para asociar el valor de los servicios al valor de reemplazo del activo perdido. Sin embargo, si los efectos del incendio sobre estos recursos sin mercado no son incorporados en el sistema de evaluación de daño de incendio, la estimación total de daño se infravalora.

Implantar un sistema de evaluación de los daños causados por un incendio en el bosque requiere identificar los bienes y servicios producidos por el recurso natural afectado; determinar cómo la cantidad y calidad de éstos se ve afectada; evaluar el valor de la reducción en cada flujo de bienes y servicios por la duración del efecto mediante una tasa de descuento para convertir la reducción de cada flujo de bienes y servicios en dólares actuales; y estimar los cambios de flujo por la duración

de los efectos. El valor resultante es una estimación del daño ocasionado por el incendio.

Medir el valor del daño del incendio es importante porque la distribución de los fondos para la protección contra incendio depende de una evaluación valedera de daño. Los objetivos de gestión del terreno para un área particular tendrán un impacto importante sobre el valor de los recursos y como el daño asociado con el incendio afectaría el rendimiento de los bienes y servicios útiles asociados con ese recurso. Por ejemplo, un incendio que quema un rodal grande de madera en un área de reserva natural no habría ocasionado ninguna pérdida de madera porque de cualquier manera la madera no se habría vendido, pero puede ocasionar pérdidas importantes en usos recreativos, diversidad biológica o hábitat de fauna silvestre.

REFERENCIAS

- Baumgartner, D. C. (1984). *Pilot testing a new system for appraising wildfire effects in Wisconsin*. Gen. Tech. Report NC-97; St. Paul, MN: US Depart. of Agriculture, Forest Service, North Central Forest Experiment Station, 6 p.
- Baumgartner, D. C. (1987). Salvaging fire-damaged timber in Michigan. *Northern Journal of Applied Forestry* 4:149-152.
- Bell, E. F., Cleaves, D. A., Croft, H., Husari, S., Schuster, E. y Truesdale, D. (1995). *Fire economics assessment report*. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, US Depart. of Agriculture Forest Service. Report submitted to Fire and Aviation Management, USDA Forest Service 67 p.
- Brady, R. P. (1979). *Forest fire value appraisal*. Information Report NOR-X-215; Edmonton, ALTA: Northern Forest Research Centre, Canadian Forest Service, Environment Canada, 6 p.
- Brown, T. C. y Boster, R. S. (1978). On the economics of timber damage appraisal for public forests. *Journal of Forestry* 76:777-780.
- Cleaves, D. A. (1996). Personal Communication, June 1996.
- Cleaves, D. A. (1985). Net value change: Issues and applications in fire management. *Fire Management: The Challenge of Protection and Use*. (J. N. Long, Ed.). Logan, Utah State University: 43-61.
- Connaughton, C. A. (1936). Fire damage in the Ponderosa type in Idaho. *Journal of Forestry* 34:46-51.

- Connaughton, C. A. (1972). The impact of fire on forest values and services other than wood production. Fire in the Environment Symposium. Denver, USDA Forest Service: 51-54.
- de Ronde, C., Bohmer, L. H. y Droomer, E. A. P. (1986). Evaluation of wildfire damage in pine stands. *South African Forestry Journal* **138**:45-50.
- Flint, H.R. (1924). The appraisal of forest fire damages. *Journal of Forestry* **22**:154-161
- González-Cabán, A. (1993). The economic impact of fire on forest resources. *Wildfire* **1**:16-21.
- Jacobs, M. (1991). *The green economy: Environment, sustainable development and the politics of the future*. Concord, MA: Pluto Press.
- Kopp, R. J. y Smith, V. K. (1993). Understanding damages to natural assets. *Valuing Natural Assets: The economics of resource damage assessment*. R. J. Kopp y V. K. Smith, eds.). Washington, DC, Resources for the Future: 6-20.
- Loomis, J. y González-Cabán, A. (1994). Estimating the value of reducing fire hazards to old growth forest in the Pacific Northwest: A contingent valuation approach. *International J. of Wildland Fire* **4**:209-216.
- Loomis, J. y González-Cabán, A. (1997). A comparison of the economic value of reducing fire risk to spotted owl habitat in California and Oregon. *Forest Science* (en prensa)
- Lowe, P.O., Ffolliote, P. F., Dieterich, J. H. y Patton, D. R. (1978). *Determining the potential benefits from fire in Arizona ponderosa pine forests*. Gen. Tech. Report RM-52, Tucson, AR: Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, US Depart. Of Agriculture Forest Service 12 p.
- Macleod, N.D. y Ludwig, J. A. (1991). Using BURNECON to evaluate the economics of fire management in semi-arid woodlands in eastern Australia. *Journal of Environmental Management* **33**:65-77.
- Mills, T. J. y Flowers, P. J. (1985). Estimating fire-induced net value change in resource outputs. *International Fire Council 1983 Fire Management Workshop*. Information Report Nor-X-271, Northern Forest Research Centre Canadian Forestry Service: 5-11.
- Mills Jr., W.L. y Meldad, R.S. (1987). Measuring wildfire impacts: Methods and case study. *Northern Journal of Applied Forestry* **11**:143-147.
- Mitchell, J.A. (1948). Fire damage appraisal. *Fire Control Notes* **9**:27-30.
- Montgomery, C. A., Brodie, J. D. y Cleaves, D. A. (1986). Allowable cut effect and fire damage appraisal. *Western Journal of Applied Forestry* **1**:100-103.
- Noste, N. V. y Davis, J. B. (1975). A critical look at fire damage appraisal. *Journal of Forestry* **73**:715-719.
- Pellant, M. (1990). *The cheat grass-wildfire cycle— are there any solutions?* Gen. Tech. Report INT-276. Ogden, UT: Intermountain Research Station, US Depart. Of Agriculture, Forest Service 8 p.
- Polzin, P. E., Yuan, M. S. y Schuster, E. G. (1993). *Some economic impacts of the 1988 fires in the Yellowstone area*. Research Note INT-418. Missoula, MT: Intermountain Research Station, US Depart. of Agriculture Forest Service 13 p.
- Poth, M., Anderson, I. C., Miranda, H. S., Miranda, A. C. y Riggan, P. J. (1995). The magnitude and persistence of soil NO, N₂O, CH₄ and CO₂ fluxes from burned tropical savanna in Brazil. *Global Biogeochemical Cycles* **9**:503-513.
- Rapraeger, E.F. (1936). Effect of repeated ground fires upon stumpage returns in western white pine. *Journal of Forestry* **34**:715-718.
- Rideout, D. B., Loomis, J. B. y Omi, P. N. (1994). *Assessment of nonmarket resources in fire management*. Research proposal submitted by Western Forest Fire Research Center to US Depart. Of the Interior Fire Coordinating Committee 16 p.
- Riggan, P. J., Lockwood, R. N., Jacks, P. N., Colver, C. G, Weirich, F. DeBano, L. F. y Brass, J. A. (1994). Effects of fire severity on nitrate mobilization in watersheds subject to chronic atmospheric deposition. *Environ. Sci. Technol.* **28**:369-375.
- Truesdale, D. (1995). *Fire suppression costs on large fires: A review of the 1994 fire season*. Washington, DC: Fire and Aviation Management, US Depart. of Agriculture Forest Service 60 p.
- USDA Forest Service (1965). *Fire damage appraisal: Economic concepts underlying their economic development and use*. Washington, DC: Division of Forest Economic Research, Forest Fire Damage Appraisal Committee Meeting, US Depart. Of Agriculture, Forest Service 35 p.
- USDA Forest Service (1979a). *Effects of fire on fuels: A State-of-Knowledge Review*. Gen. Tech. Reports WO-13; National Fire Effects Workshop; Denver Colorado, April 10-14, 1978. Washington, DC: US Depart. of Agriculture Forest Service, 64 p.

USDA Forest Service (1979b). *Effects of fire on soils: A State-of-Knowledge Review*. Gen. Tech. Reports WO-7; National Fire Effects Workshop; Denver Colorado, April 10-14, 1978. Washington, DC: US Depart. of Agriculture Forest Service, 34 p.

Vaux, H. P., Gardner, P. y Mills, T. (1984). *Methods for assessing the impacts of fire on recreation*. General Tech. Rep. PSW-133. Albany, CA: Pacific Southwest Research and Experiment Station, U.S. Depart. of Agriculture, Forest Service 13 p.

Vonskii, S.M. y Veresova, I. M. (1972). The method of economic appraisal of damaged caused by forest fires. Lenin Scientific Research Institute of Forestry. *Researches in Forestry* **14**:44-55.

Walsh, R., Loomis, J. y Gillman, R. (1984). Valuing option, existence and bequest demand for wilderness. *Land Economics* **60**: 14-29.

Wolsey, T.A. (1923). Fire damage claims on New England States. *Journal of Forestry* **21**:33-39.

Zivnuska, J. A. (1972). Economic tradeoffs in fire management. Fire in the Environment Symposium. Denver, CO: USDA Forest Service: 69-74.