

Compensaciones Entre la Gestión de los Incendios y el Hábitat en una Reserva Forestal¹

S. Hummel,² D. Calkin,³ R. J. Barbour³

Resumen

Los tratamientos silvícolas que gestionan el comportamiento de los incendios influyen tanto sobre los productos forestales de valor comercial como sobre aquellos que no lo son. Cuando el objetivo de los tratamientos es beneficiarse de un producto que no resulta comercial, la evaluación de sus efectos se complica por las dificultades de evaluar su coste total. La curva de posibilidad de producción (PP) ilustra el coste relativo o las compensaciones de gestionar un producto que no resulta comercial en términos de mercado o según otros valores.

Hemos combinado la simulación y los modelos de optimización para programar tratamientos que reducen el riesgo de incendios (Fire treta (FT)) y conservar la estructura del hábitat forestal de desarrollo frecuencial tardío Late Successional Forest (LDF) de la lechuza moteada del norte durante treinta años en una reserva forestal de 6070Ha. Evaluamos las compensaciones entre reducir el peligro de incendios y mantener la estructura forestal de desarrollo secuencial tardío, construyendo una serie de curvas con la posibilidad de producción. Los resultados sugieren que a niveles bajos y moderados de estructura forestal de desarrollo secuencial tardío en la reserva, el tratar las zonas no pertenecientes al desarrollo secuencial tardío es igual de eficaz para reducir la amenaza de incendios como tratar las zonas de desarrollo secuencial tardío. En este sentido, los tratamientos implican un bajo coste sobre el hábitat de la lechuza. Por el contrario, en altos niveles del hábitat forestal, el tratar algunas zonas forestales de desarrollo secuencial tardío reduciría el peligro de incendio en la reserva. En este sentido, los tratamientos incluyen un coste por el hábitat de la lechuza.

Debería hacerse una valoración de los efectos del tratamiento en la reserva, ecológicos o financieros, a una escala relevante para los incendios y las lechuzas.

Nosotros evaluamos el valor actual neto (Net Present Value, NPV) para todas las unidades de tratamiento que se han realizado en la reserva a lo largo de 30 años, mas que por cada unidad en cada década. Los resultados indican que se alcanzó el coste más bajo de productos no comerciales en la zona forestal de desarrollo secuencial tardío y se redujo el peligro de incendios con un conjunto de tratamientos –algunos rentables y otros que no lo eran considerados individualmente, pero que se equilibraban entre sí (NPV₀₉), por el contrario si le hacía falta un punto de equilibrio dentro de cada década, el coste era similar a exigir que los tratamientos consiguieran 0.5\$ millones NPV. Esto implica que al limitar el tiempo durante el cual se evaluaba el efecto financiero de los tratamientos, resultaba más costoso tratar los productos no comerciales de la reserva.

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 Investigador forestal en el Programa de Interacciones de Recursos Humanos y Naturales, y director del programa Dedicado a la Ciencia respectivamente en el Centro de Investigación del Noroeste Pacífico, Servicio Forestal USDA, P.O. Box 3890, Portland, OR 97208 USA; email; shummel@fs.fed.us, jbarbour01@fs.fed.us.

³ Economista en la Gestión Forestal de los aspectos económicos en el programa de Fincas Públicas, centro de investigación de las montañas rocosas, Servicio Forestal, USDS, P.O. Box 8089, Missoula, MT 59807 USA; email; decalkin@fs.fed.us.

Introducción

Historia

Existe una red forestal en Pacífico Noroeste de EEUU (PNW) El objetivo principal de estas reservas es proporcionar un hábitat para las especies asociadas a las zonas forestales de desarrollo secuencial tardío complejas desde un punto de vista estructural. Una de estas especies es la lechuza moteada del Norte (*Strix occidentalis caurina*) El Plan Forestal del Noroeste (PLAN) que estableció las reservas, permite los tratamientos silvícolas para evitar impactos potencialmente negativos sobre el hábitat (estructura forestal de desarrollo secuencial tardío) asociados con las grandes perturbaciones naturales como incendios forestales (USDA-USDI, 1994) El Plan establece una diferencia entre los tratamientos permitidos en las reservas al Oeste de la Cordillera Cascade (Cascades) y las que están al Este, diferencias regionales en el clima, vegetación, e historia de la gestión (USDA-USDI, 1994) La región del Este (Eastside) está caracterizada por regímenes de incendios de gravedad mixta con períodos más cortos sin incendios comparada con la región occidental (Agee, 1993) Por consiguiente, se permite más flexibilidad silvícola en las reservas de la parte Este.

Tema

Los tratamientos silvícolas dentro de las reservas son fuente de conflictos, en parte por la información limitada que hay sobre la eficacia de los tratamientos para reducir la posibilidad de perturbaciones a gran escala, su coste financiero, y sus efectos sobre el objetivo fundamental de la reserva de mantener la estructura forestal de desarrollo secuencial tardío.

Objetivos

Nuestros objetivos serán tres: 1) Cuantificar la relación entre dos productos que eran rentables: las estructura forestal de desarrollo secuencial tardío y el peligro de incendios en una reserva de la parte Este; 2) Programar los tratamientos silvícolas a lo largo de treinta años a fin de mantener la estructura forestal de desarrollo secuencial tardío a la vez que reduciendo al máximo el peligro de incendio en la reserva; 3) Evaluar los efectos de los distintos niveles de limitación financiera sobre la reducción de la amenaza de los incendios, y en las opciones de tratamiento para mantener la estructura forestal de desarrollo secuencial tardío en la reserva

Métodos

Caracterización del Estructura Actual de la Vegetación

Para realizar este análisis seleccionamos una reserva al Este del Estado de Washington (Fig. 1) En las montañas el Este de las Cascadas, la precipitación anual disminuye en una gradiente de Oeste a Este. En la reserva de 6060Ha, este gradiente está algo modificado por el monte Adams (3700Mts) localizado inmediatamente al Norte. Los cambios en las precipitaciones y la elevación dentro de la reserva influyen

sobre los modelos espaciales de variables como la vegetación y el incendio, y su interacción.

Empezamos nuestro análisis registrando la estructura actual de la vegetación en la reserva utilizando fotografías aéreas de 1995 (escala 1:12000) Se interpretaron a través de fotografías los rodales de vegetación (159 en total) que compartían la misma estructura y composición, utilizando métodos de Hesburg y otros (1999) e introducidos en la base de datos Arc View R GIS. Se construyó una matriz resumida de dos atributos de rodales, tipo de estructura y vegetación potencial a fin de estratificar todos los rodales en 15 tipos de árboles (ver más detalles en Hummel y otros, 2001) Estos dos atributos combinados proporcionan información sobre la estructura forestal actual y las condiciones que influyen sobre su índice potencial de cambio. Para cada tipo de árbol se asignó un índice de gravedad de enfermedad de raíz utilizando métodos de (Goheen, 1997)



Figure 1--Location of the study reserve (black star) in the northwestern United States. California (CA) is provided for reference.

Figura 1—Localización de la reserva estudiada (Estrella negra) al Noroeste de EEUU. Se incluye a California (CA) como referencia.

A continuación resumimos los datos disponibles de la vegetación para cada tipo de árbol y los datos descartados recogidos antes de 1999. Utilizando un diseño aleatorio con una probabilidad proporcional al tamaño, seleccionamos rodales para realizar muestras sobre el terreno en el 2000 y 2001. Se realizó un muestreo de todos los tipos de árboles. Se recogieron todos los datos utilizando el protocolo de examen de árboles de USDA, Región 6 del Servicio Forestal. La cantidad de exámenes realizados dentro de cada rodal dependía del tamaño de éste. Los datos de los

exámenes se utilizaron para crear listas de árboles para ese rodal, según procedimientos estándar del Simulador de Vegetación Forestal (FVS) (Dixon, 2003) Utilizando la serie de listas de árboles FVS existentes dentro de cada tipo de árbol, a todos los rodales que no pertenecían a la muestra se le asignó de forma aleatoria una lista de árboles FVS dentro del mismo tipo de árboles.

Dividimos algunos rodales interpretados a través de fotografías basándonos en la composición de las especies o en características especiales a fin de ajustar nuestra cobertura GIS. Una unidad es el área más pequeña sobre la que se puede aplicar un tratamiento y constituye la base de nuestro análisis de estructura de la vegetación actual y proyectada. Las unidades en la reserva tenían una media de 18Ha y variaban entre 0.8Ha y 464Ha. A todas las unidades se les asignó la lista de árboles FVS asociada a su rodal original (más detalles en Hummel y otros, 2002)

Desarrollo de Definiciones Estructurales para el Peligro de Incendios y el Hábitat Forestal de Desarrollo Secuencial Tardío

Se elaboran definiciones basadas en la estructura forestal de desarrollo secuencial tardío y para un índice explícito desde el punto de vista espacial del peligro de incendios. Nos centramos en la estructura o la disposición y variedad de la vegetación forestal viva y muerta, porque se puede medir y es importante desde el punto de vista físico y biológico para los incendios y para el hábitat de la lechuza. Además, proporciona un denominador común para los productos no comerciales de la zona forestal de desarrollo secuencial tardío y el peligro de incendio.

En cuanto a la estructura forestal de desarrollo secuencial tardío nos basamos en los datos publicados y el conocimiento de las condiciones locales (Thomas y otro, 1990; Buchanan y otros, 1995; Mendez-Treneman, 2002) La definición de la estructura forestal de desarrollo secuencial tardío está fundada en el área basal de los árboles de tipos específicos de diámetro (tabla 1) Suponemos que si proporcionamos las condiciones estructurales consistentes con los estudios publicados sobre el hábitat de la lechuza en la zona Este, la reserva podría conservar parejas de lechuzas para su reproducción.

Tabla 1—*Definición de la estructura forestal de desarrollo secuencial tardío*

Área basal (BA) al menos 55.2 m ² -ha
Área basal (BA) de árboles de más de 61.1 cm dbh \leq 8.3m ² -Ha
Área basal de árboles de más de 35cm dbh \leq 33.1m ² -ha
Área basal de árboles de menos de 35.6cm dbh \leq 8.3m ² -ha

En cuanto al peligro de incendio, utilizamos tres variables: tamaño de la llama, inicio del incendio de las copas, y propagación de incendio de copas (Scoot y Reinhart, 2001) Se valoró la lista de árboles FVS con la Ampliación del Incendio y los Combustibles (Reinhart y Crookston, 2003) a fin de estimar estas tres variables por cada unidad. Un índice de la unidad del peligro de incendios era una combinación

ponderada de las variables existentes dentro de la unidad y las unidades adyacentes (más detalles en Hummel y otros, 2002; Calkin y otros, en revisión) Se desarrolló un nivel del índice del peligro de incendios (bajo, moderado o alto) para cada unidad. Incluimos información sobre las unidades vecinas en nuestro índice de peligro de incendios a fin de que si tratamos una unidad se pudiera influir sobre el peligro de incendios en las unidades adyacentes y viceversa. Se calculó el peligro de incendios de un paisaje a partir de la parte de la reserva en cada categoría de peligro de incendios, baja moderada o alta, para cada década. Elegimos un período de análisis de 30 años considerando los períodos sin incendio para los bosques coníferos-mixtos de la región (Agee, 1993)

Simulación de la Respuesta de la Vegetación a los Tratamientos Silvícola

Utilizamos la variante del simulador de vegetación forestal FVS del Este de las Cascadas (Jonson, 1990) el modelo occidental de enfermedades de las raíces (Frankel, 1998), y la propagación de incendios y combustibles –simulador de vegetación forestal FVS (Reindhart y Crookston, 2003) a fin de evaluar la estructura forestal de desarrollo secuencial tardío y asignar un nivel de peligro de incendios en cada unidad. Las palabras clave del simulador de vegetación forestal (Pandick, 2000) fueron utilizadas para poner todas las listas de árboles con una fecha común, modificar la ecuación por defecto del crecimiento del diámetro de árboles grandes basadas en las estadísticas de calibrado de muestras locales, cambios de valores por defecto de los árboles talados y humedad de los combustibles basados en muestras sobre el terreno y visitas (por ejemplo, Hummel y Agee, 2003) clasificando la unidad según nuestra definición de zona forestal de arrollo secuencial tardío, fijamos los índices de velocidad del viento basándonos en datos de la estación meteorológica local y simulamos la regeneración de los árboles (más detalles en Clakin y otros, en revisión)

Se aplicaron los tratamientos silvícola de intensidad variable al Simulador de Vegetación Forestal para todas las unidades y desarrollos forestales simulados durante tres ciclos de diez años. Los tratamientos diferían en cuanto el tipo de aclareo, especies retiradas, límite máximo de diámetro, objetivo del área basal residual, y cargas residuales de combustible (tabla 2) Se simuló una gestión pasiva en la reserva aplicando el tratamiento de "ausencia de prescripción" (NORx) en todas las unidades. Los tratamientos activos de tala de árboles se aplicaron según una serie de normas. Las normas se eligieron consultando las leyes aplicables, y las normas y orientaciones del Plan, y también con los gerentes de la reserva (más detalles en Calkin y otros, en revisión) Se puede mencionar como ejemplo que no se aplicó ningún tratamiento activo en ninguna unidad que cumpliera criterios estructurales como el hábitat de los nidos de la lechuza moteada.

La estructura de la vegetación de cada unidad en todos los ciclos asociados a los tratamientos se valoró según las definiciones fijadas para el peligro de incendios y las zonas forestales de desarrollo secuencial tardío utilizando los mandos del Simulador de Vegetación Forestal. Utilizamos resultados de la simulación de RORAx para identificar los valores base para la reserva. La zona proyectada de la estructura forestal desarrollo secuencial tardío con gestión pasiva (6082Ha) se convirtió en la

zona máxima forestal de secuencia tardía que se mantuvo durante más de treinta años.

Tabla 2—Tratamientos silvícolas

Tratamiento (Rx)	Objetivo Rx	Tratamiento Silvícola aplicado en el Simulador de Vegetación Forestal	Citas sobre objetivos Rx
NoRx	Minimizar perturbaciones humanas	Ninguna actividad programada	
Reducir Rx	Reducir el potencial de incendios de copas en ecosistemas forestales históricos de bosques de escasa gravedad de incendio	40% de cobertura de bóveda Aclareo desde abajo hasta 50.8cm dbh Retirar preferentemente ABGR Apilar y quemar Plantar y PSME, PIPO, LAOC	Agee, 1999 Agee, 2000 Grahama et al, 1999
Restablecer Rx	Reducir densidad de abetos tolerantes a la sombra (ABIES) plantados desde los años 20	Aclareo desde abajo hasta 31.8cm dbh Mantener por lo menos 23m ² /Ha de área basal Mantener PSEME, PIPO, LOC, PIEN Apilar y Quemar	Hummel et al 2002
Protege Rx	Proteger árboles grandes (mas de 53,3cm dbh) y mantener suficiente área basal para mantener la definición LSF	SI hay mas de 55.2m ² /Ha en cada unidad, aclarar árboles 0/35.6cm dbh a 8.3m ² /Ha Apilar y quemar	Jonson y O'Neill Mendez-Treneman, 2002
Diámetro Rx	Reducir densidad de abetos tolerantes a la sombra (ABIES)	Aclareo desde abajo hasta 25.4cm dbh. Dejar al menos 23m ² /Ha de área basal . Mantener PSEM, PIPO, LAOC, PYEN. Apilar y quemar	
Acelerar Rx	Acelerar el desarrollo de la estructura LSF	Aclareo hasta 247 árboles Mantener PSEM, PIPO, LAOC Plantar 247 PSEM/Ha	

ABGR, gran abeto (*abies grandis*)
 PSEME, abeto Douglas (*pseudotsuga menziesii*)
 PICO, pinus contorta (*pinus contorta*)
 LAOC, alerce occidental (*laris occidentalis*)
 PIPO, Pino Ponderosa (*pinus ponderosa*)

Se guardaron todos los resultados de la simulación del simulador de vegetación forestal y se vincularon a la base de datos GIS. La lista de árboles cortados por el simulador de vegetación forestal después de todo tratamiento activo fue guardada en un formato compatible con el modelo de la Evaluación Financiera de las Actividades de Gestión del Ecosistema (FEEMA) (Fight and chmelic, 1998)

Desarrollar curvas de producción variando los tratamientos silvícolas y la zona tratada

Las curvas de posibilidad de producción (PP) ilustran el coste relativo, o compensaciones, de gestionar un producto no rentable en términos de productos rentables o no rentables (Montgomery, 2003) elaboramos un algoritmo de anillado simulado (SA, Kirk Patrick, 1983) para construir una serie de curvas PP para la reserva. El algoritmo SA se escribió para maximizar la reducción del paisaje amenazado por incendios y sometido a limitaciones en el área total de la estructura forestal de desarrollo secuencial tardío, conservado durante 30 años y la extensión que podía tratarse en un ciclo. Cada punto de las curvas PP representa los resultados de las distintas combinaciones de tratamientos silvícola en términos de reducción de la amenaza de incendios y de la estructura forestal de desarrollo secuencial tardío, mientras que cada curva representa las compensaciones relativas entre la reducción de la amenaza de incendio y la estructura secuencial de desarrollo secuencial tardío sometido a una limitación determinada de la zona. La limitación de la zona forestal de desarrollo secuencial tardío varió desde permitir que cualquier unidad así calificada recibiera tratamiento (sin limitaciones) hasta no permitir que se tratase ninguna unidad calificada como zona forestal de desarrollo secuencial tardío (Sistema Estricto) Las limitaciones intermedias incluían un mantenimiento de la estructura forestal de desarrollo secuencial tardío de 6678, 6780 y 6880Ha, durante el período de análisis de 30 años. Se evaluó la eficacia de los tratamientos identificando si los niveles de peligro de incendios reducían en las unidades tratadas y su efecto global sobre el peligro de incendios en el paisaje (más detalles en Calkin y otros, en revisión)

Identificación del Coste Marginal de los Tratamientos Silvícola

Introdujimos los supuestos precios de talas, tratamiento de combustible, y productos derivados de la madera en FEEMA a fin de calcular los ingresos netos por unidad, por tratamiento y por década. Los directores de la reserva presentaron los costes, incluyendo el transporte, mantenimiento de carretera, requisitos contractuales, repoblación forestal, desbroce y apilado y quema. Se estimó la cantidad por defecto de los tipos de tronco por tamaño utilizando los registros anteriores de venta de madera de la zona y las recomendaciones del personal responsables de pesar y transportar la mercancía. Se hizo un promedio de los precios de los productos de la madera que representaban un

mercado estable a la alza (cuarto trimestre de 1999) y un mercado estable a la baja (cuarto trimestre de 2001) PNW para reflejar la estabilidad del mercado. Se supuso que el precio de los productos y todos los costes de la recogida y operaciones eran constantes a lo largo del tiempo. Se hizo un descuento de un 4% sobre los futuros costes e ingresos.

Identificamos una gama dentro de la cual los tratamientos silvícolas podían alcanzar una reducción de amenaza de incendios relativamente alta a un coste relativamente bajo en la estructura forestal de desarrollo secuencial tardío utilizando las curvas PP. A continuación examinamos la forma en que los niveles de reducción de peligro de incendios, dentro de esa gama, serían afectados por las distintas necesidades financieras de los tratamientos. A fin de desarrollar una función tridimensional de la producción en términos del valor neto actual (NPV), la estructura forestal de desarrollo secuencial tardío y el peligro de incendio, mantuvimos la estructura forestal de desarrollo secuencial tardío y el área tratada como constantes. La función objetiva consistía en reducir el peligro de incendios mientras que se incluían como limitaciones en el área de la estructura forestal de desarrollo secuencial tardía (6880Ha), el área máxima tratada ($\leq 10\%$ de la reserva), y el valor actual neto. Los niveles de limitación del valor actual neto fueron de 0\$, 0.5\$ millones, 1\$ millón y 1.5\$ millones además de una línea de base sin limitaciones. Los tres casos de mas de 0\$ también son descritos como mas” del valor actual neto mas NPV)

Resultados

Compensaciones entre la zona forestal de desarrollo secuencial tardío y la reducción del peligro de incendios

La figura 2 ilustra las compensaciones entre la estructura forestal de desarrollo secuencial tardío y la reducción del índice sobre el peligro de incendio en el paisaje, en los distintos tratamientos y la zona tratada. El punto a ilustra la limitación estricta de la zona y la mayor extensión de la estructura forestal de desarrollos secuencial tardío proyectada a lo largo de treinta años. La curva (b) dibujada a mano para la ilustración, representa el acceso donde sólo se aplicó el tratamiento del límite de diámetro (Diámetro Rx) La curva exterior (e), también dibujada a mano representa el caso que no tiene ninguna limitación. Las otras curvas representan las mezclas de los tratamientos silvícola y la zona tratada. La parte relativamente plana de las curvas implica que, para los niveles más bajos y moderados de la estructura forestal de desarrollo secuencial tardío en la reserva, el tratar las unidades que no pertenecen a esta zona resulta tan eficaz para reducir el peligro de incendios como si se trataran estas zonas. En esta secuencia, los tratamientos requieren costes bajos e n términos de hábitat de las lechuzas. Por el contrario la pendiente de la curva indica que en los altos niveles de hábitat de la estructura forestal de desarrollo secuencial tardío, el tratamiento de alguna s unidades de esta zona podría reducir el peligro de incendios en la reserva. En esta gama, los tratamientos implicarían un coste debido al hábitat de la lechuza.

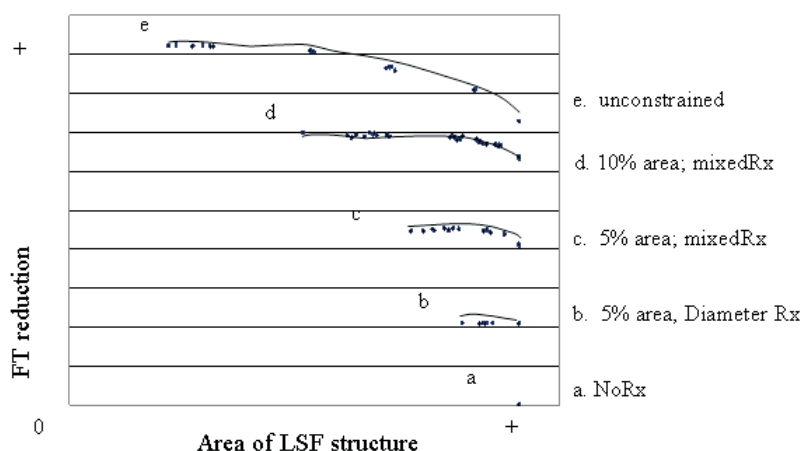


Figure 2--Tradeoffs between late successional forest (LSF) structure and fire threat (FT) reduction for different silvicultural treatments (Rx) and constraints on area treated (5% or 10% of the reserve). For illustration, curves b, c, d, and e were drawn freehand rather than fitted.

Figura 2—Compensaciones entre la estructura forestal de desarrollo secuencial tardío y la a reducción del peligro de incendios en los distintos tratamientos silvícolas (Rx) y las limitaciones sobre el área tratada (5% ó 10% de la reserva) Para la ilustración, las curvas b, c, d fueron dibujadas a mano en lugar de ser adaptadas

Opciones de Tratamiento

Los resultados de la gestión pasiva indican que los niveles de peligro de incendios en el paisaje aumentaron durante los últimos 30 años. Algunas zonas cambiaron de un peligro de incendios escaso o moderado a un nivel alto durante las dos primeras décadas y permanecieron en el nivel alto durante la tercera década. Por el contrario, el área proyectada de la estructura forestal de desarrollo secuencial tardío permaneció a un nivel bastante constante durante todo el período analizado. Este análisis de la línea de base sugiere un aumento de probabilidad de perturbaciones a gran escala en la estructura forestal de desarrollo secuencia tardío de la reserva a lo largo del tiempo

Los resultados de la gestión activa indican que era mejor aplicar una mezcla de tratamientos silvícola que un solo tratamiento, para alcanzar los objetivos de mantener la estructura forestal de desarrollo secuencial tardío y la reducción del peligro de incendio. La aplicación del tratamiento según un límite de diámetro no dio como resultado una reducción del peligro de incendio de en muchas zonas.

Costes marginales de los Tratamientos Silvícolas sobre las zonas forestales de Desarrollo Secuencial Tardío y la Reducción del Peligro de Incendios

A lo largo del período de 30 años analizado, la limitación al punto de equilibrio (NPV más menos 0) no unió el algoritmo de anillado simulado. Esto significa que tanto con el requisito como sin el requisito financiero de llegar a un punto de equilibrio, los tratamientos alcanzaron mas o menos el mismo nivel de reducción de peligro de incendio como de estructura forestal de desarrollo secuencial tardío. Sin embargo, aunque los resultados del tratamiento fueron similares, los ingresos netos no lo fueron. Para niveles similares de reducción del peligro de incendios y estructura forestal de desarrollo secuencial tardío, los ingresos netos de varias mezclas de tratamientos iban de 1.000.000\$ a 3.000\$ a lo largo de 30 años. Las soluciones sin limitación financiera tuvieron siempre como resultado unas soluciones NPV muy negativas

Durante el período de 30 años, las exigencias de conseguir dinero (más NPV) para la colección de tratamientos, afectó negativamente al reducción del peligro de incendios. Las grandes limitaciones provocaron altos costes marginales. Esto fue debido al hecho de que no se aplicaron los tratamientos silvícolas en los que perdía dinero sistemáticamente, a pesar de que reducían el peligro de incendios aun coste muy bajo para la estructura forestal de desarrollo secuencial tardío. Algunos tratamientos presentaron valores actuales netos negativos en todas las zonas y todas las décadas. Por lo tanto, la exigencia de ganar dinero impuso un sote sobre los productos no comerciales de la reserva.

Finalmente, si se exigía un punto de equilibrio en cada década, el coste era similar a exigir que los tratamientos ganasen 0.5 millones \$ de NPV durante las tres décadas. Esto implica que limitar el período de tiempo donde se evalúa el efecto financiero de los tratamientos suponían un coste sobre los productos no comerciales de la reserva. Los resultados son sensibles hacia los productos no comerciales considerados y el período de tiempo en el que fueron evaluados.

Debate

Las implicaciones ecológicas y financieras de los tratamientos silvícolas deben ser evaluadas según una escala geográfica y temporal importante para sus objetivos. En este análisis, según los objetivos relacionados con los incendios forestales y el hábitat de la lechuza, consideramos los resultados de la conjunto de zonas tratadas en la reserva a lo largo de 30 años, mas que zona por zona. Nuestros resultados sugieren que se pueden aplicar tratamiento silvícolas de intensidad variable que reducen el peligro de incendios a un bajo coste para la estructura forestal de desarrollo secuencial tardío existente o proyectado dentro de la reserva.

El Servicio Forestal USDA no está obligado por ley a ganar dinero. Sin embargo la prudencia aconseja que se alcancen los objetivos de gestión de los bosques públicos a un coste mínimo. Cuando los objetivos incluyen productos no comerciales, los costes totales incluirán impactos que no se pueden traducir en dinero. Una forma de evaluar estos impactos es identificando las relaciones de producción entre los productos no comerciales, y estimando luego el coste relativo de gestionar unos según los términos del otro. Por ejemplo, si hay una limitación estricta de zona de NPV mayor menor 0, nuestros resultados indican que el coste margina de una mejora de 8% en la reducción del peligro de incendio equivale a una reducción de 1.5% en la estructura forestal de desarrollo secuencial tardío.

Aunque los métodos de Posibilidad de Producción pueden ayudar a entender posibles compensaciones entre los productos no comerciales, a través de dos o tres dimensiones no se puede entender las variables tan importantes desde el punto de vista biológico y social. En este análisis, por ejemplo, la incertidumbre sobre la relación de la estructura forestal sobre la continuidad de existencia de la lechuga afectará la percepción del peligro que tienen para las lechugas los diferentes tratamientos silvícolas. A su vez. Introducirán otras limitaciones que está fuera del alcance de nuestro análisis. La eficacia económica no es el único factor considerado por los gestores de fincas públicas, espero se pueden utilizar métodos económicos que suministren información sobre las compensaciones asociadas a las distintas opciones de gestión.

Referencias

- Agee, J.K. 1993. **Fire ecology of Pacific Northwest forests**. Washington, DC: Island Press. 493 p.
- Agee, J.K. 1996. **The influence of forest structure on fire behavior**. In: Proceedings, 17th Annual Forest Vegetation Management Conference. Redding CA: pp. 52-68.
- Agee, J.K., Bahro, B., Finney, M.A., Omi, P.N., Sapsis, D.B., Skinner, C.N., van Wagtenonk, J.W. and Weatherspoon, C.P. 2000. **The use of shaded fuel breaks in landscape fire management**. Forest Ecology and Management. 127: 55-66.
- Buchanan, J.B.; Irwin, L.L.; McCutchen, E.L. 1995. **Within-stand nest site selection by spotted owls in the eastern Washington Cascades**. Journal of Wildlife Management. 59(2): 301-310.
- Dixon, Gary E. comp. 2003. **Essential FVS: A User's Guide to the Forest Vegetation Simulator**. Fort Collins, CO: U. S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Management Service Center. 193p.
- Fight, R.D.; Chmelik, J.T. 1998. **Analysts guide to FEEMA for financial analysis of ecosystem management activities**. Gen. Tech. Rep. FPL-GTR-111. Madison WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory 5 p.
- Frankel, S.J. (tech. coord.). 1998. **Users guide to the western root disease model, version 3.0**. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-165. Albany, CA. Pacific Southwest Research Station, Forest Service, US Department of Agriculture; 164. p.
- Goheen, E.M. 1997. **A multistand assessment approach for evaluating insects and diseases, establishing treatment priorities, and predicting vegetative development**.

- In Teck, R.; Moeur, M.; and Adams, J. (comps). Proceedings: Forest Vegetation Simulator conference 1997 February 3-7; Fort Collins CO. USDA Forest Service Intermountain Research Station Gen. Tech. Rep. INT-GTR-373. Ogden, UT. Pp 107-110.
- Graham, R.T., Harvey, A.E., Jain, T.B. ,and Tonn, J.R. 1999. **The effects of thinning and similar stand treatments on fire behavior in western forests.** General Technical Report PNW-GTR-463. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research. 27 p.
- Hessburg, P.F.; Smith, B.G.; Kreiter, S.G. [and others]. 1999. **Historical and current forest and range landscapes in the interior Columbia basin and portions of the Klamath and Great Basins. Part I: Linking vegetation patterns and landscape vulnerability to potential insect and pathogen disturbances.** Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-458. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 357 p. Quigley, Thomas, M. tech. ed.; Interior Columbia Basin Ecosystem Management Project: scientific assessment).
- Hummel, S. and Agee, J.K. 2003. **Western spruce budworm defoliation effects on forest structure and potential fire behavior.** Northwest Sci. 77 (2): 159-169.
- Hummel, S.S., R.J. Barbour, P.F. Hessburg, and J.F. Lehmkuhl. 2001. **Ecological and financial assessment of late successional reserve management.** Res. Note PNW-RN-531. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 25 p.
- Hummel, S.S., D.E. Calkin, and R.J. Barbour. 2002. **Landscape analysis with FVS and optimization techniques: Efficient management planning for the Gotchen late successional reserve.** In Crookston, N.L. and R.N. Havis Second Forest Vegetation Simulator Conference; 2002 February 12-14; Fort Collins, CO. Proc. RMRS-P-25. Ogden, UT: U.S.D.A., Forest Service, Rocky Mountain Research Station. Pp 78-82.
- Johnson, R.J. 1990. **East Cascades Prognosis Variant of the Forest Vegetation Simulator.** Ft. Collins, CO. USDA Forest Service. 13 p.
- Johnson, D.H. and O'Neil, T.A. (managing directors) 2001. **Wildlife-Habitat Relationships in Oregon and Washington.** Oregon State University Press, Corvallis. 736p.
- Kirkpatrick, S., C.D. Gelatt, and M. Vecchi. 1983. **Optimization by simulated annealing.** Science 220: 671-680.
- Mendez-Treneman, R. 2002. **Development and maintenance of northern spotted owl habitat in the Gotchen Late Successional Reserve of the Gifford Pinchot National Forest, Washington.** In Parker, S. and S.S. Hummel, Beyond 2001: a silvicultural odyssey to sustaining terrestrial and aquatic ecosystems? Proceedings of the 2001 national silviculture workshop, May 6-10, Hood River, OR. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-546. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. Pp. 10-19.
- Montgomery, C. 2003. **The production possibilities approach to understanding and modeling compatibility.** Chapter 2 in R.A. Monserud, R.W. Haynes, and A.C. Johnson (eds.) Compatible Forest Management. Kluwer Academic Publishers. The Netherlands. Pp 35-52.
- Reinhardt, E.D. and N.L. Crookston (tech. eds.). 2003. **The fire and fuels extension to the Forest Vegetation Simulator.** Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-116. Ogden, UT: US Department of Agriculture Forest Service. Rocky Mountain Research Station. 209p.
- Scott, J.H. and E.D. Reinhardt. 2001. **Assessing crown fire potential by linking models of surface and crown fire behavior.** Research Paper RMRS-RP-29. Fort Collins, CO: U.S.D.A., Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 59p.

- Thomas, J.W.; Forsman, E.D.; Lint, J.B. [and others]. 1990. **A conservation strategy for the northern spotted owl.** U.S. Department of Agriculture, Forest Service; U.S. Department of the Interior, Bureau of Land Management; Fish and Wildlife Service; National Park Service. Washington, DC: U.S. Government Printing Office.
- U.S. Department of Agriculture, Forest Service; U.S. Department of the Interior, Bureau of Land Management. 1994. **Record of decision for amendments to Forest Service and Bureau of Land Management planning documents within the range of the northern spotted owl.** [Place of publication unknown]. 74 p. [plus Attachment A: standards and guidelines].
- Van Dyck, M.G. 2001. **Keyword reference guide for the Forest Vegetation Simulator.** USDA Forest Service. Forest Management Service Center. June 2001. 93 p.

Esta página se deja en blanco intencionadamente.