

APLICABILIDAD DEL MODELO DE FAUSTMANN A LA PROTECCION FORESTAL

M. A. MENDOZA

S. E. CESPEDES

Colegio de Postgraduados Programa Forestal
56230 Chapingo (México)

RESUMEN

La teoría de la empresa, que es el sustento lógico para la economía del manejo del bosque, es también aplicable para explicar la asignación racional de insumos escasos para los programas de protección forestal. La economía de la protección forestal se complica por no haber un producto tangible, pues la misión de la protección forestal es el evitar sucesos catastróficos y reducir las mermas por plagas, enfermedades y otros agentes destructivos. Cuantificar los daños evitados es una meta elusiva, pero necesaria para justificar los presupuestos de protección.

Proponemos el uso de los conceptos económicos de la teoría actuarial sobre seguros contra desastres para abordar el tema de la protección desde un punto de vista de racionalidad económica. Con esta idea pretendemos demostrar que las decisiones sobre protección forestal pueden enmarcarse dentro del concepto de manejo integral de recursos forestales.

PALABRAS CLAVE: Protección Forestal
Manejo Forestal
Modelo Faustmann

INTRODUCCION

La contribución que la teoría económica ha hecho para el mejor entendimiento de las decisiones silvícolas y de manejo forestal ha sido ampliamente reconocida desde mediados del siglo pasado. Por razones difíciles de comprender, la protección forestal, siendo un viejo tema de investigación, ha sido menos estudiada por economistas, cosa que es evidente en la actual proliferación de políticas de protección que hacen uso irracional de los recursos para la protección; v.gr. la política mexicana de que todos los incendios se deben combatir en tanto haya medios para ello, o la política norteamericana de permitir incendios que son naturales o que simulan el efecto de un incendio natural.

En este documento deseamos mostrar que el uso del análisis económico es una necesidad para la buena conducción de los programas de protección forestal y que la participación de economistas profesionales dentro de los grupos interdisciplinarios que realizan el manejo forestal es en beneficio de la toma de mejores decisiones.

Recibido: 24-3-92

Aceptado para su publicación: 13-12-93

PREMISAS

Si bien la teoría económica ofrece modelos explicativos para todas las diferentes circunstancias en el manejo de bosques, para simplicidad de esta presentación asúmase el caso de bosques privados maderables en los que además existe interés en mantener y/o mejorar las condiciones de los recursos no maderables y donde deben cumplirse normas oficiales sobre protección del medio ambiente y sobre impacto ecológico aceptable.

Adicionalmente, a las personas no familiarizadas con la teoría de la empresa les ayudará suponer que el propósito de la toma de decisiones en este caso es el definir una prima de seguro a pagar a cierta organización regional encargada de manejar los siniestros que ocurran en el bosque.

MODELOS

En realidad sólo existe un modelo microeconómico válido, que es el modelo Faustmann (Jackson, 1980), pero podemos replantear este modelo de forma que resalten las cualidades importantes para el manejo de la protección forestal. Esta versión del modelo Faustmann es conocida como la política de mínimo costo más daños, que significa el buscar, dentro de niveles crecientes de intensidad de protección, la suma mínima de los costos directos de labores de protección más los inevitables daños que lleguen a suceder (Fig. 1). Las implicaciones teóricas de este tema son tratadas ampliamente en Chandler *et al.*, (1983) y Rivero (1984), pero debe aclararse que existen serios problemas de adquisición de datos empíricos y que la compleja estructura matemática de las ecuaciones en casos operativos es aún materia de discusión, la cual de momento se inclina por procedimientos de teoría de control como los usados por Wissel (1984).

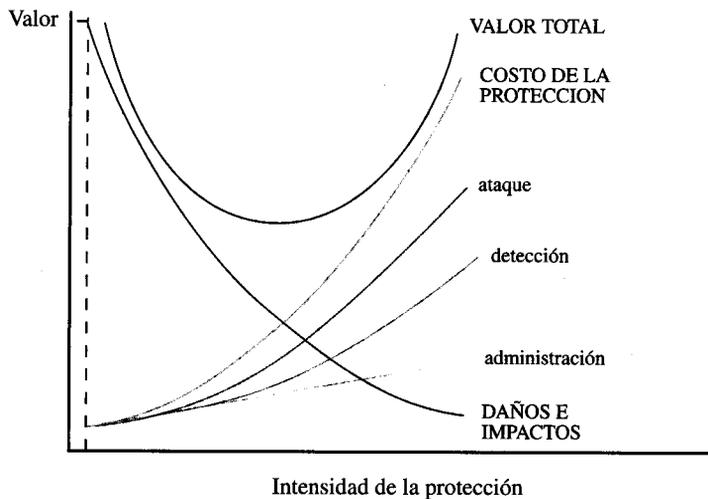


Fig. 1.—Conceptualización de la protección bajo la idea de mínima suma de costos y daños
Conceptual description of forest protection from the point of view of costs plus damages minimum amount

El objetivo del modelo de mínimo costo más daños es el de reflejar, simplificadaamente, el efecto de intensidades crecientes de las tareas de protección sobre la reducción de los daños por siniestros, en el entendido de que siempre habrá al menos algunos daños y que al aumentar los esfuerzos de protección su efectividad será decreciente. Dicho de otra manera, el administrador de la protección tomará sus decisiones en base a la idea de que ahorrar un peso en daños evitados es tan importante como el ahorrar un peso en el presupuesto de protección. Además del problema del nivel óptimo de protección existe también el problema de cuál es la mejor combinación de actividades preventivas, presupuestivas, de detección, control y combate. En este trabajo no abordaremos este segundo tema.

Dentro del modelo de mínimo costo más daños se parte de que los eventos catastróficos tienen las siguientes propiedades:

- Son aleatorios, ocurriendo en base a una cierta distribución de densidad de probabilidad que cambia en virtud de:
 - Susceptibilidad: algunas especies y sitios son intrínsecamente más propensos a sufrir cierta clase de daño.
 - Peligro: la dinámica de la masa forestal puede pasar por etapas y situaciones en donde se propicia la aparición de un agente destructor o se rebasa el umbral epidémico/endémico de una plaga; o sea, el inicio de un siniestro es un evento azaroso que es más probable de ocurrir en ciertos escenarios.
- La extensión afectada por un siniestro es aleatoria, aún suponiendo condiciones geográficas homogéneas en cuanto a susceptibilidad y peligro.
- La intensidad de los daños en cada unidad de terreno afectada es aleatoria, aún suponiendo condiciones geográficas homogéneas en cuanto a susceptibilidad y peligro.
- El valor de los daños de un siniestro está dado por:
 - El volumen, medido en valor económico, de recursos comerciales completa o parcialmente destruidos por el siniestro.
 - Los daños al sitio y la reducción del crecimiento y sanidad de la masa después del siniestro; este monto es la diferencia de valor neto presente que el rodal siniestrado tenía antes del evento, menos el valor que tenga después del siniestro, a consecuencia de las modificaciones que deban hacerse a su régimen de cultivo silvícola para este turno y subsiguientes.
- Los costos adicionales a que obliga si se efectúa una labor de salvamento o saneamiento, en virtud de no estar programada y por la necesidad de ejecutar tal labor urgentemente, así como por el menor monto y la menor calidad de los productos a cosechar en esa labor.
- Los efectos netos (algunos de ellos positivos) del siniestro sobre los recursos no comerciales.
- El cambio (generalmente reducción) en la probabilidad de ocurrencia futura y posible severidad y extensión de ese u otro tipo de siniestros, cambio que se mide en términos de la diferencia en esperanza matemática del valor económico de tales posibles siniestros.

ANALISIS

Detrás del modelo de mínimo costo más daños existe una filosofía de manejo forestal según la cual las mermas en recursos forestales son inevitables, pero que existen medidas de protección cuyo costo económico justifica plenamente su ejecución en virtud de la eficacia con que modifican las distribuciones de probabilidad de ocurrencia, extensión y severidad de los siniestros. Es decir, que el recomendar una medida administrativa de protección forestal se hace en virtud de que, según la mejor información disponible al momento de la decisión, el costo de la tarea protectora no es mayor que la esperanza en valor económico de la diferencia entre los daños probables si no se ejecuta esa medida y la esperanza de daños si se realiza (i.e. valor probable de los daños evitados).

Por lo anterior se entiende que es imposible validar la racionalidad de las decisiones de protección forestal, ya que eventualmente algunos siniestros se llegarán a presentar aún en los lugares que fueron protegidos. Las dificultades en adquirir y procesar suficiente información empírica para valorar las diferentes combinaciones de labores de protección, en los complejos ambientes naturales y de mercado de casos reales de manejo forestal, por supuesto no son razón suficiente para hacernos olvidar el valor de la teoría como medio para comprender el fenómeno de los siniestros. Dado el caso, las decisiones de protección, al igual que todas las demás decisiones en la gestión del bosque, han de darse en base a los mejores elementos de juicio disponibles a cada momento.

Como corolario de los argumentos anteriores puede decirse que la mayoría de las características de los escenarios en que un siniestro es más probable, son cualidades que se han acumulado paulatinamente (v.gr. la acumulación de combustibles muertos que aumenta el peligro de incendio); por tanto el siniestro normalmente es más un efecto que una causa de una situación negativa preexistente en el bosque. Por ejemplo, al ocurrir brotes de descortezadores se reduce la densidad excesiva de los pinares y se fomenta la renovación de las masas maduras. En este sentido, el que artificialmente se evite la iniciación del siniestro no soluciona de fondo el problema sanitario (v.gr. la sobrepoblación senil), sino que lo agrava y conduce a salidas catastróficas.

En un programa de protección racional no sólo se combaten siniestros, además se atiende el problema de fondo que crea la situación de peligro. Generalmente esto implica el permitir cierta ocurrencia de fenómenos destructivos bajo un escenario controlado. Tal sería el caso, por ejemplo, de las quemas prescritas para reducción de combustibles. También es usual emplear una labor silvícola que imita la acción de la plaga, como es el caso de los raleos para prevenir ataques de descortezadores.

La lógica anterior permite incorporar las medidas tradicionales de protección forestal al proceso de manejo integral de los recursos forestales. Asimismo, con esta lógica las medidas culturales y de gestión de aprovechamientos adquieren un valor dentro de la protección del bosque por cuanto que estas acciones también modifican las funciones de probabilidad de ocurrencia, extensión y severidad de siniestros.

EL MANEJO DE LA PROTECCION DEL BOSQUE

A continuación sigue una presentación del manejo integral de la protección forestal que hemos adaptado de la idea original de Stark (1984).

Intensidad de manejo

Parece obvio que terrenos forestales homogéneos biológicamente reciban distinta intensidad de esfuerzos de protección si los objetivos de manejo son diferentes. Esto podría ser por tratarse de distintos tipos de tenencia de la tierra, distinto tamaño de predio, diferencias en infraestructura o distinta ubicación estratégica respecto a los mercados de productos forestales. De la misma manera debemos esperar un nivel de protección mucho más estricto en función de una mayor importancia de los valores que un siniestro pudiera estar amenazando. Esta importancia puede estar dada por el valor del propio recurso que se protege, o por el valor de los impactos probables en caso de siniestro.

Un caso extremo de esta situación es el de la protección contra fuego en la interfase urbana-forestal. Esta zona de umbral que cada vez es más grande por el aumento de la urbanización a nivel mundial, es de poco valor maderable, pero debe ser protegida vigorosamente para evitar daños a las propiedades, a la salud y a la vida de sus habitantes; empero, aún en estos ambientes no es racional asignar todos los recursos de protección disponibles ni llegar hasta el límite de nuestras capacidades tecnológicas en virtud de que vida, salud y propiedad son valores económicos finitos. Estos valores han sido tasados por las empresas aseguradoras y también por las decisiones cotidianas de la sociedad, tal como la decisión de algunos individuos de asentarse en la interfase urbana-forestal, que implica una aceptación racional de la existencia de ciertos riesgos.

Clasificación del sitio

Una primera forma de racionalizar el uso de recursos escasos para el manejo del bosque consiste en asignar mayores presupuestos de protección a los lugares donde las especies o los sitios son especialmente vulnerables a ciertos siniestros. Se ha avanzado en este sentido lo suficiente como para considerar que la clasificación del terreno por susceptibilidad es un procedimiento rutinario, aunque imperfecto. Ejemplos de este tipo de trabajo son las indicaciones de Amman, McGregor (1985), Amman, Anhold (1989) y Shore *et al.*, (1989) sobre los factores del sitio y el rodal que hacen más probable un ataque de *Dendroctonus ponderosae* sobre masas de *Pinus contorta*. Aunque estos estudios apuntan hacia la sobre-población y senilidad como situaciones que inducen la aparición del descortezador; algunos componentes geográficos también parecen tener fuerte influencia, especialmente la combinación de baja altitud y baja latitud.

Silvicultura integral

La primera condición para una producción maderable eficiente es el que los árboles se mantengan vivos y sanos, así que en todo tratamiento cultural la primera directriz es la protección de la masa forestal. Un excelente ejemplo lo son los aclareos, pues es abrumadora la evidencia experimental que indica que los aclareos hacen muy poco por mejorar la producción y productividad del rodal, en cambio, los aclareos son vitales para acondicionar al rodal para resistir pla-

gas, enfermedades y fenómenos naturales destructivos, especialmente en especies y sitios susceptibles. Una de las prácticas preventivas más recomendadas para el manejo de descortezadores en *Pinus contorta* es la oportuna aplicación de aclareos, y si se trata de masas mezcladas, el efectuar aclareos de refinamiento marcando en contra de la especie y los individuos más susceptibles al descortezador (Cole, 1989).

Una rama de la silvicultura que ha sido prolífica recientemente es la que se aboca a buscar medidas silvícolas eficaces para crear ambientes que hacen a los siniestros improbables o menos dañinos. Ejemplo: Hawksworth, Johnson (1989) presentan un esquema de posibles decisiones silvícolas para el manejo de infestaciones de muérdago enano (*Arceuthobium americanum*) en *Pinus contorta* (Fig. 2).

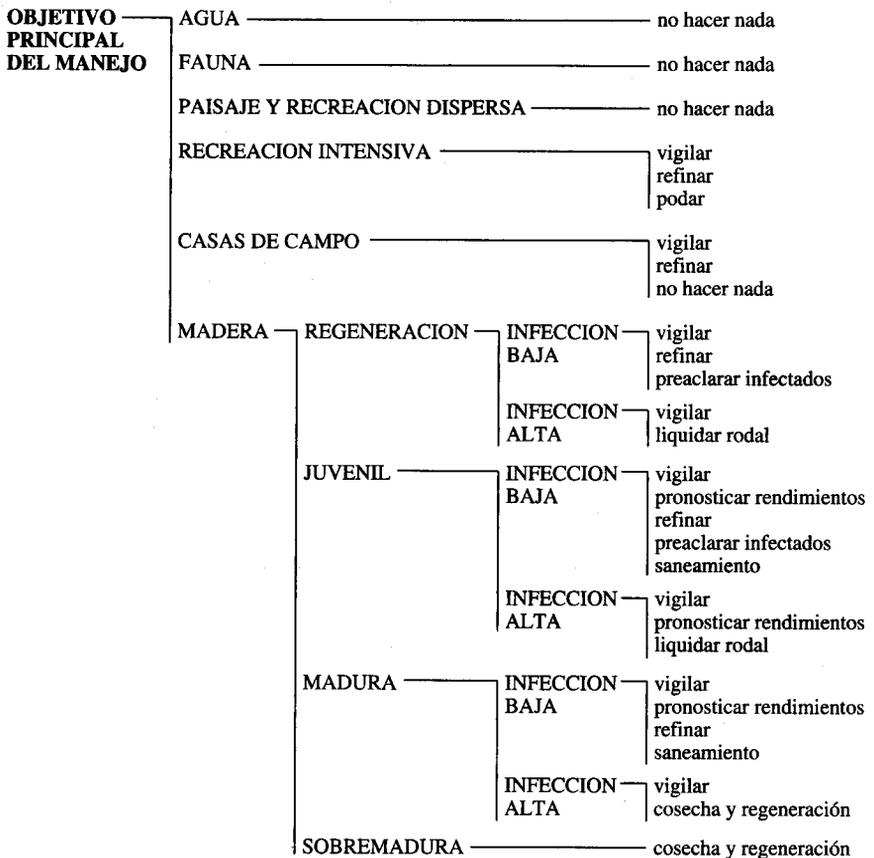


Fig. 2.—Arbol de decisiones silvícolas para el manejo de rodales de *Pinus contorta* con síntomas de muérdago enano (*Arceuthobium americanum*).

Modificado de Hawksworth y Johnson (1989)

Silviculture decision tree diagram for managing *Pinus contorta* stands with dwarf mistletoe symptoms (*Arceuthobium americanum*). (Adapted from Hawksworth and Johnson, 1989)

Regulación de la corta

En un sentido de manejo integral la regulación de la corta hace más que calendarizar la cosecha del bosque, programa la totalidad de acciones previsibles de antemano, lo cual incluye cortas de cosecha, cortas no comerciales, labores culturales, y por supuesto, labores de protección preventiva.

La programación de acciones de manejo se hace aprovechando las oportunidades actualmente presentes en cada rodal para el mejor logro de los objetivos de cada recurso manejado, previo cumplimiento de restricciones de protección ambiental y de impacto ecológico legalmente aceptable. Las oportunidades a que se refiere el punto anterior consisten en el aprovechamiento de las existencias en pie de productos cosechables en cada rodal y también en posibilidades de coordinar las acciones de un área de corta en favor de una extracción eficiente dada cierta red de caminos y ciertos equipos de cosecha.

Cada vez con más frecuencia vemos bosques donde entran en conflicto las necesidades biológicas en cada rodal (urgencia de aplicar ciertos tratamientos), con la disponibilidad de infraestructura caminera y con las metas de extracción de ciertos productos maderables importantes. Estos conflictos de ingeniería se complican con restricciones silvícolas como el dejar arbolado maduro alrededor de cortas de regeneración intensas, que a su vez tienen restricciones de extensión y forma y que no pueden ser aplicadas más que a rodales con ciertas estructuras maduras. Encima de este problema tenemos las restricciones ambientales sobre corredores de fauna, cinturones de amortiguamiento de terrenos ribereños, cotas mínimas y máximas para sostener cierto porcentaje de cobertura de dosel a nivel bosque, preservación de paisajes no comerciales pero ecológicamente importantes (p. ej. terrenos inundables), y otras que afectan el monto y ubicación de los tratamientos anuales.

Dado lo anterior, crecientemente enfrentamos situaciones de regulación en que no es permisible aplicar los mejores tratamientos conocidos para el manejo de ciertos tipos de siniestro (Gilbert, 1984). O sea que el objetivo de manejo no puede ser el proteger a cada rodal; tenemos que conformarnos con mantener un nivel general de protección para todo el bosque todo el tiempo, el cual ha de ser económicamente eficiente, además de técnicamente viable.

Véase, por ejemplo, el caso de los extensos terrenos cubiertos por *Pinus contorta* y sus especies asociadas. Dado que los árboles maduros son altamente susceptibles a descortezadores se recomienda usar turnos cortos; ello conduce a crear extensas áreas de matarrasa, que es el método silvícolamente recomendable. Si la matarrasa ha de tener un tamaño razonable y si ha de dejarse suficiente arbolado perimetral a las cortas, gran parte del terreno no es cosechable, pese a estar en peligro de ser atacado. Es en estos lugares donde puede practicarse el refinamiento (cortar a favor de otras especies, si las hay), o por lo menos aclarar oportuna y frecuentemente para mantener el vigor del arbolado.

En caso de ataque generalmente se pueden ver inicialmente muertes aisladas de uno o pocos árboles. Si se detectan temprano, pueden cortarse los árboles muertos y los ya atacados, extrayendo y procesando el material antes de que salga la siguiente generación de escarabajos; ello es costoso e industrialmente ineficiente, pero puede ser justificado financieramente en virtud de su eficacia para detener a la plaga y dada la limitación administrativamente impuesta a las cortas finales (Cole, McGregor, 1985).

Para efectos de programar los cambios necesarios en los programas de cultivo cuando ocurren siniestros y considerando las condiciones geográficas y de inter-

vención oportuna, se vuelve una necesidad el empleo de artificios de programación matemática (p. ej. Torres Rojo, Brodie, 1990), que sean capaces de ser recalculados cuando los cambios ocurran, que posean la capacidad de representar criterios de posición geográfica y que puedan manejar criterios de decisión no lineales.

Valoración

Los conceptos anteriores permiten crear una serie de posibilidades de solución para cada rodal y período de manejo. Estas posibilidades son técnicamente viables, pero no todas ellas conducen al mejor logro de los objetivos del bosque. Por ejemplo, los ataques de descortezadores en pino generan aperturas y se reinicia la sucesión, cosa que generalmente es deseable desde el punto de vista de la fauna cinegética propia de estos bosques, pero estos elementos no interesan si el bosque es un terreno para la producción industrial de fibra de madera.

Consecuentemente, las alternativas técnicamente viables deben ser discriminadas para que se ejecuten sólo aquellas que mejor nos acerquen al objetivo del bosque. Este proceso discriminatorio se basa en la teoría de valoración de montes, adecuada en este caso a las peculiaridades de la administración de la protección forestal.

Es importante dejar en claro el concepto de valor económico. En una situación de manejo de recursos naturales, como se viene asumiendo aquí, el valor económico es una medida estimada de cualidades de un recurso o una actividad (p. ej. cierta medida de protección), que indica qué tanto es preferible respecto a otros recursos o actividades, en función de una escala de valores o preferencias personales o sociales. Este concepto evidentemente está orientado a la toma de decisiones y, por ende, cuando se tienen diversas opciones, la alternativa o el recurso de mayor valor es preferible. O sea que el valor económico no es un atributo de un objeto o recurso, sino una medida relativa que sólo tiene sentido en cuanto existan opciones diversas de elección.

También se deriva de lo anterior que el valor económico no necesariamente es valor monetario; éste es una medida de valor eficiente únicamente cuando operan mercados libres de irregularidades para todas las características ligadas al valor de un proyecto, incluyendo sus efectos indirectos.

En general, la valoración parte de una comparación entre los beneficios de un proyecto, en este caso las medidas de protección, y sus costos e inconvenientes. Los procedimientos específicos de evaluación dependen de:

- Cuántos objetivos de manejo se tienen.
- Si los objetivos son medibles con una misma variable.
- La escala de valores de los responsables del manejo, la cual determina qué cualidades de un recurso o de un proyecto son relevantes y afectan su valor económico.
- Si las variables que determinan el valor son de la misma naturaleza (monetaria, por ejemplo).
- Si existen mercados para todos los insumos, productos y efectos de un proyecto.
- Si existen datos suficientes y adecuados.

En base a lo anterior Sinden y Worrell (1979) clasifican los métodos de evaluación según la Figura 3.

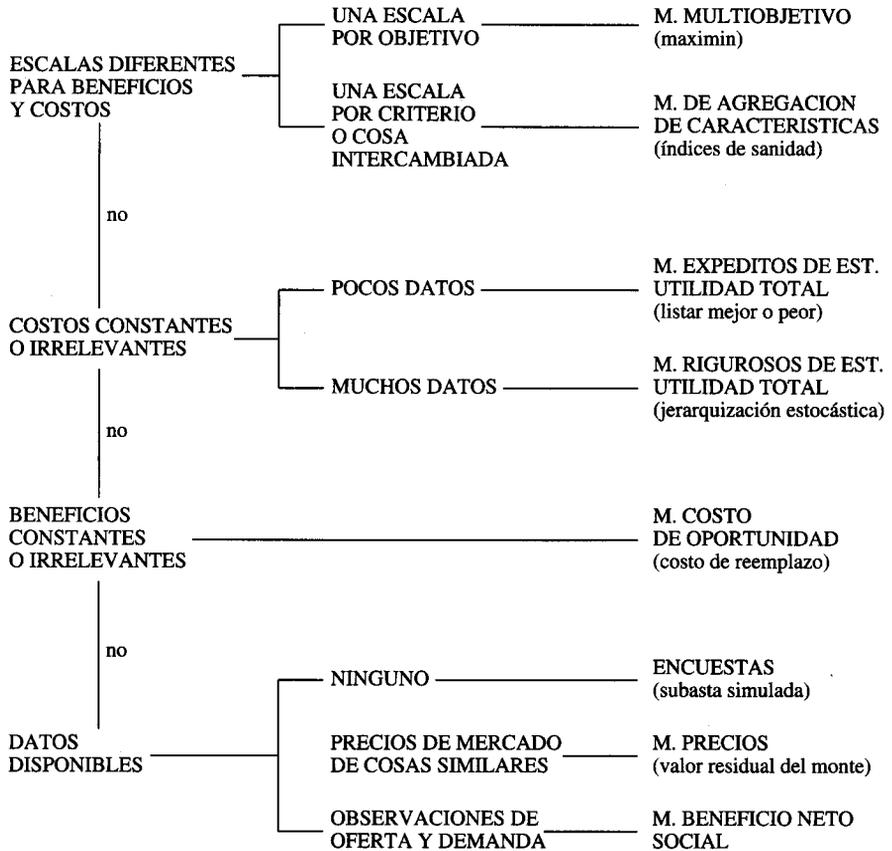


Fig. 3.—Esquema general de las relaciones entre grupos de métodos de valoración de recursos naturales. Adaptado de Sinden y Worrell (1979).

En la columna de la derecha aparecen los grupos de métodos en mayúsculas y un ejemplo de una técnica en minúsculas

General diagram of relationships among methods of natural resources assessment evaluation (adapted from Sinden and Worrell, 1979). Right column shows method (capital) and technic example (lowercase)

Es común que tanto los siniestros forestales como los programas de protección acarreen externalidades, o sea, beneficios, daños o costos que no corresponden al producto sino a terceras personas. La más común de las externalidades es la contaminación ambiental por uso de pesticidas. El humo y emisiones de CO₂ originados en los incendios forestales son daños que afectan a otros, además del productor forestal. La presencia de muérdago enano es un beneficio a la fauna que se alimenta de él, y para la sociedad en su conjunto como usuaria del recurso faunístico.

El manejo económico de las externalidades indica que el monto de beneficios, daños y costos que implica una externalidad sólo se agregan a la valoración de un programa de protección en bosques privados si existen o se planea poner en efecto

normas de política forestal, ambiental o fiscal que introduzcan estos valores en la economía del producto (Ipinza, 1990). Naturalmente, si el terreno fuera público, o si se tratara de decisiones que implican fondos públicos, la evaluación debe considerar el valor de las externalidades, hasta donde este valor sea conocible.

ABASTECIMIENTO

La acumulación de conocimiento sobre los agentes destructores del bosque en gran medida ha derivado en listas de recomendaciones prácticas que deben seguirse al ejecutar las intervenciones en el bosque. Particular atención ha recibido el mejoramiento de procedimientos de trabajo y uso de maquinaria forestal, que generalmente aparecen incorporados dentro de las recomendaciones silvícolas, tal como sucede con las recomendaciones de Filip *et al.*, (1984) sobre evitar cosechar en primavera y verano, uso de carriles de arrime y derribo direccional, instrucciones de troceado y desrame y otras, a fin de mitigar el efecto de pudrición por *Echinodontium tinctorum* en abetos (*Abies concolor* y *A. grandis*).

PLANIFICACION DE CONTINGENCIAS

Es universal que los responsables de la protección del bosque consideren que se les han asignado insuficientes presupuestos y recursos para sus actividades y de aquí nace un pretexto común para hacer eficiente la distribución de insumos a las diferentes actividades de protección (excepto prevención, que se realiza en el programa de silvicultura). Uno de los derivados de la intensa investigación en el tema ha sido la disponibilidad de sistemas de apoyo a la planificación de previsiones para la protección del bosque. Este es el fin que han tenido modelos matemáticos como Firesum (Keane, Arno, Brown, 1989) y Behave (Andrews, Chase, 1989). Modelos similares existen para algunas de las principales plagas, por ejemplo, para *Dendroctonus ponderosae* (Cole, Amman, Jentsen, 1985).

Una deficiencia teórica de los modelos existentes es la escasa atención que prestan a la eficiencia económica dentro de las previsiones de protección a todos niveles (presupresión, detección, evaluación, despacho de equipo de ataque, control y supresión del problema). Por lo pronto sólo hay algunos estudios de gran visión como el de Steiguer, Hedden, Pye (1987), sobre eficiencia económica del ataque de descortezadores en pino. Otro ejemplo es el de los análisis financieros practicados para los programas de protección de bosques estatales del estado de Washington, EUA, que forman parte de un esquema de manejo integral de plagas y enfermedades (Russell, 1984).

En tanto que los siniestros son perturbaciones inesperadas dentro de los programas normales de manejo del bosque, estos programas necesitan reconocer la presencia de tales perturbaciones. Lentamente se ha venido incorporando a los sistemas de manejo para operaciones forestales normales el componente de eventos catastróficos aleatorios; ejemplo: el sistema de modelaje para el barrenador de yemas de abeto occidental (*Choristoneura occidentalis* Freeman) y sus sistemas de enlace con el modelo de crecimiento y rendimiento Prognosis (Crookston *et al.*, 1990).

SINTEISIS

Los siniestros forestales son inevitables. De hecho no hay una diferencia clara entre siniestro y mermas naturales, especialmente si tomamos en cuenta que muchos de los que artificialmente hemos llamado agentes destructores son fuerzas y fenómenos normales y necesarios para el funcionamiento del ecosistema forestal.

Muchas prácticas que modifican eficazmente las condiciones sanitarias y de protección del bosque no están entre las tradicionales prácticas de manejo de fuego, plagas, enfermedades, etc.

Por lo anterior, podemos entender que el bosque en todo momento ostenta cierta propensión a mermas y a desastres.

Poseemos un cierto arsenal de medios para reducir esas mermas, pero el uso de esas armas implica inversión de recursos económicos escasos.

Defínase: Régimen de protección como el conjunto de acciones de protección, silvícolas, administrativas y operativas que, en un bosque con cierta estructura y predisposición intrínseca a siniestros, da lugar, durante un cierto período de tiempo, a un cierto nivel de protección, el cual es medible como la esperanza del valor neto presente del bosque, dados los actuales programas de cultivo (régimenes silvícolas).

Si un programa de protección difiere de otro en materia de prácticas protectivas, silvícolas, administrativas o de operación que modifiquen la esperanza de valor económico del bosque, entonces se deriva que este nuevo programa, denotado como R_2 , será mejor desde el punto de vista de la racionalidad económica, si respecto al programa anterior, denotado como R_1 , aumenta la esperanza de valor neto presente (VNP), del bosque.

R_2 es mejor que R_1 si:

$$E(VNP_1) < E(VNP_2)$$

Donde:

$$E(VNP_i) = P(OCURRENCIA) * P(EXTENSION) * P(SEVERIDAD) * VALOR$$

$$\forall i = 1, 2$$

Para cierto período de tiempo en el que perduran las cualidades protectivas de las prácticas que componen a R_i ; o sea, mientras se mantengan constantes los valores de probabilidad de ocurrencia, extensión y severidad.

En suma, el estado actual de la protección forestal ha acercado a esta área dasonómica con la silvicultura mediante la incorporación del manejo integral, que es un esqueleto lógico para la toma de decisiones basado en la coordinación de medidas tomadas a diferente nivel, desde la política general y objetivos del uso del bosque, hasta los menores detalles de los procedimientos de trabajo en la ejecución de tratamientos culturales. Este modo de abordar el manejo de la protección forestal es posible en virtud de la acumulación previa de conocimiento, tanto conocimiento básico de las plagas, enfermedades, incendios y otros agentes destructivos, como del conocimiento de las conexiones ecológicas que hacen que algunas medidas silvícolas y de protección sean eficaces y financieramente eficientes.

Otro logro de los avances recientes en protección ha sido la incorporación de elementos de protección forestal dentro de la maquinaria lógica de toma de decisiones de manejo a nivel bosque.

Además del aumento de la capacidad tecnológica que estos avances han hecho posible, también ha sido importante el efecto causado dentro de nuestra concepción y actitudes hacia los agentes destructivos:

- Por una parte, estos agentes ahora son vistos como fuerzas naturales necesarias dentro de los sistemas naturales.
- Por otra parte hemos de admitir que nuestra capacidad de manipulación de la naturaleza no permite una eliminación total de las mermas en productos y en recursos.
- Adicionalmente, los elementos de racionalidad económica hacen innecesario el empleo a fondo de todas las medidas de protección a nuestro alcance, simplemente porque el ejecutar estas medidas tiene costos directos y consecuencias derivadas que sólo podemos aceptar en la medida que sean conmensurables con su efectividad como protectoras del bosque.
- Finalmente, también hemos aprendido a abordar al problema de siniestros en el bosque de la misma forma que la sociedad enfrenta siniestros de cualquier otra naturaleza. Esto nos ha llevado a optar, dentro de las opciones posibles en este momento, por mantener un cierto nivel de protección parcial que sea a la medida de nuestra capacidad tecnológica, nuestra capacidad económica y sobre todo, proporcionado a la importancia que hemos conferido al valor de lo que estamos protegiendo, o sea el valor de los objetivos del bosque.

Este último punto lleva a pensar que en breve podremos observar la existencia de mecanismos financieros y de empresas dedicadas al aseguramiento contra riesgos en el bosque. Estas organizaciones y sistemas promoverán, como ya lo hacen en otros ámbitos de la vida social, el uso eficiente de medidas preventivas y buen manejo de los recursos.

SUMMARY

Faustmann model applicability to forest protection

Managerial theory, basic support for forest management economy, is also applicable to the rational allocation of scarce inputs in forest protection programs. Forest protection economy is more complex because there is no marketable products, provided forest protection aims to avoid catastrophic events and to reduce damages caused by pests, diseases and other destructive agents.

To quantify avoided damages is an elusive goal, but necessary in order to justify protection budgets.

We propose the use of economic concepts of actuarial theory on insurance against disaster from the point of view of economic rationality. Using this idea, we try to demonstrate that forest protection decisions can be made from the concept of integrated management of forest resources.

KEY WORDS: Forest protection
Forest management
Faustmann model

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ANDREWS P. L., CHASE C. H., 1989. Behave: Fire behavior prediction and fuel modeling system - BURN subsystem, part 2. General Technical Report INT-260. USDA Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station. Ogden, UT USA, 93 pp.
- AMMAN G. D., ANHOLD J. A., 1989. Preliminary evaluation of hazard and risk rating variables for mountain pine beetle infestations on lodgepole pine. In: Proc. Symp. on the Management of Lodge-

- pole Pine to Minimize Losses to the Mountain Pine Beetle (G.E. Amman ed.), Kalispell, Mo USA, Jul. 12-14 1988. General Technical Report INT-262 USA Forest Service. Intermountain Research Station, Ogden UT USA, 119 pp.
- AMMAN G. D., MCGREGOR M. D., 1985. Assessing stand hazard and risk. In: Integrating management strategies for the mountain pine beetle with multiple-resource management of lodgepole pine forests (M.D. McGregor, D. M. Cole eds.). General Technical Report INT-174 USDA Forest Service, Intermountain Research Station, Ogden, UT USA, 68 pp.
- CHANDLER C., CHENEY P., THOMAS P., TRABAUD L., WILLIAMS D., 1983. Fire in forestry. Wiley, New York, NY USA, 2 vol.
- COLE D. M., 1989. Preventive strategies for lodgepole pine/mountain pine beetle problems: opportunities with immature stands. In: Proc. Symp. on the Management of Lodgepole Pine to Minimize Losses to the Mountain Pine Beetle (G.E. Amman ed.), Kalispell, Mo USA, Jul. 12-14 1988. General Technical Report INT-262 USDA Forest Service, Intermountain Research Station Ogden UT USA, 119 pp.
- COLE W. E., AMMAN G. D., JENSEN Ch. E., 1985. Mountain pine beetle dynamics in lodgepole pine forests, part III: sampling and modeling of mountain pine beetle populations. General Technical Report INT-188. USDA Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station, Ogden, UT USA, 46 pp.
- COLE D. M., MCGREGOR M. D., 1985. Silvicultural practices for lodgepole pine stands in commercial forests. In: Integrating management strategies for the mountain pine beetle with multipresource management of lodgepole pine forests (M. D. McGregor, D. M. Cole eds.) General Technical Report INT-174 USDA Forest Service, Intermountain Research Station, Ogden, UT USA, 68 pp.
- CROOKSTON N. L., COLBERT J. J., THOMAS P. W., SHEEHAN K. A., KEMP W. P., 1990. Users guide to the western spruce budworm modeling system. General Technical Report INT-274. USA Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station, Ogden, UT USA, 75 pp.
- FILIP G. M., AHO P. E., WIITALA M. R., 1984. Strategies for reduction of decay in the interior Douglas-fir and grand fir types. In: Silvicultural management strategies for pests of the interior Douglas-fir and grand fir types (D. M. Baumgartner, R. Mitchell eds.). Proc. Symp. Feb. 14-16, 1984, Spokane WA USA. Washington State University. Pullman WA USA.
- GILBERT A. S., 1984. Minimizing pest impacts on the Gallatin National Forest. In: Silvicultural management strategies for pests of the interior Douglas-fir and grand fir types (D. M. Baumgartner, R. Mitchell eds.). Proc. Symp. Feb. 14-16, 1984, Spokane WA USA. Washington State University. Pullman WA USA.
- IPINZA CARMONA R., 1990. Algunas consideraciones y reflexiones sobre la fragilidad de nuestros bosques a plagas y enfermedades forestales. Documento Técnico 48, Chile Forestal. Santiago, Chile, 8 pp.
- JACKSON D. H., 1980. The microeconomics of the timber industry. Westview Press. Boulder, CO USA, 136 pp.
- KEANE R. E., ARNO S. F., BROWN J. K., 1989. Firesum-an ecological process model for fire succession in western conifer forests. General Technical Report INT-266. USDA Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station, Ogden, UT USA, 76 pp.
- RIVERO BAÑOS P., 1984. Modelo de los costos y daños mínimos para programas de protección. Ciencia Forestal 9 (5): 57-64. México D. F., México.
- RUSSELL K. W., 1984. Silvicultural systems for minimizing pest impacts, a state forestry agency's approach. In: Silvicultural management strategies for pests of the interior Douglas fir and grand fir types (D. M. Baumgartner and R. Mitchell eds.) Proc. Symp. Feb. 14-16, 1984, Spokane WA USA. Washington State University. Pullman WA USA.
- SHORE T. L., BOUDEWYN P. A., GARDNER E. R., THOMSON A. J., 1989. A preliminary evaluation of hazard rating systems for the mountain pine beetle in lodgepole pine stands in British Columbia. In: Proc. Symp. on the Management of Lodgepole Pine to Minimize Losses to the Mountain Pine Beetle (G. E. Amman ed.), Kalispell, Mo USA, Jul. 12-14, 1988. General Technical Report INT-262 USDA Forest Service, Intermountain Research Station, Ogden UT USA, 119 pp.
- SINDEN J. A., WORRELL A. C., 1979. Unpriced values, decisions without market prices. Wiley, New York, NY USA. 511 p.
- STARK R. W., 1984. Integrated forest protection: implication for forest management. In: silvicultural management strategies for pests of the interior Douglas fir grand fir types (D. M. Baumgartner, R. Mitchell eds.). Proc. Symp. Feb. 14-16, 1984, Spokane WA USA. Washington State University Pullman WA USA.
- TORRES ROJO J. M., BRODIE J., DOUGLAS, 1990. Adjacency constraint in harvest scheduling: an aggregation heuristic. Canadian Journal of Forest Research 20 (7): 978-986.
- WISSEL Ch., 1984. Optimal control in stochastic populations dynamics of pests. In: Statistical and mathematical methods in population dynamics and pest control (R. Cavalloro ed.). Proc. Meeting EC Experts' Group, Parma Ita. 26-28 oct. 1983. A. A. Balkema, Rotherdam, Netherlands.