



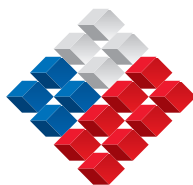
# Silvicultura Preventiva

Silvicultura para la prevención de incendios forestales en plantaciones forestales



# Silvicultura Preventiva

Silvicultura para la prevención de incendios forestales en plantaciones forestales



GOBIERNO DE CHILE  
MINISTERIO DE AGRICULTURA  
CONAF

---

MANUAL DE TRABAJO 452  
**SILVICULTURA PREVENTIVA**

Silvicultura para la prevención de incendios forestales en  
plantaciones forestales

**AUTOR :**

Herbert Haltenhoff D.  
Corporación Nacional Forestal  
hhaltenh@conaf.cl

**DISEÑO GRÁFICO:**

Juan Carlos Berthelon

2ª Edición: Septiembre 2006

Está autorizada la reproducción parcial de esta publicación para fines educativos, sin ningún tipo de permiso especial y bajo la condición de que se indique la fuente. CONAF agradecerá que se le remita un ejemplar de cualquier texto cuyo origen sea la presente publicación.

No está autorizado el empleo de esta publicación para su venta o para otros usos comerciales.

---

## Índice

I. Introducción .....	4
II. Conceptos Preliminares .....	5
III. Objetivos del Manejo .....	8
IV. La Silvicultura Preventiva .....	9
V. Modelo para Definir y Evaluar Alternativas de Manejo .....	12
VI. Formas de Manejo de Combustibles .....	14
VII. Alternativas de Manejo de Combustibles .....	15
VIII. Manejo en Plantaciones Forestales .....	17
IX. Por qué es necesaria la Silvicultura Preventiva en Chile .....	23
X. Ejemplos de Manejo .....	27
XI. Modelo Análisis Alternativas de Manejo de Combustibles .....	35
XII. Conclusiones .....	37
Bibliografía .....	38
Anexos	

---



## Introducción

El problema de los incendios forestales se ha transformado, adicionalmente en los últimos años a escala global, en un problema de características sociales. Estos ya no sólo destruyen a su paso vegetación si no también ponen en serio riesgo y destruyen asentamientos humanos, los cuales cada vez en mayor medida están teniendo una relación más estrecha con las áreas de plantaciones forestales.

Nuevamente estamos comprendiendo la fragilidad de nuestros sistemas ecológicos, asociados con los recursos forestales, y la importante dependencia que tiene nuestra calidad de vida con los bienes, directos e indirectos, que estos nos aportan.

Por otra parte, el aumento de los procesos productivos forestales está generando una gran cantidad de residuos, los que, sin lugar a dudas, constituyen a aumentar el riesgo de incendios forestales. Sin embargo, estos residuos deben ser considerados como una fuente importante de energía, mediante su transformación en nutrientes al ser incorporados al suelo y como materias primas secundarias.

La protección contra incendios forestales no sólo se sustenta en adecuados sistemas de detección y control, sino también en un manejo de la vegetación tal que presente condiciones adversas para la propagación del fuego.

En este contexto, dentro de las actividades inherentes al manejo forestal y la prevención de incendios forestales, debe jugar un rol preponderante la Silvicultura Preventiva.

Concordante con lo anterior, el objetivo del presente documento es:

Entregar y analizar las diferentes alternativas de manejo asociadas a la Silvicultura Preventiva y proponer modelos analíticos que nos permitan tomar la mejor decisión técnica, para el manejo y utilización de los residuos forestales, de acuerdo a cada realidad específica.



## Conceptos preliminares

### SILVICULTURA PREVENTIVA

Se entiende, como Silvicultura Preventiva, al manejo de las plantaciones forestales con el propósito de modificar la estructura del combustible disponible y así satisfacer los objetivos de protección contra incendios forestales, asociando esta protección al mejoramiento de la producción y la calidad del medioambiente.

Si bien es cierto, mediante las técnicas de Silvicultura Preventiva se pretende disminuir la vulnerabilidad frente a los incendios forestales, también se persigue utilizar la energía potencial que aportan los residuos, tanto forestales como agrícolas, al medioambiente y como fuente de recursos primarios para el ser humano.

La Silvicultura Preventiva, en consecuencia, debe ser entendida como una gestión altamente rentable si la miramos desde la perspectiva de que a través de ella damos una mayor seguridad a los recursos forestales, aportamos energía al suelo y obtenemos subproductos secundarios del bosque.

### RESIDUOS FORESTALES

Muy relacionado con el concepto anterior, debemos cambiar nuestra mirada sobre los excedentes, producto, principalmente, de las faenas forestales. Está muy difundido el concepto de desechos asociado y definido, como el material indeseable que debe ser eliminado. Sin embargo, este excedente debe ser entendido como “el producto del uso ineficiente de los recursos”.

Actualmente en el país está muy difundida esta perspectiva y es así como anualmente se destruyen mediante el uso del fuego un volumen superior a los 24 millones de metros cúbicos de material leñoso considerado como “inservible”.

A lo que se debe propender, es a dar valor agregado a los residuos forestales, producto del manejo y cosecha mediante las diferentes alternativas técnicas asociadas a la Silvicultura Preventiva.

### COMBUSTIBLE FORESTAL

El término combustibles forestales alude a la vegetación viva y/o muerta producto del ciclo natural de las plantaciones forestales o de las intervenciones del ser humano, que se constituyen en material disponible para la generación y propagación de los incendios forestales.

Incluyen las copas, ramas, follaje y trozas no utilizada de los árboles, junto con otros árboles desarraigados y destruidos como consecuencia de la tala. En sentido amplio, los residuos incluyen también los árboles derribados por el viento, muertos, sotobosque vivo y, en general, la vegetación presente en el monte.

Estos combustibles pueden, además, estar constituidos por los residuos dejados en el área después de la cosecha o el producto de las podas y raleos antes de ella.

## Clasificación de los combustibles forestales

Según su disposición en el terreno, poseen una:

- Continuidad horizontal, entendida como la continuidad espacial de la vegetación en su disposición lateral en el terreno. Desde la perspectiva del control de los incendios forestales, su modificación tiene por finalidad alterar la propagación del fuego.
- Continuidad vertical, entendida como la unión espacial de la vegetación desde el suelo hasta las copas de los árboles.



Según el material que los conforma, se clasifican en:

- **Material pequeño:** Es el que se descompone rápidamente y que se quema con facilidad en los incendios forestales; incluye el follaje y acículas, la corteza desprendida y la madera de las copas y ramas de menos de 1,25 cm de diámetro. Como también los pastos y pequeños arbustos.
- **Material mediano:** Madera de las copas y ramas entre 1,25 y 10 cm de diámetro; material proveniente de las faenas de podas y raleos y arbustos mayores. Este material se descompone lentamente y arde con fuerza considerable.
- **Material grande:** Troncos desechados y otras maderas de más de 10 cm de diámetro que no se encienden con facilidad, ni queman con rapidez en los incendios forestales.

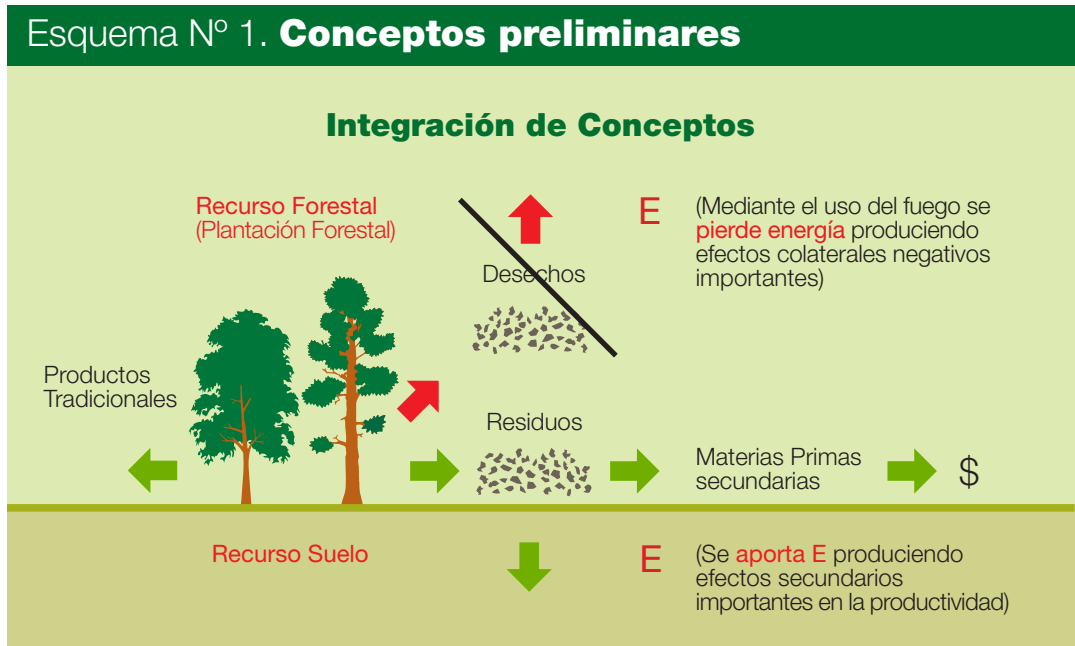
El propósito primordial al que se debe propender, es el manejar los combustibles de las dos primera categorías, dejando los de más de 10 cm de diámetro.

## INTEGRACIÓN DE LOS CONCEPTOS

La importancia silvícola de los residuos puede ser restringida en un sentido estricto a las influencias directas sobre la producción y el suelo. Sin embargo, el estado sanitario y la seguridad de los nuevos cultivos y de cualquier árbol están también fuertemente afectados por las relaciones entre los residuos y los problemas de control de incendios, hongos e insectos. Los residuos también se constituyen en un importante factor condicionante de las operaciones de cosecha de la plantación forestal.



Por consiguiente, los problemas creados por la presencia de residuos, han de ser considerados como un todo integrado en cuanto a su efecto sobre la productividad de la plantación forestal como unidad económica.



El esquema anterior presenta la base conceptual que nos lleva hacia el cambio de mirada sobre los excedentes de los productos forestales y agrícolas tradicionales. Lo primero y básico que debemos comprender, es que, asociado a la silvicultura y la agricultura, existen dos recursos importantes: el recurso vegetal como tal y el recurso suelo, entre los cuales existe una estrecha dependencia que condiciona su subsistencia y calidad y es así como, debemos devolver al suelo la energía utilizada, para la generación de las materias primas (Plantaciones forestales) y la no utilizada (residuos). Es importante no perderla y buscar la forma de no aportarla al medioambiente como contaminación atmosférica.

Actualmente gran parte de estos excedentes (desechos) son eliminados mediante el fuego, con lo cual se pierde energía y se produce una serie de efectos negativos sobre el medioambiente y que, colateralmente, a mediano plazo repercuten sobre el ser humano. En consecuencia, estos residuos deben, ser incorporados al suelo, con lo que se aporta energía produciendo efectos secundarios importantes en la productividad y/o ser utilizados como fuente de materias primas secundarias, con lo que se da un interesante valor agregado a estos excedentes.





## Objetivos del manejo

Actualmente, la eliminación de los residuos se realiza casi exclusivamente como un medio para reducir el combustible potencial para la generación y propagación de incendios forestales. Estos son un riesgo de incendios, sobre todo debido a que representan un volumen desusadamente grande de combustibles distribuidos en la plantación forestal. El follaje y los árboles vivos de ordinario no se queman en los incendios forestales. Por consiguiente, los residuos dejados después de las labores de manejo, podas y raleos, o de cosecha representan un combustible potencial que no estaría presente en un bosque no alterado.

El mayor problema se produce durante el periodo estival, en que el material pequeño y mediano se enciende fácilmente y arde con rapidez. Los combustibles mayores no se encienden fácilmente pero generan una gran cantidad de calor. Sin embargo, cuando las condiciones son favorables para la ignición, el tamaño del combustible no es un factor limitante de la velocidad de propagación del fuego.

Mediante las técnicas de la Silvicultura Preventiva, además del objetivo básico de disminuir la vulnerabilidad frente a los incendios forestales, se pretende lograr los siguientes objetivos primarios: aportar una mayor estabilidad a la estructura del suelo, aumentar el contenido de humus del suelo, aportar fertilización orgánica al suelo y obtener materias primas secundarias.

Cada uno de estos objetivos primarios tienen asociados una serie de efectos colaterales beneficiosos. Donde la estabilidad del suelo está asociada con dar una mayor resistencia a éste contra los procesos erosivos; aumentar la capacidad de retención de humedad del suelo y aumentar la masa y actividad radicular.

El aumento del contenido de humus o materia orgánica al suelo está relacionada con el aumento de la actividad microbiana; aumento de la fertilidad natural del suelo; mayor resistencia a los fenómenos de sequía y con una mayor resistencia a plagas y enfermedades de las especies vegetales.

La fertilización orgánica tiene asociado el obtener un potencial de ganancia mediante el uso e incorporación de los residuos forestales al suelo y disminuir, en consecuencia, drásticamente la necesidad de efectuar labores de fertilización mineral.

La obtención de materias primas secundarias, como su nombre lo indica, tiene por finalidad dar valor agregado a los residuos producto del manejo silvícola, que si bien es cierto puede que no se constituyan en una significativa fuente de ingresos para los propietarios forestales, cumple un rol social importante en las comunidades aledañas a las áreas de producción, al permitirles utilizar estos residuos para la satisfacción de necesidades básicas, con lo que se lograría una simbiosis (empresas-comunidad) que redundaría en la protección de los recursos forestales debido a la existencia de ganancias mutuas.

La conjugación de estos objetivos llevará sin lugar a dudas a obtener una mayor protección del recurso forestal y lograr una mayor ganancia, directa e indirecta en la producción.

Sin embargo, ningún método de tratar los combustibles forestales podrá considerarse como un sustituto de un buen sistema de protección contra los incendios forestales.

# IV

## La Silvicultura Preventiva

Como primer paso para seleccionar y definir la técnica o técnicas asociadas a la silvicultura preventiva, se debe considerar una serie de variables que están favoreciendo o limitando su uso. Entre ellas tenemos:

1.- De acuerdo a la especie o especies que constituyen el área a manejar

**EDAD DE LAS ESPECIES FORESTALES**, la edad de la vegetación estará definiendo la capacidad de respuesta a los diferentes tratamientos silvícolas. Por ejemplo, al plantear técnicas de manejo silvopastoral en vegetación arbórea de pocos años se estará exponiéndola a la destrucción por la actividad propia de los animales.

**TIPO**, esta variable está relacionada en cuanto a sí estamos en presencia de pastizales, matorrales, latifoliadas o coníferas las cuales tienen diferentes susceptibilidad a determinadas técnicas de manejo. Por ejemplo, el manejo silvopastoral es la técnica más acertada para el tratamiento de vegetación herbácea y arbustiva menor.

**TIPO DE CORTEZA**, la morfología y estructura de la corteza presenta diferente resistencia y respuesta a determinadas técnicas. Las coníferas, por lo general, presentan una mejor respuesta al stress provocado por el fuego o a agentes mecánicos, en cambio las latifoliadas presentan, por lo general, una corteza más frágil y menos resisten a estos agentes.

**ESTRUCTURA DE COPAS**, esta característica también es importante considerar debido a que nos estará señalando cuán cerrado o abierto puede ser el dosel y cuál es su continuidad vertical, desde el suelo al ápice. Un rodal con una estructura de copas en la sección superior de los árboles nos permitirá utilizar, por ejemplo, maquinarias compactadoras; un rodal con discontinuidad entre las copas permitirá la aplicación de herbicidas vía elementos aéreos.

**ESTRUCTURA DE RAÍCES**, rodales con una estructura de raíces superficiales o de raíces pivotantes, no señalará también qué técnica utilizar, por ejemplo, no es posible plantear el uso de maquinarias incorporadoras de residuos al suelo en especies con raíces superficiales.

2. De acuerdo al tipo de manejo y ambiente, hay que considerar los siguientes factores

**DENSIDAD DEL RODAL**, esta variable estará condicionando la factibilidad de ingresar al rodal, por ejemplo, con maquinaria pesada para efectuar tratamientos silvícolas bajo el dosel.

**TIPO DE MANEJO**, el tipo de manejo estará entregando antecedentes sobre la cantidad de combustible necesario de manejar y el tipo de combustible presente bajo el dosel.

**TIPO DE EXPLOTACIÓN**, indicará la cantidad y calidad del material disponible y la técnica de manejo de estos, por ejemplo, en explotaciones a tala rasa la utilización de maquinaria pesada y de quemas prescritas puede presentar mejores ventajas al no existir vegetación en pie que pueda ser afectada con el tratamiento.

---

**TOPOGRAFÍA**, es una condicionante que limita o facilita la movilidad en el área bajo manejo, es indudable que entre mayor sea la pendiente más dificultoso es el tratamiento de los combustibles presentes.

**ESTRUCTURA DEL SUELO**, esta variable está condicionando la movilidad en el área y la capacidad de respuesta del suelo ante determinados tratamientos, por ejemplo, el uso de las quemas prescritas en suelos de características arenosas asociados con precipitaciones produce una mayor lixiviación y pérdida de nutrientes, tampoco es aconsejable, el uso de maquinaria pesada, sobre determinados tipos de suelos, pueden provocar la compactación y/o aceleración de procesos erosivos.

**CLIMA** (Temperatura, Humedad relativa, Precipitaciones), es también importante considerar esta variables en la planificación de los tratamientos, por ejemplo durante el periodo de precipitaciones el uso de maquinarias o productos químicos no es recomendable, por el contrario en épocas de sequía el uso de quemas prescritas es altamente riesgoso.

**HUMEDAD DE LOS COMBUSTIBLES**, entre mayor sea la humedad de los combustibles más complejo es el uso de determinados tratamientos.

**PERIODO DEL AÑO**, cuando se trata de efectuar tratamientos en vegetación viva, es importante efectuarlos antes del comienzo del proceso de producción vegetativa con la finalidad de interrumpir el proceso de crecimiento y contar con una menor cantidad de biomasa a tratar. Cuando este se efectúa en vegetación muerta es importante efectuarlo antes de la temporada de incendios, con la finalidad de disminuir la amenaza y vulnerabilidad de estos.

**RIESGO DE INCENDIOS FORESTALES**, el periodo de mayor riesgo de incendios forestales, condiciona la utilización de técnicas que en sí presenten la menor potencialidad de generar un incendio forestal. Por ejemplo, el uso del fuego debe ser completamente excluido hasta que no se presenten las primeras precipitaciones de la temporada invernal.

3. De acuerdo a disponibilidad tecnológica y presupuestaria

**NIVEL DE MECANIZACIÓN**, es importante efectuar un estudio e indagación en el mercado de la disponibilidad de equipos y maquinarias para el manejo de los combustibles en terreno, como así mismo para la utilización de los residuos como productos secundarios. Actualmente existe en el mercado una gran variedad de maquinarias que permiten el manejo de los residuos excluyendo la utilización del fuego.

**CAPITAL DISPONIBLE**, está condicionando el tipo de manejo y la intensidad de este, es claro, en consecuencia, que se debe dar prioridad al manejo a aquellas áreas o sectores del rodal donde la vulnerabilidad de incendios forestales sea mayor. Por ejemplo, a orilla de caminos de alto tráfico y/o en las zonas de interfaz (transición urbano-rural) entre la plantación forestal y los asentamientos humanos.

---

Es indudable que las labores de silvicultura preventiva deben ser consideradas como una inversión tendiente a aportar una mayor seguridad a la plantación forestal y permitir que su integridad y calidad se mantenga hasta cumplir los objetivos programados producción y/o protección. El método de manejo silvicultural dependerá en gran medida de las relaciones entre los costos del manejo y la pérdida potencial y/o daños que pueda sufrir la masa residual. Por ejemplo, la tasa de riesgo de pérdida originada por un incendio forestal versus el costo de oportunidad de contar con la masa forestal en cuestión.



## Modelo para definir y evaluar alternativas de manejo (D.E.A.M.)

A continuación se entrega un modelo analítico que permite seguir un camino lógico para definir y evaluar las diferentes alternativas de tratamiento de silvicultura preventiva. Modelo denominado D.E.A.M. (Definir y Evaluar Alternativas de Manejo). Ver Esquema N° 2.

El proceso de este modelo comienza con el estudio y descripción de aspectos básicos, antes de comenzar con la selección de las diferentes alternativas de manejo permisibles.

Estos antecedentes están referidos a: Disponibilidad de combustibles a manejar, en cuanto a su volumen y características (vivo o muerto, en pie o en el suelo); Procesos técnicos de manejo disponibles (maquinarias, ganado, etc.); Regulaciones legales que limiten o regulen algún tipo de manejo (uso del fuego, uso de productos químicos); Tiempo del proceso, en cuanto a antelación al periodo de riesgo de incendios forestales o necesidad de utilizar el área a manejar para otros procesos silvícolas, como por ejemplo nuevas plantaciones; y Disponibilidad presupuestaria. La relación equilibrada de estos aspectos estará condicionando tanto la técnica a utilizar como la intensidad del tratamiento silvícola.

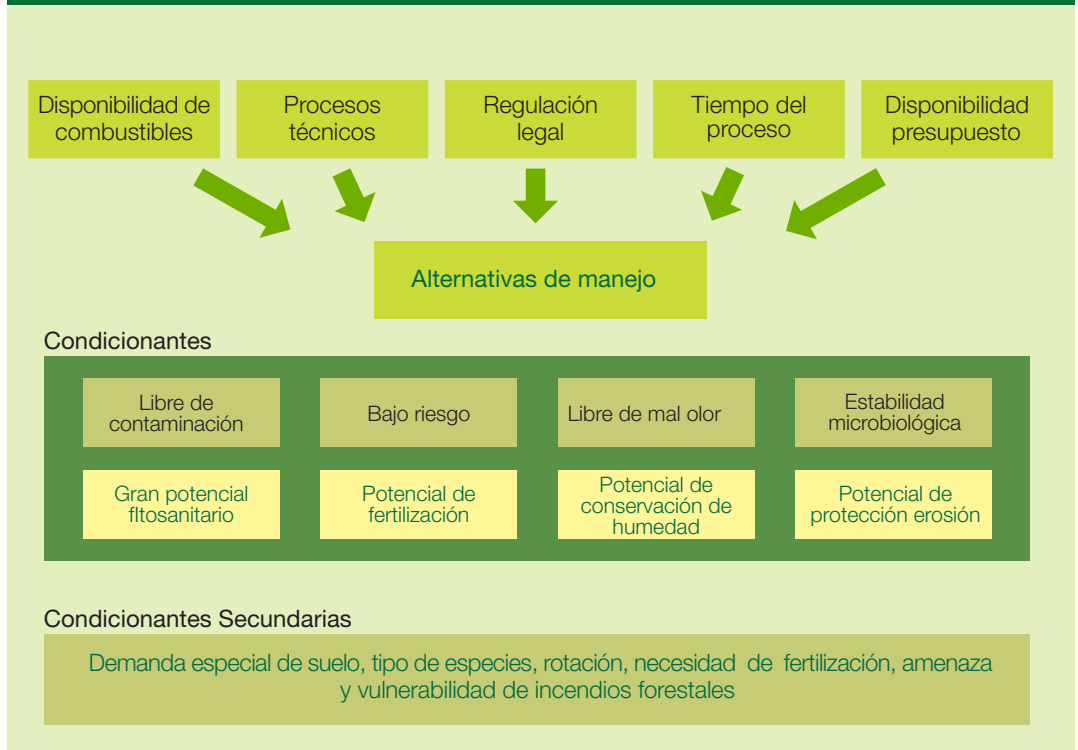
Las condiciones básicas que deben cumplir las diferentes alternativas de manejo, están relacionadas con los siguientes factores:

- Que sean libres de contaminación y que su impacto sobre el medio ambiente sea positivo.
- Que presente bajo riesgo tanto para el área a manejar como para los trabajadores que efectuaran el tratamiento.
- Que sea libre de mal olor, que no provoque impacto ambiental nocivo en el aire, tanto desde el punto de vista de la calidad del aire respirable, como de su olor.
- Que de una mayor estabilidad microbiológica al suelo.
- Que posea un gran potencial fitosanitario.
- Que posea un potencial de fertilización del suelo.
- Que tenga un potencial de conservación de la humedad del suelo.
- Que tengan un potencial de protección contra la erosión y/o se evite la compactación del suelo por el uso de determinada técnica.

Las condicionantes secundarias que limitan el uso de un determinado tratamiento, están relacionadas con:

- La demanda especial de suelo de las especies presentes.
- El tipo de especies presente, su periodo de rotación y necesidades de fertilización.
- La amenaza y vulnerabilidad de incendios forestales.

## Esquema N° 2. Modelo para definir y evaluar alternativas de manejo (D.E.A.M.)



Este modelo analítico tiene por finalidad ayudar a tomar una acertada decisión respecto a la selección de la técnica o complemento de técnicas de la silvicultura preventivas. Esto a modo que se obtenga una mayor protección del área y se logre un equilibrio entre los beneficios y costos del manejo, tanto del punto de vista económico, ambiental y social.

# VI

## Formas de manejo de combustibles

Existen cuatro grandes maneras para efectuar la modificación y tratamiento de los combustibles forestales:

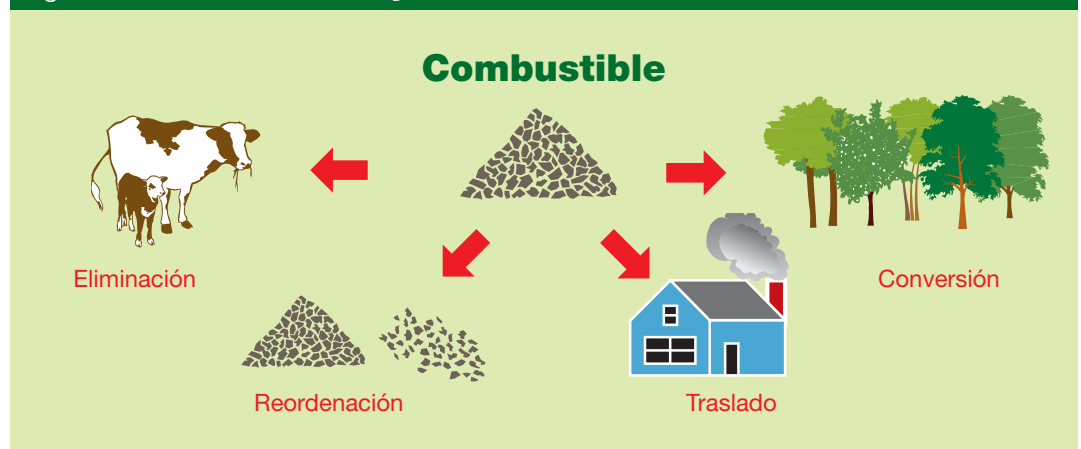
**ELIMINACIÓN:** consistente en eliminar el combustible presente en el área o influir sobre su potencial de crecimiento. Esta modalidad está asociada con la utilización de las quemas prescritas, el manejo silvopastoral, el uso de retardantes del crecimiento o herbicidas.

**REORDENACIÓN:** modificación de la estructura de la vegetación en el terreno, obteniéndose una condición menos riesgosa. Alterando su continuidad vertical como horizontal, por medio de podas y raleos y posterior compactación o desmenuzamiento de los residuos para lograr una descomposición más rápida de ellos.

**TRASLADO:** extraer el combustible del terreno para su posterior utilización (leña y/o carbón), almacenaje (forraje para el caso de residuos agrícolas) o eliminación.

**CONVERSIÓN:** es el cambio en la continuidad de una formación vegetal determinada intercalando especies que presenten una menor inflamabilidad y/o que ofrezcan menor resistencia al control del fuego. Combinación de especies de coníferas con latifoliadas.

Figura 3. Formas de manejo de combustibles





# VIII

## Alternativas de manejo de combustibles

Se han desarrollado, a través del orbe, métodos muy diversos para el manejo de los combustibles forestales y agrícolas, con el fin de satisfacer las exigencias y limitantes que presentan las diferentes condiciones encontradas en el campo.

A continuación se entrega un resumen y comentarios generales de las diferentes alternativas que permiten un manejo adecuado de los residuos de cosechas, tanto forestal como agrícola y en general de los combustibles forestales.

**CORTAFUEGO:** consiste en la construcción de una franja de terreno libre de cualquier tipo de combustible que pueda facilitar la propagación del fuego. Esta técnica está asociada a la construcción y utilización de caminos de penetración o explotación del área.

**PRODUCTOS QUÍMICOS:** consiste en aplicar productos químicos para eliminar vegetación viva. Presenta el inconveniente de aportar material muerto altamente inflamable que requiere su posterior eliminación o reordenación.

**RETARDANTES DEL CRECIMIENTO:** utilización de productos químicos inhibidores del crecimiento de la vegetación reduciendo la cantidad de combustibles disponible. Es recomendable a orilla de caminos, vías de ferrocarriles y líneas de transmisión de alta tensión eléctrica.

**MANEJO SILVOPASTORAL:** consiste en la utilización de ganado con la finalidad de que éste consuma especialmente la vegetación menor, pastos y arbustos, controlando su crecimiento.

**MECÁNICO:** transformación física de los combustibles mediante maquinarias compactadoras o desmenuzadoras, de manera de disminuir su volumen y permitir su rápida incorporación al suelo. Su uso es factible en terrenos planos o de pendiente moderada.

**MODIFICACIÓN DE LA VEGETACIÓN:** es el cambio de la continuidad vertical (podas) y horizontal (raleos) de la vegetación arbórea o arbustiva y posterior manejo de los residuos resultantes.

**EXTRACCIÓN DE LOS COMBUSTIBLES:** consiste en extraer la vegetación mayor, como restos de troncos y ramas, con la finalidad de dar valor agregado a estos combustibles utilizándolos posteriormente como fuente de energía alternativa (leña, carbón).

**USO DEL FUEGO:** mediante la ejecución de quemas prescritas es factible manejar los combustibles disponibles. Presenta un alto riesgo de generación de incendios o alteración al medioambiente si éstas no son adecuadamente planificadas y ejecutadas.

**CINTURONES VERDES:** es la plantación de vegetación arbórea o herbácea de baja combustibilidad con la finalidad que ésta sirva de barrera para detener o atenuar la propagación del fuego de un sector a otro. Es recomendable su utilización en plantaciones de coníferas por su alta inflamabilidad, localizándolos a orilla de caminos y entre áreas forestales y urbanas.

Es importante tener en cuenta que estas técnicas o alternativas de manejo no son excluyentes unas de otras sino complementarias y su aplicación dependerá de las características de la vegetación y del terreno, superficie a manejar, riesgo de ocurrencia de incendios forestales, tecnología disponible e impacto sobre el medio ambiente.

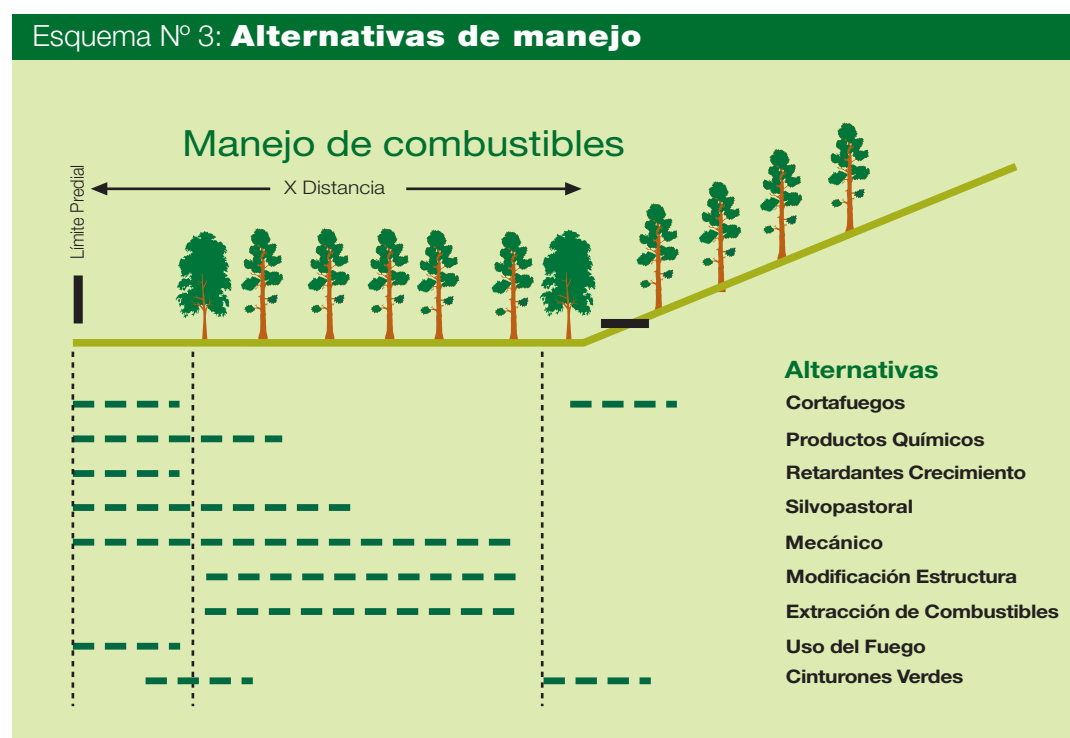
Por ejemplo se recomienda que:

El material pesado o leñoso mayor como restos de troncos y ramas de mayor diámetro sean extraídas del área, con la finalidad de ser utilizadas como materias primas secundarias.

El material leñoso menor, como ramas de menor diámetro o vegetación de características arbustivas, sea manejado mecánicamente de manera de desmenuzarlo y/o compactarlo a fin de disminuir su continuidad vertical y horizontal e incorporarlo al suelo como materia orgánica de rápida descomposición.

El material liviano y arbustivo menor sea manejado mediante la utilización de ganado, retardantes del crecimiento y/o quemas prescritas.

En el Esquema N°3 se muestra la integración de las diferentes alternativas asociadas con la silvicultura preventiva.



# VIII

## Manejo en plantaciones forestales

Un aspecto importante a tener en cuenta es que las medidas de Silvicultura Preventiva como cortafuego, cinturones verdes, caminos prediales, etc. deben ser planificadas e implementadas al momento del establecimiento de las plantaciones.

El manejo de las plantaciones mediante actividades de podas y raleos tiene como efecto colateral el incorporar al área una importante cantidad y volumen de combustible disponible para la propagación del fuego. Al respecto es importante comenzar a considerar esta realidad con la finalidad de adecuar las decisiones en cuanto a la densidad inicial de las plantaciones forestales.

Las actuales densidades de plantación que van más allá de las 1.250 plantas por hectárea para llegar al final de la rotación a cerca de 300-800 plantas por hectárea, hacen ver que, en el proceso de crecimiento y manejo del rodal, se está aportando al área una gran cantidad de material altamente inflamable necesario de manejar, poniendo bajo un extremo potencial de pérdidas a la plantación. Colateralmente, se está perdiendo un importante potencial productivo del suelo.

Durante todo este proceso de consolidación de la masa productiva, la alternativa de extracción total de los residuos podría ser la más lógica. Sin embargo y tomando en cuenta aspectos económicos se hace completamente inviable. Por ello, lo que se debe buscar es un equilibrio entre los objetivos de producción y protección tanto de la plantación forestal como del suelo.

Considerando que en nuestro país las actividades de producción forestal fundamentalmente están asociadas a plantaciones de *Pinus radiata* y *Eucalyptus* spp., a continuación se hace una reseña, comentario e integración de la distintas técnicas de la Silvicultura Preventiva que pueden ser aplicadas en dichas plantaciones.

**QUEMAS AL BARRER:** en este tipo de quemas no hay más manejo ni redistribución de los residuos que los necesarios para impedir que el fuego se propague fuera del área cubierta por estos. En torno a los márgenes del área es necesario habilitar cortafuego para dar una mayor seguridad en el control del fuego. En áreas extensas, es necesario dividirla en parcelas que pueden ser tratadas de una vez o en forma progresiva dependiendo de la cantidad e inflamabilidad de los residuos y la dificultad de controlar el fuego. En *Pinus monticola* se considera que el máximo tamaño permisible para una sola parcela es de 80 hectáreas (DAVIS Y KLEHM, 1939).

Se considera mejor efectuar las quemas inmediatamente después de la caída de los primeros 75 mm de lluvia de otoño (AUFDERHEIDE y MORRIS, 1949). Si se escoge un periodo después de unas lluvias, en que el tiempo está en calma, presenta varias ventajas comparativas: hay muchas posibilidades de que el fuego consuma solamente los residuos que deben ser eliminados, combustibles pequeños y medianos; menor riesgo de ocasionar daño a los rodales vecinos; el fuego se propaga lo bastante lento para que pueda ser controlado por un número pequeño de operarios; se evitan fuegos de gran intensidad que dañan el suelo y originan una drástica exposición de este a agentes erosivos. Las quemas en primavera y, especialmente, en verano, deben ser evitadas atendiendo el riesgo de incendios forestales (HAWLEY 1982).

---

A pesar del bajo costo que estas tienen, es el método menos deseable de tratamiento de residuos. Son muy destructivas para la regeneración adelantada, las semillas y cualquier masa residual presente después de la corta. El riesgo de que el fuego escape a los rodales vecinos es muy alto, e incluso sino es así, los árboles adyacentes a menudo se afectan por la radiación y mueren. La drástica exposición del área puede dar paso a la erosión. Las propiedades físicas del suelo son afectadas cuando la materia orgánica es totalmente consumida y la temperatura en los primeros centímetros del suelo superan los 400 °C (HUNGERFORD et al 1991), condiciones que se dan cuando el suelo y materia orgánica tienen un bajo contenido de humedad (menor al 10%) y existe una alta carga de combustible acumulada.

**QUEMAS PARCIALES:** es la modificación de las quemas altamente riesgosas en la que sólo se queman los residuos en aquellas áreas en que se presentan condiciones de alta amenaza y vulnerabilidad de incendios forestales. Sólo pueden ser utilizadas en situaciones en que hay escaso riesgo de que el fuego se propague por toda el área. Estas, por lo general, son recomendables para el manejo de vegetación a orilla de caminos o de los combustibles pequeños bajo dosel.

**QUEMAS PROGRESIVAS:** consisten en amontonar y quemar los residuos en una sola operación. La acumulación, el amontonamiento y la quema, en una sola operación, reduce los costos generales de supervisión; el personal que hace los trabajos de amontonamiento puede ser también aprovechado para controlar el fuego durante la quema. Este método puede ser utilizado en tiempo húmedo, aunque se pierda algún tiempo para iniciar el fuego, dado que los residuos se consumen mientras se van agregando más. Los daños a la repoblación y a la masa residual se reducen a un mínimo. Con esta técnica el peligro se elimina tan pronto como se va creando.

La quema progresiva tiene grandes ventajas sobre los demás métodos de manejo de residuos (MUNGER y WESTVELD, 1931).

**QUEMA BAJO DOSEL:** la quema bajo dosel en coníferas puede ser uno de los métodos de manejar el combustible para evitar, en primer lugar, la iniciación de fuegos superficiales, y en segundo lugar, que éstos puedan convertirse en fuegos de copas. El combustible a eliminar está formado por acículas y ramillas, matorral y regeneración de las propias coníferas, el cual carece de valor por desarrollarse en condiciones de gran competencia. Cuando esto se ha logrado, sigue siendo necesaria la conservación del área limpia para evitar nuevas acumulaciones de residuos, así como rebrotes del matorral.

Las quemas bajo dosel, naturalmente, deben tener una baja intensidad ya que se pretende proteger el dosel y no acabar con él. Las llamas no deben tener más de 30 a 50 cm de altura. El fuego debe iniciarse de modo que se desarrolle ladera abajo o contra el viento. Asimismo, el viento no debe ser variable. La quema debe realizarse cuando el piso está húmedo; de esta forma no se quema ni destruye, ni el calor penetra en el suelo matando las raíces. Por ello, el final del invierno o la primavera son las épocas adecuadas. Durante el invierno los combustibles, especialmente los más gruesos, están empapados de agua y no arden ni favorecen la propagación del fuego. Si se pretende que la quema descubra algo el suelo mineral para favorecer la regeneración, esta se puede efectuar en otoño (VELEZ, 1983).

Como condiciones de la quema se dan los siguientes intervalos:

Condición del medio	Intensidad de la quema	
	Baja	Alta
Humedad relativa del aire (%)	50	30
Temperatura del aire (°C)	-6	+10
Velocidad del viento (Km/h)	3	15
Humedad del combustible liviano (%)	20	7

Asimismo, se recomienda que de uno a tres días, antes de la quema, haya caído una lluvia de 15 a 25 mm.

Según la experiencia actual, en quemas realizadas en medio de especies arbóreas o arbustivas, de menos de 10 cm de diámetro basal, tienen riesgo alto. En cambio, aparecen pocos daños en árboles mayores de 15 cm de diámetro (VELEZ, 1983).

**MANEJO DE RESIDUOS POR AMONTONAMIENTO Y QUEMA:** El propósito es colocar los residuos en montones que son posteriormente quemados en tiempo favorable. En vista del hecho de que la quema se debe retrasar hasta después de la caída de las primeras lluvias, hay que construir con cuidado los montones.

El objetivo de este método es el de reunir los residuos en montones pequeños y compactos, que ocupen un área mínima y estén lo bastante próximos entre sí, para evitar que haya que dar más de unos pocos pasos para arrastrar este tipo de material hasta ellos. Las pilas suelen ser circulares y de forma ligeramente cónica. En la región de *Pinus ponderosa* han resultado satisfactorias las piras de 2,5 a 3 m de diámetro y 1,5 a 2 m de altura (MUNGER y WESTVELD, 1941).

La mejor época para la quema se presenta después de que haya habido precipitaciones suficientes para humedecer los combustibles potenciales de los alrededores, pero no para empapar el interior de las piras. Hay que escoger un tiempo relativamente sereno, de modo que la mayor parte del aire calentado se elimine hacia arriba, en lugar de hacerlo lateralmente hacia los árboles adyacentes. Las piras bien construidas, quemarán perfectamente sin causar preocupación una vez encendidas.

En el pasado, el amontonamiento y quema ha sido el método más ampliamente utilizado y aprobado de eliminación de residuos. Cuando se aplica con propiedad, sólo produce daños leves al suelo y a los árboles restantes (HAWLEY, 1982).

Experiencias con este método en Alemania (ROTHELMEL, 1999), señalan que los residuos amontonados, si no son eliminados con prontitud, son utilizados como refugio por un importante número de especies silvestres las cuales se ven afectadas al momento de la quema. Esta situación ecológica – ambiental, ha implicado que esta técnica ya no sea utilizada en Europa.

---

**AMONTONAMIENTO MECÁNICO:** la principal dificultad del método progresivo de amontonamiento y quema, es la gran cantidad de mano de obra que se requiere. La utilización de “bulldozer” comunes, provistos de dientes especiales de manera de no arrastrar suelo a los montones de combustibles es una adecuada alternativa. El amontonamiento mecánico está bien adaptado a plantaciones forestales relativamente poco densas, siempre que el terreno no sea demasiado abrupto y rocoso. El apilado mecánico ha sido utilizado después de la tala rasa en montes de *Pinus contorta*, y permite una reducción de combustible igual y una repoblación mejor que las quemas diseminadas (LeBARRON, 1952).

Es necesario destacar que los sistemas de manejo y producción silvícola y agrícolas tradicionales, con su movimiento de tierra y quema, están provocando un incremento significativo de CO<sup>2</sup> en la atmósfera, representando el carbono liberado por las quemas un 30% de sólidos en suspensión que contribuyen al efecto invernadero. La contaminación atmosférica al emitir material particulado influye significativamente en el origen de problemas broncopulmonares en la población humana circundante. En perspectiva, si esta situación no es revertida en el plazo inmediato puede significar que la atmósfera contendrá alrededor de 3 a 4 veces más CO<sup>2</sup> que en la época pre-industrial (TANS and BAKVIN, 1995).

**MANEJO DE RESIDUOS POR AMONTONAMIENTO SIN QUEMA:** en ciertas circunstancias puede ser aconsejable amontonar los residuos y dejarlos sin quemar. Este tipo de tratamiento suele retrasar la descomposición de los residuos durante muchos años, sin embargo, otorga una significativa protección al suelo contra la erosión especialmente en terrenos con pendiente. Su aplicación se limita a situaciones en que sería peligroso utilizar el fuego. Esta técnica se utiliza en las riberas de la plantación en los lugares donde después pasarán las vías de saca. Cuando se hace la primera intervención del sitio se supone que el material se descompuso y las vías son transitables (ROTHELMEL, 1999).

**MANEJO DE RESIDUOS MEDIANTE DESMENUZAMIENTO O DISEMINACIÓN:** este consiste en cortar los residuos en trozos más pequeños y diseminarlos libremente en el suelo. Este tratamiento suele hacerse para situar los restos en estrecho contacto con el suelo, con el fin de acelerar la descomposición. Este propósito no se logra fácilmente si la superficie del suelo tiende a ser muy húmeda o demasiado seca durante la estación de crecimiento. Algunas veces es posible distribuir los residuos en una capa lo bastante fina para convertirlos en un beneficio en lugar de un detrimento para el rodal, la sombra que proporcionan los árboles en pie tiende a acelerar la descomposición de los residuos.

**MANEJO DE RESIDUOS POR EXTRACCIÓN:** este método consiste en desplazar los residuos hasta sitios en que causen relativamente poco daño en caso de incendios en el área. Esta alternativa permite la utilización de los residuos como productos secundarios del bosque destinando el combustible más grueso para la confección de carbón, leña o astillado. Tomando en consideración que una cantidad significativa de faenas forestales están cercanas a áreas de concentración de población marginal, donde el uso de la leña y el carbón son un componente energético importante, se podría buscar una suerte de asociación con estas comunidades con la finalidad que extraigan los residuos de las plantaciones, disminuyendo el potencial de riesgo de incendios forestales.

---

**MANEJO DE RESIDUOS POR ASTILLADO:** existen hoy múltiples máquinas que permiten convertir los residuos forestales en astillas. Entre estas están las máquinas portátiles para convertir el material pequeño en virutas y esparcir las en el suelo. Otra alternativa es las máquinas desbrozadoras, accionadas por tractores de tipo agrícolas, que permiten el astillado y desmenuzamiento de arbustos medianos; residuos de raleo, podas y explotación; tocones; raíces; corteza; etc. en el mismo sitio utilizando este material como abono. Si la cantidad de residuos es importante puede ser utilizado compostado e inclusive comercializado como fertilizante para el mejoramiento de suelos a mayor escala. Para mayores cantidades de residuos existen plantas desmenuzadoras semi-móviles o móviles (autopropulsadas) para la operación en situ que permiten procesar estos residuos y utilizarlos para centrales de co-generación, alimentación de calderas, plantas briqueteadoras, etc. (ELIZALDE, 1994).

Esta última alternativa es factible de ser implementada mediante la formación de cooperativas, que permitan organizar un reciclaje adecuado de los residuos forestales generando beneficios provenientes de materiales antes desechados o simplemente quemados causando importantes efectos contaminantes al medio ambiente y desperdiciando valores intrínsecos.

**MANEJO SILVOPASTORAL:** es posible limitar el desarrollo de pastos y matorrales mediante la utilización de ganado que se alimente de los mismos. En otros países, como España, se utilizan varios tipos de ganado: cabras, caballos, ovejas, vacunos y/o cerdos, más en nuestro país existe una interesante alternativa como es el uso de camélidos (Guanacos, Llamas), por ser especies nativas y rústicas.

La carga de ganado necesaria para controlar el rebrote totalmente y disminuir el combustible disponible, es de una cabra por 1,5 ha de monte o de un caballo por 4 ha. La cabra resulta compatible sin daños a los árboles mayores a los 3 metros si se tiene corteza gruesa y si no hay escasez de brotes. El ganado mayor requiere manejo para protegerlo de enfermedades así como suplementar su alimentación en épocas de invierno. Si el manejo silvopastoral se utiliza para limpiar cortafuegos, es preciso que un pastor guíe el rebaño, o bien cercar la zona. En las experiencias citadas con un rebaño de 200 cabras en pastoreo libre en un monte de 300 ha de eucaliptos con personal que lo atienda a la vez que realiza otros trabajos se obtiene una rentabilidad del 10% de la inversión, además de mantener el monte sin matorral (VELEZ, 1987).

**CORTAFUEGO:** el cortafuego es una superficie relativamente ancha en la que la continuidad de la vegetación es modificada para conseguir una menor biomasa, a fin de detener la propagación del fuego o que éste pueda ser controlado más fácilmente. Los sectores de cortafuego deben ser diseñados y mantenidos como parte de un plan general de protección, a mediano y largo plazo.

La continuidad de las áreas boscosas es variable a las condiciones de riesgo, es así como se recomienda que en áreas de alta o extrema amenaza de incendios forestales, o donde el recurso forestal tenga un alto valor de producción y/o protección, circunscribirlas a una superficie máxima de 400 hectáreas y hasta 1.000 hectáreas, donde la amenaza sea moderada o baja. Esta rodalización está, en cierta forma, relacionada con el nivel de pérdida



---

permisible o la capacidad de respuesta ante un conato de incendio forestal. Si se establecen, por ejemplo, rodales de 400 hectáreas esta superficie sería la que se está dispuesta a perder como mínimo.

La localización de los cortafuego está predeterminada por la presencia de factores condicionantes de riesgo, para nuestro caso, asociado a la presencia del hombre. Por ello es importante privilegiar su habilitación en:

- a) áreas perimetrales a zonas habitadas (Interfaz plantaciones forestales-asentamientos humanos)
- b) áreas perimetrales a zonas de cultivo agrícola
- c) áreas perimetrales a zonas de recreación al aire libre
- c) a lo largo de carreteras y caminos secundarios

Es indudable que los caminos públicos, caminos prediales, líneas de ferrocarriles, ríos, roqueríos, etc. se constituyen en adecuadas alternativas de cortafuego.

El ancho de los cortafuego guardará estrecha relación con la altura de la vegetación presente de manera de evitar la propagación del fuego por radiación. Se considera aceptable que estos tengan a lo menos un ancho equivalente a 2 alturas de la vegetación circundante.

Uno de los problemas que presentan los cortafuego, es el hecho de dejar el suelo expuesto a fenómenos erosivos, especialmente aquellos con pendiente. Una forma de subsanar esta situación, en plantaciones de coníferas, es plantar en estas áreas especies menos susceptibles a la ignición (latifoliadas), las cuales permiten contener la propagación de pavesas, aminorar la velocidad del viento y, paralelamente, producir madera.

# IX

## Por qué es necesaria la Silvicultura Preventiva en Chile

La importancia de tomar en consideración las diferentes técnicas asociadas a la Silvicultura Preventiva, cuyos objetivos básicos son el atenuar el impacto de los incendios forestales, asociando esta protección al mejoramiento de la producción y la calidad del medio ambiente, radica fundamentalmente en la importante superficie afectada por incendios cada temporada de verano y la significativa superficie manejada mediante el fuego.

Al hacer un balance general de la presencia del fuego, como incendio forestal y quemas controladas, a contar de la temporada 1996/97, tenemos que producto de los incendios forestales se han visto afectada **529.670 hectáreas** y a través de las quemas controladas **2.716.213 hectáreas**, lo que da un total de **3.245.882 hectáreas quemadas** (Ver Cuadro N°1).

<b>Cuadro N° 1. Presencia nacional del fuego temporadas 1996/97 a 2005/06</b>				
<b>N°</b>	<b>Superficie tratada</b>	<b>Superficie Incendios (ha)</b>	<b>Superficie Quemas (ha)</b>	<b>Total Superficie (ha)</b>
1	1996-1997	43.595	227.109	270.704
2	1997-1998	90.888	276.087	366.974
3	1998-1999	101.691	246.818	348.509
4	1999-2000	17.183	243.106	260.289
5	2000-2001	10.918	271.796	282.714
6	2001-2002	90.069	266.982	357.051
7	2002-2003	41.881	302.195	344.076
8	2003-2004	48.853	311.879	360.732
9	2004-2005	65.300	300.111	365.411
10	2005-2006	19.292	270.130	289.422
<b>Total</b>		<b>529.670</b>	<b>2.716.213</b>	<b>3.245.882</b>

Fuente: Corporación Nacional Forestal

Sin duda, esta presencia del fuego presenta una situación bastante crítica, especialmente desde el punto de vista del impacto ambiental producto de las emanaciones de humo, debido a que, tanto los incendios forestales como las quemas, se concentran entre los meses de noviembre y abril de cada año. El promedio para estos últimos 10 años de información asciende a **324.588 hectáreas quemadas**.

Si se toma en consideración solamente la superficie sometida a quemas, ya que ella es posible de modificar mediante otras alternativas de manejo de los residuos, y analizamos algunos indicadores, tomando como base información bibliográfica, con la finalidad de visualizar su impacto en el medio, se tiene el siguiente diagnóstico (Ver Cuadro N° 2).

**Cuadro N° 2. Tipo de superficie manejada con quemas promedio temporadas 1991/97 a 2005/06**

Temporada	Superficie (ha)		Total
	Agrícola	Forestal	
1995 - 1996	188.061	30.900	218.960
1996 - 1997	202.999	23.846	226.845
1997 - 1998	240.846	35.174	276.020
1998 - 1999	223.918	22.889	246.807
1999 - 2000	218.180	24.801	242.981
2001 - 2002	238.986	27.996	266.982
2002 - 2003	292.817	9.349	302.166
2003 - 2004	286.849	24.068	310.917
2004 - 2005	269.672	30.198	299.870
2005 - 2006	241.994	27.730	269.725
<b>TOTAL</b>	<b>1.330.318</b>	<b>119.341</b>	<b>2.661.273</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>133.032</b>	<b>11.934</b>	<b>266.127</b>

Fuente: Corporación Nacional Forestal

Cabe destacar que existe una importante concentración del uso del fuego entre la **IX y VIII Regiones**, las cuales concentran cerca del **70%** de la superficie nacional sometida a quemas. Estas cifras ponen de manifiesto dos situaciones: el alto potencial de riesgo de generación de incendios forestales y el importante impacto sobre el medioambiente de esta labor en estas regiones.

Si se toma en consideración que el aporte residual en las quemas agrícolas varía entre 5 y 7 ton/ha (promedio 6 ton/ha) y para las quemas de tipo forestal entre 14 y 55 ton/ha (promedio 34 ton/ha), se tiene que en promedio por temporada se queman, a nivel nacional, del orden de **4.523.088 de toneladas de residuos** (ELIZALDE, 1994).

Respecto de las quemas forestales, el promedio por hectárea de material leñoso de residuos es de 203 m<sup>3</sup>, cifra que señala que por temporada se queman del orden de los **2.422.602 de metros cúbicos** (ELIZALDE, 1994).

El impacto que tienen las quemas sobre el medio ambiente, en cuanto al aporte de material particulado a la atmósfera, este varía dependiendo del tipo de residuos a quemar entre 0.0025 y 0.0135 toneladas por tonelada quemada, donde, para nuestro caso el impacto más optimista asciende a **11.308 toneladas** y el más pesimista a **61.062 toneladas** de material particulado que se aporta a la atmósfera (ELIZALDE, 1994).

Estos antecedentes dejan de manifiesto la imperiosa necesidad de introducir substanciales cambios en la técnica para manejar los residuos silvoagropecuarios, sustituyendo el uso del fuego por alternativas de manejo que minimicen su impacto negativo sobre el suelo y el aire y maximicen la utilización de los residuos forestales y agrícolas.

Desde la perspectiva del daño producido por los incendios forestales, es indudable que este está asociado con la intensidad del deterioro de la cobertura vegetal, la fragilidad de los ecosistemas afectados y del tipo de vegetación dañada. Para tener una apreciación del problema, a continuación se entrega una estratificación de los tipos genéricos de cubierta vegetal dañada en el ámbito nacional (Ver Cuadro N° 3).

**Cuadro N° 3. Daño nacional de incendios forestales temporadas 1996/97 a 2005/06**

Temporada	Plantaciones				Vegetación Natural				Forestal ( ha )	Otras Superfs. ( ha )	Superf. Afectada ( ha )
	Pino Insigne	Eucalipto	Otras	Total	Arbolado	Matorral	Pastizal	Total			
1996 - 1997	12.126	2.439	30	14.595	5.555	11.000	7.487	24.042	38.637	4.958	43.595
1997 - 1998	1.877	1.062	28	2.966	61.181	10.770	12.780	84.731	87.696	3.191	90.888
1998 - 1999	30.119	6.333	47	36.499	14.399	27.670	14.112	56.181	92.680	9.010	101.691
1999 - 2000	2.012	1.032	43	3.088	1.147	5.292	5.166	11.606	14.693	2.489	17.183
2000 - 2001	935	642	17	1.595	691	2.300	3.339	6.329	7.924	2.994	10.918
2001 - 2002	16.258	5.545	439	22.242	31.282	13.156	13.040	57.478	79.720	10.349	90.069
2002 - 2003	2.360	3.291	351	6.002	4.749	11.892	14.424	31.065	37.067	4.921	41.988
2003 - 2004	7.292	3.445	70	10.806	6.097	14.486	12.690	33.274	44.080	6.607	50.687
2004 - 2005	4.761	2.505	204	7.470	8.952	17.791	23.213	49.956	57.426	7.874	65.300
2005 - 2006	776	1.005	19	1.801	2.241	5.934	7.408	15.583	17.383	1.909	19.292
<b>TOTALES</b>	<b>77.739</b>	<b>26.293</b>	<b>1.230</b>	<b>105.262</b>	<b>134.053</b>	<b>114.357</b>	<b>106.252</b>	<b>354.662</b>	<b>459.924</b>	<b>52.394</b>	<b>512.318</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>7.774</b>	<b>2.629</b>	<b>123</b>	<b>10.526</b>	<b>13.405</b>	<b>11.436</b>	<b>10.625</b>	<b>35.466</b>	<b>45.992</b>	<b>5.239</b>	<b>51.232</b>

Es indudable que el evaluar las pérdidas generadas por los incendios forestales, tanto del punto de vista económico, ambiental y social, es una tarea compleja y no es motivo de esta publicación. Sin embargo, se puede hacer una aproximación en la estimación de las pérdidas económicas. La pérdida promedio en plantaciones por sobre los 18.4 millones de dólares y en vegetación natural por sobre los 19.5 millones de dólares, lo que totaliza una pérdida de 37.9 millones de dólares por temporada estival (HALTENHOFF, 1997).

Esta situación está condicionada por el descuido, ignorancia o maldad del ser humano, situación que continuará siendo un problema debido a que hay factores que aumentan año tras año, el potencial de generación de incendios forestales, como:

- a. Aumento de la población y movilidad de ella. Lo que implica una mayor demanda de áreas de esparcimiento al aire libre, aumentando la presión por usar los recursos forestales como fuente de recreación. Además de una creciente intrusión urbana en áreas de características forestales.
- b. Mayor cantidad de recursos forestales: Lo que conlleva un mayor volumen de combustibles forestales y, por ende, una mayor necesidad de invertir en silvicultura preventiva.

---

c. Mayor actividad industrial en el bosque. Situación que aporta mayores niveles de riesgo dentro del bosque, cuya compensación pasa por estrictas medidas preventivas.

Es indudable que los resumidos antecedentes antes expuestos, ponen de manifiesto la gran magnitud que tiene la presencia del fuego en nuestros ecosistemas naturales y la urgente necesidad de buscar e implementar alternativas modernas de manejo de los recursos forestales. Donde le cabe un rol fundamental a los propietarios de predios rurales y, especialmente, a los poseedores de estructuras boscosas, sean estas plantaciones o bosques nativos, en la aplicación de las técnicas de Silvicultura Preventiva, expuestas en el presente documento.

# X

## Ejemplos de Manejo

Con la finalidad de integrar los aspectos antes expuestos, a continuación, se entrega un análisis, descripción y proposición de normas técnicas para aquellas situaciones más típicas presentes en las zonas rurales. Estas normas de Silvicultura Preventiva deben ser adecuadas, en cuanto a su intensidad, de acuerdo a la situación específica de amenaza y vulnerabilidad de incendios forestales presente en los terrenos a manejar.

### Caminos Principales

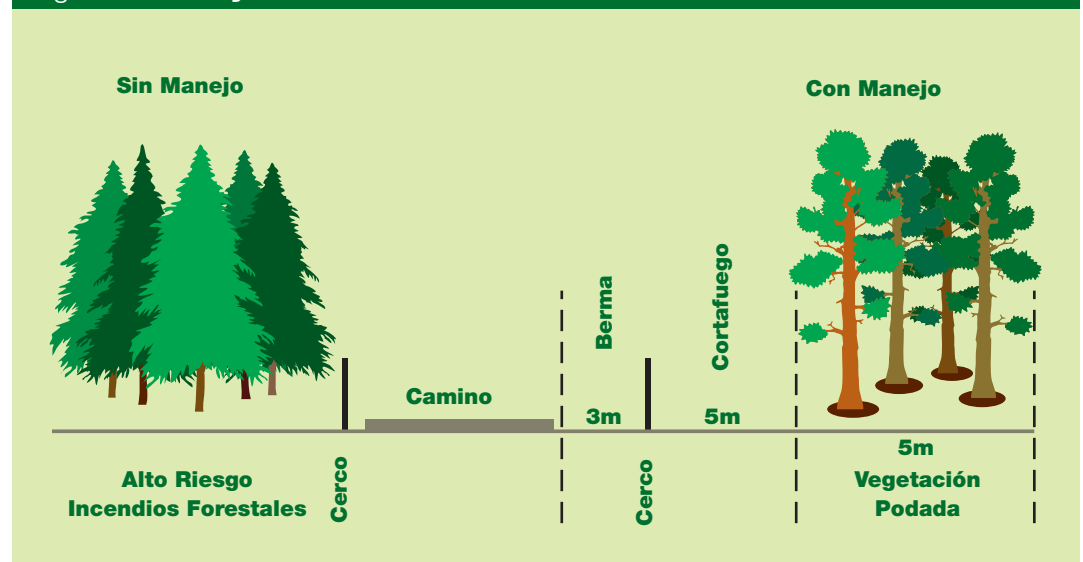
- Manejo de combustibles laterales a las vías.

A pesar de haber un alto tráfico en estas vías, la probabilidad de ocurrencia de incendios por lo general, es baja atendiendo a que los transeúntes por lo general no se detienen a efectuar algún tipo de actividad.

Considerando esta situación, se plantean las siguientes normas de manejo.

En estas vías se requiere implementar, a ambos lados, tres franjas de seguridad: una franja de a lo menos 3 metros de ancho, libre de todo material combustible, entre la carpeta de rodado y el cerco que deslinda la propiedad; una franja cortafuego de a lo menos 5 metros, entre el cerco divisorio y la vegetación mayor, arbustos y/o árboles, en la cual se debe mantener permanentemente manejada la estrata herbácea y una franja de a lo menos 5 metros de ancho en que la vegetación debe ser podada y el material residual extraído del área.

Figura 4. **Manejo de combustibles laterales a las vías**

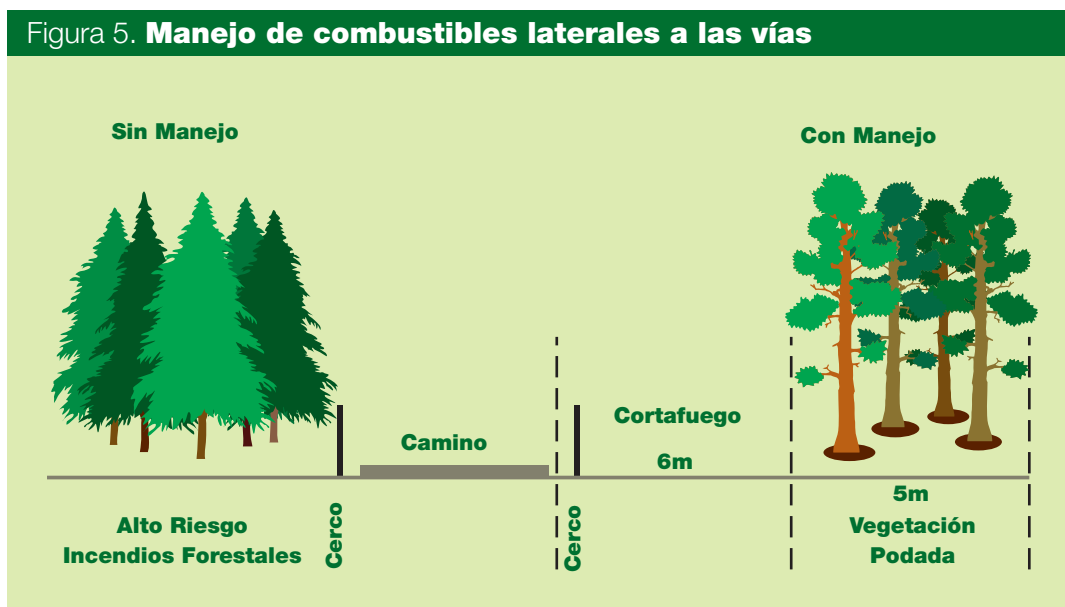


## Caminos Secundarios

- Manejo de combustibles laterales a las vías.

A pesar del bajo flujo de vehículos y personas, estos caminos presentan un alto riesgo de incendios debido a que, por lo general, son en estas vías donde el público se detiene a realizar actividades de recreación. Razón por lo cual, las medidas de prevención, asociadas a la silvicultura preventiva, deben ser más intensivas.

Considerando que en estas vías generalmente no poseen bermas laterales, se debe habilitar una franja cortafuegos entre el cerco divisorio y la masa boscosa, de a lo menos 6 metros de ancho manteniendo el suelo con una estrata herbácea o cultivos siempreverdes que atenúen la propagación del fuego y eviten la erosión del suelo. Además, más al interior una franja de a lo menos 5 metros en que la vegetación arbustiva o arbórea sea mantenida en forma permanente podada y los residuos extraídos del área.



## Terrenos con Pendiente

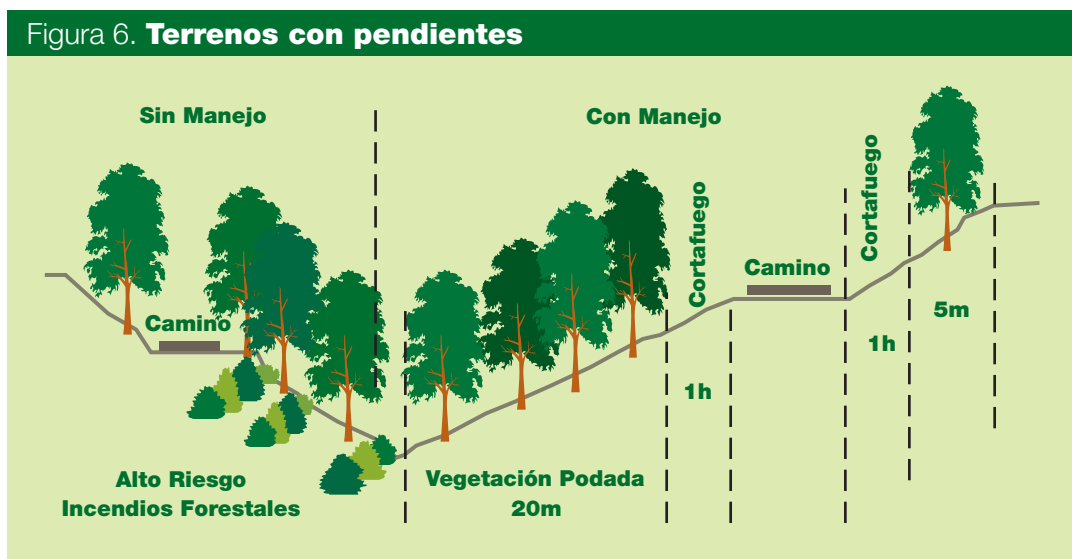
En terrenos con pendiente la propagación del fuego adquiere mayor intensidad y se dificulta su control, por lo cual, las medidas de manejo deben ser más estrictas. Además, se deben tomar consideraciones especiales para evitar la erosión del suelo.

A cada lado del camino se debe habilitar una franja cortafuego a lo menos el equivalente a 1 altura de la vegetación dominante. Además, una franja de a lo menos 20 metros de ancho hacia el lado inferior de la pendiente y 5 metros hacia el lado superior de ésta donde la vegetación debe ser podada y los residuos extraídos del área.

Las franjas cortafuego y las áreas donde la vegetación debe ser podada, durante la temporada de riesgo de incendios forestales deben ser mantenidas en forma permanente



libre de combustibles secos e inflamables considerando que todos los incendios se inician a ras de suelo. Es indudable que mientras más libre de combustibles de alto riesgo se mantengan estas franjas de seguridad, la vulnerabilidad del recurso forestal será menor.



### Construcciones

El aumento de las construcciones en áreas de características forestales presenta un serio riesgo de incendios forestales debido a la presencia de una gran concentración de personas que utilizan el fuego para múltiples labores. En estas áreas se presentan dos fuentes de amenaza para la población, la primera, producto del uso descuidado del fuego se puede originar un incendio forestal y, la segunda, un siniestro originado en el campo se puede propagar hacia estas áreas poniendo en peligro la integridad de la población y los recursos presentes. Por ello, es imprescindible implementar una serie de medidas preventivas básicas en la interfaz, entre la plantación forestal y los asentamientos humanos.

- Manejo de combustibles alrededor de casas.

La propagación e intensidad del fuego guarda una estrecha relación con la cantidad de combustible y la topografía, por lo cual, las medidas de manejo de la vegetación deben ser más intensivas mientras mayor sea la pendiente del terreno.

Lo fundamental, en estas áreas, es mantener una cubierta vegetal siempre verde y manejada, de modo de controlar los procesos erosivos, extrayendo la vegetación seca y muerta que presente una alta combustibilidad. Los techos deben ser resistentes al fuego y mantenerlos limpios de ramas, acículas u hojas. Las casas de madera en lo posible deben tener un tratamiento ignífugo. Las chimeneas deben ser implementadas con mallas atrapachispas. Las quebradas deben mantenerse limpias de basura que pueda constituirse en un agente adicional de riesgo.

Figura 7. **Manejo de combustible alrededor de casas**

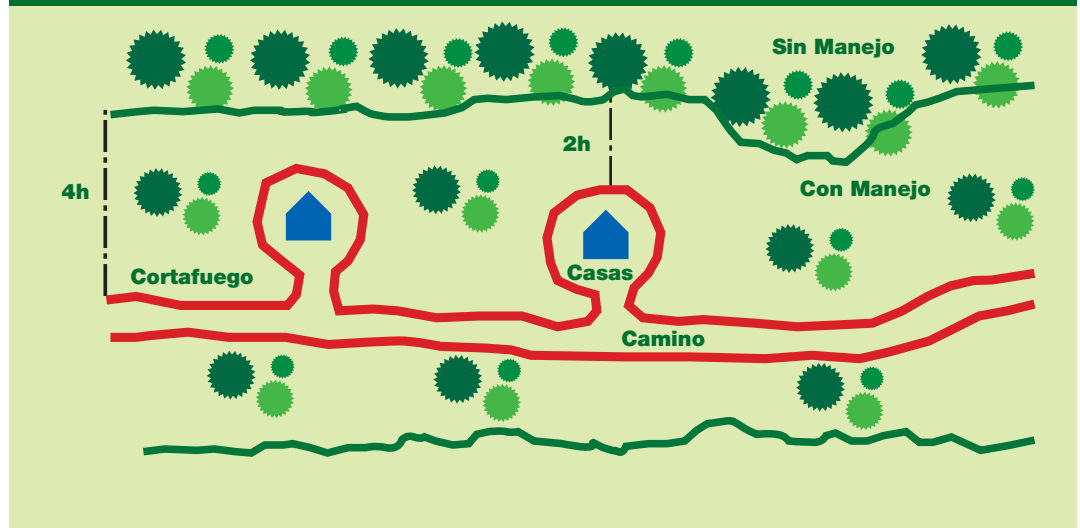


#### Manejo alrededor de otro tipo de construcciones

Aquí se muestra un esquema aéreo de manejo de combustibles alrededor de construcciones y vías de circulación de vehículos, cuya finalidad es resguardar la integridad de las construcciones, ante la eventualidad que un incendio forestal proveniente de la plantación las pueda afectar.

Es importante que alrededor de las zonas urbanizadas o construcciones y áreas de recreación al aire libre, se habiliten cortafuego que aminoren la propagación del fuego, las vías de acceso son una adecuada alternativa para ello. En estas áreas se debe eliminar la vegetación inflamable manteniendo permanentemente los árboles y arbustos podados. Se requiere el manejo de la vegetación dominante en un sector equivalente, a lo menos, a 2 alturas de la vegetación presente.

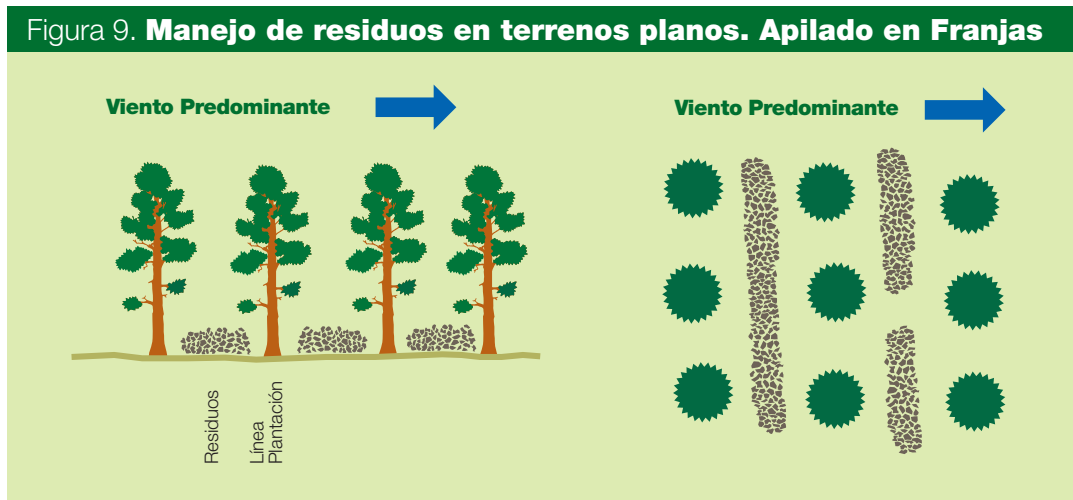
Figura 8. **Construcciones**



## Manejo de Residuos de manejo o explotación en Terrenos Planos

- Apilado en franjas

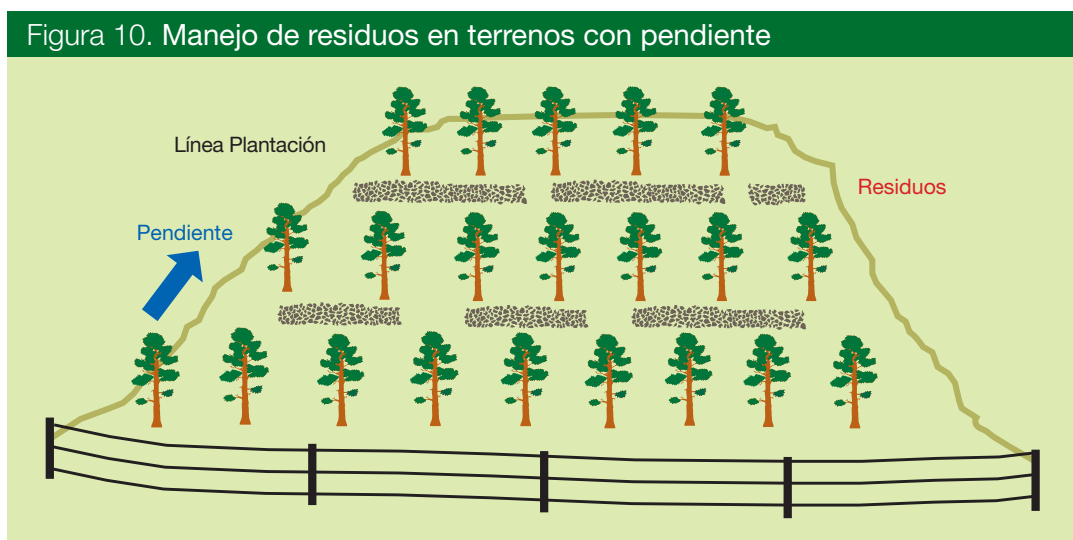
Una de las alternativas consiste en distribuir los residuos en franjas entre las líneas de plantación, dejando un espacio entre estas y la base de los árboles. Esta técnica permite disminuir la propagación del fuego y controlar los efectos erosivos y conservar el contenido de humedad en el suelo.



## Manejo de Residuos en Terrenos con Pendiente

El apilado de los residuos de poda y/o raleos debe ser hecho en forma perpendicular a la pendiente y distribuido entre las líneas de plantación, rompiendo su continuidad cada ciertos tramos, dejando espacios entre estas y la base de los árboles.

Esta técnica de manejo aporta una mayor protección del suelo ante los fenómenos erosivos y permite conservar la humedad de éste.



Su disposición, perpendicular a la pendiente, permite cortar la continuidad de propagación, ya sea en forma ascendente o descendente, del fuego.

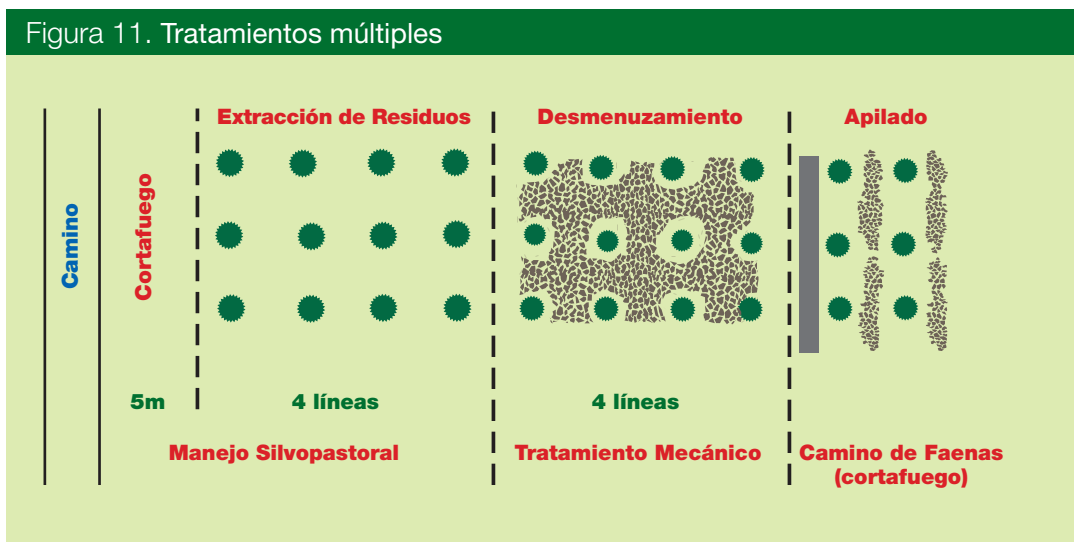
### Tratamientos Múltiples

Para el caso de plantaciones extensas en terrenos planos o pendiente moderada y de alto riesgo de incendios forestales se recomienda hacer varios tratamientos a los residuos (extracción, desmenuzamiento y apilado).

La primera intervención consiste en habilitar una franja cortafuego entre el cerco divisorio y las líneas de plantación de a lo menos 5 metros de ancho y, adicionalmente, una franja de a lo menos 4 líneas de plantación donde ésta sea podada y los residuos extraídos de ella. La vegetación herbácea y la regeneración de arbustos o del propio rodal en estas dos franjas, deben ser eliminadas en forma permanente, durante la temporada de riesgo, ya sea por medio de manejo silvopastoral, productos herbicidas o quemas prescritas.

Más al interior de estas dos franjas de seguridad, a lo menos en las próximas 4 líneas de plantación se deben podar los árboles y los residuos desmenuzarlos y esparcirlos en el suelo. Dependiendo del riesgo de incendios forestales los árboles de a lo menos las próximas 4 líneas deben ser podados y los residuos apilados en franja entre las líneas de plantación.

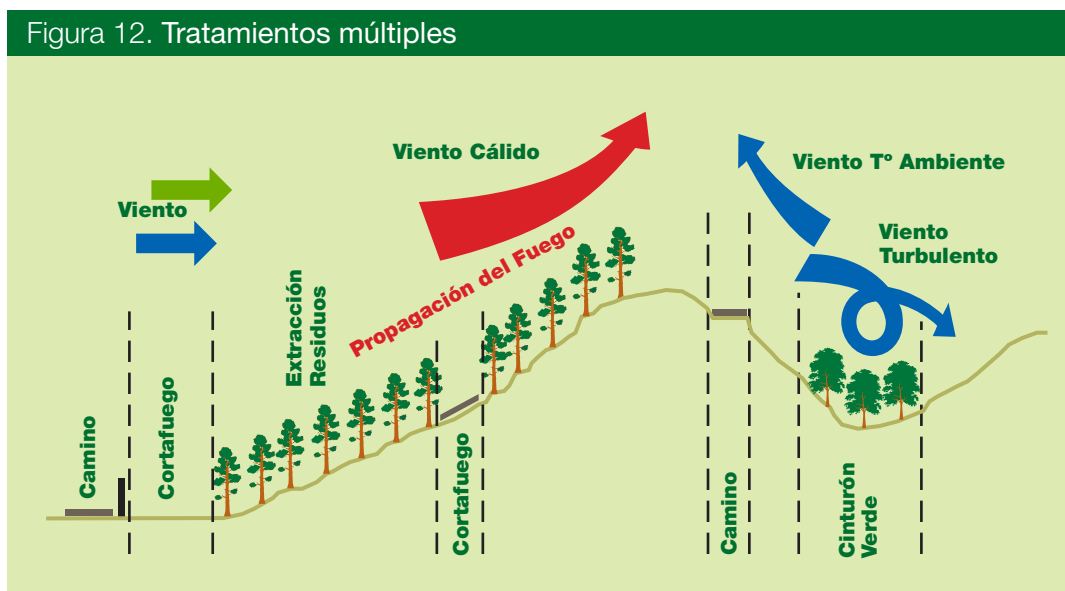
Para situaciones de plantaciones extensas deben ser habilitados cortafuego interiores de un ancho de a lo menos 2 alturas la vegetación dominante, donde los caminos de faenas son una adecuada alternativa, con la finalidad de romper la continuidad de las plantaciones ante la presencia de incendios forestales de gran magnitud.



## Tratamientos Múltiples

Para el caso de plantaciones en terrenos con pendientes debe haber una mayor complementación de técnicas de manejo.

Es aconsejable que los rodales no tengan una continuidad mayor a las 400 hectáreas en zonas de extremo o alto riesgo de incendios y no mayor a las 1.000 hectáreas en donde el riesgo sea bajo o moderado.



Las áreas de cortafuego, para las plantaciones forestales, deben ser diseñadas e implementadas al momento del establecimiento de ellas. Estas pueden ser definidas por medio de los caminos de faenas a futuro o siguiendo el contorno de las curvas de nivel del terreno. Su ancho será variable dependiendo del riesgo, la pendiente y las características de inflamabilidad de la vegetación presente, sin embargo se recomienda que los cortafuegos tengan a lo menos un ancho de 2 alturas de la vegetación dominante. Sin duda el cortafuego más importante es el colindante con caminos, centros poblados o áreas de faenas de alta probabilidad de generar un incendio forestal y éste debe tener a lo menos un ancho de 5 metros.

La poda y extracción de los residuos debe ser efectuada en, a lo menos, 10 líneas de plantación hacia el interior y 10 líneas adicionales donde la vegetación sea podada y los residuos desmenuzados o apilados en franjas perpendiculares a la pendiente.

Dependiendo de la pendiente y superficie del área se deben habilitar cortafuegos intermedios que atenúen la propagación ascendente del fuego. Tomando en consideración los vientos dominantes en el área a proteger, se debe implementar en la parte superior de los cerros y a barlovento líneas cortafuego perpendiculares a la pendiente que atenúen el impacto del frente de avance del fuego y disminuya la probabilidad que éste se propague hacia otros rodales. Estos cortafuegos además se constituyen en importantes áreas de apoyo a las labores de las fuerzas de control de incendios.

---

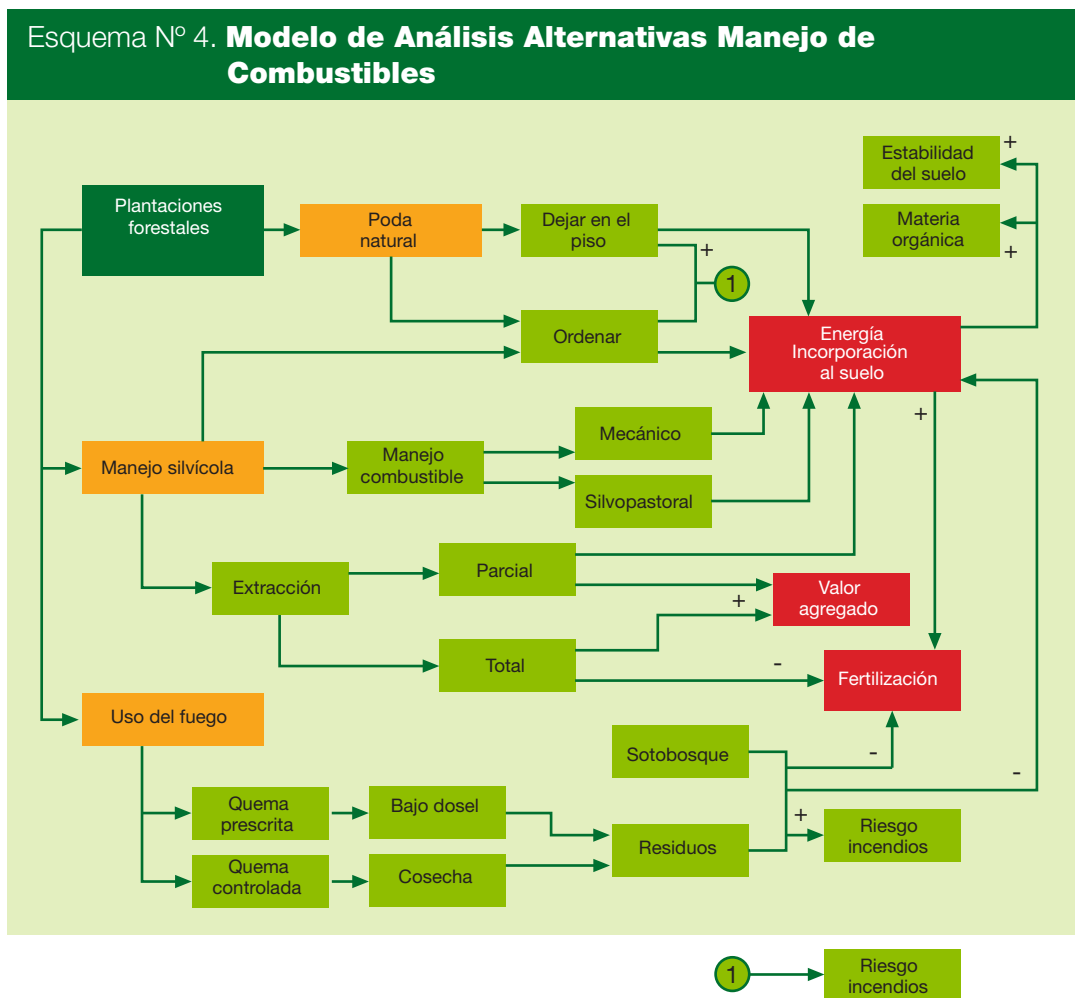
Se deben evitar las superficies continuas muy extensas de vegetación coetánea, por lo cual es fundamental no eliminar las especies frondosas existentes en el fondo de las quebradas que se encuentren en las áreas a forestar. Estas especies se constituyen en cinturones verdes que permiten atenuar la propagación del fuego debido a que, por lo general, presentan una menor inflamabilidad que las plantaciones de coníferas o eucaliptos, además de aportar un mayor contenido de humedad a estas áreas.

# XI

## Modelo de Análisis Alternativas Manejo de Combustibles

El modelo a continuación, fue estructurado con el propósito de identificar en forma gráfica las ventajas y desventajas que poseen las diferentes alternativas de manejo asociadas a la Silvicultura Preventiva (Ver Esquema N°4).

Es importante señalar que aquellas alternativas más rentables, desde el punto de vista económico, social y ambiental, serán las que maximicen los siguientes aspectos: mayor incorporación de energía al suelo; mayor valor agregado a los residuos; mayor potencial de fertilización; menor vulnerabilidad a los incendios forestales y menor amenaza de generación de incendios forestales, en concreto que propendan hacia un menor impacto negativo en el medio ambiente.



Por ejemplo, si se analiza el componente Uso del Fuego, este puede ser utilizado mediante dos alternativas, como quemas prescritas (uso del fuego planificando y controlando científicamente las variables que condicionan la generación de un incendio forestal y minimice el impacto negativo del fuego sobre el medioambiente) o como quema controlada (tomando sólo consideraciones desde el punto de vista de que la quema no se transforme en un incendio forestal), sin duda la primera técnica es la que debería ser utilizada cuando se requiera, como última alternativa, del uso del fuego.

---

Estas quemas pueden ser efectuadas bajo dosel (para manejar el sotobosque) o en terreno abierto después de la cosecha para manejar los residuos.

El impacto que se obtendrá de esta alternativa de manejo, dependiendo su intensidad de las características del área y el tipo y condición del combustible, son: mayor riesgo de generación de un incendio forestal; mayor impacto ambiental, principalmente en la atmósfera; nula incorporación de materia orgánica al suelo; mayor necesidad de fertilización mineral; dar un nulo valor agregado a los residuos y menor vulnerabilidad del área a los incendios forestales.



# XII

## Conclusiones

Sin lugar a dudas ningún método de la Silvicultura Preventiva, de los aquí presentados, será autosuficiente por sí solo para el manejo y protección de los recursos forestales, debe buscarse una complementación entre ellos. Tampoco se deben considerar como un sustituto de un buen sistema de protección contra incendios forestales.

Lo que sí es cierto que mediante la aplicación de estas técnicas se estará aportando un mayor margen de seguridad contra la ocurrencia y propagación de un incendio forestal especialmente en aquellas áreas denominadas de interfaz, entre las plantaciones forestales y los asentamientos humanos que, en forma recurrente están siendo amagadas por incendios forestales. Sin lugar a dudas, un rodal con un buen sistema de manejo preventivo presentará una baja o nula vulnerabilidad frente a los incendios forestales, contribuyendo adicionalmente a optimizar, técnica y financieramente, las gestiones de control del fuego. Pienso que la calidad de las gestiones de prevención son proporcionales al valor que se le de al recurso a proteger.

Por otra parte, a través del uso de los residuos forestales y/o agrícolas, como nutrientes naturales, se estará propendiendo a mantener y/o aumentar la productividad del suelo. Adicionalmente, el uso de los residuos forestales como materias primas secundarias permitirá darles un valor agregado interesante, actualmente estos se destruyen mediante el fuego, gestión que adecuadamente planificada podría llegar incluso a autofinanciar las gestiones de silvicultura preventiva.

La silvicultura preventiva no sólo tiene como objetivo la prevención de los incendios forestales, sino también la búsqueda de la técnica o combinación de ellas que posean un adecuado potencial fitosanitario, de fertilización, de conservación de la humedad del suelo y de protección contra agentes erosivos, cumpliendo las siguientes condicionantes básicas: libre de contaminación; de bajo riesgo para la plantación forestal, la fauna silvestre, los trabajadores y las personas aledañas a la faena; que sean libres de mal olor y aporten una adecuada estabilidad microbiológica al suelo.

En la actualidad nuestro país posee un interesante avance tecnológico en materias de industrialización forestal y una importante superficie de suelos destinados a la producción forestal, además de una reconocida capacidad de los profesionales del área, elementos que sin duda permiten la adopción de técnicas de manejo que tiendan hacia la erradicación del uso del fuego en las condiciones que actualmente se desarrollan.

Finalmente, y considerando que en Chile el 99% de los incendios forestales son originados por el ser humano, debemos tener siempre presente que: **no hay orgullo en apagar un incendio forestal que pudo haber sido evitado.**

---

## Bibliografía

- Elizalde, René. (1994). **Manejo de Residuos Forestales, Un uso alternativo al fuego en labores silvoagropecuarias.** Informe Estadístico N°206. Corporación Nacional Forestal. Chile. 131 p.
- Forest Service. (1978). **Rural Community Fire Protection Program.** Department of Agriculture. U.S.A.
- Haltenhoff, Herbert. (1982). **Prevención de Incendios Forestales en Sectores Residenciales.** Corporación Nacional Forestal. Chile.
- Haltenhoff, Herbert. (1984). **Normas para la Eliminación de Desechos en Plantaciones.** Corporación Nacional Forestal. Chile.
- Haltenhoff, Herbert. (1997). **Silvicultura Preventiva.** Corporación Nacional Forestal. Chile.
- Hawley, Ralph.(1982). **Silvicultura Práctica.** Editorial Omega. México.
- Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza. (1981). **Técnicas para Defensa Contra Incendios Forestales.** Monografía N°24. España.
- Reveu Forestiere Francaise. (1990) **Espaces Forestieres et Incendies.** Número Especial. Ministere de L'Agriculture et de la Foret. Francia.
- Rodríguez, Dante. (1996). **Incendios Forestales.** Universidad Autónoma Chapingo. México.
- Velez, Ricardo. (1987). **Manual de Prevención de Incendios Forestales Mediante Tratamiento del Combustible Forestal.** Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. España.



GOBIERNO DE CHILE  
MINISTERIO DE AGRICULTURA  
CONA

Corporación Nacional Forestal  
**CONAF**

Paseo Bulnes 285, oficina 201  
Santiago  
Fono: (56-2) 390 0180  
e-mail: [santiago@conaf.cl](mailto:santiago@conaf.cl)  
[www.conaf.cl](http://www.conaf.cl)