

Resolución No. 01910

“Por medio de la cual se adoptan los lineamientos para silvicultura preventiva por incendio forestal para el manejo de especies pirófitas en el marco de proyectos urbanísticos o de infraestructura”

LA SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE

En uso de sus facultades constitucionales y legales, y de conformidad con la Ley 99 de 1993, el Acuerdo 257 de 2006, modificado por el Acuerdo 546 de 2013, el Decreto Distrital 109 de 2009 modificado por los Decretos Distritales 175 de 2009 y 450 de 2021, el Decreto Distrital 531 de 2010 modificado y adicionado por el Decreto Distrital 383 de 2018, el Decreto 377 de 2014 y el Decreto 555 de 2021 y las demás normas vigentes y,

CONSIDERANDO

Que la Constitución Política determina en los artículos 79, 80 y en el numeral 8° del artículo 95, que es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica, planificar el manejo de los recursos naturales para garantizar su conservación y restauración, además de prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental; así mismo consagra el derecho de todas las personas a gozar de un ambiente sano y el deber de las ciudadanas y los ciudadanos de proteger los recursos naturales del país y velar por la conservación de un ambiente sano.

Que el artículo 322 constitucional establece, en relación con Bogotá, D.C., que: *“A las autoridades distritales corresponderá garantizar el desarrollo armónico e integrado de la ciudad y la eficiente prestación de los servicios a cargo del Distrito; a las locales, la gestión de los asuntos propios de su territorio”*.

Que el artículo 65 de la Ley 99 de 1993, establece que corresponde a los municipios, Distritos y al Distrito Capital de Bogotá: *“Dictar, con sujeción a las disposiciones legales reglamentarias superiores, las normas necesarias para el control, la preservación y la defensa del patrimonio ecológico del municipio”*.

Que el artículo 66 de la Ley 99 de 1993 estableció las competencias de las autoridades ambientales de los grandes centros urbanos, señalando que para aquellos municipios, distritos o áreas

Resolución No. 01910

metropolitanas que tengan una población igual o superior a un millón (1.000.000) de habitantes, ejercerán dentro del perímetro urbano las mismas funciones atribuidas a las Corporaciones Autónomas Regionales, en lo aplicable al medio ambiente urbano.

Que esa determinación de competencias implica que, dentro de ese ámbito territorial, son las entidades competentes para expedir licencias ambientales, concesiones, permisos, autorizaciones y adelantar las actividades propias del seguimiento, control y sanción ambiental, así como expedir las normas pertinentes para la gestión de los recursos naturales y el ambiente en su jurisdicción territorial.

Que el literal (f) del artículo 103 del Acuerdo Distrital 257 de 2006, estableció que una de las funciones de la Secretaría Distrital de Ambiente es: *“Promover planes, programas y proyectos tendientes a la conservación, consolidación, enriquecimiento y mantenimiento de la Estructura Ecológica Principal y del recurso hídrico, superficial y subterráneo, del Distrito Capital”*.

Que el Acuerdo Distrital 546 de 2016 *“Por medio del cual se crea el Instituto Distrital de Protección y Bienestar Animal – IDPYBA”* en su artículo 2, modificó el artículo 102 del Acuerdo Distrital 257 de 2006, modificado por el artículo 32 del Acuerdo 546 de 2013, para establecer que el Sector Ambiente de la ciudad está integrado por la Secretaría Distrital de Ambiente, como cabeza del sector y tres establecimientos adscritos: el Jardín Botánico “José Celestino Mutis”, el Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático “IDIGER”, el Instituto Distrital de Protección y Bienestar Animal “IDPYBA”.

Que el artículo 33 del Acuerdo 546 de 2013 *“Por el cual se transforma el Sistema Distrital de Prevención y Atención de Emergencias -SDPAE-, en el Sistema Distrital de Gestión de Riesgo y Cambio Climático-SDGR-CC, se actualizan sus instancias, se crea el Fondo Distrital para la Gestión de Riesgo y Cambio Climático “FONDIGER” y se dictan otras disposiciones”*, modificó el artículo 103 del Acuerdo Distrital 257 de 2006, incorporando al literal u) el numeral 8 que establece como función adicional de la Secretaría Distrital de Ambiente *“Aprobar, en los asuntos exclusivamente ambientales y en los que hagan relación a la gestión del riesgo y cambio climático, los lineamientos, políticas, planes, programas y proyectos elaborados por otras entidades del Distrito Capital”*.

Que en el Acuerdo Distrital 761 de 2020 *“Por medio del cual se adopta el Plan de Desarrollo Económico, Social, Ambiental y de Obras Públicas del Distrito Capital 2020-2024 “Un nuevo contrato social y ambiental para la Bogotá del siglo XXI”*”, se establece que la Administración Distrital deberá garantizar el análisis y conocimiento del riesgo por incendios de la forestales, tanto en la zona urbana como rural del Distrito Capital, de manera tal que se establezcan condiciones

Resolución No. 01910

determinantes para la adecuada intervención correctiva en pro de minimizar la afectación en los ecosistemas.

Que el numeral 3° del artículo 4° del mismo Decreto Distrital 377 de 2014, señala como función de la Comisión Distrital para la Prevención y Mitigación de Incendios Forestales, la elaboración de un Plan de Acción para la gestión del riesgo por incendio forestal, el cual debe estar articulado temática y temporalmente con el Plan de Desarrollo Distrital.

Que en ejercicio de esta función, la Comisión Distrital para la Prevención y Mitigación de Incendios Forestales elaboró el Plan de Acción para la Gestión del Riesgo por incendio Forestal 2020-2024, el cual fue aprobado en la sesión del 19 de junio de 2020 y será actualizado constantemente.

Que en el marco del Plan de Acción para la Gestión del Riesgo por Incendio Forestal 2020-2024, elaborado por la Comisión Distrital para la Prevención y Mitigación de Incendios Forestales, le corresponde al Jardín Botánico José Celestino Mutis con el apoyo de la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) y el Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (IDIGER): *“Elaborar un documento técnico con los lineamientos para la silvicultura preventiva de incendios forestales, como mecanismo de reducción del riesgo climático por incendio forestal, para aumentar la capacidad adaptativa y fortalecer la resiliencia ante el cambio climático (artículo 114 del Decreto 555 de 2021) ”.*

Que el Decreto 555 de 2021 *“Por el cual se adopta la revisión general del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C.”*, establece para la reducción del riesgo climático por incendio forestal, aumentar la capacidad adaptativa y fortalecer la resiliencia mediante la definición de los lineamientos para silvicultura preventiva para los interesados en adelantar proyectos urbanísticos o de infraestructura en las zonas en amenaza alta y media por incendio forestal, en los siguientes términos:

“Artículo 114. Lineamientos para la reducción del riesgo por incendio forestal. Para la reducción del riesgo climático por incendio forestal, aumentar la capacidad adaptativa y fortalecer la resiliencia, se define los siguientes lineamientos:

1. En las zonas en amenaza alta y media por incendio forestal los interesados en adelantar proyectos urbanísticos o de infraestructura, deberán considerar en sus diseños y ejecución el manejo adecuado de especies pirófitas. Para el efecto, el Jardín Botánico definirá los lineamientos para silvicultura preventiva por incendio forestal dentro de los dos años siguientes a la entrada en vigencia del presente Plan, con el apoyo del IDIGER y la Secretaría Distrital de Ambiente.

Resolución No. 01910

2. *Las zonas afectadas por incendios forestales en el Distrito Capital deben ser objeto de acciones para la rehabilitación, recuperación o restauración ecológica, según sea el caso, acorde con el tipo de ecosistema afectado; para ello, los propietarios de los predios, o la entidad pública que los tenga en administración, tenencia o custodia, serán los responsables de emprender las acciones respectivas.*
3. *La Unidad Administrativa Especial Cuerpo Oficial de Bomberos de Bogotá adelantará las acciones requeridas para la gestión, construcción y puesta en funcionamiento de una estación de Bomberos en Sumapaz, como uno de los nodos regionales de Bomberos en la cuenca del río Bogotá; que incluya la identificación y delimitación de las instalaciones de dotación e infraestructura requerida para la preparación y la ejecución de respuesta a emergencias por incendios forestales.*
4. *Para las zonas de servidumbre de líneas de media y alta tensión, se limita el empleo de la vegetación a aquellas que, por su porte, crecimiento lento y robustez, tiene menor posibilidad de contacto con los conductores de energía, así como especies catalogadas como de baja inflamabilidad.”*

En este sentido, se conformó una mesa de trabajo con las entidades involucradas en el tema (JBB, SDA, IDIGER y CAR), en la cual se adelantaron ocho sesiones para la retroalimentación en la estructuración y consolidación de los lineamientos para silvicultura preventiva por incendio forestal, en relación con el manejo de especies pirófitas en el marco de proyectos urbanísticos o de infraestructura.

Finalmente, en la sesión ordinaria del 16 de diciembre de 2022 de la CDPMIF y en reunión del 23 de febrero de 2023 con la Secretaria Distrital de Ambiente, el JBB presentó los lineamientos para silvicultura preventiva por incendio forestal, los cuales fueron avalados.

Que, en mérito de lo expuesto,

RESUELVE:

Artículo 1º. Objeto. Adoptar los lineamientos para silvicultura preventiva por incendio forestal para el manejo de especies pirófitas en el marco de proyectos urbanísticos o de infraestructura, los cuales hacen parte integral del presente acto administrativo.

Artículo 2º. Ámbito de aplicación. Será aplicable a promotores o ejecutores de proyectos de infraestructura y construcción que, mediante actuaciones urbanísticas o intervenciones integrales

Resolución No. 01910

del espacio público generen estrategias para la conformación paisajística y ambiental, que permitan prevenir incendios forestales o su propagación.

Artículo 3°. Publicación. Publicar la presente Resolución en el Registro Distrital y en Boletín Legal de la Secretaría Distrital de Ambiente.

Artículo 4°. Vigencia. La presente Resolución rige a partir del día siguiente a su publicación.

Artículo 5°. Anexo. Hace parte integral de la presente resolución el detalle técnico de las actividades de silvicultura preventiva definidas en los lineamientos.

PUBLÍQUESE, COMUNÍQUESE Y CÚMPLASE

Dado en Bogotá a los 11 días del mes de octubre del 2023



CAROLINA URRUTIA VASQUEZ
SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE

Anexos: Detalle técnico de las actividades de silvicultura preventiva definidas en los lineamientos.

Elaboró:

Página 5 de 6

Resolución No. 01910

YESENIA DONOSO HERRERA

CPS: DIRECTORA DE LEGAL AMBIENTAL FECHA EJECUCIÓN: 05/10/2023

Revisó:

CAROLINA URRUTIA VASQUEZ

CPS: FUNCIONARIO FECHA EJECUCIÓN: 10/10/2023

**Aprobó:
Firmó:**

CAROLINA URRUTIA VASQUEZ

CPS: FUNCIONARIO FECHA EJECUCIÓN: 11/10/2023



Fuente: NatGeo 2019. Getty Images. Cortafuego



Fuente: NatGeo 2019. Paulo Guillermo Molina.
Aclareos y rehabilitación o recuperación ecológica

LINEAMIENTOS PARA SILVICULTURA PREVENTIVA POR INCENDIO FORESTAL

MANEJO DE ESPECIES PIRÓFITAS EN EL MARCO DE PROYECTOS URBANÍSTICOS O DE INFRAESTRUCTURA

Subdirección Científica

Jardín Botánico José Celestino Mutis

Tabla de contenido

1. Introducción	3
2. Contexto	4
3. Marco conceptual.....	5
3.1. Plantas pirófitas	5
3.2. Silvicultura	6
3.3. Silvicultura preventiva	7
3.4. Reducción del riesgo por incendio forestal.....	8
3.5. El fuego en el Distrito Capital.....	9
3.5.1. Experiencia con coberturas de plantaciones forestales.....	9
3.5.2. Experiencia en la contención, control, mitigación y erradicación de retamo espinoso y retamo liso	10
4. Lineamientos de silvicultura preventiva de especies pirófitas.....	12
4.1. Zona de interfaz urbano forestal	13
4.2. Zonas aledañas a vías y caminos	14
4.3. Zonas que requieren manejo, control o erradicación de retamo espinoso o retamo liso	15
4.4. Zonas con plantaciones forestales - Control o eliminación de la continuidad del combustible al interior.....	15
5. Detalle técnico de las actividades de silvicultura preventiva definidas en los lineamientos	16
5.1. Podas	17
5.2. Raleos	18
5.3. Aclareos.....	19
5.4. Barrera cortafuego o cortacombustible	20
5.5. Barreras verdes corta fuego con especies nativas de baja inflamabilidad.....	20
5.6. Manejo de residuos o combustible muerto.....	21
5.6.1. Acciones mecánicas para disminuir el tamaño del combustible	22
5.6.2. Extracción y aprovechamiento de los residuos o combustibles de mayor tamaño	23
6. Medidas o acciones complementarias	23
6.1. Rehabilitación o recuperación ecológica.....	23
6.2. Estrategias de rehabilitación o recuperación ecológica con especies nativas de baja inflamabilidad	24
6.3. Propagación incendios subterráneos	26
6.4. Componente antrópico: fuego y disturbio.....	26
7. Glosario	27
8. Documentación consultada.....	31

1. Introducción

La ciudad de Bogotá D. C. presenta una dinámica de ocupación y configuración del territorio que, en sus inicios, careció de planeación en cuanto a la gestión ambiental se refiere, lo que generó un deterioro muy importante de los ecosistemas sobre los cuales se ha desarrollado la urbe y que ha conllevado a una importante pérdida en la biodiversidad regional (SDA y CI, 2010).

Hasta el día de hoy, han sido múltiples los disturbios de origen antrópico generados en los ecosistemas que originalmente han hecho parte del territorio, hoy conocido como la ciudad de Bogotá, los cuales son producto de sus procesos de ocupación y transformación, como la demanda de bienes y servicios ecosistémicos por parte de la población que la habita, entre los que se encuentran la extracción de madera y minería, con el fin de obtener materias primas para la construcción; ampliación de lo urbano a costa de la disminución significativa de los bosques, desecación de humedales, canalización de ríos y quebradas; y avance de la frontera agrícola, entre otros.

Todas estas actividades humanas generaron modificaciones significativas en las coberturas y en las condiciones generales de las áreas, con afectación de las características físicas y químicas del suelo, y desaparición de fuentes de agua, entre otros impactos. Para los años 40, a raíz de las actividades antes descritas, los cerros orientales y buena parte del altiplano estaban, en gran medida, desprovistos de cobertura vegetal nativa y se empezaron a evidenciar problemáticas ambientales como: deslizamientos, pérdida de nacimientos de agua y humedales, entre otros.

Al observar estas circunstancias, y con el auge de la reforestación desde finales de los años 50 y comienzo de los 60, se empezaron a desarrollar acciones con el fin de generar condiciones de ordenamiento y desarrollo de una ciudad más moderna, donde se adelantaron varios procesos de arborización o reforestación, centrados principalmente en especies exóticas reconocidas por su rápido crecimiento y su resistencia a condiciones adversas, como suelos pobres en nutrientes, zonas escarpadas y contaminadas.

En el marco de estos procesos de reforestación se plantaron en los cerros orientales: eucaliptos (*Eucalyptus globulus*), cipreses (*Cupressus lusitánica*), acacias (*Acacia* spp.), pinos (*Pinus patula* y *Pinus radiata*) y araucarias (*Araucaria* spp.); los cuales se desarrollaron básicamente en las laderas. Por su parte, el retamo espinoso (*Ulex europaeus*) y el retamo liso (*Genista monspessulana*) son especies de origen europeo, que llegaron a Colombia hacia los años 50, como una medida para el control de la erosión y la generación de cercas vivas (Resolución 684 de 2018 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y Peri, Martínez y Schlichter, 2021).

En lo que respecta a la arborización urbana, se introdujeron desde los años 30 especies como: falsos pimientos (*Schinus molle*) y urapanes (*Fraxinus chinensis*); posteriormente, en los años 80 y 90, especies como: jazmínes del Cabo (*Pittosporum undulatum*), jazmínes de la China (*Ligustrum lucidum*), liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*), álamos (*Populus nigra*), cerezos (*Prunus serotonina*) y floramarillo (*Tecoma stans*), entre muchas otras especies (Corzo, 2006; Peri, Martínez y Schlichter, 2021).

Este contexto es importante para comprender la dinámica de transformación histórica de los ecosistemas que hacen parte del Distrito Capital, en donde la introducción de especies exóticas, algunas de ellas pirófitas, ha sido la más impactante; esto ha significado cambios en las dinámicas ecológicas tales como los ciclos de nutrientes y de agua, las características

fisicoquímicas del suelo; condiciones biofísicas que, sumadas a las socio culturales, favorecen la ocurrencia y propagación de incendios forestales (Cárdenaz, Baptiste y Castaño, 2017).

Este documento presenta, de forma resumida, información relacionada con silvicultura preventiva, el contexto del fuego en la ciudad y los lineamientos u orientaciones de carácter general para los interesados en adelantar proyectos urbanísticos o de infraestructura en áreas con amenaza alta y media por incendio forestal, quienes deberán considerar tales lineamientos, tanto en el diseño como en la ejecución de la obra, con el fin de realizar un manejo adecuado de las especies pirófitas.

La reducción de riesgos por incendios forestales debe enfocarse en silvicultura preventiva, específicamente en la ruptura de la continuidad y la disponibilidad del combustible generado principalmente por las coberturas vegetales asociadas a plantas pirófitas identificadas; así mismo, se recomienda acompañar el proceso con la implementación de estrategias de rehabilitación o recuperación ecológica.

El presente documento está dirigido a promotores o ejecutores de proyectos de infraestructura y construcción que, mediante actuaciones urbanísticas o intervenciones integrales del espacio público, generen estrategias para la conformación paisajística y ambiental, que permitan prevenir incendios forestales o su propagación, lineamiento fundamental para avanzar en la consolidación del ecourbanismo en la ciudad de Bogotá.

Al final del documento se encuentra un glosario que puede ser consultado para facilitar la comprensión de algunos términos de carácter técnico.

2. Contexto

El Distrito Capital cuenta con un mapa de amenaza por incendios forestales, el cual se ha venido desarrollando desde hace varios años, inicialmente por parte del Fondo de Prevención y Atención de Emergencias (FOPAE), hoy Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (IDIGER), con documentos como: “Zonificación de riesgo por incendio forestal y diseño de las medidas preventivas y operativas para los Cerros Orientales de Bogotá” (2002), “Actualización de la zonificación de riesgo por incendio forestal y diseño de las medidas preventivas y operativas para los Cerros Orientales de Bogotá D.C. ” (2010) y “Elaboración del mapa de amenaza por incendio forestal para el suelo rural del Distrito Capital” (Convenio suscrito con la Universidad Distrital Francisco José de Caldas en el año 2014).

Esta entidad, posteriormente, realizó la actualización del mapa de amenaza por incendios forestales para la zona rural de Bogotá Distrito Capital y el Parque Ecológico Distrital de Montaña Entrenubes. Esta actualización se basó en la metodología utilizada por el IDEAM, la cual realiza un análisis inicial de la amenaza y vulnerabilidad, para definir el nivel de riesgo, a partir del análisis de: i) parámetros climáticos bajo condiciones normales, relieve, accesibilidad, susceptibilidad de la vegetación y, ii) ocurrencia histórica, como variables que le confieren al territorio mayor o menor probabilidad de ser afectado por incendio forestal.

La vulnerabilidad frente a los incendios forestales se puede definir a partir de variables como el tipo de vegetación o la carga total del combustible, entre otras. Teniendo en cuenta esto, se hace necesario generar lineamientos para las Zonas de interfaz urbano-forestal, enfocados en la prevención de incendios a través del manejo silvicultural de la vegetación, con un énfasis en especies pirófitas, tal y como se estipula en el artículo 114 del Decreto 555 del 2021.

Finalmente, la revisión de los diseños para la implementación de los lineamientos en la reducción del riesgo por incendio forestal elaborados por los propietarios de los predios, o la entidad pública que los tenga en administración, tenencia o custodia, se realizará según lo establecido en el artículo 2 de la Resolución de la SDA 6563 de 2011 “Por la cual se dictan disposiciones para la racionalización y el mejoramiento de trámites de arbolado urbano” o aquella que la modifique o sustituya. En los casos que sean requeridos permisos, registros o autorizaciones se deberán solicitar ante la autoridad ambiental correspondiente.

3. Marco conceptual

3.1. Plantas pirófitas

Los ecosistemas que evolucionaron bajo regímenes de fuego con un patrón específico, generalmente se componen de especies animales y vegetales que desarrollaron estrategias para sobrevivir a esta dinámica y garantizar la persistencia de su especie. Para el caso de las plantas, se les denomina pirófitas, son aquellas que han evolucionado en un ecosistema con ecología del fuego y se han adaptado de tal forma que, en muchos casos, los incendios forestales terminan beneficiándolas. En este contexto, para el caso de Bogotá, las especies pirófitas presentes corresponden únicamente a exóticas provenientes de ecosistemas templados, ya que los ecosistemas andinos no son dependientes ni asociados a eventos de fuego recurrentes y, por tanto, su vegetación no genera un riesgo por sí misma en la propagación o generación de incendios.

Según sus adaptaciones o estrategias para sobrevivir a los incendios forestales, las especies pirófitas se han clasificado en cinco categorías:

Tabla 1. Clasificación de las plantas pirófitas, según sus adaptaciones y características.

Tipo de Adaptación	Características
Resistentes (Resistant)	Se les conoce como resistente a las especies que pueden sobrevivir a incendios moderados o de baja intensidad con poco o ningún daño. Alguna adaptación de especies resistentes puede incluir: corteza gruesa para protegerse del fuego, raíces profundas, desprendimiento de sus ramas más bajas para evitar que el fuego dé la escalada; agujas húmedas y cortas o hojas que son difíciles de quemar.
Germinadores (Sprouters)	Son las especies que resisten el fuego. Sus raíces, troncos, ramas o la corona rebrotan después de una quemadura. Muchos arbustos son germinadores. Algunas de estas especies también tienen semillas sin cáscara dura y dependen del fuego para abrirse. Mientras que la planta madre puede ser herida en un incendio, los nuevos brotes son capaces de crecer en suelos ricos en nutrientes y tienen menos competencia.
Sembradores (Seeders)	Especies adaptadas para evadir el fuego por el derramamiento de gran cantidad de semillas que brotan después de un incendio. Estos brotes crecen de los ricos nutrientes reciclados en el suelo. Justo después de un incendio, es momento ideal para que esta planta pueda dispersar sus semillas porque hay más espacio para crecer y menos competencia por recursos como la luz solar, el agua y los nutrientes. Muchas plantas de este tipo dependen del fuego para crear el hábitat necesario para que sus semillas germinen y crezcan. Sembradoras no son invasoras, porque ya habitaban la zona antes del incendio y su población no se propaga tan rápidamente como las invasoras.

Invasores (Invaders)	Los invasores se encargan de áreas recién quemadas. Sus poblaciones son limitadas o desconocidas antes de un incendio. Tienden a tener semillas que son altamente dispersadas por el viento, los animales y las personas. Muchos invasores son malas hierbas que se hacen cargo de las áreas después de disturbios tales como incendios, inundaciones o el desarrollo urbano.
Evasores	Esta es el tipo menos adaptado a los incendios, ya que crecen en zonas donde estos eventos no ocurren con frecuencia. Son típicamente encontrados en áreas cercanas al agua o en zonas elevadas. Evasores son especies de sucesión tardía, por lo que no se encuentran en las zonas recién quemadas. Tienen una corteza delgada, raíces poco profundas y gran cantidad de resina que puede ayudar a la propagación del fuego. Pocos evasores sobreviven a incendios de alta intensidad.

Fuente: Bond y van Wilgen, 1996.

Algunas especies de animales también dependen de los incendios para que plantas de las cuales se alimentan, puedan crecer y mantener gran diversidad en el hábitat. Es importante recordar que estas adaptaciones son evoluciones; se dan en ecosistemas con regímenes naturales de fuego, durante miles de años, los cuales se encuentran distribuidos en zonas muy específicas del planeta, con características climáticas muy particulares, como lo son el mediterráneo y los bosques de coníferas, como los ubicados entre Estados Unidos y Canadá.

Aunque el fuego puede ser un mecanismo natural en muchos ecosistemas, las acciones humanas han alterado los regímenes naturales (Cochrane, 2009), llevando a una pérdida de la capacidad de los ecosistemas para proveer servicios ecosistémicos que, a su vez, ayuden a reducir la intensidad, magnitud y propagación de incendios catastróficos (Depietri y Orenstein, 2019). Sumado a este fenómeno, las acciones contrarias, como la extinción de los fuegos, altera profundamente los mecanismos de cicatrización o las sucesiones ecológicas que restauran de forma natural los ecosistemas con ecología del fuego (Bond y Keane, 2017).

Dado que las dinámicas ecológicas y de los incendios han cambiado, y los incendios forestales cada día aumentan en severidad e impacto, se han venido desarrollando acciones con el fin de prevenir, controlar o mitigar sus impactos, y estas actividades han partido de los avances técnicos de la silvicultura, por lo que es necesario entender su concepto y su transformación hacia la silvicultura preventiva.

3.2. Silvicultura

La definición de silvicultura ha sufrido modificaciones a lo largo del tiempo. Inicialmente, se consideraba todo un arte y a medida que se ha ido tecnificando e investigando, se ha transformado en una ciencia que hace parte de las forestales.

Para Ford-Robertson (1971), la silvicultura era la ciencia y el arte de cultivar el bosque y sus posibles productos, con base en sus conocimientos de la historia de vida y las características generales de los árboles y rodales, especialmente, las características de sitio. Posteriormente, Lamprecht (1990) no define la silvicultura en general, sino su papel en el manejo de bosques anteriormente no manejados, considerándolo como un proceso de domesticación, o "*todas las medidas tendientes a incrementar los rendimientos económicos de los rodales, hasta alcanzar cuando menos un nivel que permita su manejo sostenible no deficitario*".

En Latinoamérica, la silvicultura ha tenido desarrollos muy fuertes en México, Argentina, Brasil, Uruguay y Chile; este último, con grandes desarrollos técnicos y científicos, y entidades como la

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) de México y la Corporación Nacional Forestal (CONAF) de Chile, la definen como aquellas actividades que se encargan del cultivo y mantenimiento de los bosques. Su objetivo principal es la conservación del ambiente mediante el cultivo de bosques y mejorar la producción y el mantenimiento de pastos para el ganado (CONAF, 2006).

La definición más reciente encontrada indica que, la silvicultura es una ciencia que analiza el manejo de los bosques y diseña las técnicas o herramientas (tratamientos silvícolas) que se aplican a las masas forestales para poder obtener de ellas una producción prolongada y sostenible de bienes y servicios ecosistémicos demandados por la sociedad (Peri, Martínez y Schlichter, 2021).

En las anteriores definiciones se identifican objetivos similares, los cuales se centran en realizar un correcto manejo de las plantaciones forestales y los bosques naturales, con el fin de garantizar su sostenibilidad y los servicios ambientales, pero sus actividades dependen significativamente del tipo de bosque o plantación forestal que se vaya a manejar; por eso, se han generado líneas de la silvicultura como la urbana, en donde la ciudad de Bogotá tiene experiencia.

En este contexto, es importante mencionar que, aunque el término silvicultural es ampliamente utilizado en Colombia, no hay una definición específica para el país, pero hay todo un contexto de desarrollo e implementación, el cual es abordado por el Ingeniero Luis Jairo Silva, en su artículo “La silvicultura y el desarrollo socioeconómico”, en donde lo resume de la siguiente manera:

“La silvicultura en Colombia ha ido evolucionando desde el manejo sostenido de los bosques naturales que realizaban los indígenas en forma empírica, pasando por la silvicultura creada por los europeos, principalmente alemanes, quienes influyeron en las escuelas forestales del país; las plantaciones comerciales a mediados del siglo pasado, debido al aumento de la demanda de productos con características homogéneas y a la escasez de los bosques naturales; la agroforestería o agrosilvicultura, que es el rescate de las prácticas indígenas aplicadas en las áreas de vocación forestal para garantizar la sostenibilidad de estos ecosistemas; hasta la silvicultura o arboricultura urbana, que nace de la alta concentración de la población humana y la necesidad de disminuir la contaminación mediante los beneficios ambientales que ofrecen los árboles y los bosques en las ciudades.” (Silva-Herrera, 2006, p. 217).

3.3. Silvicultura preventiva

A partir de lo mencionado, específicamente para el tema de incendios forestales, a nivel mundial se ha venido generando una línea dedicada a la reducción del riesgo por este fenómeno, desde diferentes contextos, dado que en algunas partes del mundo es natural que se presenten estos eventos y los ecosistemas han evolucionado para sobrevivir; mientras que en otros, como es el caso de los ecosistemas andinos, es una situación con origen diferente al natural, que pone en riesgo, no solo la infraestructura y la vida humana, sino la biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas (CONAF, 2006, 2010, 2020).

Mediante las técnicas de la silvicultura preventiva desarrolladas en el Mediterráneo y en países latinoamericanos como Chile y México, se busca principalmente mitigar la ocurrencia y efectos de los incendios forestales, para lo cual se ha desarrollado investigación, se han implementado estrategias y se ha hecho seguimiento y evaluación.

A partir de este proceso, y con el fin de mejorar las condiciones que afectan a los ecosistemas y las actividades antrópicas, esos países han generado otros beneficios que tienen que ver con el correcto manejo del material combustible, los cuales han facilitado su adopción por parte de las comunidades aledañas a las zonas de riesgo y que potencian los procesos de recuperación o restauración, como: i) aportar mayor estabilidad a la estructura del suelo, ii) aumentar su contenido de humus, iii) aportar fertilización orgánica y, iv) obtener materias primas secundarias (CONAF, 2006, 2010, 2020).

La estabilidad del suelo está asociada con la resistencia contra los procesos erosivos, el aumento de la capacidad de retención de humedad y el aumento de la masa y actividad radicular. Otros beneficios son: i) el aumento del contenido de humus o materia orgánica, ii) relacionado con el aumento de la actividad microbiana, iii) el aumento de la fertilidad natural del suelo, iv) mayor resistencia a los fenómenos de sequía y, v) mayor resistencia de las especies vegetales a plagas y enfermedades. Por su parte, la fertilización orgánica permite 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 (CONAFOR, 2010).

Por último, la bibliografía cita que en países como Chile, 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 constituya 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 (CONAFOR, 2010).

La conjugación de estos objetivos llevará, sin lugar a duda, a obtener una mayor protección de los ecosistemas frente a los incendios forestales y sus efectos, y aportaría a mejorar ciertas condiciones del suelo y actividades antrópicas, como la agricultura, el reintegro de nutrientes y la provisión de algunas materias primas.

En el contexto de Bogotá, a partir del correcto manejo del residuo de las actividades de silvicultura preventiva, este se puede utilizar en la elaboración de estructuras o puede ser compostado; con este último, se obtiene materia orgánica para mejorar las condiciones del suelo o puede ser usado en las camas de los viveros, o para agregar al suelo en los procesos de rehabilitación o recuperación de áreas degradadas, por ejemplo, en zonas de minería. De igual manera, los residuos de mayor tamaño pueden usarse, dependiendo de la especie de la que provengan y del tipo de desarrollo que tengan, para la adecuación de senderos ecológicos, la construcción de perchas o de refugios para fauna.

3.4. Reducción del riesgo por incendio forestal

Las estrategias internacionales, principalmente desarrolladas en los países del mediterráneo y Norte América, direccionan sus acciones de reducción del riesgo por incendio forestal hacia el manejo de la vegetación como combustible, ya que es uno de los tres componentes del triángulo del fuego (combustible, calor y oxígeno).

El factor determinante de los incendios forestales es la disponibilidad de combustible; a partir de esto, se ha identificado que algunas de las especies pirófitas tienen altos valores de inflamabilidad. Estudios como el de Mata et al. (2005), desarrollaron mapas de modelos de combustible e inflamabilidad, donde se identificaron cuáles son los combustibles de mayor

relevancia y se determinaron acciones de mitigación, tales como las citadas a continuación; no obstante, estas acciones pueden ser aplicables a cualquier material vegetal, debido a la condición que tienen de ser combustible:

- Riego en épocas secas, con el fin de aumentar su humedad y, así, disminuir su inflamabilidad.
- Manejo y control del residuo o combustible.
- Control de la cobertura o erradicación, en casos extremos.
- Prohibición de quemas controladas en épocas secas.
- Prohibición de plantación de ciertas especies con características que aumenten el riesgo de incendio.
- Generación de espacios libres de vegetación o combustible – Barreras corta fuego.
- Generación de parches de vegetación de baja inflamabilidad o con características de retención de agua, a modo de barrera viva corta fuegos o cinturón verde.

3.5. El fuego en el Distrito Capital

A medida que aumenta la ocupación de los territorios y estos se van fragmentando, los análisis ecosistémicos deben ser ampliados; una de las estrategias con las cuales se viene realizando, es a partir de la definición de socioecosistemas, entendiendo esta como una unidad 'bio-geo-física' junto con sus actores sociales asociados e instituciones, que busca generar relaciones más armónicas entre la naturaleza y los factores socioeconómicos y culturales.

3.5.1. Experiencia con coberturas de plantaciones forestales

Es fundamental entender que el fuego es un fenómeno que puede formar parte de la dinámica de un socioecosistema, más aún en el contexto de la ciudad de Bogotá, en donde convergen gran variedad de culturas, costumbres y usos del suelo, sumado a las múltiples problemáticas sociales que se aglomeran. La ciudad presenta un marcado mosaico de vegetación, en donde se entremezclan coberturas vegetales nativas del bosque alto andino y subpáramo, acompañadas de especies exóticas con características de respuesta muy variables frente al fuego. Entre las más representativas y que están asociadas en mayor medida con eventos de fuego se encuentran, los bosques de pino (*Pinus patula*), bosques de eucalipto (*Eucalyptus globulus*), matorrales de retamo (*Ulex europeus*), plantaciones de Acacia (*Acacia decurrens*), helechales, pastizales, entre otras.

Existe una gran cantidad de especies exóticas en Colombia que, si bien no tienen una relación tan estrecha con los incendios forestales, sí generan diferentes afectaciones que pueden llegar a alterar los regímenes de disturbio. Si se desea profundizar más en este tema, se pueden consultar textos como el “Catálogo de especies invasoras del territorio CAR” (2015) o el “Plan nacional para la prevención, el control y manejo de las especies introducidas, trasplantadas e invasoras” (2011).

La entremezcla de factores, sociales y naturales, requiere de un análisis más amplio que contemple alcanzar una visión holística del fenómeno del fuego, para ir más allá de la simple supresión, siendo este el manejo actual de los incendios forestales en Colombia y principalmente en la ciudad de Bogotá (Quiroga y Santiago, 2019). Para entender la dinámica de fuegos en el Distrito Capital, es importante identificar los factores que los generan, entre ellos, el más analizado en el mundo, es la identificación de los combustibles. Dado que los ecosistemas

altoandinos no presentan condiciones dependientes al fuego, por su temperatura y alta humedad, su paso a ser sensibles, tiene que ver con la disponibilidad de combustibles.

En un estudio realizado en el Parque Ecológico Distrital de Montaña Entrenubes, el cual provee una mezcla de coberturas suficiente como para interpretar la dinámica de fuego, se obtuvieron los siguientes resultados (Quiroga y Santiago, 2019, p. 3-4):

*En la identificación del complejo de combustibles en el parque, se definieron diferentes coberturas vegetales de especial interés para estudios de manejo del fuego, como plantaciones de pino (*Pinus patula*, *Pinus radiata*), de eucalipto (*Eucalyptus globulus*), pastizales (*Pennisetum clandestinum*), matorrales de retamo espinoso (*Ulex europaeus*), helechales (*Pteridium aquilinum*) y vegetación nativa típica del bosque alto andino. El 50% de estas coberturas vegetales son foráneas (pino, eucalipto, retamo espinoso y pastizales) y tienen atributos para la generación de incendios de severidad baja, mixta o alta (Jardel-Peláez, 2014; Skolmen y Ledig, 1990; Tapias, Bertomeu, Gil y Pardos, 1997). Estas especies poseen alta capacidad de reproducción y de persistencia ante perturbaciones, especialmente fuego y tala, además de una alta competitividad sobre las especies nativas, y presentan grandes atributos pirogénicos: para el caso de Bogotá, el retamo espinoso se ha convertido en un grave problema a la hora de su erradicación.*

*En este ecosistema, las plantaciones de pino están principalmente representadas por la especie *Pinus patula*, la cual posee atributos de adaptación al fuego, entre los que se encuentran la resistencia a incendios superficiales de baja intensidad y cortezas resistentes que protegen el cambium de las altas temperaturas (Rodríguez-Trejo y Fulé, 2003). Así mismo, las plantaciones de eucalipto de la especie *Eucalyptus globulus* poseen atributos que los relacionan con la presencia de incendios periódicos en Australia, como son las resinas altamente inflamables y la resistencia de sus fustes debido a una prominente corteza (Ashton, 1981).*

De este estudio, se obtienen varias conclusiones para la definición de estrategias que deben ser la base para la formulación de lineamientos de silvicultura preventiva para el manejo de especies pirófitas, que permitan prevenir la ocurrencia de incendios forestales en el Distrito Capital. La primera de ellas tiene que ver con las coberturas de plantas exóticas y exóticas invasoras que, junto con las acciones antrópicas, generan un alto potencial de incendios forestales, gracias a que cuentan con la disponibilidad de combustible acumulado y, la segunda, relacionada con implementar acciones para prevenir el fuego, direccionadas a controlar o erradicar la disponibilidad de estos combustibles, romper con su continuidad por medio de múltiples estrategias, algunas de ellas ya implementadas con antelación, a partir de las experiencias de silvicultura preventiva desarrolladas en países europeos y de Latinoamérica como México y Chile (Quiroga y Santiago, 2019).

3.5.2. Experiencia en la contención, control, mitigación y erradicación de retamo espinoso y retamo liso

Los mayores desarrollos y esfuerzos adelantados por diferentes entidades en el Distrito Capital, frente a la prevención de incendios forestales, datan desde finales de los años 90, con la investigación e identificación de las características pirófitas del retamo espinoso (*Ulex europaeus*) y el retamo liso (*Genista monspessulana*).

Actualmente, no se tienen datos exactos de la introducción de *U. europaeus* en el contexto nacional, sin embargo, se cree que la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB-ESP) la introdujo a finales de la década de 1950, como estrategia de control de la erosión para el Embalse de La Regadera (Barrera Cataño et al., 2002; Ríos, 2005; Barrera-Cataño, 2011). Para el caso del retamo liso, en 1997 se reportó el uso de la especie por parte de la Corporación

Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), en plantaciones mixtas con *Acacia decurrens* en el Embalse de Tominé (Guatavita), Simijaca, Zipaquirá y Madrid (Cundinamarca) (Alarcón et al., 1997). Ambas especies son valoradas por las comunidades debido a los servicios que proveen o por su uso ornamental, aunque desde noviembre de 2009 está prohibida la plantación, el trasplante, la venta, la distribución y la comercialización de estas especies (Resoluciones CAR 469 de 2009 y SDA 7615 de 2009). El retamo espinoso tiene una valoración social en algunas partes de Bogotá como cerca viva muy eficiente, y el retamo liso, por su floración durante todo el año, gusta mucho en jardinería; estas situaciones dificultan su control y erradicación.

Dado que son especies desarrolladas en condiciones adversas propias del Mediterráneo en las que los suelos son muy degradados y hay épocas de sequía y altas temperaturas, tales especies hacen parte de un régimen de fuegos muy claro que les han conferido capacidad muy evolucionada para sobrevivir a los incendios forestales, por lo que desarrollan múltiples estrategias que, en las condiciones de los ecosistemas andinos colombianos, se potencian. Dicho potencial aumenta al contar con espacios generados por el régimen de disturbios antrópicos como el avance de la frontera agrícola, los fuegos preparatorios del terreno, la tala masiva de los bosques y la ganadería, entre otros.

Durante los últimos 20 años, la Secretaría Distrital del Ambiente (SDA), en convenio con entidades como el Jardín Botánico José Celestino Mutis, el Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (IDIGER), el Instituto Distrital de Recreación y Deporte (IDRD), la EAAB-ESP, grupos de investigación de las universidades (Universidad Nacional de Colombia y Pontificia Universidad Javeriana principalmente) y organizaciones no gubernamentales, entre otros, ha documentado las experiencias obtenidas del manejo experimental de estas especies exóticas invasoras, lo cual suministró las bases técnicas del Protocolo Distrital de Manejo de Retamo espinoso y liso, que fue tenido en cuenta durante las mesas técnicas previas a la expedición de la Resolución 684 de 2018 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) "Por la cual se establecen lineamientos tanto para la prevención y manejo integral de las especies de Retamo Espinoso (*Ulex europaeus* L.) y Relamo Liso (*Genista monspessulana* (L.) L.A.S. Johnson) como para la restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de las áreas afectadas por estas especies en el territorio nacional y se adoptan otras determinaciones".

La citada Resolución tuvo en cuenta los resultados de investigación sobre el control del retamo espinoso y liso, presenta varias estrategias y la necesidad de definir con claridad las intervenciones, pues es inviable económicamente erradicar todos los parches de retamo, así que dichas intervenciones deben ser priorizadas para realizar el control de la expansión de las zonas ocupadas por estas especies invasoras.

En la figura 1, se puede observar el desarrollo del procedimiento de manejo diferencial y control de retamo espinoso y liso, desarrollado por la SDA, el cual se ha actualizado y complementado a medida que se obtienen mejores resultados; esta versión es la última, en la que se referencia el procedimiento desarrollado en el Centro de Restauración Ambiental (CERESA) que concadena todas las acciones. El mencionado Centro cuenta con zonas de chipeado del material vegetativo, de bioextrusión del material vegetal reproductivo, de compostaje o generación de suelo y se conectan con las actividades del vivero, para generar material vegetal para los procesos de restauración ecológica.

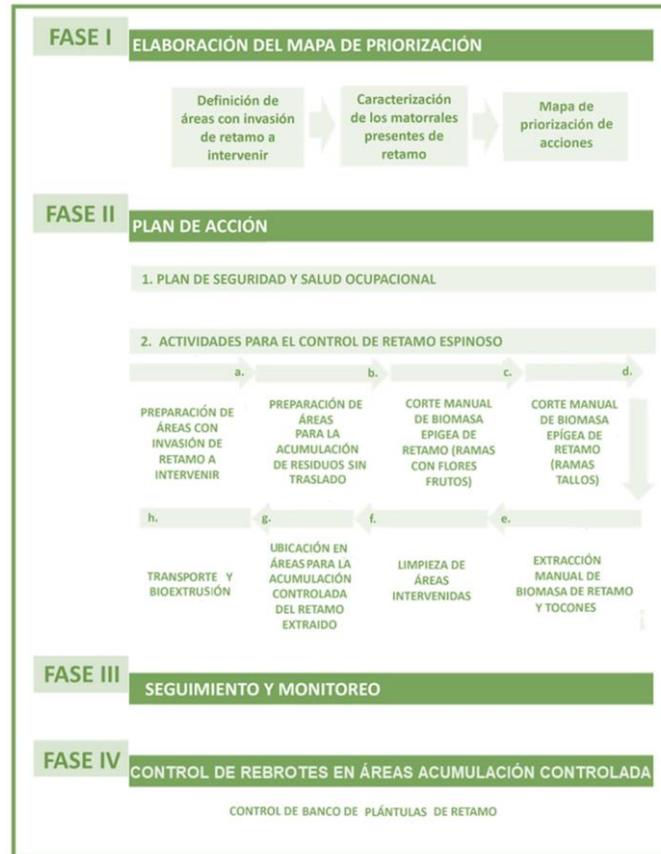


Figura 1. Modelo gráfico de control de parches de retamo espinoso y liso
Fuente: SDA (2021)

4. Lineamientos de silvicultura preventiva de especies pirófitas

Es importante señalar que los lineamientos de silvicultura preventiva están enfocados al manejo de coberturas de especies pirófitas, tal y como se estipula en el artículo 114 del Decreto 555 del 2021 y tienen como base la documentación consultada, en la que se encontraron experiencias nacionales e internacionales, investigaciones científicas y actividades recomendadas para estos tipos de coberturas.

Las actividades recomendadas son de manejo silvicultural, y se encuentran relacionadas con las contempladas en el Plan de Manejo de la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá y la norma que define la Franja de Adecuación (Resolución 483 de 2005 del MADS), en los cuales se priorizan las actividades de control de las coberturas de especies forestales exóticas y la necesidad de realizar actividades de reemplazo de estas con especies nativas, propias de ecosistemas altoandinos. De igual manera, las actividades referentes al control y manejo de retamo espinoso y retamo liso, están dentro de lo definido por la Resolución 684 de 2018 del MADS.

Por lo anterior, es importante tener en cuenta que los lineamientos son parámetros u orientaciones generales y, para su implementación, será necesario obtener los respectivos permisos de la autoridad ambiental competente, según la jurisdicción; es decir, si se trata de la zona urbana deberán gestionarse ante la Secretaría Distrital de Ambiente, para la zona rural o

de expansión urbana ante la CAR, y si se trata del Parque Nacional Natural Sumapaz deben tramitarse ante Parques Nacionales Naturales (PNN). Para esto, se deben elaborar y presentar diseños puntuales de cada intervención, bien sea para el manejo silvicultural de plantaciones forestales o para el manejo de coberturas de retamo espinoso y liso. De igual manera, se deben solicitar, con las entidades correspondientes, las respectivas licencias o permisos para la construcción de urbanizaciones o de infraestructura en áreas de amenaza media o alta de incendio forestal, conforme con la normatividad legal vigente.

La revisión de los diseños para la implementación de los lineamientos en la reducción del riesgo por incendio forestal elaborados por los propietarios de los predios, o la entidad pública que los tenga en administración, tenencia o custodia, se realizará según lo establecido en el artículo 2 de la Resolución de la SDA 6563 de 2011 “Por la cual se dictan disposiciones para la racionalización y el mejoramiento de trámites de arbolado urbano” o aquella que la modifique o sustituya. En los casos que sean requeridos permisos, registros o autorizaciones se deberán solicitar ante la autoridad ambiental correspondiente.

A continuación, se relacionan los lineamientos de silvicultura preventiva con enfoque en el manejo de especies pirófitas, para su aplicación en el marco de proyectos urbanísticos o de infraestructura en zonas en amenaza alta y media por incendio forestal. Posteriormente, en el numeral 5, se explican cada una de las actividades y sus características técnicas. Es importante reiterar que toda intervención sobre la cobertura vegetal puede requerir permisos de la autoridad ambiental, por lo cual corresponde al desarrollador hacer tal verificación y gestionar lo pertinente.

4.1. Zona de interfaz urbano forestal

A medida que aumenta la población de la ciudad, está va ampliando sus límites, haciendo que sus bordes urbanos entren en contacto con coberturas vegetales, como plantaciones forestales o matorrales de retamo espinoso, que pueden incrementar el riesgo de incendios forestales (SDA - AITEC S.A.S., 2017).

Para Bogotá, se construyó una definición de zona de interfaz urbano - forestal, la cual fue aprobada en la sesión 252 de la Comisión Distrital para la Prevención y Mitigación de Incendios Forestales, llevada a cabo el 08 de febrero de 2018, según la cual:

“La interfaz urbano-forestal (IUF) es la zona que se forma del contacto o cercanía entre un área con cobertura vegetal y un espacio edificado” (SDA - AITEC S.A.S., 2017).

Teniendo en cuenta que el presente documento se enmarca en el artículo 114 del Decreto 555 del 2021, los siguientes lineamientos se enfocan en zonas de interfaz urbano-forestal que estén en contacto con vegetación pirófitas:

- En la interfaz urbano-forestal se establecerá una faja libre de vegetación o una barrera cortafuegos, cuyo ancho dependerá de la clasificación de amenaza de incendio forestal que posea la zona, conforme al mapa de amenaza elaborado por el Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático - IDIGER. El ancho mínimo, medido en proyección horizontal, será de 10 metros para amenaza baja, 15 metros para amenaza media y 20 metros para amenaza alta.
- Desde la barrera cortafuegos, libre de plantaciones forestales hacia el interior de ésta, se deberán realizar raleos o disminución de la densidad de individuos vegetales, garantizando distancias entre individuos de entre 3 y 5 metros (ver figura 5), de un ancho

mínimo de 30 metros para amenaza baja, 55 metros para amenaza media y 80 metros para amenaza alta. Bajo la plantación podrá mantenerse un estrato herbáceo o matorrales nativos de baja densidad.

- Dentro de la planeación y construcción en zonas de expansión urbana, construcción de vivienda rural semi densificada o vivienda rural aislada, se debe plantear una barrera cortafuego, de por lo menos 5 metros, libre de vegetación o combustible entre la estructura o vivienda y la cobertura pirófito. En caso de que la estructura o vivienda esté rodeada de este tipo de coberturas, se debe realizar una barrera cortafuego alrededor de toda esta.
- Con el fin de disminuir la densidad y continuidad del combustible al interior de plantaciones forestales, se deben realizar actividades como podas, raleos y aclareos.
- Se debe hacer el seguimiento y mantenimiento periódico de las labores de silvicultura preventiva realizadas en la zona de interfaz urbano-forestal, por lo menos cada seis meses, con el fin de garantizar la discontinuidad del combustible y que permanezcan libres de desechos domésticos, residuos o cualquier otro tipo de material combustible.
- No se debe contemplar en los diseños paisajísticos de proyectos urbanísticos o de jardines o barreras vivas la utilización de material vegetal pirófito o de alta inflamabilidad, en especial especies como: eucaliptos (*Eucalyptus* spp.), cipres (*Cupressus lusitánica*), acacias (*Acacia* spp.), pinos (*Pinus* spp.) y araucarias (*Araucaria* spp.), retamo espinoso (*Ulex europaeus*) y retamo liso (*Genista monspessulana*).
- Contemplar en los diseños paisajísticos la perspectiva de Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN); plantear jardines con especies nativas (jardinería no convencional), barreras vivas cortafuego o cinturones verdes cortafuego, los cuales pueden ser desarrollados paralelamente a las barreras cortafuego. La escogencia de las especies que harán parte de los arreglos florísticos debe ser consultadas y avaladas por la autoridad ambiental competente, según la jurisdicción.
- Con el fin de reducir la carga de combustible, tanto en la barrera cortafuegos como en las áreas con raleos, se deberá producir y mantener discontinuidad horizontal y vertical de la plantación mediante la ejecución de tratamientos silviculturales como podas.
- El manejo y disposición de residuos vegetales producto de la poda (ramas, acículas, etc.) y árboles volcados se debe realizar de forma técnica y siguiendo lo especificado en el numeral 5 de este documento.

4.2. Zonas aledañas a vías y caminos

- A ambos lados de las vías y los caminos se establecerán barreras cortafuegos, con un ancho mínimo de 5 metros para amenaza baja, 10 metros para amenaza media y 15 metros para amenaza alta. La barrera cortafuego deberá producir una discontinuidad horizontal y vertical de la carga de combustible.
- Se debe hacer el seguimiento y mantenimiento periódico de las barreras cortafuego, por lo menos cada tres meses, con el fin de garantizar la discontinuidad del combustible y

que permanezcan libres de desechos domésticos, residuos o cualquier otro tipo de material combustible.

- Las barreras cortafuego establecida a orillas de vías y caminos, estarán sometidas a seguimiento y mantenimiento periódico, por lo menos cada tres meses, con el fin de garantizar la discontinuidad del combustible y que permanezcan libres de desechos domésticos, residuos o cualquier otro tipo de material combustible.
- La disposición de los residuos se debe realizar de forma técnica y siguiendo lo especificado en el numeral 5 de este documento.

4.3. Zonas que requieren manejo, control o erradicación de retamo espinoso o retamo liso

- Todas las actividades de manejo y control de retamo espinoso, deben seguir las indicaciones técnicas definidas en la Resolución 684 de 2018 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) "Por la cual se establecen lineamientos tanto para la prevención y manejo integral de las especies de Retamo Espinoso (*Ulex europaeus* L.) y Relamo Liso (*Genista monspessulana* (L.) L.A.S. Johnson) como para la restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de las áreas afectadas por estas especies en el territorio nacional y se adoptan otras determinaciones".
- En los casos donde se presente invasión de dichas especies, se deben adelantar medidas de manejo integral que permitan la contención, control y mitigación, con el fin de disminuir los impactos negativos que producen.
- En relación con el manejo de residuos vegetales post-corte, la disposición final de ramas, tallos, raíces y semillas, debe adelantarse conforme a los procedimientos presentados en el anexo 3 de la Resolución antes mencionada, con el fin de prevenir la invasión de nuevas áreas por rebrote o dispersión de estas especies.
- Se debe proceder a la rehabilitación o recuperación del área intervenida, de acuerdo con el uso del suelo del sector intervenido y lo establecido en el Plan Nacional de Restauración.
- Para áreas categorizadas con alguna medida de preservación y conservación, y que cuenten con Plan de Manejo Ambiental, toda actividad de manejo de retamo espinoso o retamo liso, deberán estar enmarcadas dentro de las actividades permitidas definidas en dicho documento.

4.4. Zonas con plantaciones forestales - Control o eliminación de la continuidad del combustible al interior

Las coberturas de plantaciones forestales se extienden a lo largo del suelo rural, tanto en áreas privadas como públicas como sucede en los Cerros Orientales. Para estas zonas, el manejo no es igual que para la Interfaz Urbano-Forestal, y requiere de unos lineamientos específicos con el fin de garantizar la no continuidad o discontinuidad del combustible, y sería responsabilidad tanto de los entes públicos como privados, dueños de los predios con este tipo de coberturas, en búsqueda de prevenir la generación de incendios forestales.

Como primera medida es importante definir para cada predio o área, la presencia de cursos y cuerpos de agua, caminos primarios y secundarios, líneas de alta y baja tensión, entre otros, los cuales se podrán considerar como base para producir la discontinuidad del combustible. Esta evaluación inicial es primordial, ya que estas estructuras se considerarán barreras cortafuego, por lo que de esta depende si se deben realizar acciones complementarias.

- En caso de que no sean significativas las discontinuidades por las estructuras anteriormente definidas, se deben generar fajas o barreras cortafuegos, para generar espacios sin combustible al interior de las plantaciones forestales, entre el ancho mínimo medido en proyección horizontal será de 10 metros para amenaza baja, 15 metros para amenaza media y 20 metros para amenaza alta, produciendo discontinuidad horizontal y vertical de la carga de combustible del arbolado, mediante la ejecución de tratamientos silviculturales tales como podas, raleos u otros que sean necesarios. Su diseño puede ser orientado y será aprobado por la autoridad ambiental competente, según la jurisdicción.
- Estas actividades deben desarrollarse considerando las características propias de cada una de las áreas, así como el tipo de propiedad y principalmente el tipo de especie de plantas pirófitas que compone la plantación forestal o de reforestación.
- La disposición de los residuos se debe realizar de forma técnica y siguiendo lo especificado en el numeral 5 de este documento.

Nota: Todos los lineamientos antes mencionados pueden desarrollarse de forma integrada o de manera individual, pues no son excluyentes, sino que, más bien, se complementan entre sí. Todos están enfocados a que las personas o entidades interesadas en realizar intervenciones en áreas con amenaza media y alta de incendios forestales puedan, por medio de la silvicultura preventiva, evitar la generación o propagación de incendios forestales.

5. Detalle técnico de las actividades de silvicultura preventiva definidas en los lineamientos

La continuidad de los combustibles se analiza tanto de forma horizontal como vertical; la cercanía entre árboles y arbustos con alta inflamabilidad, se convierte en dispersor y alimento para los incendios forestales, por lo que la experiencia adquirida en países con dinámicas de fuego muy desarrolladas, ha determinado diferentes estrategias para romper con la continuidad de los combustibles. Estos pueden ser muertos o vivos, el primero corresponde a la hojarasca muerta en el sotobosque o necromasa y, el combustible vivo es todo aquel que permanece funcional en la planta, sus tallos, ramas y hojas que no han caído.

Los tejidos estructurales de las plantas pirófitas suelen contener sustancias o características que aumentan su inflamabilidad, por lo que los lineamientos de silvicultura preventiva se centran en las coberturas de especies pirófitas identificadas. Por lo tanto, los lineamientos anteriormente definidos, deberán ser seguidos por los interesados en adelantar proyectos urbanísticos o de infraestructura, y considerarlos desde la etapa de diseño hasta la ejecución del proyecto u obra.

A continuación, se presentan las características técnicas de cada una de las actividades mencionadas en el Capítulo 4. Lineamientos de silvicultura preventiva de especies pirófitas. Es importante mencionar que para la totalidad de las actividades que se describen a continuación,

es necesario realizar un manejo adecuado de los residuos; dicho manejo se detalla en el numeral 6.6. Manejo de residuos o combustible muerto.

5.1. Podas

Las podas se centran en disminuir la conectividad vertical del combustible, al disminuir el tamaño y la cantidad de ramas que podrían entrar en contacto entre sí y con fuegos a nivel del suelo, alimentados por otros combustibles como la hojarasca o arbustos y hierbas secas. Con esta acción, se previene que el fuego pase del suelo a las copas de árboles y, posteriormente, entre copas, ya que el incendio forestal de copa es mucho más veloz y destructivo que un incendio superficial.

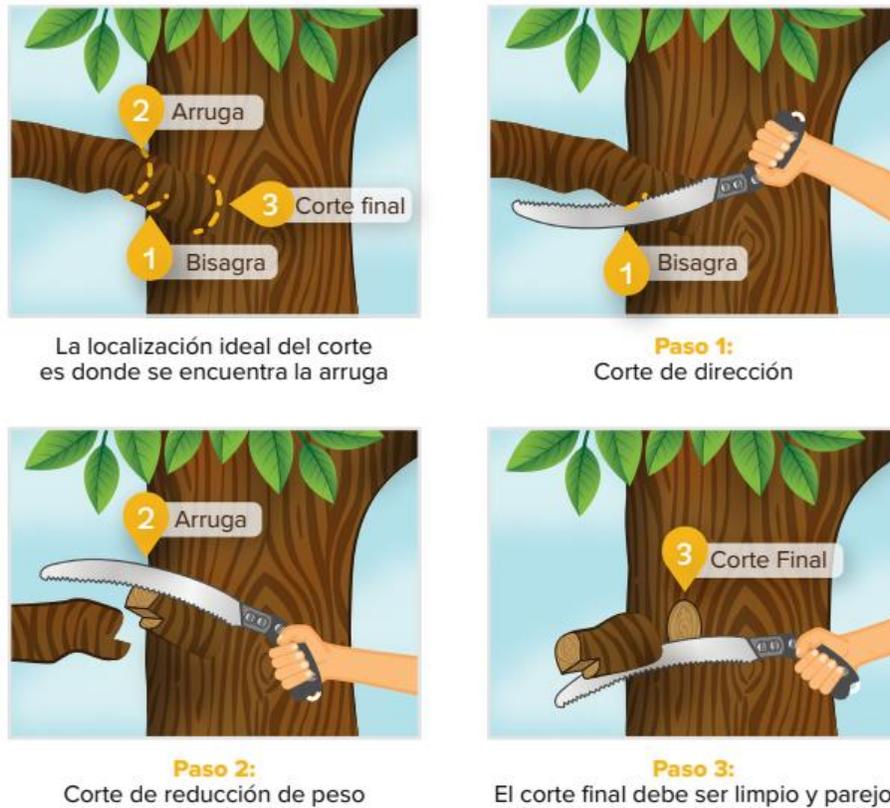


Figura 2. Técnica correcta de poda de ramas
Fuente: DAGMA (2018)



Figura 3. Poda de reducción de copa
Fuente: DAGMA (2018)

5.2. Raleos

Para el caso de la silvicultura preventiva de incendios forestales, el raleo forestal consiste en disminuir el número de individuos por unidad de área, de tal manera que se distancien entre 3 y 5 metros los individuos con potencial pirófito, para generar discontinuidad horizontal entre los combustibles (Figura 4).

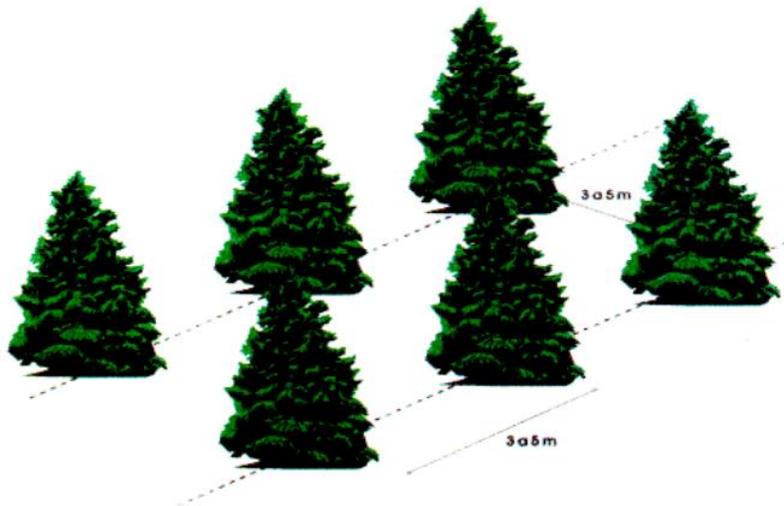


Figura 4. Distancia entre individuos posterior al raleo
Fuente: BID y SMA (2000)

Como se observa en la Figura 5, en la interfaz urbano-forestal se plantea que, a continuación de la barrera cortafuego, se realice un raleo en una franja posterior, garantizando que la disponibilidad de combustible sea cada vez menor a medida que se acerca a las zonas construidas, habitadas o con equipamientos urbanos.



Figura 5. Franja con raleo, posterior a una barrera cortafuego
Fuente: CONAF (2018)

5.3. Aclareos

Los aclareos son una estrategia para generar reemplazos de coberturas, en donde se generan espacios o claros al interior de las plantaciones forestales o en parches densos de plantas pirófitas, los cuales, dependiendo de las especies que se requiere aclarar, el área que ocupa, el presupuesto y el nivel de riesgo, puede variar entre 100 metros cuadrados, hasta claros de mil metros cuadrados.

Esta actividad, sumada a las podas, genera espacios o claros entre las plantas, que pueden ser aprovechados para retirar el combustible, plantar arreglos mixtos de bosque (Figura 7) en donde se usen plantas con baja inflamabilidad y desarrollar estrategias de rehabilitación o recuperación ecológica, entre otros.



Figura 6. Generación de claros a aclareos al interior de las plantaciones forestales.
Fuente: CONAF (2015)



Figura 7. Estrategia de introducción de plantas nativas entre coberturas de plantas con potencial pirófito
Fuente: CONAF (2006)

5.4. Barrera cortafuego o cortacombustible

El espacio desprovisto de combustible es una estrategia muy utilizada en transiciones entre coberturas vegetales con potencial pirófito y zonas urbanas o de expansión urbana, caminos y carreteras. Al extraer el material combustible, los fuegos llegan hasta la barrera (zona desprovista de vegetación) y no pueden avanzar; desde este punto se inician las actividades de extinción del fuego por parte del personal de bomberos o los combatientes.

El cortafuego es de forma variable, puede rodear la cobertura susceptible a incendios, como una gran plantación de pinos (cinturón cortafuego), o puede ir paralelo a caminos y carreteras; también se usa para rodear viviendas campestres o rurales aisladas.

En la figura 8, se puede observar el desarrollo de varias estrategias como cortafuegos, podas y raleos, todas con el fin de disminuir la continuidad del combustible en plantaciones forestales.

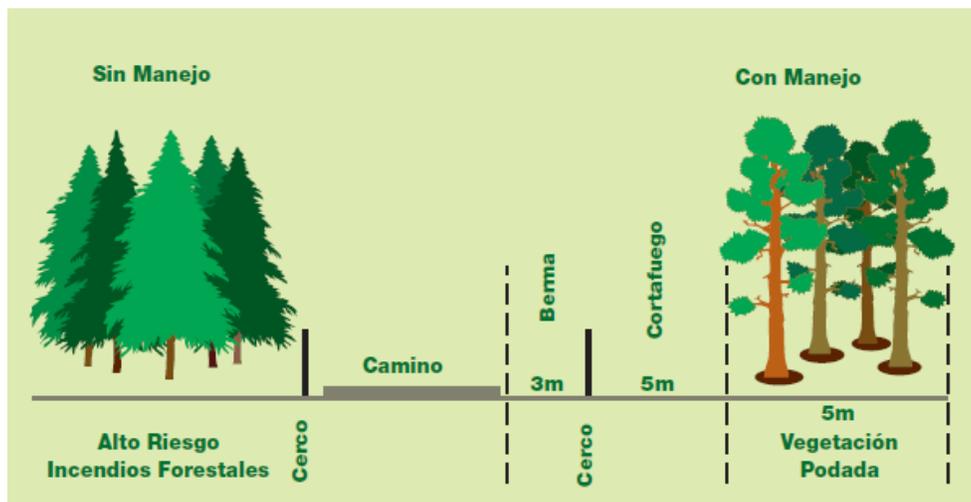


Figura 8. Uso de aclareos, podas y cortafuegos para disminuir la continuidad vertical y horizontal entre el combustible. Fuente: CONAF (2006)

5.5. Barreras verdes corta fuego con especies nativas de baja inflamabilidad

Las plantas nativas que componen los bosques andinos tienden a acumular humedad y no generan tanta hojarasca, lo que, sumado a las bajas temperaturas, permite identificarlas como coberturas con menor probabilidad de propagar incendios forestales.

Aunque no hay estudios detallados que definan la inflamabilidad de las coberturas nativas del Distrito Capital, las actividades y el seguimiento realizado a zonas que han presentado incendios forestales como: Futuro Parque Metropolitano La Arboleda, Parque Nacional Enrique Olaya Herrera (PNEOH) Etapa II y Parque Ecológico Distrital de Montaña Entrenubes (PEDMEN), por parte de la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) y el Jardín Botánico José Celestino Mutis (JB), han mostrado que los fuegos originados en coberturas exóticas, al encontrarse con parches consolidados de vegetación nativa, principalmente del bosque altoandino, detienen su avance, ya que esta vegetación actúa como una barrera viva cortafuego, pues no provee combustible suficiente para que avance el incendio.

Lo anterior, también se ha identificado en estudios realizados en España, Chile y México, a partir de lo cual se generó la estrategia de cinturones verdes o setos separativos o, en el Distrito Capital barreras vivas cortafuego o franjas de rehabilitación o recuperación ecológica. En el capítulo 6, se plantean barreras vivas y cinturones verdes enfocados a este tipo de procesos.

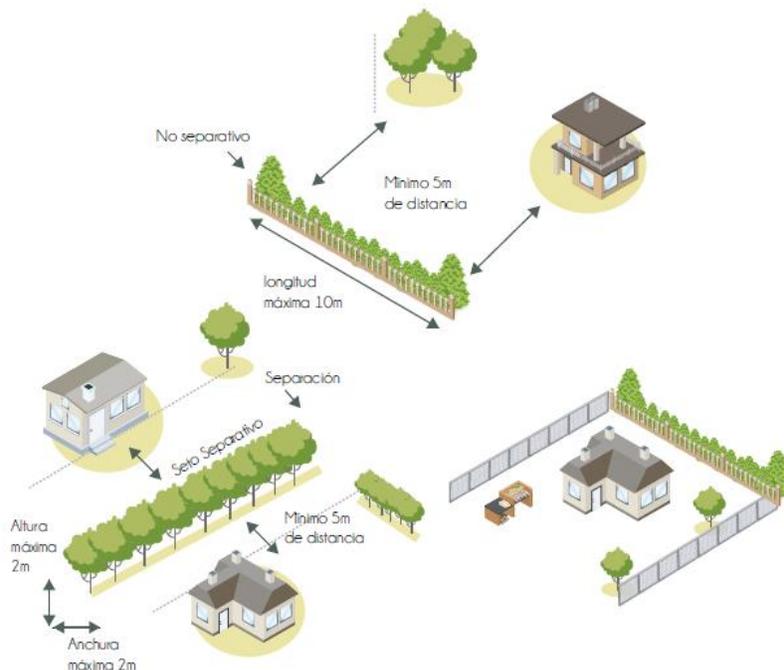


Figura 9. Viviendas entre estructuras vegetales en interfaz urbano-forestal
Fuente: ASEMFO (2020)

5.6. Manejo de residuos o combustible muerto

Toda actividad silvicultural genera residuos; de igual manera, los procesos naturales de las plantas generan hojarasca, caídas de ramas y, eventualmente, se presenta la caída de árboles al cumplir sus ciclos de vida o debido a inestabilidad del suelo, a las condiciones climáticas y el deficiente estado físico y sanitario. Adicional a esto, es importante mencionar que independiente de si una especie es pirófito, exótica o nativa, la biomasa seca derivada de la senescencia de sus hojas o de la simple finalización de su ciclo de vida, tiene una alta capacidad de ignición, por lo que el manejo de residuos se debe priorizar en zonas donde se presenten especies que

generen una gran cantidad de necromasa, como es el caso del Chusque (*Chusquea scandens*), el Retamo espinoso (*Ulex europaeus*), algunas gramíneas como el *Holcus lanatus*, entre otras. Estos residuos se pueden convertir en combustible para favorecer la propagación de un incendio, por lo que se debe hacer un manejo técnico de dicho residuo.

5.6.1. Acciones mecánicas para disminuir el tamaño del combustible

Los residuos del aprovechamiento forestal o de las actividades silviculturales antes descritas, como la hojarasca, las ramas caídas y los árboles volcados, se consideran combustibles y se clasifican según su tamaño; los intermedios y pequeños son los más efectivos para alimentar el fuego, mientras que los residuos vegetales con un diámetro igual o superior a 10 centímetros se quemarán con mayor dificultad.

Tabla 2. Tamaño del residuo y su inflamabilidad.

Tamaño del Material	Características
Pequeño	Es el que se descompone rápidamente y se quema con facilidad en los incendios forestales; incluye el follaje y las acículas, la corteza desprendida y la madera de las copas y ramas de menos de 1,25 centímetros de diámetro. También los pastos y pequeños arbustos.
Mediano	Madera de las copas y ramas entre 1,25 y 10 centímetros de diámetro; material proveniente de las faenas de podas y raleos y arbustos mayores. Este material se descompone lentamente y arde con fuerza considerable.
Grande	Troncos desechados y otras maderas de más de 10 centímetros de diámetro que no se encienden con facilidad ni quemarán con rapidez en los incendios forestales.

Fuente: Modificado de CONAF (2006)

Se plantea una estrategia de manejo del material pequeño e intermedio para disminuir aún más el tamaño, con el fin de acelerar su proceso de descomposición y para el posterior uso en compostaje. Para garantizar menor tamaño en los residuos, se requiere emplear maquinaria como la chipeadora para las partes vegetativas, pues las herramientas convencionales como machetes y hachas, se les dificulta garantizar un tamaño lo suficientemente pequeño, que facilite su compostaje.

A pesar de que las estructuras reproductivas no generan un riesgo de incendio, en lo que se refiere a residuos, es relevante recordar que las especies pirófitas son muy eficientes en la dispersión de semillas y que estas son muy resistentes a las altas temperaturas, por lo que se debe realizar un manejo diferencial de las partes reproductivas, a las cuales se les debe hacer procesos más fuertes para garantizar su inactividad, tal como se realiza con el retamo espinoso y liso. En coberturas de eucaliptos (*Eucalyptus spp.*), cipreses (*Cupressus lusitánica*), acacias (*Acacia spp.*), pinos (*Pinus spp.*) y araucarias (*Araucaria spp.*), las partes reproductivas también podrían manejarse mediante un proceso como la bioextrusión.

Posterior a esta disminución del tamaño y la funcionalidad del combustible muerto o necromasa, se pueden realizar procesos de compostaje, con el fin de reintegrar los nutrientes al suelo, y colocar nuevo suelo en zonas donde ya no lo hay, debido a la erosión o a actividades como la minería.

En casos en los que no se pueda realizar un manejo mecanizado para disminuir el tamaño de los residuos, debe definirse con la entidad ambiental que tenga la jurisdicción, el manejo o la disposición final de dicho residuo. Muchos de los residuos de tamaño intermedio y grande, pueden ser utilizados en otras estrategias, como las que se mencionan a continuación.

Nota: Se recuerda que en relación con el manejo de residuos vegetales post-corte de retamo liso y retamo espinoso, la disposición final de ramas, tallos, raíces y semillas, debe adelantarse conforme a los procedimientos presentados en el anexo 3 de la Resolución 684 de 2018, con el fin de prevenir la invasión de nuevas áreas por rebrote o dispersión de estas especies.

5.6.2. Extracción y aprovechamiento de los residuos o combustibles de mayor tamaño

El residuo de mayor tamaño, producto de la caída de ramas o del volcamiento de árboles viejos, situación bastante común en las plantaciones forestales de pino, ciprés y eucalipto, puede ser aprovechado y trasladado de las zonas, para ser utilizado como materia prima secundaria para la construcción de cercas, escalinatas, señalización y para estrategias de fauna, como perchas y empalizadas.

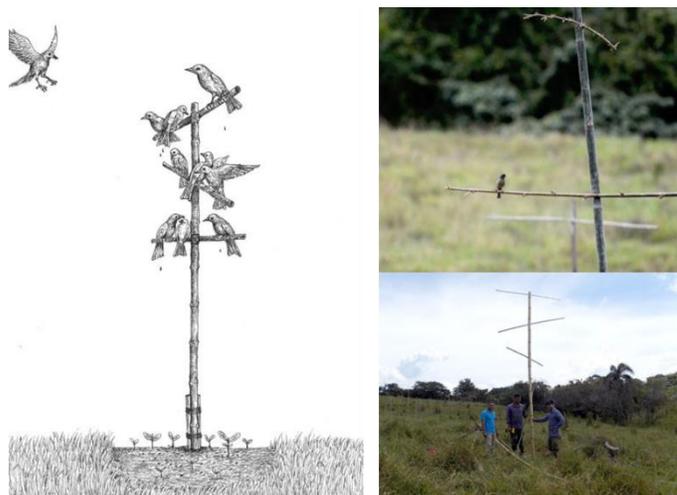


Figura 10. Utilización del residuo de las actividades silviculturales, para estrategias con fauna en procesos de restauración ecológica
Fuente: SDA (2022)

Los residuos de especies como el retamo liso y retamo espinoso no deben ser utilizados de la forma antes indicada, dada su alta capacidad de desarrollo vegetativo, por lo que una rama o residuo de raíz, puede dar origen a un nuevo individuo y, de esta forma, ampliar su área de invasión.

6. Medidas o acciones complementarias

A partir de la revisión de información secundaria, se determinaron acciones complementarias o recomendadas, que pueden efectuarse en conjunto entre el tercero o propietario de un área en donde se plantea realizar actividades urbanísticas o de infraestructura y los propietarios o las entidades que administran predios aledaños a estas, las cuales, técnicamente, han mostrado muy buenos resultados a nivel nacional e internacional.

6.1. Rehabilitación o recuperación ecológica

El enfoque de Reducción del Riesgo de Desastre basado en Ecosistemas (Eco RRD) ha sido propuesto desde la perspectiva de las acciones estratégicas que manejan las Soluciones

basadas en la Naturaleza (SbN) y junto con la Adaptación basada en Ecosistemas (AbE), se han convertido en alternativas naturales para enfrentar los efectos de la variabilidad climática y el cambio climático (Nieto, 2021).

El enfoque de Eco RRD busca resaltar los beneficios de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en la reducción del riesgo, al tiempo que pretende demostrar cómo las acciones que se desarrollan alrededor de los ecosistemas pueden ser beneficiosas en ambos sentidos (Nieto, 2021). Basados en este enfoque, se plantean recomendaciones enfocadas en procesos de rehabilitación o recuperación ecológica, que permitirán, tanto reducir la generación o dispersión de los incendios forestales, como el restablecimiento parcial de algunos atributos del ecosistema, de vital importancia para la ciudad.

- Establecer procesos de rehabilitación o recuperación ecológica al interior de las plantaciones forestales o en las áreas que fueron desprovistas del matorral de retamo espinoso o liso. Para esto, se puede hacer la reintroducción de plantas nativas, para generar nuevas coberturas o coberturas mixtas con parches de vegetación de baja inflamabilidad o con características de retención de agua, a modo de barrera viva cortafuegos o cinturones verdes. Estas actividades también suman al proceso de reemplazo de especies exóticas por especies nativas, que correspondan a cada uno de los ecosistemas.
- Generar claros o aclareos al interior de las plantaciones forestales y, posteriormente, desarrollar procesos de rehabilitación o recuperación ecológica, con el fin de avanzar en el remplazo de estas especies exóticas con características pirófitas y generar mayor discontinuidad del combustible. Las dimensiones de estos claros pueden ser definidas técnicamente, según las características físicas del área, y orientadas y aprobadas por la autoridad ambiental competente, según la jurisdicción.
- Establecer corredores biológicos que aseguren la conectividad entre remanentes de vegetación nativa. Además, favorecer la presencia de sotobosque en los rodales de plantaciones y otras medidas complementarias, cuando éstas cumplan un rol de conexión en la vegetación remanente.

6.2. Estrategias de rehabilitación o recuperación ecológica con especies nativas de baja inflamabilidad

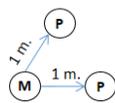
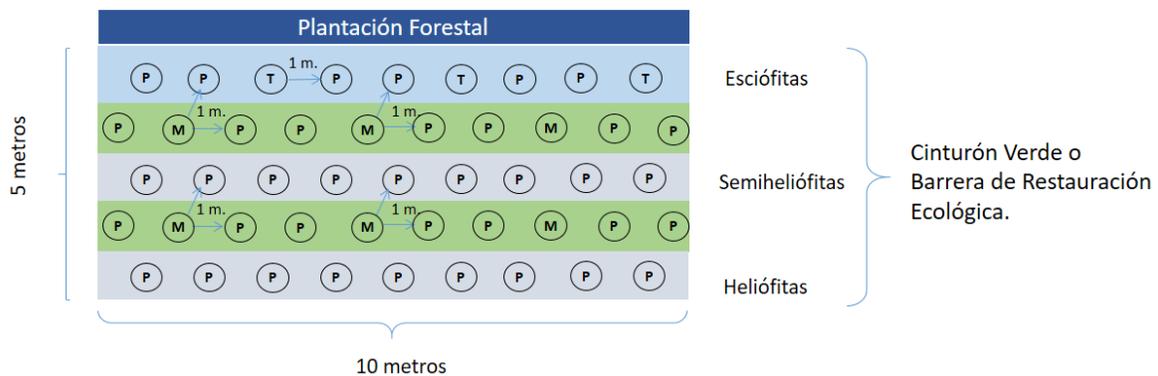
Como ya se había mencionado en el numeral 5.5, los cinturones verdes o barreras vivas cortafuegos, son estrategias muy efectivas y hacen parte de las soluciones basadas en la naturaleza que se pueden desarrollar, para prevenir la ocurrencia de incendios forestales. A continuación, se presenta una propuesta direccionada a la rehabilitación o recuperación ecológica.

En la figura 11, se puede observar un ejemplo de diseño florístico, tipo barrera viva cortafuego, el cual se basa en el análisis del funcionamiento de los procesos de cicatrización natural o sucesión ecológica del bosque altoandino, en donde convergen variedad de especies, con diferentes funciones. Las especies pioneras (priserales) son las plantas encargadas de cerrar el claro o generar coberturas rápidamente, con el fin de garantizar la menor pérdida de los nutrientes del suelo por erosión, retienen humedad y generan sombra o sombrío para las especies de niveles superiores de la sucesión; son capaces de crecer a plena exposición solar (heliófita) y lo hacen a gran velocidad.

Las especies mesoserales (de estadio intermedio), funcionan mejor con ciertos niveles de sombrío (semiheliófitas), pues en plena exposición su crecimiento es lento y se afecta su desarrollo; estas especies también generan cambios micro climáticos y de nutrientes en el suelo, pues con raíces más fuertes lo descompactan y hacen viable el desarrollo de las especies más delicadas o que requieren mejores condiciones para su desarrollo. Las especies tardiserales o especies clímax del ecosistema, se desarrollan en plena exposición solar, requieren sombra (esciófitas o umbrófila), sobre todo en los primeros años de desarrollo, al igual que buena humedad, y suelos descompactados y nutritivos, los cuales son preparados por las especies pioneras y, posteriormente, mejorados por las especies mesoserales.

Cabe resaltar que, si bien en este documento no se pueden proponer listados de especies para utilizar en los diseños, debido a que la escogencia depende de la zona donde se vayan a implementar, se pueden consultar documentos como: “Guía metodológica para la restauración ecológica del bosque altoandino”, “Restauración ecológica del bosque andino en la vertiente oriental del PNN SYA, Hato, Santander” (2018), “Manual para la restauración ecológica de los ecosistemas disturbados del Distrito Capital” (2010) o “Protocolo de recuperación y rehabilitación ecológica de humedales en centros urbanos” (2008), entre muchos otros, en los que se pueden encontrar metodologías para la selección de especies y algunos listados que se pueden adaptar a las necesidades particulares.

Las barreras mencionadas anteriormente pueden ser utilizadas en cercanía a los caminos y carreteras, rodeando plantaciones forestales, así como entre los límites de las plantaciones forestales y las zonas urbanas y periurbanas, o rodeando las viviendas rurales o aquellas ubicadas en zonas de interfaz urbano-forestal.



SP	N° IND.	Cód.
Priseral (Pioneras)	38	P
Mesoseral (Estadio Intermedio)	6	M
Tardiseral (Especie Clímax)	3	T

Figura 11. Ejemplo de Diseño tipo de cinturón verde o barrera viva cortafuego
Fuente: JBB (2022)

Nota 1: Los diseños florísticos parten del diagnóstico específico para cada área, teniendo en cuenta las características propias del ecosistema, la historia de uso y el régimen de disturbios de

cada área, por lo que se requiere de esta información para plantear los diseños florísticos más adecuados para cada zona.

Nota 2: Aunque se hable de plantas retardantes, o incluso de cinturones o muros verdes, ante el fuego o expresiones similares, hay que tener presente que cualquier planta siempre puede arder; no existen plantas incombustibles. En condiciones propicias de temperatura y humedad, cualquier planta o parte de ella se puede quemar.

6.3. Propagación incendios subterráneos

Si bien el establecimiento de zanjas cortafuego es una medida de control frente a la propagación de incendios subterráneos, también se pueden implementar como una estrategia preventiva para cortar la continuidad del combustible bajo el suelo en zonas donde exista una muy alta probabilidad de propagación de fuegos subterráneos, ya sea por la densidad del sistema radicular o por la presencia de residuos de origen antrópico en el suelo (MAP, 2015). La forma de dicha zanja debe quedar como una batea, esto garantiza que las paredes no se deslicen y se dañe la zanja; la parte superior de esta debe tener un ancho de 50 centímetros, el fondo de 40 centímetros y el alto de 100 centímetros, sin embargo, el alto es variable dependiendo del tipo de vegetación presente y por consiguiente la profundidad del sistema radicular. No se recomienda que estas zanjas tengan más de 10 metros de longitud, no solo para mantener la estabilidad del terreno, sino para permitir el paso de fauna; por lo que es preferible montar sistemas de zanjas intercaladas.

6.4. Componente antrópico: fuego y disturbio

Más del 90% de los fuegos en los ecosistemas colombianos se debe a actividades humanas; en la ciudad de Bogotá esto representa múltiples dificultades, debido a la alta fragmentación de los ecosistemas nativos, la alta presencia de especies exóticas y exóticas invasoras con potencial pirófito, sumado a la ocupación y uso de los territorios, por lo tanto, es una necesidad ineludible que todas las estrategias de silvicultura preventiva tengan un contexto y amplia participación de las comunidades o personas que habitan los diferentes territorios, de lo contrario, las actividades no serán exitosas ni sostenibles en el tiempo.

El manejo del fuego, basado en principios ecológicos, es un proceso de educación y gestión ambiental que debe articular diferentes conocimientos y actores sociales: instituciones, comunidades locales, combatientes del fuego; generando así, mejores resultados en los procesos de prevención y mitigación. Con lo determinado en esta investigación, se propone como estrategia para el manejo del fuego en el Parque Ecológico Distrital de Montaña Entrenubes (PEDMEN) un enfoque mixto donde se entienda el papel ecológico del fuego y su importancia en diferentes coberturas vegetales adaptadas al fuego, la supresión en algunas coberturas vegetales independientes del fuego, el trabajo comunitario para comprender el papel de la comunidad en la ocurrencia del fenómeno, y el mejoramiento de los sistemas de atención y respuesta a las emergencias por fuego en los bosques (Quiroga y Santiago, 2019, p. 9).

Dentro de los problemas que se pueden presentar en las zonas de Interfaz Urbano-Forestal o en zonas rurales, se encuentra que, generalmente, las poblaciones que viven en estas o en cercanías de estas zonas desconocen o tienen un conocimiento limitado sobre los incendios forestales y una escasa percepción del riesgo que pueden tener al vivir en un entorno forestal, lo cual podría generar una mayor probabilidad de causar eventos de ese tipo (Herrero, 2011). Debido a esto, es recomendable realizar procesos de socialización, que permitan el reconocimiento de la problemática y la apropiación de las acciones de silvicultura preventiva, por

parte de las personas o entidades que vayan a adelantar proyectos urbanísticos o de infraestructura en las zonas de alta y media amenaza por incendio forestal, así como los que vayan a habitar o habiten cerca de coberturas pirófitas.

7. Glosario

Amenaza: Peligro latente de que un evento físico de origen natural, o causado, o inducido por la acción humana de manera accidental, se presente con una severidad suficiente para causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como también daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales (Ley 1523 de 2012).

Aprovechamiento: De forma complementaria al Decreto 1791 de 1996 y los conceptos de aprovechamiento forestal y sostenible, el presente documento define el aprovechamiento del arbolado aislado como el manejo racional del recurso forestal de la ciudad, maximizando los servicios ambientales que presta al garantizar la persistencia del mismo y mitigando los factores de amenaza o riesgo a sus habitantes (Decreto 531 de 2010, Alcaldía Mayor de Bogotá).

Árbol: Planta leñosa con un tronco principal que sostiene un follaje denominado copa, de arquitectura según la especie, cuya altura en estado adulto no sea inferior a tres (3) metros, medidos desde el nivel del suelo (Decreto 531 de 2010, Alcaldía Mayor de Bogotá).

Arborización: Conjunto de actividades requeridas para el adecuado diseño, plantación y establecimiento de árboles en el medio urbano (Decreto 531 de 2010, Alcaldía Mayor de Bogotá).

Arbusto: Vegetal leñoso con ramas desde la base (Decreto 531 de 2010, Alcaldía Mayor de Bogotá).

Barrera cortafuego o cortacombustible: Faja de amortiguación o área de terreno al interior, adyacente o perimetral a una plantación, desprovista de vegetación, que tiene como propósito detener o retardar la propagación del fuego (CONAFOR 2010, 2020).

Barrera viva corta fuego y cinturón verde: 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. Cuando la Barrera viva corta fuego rodea y aísla la plantación forestal o la fuente de combustible, se le considera cinturón verde (CONAF, 2019).

Berma: De acuerdo al artículo 2° del Código Nacional de Tránsito. Ley 769 del 2002, se define como: parte de la estructura de la vía, destinada al soporte lateral de la calzada para el tránsito de peatones, semovientes y ocasionalmente al estacionamiento de vehículos y tránsito de vehículos de emergencia. (<https://www.mintransporte.gov.co/glosario/genPag=2>).

Bioextrusión: No hay una definición específica, se basa en el proceso de extruir, el cual consiste en pasar un material por condiciones de alta presión y temperatura, generándose, en el caso de los compuestos biológicos, fragmentación de las estructuras duras y desecamientos extremos, produciendo finalmente cenizas.

Cerca viva: Arreglo lineal de árboles, sin limitar el paso, ni la visibilidad con fines productivos (CONAF 2020).

Cobertura vegetal: Son las plantas que cubren la superficie del suelo urbano, comprendiendo una amplia gama de biomásas con diferentes características fisonómicas y ambientales (Decreto 531 de 2010, Alcaldía Mayor de Bogotá).

Conectividad ecológica: Grado en el cual los elementos del paisaje facilitan o impiden los movimientos y funcionalidad de los componentes y procesos de la biodiversidad (Jardín Botánico José Celestino Mutis, 2008).

Corredor biológico: se utiliza para designar un espacio en donde se unen dos o más ecosistemas, paisajes o hábitats que fueron desconectados debido a las diversas actividades humanas como la agricultura, la ganadería, la urbanización o, inclusive, las obras de infraestructura como las carreteras o represas. Por medio de estos pasajes, los animales pueden trasladarse de un territorio a otro y buscar nuevas oportunidades para su supervivencia, pues factores como el calentamiento global, la escasez de comida o el choque con humanos los obligan a desplazarse. (WWF – Glosario ambiental) <https://www.wwf.org.co/?328540/Glosario-ambiental-corredores-biologicos-pasadizos-de-la-naturaleza>

Especie invasora: Se definen como aquellas especies, subespecies o taxón inferior e híbrido que se encuentra fuera de su distribución natural, pasada o presente, incluyendo cualquier parte, gametos, semillas, huevo o propágulos, que se establecen (reproducen exitosamente y tiene una población viable) y dispersan en ecosistemas o hábitats naturales o seminaturales; además, son agentes de cambio y causan impactos ambientales, económicos o de salud pública. (Baptiste et al. 2010).

Especie exótica: Especie y subespecie que sobrevive o se reproduce fuera de su área de distribución natural y de su área potencial de dispersión por la introducción directa o indirecta, o el cuidado de los seres humanos. (Consulta RAE. <https://dpej.rae.es/lema/especie-ex%C3%B3tica>).

Follaje: Conjunto de hojas de árboles y otras plantas (Decreto 531 de 2010, Alcaldía Mayor de Bogotá).

Incendio forestal: Fuego de origen natural o antrópico que se extiende sin control, cuyo combustible principal es la vegetación viva o muerta, el cual ocasiona impactos tanto en los ecosistemas, como a nivel climático, económico y social (Comisión Nacional Técnica Asesora en Incendios Forestales, 2022).

Interfaz urbano-forestal (IUF): La interfaz urbano-forestal (IUF) es la zona que se forma del contacto o cercanía entre un área con cobertura vegetal y un espacio edificado. (SDA - AITEC S.A.S. 2017).

Manejo silvicultural: Son todas aquellas prácticas técnicas requeridas para el establecimiento, atención integral y tala de árboles (Decreto 531 de 2010, Alcaldía Mayor de Bogotá).

Mitigación del riesgo: Medidas de intervención prescriptiva o correctiva dirigidas a reducir o disminuir los daños y pérdidas que se puedan presentar a través de reglamentos de seguridad y proyectos de inversión pública o privada cuyo objetivo es reducir las condiciones de amenaza, cuando sea posible, y la vulnerabilidad existente (Ley 1523 de 2012).

Monte: Todo terreno en el que vegetan especies forestales arbóreas, arbustivas, de matorral o herbáceas, sea espontáneamente o procedan de siembra o plantación, que cumplan o puedan

cumplir funciones ambientales, protectoras, productoras, culturales, paisajísticas o recreativas (ASEMFO, 2020).

Pirófito: Especie adaptada para sobrevivir a grandes incendios o en zonas con recurrencia frecuente de grandes incendios. Especie cuya reproducción se ve favorecida por el fuego. (ASEMFO, 2020).

Poda aérea: Actividad de manejo consistente en el corte de ramas de una planta, cuyo objeto es controlar y orientar su desarrollo o retirar partes muertas o en malas condiciones (Decreto 531 de 2010, Alcaldía Mayor de Bogotá).

Prevención de riesgo: Medidas y acciones de intervención restrictiva o prospectiva dispuestas con anticipación con el fin de evitar que se genere riesgo. Puede enfocarse a evitar o neutralizar la amenaza o la exposición y la vulnerabilidad ante la misma en forma definitiva para impedir que se genere nuevo riesgo. Los instrumentos esenciales de la prevención son aquellos previstos en la planificación, la inversión pública y el ordenamiento ambiental territorial, que tienen como objetivo reglamentar el uso y la ocupación del suelo de forma segura y sostenible (Ley 1523 de 2012).

Producto forestal primario: Son los productos obtenidos directamente a partir de las trozas, tales como bloques, bancos, tabloneros, tablas y además chapas y astillas, entre otros (Decreto 531 de 2010, Alcaldía Mayor de Bogotá).

Raleo: Donde se debe reducir la densidad de la vegetación y cortar la continuidad vertical y horizontal de ésta (CONAF, 2015).

Recuperación: Aborda el desarrollo de trabajos en sitios severamente degradados (p.e. tierras afectadas por minería a cielo abierto, construcción a gran escala, etc.) e implica, la mayoría de las veces, un cambio en el uso original del sitio afectado; no se orienta a restablecer la diversidad original, pero sí la función productiva y muchos de los servicios ecológicos originales. Tiene entre sus principales objetivos la estabilización de terrenos, la seguridad pública y el mejoramiento estético (Decreto 531 de 2010, Alcaldía Mayor de Bogotá).

Reducción del riesgo: Es el proceso de la gestión del riesgo, está compuesto por la intervención dirigida a modificar o disminuir las condiciones de riesgo existentes, entiéndase: mitigación del riesgo y a evitar nuevo riesgo en el territorio, entiéndase: prevención del riesgo. Son medidas de mitigación y prevención que se adoptan con antelación para reducir la amenaza, la exposición y disminuir la vulnerabilidad de las personas, los medios de subsistencia, los bienes, la infraestructura y los recursos ambientales, para evitar o minimizar los daños y pérdidas en caso de producirse los eventos físicos peligrosos. La reducción del riesgo la componen la intervención correctiva del riesgo existente, la intervención prospectiva de nuevo riesgo y la protección financiera (Ley 1523 de 2012).

Rehabilitación ecológica: Concepto aplicado a recuperar elementos estructurales o funcionales dentro de un ecosistema, sin que necesariamente se intente completar una Restauración Ecológica (Decreto 531 de 2010, Alcaldía Mayor de Bogotá).

Restauración ecológica: Proceso orientado a la intervención de las dinámicas sucesionales y su aplicación se basa en tomar como referencia un ecosistema predisturbio para el restablecimiento de la estructura, funcionamiento, diversidad y dinámicas del ecosistema, y lograr

que este sea capaz de autosostenerse. Es decir, implica retomar al ecosistema original (Decreto 531 de 2010, Alcaldía Mayor de Bogotá).

Reforestación: Restablecimiento de cobertura forestal independientemente de las especies, métodos y fines con que se haga (Decreto 531 de 2010, Alcaldía Mayor de Bogotá).

Riesgo de desastres: Corresponde a los daños o pérdidas potenciales que pueden presentarse debido a los eventos físicos peligrosos de origen natural, socionatural, tecnológico, biosanitario o humano no intencional, en un período de tiempo específico y que son determinados por la vulnerabilidad de los elementos expuestos; por consiguiente, el riesgo de desastres se deriva de la combinación de la amenaza y la vulnerabilidad (Ley 1523 de 2012).

Rodal: Porción de una masa forestal, uniforme en cuanto a especie, edad, calidad y estado, y diferente de las circundantes en cuanto a uno o varios de los citados caracteres (Banco Interamericano de Desarrollo y Secretaría del Medio Ambiente, 2000).

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 (CONAF 2006).

Silvicultura urbana: Es un sistema múltiple de ordenación de la cobertura que incluye el sistema hídrico urbano, los hábitats de las especies animales presentes en la ciudad, el diseño del paisaje urbano, establecimiento, atención integral y tala de árboles, en forma aislada o en arreglos especiales como parte del mobiliario urbano, con el fin de potenciar la generación de servicios ambientales (Decreto 531 de 2010, Alcaldía Mayor de Bogotá).

Seto: Asociación de arbustos o árboles en un arreglo lineal, establecidos y mantenidos para formar una barrera que impida la accesibilidad, la transparencia y la visibilidad. No plantada con fines comerciales (Decreto 531 de 2010, Alcaldía Mayor de Bogotá).

Sotobosque: Conjunto de arbustos, hierbas y matorrales que se desarrollan debajo de los árboles de un bosque o selva (Innovación Forestal, s.f.).

Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN): son un nuevo concepto que abarca a todas las acciones que se apoyan en los ecosistemas y los servicios que estos proveen, para responder a diversos desafíos de la sociedad como el cambio climático, la seguridad alimentaria o el riesgo de desastres (UICN 2017).

Tala: Actividad que implica la eliminación del individuo vegetal del arbolado urbano, mediante corte completo del fuste, independiente de su capacidad de regeneración (Decreto 531 de 2010, Alcaldía Mayor de Bogotá).

Vulnerabilidad: Susceptibilidad o fragilidad física, económica, social, ambiental o institucional que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que un evento físico peligroso se presente. Corresponde a la predisposición a sufrir pérdidas o daños de los seres humanos y sus medios de subsistencia, así como de sus sistemas físicos, sociales, económicos y de apoyo que pueden ser afectados por eventos físicos peligrosos (Ley 1523 de 2012).

8. Documentación consultada

Aguilar-Garavito, M., Isaacs, P. y Nuñez, O. 2016. Ecología del fuego y caracterización ecológica general de áreas afectadas por incendios de la cobertura vegetal en el Macizo de Iguaque, Villa de Leyva, Boyacá. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. <http://hdl.handle.net/20.500.11761/9720><http://hdl.handle.net/20.500.11761/9720>.

Alarcón, E. P., Lozano, A. y Chaparro, H. 1997 Caracterización fenotípica de aislamientos rizobianos de acacia (*Acacia sp.*) y retamo (*Teline monpessulana*). Revista Colombiana de Química (26) 2: 21-34.

Alcaldía Mayor de Bogotá. 2021. Decreto 555 del 29 de diciembre de 2021 “Por la cual se adopta la revisión general del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C.”.

Armenteras, D. 2022. Cambios en los patrones espaciales de área quemada en Colombia, ¿qué ha pasado en las dos primeras décadas del siglo XXI? Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 46(178):248-260, enero-marzo de 2022. doi: <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1514>.

Armenteras, D., Meza, M.C., González, T.M., Salazar, N., Barreto, S., Mesa, L., Moreno, C.J., Obando, L. y Ruiz, S. 2019. Estado del conocimiento de la ecología del fuego en Colombia síntesis de hallazgos y aplicaciones. Grupo de Investigación en Ecología del Paisaje y Modelación de Ecosistemas -Ecolmod-, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, University of Colorado Boulder. USAID.

Armenteras, D., González, T. M., Vargas Ríos, O., Meza Elizalde, M. C. y Oliveras, I. 2020. Incendios en ecosistemas del norte de Suramérica: avances en la ecología del fuego tropical en Colombia, Ecuador y Perú. Caldasia, 42(1), 1-16. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/77353/72280>.

Armenteras D., Dávalos, L., Barreyo, J., Miranda, A., Hernández-Moreno, A., Zamora-Elgueta, C., González-Delgado, T., Meza-Elizalde, M., y Retana, J. 2021. Fire-induced loss of the world's most biodiverse forests in Latin America. Science Advanced, 7(33): doi: <https://doi.org/10.1126/sciadv.abd33510>.1126/sciadv.abd335.

Asociación Nacional de Empresas Forestales (ASEMFO). 2020. Piroplantaciones en la Interfaz Urbano-Forestal de la Comunidad de Madrid - PIUF. https://especiespirofilas.asemfo.org/wp-content/uploads/2020/11/GUIA_PIUF.pdf.

Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y Secretaría del Medio Ambiente (SMA), 2000. Manual técnico para la poda, derribo y trasplante de árboles y arbustos de la Ciudad de México. http://centro.paot.org.mx/documentos/sma/manual_tecnico_arboles.pdf.

Baptiste, M.P., Castaño, N., Cárdenas, D., Gutiérrez, F.P., Gil, D.L. y C.A. Lasso (eds). 2010. Análisis de riesgo y propuesta de categorización de especies introducidas para Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. 200 p.

Barrera, J.I., F. Ríos & C.A. Pinzón. 2002. Planteamiento de la propuesta de restauración ecológica de áreas afectadas por el fuego y/o invadidas por el retamo espinoso (*Ulex europaeus* L.) en los Cerros de Bogotá. Pérez Arbelaezia 13: 55 - 71.

Barrera-Cataño, J. I. 2011. Restauración ecológica de bosques altoandinos sometidos a presión antrópica: de lo teórico a lo posible. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona.

Bento-Gonçalves, A. y Vieira, A. 2013. Grandes incêndios florestais, erosão, degradação e medidas de recuperação dos solos. https://www.researchgate.net/publication/269398601_GRANDES_INCENDIOS_FLORESTAIS_EROSAO_DEGRADACAO_E_MEDIDAS_DE_RECUPERACAO_DOS_SOLOS.

Bond, W. y van Wilgen, B. 1996. Fire and Plants. Chapman y Hall.

Bond, W. y Keane, R. 2017. Fires, ecological effects of Reference Module in Life Sciences. doi: 10.1016/B978-0-12-809633-8.02098-7.

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR). 2009. Resolución 469 del 13 de marzo de 2009 "Por medio de la cual se prohíbe la plantación, transplante, venta, distribución y comercialización de las especies de Retamo Espinoso (*Ulex europaeus*) y Retamo Liso (*Teline monspessulana*) y se adoptan otras disposiciones".

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR). 2016. Modificación al Plan de manejo reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá. <https://www.car.gov.co/uploads/files/5ac7da95cbf3a.pdf>.

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR). 2018. Plan de uso público para el desarrollo de actividades de recreación pasiva en la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá. <https://www.car.gov.co/uploads/files/5ca395e9d65a9.pdf>.

Cárdenas-L, D., Baptiste, M., y Castaño, N. 2017. Plantas exóticas con alto potencial de invasión en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. <http://www.humboldt.org.co/es/estado-de-los-recursos-naturales/item/1059-plantas-exoticas-invasion-en-colombia>.

Cardoso, F., Pereira, J. Alves de Almeida, S., Gomes de Gouveria, J., y Rodriguez dos Santos, N. 2005. Efeito da temperatura sobre a germinação de três espécies de pinus cultivadas no Brasil. Rev. Árvore 29(5): 757-765. doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622005000500011>; <https://doi.org/10.1590/S0100-67622005000500011>.

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 2001. Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/3971>.

Cochrane, M. A. 2009. Tropical Fire Ecology. Climate Change, Land Use, and Ecosystem Dynamics. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2010. Prácticas de reforestación. Manual básico. https://www.conafor.gob.mx/BIBLIOTECA/MANUAL_PRACTICAS_DE_REFORESTACION.PDF.

Corporación Nacional Forestal (CONAF). 2006. Silvicultura para la prevención de incendios forestales en plantaciones forestales. https://www.conaf.cl/wp-content/files_mf/1361911072Silvicultura.pdf.

Corporación Nacional Forestal (CONAF). 2015. Protocolo de plantaciones forestales. Política forestal 2015 - 2035. <https://cifag.cl/wp-content/uploads/2015/07/Protocolo-de-Plantaciones-Forestales.-CPF.pdf>.

Corporación Nacional Forestal (CONAF). 2018. Silvicultura preventiva. <https://www.prevencionincendiosforestales.cl/silvicultura-preventiva/>.

Corporación Nacional Forestal (CONAF). 2020. Alternativas de manejo y uso de residuos silvoagropecuarios. <https://doi.org/10.52904/20.500.12220/29897><https://doi.org/10.52904/20.500.12220/29897>.

Corzo, G. T. (2006). Manejo del arbolado urbano en Bogotá. *Colombia forestal*, 9(19), 187-205.

DAGMA. 2018. Manual de podas para el arbolado urbano de Santiago de Cali. <https://www.cali.gov.co/loader.php?IServicio=Tools2yITipo=descargasyIFuncion=descargaryidFile=32249><https://www.cali.gov.co/loader.php?IServicio=Tools2yITipo=descargasyIFuncion=descargaryidFile=32249>.

De Las Heras, J., Martínez, J., y Herranz, J. 1991. Impacto ecológico de los incendios forestales. (29): 105-117.

Depietri, Y. y Orenstein, D. E. (2019). Fire-regulating services and disservices with an application to the Haifa-Carmel region in Israel. *Frontiers in Environmental Science*, 7, 107. doi: 10.3389/fenvs.2019.00107

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2007. Manejo del fuego: principios y acciones estratégicas. Directrices de carácter voluntario para el manejo del fuego. Documento de Trabajo sobre el Manejo del Fuego No.17. Roma <http://www.fao.org/docrep/009/j9255s/j9255s00.htm>.

Fernandes, P. 2006. Silvicultura preventiva e gestão de combustíveis: opções e otimização. https://www.researchgate.net/publication/235877006_Silvicultura_preventiva_e_gestao_de_combustiveis_opcoes_e_optimizacao.

Figuroa, C., Ruiz, D., Rodríguez, C. 2019. Análisis beneficios de la Reserva Forestal Bosque Oriental de Bogotá - Humboldt. [http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/35551/Analisis%20taller%20P-A-BAT%20Cerros%20Orientales%20de%20Bogota%CC%81.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=La%20Reserva%20Forestal%20Protectora%20Bosque%20Oriental%20de%20Bogot%C3%A1%20denominada%20com%C3%BAmente,turismo%20\(CAR%2C%202016\)](http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/35551/Analisis%20taller%20P-A-BAT%20Cerros%20Orientales%20de%20Bogota%CC%81.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=La%20Reserva%20Forestal%20Protectora%20Bosque%20Oriental%20de%20Bogot%C3%A1%20denominada%20com%C3%BAmente,turismo%20(CAR%2C%202016))

Ford-Robertson, F. C. 1971. Terminology of forest science, technology, practice, and products. Society of American Foresters.

Gaona-Villante, M. y Torres-Becerra, C. 2010. Guía para la intervención en ecosistemas andinos como mecanismo de mitigación de incendios forestales. Convenio interadministrativo y de Cooperación No. 042 de 2008.

Garay, Y. 2011, Silvicultura preventiva a través del silvopastoreo para la ordenación, manejo forestal y riesgo de incendios forestales. Universidad de Magallanes.

González, J., Robles, A. Ruis-Mieazo, J. 2011. Ganadería extensiva y silvicultura preventiva: algo más que una mirada al pasado. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_AM%2FAmbienta_2011_97_2_2_44.pdf.

Greene, D. y Michaletz, S. 2015. The role of fire in forest ecosystems. https://www.researchgate.net/publication/299532602_The_role_of_fire_in_forest_ecosystems.

Green, L. R. y Bentley, J. R. 1967. Span, 10(2):96-101. Barreras Cortafuego Herbáceas para el control de los Incendios Forestales. Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los EE.UU., Riverside.

Hernández-Rodríguez, M., Oria-de-Rueda, J., Martín-Pinto, P. 2013 Post-fire fungal succession in a Mediterranean ecosystem dominated by *Cistus ladanifer* L. Forest Ecology and Management 289:48-57. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.10.009>
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.10.009>.

Huwasquiche, J. y Kómetter, R. 2018. Saberes comunales e incendios forestales. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/3971>
<https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/3971>

Jardín Botánico José Celestino Mutis. 2008. Manual de silvicultura urbana para Bogotá.

Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los trópicos. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ). República Federal Alemana.

MADS. 2016. Resolución No. 1766 del 27 de octubre de 2016 "Por medio del cual se adopta el Plan de Manejo de la reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá y se adoptan otras determinaciones".

Mata, T., Ibáñez, J., Vayreda, J., Burriel, J. y Gracia, C. 2005. Mapas de modelos de combustible y de modelos de inflamabilidad: herramientas para la sostenibilidad. IV Congreso forestal español. Sociedad española de ciencias forestales. http://secforestales.org/publicaciones/index.php/congresos_forestales/article/view/16444/16287.

Mataix-Solera, J. (Ed.) 2007. Incendios Forestales, Suelos y Erosión Hídrica. Caja Mediterráneo, CEMACAM Font Roja-Alcoi. Alicante. http://fuegored.weebly.com/uploads/2/2/2/8/22283836/incendios_forestales.pdf.

Meza, M., González, T., y Armenteras, D. 2021. Criterios e indicadores para la gestión de incendios forestales en áreas protegidas. Grupo de Investigación en Ecología del Paisaje y Modelación de Ecosistemas -Ecolmod-, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. https://www.researchgate.net/publication/355683474_Criterios_e_indicadores_para_la_gestion_de_incendios_forestales_en_areas_protegidas.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT). 2005. Resolución No 0463 del 14 de abril de 2005, "Por medio de la cual se redelimita la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá, se adopta su zonificación y reglamentación de usos y se establecen las determinantes para el ordenamiento y manejo de los Cerros Orientales de Bogotá."

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). 2018. Resolución No. 684 del 2 de mayo de 2018 " por la cual se establecen lineamientos tanto para la prevención y manejo integral de las especies de Retamo Espinoso (*Ulex europaeus* L.) y Retamo Liso (*Genista monspessulana* (L.) L.A.S. Johnson) como para la restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de las áreas afectadas por estas especies en el territorio nacional y se adoptan otras determinaciones".

Ministerio de Ambiente de Panamá (MAP). 2015. Metodología de investigación de causas que provocan los incendios forestales. 114 p.

Morfin-Ríos, J., Jardel P., Alvarado, C., y Michel-Fuentes, J. 2012. Caracterización y cuantificación de combustibles forestales. Comisión Nacional Forestal-Universidad de Guadalajara. <http://www.conafor.gob.mx:8080/biblioteca/ver.aspx?articulo=459>.

Moscovich, F. A., Ivandic, F., y Besold, L. C. 2014. Manual de combate de incendios forestales y manejo de fuego. (Nivel Inicial). Ediciones INTA.

Nieto, O. 2021. Enfoque de reducción de riesgo de desastre basado en ecosistemas Eco RRD. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – Dirección de Cambio Climático y Gestión del Riesgo (documento preliminar).

Ocampo, K. y Bravo, S. 2018. Reclutamiento especies leñosas bosque tropicales incendios: una revisión. *Ecosistemas* 28(1):106-117. Doi.: 10.7818/ECOS.1642.

Pausas, J. y Ribeiro, E. 2017. Fire and plant diversity at the global scale. *Global Ecology and Biogeography* 26(8). Doi: <https://doi.org/10.1111/geb.12596>
<https://doi.org/10.1111/geb.12596>

Peña-Fernandez, E. y Valenzuela-Palma, L. 2008. Incremento de los incendios forestales en bosques naturales y plantaciones forestales en Chile. Memorias del Segundo Simposio Internacional Sobre Políticas, Planificación y Economía de los Programas de Protección Contra Incendios Forestales: Una Visión Global. https://www.fs.fed.us/psw/publications/documents/psw_gtr208es/psw_gtr208es_595-612_pena-fernandez.pdf.

Peri, P. Martínez G. y Schlichter T. 2021. Uso sostenible del bosque: Aportes desde la Silvicultura Argentina. 1a edición especial - Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 2021. 889 p.

Quiroga, M. y Santiago, H. 2019. Manejo del fuego como alternativa frente a los incendios forestales. El caso del Parque Entrenubes. *Ambiente y Desarrollo* 23(45). Doi: <https://doi.org/10.11144/Javeriana.ayd23-45.mfaf>
Doi: <https://doi.org/10.11144/Javeriana.ayd23-45.mfaf>

Ramírez, J., Lahoz, J., Blanco, J., Vizcaíno, I., y Fernández, S. 2013. Propuesta metodológica para el análisis de la fragmentación del combustible y valoración de la selvicultura preventiva. VI Congreso Forestal Español. VI Congreso Forestal Español. http://secforestales.org/publicaciones/index.php/congresos_forestales/article/view/14539/14382.

Ríos, H.F. 2005. Guía técnica para la restauración ecológica de áreas afectadas por especies vegetales invasoras en el Distrito Capital. Complejo invasor retamos espinoso (*Ulex europaeus* L.) y retamo liso (*Teline monspessulana* L. C. Koch). Jardín Botánico de Bogotá. José Celestino Mutis. Bogotá, Colombia. 155 pp.

Rodríguez, A. 2009. Estudios de valoración energética de combustibles forestales para la prevención de incendios forestales en la Sierra de la Primavera (Jalisco, México) mediante calorimetría de combustión y ensayos de inflamabilidad [Tesis doctoral, Universidad de Santiago de Compostela]. Repositorio institucional de la USC https://minerva.usc.es/xmlui/bitstream/handle/10347/2619/9788498873191_content.pdf?sequence=1.

Sáenz-Ceja, J., y Pérez-Salicrup, D. R. 2019. The role of fire in the regeneration of conifer forests. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 25(1), 123-139. doi: 10.5154/r.rchscfa.2018.06.054.

Santacruz-García, A., Bravo, S., y Ojeda, F. 2015. Rasgos funcionales asociados a la inflamabilidad de combustibles en latifoliadas en el chaco semiárido. *XXIX Jornadas Forestales de Entre Ríos*.

Secretaría Distrital de Ambiente (SDA). 2009. Resolución Distrital 7615 del 4 de noviembre de 2009 "Por medio de la cual se prohíbe la plantación, el trasplante, la venta, la distribución y la comercialización de las especies Retama Espinoso (*Ulex europaeus*) y Retamo Liso (*Teline monspessulana*) y se adoptan otras disposiciones".

Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) - AITEC S.A.S. 2017. Informe final, Contrato de Consultoría SDA-CM-2017-SECOP II-E-0006 (62017).

Secretaría Distrital de Ambiente (SDA). 2021. Ficha de caracterización de zonas intervenidas con retamo espinoso y retamo liso, en el Distrito Capital.

Serrada, R., Aroca, P. y Riog, S. 2008. Silvicultura preventiva de incendios. https://www.researchgate.net/publication/337331889_Silvicultura_preventiva_de_incendios

Silva-Herrera L. 2006. La Silvicultura y el Desarrollo Socioeconómico. *Revista Colombia Forestal* Vol. 9 No. 19 - noviembre 2006.

Solorza-Bejarano J. 2011. Evaluación de la regeneración de *Acacia decurrens*, *Acacia melanoxylon* y *Ulex europaeus* en áreas en proceso de restauración ecológica. *Luna Azul* 24:66-80. <https://revistasojs.ucaldas.edu.co/index.php/lunazul/article/view/1135>.