

GUIA PARA
PLANTACIONES FORESTALES
COMERCIALES

MMA

231.1

SERIE DE DOCUMENTACION No. 32
Santa Fe de Bogotá, Colombia - Noviembre de 1998

CALDAS

Características Regionales

Areas para la Reforestación

Especies Forestales

CONIF

GUIA PARA
PLANTACIONES FORESTALES
COMERCIALES

CALDAS

CONIF: SERIE DE DOCUMENTACION No. 32
SANTA FE DE BOGOTA, NOVIEMBRE DE 1998

ISSN 0121 - 0254

Editores

Heli Rivera Castillo

Enrique Vega González

Gustavo Herrera Chitiva



CONIF
Corporación Nacional
de Investigación y
Fomento Forestal

ma
MINISTERIO
DEL MEDIO AMBIENTE



OIMT

CONTENIDO

1 Introducción

2 Agradecimientos

3 Características del área

Ubicación, extensión y límites, Características biofísicas,
Áreas de reserva forestal, Aspectos económicos,
Infraestructura y servicios.

13 Áreas potenciales para reforestación comercial

Introducción, Metodología, Resultados, Áreas aptas,
Desarrollo forestal Industrial.

29 Especies adecuadas para la región

Selección de especies, Priorización de especies.

33 Plan de establecimiento y manejo forestal para *Pinus patula*

Requerimientos ambientales, Reproducción de la
especie, Establecimiento, Mantenimiento, Manejo
silvicultural, Protección forestal, Aprovechamiento,
Costos e ingresos, Rentabilidad
económica.

41 Bibliografía

Guía para Plantaciones Forestales Comerciales CALDAS

Es una publicación de la Corporación Nacional de
Investigación y Fomento Forestal, CONIF, el
Ministerio del Medio Ambiente y la Organización
Internacional de Maderas Tropicales, OIMT.

Proyecto OIMT PD 39/95 Rev.1 (F)

"Fortalecimiento Institucional para el Ordenamiento
Sostenible de Plantaciones Forestales".

T. P. R. No. 536

Presidente CONIF

María Teresa Motta Tello

Equipo Técnico de la Guía

Heli Rivera Castillo

Enrique Vega González

Gustavo Herrera Chitiva

Apoyo Regional CORPOCALDAS

Subdirección Normalización y Calidad Ambiental

Gustavo Alberto Henao Abad

Dorancé Rincón Poveda

Coordinación Minambiente

Lombardo Tibaquirá

Diagramación y Textos

Doris Stella Lizcano Quevedo

Impresión

Pen Clips Publicidad & Diseño Ltda.

Primera Edición

Santa Fe de Bogotá, Noviembre de 1998

Se autoriza su reproducción citando la fuente.

Introducción

Las plantaciones forestales constituyen una opción importante de uso de tierras en el mundo tropical. Las reforestaciones actualmente se establecen con la finalidad del doble propósito: productor-protector, cumpliendo con muchas de las funciones de los bosques naturales. Si las plantaciones forestales se planifican correctamente, pueden ayudar a estabilizar y mejorar el medio ambiente. Sin embargo, para asegurar la conservación de las especies animales y vegetales y los ecosistemas locales, así como la estabilidad ecológica a nivel del paisaje, será preciso poner en práctica medidas complementarias contempladas en los planes integrados de desarrollo y uso de tierras.

El departamento de Caldas es de alta vocación forestal, tal como se desprende de los análisis de la presente guía. Con una extensión de 788.800 has, posee 460.840 has, el 58%, de vocación forestal aptas para el establecimiento de plantaciones comerciales. Es el quinto departamento, después de Antioquia, Cauca, Valle del Cauca y Bolívar, con más área reforestada, 7.415 has (Acofore-BID-Minambiente, 1998).

El departamento de Caldas también se caracteriza por tener un buen desarrollo en el proceso de transformación y comercialización de madera proveniente de plantaciones comerciales.

Por su ubicación en la Cordillera Central, sus suelos montañosos, de origen volcánico, lo hace especialmente apto para sembrar especies como pino patula, ciprés, aliso y eucalipto grandis.

Esta guía tiene como finalidad servir de herramienta técnica y operativa para orientar a las personas intere-

sadas en la reforestación y muy especialmente a los funcionarios de la Corporación Autónoma Regional de Caldas, CORPOCALDAS, encargados del ordenamiento y desarrollo forestal de su región, y permitirles realizar una adecuada selección de sitio y de especies forestales, un adecuado establecimiento y seguimiento de proyectos de reforestación, especial aplicación en la determinación y análisis de los Planes de Establecimiento y Manejo Forestal, PEMF que se presenten, de una manera ágil y con un buen nivel de detalle que les permitan tomar decisiones y acciones en períodos de tiempo menores a los que establece la Ley 139 de 1994.

La guía presenta una primera parte donde se hace una descripción general de los aspectos biofísicos del área de jurisdicción de CORPOCALDAS, actividades productivas y del sector forestal. En una segunda sección se presentan las características de los aspectos edáficos, climáticos y del uso del suelo para plantear una zonificación de áreas forestables con énfasis en el establecimiento de plantaciones comerciales; se hace una identificación de las especies forestales más adecuadas para desarrollar proyectos de reforestación comercial. Se complementa con una sección donde se plantean los elementos técnicos mínimos que debe contemplar el desarrollo de un plan establecimiento y manejo forestal para la especie *Pinus patula*, una de las especies de mayor potencial para la región que se enmarca dentro de las pautas para el manejo sostenible de las plantaciones forestales en Colombia. Con este capítulo se espera contribuir a simplificar los estudios técnicos que a priori deben realizar los reforestadores para acogerse a los incentivos del Certificado de Incentivo Forestal, CIF.

Agradecimientos

La Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal, CONIF, ejecutora del Proyecto PD 39/95 Rev.1 (F) "Fortalecimiento Institucional para el Ordenamiento Sostenible de Plantaciones Forestales", dentro del cual se elaboró la presente Guía, agradece a la Organización Internacional de Maderas Tropicales, OIMT, por su apoyo económico y, en especial al Ingeniero John Leigh, por su asistencia técnica y operativa.

Al Ministerio del Medio Ambiente por la coordinación general del Proyecto y apoyo incondicional, a través de la Dirección Técnica de Ecosistemas.

A la Corporación Autónoma Regional de Caldas, CORPOCALDAS y sus funcionarios por el apoyo técnico y colaboración directa en la zonificación y demás aspectos de la Guía.

A todas aquellas personas y entidades públicas y privadas de la región que de una u otra forma participaron y apoyaron la investigación del Proyecto para alcanzar los objetivos propuestos.

CONIF, también agradece muy especialmente al Programa de Protección Forestal, CONIF-Banco Mundial-Minambiente, por el apoyo a esta edición.

I. Características del área

Ubicación, Extensión y Límites

El departamento de Caldas se ubica en el sector central de la región Andina, sobre las cordilleras Central y Occidental, que le da un carácter predominantemente montañoso, con excepción de algunas zonas planas localizadas al oriente (valle medio del río Magdalena) y al occidente (valle de los ríos Cauca y Risaralda); es el centro de los principales polos de desarrollo y de crecimiento industrial del país, como son Bogotá, Medellín y Cali, ubicación que le beneficia puesto que le permite un gran intercambio comercial.

Por el hecho de situarse en la zona de la Cordillera Central, donde hay una profusión de volcanes, el departamento de Caldas goza de suelos fértiles que, junto con temperaturas moderadas y una lluviosidad adecuada, determinan las condiciones óptimas para el cultivo del café, que se constituye en el renglón básico de la economía departamental. Por tener acceso al río Magdalena, el departamento de Caldas puede explotar dicha vía fluvial como medio de comunicación.

El departamento de Caldas está ubicado entre las siguientes coordenadas extremas: 4° 49' de latitud norte, en el nevado de Santa Isabel; en el extremo septentrional a 5° 46' de latitud norte, en la desembocadura de la quebrada La Caridocita al río La Miel, afluente del Magdalena; en el extremo occidental a 75° 58' de longitud oeste, en la desembocadura del río Apía al río Mapa; en el extremo oriental a 74° 38' de longitud oeste, en el río Magdalena.

El territorio caldense tiene una extensión de 7.888 km² (IGAC, 1996) que representan el 0.7% del territorio nacional. Limita al norte con el departamento de Antioquia, al oriente con los departamentos de Boyacá y Cundinamarca, al sureste con el Tolima, al suroeste y al occidente con Risaralda.

División Política y Administrativa

Actualmente, el departamento está conformado por 25 municipios, 20 corregimientos y 128 inspecciones de policía, que incluyen un buen número de veredas y caseríos. El manejo de los recursos naturales del departamento corresponde a la Corporación Autónoma Regional de Caldas -CORPOCALDAS. El territorio de la Corporación, coincide con el área de la división política administrativa del departamento de Caldas; tiene su sede principal en la ciudad de Manizales, capital del departamento. Oficialmente CORPOCALDAS no tiene una división regional, pero para facilitar su administración, se considera como oficinas de enlace las siguientes regiones:

Aguadas	:	Zona Norte.
La Dorada y Samaná	:	Zona Oriente
Riosucio	:	Zona Occidente
Manizales	:	Zona Centro

Características Biofísicas

Orografía

El departamento de Caldas presenta cuatro unidades orográficas en su territorio, que de occidente a oriente corresponde a:

- **Valles de los ríos Cauca y Risaralda:** el valle del río Cauca en el territorio caldense es angosto y tiene una dirección general sur-norte. A la altura del sitio de La Felisa se encajona, dando origen a un cañón profundo y estrecho; la presencia del cañón se explica por el fallamiento existente entre las dos grandes unidades orográficas adyacentes (las cordilleras Occidental y Central). El valle del río Risaralda se ubica al suroccidente de Caldas, en límites con el departamento de Risaralda. Corresponde a una zona plana, separada del Valle del Cauca por una estribación del macizo de los Mellizos.

Los valles de los ríos Cauca y Risaralda se localizan a una altura media de 950-1.000 m; alrededor de 700 m por encima del valle del Magdalena.

- **Cordillera Occidental:** esta cordillera es, dentro del conjunto del sistema andino de Colombia, la menos elevada, caracterizada por sus ramales transversales, como el macizo de Los Mellizos. La máxima altura en el departamento corresponde al cerro de Caramanta (3.900 m), en límites con Antioquia.
- **Cordillera Central:** la cordillera Central es la más alta y maciza de las tres cordilleras colombianas; sigue una dirección sur-norte. La parte más elevada de esta cordillera en el departamento de Caldas se halla al sur, en el volcán nevado del Ruíz, donde alcanza los 5.432 m; de allí hacia el norte disminuye paulatinamente en altitud hasta llegar a los 2.600 m. Del cordón principal de la cordillera Central se desprenden al oriente y occidente una serie de ramales transversales de diferente extensión, sobre los que se han establecido los principales centros de población, con mayor concentración en el flanco occidental.
- **Valle del Magdalena:** se ubica al oriente del departamento y corresponde al valle medio del río Magdalena. La zona que da al río tiene una altura inferior a 200 m limitada por una franja que se extiende hasta los 500 m de altitud, hacia el piedemonte del flanco oriental de la cordillera Central.

Geología

En el territorio del departamento de Caldas predominan las rocas ígneas y metamórficas de la era paleozoica, en los flancos occidental y oriental de la cordillera Central, siendo mayor la extensión que ocupa en este último.

De la era mesozoica hay rocas volcánicas, metamórficas y complejos metasedimentarios, que se ubican al centro y occidente del departamento, particularmente en el

flanco oriental de la cordillera Occidental y en la zona contigua a la margen oriental del río Cauca.

De la era cenozoica (período terciario) hay extensas áreas ocupadas por rocas ígneas intrusivas sobre la parte más elevada de la cordillera Central, alrededor de las rocas volcánicas del mismo período, correspondientes al macizo del Ruíz. De esta era y período son también las rocas ígneas intrusivas del sector noroccidental, en los municipios de Aguadas, Supía, Riosucio y hacia el sur en Filadelfia, Neira y Anserma.

El período cuaternario es el de menor representación en Caldas, por cuanto se limita a las zonas sedimentarias adyacentes a los ríos Magdalena, Cauca y Risaralda. Corresponde a depósitos de materiales erodados de las cordilleras.

Los sistemas de fallas en el departamento, tienen una dirección predominante sur - norte. Se destacan las de Mistrató, Romeral y Manzanares, en el occidente del departamento y la de Palestina, en el oriente. Las fallas existentes en el territorio caldense han influido en la dirección de los cursos de los ríos.

Los ríos Cauca y Magdalena están limitados estructuralmente por fallas, lo que equivale a decir que corren por las fosas tectónicas o grabens.

El volcanismo es el fenómeno que ha determinado en mayor grado la morfología del departamento de Caldas y sus manifestaciones en los suelos (que conforman en la actualidad las más valiosas áreas cafeteras), que se perciben en todo el territorio.

El macizo volcánico que conforma la cordillera Central está integrado en el departamento por el complejo volcánico del Ruíz, Cerro Bravo, El Cisne y Santa Isabel.

Sobre el Ruíz y Santa Isabel se han formado glaciares, favorecidos por las condiciones climáticas por encima de los 4.700 msnm desarrollados en relieves abruptos que los hacen inestables y con mayor efecto al sucederse una erupción, por el deshielo del glaciar.

Suelos

En el departamento de Caldas se presentan suelos con aptitud agrícola y ganadera, tierras con definida vocación forestal y otras que por condiciones críticas, como fuertes pendientes, climas severos y erosión avanzada, deben permanecer vírgenes, para conservar las aguas, la flora y la fauna.

Suelos de formas lacustres y/o aluviales: se localizan principalmente en las márgenes de los ríos Magdalena, Cauca y Risaralda. Ocupan posiciones de diques, terrazas, vegas y otras formas aluviales. Dentro de esta unidad se han formado suelos bajo dos condiciones climáticas bien diferentes: 1) climas con tendencia seca y 2) climas húmedos y muy húmedos.

- **Ae.** Estos suelos presentan relieve plano, con buen drenaje natural, buena profundidad efectiva, texturas variadas, altos contenidos de nutrientes y deficiencia de agua aprovechable por las plantas durante estaciones secas. En general, las características físicas y químicas de estos suelos los hacen aptos para una gran variedad de cultivos y pastos pero requieren de riego complementario.
- **Af.** Estos suelos se desarrollan en climas húmedos y muy húmedos, de relieve plano, predominantemente bien drenados, poco a moderadamente evolucionados; varían en el contenido de nutrientes para las plantas desde alto hasta bajo y requieren de prácticas moderadas de fertilización para obtener buenos resultados en las cosechas.

Suelos de colinas: la unidad de colinas va bordeando generalmente el valle del río Magdalena. Las características de los suelos dependen principalmente del clima y del material parental a partir del cual se han desarrollado, así:

- **Ca.** Los suelos de colinas presentan relieve ondulado, buen drenaje, altos contenidos de nutrientes para las plantas, texturas que varían desde arcillosas hasta arenosas y moderada evolución; en algunos sectores se presentan sales y sodio,

elementos tóxicos para un gran número de cultivos. Las estaciones prolongadas de sequía y en algunos sectores la alta salinidad, la poca profundidad efectiva y la erosión, son los principales problemas que afectan el uso de estos suelos; sin embargo, pueden ser utilizados en agricultura o en ganadería, pero necesitan de prácticas de manejo especiales y agua de riego suplementaria.

- **Cf.** Son suelos desarrollados en relieve ondulado, con buen drenaje y moderada evolución; generalmente tienen altos contenidos de nutrientes para las plantas, poca a moderada profundidad y erosión ligera a moderada. Estas tierras necesitan de prácticas especiales de manejo utilizadas en planes de desarrollo agrícola y ganadero.

Suelos de cordillera: corresponden a los flancos de la cordillera Central y al oriental de la cordillera Occidental. La diversidad de climas, de formas del relieve y de materiales parentales, hace que los suelos sean variados.

- **Va.** Son suelos que se encuentran en relieve quebrado y presentan evolución y altos contenidos de nutrientes pero sufren deficiencias de humedad para las plantas durante períodos largos del año; la erosión varía de moderada a severa y, en general, van de superficiales a moderadamente profundos. Limitan el uso de estas tierras, la escasa precipitación, las pendientes fuertes, el grado de erosión y la poca profundidad efectiva. Su uso se limita principalmente a bosque y, en áreas de menor pendiente, a potreros o cultivos con manejo cuidadoso.
- **Vb.** Los suelos se han desarrollado en relieve quebrado a muy quebrado y son poco a moderadamente evolucionados, generalmente, ricos en nutrientes, superficiales a profundos y con erosión ligera. En este clima, en proporciones menores, aparecen suelos pobres en nutrientes. Estas tierras son susceptibles a erosionarse, por lo que deben ser utilizadas en agricultura con cultivos permanentes, preferiblemente en sistemas multiestrato.

- **Vc.** Los suelos se encuentran en relieves quebrados a muy quebrados, bajo condiciones de alta lluviosidad. Son pobres en nutrientes, superficiales a profundos y con erosión ligera a moderada. Son susceptibles a erosionarse y deben ser utilizados en bosque o cultivos permanentes.
- **Ve.** Son suelos que se han desarrollado a partir de materiales parentales ricos en nutrientes, en relieves ondulados a quebrados; son bien a moderadamente evolucionados, generalmente profundos, aunque los hay superficiales en las áreas de mayor pendiente. En la actualidad estas tierras están utilizadas principalmente en cultivo de café con buenas condiciones de manejo.
- **Vg.** Estos suelos se han desarrollado a partir de cenizas volcánicas, en relieves fuertemente ondulados a quebrados. Son moderadamente profundos a profundos, pobres en nutrientes, ricos en materia orgánica y retienen alta humedad; son utilizados principalmente en cultivo de café.
- **Vm.** Son suelos que se presentan en relieve fuertemente ondulado a quebrado y son moderadamente evolucionados, derivados principalmente de cenizas volcánicas y muy pobres en nutrientes. La profundidad efectiva varía de superficial a profunda. Los suelos tienen muy buenas características físicas y la aplicación de fertilizantes los hacen altamente productivos desde el punto de vista agrícola y ganadero.
- **Vo.** Estos suelos se localizan en altitudes que oscilan entre 3.000 y 4.200 msnm. Son poco evolucionados, con relieve ondulado a quebrado, ricos en materia orgánica mezclada con cenizas volcánicas, superficiales a profundos, pobres en nutrientes y altamente susceptibles a la erosión. Estas áreas tienen un altísimo valor como zonas de conservación de suelos, agua y flora; para su protección requieren medidas especiales.
- **Vp.** Los pisos nivales se localizan en las partes más altas de la cordillera, en donde el relieve es

generalmente quebrado a escarpado, hay afloramientos rocosos y los suelos son muy superficiales. Son áreas que deben permanecer vírgenes para conservar las aguas y la flora.

- **Vr.** Existen suelos muy erosionados en diferentes pisos térmicos, que se han desarrollado en relieves fuertemente quebrados a escarpados. Estos suelos son muy poco evolucionados, superficiales y se encuentran asociados con afloramientos rocosos.

Clima

El territorio del departamento de Caldas presenta una serie de características climáticas particulares, en las que contribuyen los siguientes factores:

A nivel general

- Los vientos alisios del noreste y del sureste, provenientes de las zonas de altas presiones subtropicales del norte y del sur, respectivamente.
- La presencia de la zona de convergencia inter-tropical (CIT), ubicada en la región ecuatorial, cuyo desplazamiento latitudinal hacia el norte y el sur, siguiendo el movimiento aparente del sol, determina la distribución temporal de lluvias.

A nivel local

- La presencia de las tres cordilleras colombianas (aunque Caldas únicamente se localiza en parte de las cordilleras Occidental y Central), que influyen en la distribución espacial de lluvias en el departamento.
- Colateral a la acción de las cordilleras, influye la presencia de los valles del Cauca, al occidente y del Magdalena, al oriente.

Distribución de la Temperatura

El departamento se favorece de su posición en la zona Andina, porque tiene todos los pisos térmicos desde el

cálido hasta el nival, lo que ofrece grandes posibilidades en términos de diversificación de producción agrícola y, en general, de utilización del suelo.

Los pisos térmicos existentes en Caldas son el cálido, el templado, el frío, el paramuno y el nival.

- El *piso térmico cálido o tierra caliente*, se caracteriza por registrar temperaturas promedio anuales mayores de 24°C que se presentan hasta una altitud de 900 - 1.100 m. La mayor proporción de tierras caldenses localizadas en este piso térmico se hallan al oriente, cuya fachada da al valle del Magdalena, donde se registran las mayores temperaturas, como en el caso de La Dorada, por su baja altitud. Existe también una faja de tierra cálida en el fondo del Valle del Cauca.
- El *piso térmico templado o tierra templada*, tiene entre 18° y 24°C como promedio anual de temperatura; abarca entre 900-1.100 y 1.900-2.100 m de altitud. En Caldas este piso térmico es muy importante desde el punto de vista económico, puesto que allí se cultiva el café. La mayor proporción de tierras ubicadas en este piso térmico se localizan en las vertientes oriental y occidental de la cordillera Central; la otra faja de piso térmico templado se halla en el flanco oriental de la cordillera Occidental.

El piso térmico frío o tierra fría, con temperaturas

Regímenes de Lluvia y Temperatura

Régimen de lluvias: En todo el territorio caldense el régimen pluviométrico es bimodal, o sea que existen dos períodos de mayor lluviosidad. La primera época de mayores lluvias se registra de marzo a mayo y la segunda de septiembre a noviembre. En términos generales, el aporte de la segunda época es ligeramente mayor que el de la primera por la acción de retorno de la zona de convergencia intertropical (CIT).

El régimen de lluvias bimodal es denominado también ecuatorial (diferente del tropical o monomodal donde sólo hay un período de mayores lluvias y uno de menores lluvias). Al analizar los datos de lluvia mensual de algunos lugares localizados en el departamento de Caldas, se encuentran algunas diferencias en cuanto al régimen, entre las que se pueden mencionar las siguientes:

- En Anserma, sobre el costado oriental de la cordillera Occidental, la primera época de lluvias va de abril a junio, retrasándose un mes frente al contexto general; la segunda se extiende de septiembre a noviembre, ajustándose al esquema general, siendo octubre el mes de mayor aporte. La menor lluviosidad corresponde a los primeros meses del año.
- En Riosucio, el segundo período de lluvias tiene los mayores aportes en agosto, octubre y noviembre, con un decrecimiento en septiembre.

mes a otro no son significativas a nivel de promedios. Se alcanzan a distinguir, sin embargo, dos períodos de máximas, intercalados con dos períodos de mínimas; por lo general, los valores más altos se registran en las épocas de menores lluvias (comienzos y mediados de año) y, los valores más bajos, en las épocas de mayores lluvias.

Hidrografía

Teniendo en cuenta las características de la orografía, explicada anteriormente, la presencia de las cordilleras Occidental y Central en Caldas determinan a su vez la distribución de las corrientes de agua hacia dos cuencas principales, la del río Magdalena, en el límite oriental, y la del río Cauca, cuyo valle se halla entre las cordilleras Central y Occidental.

Cuenca del río Magdalena: esta cuenca capta las aguas de los ríos que nacen en la cordillera Central y que corren por su flanco oriental; la presencia de ramales montañosos transversales hace que se puedan diferenciar varias subcuencas, como son:

- La del río Samaná en los límites con el departamento de Antioquia, localizada en el norte de los municipios de Pensilvania y Samaná. Capta las aguas de los ríos Dulce, Hondo y de la quebrada Riachuelo. Es la subcuenca que en Caldas aporta más agua al río Magdalena.
- La del río La Miel, que se constituye en la más extensa, con una superficie de 1.225 km²; sus principales afluentes son los ríos Tenerife, Pensilvania, Moro y Manso. Para aprovechar el caudal de sus aguas se está construyendo una hidroeléctrica denominada La Miel I.
- El resto de la cuenca del Magdalena está conformada por las subcuencas independientes del Guarinó, Purnio y Pontoná, principalmente. Con excepción del Guarinó, son corrientes de curso relativamente corto (entre 20 y 30 km), que nacen en el costado oriental de la divisoria del río La Miel.

Cuenca del río Cauca: esta cuenca recibe los ríos que drenan el flanco occidental de la cordillera Central y la vertiente oriental de la cordillera Occidental.

Las principales subcuencas localizadas en la margen oriental del río Cauca son:

- La del río Arma, localizada al norte de Caldas, en límites con el departamento de Antioquia. Los afluentes principales son el río San Félix y las quebradas la Floresta, Pore y Guaca.
- La del Pozo-Tareas-San Francisco. Esta subcuenca se halla localizada al sur de la anterior y drena las aguas de una extensión de 1.270 km², o sea la más grande del Cauca.
- La del río Chinchiná, localizada al sur del departamento, en los municipios de Manizales, Chinchiná, Palestina y Villamaría, principalmente. Sus mayores afluentes son las quebradas Romeral, Montaña, Frailes, Termales, Gallinazo y Manizales, y los ríos Claro, Guacaica y Blanco.

Las principales subcuencas de la margen occidental del Cauca son:

- La del río Risaralda que nace en el alto del Paramillo y corre hacia el sur hasta su desembocadura en el río Cauca, en la localidad de La Virginia (Risaralda). La razón por la cual el curso del río Risaralda es paralelo al Cauca y que sus cursos sean de dirección contraria, se debe a la presencia del cordón montañoso volcánico que se desprende del nudo de Los Mellizos y de la prolongación de sus últimos espolones hasta la altura de La Virginia.
- La del río Supía, localizada al norte del departamento, en los municipios de Supía, Marmato y Riosucio. Tiene como afluentes principales los ríos Sucio y Ancón.

Vegetación

Caldas es uno de los departamentos del país en donde se ha devastado en mayor extensión su vegetación

natural como producto de la ampliación de la frontera agrícola (cultivo del café principalmente) y pecuaria. Existen, no obstante, algunos relictos en zonas de difícil acceso, en las cabeceras y márgenes de ríos y quebradas.

Por poseer tierras en todos los pisos térmicos, Caldas presenta una gran variedad de tipos de vegetación. Se caracteriza porque el tamaño de los árboles disminuye con la altitud y, en las zonas por encima de los 3.800 msnm desaparece, dando lugar a la vegetación herbácea de páramo.

Los tipos de vegetación identificados en Caldas son el ecuatorial, subandino, andino, altoandino, paramuno y superparamuno.

El límite de las zonas presupone una zona de transición, que varía en cada una de las cordilleras de acuerdo con las condiciones locales del clima, principalmente.

Bosque ecuatorial: se ubica entre 0 y 1.000-1.300 m; se distinguen dos subtipos en el departamento: el bosque ecuatorial andino y el ecuatorial húmedo. El primero corresponde a los valles de los ríos Magdalena, Cauca y Risaralda, que entre otras características, sobresale la de tener árboles con troncos rectos y alturas hasta de 20 m, con presencia de bejucos. Son representativos los árboles de la familia de las Cesalpiniaceas, como el algarrobo (*Hymenaea courbaril*) y el perico (*Dialium guianense*).

El bosque ecuatorial húmedo corresponde en Caldas a la parte septentrional del valle del Magdalena y a la cuenca baja del río Samaná, constituida como una de las regiones más lluviosas del departamento. Las especies más sobresalientes corresponden a la familia de las Bombacaceas, como el guásimo (*Matisia sp.*), la ceiba (*Ceiba sp.*) y el macondo (*Cavallinesia platanifolia*).

Bosque subandino: se presenta entre los 1.300 y 2.500 m de altitud; corresponde básicamente al piso térmico templado, en las tierras de las vertientes medias de las cordilleras Occidental y Central. Tiene características similares al ecuatorial, pero en el subandino la altura

de los árboles es menor. Las familias más comunes son las Lauraceas, cuyos representantes son el amarillo (*Nectandra sp.*), el cacao (*Persea sp.*) y en algunas zonas los bosques de roble (*Quercus humboldtii*).

Bosque andino: se localiza en las tierras frías, entre los 2.500 y 3.500 m de altitud; en el departamento corresponde a la parte más alta de la cordillera Occidental y en mayor extensión a la cordillera Central. Se caracteriza por la presencia de helechos arbóreos dentro del estrato de árboles donde, además, abundan los quiches (*Bromelia*, *Tillandsia*, *Guzmania*) y las orquídeas (*Epidendrum oncidium*), en forma de epífitas.

Bosque altoandino y paramuno: se ubica en el departamento en la cordillera Central, entre los 3.500 y 4.200 m de altitud; es el límite de la vegetación arbórea, por encima de la cual la faja de árboles es discontinua. Los árboles alcanzan de 3 a 10 m de altura constituidos principalmente por Rosaceas, diferentes clases de bambú y musgos terrestres, formando colchones. Los árboles característicos son el palo colorado (*Polylepis sp.*), el mortiño (*Hesperomeles sp.*), de la familia de las Rosaceas, y los tunos (*Miconia sp.*) de las Melastomataceas. En la zona paramuna, donde hay contacto con el bosque altoandino, se distinguen los matorrales; en la parte superior abundan los pajonales y frailejones (frailejona), que en la cordillera Central no presentan sino un género con una especie (*Espeletia hartwegiana*, centro andina).

Vegetación de superpáramo: hace referencia a la franja altitudinal por encima de los 4.200 m en los nevados del Ruíz, El Cisne y Santa Isabel. Se presenta en forma discontinua y en parches dispersos entre los arenales; predominan los prados de *Agrostis cf. haenkeana* y *Lachemilla orbiculata*. Hasta los 4.700 m hay algunas plantas (algas) que pueden vivir en el hielo.

Áreas de Reserva Forestal

Dentro del área de jurisdicción del departamento existen las siguientes áreas de reserva (ver Cuadro 1).

Cuadro 1. Areas de reserva forestal en el departamento de Caldas

Nombre de la Reserva	Norma de creación		Area (ha.)	Localización
	Resol. N°	Fecha		
Parques Nacionales Naturales				
Los Nevados	148	abril de 1974	38.000	Caldas Tolima Quindío Risaralda
Río Blanco – Olivares	027 063	1990 1989	4.900	
TOTAL			42.900	

Fuente: Minambiente (1996).

Aspectos Económicos

Uso del Suelo

Las cifras del uso del suelo para Caldas muestran un predominio en pastos (54,5%), seguido de los bosques (24,3%) y de los cultivos (21,2%).

Los pastos representan un uso importante en términos de área. Las zonas más extensas se encuentran en los valles de los ríos Magdalena, Cauca y Risaralda, con topografía plana y con pendientes moderadas, donde las tierras se encuentran dedicadas fundamentalmente a la actividad ganadera. Las zonas con mayor superficie en pastos corresponden a los municipios de La Dorada, Victoria, Risaralda, Anserma, Aguadas, Pácora, Marmato, Supía, La Merced y Filadelfia.

Los bosques, tanto naturales como artificiales se encuentran dispersos en el departamento, los primeros en regiones muy aisladas, lo que dificulta su explotación; los artificiales, tienen importancia en los municipios de Manizales, Villamaría, Salamina, Neira, Aguadas, Manzanares y Pensilvania.

La superficie dedicada a las labores agrícolas agrupa el 21,2% de la superficie departamental y dentro de ésta

el café representa casi el 70%, lo que muestra, una vez más, lo fundamental que es este renglón en la economía caldense para la generación de empleos e ingresos.

Debe tenerse en cuenta, no obstante, que la agricultura de Caldas, afianzada en el monocultivo, no ha permitido una diversificación en el subsector agrícola y, por consiguiente, ha detenido el aumento de la producción de otros cultivos diferentes al café.

El cinturón cafetero de Caldas se presenta en forma definida en la parte media del flanco occidental de la cordillera Central que se constituye en la zona cafetera más importante del departamento y una de las más destacadas del país por su alto grado de tecnificación; también se encuentra en el flanco oriental de la cordillera Occidental, donde el café se asocia con otros cultivos y, en el flanco oriental de la cordillera Central.

Explotación Forestal

Los bosques naturales en el departamento han sufrido a lo largo del tiempo un notable deterioro, debido a las sucesivas corrientes migratorias; en la actualidad las zonas de bosque natural se encuentran en sitios de difícil acceso, principalmente en los municipios de Pácora, Pensilvania, Marulanda y Samaná, lo que dificulta una adecuada explotación, sumado al hecho que su extensión es relativamente reducida.

La reforestación en el departamento ha sido realizada por algunas entidades como el Comité Departamental de Cafeteros, Aguas de Manizales (EE.PP), Central Hidroeléctrica de Caldas CHEC, Hidromiel, Fundación Ecológica Cafetera, Tablemac S.A., Reforestadora Andina, Industria Licorera de Caldas, Maderas y Celulosa, Agroindustrias La Florida S.A., Maderas de Oriente S.A., Pro-Oriente S.A., Inversiones Montecristo, Agropecuaria Betania S.A., D'palos y reforestadores particulares; algunas áreas plantadas por antiguas empresas como la Corporación Forestal de Caldas, CRAMSA (Corporación Autónoma Regional para la defensa de las ciudades de Manizales, Salamina y Aranzazu), cuyo objetivo inicial fue el de realizar la recuperación ecológica del medio y contribuir a un

manejo racional de las cuencas hidrográficas que condujera a un mejoramiento de los suelos y a la detención de los procesos erosivos. A marzo de 1998, el departamento contaba con un total de 13.048 ha reforestadas.

Infraestructura y Servicios

Transportes

Los servicios de transportes son básicos en el desarrollo socioeconómico de una región. El estudio de la densidad de redes de transporte, el volumen de tránsito y la cantidad de carga y pasajeros movilizados, son criterios que sirven para evaluar la importancia económica y demográfica de las principales ciudades, lo que a su vez influye en la organización espacial del departamento.

Terrestres: el departamento de Caldas tiene un total de 3.300 km de carreteras, de los cuales 639 son de carácter nacional, 1.799 departamentales, 395 municipales y 467 de caminos vecinales. De acuerdo con el estado de las carreteras, en 1981 únicamente el 10% se encontraba pavimentado.

Los mayores volúmenes de tránsito se efectúan en la carretera troncal occidental y en la oriental. Los ejes viales que integran los municipios del norte son: Manizales-Neira-Aranzazu-Salamina-Pácora-Aguadas-

La Pintada (Antioquia); La Pintada-Riosucio-Anserma-Risaralda-Manizales; Manizales-Letras-Padua (Tolima) Fresno-Honda.

En la mayoría de municipios se están llevando a cabo trabajos de construcción de vías de penetración, con inversiones del Comité Departamental de Cafeteros y del Gobierno departamental. En los últimos años se han construido 341 km y se tienen proyectados 204 km particularmente en los municipios del centro oriente del departamento, donde la red vial no es densa.

Férreo: si se rehabilita la vía que conduce a la Costa Atlántica, cuyo terminal se halla en Santa Marta, con dos estaciones en el territorio caldense, La Dorada y La Miel, se podría contar con este medio.

Aéreo: en el departamento de Caldas existen pocos aeropuertos, pues lo accidentado del terreno impide la construcción de pistas adecuadas y seguras para aviones de gran potencia. Manizales tiene un aeropuerto (La Nubia) para aviones pequeños. Igualmente, el municipio de Supía cuenta con pista de aterrizaje para aviones pequeños.

Fluvial: el río Magdalena ha perdido importancia como medio de transporte, sin embargo, aún se moviliza especialmente carga por esta arteria fluvial, desde el puerto principal en Caldas, La Dorada.

II. Areas potenciales para reforestación comercial

Introducción

Como cualquier otro cultivo agrícola, las plantaciones forestales requieren para su normal desarrollo una adecuada *selección de sitio*, en la que deben tenerse en cuenta factores edafoclimáticos básicos como son: topografía, profundidad efectiva, textura, drenaje, pH, fertilidad; altitud, temperatura, precipitación, humedad relativa. También, se debe conocer la infraestructura de comunicaciones existentes y utilizables por los reforestadores en las áreas a plantar para proyectar los procesos de transformación, comercialización e industrialización de los productos y subproductos provenientes de las plantaciones forestales.

Por estas razones, se debe disponer de una zonificación de las áreas potencialmente aptas para establecer proyectos de reforestación, técnica y económicamente viables, que permita orientar e impulsar el desarrollo del sector forestal de una región y proporcione ciertos márgenes de confiabilidad para el fomento de la inversión en plantaciones comerciales.

Metodología

La metodología seguida por la Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal -CONIF, para identificar áreas potenciales aptas para establecer proyectos de reforestación comercial en el departamento de Caldas fue la siguiente:

- a. Se consultó la información existente sobre los estudios de suelos, climatológicos e información sobre el uso actual del suelo, en el área de jurisdicción de la Corporación.
- b. Se analizó la totalidad del área de jurisdicción de la Corporación (788.800 ha) con base en la información disponible sobre los aspectos de suelos, clima y uso actual del suelo, la cual se representó en mapas temáticos, que sirvieron como base para obtener la representación de la zonificación de *áreas de exclusión* y de *zonas potencialmente aptas* para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales, las cuales se graficaron a escalas de 1:779.147 y 1:783.677, respectivamente.
- c. Se definieron las “Áreas potencialmente aptas para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales”, es decir, zonas geográficas potenciales definidas a partir de un *descarte de zonas* tanto por restricciones edáficas, climáticas, como de uso actual del suelo.
- d. Se aplicó un método cartográfico, que involucró la creación de bases de datos, el diseño y montaje de un sistema de información geográfica en ambiente ARC-INFO / ARC-VIEW 3.0, como base para la zonificación.
- e. Para el área de jurisdicción de la Corporación, se digitalaron en ambiente ARC-INFO con sus respectivas topologías, los mapas del IGAC más actualizados sobre suelos, clima y uso actual del suelo, a una escala entre 1:400.000 y 1:500.000.
- f. La información de los estudios de suelos fue sintetizada, homologada y agrupada en matrices, con la cual se estructuraron bases de datos en donde para cada unidad cartográfica de los respectivos mapas, se sintetizó la información climática, geológica, geomorfológica, propiedades físicas y químicas, pendiente, drenaje interno y externo, y clasificación taxonómica de los suelos presentes en cada unidad.
- g. La información climática se tomó con base en los parámetros utilizados por el IGAC, para generar la respectiva cartografía.

- La información sobre uso actual del suelo se tomó con base en la clasificación estandarizada por el IGAC, para generar la respectiva cartografía.

A través de un proceso de intersección de bases de datos y del análisis de los atributos comunes de suelos, clima, y uso actual del suelo, se procedió a la elaboración de los siguientes *mapas de zonificación*:

- Exclusión de áreas por restricciones de suelos y uso actual de los suelos.
- Exclusión por restricciones de clima.

Resultados

Exclusión por Tipo de Suelos

El proceso metodológico se basó en criterios técnicos, recopilados de diferentes investigaciones y manuales silviculturales donde se presentan los requerimientos y limitantes por tipos de suelos para el crecimiento y desarrollo adecuado de especies forestales; aunque en general, todas las especies forestales no son muy exigentes con respecto a la calidad de suelos para su desarrollo, es necesario tener en cuenta una serie de limitantes que pueden restringir severamente el desarrollo de la plantación. Para lograr este objetivo se realizó el siguiente proceso:

1. Se identificaron los estudios de suelos existentes para la respectiva área de jurisdicción de la Corporación.
2. Se digitalizaron los mapas de suelos en ambiente ARC-INFO.
3. De los informes de suelos y de las leyendas explicativas de los mapas se extrajo información de tipo geológico, geomorfológico, edafológico (origen, naturaleza y propiedades físicas y químicas de los suelos), pendiente, erosión y clasificación taxonómica.
4. Luego, la información recopilada se estructuró, homologó y agrupó en matrices de calificación de los suelos presentes en la región.

5. Se codificó cada una de las unidades de suelos con un símbolo y un número.
6. Se calificaron los atributos de los suelos de acuerdo con las restricciones establecidas.
7. Se convirtieron los mapas digitados en bases de datos gráficas con topologías.
8. Se convirtió la información de las matrices en bases de datos alfanuméricas en archivos DBF.
9. Se unieron las bases de datos gráficas y alfanuméricas de los mapas digitados y de las matrices en ambiente ARC-VIEW 3.0.
10. Se produjeron los *mapas de restricciones edáficas* para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales.

Con estos criterios, se digitalizó el mapa del estudio de Suelos del Atlas Básico de Colombia, realizado por el IGAC, en el año de 1989 para el área jurisdiccional de CORPOCALDAS (Mapa 1). El proceso metodológico se orientó hacia la identificación de zonas con restricciones edáficas considerando: fisiografía, pendiente del terreno, grados de erosión, presencia de material parental, propiedades físicas (drenaje, textura, fertilidad, etc) y propiedades químicas (pH). Las áreas con condiciones restrictivas son excluidas por no favorecer el desarrollo y crecimiento adecuado de las plantaciones comerciales.

Para efectos de la zonificación *se excluyeron* las áreas que presentaban suelos con fisiografía escarpada, fuertemente ondulada, quebrada, con pendientes superiores al 50%, suelos severamente erosionados y afloramientos rocosos.

Exclusión por Aspectos Climáticos

La determinación de las zonas aptas para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales, desde el punto de vista climático, se basó en la terminología y clasificación utilizada por el IGAC. También, se consultó el Sistema de Información Hidrometeorológico

del IDEAM y toda información climática disponible en los estudios generales de suelos, estudios regionales y Atlas regionales, entre otros; para la obtención de este mapa temático se procedió de la siguiente manera:

1. Se identificaron los estudios climatológicos, la cartografía actualizada sobre los parámetros de humedad relativa, precipitación total mensual, multianual y temperatura media mensual.
2. Se relacionaron los parámetros de precipitación y temperatura con base en la altitud (pisos térmicos).
3. Se establecieron los rangos por precipitación y temperatura.
4. Se digitalizó y plotearon las gráficas de isotermas e isoyetas tomadas de los mapas del Atlas Básico de Colombia, elaborado por el IGAC, en el año de 1989, para el área de jurisdicción de CORPO-CALDAS, para identificar las áreas con iguales condiciones climáticas.

El departamento se favorece de su posición en la zona Andina porque tiene los pisos térmicos desde el cálido, el templado, el frío, el paramuno y el nival, lo que ofrece grandes posibilidades en términos de diversificación de producción agrícola y, en general, de utilización del suelo.

La presencia de las tres cordilleras colombianas (aunque el departamento de Caldas únicamente se localiza en parte de las cordilleras Occidental y Central), influye en la distribución espacial de lluvias en el departamento.

Sobre el flanco oriental de la cordillera Central se localiza la zona más lluviosa del departamento, representada en una franja longitudinal, entre 1.200 - 1.600 msnm, donde las cantidades pluviales superan los 3.000 mm anuales. Dentro de esta franja se encuentran Marquetalia y Samaná.

En el suroeste (Chinchiná, Palestina) y noreste (Riosucio) del departamento, se hallan otras dos zonas de alta pluviometría (2.500 mm anuales), que se localizan en la parte media del flanco occidental de la

cordillera Central y del flanco oriental de la cordillera Occidental, respectivamente.

La zona menos lluviosa (menos de 1.500 mm) se ubica sobre los 3.500 msnm, en el denominado Parque de los Nevados que incluye las máximas alturas del departamento, en el volcán-nevado del Ruíz.

Se distinguen, así mismo, otras zonas de baja pluviometría (1.500 - 2.000 mm.), al norte del Parque de los Nevados, el extremo septentrional del departamento, en el cañón del río Cauca y, en menor proporción, el valle del Risaralda y al sur de La Dorada, en el valle del Magdalena.

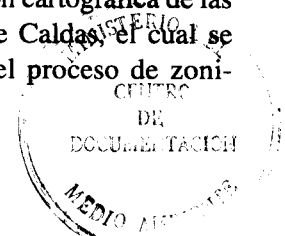
Una vez determinadas las áreas con igualdad de condiciones ambientales, se procedió a realizar la *exclusión* de las zonas que poseen limitantes de tipo climático considerando los siguientes aspectos:

- a. Áreas con temperatura promedio anual menores a 7°C y superiores a 35°C.
- b. Áreas con pisos térmicos clasificados como: *Páramo* con temperatura de 3 a 6°C y con una precipitación de 500 a 1.000 mm y *Nival* con temperatura de 1.5°C en adelante y precipitación inferior a 500 mm.
- c. Sitios con precipitación inferior a 500 mm.

El Mapa 2 muestra la representación cartográfica de las condiciones climáticas del área de Caldas, el cual se analizó como una variable para el proceso de zonificación.

Exclusión por Uso del Suelo

En la determinación de las zonas aptas para el establecimiento de plantaciones forestales y teniendo en consideración que el uso actual del suelo es una de las variables de mayor dinámica y evolución en los procesos productivos de una región, se tomó la información analizada y sintetizada en un mapa temático, el cual muestra el estado actual de ocupación del suelo de una



región en función de los procesos productivos presentes en la misma; este proceso se realizó con la finalidad de no entrar en conflicto con las actividades productivas y de desarrollo que se generan en la zona y optimizar así el uso del suelo. Para realizarlo se utilizó la terminología definida por el IGAC y tomada del Atlas Básico de

Colombia (1989).

- Areas de colonización con pastos, bosques y cultivos de pancoger.
- Reservas Naturales, que suman 42.900 ha.
- Zonas de páramo y nival.

Una vez determinadas las áreas con igualdad de usos actuales del suelo, se procedió a realizar la *exclusión de las zonas* que comprendieran los siguientes tipos de uso:

1. Areas con bosques naturales.
2. Areas con cultivos.
3. Areas de reservas y parques naturales.
4. Zonas de páramo y nival.
5. Areas con aptitud forestal ubicadas por encima de 2.800 msnm.
6. Areas urbanas.
7. Areas lacustres.

Utilizando el Estudio de Uso Actual del Suelo del Area Jurisdiccional del departamento de Caldas, realizado por la División Agrológica del IGAC (1991) a escala 1: 400.000, se procedió a la digitalización del mapa respectivo (Mapa 3).

La áreas excluidas fueron las siguientes:

los 2.800 msnm, por considerarse como límite altitudinal y biofísico para el desarrollo de las plantaciones comerciales.

Areas Aptas para el Establecimiento de Plantaciones Comerciales

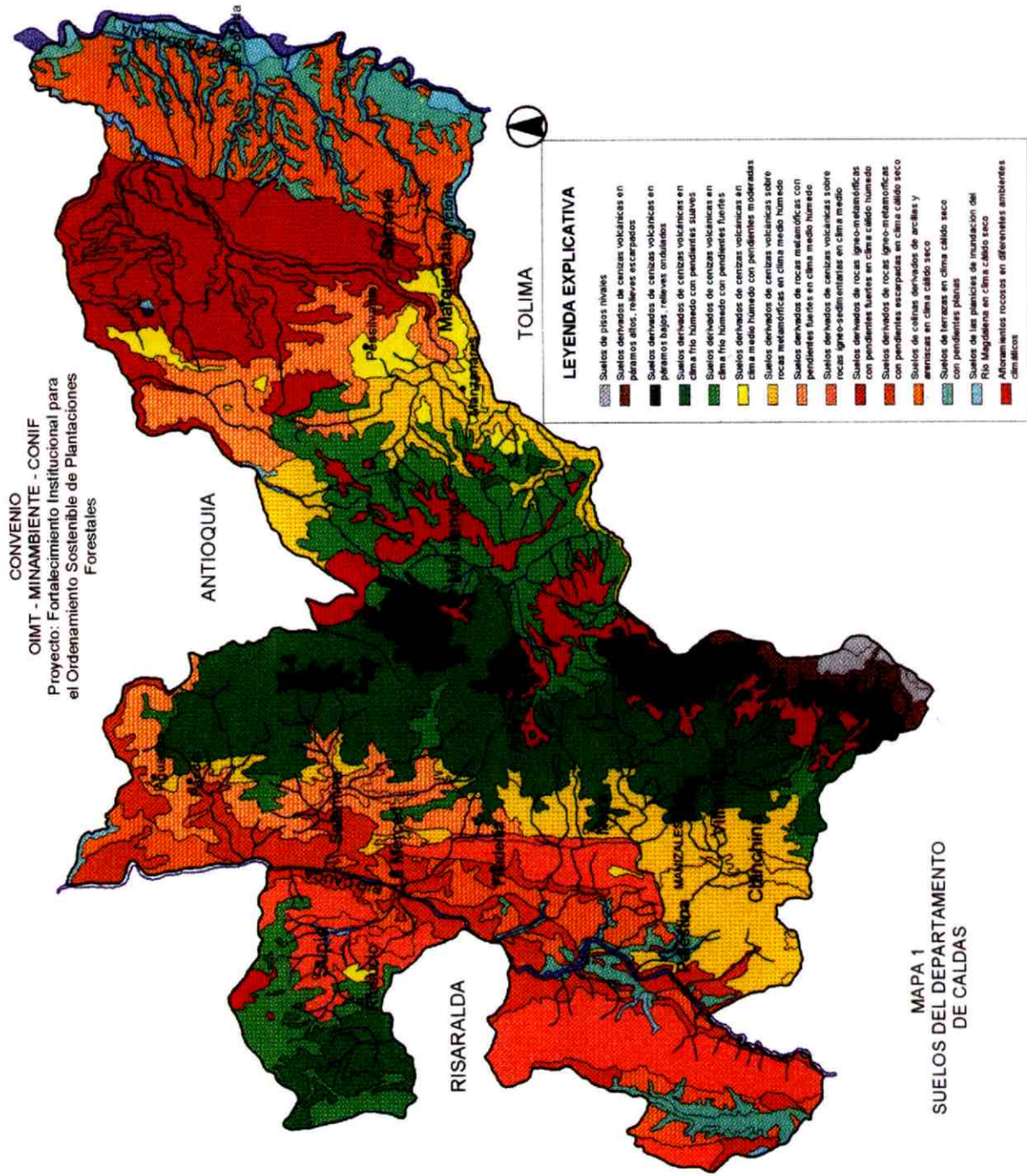
El Mapa 4 muestra las áreas que fueron excluidas por factores de suelo y clima y el Mapa 5 las áreas que se consideran las más aptas para reforestar comercialmente. En total se identifican 460.840 ha de vocación forestal aptas para el establecimiento de plantaciones comerciales, las cuales se han sectorizado por regiones o zonas según su ubicación geográfica dentro del departamento, tal como se señala a continuación:

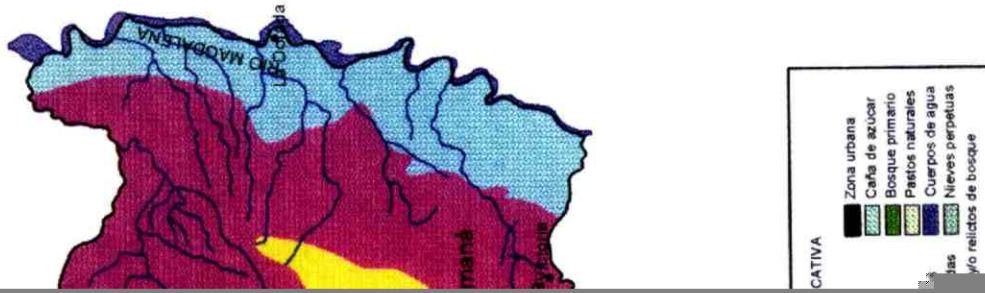
- **Zona Norte - Aguadas**

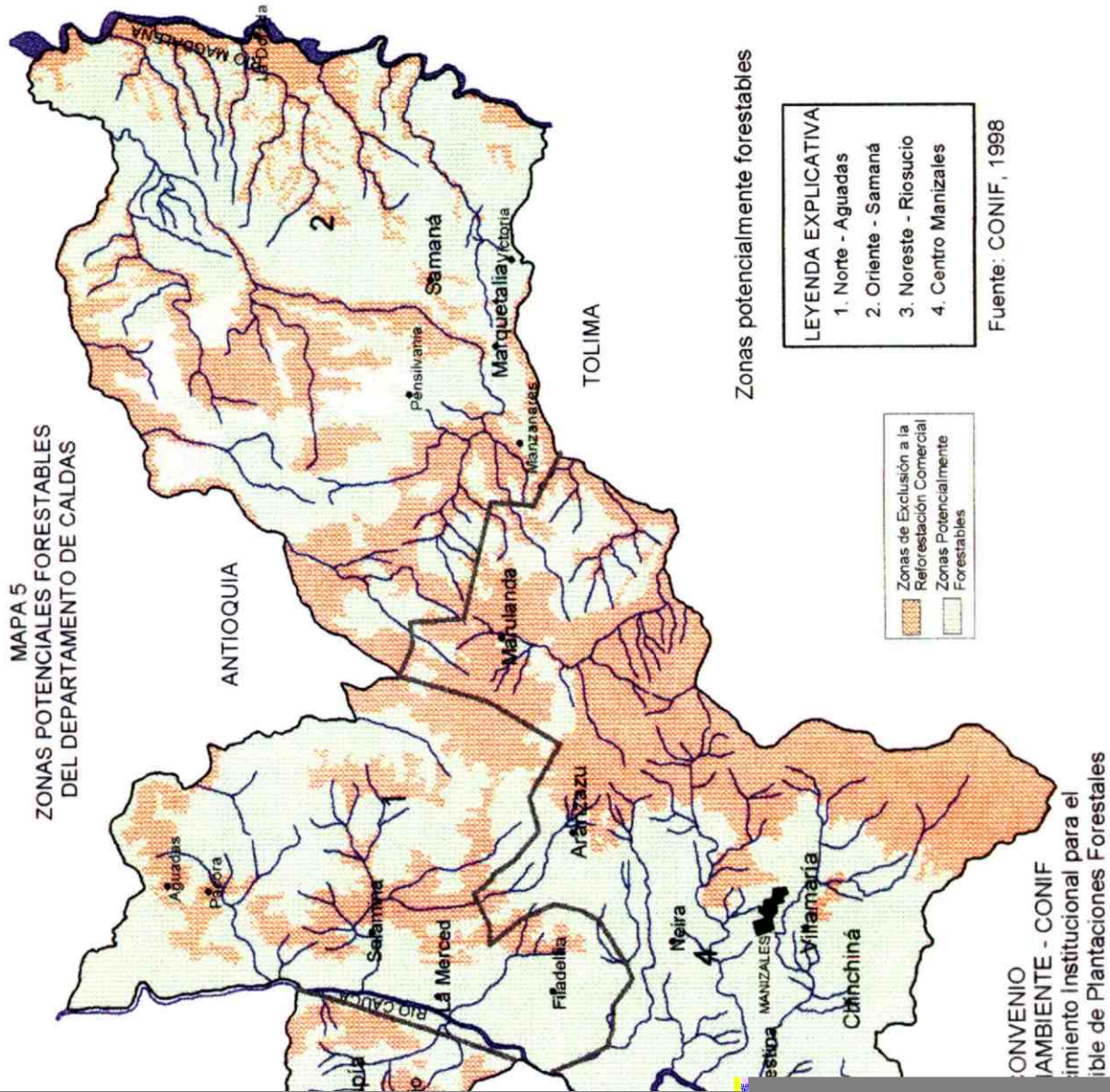
Ubicación: comprende una zona distribuida en los municipios de Aguadas, Pácora, Salamina, Filadelfia y La Merced. Incluye una extensa región del flanco occidental de la cordillera Central, con un área potencial a reforestar de 95.296 ha.

Suelos: de cordillera de los tipos Va, Ve, Vg, y Vm.

Clima: comprende los pisos térmicos templado y frío







región del flanco oriental de la cordillera Central, con un área potencial aproximada de reforestación de 159.471 ha.

Suelos: de cordillera de los tipos Vc, Vg, y Vm.

Clima: comprende los pisos térmicos cálido, templado y frío, con una precipitación media anual que oscila entre 2.500 y 3.000 mm y una altitud de 500 a 2.100 msnm.

- **Zona Noroeste - Riosucio**

Ubicación: comprende una pequeña zona distribuida en los municipios de Riosucio y Supía, en el flanco occidental de la cordillera Occidental, con 35.063 ha potenciales para reforestación.

Suelos: de cordillera del tipo Vg.

Clima: comprende el piso térmico templado, con una precipitación media anual que varía entre 2.000 y 2.500 mm y una altitud de 1.000 a 1.800 msnm.

- **Zona Centro - Manizales**

Ubicación: comprende una zona distribuida en los municipios de Manizales, Aranzazu, Marulanda, Neira, Palestina, Chinchiná y Villamaría. Incluye una extensa región del flanco occidental de la cordillera Central, con un área aproximada de reforestación de 119.439 ha.

Suelos: de cordillera del tipo Vg y Vm.

Clima: comprende los pisos térmico templado y frío, con una precipitación media anual que varía entre 2.000 y 2.500 mm y una altitud de 1.000 a 2.800 msnm.

- **Zona Suroeste - Belalcázar**

Ubicación: comprende una zona distribuida en los municipios de Belalcázar, Risaralda, Anserma y Viterbo. Incluye una extensa región del flanco oriental de la cordillera Occidental, con un área aproximada de reforestación de 51.571 ha.

Suelos: de cordillera del tipo Vg y Ve.

Clima: comprende el piso térmico templado, con una precipitación media anual de 2.000 mm y una altitud de 900 a 1.700 msnm.

Zonas de Vida

El clima de estas zonas presenta precipitaciones medias anuales en el rango comprendido entre 2.000 y 3.000 mm que se presentan en dos períodos de lluvias claramente definidos en los meses de abril a mayo y de octubre a noviembre; con un rango de temperatura de 14° a 17 °C, abarcando un rango altitudinal comprendido entre 1.800 y 2.800 msnm. Estas condiciones corresponden a las zonas de vida del bh-M y bh-MB según la clasificación de Holdridge.

En el Cuadro 2 se hace la descripción de las características generales de las zonas de vida que se presentan en las áreas de vocación forestal determinadas como *Protectoras - Productoras*, aptas para el establecimiento de plantaciones forestales de tipo comercial en el área de jurisdicción de CORPOCALDAS según el Mapa Indicativo de Zonificación de áreas forestales de Colombia, elaborado por el IGAC e INDERENA, en el año de 1992.

Desarrollo Forestal Industrial

En el departamento existe un buen desarrollo en el proceso de transformación y comercialización de la madera proveniente de plantaciones forestales, conformado por empresas como Tablemac S.A., Reforestadora Andina, Maderas de Oriente S.A., Agroindustrias La Florida S.A., Pro-Oriente S.A., Inversiones Montecristo, ubicadas en los municipios de Manizales, Riosucio, Villamaría, Pensilvania y Manzanares. Las especies forestales más utilizadas en proyectos de reforestación en el momento son el *Pinus patula* y el *Cupressus lusitánica*, que se destinan para aserrío, principalmente en la elaboración de bloques, tablas, tableros de aglomerados y molduras.

Cuadro 2. Características generales de las zonas de vida presentes en las áreas de vocación forestal aptas para el establecimiento de plantaciones forestales de tipo comercial en la jurisdicción de CORPOCALDAS

FORMACION	CONDICIONES CLIMATICAS			SUELOS				PROVINCIA DE HUMEDAD	TOPOGRAFIA	VEGETACION	USO DE LA TIERRA	LOCALIZACION
	TEMP. MEDIA °C	PRECIP. MM	ALTITUD MSNM	FERTILIDAD	TEXTURA	PENDIENTE %	DRENAJE					
bmh - M	6 - 12	1.000 - 2.000	> 2.900	Pobres. Suelos ácidos. Contenido alto de materia orgánica.			Buena. Suelos numerosos ríos.	Perifumado	Accidentada. Pendientes fuertes.	Bosque nativo de poca altura. La humedad favorece el epifitismo.	Cultivos: papa, trigo, cebada. Se debe conservar con vegetación nativa.	Franja de los páramos. En la Cordillera Central en las cuevas montañosas de las vertientes del río Cauca. Zonas secas Pasto e Ipiates.
bp - M	6 - 12	> 2.000	2.800 - 2.900			Muy pendiente.	Super-húmedo.	Muy quebrada. Valles estrechos.	Se debe conservar la vegetación nativa.	Ganadería. Cultivos: papa. Preparación de carbón vegetal.	Subpáramos. En la cordillera Occidental y Central. Nudo de los Pastos.	
bms - T	> 24	500 - 1.000					Semiárido		Sin bosques nativos. Incendios.	Pastos. Agricultura intensiva con riego. Proyectos reforestación con especies nativas	Meseta del Patía, cañones de los ríos Patía, Guatara, Juanambú, Chicamocha y Dos Ríos.	
bs - MB	12 - 18	500 - 1.000	2.000 - 3.000	Buena. Suelos productivos.			Regular	Subhúmedo	Altiplanos en las cimas de las cordilleras. Cerros y cañones accidentados.	Sin bosque nativo original.	Agricultura intensiva: papa, trigo, cebada. Ganadería. Erosión de cárcavas. Minifundios. Concentración urbana. Reforestación.	Altiplanos dentro de las cordilleras, como el valle de Pasto, Ipiates y vertientes del Guatara.
bh - MB	12 - 18	1.000 - 2.000	2.000 - 3.000	Buena			Buena	Húmedo	Variable: llanuras onduladas hasta flancos de las cordilleras.	Muy modificada por el hombre. No existe el bosque natural. Pastos y gramas.	Poteros, rastrojos. Cultivos: papa, trigo, maíz, frutales. Flores, hortalizas. Reforestación en sitios pendientes.	Piedemonte de las cordilleras, partes altas de los cañones montañosos de los ríos Guatara y Juanambú.

Fuente: Espinal y Montenegro (1963).

III. Especies adecuadas para la región

Selección de Especies

Para asegurar una óptima producción de madera y/o otros productos y subproductos, en un ambiente determinado, la selección de especies forestales para el establecimiento de plantaciones comerciales, debe fundamentarse en los requerimientos ecológicos de las propias especies. Esto sólo se consigue cuando se conocen las exigencias de las especies y las características físicas de los sitios donde éstas se desarrollan adecuadamente. Estas dos variables están estrechamente relacionadas, siendo las condiciones edáficas y climáticas las que influyen directamente en el desarrollo y crecimiento de las especies forestales.

Para la determinación de las especies forestales comerciales, se procedió de la siguiente manera:

- a. Se construyó una matriz de doble entrada con información de las 18 especies forestales (nativas e introducidas), que corresponde a las de mayor grado de desarrollo tecnológico y de mayor información silvicultural a nivel nacional, y las de mayor utilización en el establecimiento de plantaciones forestales comerciales. En el Cuadro 3 se presenta esta matriz.
- b. Se realizó el proceso de *intersección* de la matriz de datos de las especies y de las bases de datos de los mapas elaborados sobre las áreas potenciales para proyectos de reforestación, que representan los atributos de los suelos de las áreas seleccionadas, las condiciones climáticas presentes, principalmente la precipitación, la temperatura.

Para realizar las intersecciones y generar consultas, se utilizó el Sistema de Información Geográfico - SIG/ARC VIEW 3.0, mediante el cual se determinan las especies forestales que podrían ser más apropiadas para cada una de las zonas identificadas como potenciales para el establecimiento de proyectos de reforestación comercial.

Para la intersección se seleccionó un *atributo común* presente en cada una de las bases de datos, sobre zonificación de las áreas aptas a reforestar y de la base de datos construida de la matriz de las 18 especies forestales con información silvicultural. Este atributo común puede tomarse de los parámetros de suelos o clima.

Especies forestales con mayor potencial para proyectos de reforestación de tipo comercial

Como resultado de los procesos de zonificación y de los requerimientos de las 18 especies seleccionadas para proyectos de reforestación comercial en Colombia, se procedió a confrontar las características biofísicas de las zonas versus los requerimientos de las especies con el fin de determinar las especies que podrían tener el mayor potencial para establecer proyectos de reforestación de tipo comercial en las áreas forestales determinadas en la jurisdicción de CORPOCALDAS.

Se establecieron cinco zonas o núcleos donde por sus características de suelos y uso actual del suelo se consideran que permiten el desarrollo de proyectos de reforestación de tipo comercial. Las especies forestales que se sugieren están soportadas en la información silvicultural, de trabajabilidad y usos disponibles en el país y validada por algunas empresas forestales que poseen paquetes tecnológicos aplicados a las zonas donde realizan proyectos de reforestación a nivel comercial.

Las especies forestales aptas para las zonas potenciales para el establecimiento de proyectos de reforestación comercial en CORPOCALDAS, comprenden las siguientes: *Alnus jorullensis* (Zona centro, municipios de Manizales y Villamaría); *Pinus patula* (Zona oriente-noreste, municipios de Pensilvania y Riosucio); *Eucalyptus grandis* (Zona noreste-norte, municipios de Riosucio, La Merced, Aguadas); *Cordia alliodora* (Zona oriente-centro, municipios de Manizales y Chinchiná); *Cupressus lusitanica* (Zona noreste-centro, municipios de Riosucio y Manizales).

Cuadro 3. Requerimientos ambientales de 18 especies forestales en Colombia

NOMBRE CIENTÍFICO	CONDICIONES CLIMÁTICAS								CONDICIONES FISIOGRAFICAS				CONDICIONES EDÁFICAS				
	NOMBRE VERNACULO	ALTITUD msnm	TEMPERATURA °C	PRECIPITACION MEDIA mm (anual)	HUMEDAD RELATIVA	ZONA DE VIDA	PROVINCIA DE HUMEDAD	PENDIENTE %	TOPOGRAFIA	DRENAJE	TEXTURA	pH	FERTILIDAD	PROFUNDIDAD			
1 <i>Alnus jordanensis</i>	aliso	2.200-2.800	7 - 14	1.000-2.500	Alta	bs-M;bh-M; bnh-MB	húmedo, muy húmedo	20-30 %	quebrado	moderado/ bueno	F	ácidos	presencia materia orgánica	superficial a profundo			
2 <i>Carrizaria pyramidalis</i>	abasco	0-800	24	2.000-5.000	Baja	bh-T, bnh-T	húmedo, muy húmedo	15-25%	ondulado a quebrado	moderado/ bueno	FA; AAr	ácidos	suelos sueltos	profundo			
3 <i>Cedrela odorata</i>	cedro	0-1.500	25	1.200-2.500	Media	bs-T y bh-PM	seco, húmedo	20-30%	ondulado a quebrado	bueno	F	casi-neutro	fértiles y aireados	superficial a profundo			
4 <i>Condia alfordora</i>	laurel	0-1.900	18-25	1.500-3.000	Media	bh-T, bh-PM	muy húmedo, húmedo	20-35 %	ondulado a quebrado	bueno	FA; F	ligeramente ácido	suelos con materia orgánica	profundo			
5 <i>Cupressus lusitanica</i>	ciprés	1.500-2.800	14-20	1.500-3.000	Media	bnh-MB, bh-M	muy húmedo	15-25%	ondulado	bueno	FA, FAr	casi-neutro	presencia materia orgánica	profundo			
6 <i>Eucalyptus globulus</i>	eucalipto	2.200-2.800	14-18	800-1.500	Baja	bh-M, bh-MB	seco	20-50 %	quebrado	bueno	AAr ó F	liger. ácido	exig. nutrientes	profundo			
7 <i>Eucalyptus grandis</i>	eucalipto	100-1.800	15-32	1.000-3.000	Media	bh-PM, bh-T	muy húmedo, húmedo	20-50 %	quebrado	bueno	FAr	ligeramente ácido	sensible deficiencia boro	profundo			
8 <i>Eucalyptus pellita</i>	eucalipto	0-700	24-30	635-3.000	Media	bs-T, bh-T	seco, húmedo	15-25%	ondulado	bueno	FA, Ar	liger. ácido	deficiente P, N	profundo			
9 <i>Eucalyptus tereticornis</i>	eucalipto	0-1.000	24	1.000-2.000	Media	bs-T	seco	20-35 %	ondulado	bueno	FA	casi-neutro	aluvial, limoso	profundo			
10 <i>Gmelina arborea</i>	melina	0-1.000	24-35	750-2.000	Seca	bs-T	seco	15-25%	ondulado	moderado a bueno	F, Ar, L	moderado alcalino	presencia materia orgánica	profundo			
11 <i>Jacaranda copaia</i>	chingalé	0-1.200	18-24	1.000-2.500	Media	bs-T, bh-PM	seco, húmedo	15-25%	ondulado	bueno	FAr	liger. ácido	no es exigente	superficial a profundo			
12 <i>Pinus caribaea</i>	pino caribe	0-1.500	22-26	600-3.500	Alta	bs-PM, bnh-PM, bh-PM	seco, húmedo, muy húmedo	10-25%	ondulado	bueno	A, Ar	casi-neutro	poco fértiles	profundo			
13 <i>Pinus occarpa</i>	pino	300-2.200	14-30	750-2.500	Baja	bms-T, bh-T, bs-T, bs-PM	seco, húmedo	20-50 %	quebrado	bueno	A, Fa y Ar	casi-neutro	todo fértil	profundo			
14 <i>Pinus patula</i>	pino loron	2.000-2.800	13-18	1.600-2.500	Alta	bh-MB, bh-M	húmedo, muy húmedo	20-50 %	quebrado	bueno	A, Ar	casi-neutro	requiere boro	profundo			
15 <i>Pochloa quinata</i>	caña roja	0-800	25-28	1.000-3.000	Media	bs-T y bh-T	seco, húmedo	10-25%	ondulado	bueno	FL	liger. ácido	buena	superficial a profundo			
16 <i>Tabebuia rosea</i>	roble, floronado	0-1.900	18-32	1.200-2.500	Media	bs-T y bh-PM	húmedo,	15-25%	ondulado	moderado a bueno	F, FA, FAr, A	casi-neutro	fértil, aluvial	superficial a profundo			
17 <i>Tectona grandis</i>	teca	0-1.000	18-32	1.000-4.000	Alta	bs-T, bh-T	seco, húmedo	15-25%	ondulado	bueno	F, FA, FAr	casi-neutro	suelos fértiles	profundo			
18 <i>Schizobolium parahybum</i>	tambor	100-1.400	20-30	1.200-2.500	Media	bs-T, bh-T, bh-PM	seco, húmedo	10-25%	ondulado	bueno	A, Ar	casi-neutro	no es exigente	profundo			

Fuente: CONIF

Priorización de especies

Dentro de este grupo de especies previamente identificadas se calificaron según el alto potencial e importancia para proyectos de reforestación comercial para el área de jurisdicción de CORPOCALDAS. Esta priorización se basó en la calificación de un conjunto de criterios técnicos generales, que se cuantificaron mediante una escala de puntajes de 1 a 5 y se analizaron para cada una de dichas especies.

La calificación tuvo en cuenta el conocimiento silvicultural de las especies, la superficie reforestada en la región en plantaciones homogéneas con áreas superiores a 10 ha, el uso de la madera y/o de otros productos provenientes de las plantaciones a nivel regional y el desarrollo industrial forestal regional. Este proceso se basó en la recopilación de información secundaria para cada una de las especies promisorias para la jurisdicción de la Corporación.

La especie que registra el mayor puntaje es catalogada como la de mayor importancia regional para proyectos de reforestación comercial.

Area reforestada (ha)	Puntos
50 - 99	(1)
100 - 499	(2)
500 - 999	(3)
1.000 - 1.999	(4)
> 2.000	(5)

Usos	Puntos
Desenrollado	(5)
Aserrío	(4)
Aglomerado	(3)
Inmunización	(2)
Pulpa	(1)

Paquete tecnológico	Puntos
No existe	(1)
Poco conocimiento	(2)
Mediano conocimiento	(3)
Paquete tecnológico sin validación	(4)

Paquete tecnológico con validación (5)

Desarrollo Industrial	Puntos
No existe	(1)
Empresa pequeña (1a. transformación)	(2)
Mediana empresa (ofrece un primer producto)	(3)
Gran empresa (todo el proceso de transformación hasta el producto final)	(4)
Empresa con el proceso de producción y comercialización	(5)

La información analizada se sintetiza en un cuadro comparativo por especie, donde se califica el grado de importancia de cada una de estas especies (Cuadro 4), con base en información y datos de 1997/98.

Entre las especies forestales más frecuentes en proyectos de reforestación en el área de jurisdicción de CORPOCALDAS, en forma homogénea, se destacan: *Pinus patula* con 4.273 ha, que corresponde al 52,05% del total del área plantada en el departamento; *Cupressus lusitanica*, con 1.592 ha, el 19,39% del área total plantada; *Alnus jorullensis*, con 1.345 ha, el 16,38%, y *Eucalyptus grandis*, con 1.000 ha, que corresponde al 12,18%, especies que se utilizan comercialmente y con un desarrollo industrial importante (CORPOCALDAS, 1998).

Teniendo en consideración los aspectos ambientales de las áreas seleccionadas, la calificación otorgada a las especies y la complementación con el desarrollo de las vías de comunicación, para los futuros aprovechamientos forestales, se deduce que la especie *Pinus patula* es la más promisorias para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales en la jurisdicción de CORPOCALDAS, constituyéndose en una importante opción para desarrollar proyectos de reforestación en la parte andina.

La especie *Pinus patula* se puede desarrollar adecuadamente en algunas áreas de los municipios de Riosucio, Pensilvania, Villamaría y Manzanara en la parte alta. La tenencia de la tierra en estos municipios corresponde en su gran mayoría a la propiedad privada (minifundios de 5 a 15 ha) los cuales se utilizan

Cuadro 4. Priorización de especies para proyectos de reforestación comercial

ESPECIES	AREA (ha) (CORPOCALDAS)	CALIFICA- CION	USOS	CALIFICA- CION	PAQUETE TECNOLOGICO	DESARROLLO INDUSTRIAL	CALIFICACION TOTAL
<i>Alnus jorullensis</i>	1.345	(4)	As	(4)	(3)	(2)	(13)
<i>Cedrela odorata</i>	-	-	As	(4)	(2)	(1)	(7)
<i>Cordia alliodora</i>	-	-	As	(4)	(2)	(2)	(8)
<i>Cupressus lusitanica</i>	1.592	(4)	As	(4)	(4)	(4)	(16)
<i>Eucalyptus grandis</i>	1.000	(4)	P	(1)	(5)	(5)	(15)
<i>Eucalyptus sp</i>	-	-	Mi	(2)	(2)	(2)	(6)
<i>Pinus patula</i>	4.273	(5)	A	(4)	(5)	(5)	(19)
<i>Guadua angustifolia</i>	243	(2)	As	(4)	(5)	(5)	(16)

As = Aserrío

Mi = Minería

P = Pulpa

Fuente: CONIF, resultados del estudio.

actualmente como potreros y para la agricultura (cultivo del café).

Entre los usos más frecuentes del *Pinus patula* en el área de jurisdicción de CORPOCALDAS se destacan los siguientes: madera para aserrío con un volumen de 20.000 m³; madera para elaboración de tableros aglomerados con un volumen 10.000 m³ y pulpa 8.308 m³ (SIEF, 1.997).

Por otra parte, en el departamento de Caldas se han desarrollado tecnologías aplicadas al establecimiento, manejo y aprovechamiento de la especie con énfasis en la obtención de madera de aserrío; estos desarrollos son liderados principalmente por las empresas Tablemac S.A, Agroindustrias La Florida S.A, Maderas de Oriente S.A, Pro-Oriente S.A. e Inversiones Montecristo.

El desarrollo industrial existente para la transformación y comercialización de los productos y subproductos de esta especie, lo representan las empresas Tablemac S.A, Agroindustrias La Florida S.A, Maderas de Oriente S.A, Prooriente S.A, e Inversiones Montecristo.

Complementario a todo lo anterior, se aconseja al reforestador tener en cuenta inicialmente las siguientes recomendaciones que contribuyen a planificar de mejor

manera el desarrollo de un proyecto de reforestación comercial, con esta especie u otra de interés.

- Revisar y adoptar las *Pautas para el Manejo Sostenible de Plantaciones Comerciales en Colombia*, publicadas por el proyecto OIMT / MINAMBIENTE / CONIF, que son un complemento a esta Guía, donde se enfatizan los aspectos técnicos, ecológicos y socioeconómicos que facilitan el establecimiento y manejo de plantaciones con fines comerciales utilizando criterios de sostenibilidad.
- Revisar la información sobre la zonas aptas para el establecimiento de plantaciones comerciales en las condiciones de la jurisdicción de CORPOCALDAS que se describe en esta Guía.
- Evaluar las condiciones específicas de los sitios del proyecto para decidir y ajustar las prácticas silvícolas más recomendadas.
- Ajustar los aspectos operativos y económicos dependiendo de la dimensión de la plantación a establecer por el reforestador.
- Buscar el apoyo de la Unidad Técnica de CORPOCALDAS encargada de la administración de los proyectos de reforestación con recursos del CIF.

IV. Plan de establecimiento y manejo forestal para *Pinus patula*

En la presente sección se describe el Plan de Establecimiento y Manejo Forestal -PEMF específico a la especie *Pinus patula*, considerada de gran importancia para las condiciones ambientales de la parte andina de la jurisdicción de CORPOCALDAS. El PEMF contempla aspectos silviculturales básicos y actualizados para desarrollar un proyecto de reforestación comercial, los cuales se constituyen en una guía para facilitarle tanto al reforestador como a las unidades técnicas de las CAR's una mejor gestión en la planificación, manejo y seguimiento de plantaciones comerciales con esta especie.

Objetivo de la plantación: Madera de aserrío

Turno de la plantación: 18 años

Requerimientos Ambientales de la Especie

El *Pinus patula* es un árbol que alcanza de 20 a 30 metros de altura; de tronco recto, cilíndrico y de corteza áspera color rojizo. Tiene copa en forma piramidal y de follaje verde claro. De flores amarillas; con frutos pardos en forma de cono. Sus ramas son gruesas y nudosas, formando una curva hacia abajo.

Suelo

El éxito de la introducción de *P. Patula* depende de la disponibilidad de agua, es decir, prospera en suelos profundos que se mantengan húmedos durante la época seca. Se adapta bien a suelos volcánicos de textura areno-arcillosa a franco arenosa; soporta suelos ligeramente ácidos con tendencia hacia la neutralidad. Crece en topografía plana a laderas fuertemente escarpadas. Es una especie poco resistente a heladas y a los vientos fuertes. Otro limitante para su desarrollo es la deficiencia de boro y fósforo.

Clima

Crece dentro de un rango altitudinal de 1600 a 3.200 msnm. Ha llegado a ser muy conocido por su amplia capacidad de adaptación en numerosos países tropicales y subtropicales. Este pino requiere un clima moderadamente cálido entre 12-18°C y la precipitación 1.000 - 2.000 mm/año. La temperatura máxima debe ser de 29° C aunque la mínima puede llegar a -10°C. Crece en las formaciones vegetales del bosque húmedo y muy húmedo Montano Bajo (bh-MB y bmh-MB).

Reproducción de la Especie

Tipo de reproducción: en Colombia la propagación del *Pinus patula* se realiza a partir de semillas certificadas y por propagación vegetativa.

Semilla: las semillas del *Pinus patula* son aladas, de color carmelita, de testa blanda. Se obtienen de un cono que mide 5 cm de diámetro de color pardo. La pureza de la semilla alcanza un 90%; un kilo de semilla puede contener entre 65.500 y 115.000 unidades viables. Al ambiente, la viabilidad de la semilla es de seis meses. El porcentaje de germinación oscila entre el 70 y el 90%. Este proceso se inicia en el día octavo y termina en el día veintidós. No requiere tratamiento pregerminativo.

Entre las fuentes semilleras de *Pinus patula* diseminadas en Colombia, mas importantes se cuentan las siguientes: en los rodales semilleros, de Sotará (finca Peñas Negras) y Tambo (fincas Mirador y Carpinterías), en el departamento del Cauca, de propiedad de Smurfit Cartón de Colombia; y en Rionegro, Antioquia, de propiedad de las Empresas Públicas de Medellín.

Se prefiere material resultante del proceso de mejoramiento genético. En Colombia existen huertos de primera y segunda generación desarrollados por las

empresa Cipreses de Colombia (Medellín) y Smurfit Cartón de Colombia (Popayán), respectivamente.

Vivero: para la siembra de la semilla el sistema más utilizado en Colombia es el tradicional de cama de germinación; el sustrato debe ser de textura franco-arenosa, con un pH de 4.5 a 5.5. La densidad de siembra oscila de 1.500 a 2.000 semillas/m², regadas al voleo o en hileras. Las semillas se tapan con una capa delgada de tierra del mismo sustrato, con un espesor de 0.5 a 2 cm. El material vegetal que se obtenga de los viveros forestales, debe producir plántulas para bolsa de tipo forestal tubular de 8 x 16 cm; el tamaño promedio de la plántula para ser llevada a plantación definitiva en campo debe ser de 15 a 20 cm de altura, tamaño que se alcanza

Establecimiento de la Plantación

Sistema de siembra: por la topografía presente en la región andina esta actividad se debe realizar en forma manual, generalmente empleando una densidad de siembra inicial de 1.100 árboles por hectárea (3 x 3 m).

Preparación del terreno: comienza con una limpia total del terreno, con machete, cuidando de acumular los desechos vegetales por sectores para quemarlos posteriormente en forma controlada.

Trazado y ahoyado : este proceso sigue el sentido de las curvas a nivel, en cuadro, cada tres metros, haciendo hoyos de 30 x 30 x 30 cm con un repique alrededor del

Propagación vegetativa: se puede realizar por injerto de yema terminal o púa y por acodo. El injerto es el sistema más utilizado para la instalación de huertos clonales. Smurfit Cartón de Colombia ha trabajado en el mejoramiento genético de la especie y dispone y maneja Huertos Semilleros de Injertos. Para esta técnica, se utilizan yemas de árboles seleccionados que se injertan en bancos de clones, donde se mantienen 5 rametos por clon.

Plantación: es una actividad que se debe realizar manualmente; se retira la bolsa del pan de tierra, verificando si se realiza poda radical al momento de la siembra, compactando luego el suelo alrededor de la plántula.

Fertilización: generalmente se realiza un mes después de haber sembrado la plántula, utilizando abono compuesto (10-30-10) granulado, en una cantidad de 20 g por árbol, aplicando el abono en un círculo de

Realce: esta actividad consiste en una primera poda de formación, que se realiza al primer año de la plantación, cortando las ramas inferiores.

Manejo Silvicultural

Podas: generalmente, las podas en el *P. patula* se realizan a todos los árboles entre el segundo o quinto año, hasta el 50% de la copa. Una segunda poda se lleva a cabo una vez se haya efectuado el primer aclareo entre los ocho y nueve años, a una altura máxima de seis a siete metros. Las ramas por podar no deben tener más de 2 cm de grosor. Para las podas se deben emplear sierras manuales o serruchos adecuados para no rasgar el fuste del árbol.

Aclareos: Smurfit Cartón de Colombia recomienda un aclareo en el año ocho o nueve, con una intensidad del 50% por lo bajo. Si la finalidad es producir madera de aserrío, se recomienda hacer otro aclareo en el año doce o catorce, con el fin de obtener entre 300 y 350 árboles/ha para el aprovechamiento final.

Rendimientos: en suelos fértiles, los rendimientos del pino patula en Colombia pueden alcanzar 35 m³/ha/año, con un promedio de 20 m³/ha/año. En sitios de baja calidad, la productividad llega a disminuir a 10 m³/ha/año.

Mejoramiento genético: a nivel internacional, Suráfrica es el país con investigación más avanzada en mejoramiento genético de *P. patula*, en cuanto al estudio de caracteres de volumen, formas del tronco, hábitos de crecimiento, ramificación, tamaño y forma de la copa y calidad de la madera. La selección de los árboles superiores para la instalación de huertos semilleros se ha realizado en varios países africanos, principalmente en Suráfrica, Kenya, Madagascar y Malawi. Las investigaciones sobre variabilidad han demostrado que existen diferencias significativas entre familias, especialmente en la forma del fuste y el diámetro.

En el país, Smurfit Cartón de Colombia inició a mediados de los setenta un programa de mejoramiento genético con *P. patula*, mediante la selección de árboles superiores de plantaciones nacionales; posteriormente

instaló un huerto semillero en el departamento del Cauca, que se encuentra en plena producción.

INDERENA y CONIF realizaron desde el año 1986, varios ensayos de procedencias con *Pinus patula*, probando 18 procedencias de México, Kenya, Rhodesia, Malawi, Suráfrica, Colombia y Zimbabwe en 12 sitios de los departamentos de Antioquia, Quindío, Risaralda, Caldas y Valle del Cauca. Los resultados de estos ensayos mostraron como promisorias, para las condiciones ambientales de Colombia, las procedencias mexicanas de La Venta, D.F., La Joya-Veracruz y Acaxotitlán; la procedencias de Suráfrica (comercial) y la procedencia de Chongoni Zomba, Malawi.

Protección Forestal

Enfermedades: uno de los mayores problemas que presentan las plántulas en vivero es el volcamiento o *damping off*, que se previene con la desinfección del almácigo antes de la siembra, empleando riegos regulados y utilizando cascajo seco en el sustrato de la era de germinación. (Ramírez, 1997).

Plagas: en plantaciones industriales se ha reportado el Gusano rugoso (*Cargolia arona*), en los departamentos de Antioquia y Caldas, así como en Risaralda y Quindío; también, se ha reportado el medidor del ciprés (*Glena bisulca*), el medidor gigante del ciprés (*Oxydia trychiata*), el medidor gigante (*Oxydia platyterata*), el medidor cachón (*Chrysomima semilutearia*) y Chapola parda (*Bassania schreiteri*), Chapola blanca (*Neuromelia ablinearia*) insectos defoliadores nocturnos de esta especie, cuya larva causa ataques periódicos de importancia económica a las plantaciones. En Antioquia, el antiguo INDERENA, obtuvo excelentes resultados con el uso combinado de trampas nocturnas y el control biológico con *Telenomus alsophilae* y *Trichogramma sp.*

El daño de los cogolleros (*Pseudatteria sp.*), consiste en una perforación de la yema terminal que ocasiona la proliferación de abundantes ramas y la pérdida del fuste. El Perforador de los pinos (*Lepturges sp.*), causa daño perforando la corteza, la albura y el duramen de los árboles.

Se reportan larvas de hábitos nocturnos que se alimentan de las acículas, hojas, flores y frutos; algunas roen, trozando totalmente los tallos de plántulas de vivero, entre los que se encuentran: el Gusano rojo peludo (*Lichnoptera gulo*), el Gusano tierrero (*Spodoptera ornithogalli*), el Gusano defoliador (*Spodoptera sp.*) (Pinzón, 1997).

El insecto palo (*Libethroidea inusita*), que troza con voracidad las acículas del pino, ha sido reportado en Caldas, municipio de Pensilvania. En el departamento del Valle se han identificado varias especies de "Caballito de palo", siendo las más representativas *Heteronemia striatus* y *Libethra spinicollis*. El control de estos insectos se realiza principalmente mediante el manejo silvicultural adecuado de las plantaciones (entresacas y podas); además, se recomienda la quema controlada en el interior de la plantación en época de mayor cantidad de huevos, este sistema además, produce la caída de ninfas y adultos al suelo, las cuales pueden ser recolectadas manualmente y quemadas en las hogueras. Existe también la posibilidad de controlar las ninfas y adultos con hongos entomopatógenos como el *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisoplae*. Estudios al respecto adelanta actualmente CONIF, a través de su Programa de Protección Forestal.

Incendios: en cuanto al riesgo de incendios en plantaciones forestales para Caldas, se establecen dos categorías: *zona de alto riesgo* (Salamina, Aguadas, Pensilvania y Manzanares, vías de acceso a Neira y Villamaria) y *zona de muy alto riesgo* (los corredores viales de acceso a Manizales y Riosucio). Se estima que 63.268 ha. se encuentran en riesgo significativo de incendios forestales.

En el Mapa 6 presenta la zonificación de la vulnerabilidad natural del departamento de Caldas a incendios forestales realizado por el Programa de Protección Forestal, PPF de CONIF-MINAMBIENTE. La definición de las categorías que aparecen en el mapa fue el resultado de un análisis conjunto de los parámetros de clima, cobertura, topografía y propiedades del suelo,

de acuerdo con una calificación establecida por PPF; CONIF (1997).

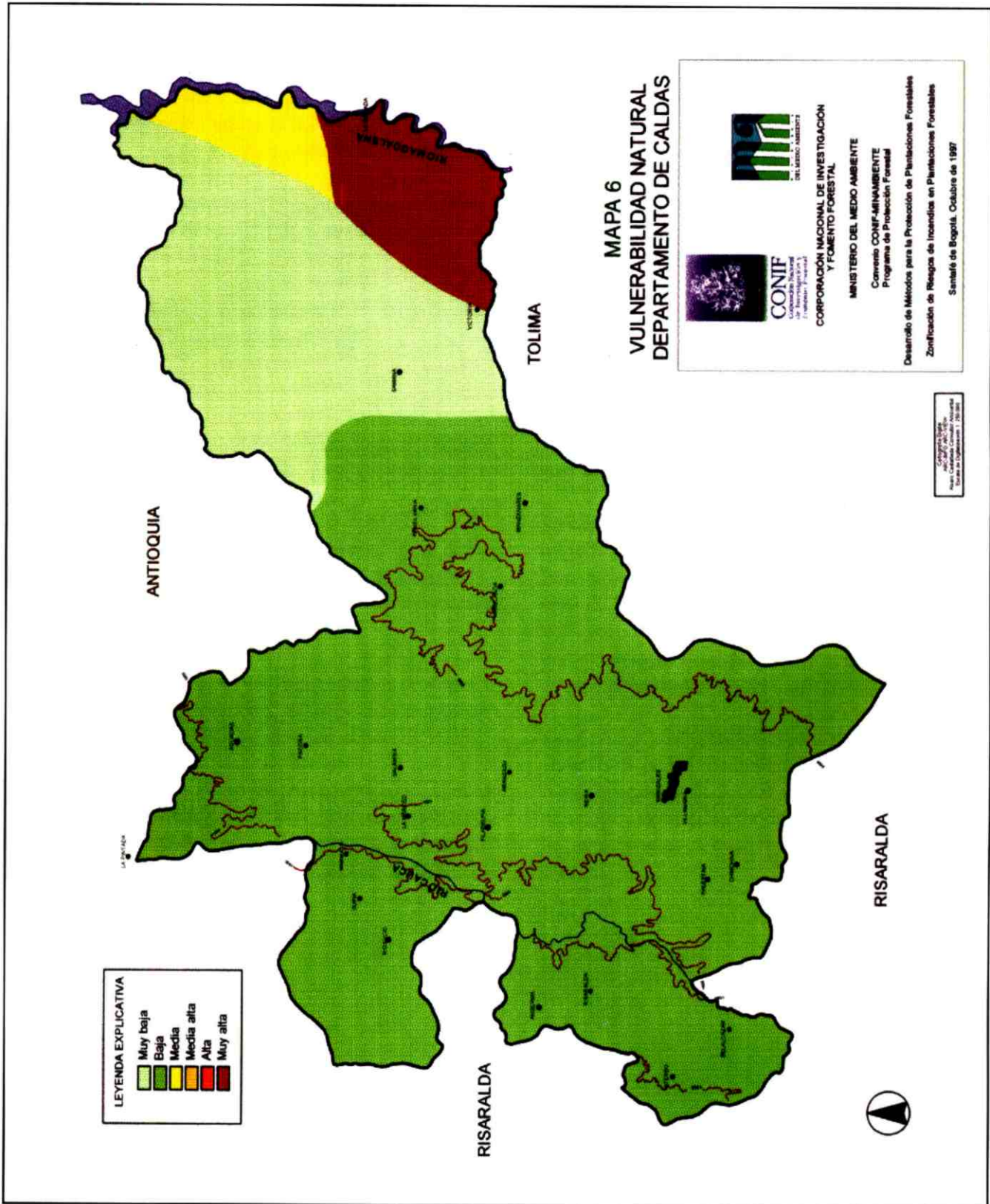
Sistemas agroforestales. En reforestación comercial se utiliza el *P. patula* en sistemas silvopastoriles, especialmente con ganado de levante, en terrenos con pasto kikuyo; los árboles se plantan a una densidad de 1.100 arb/ha; en el año quinto se hace un raleo para dejar 600 arb/ha, al año séptimo se dejan 350-400 arb/ha para su aprovechamiento final. El ganado se introduce cuando la plantación tiene dos años de edad y se suspende, aproximadamente a los seis años, cuando la plantación cierra el dosel; se pastorean animales con pesos de 300 a 350 kilos, para evitar compactación del suelo. El *P. patula* también se maneja bajo el sistema Taungya; durante los dos primeros años de la plantación los terrenos se utilizan para asociar maíz, fríjol y frutales. El *Pinus patula* también es utilizado como cerca viva, cortinas rompevientos y linderos, delimitando cultivos, potreros o bordeando caminos y vías.

Aprovechamiento Forestal

Ordenamiento del aprovechamiento: se realiza a rodales cuyas edades pasan de los 18 y 20 años, incluido en estos aquellos rodales cuyo manejo fue deficiente, teniendo como uso final, madera de aserrío y aglomerados; para pulpa el aprovechamiento se realiza en plantaciones con edades entre 12 y 15 años.

Apeo, desrame y troceo: el apeo se realiza con motosierra, utilizando un ángulo de caída perpendicular a la línea de extracción; el desrame se realiza a ras del fuste, las ramas deben tener diámetros superiores a 8 cm, para que se puedan utilizar para pulpa y aglomerado. La madera para aserrío se dimensiona entre 2.50 y 3.00 m, mientras que la madera para aglomerados y pulpa entre 1.70 y 2.20 m.

Transporte menor: el sistema de extracción de la madera se hace por cables aéreos debido a la topografía de la región; la madera para pulpa y aglomerados se extrae utilizando mulas. Estos productos llegan a una vía secundaria para su posterior transporte a los sitios de transformación.



Usos

Aserrío: la madera se dimensiona en bloques de 0.2 x 0.1 x 3 m, o 0.1 x 0.1 x 3 m; las estibas de 0.07 x 0.07 diferentes longitudes; tablas de 0.2 x 0.025 x 3 m, repisa de 0.1 x 0.025 x 2.5 o 3 m, para elaboración de molduras.

Tableros de aglomerados: la madera que se utiliza para este fin tiene una dimensión de 8 cm de diámetro por 1.70 o 2.20 m de largo.

Pulpa: la madera que se utiliza para este fin es de 8 cm de diámetro por 1.70 o 2.20 m. de largo.

Costos e Ingresos

La guía para el establecimiento y manejo para la especie *Pinus patula* ha sido diseñado para proyectos a ser ejecutados en un período de 18 años.

Los cálculos económicos sobre la inversión requerida durante el turno, incluidas las actividades de preparación del terreno, plantación, manejo, raleos, administración y asistencia técnica son los siguientes:

- La inversión total en los 18 años para la producción de madera para aserrío y pulpa es de \$1.3 millones de pesos de 1998, excluido los costos de raleos.
- La inversión inicial, o sea los gastos concernientes al establecimiento de la plantación son de \$910.000 pesos de 1998 (excluido el valor de la tierra), el 68% de la inversión total durante el turno. Una desa-

gregación de los gastos incurridos en el desarrollo del proyecto se presenta en el Cuadro 5.

Con el cultivo del *Pinus patula* se espera obtener una producción total de 139 m³/ha de madera para aserrío y 93 m³ para pulpa a los 18 años y 111 m³ en los raleos, a los 8 y 12 años. Con base en lo anterior, se estima que los ingresos generados durante todo el período serán de \$30 millones de pesos de 1998, considerando un precio por metro cúbico de madera aserrada en pie de \$145 mil pesos y de \$75 mil pesos para madera de menor calidad.

Rentabilidad Económica

Los cálculos de rentabilidad para la especie *Pinus patula* según la guía de manejo previamente descrita, se estima para un período de 18 años.

La tasa de rentabilidad para este cultivo, teniendo en cuenta el flujo de gastos e ingresos después de impuestos, se estima en 9.4% en términos reales. En el caso de acceder al Certificado de Incentivo Forestal - CIF, la rentabilidad se incrementa en 3.8 puntos porcentuales al alcanzar una tasa de rentabilidad del 13.2%, nivel aceptable para este tipo de inversiones.

Sin embargo, esta rentabilidad es altamente sensible a variaciones en los rendimientos físicos, de ahí que sea muy importante seleccionar el mejor sitio, usar material de siembra de muy buena calidad y seguir las prácticas de manejo recomendadas para las zonas y para la especie.

Cuadro 5. Costos e Ingresos - caso: *Pinus patula*

Cifras en miles de pesos de 1998

Parámetros de cálculo

Densidad de plantación	1.100 árboles / ha
Producto	Madera para aserrío y pulpa
Volumen de madera por ha	343 m ³
Turno	18 años

CONCEPTO	AÑO					COSECHA AÑO 18
	1	2	3	4	5	
1. TOTAL INVERSIONES EMPRESA	700	0	0	0	0	0
1.1 VALOR DE LA TIERRA A REFORESTAR	700	0	0	0	0	0
1.2 OTRAS INVERSIONES DE LA EMPRESA	0	0	0	0	0	0
2. TOTAL INGRESOS	0	0	0	0	0	7.377
2.1 MADERA ORDINARIA CLASE 1	0	0	0	0	0	1.395
M ³ /ha	0	0	0	0	0	93
\$/M ³	15	15	15	15	15	15
2.2 MADERA ORDINARIA CLASE 2	0	0	0	0	0	0
M ³ /ha	0	0	0	0	0	0
\$/M ³	0	0	0	0	0	0
2.3 MADERA PARA ASERRIO	0	0	0	0	0	5.282
M ³ /ha	0	0	0	0	0	139
\$/M ³	38	38	38	38	38	38
2.4 OTROS INGRESOS						700
3. COSTOS TOTALES ACTIV. REFORESTADORA	910.789	159.533	21.235	21.235	106.035	0
3.1 TOTAL COSTOS DIRECTOS PLANTACION	882.389	155.033	20.635	20.635	103.035	0
MANO DE OBRA	480	150	20	20	100	0
PLANTULAS	193.6	0	0	0	0	0
HERBICIDAS	0.256	0	0	0	0	0
FERTILIZACION	29.52	0	0	0	0	0
PROTECCION FITOSANITARIA	0.533	0.533	0.035	0.035	0.035	0
ASISTENCIA TECNICA	14.4	4.5	0.6	0.6	3	0
3.2 TOTAL COSTOS INDIRECTOS PLANTACION	28.4	4.5	0.6	0.6	3	0
HERRAMIENTAS	0	0	0	0	0	0
FLETES INSUMOS	0	0	0	0	0	0
FLETES PLANTULAS	14	0	0	0	0	0
ADMINISTRACION	14.4	4.5	0.6	0.6	3	0
5. FLUJO DE CAJA ANTES DEL CIF 1/	-1.610.789	-159.533	-21.235	-21.235	-106.035	6.934.38
6. FLUJO DE CAJA DESPUES DEL CIF 1/	-1.193.341	-47.682	57.863	29.122	-11.079	6.934.38

1/ Después de impuestos

Fuente: Elaborado por la Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal - CONIF

Bibliografía

- ACOFORE; BID; MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE.** 1998. Boletín SITEP. 2 (4): 1-15. Santafé de Bogotá.
- CASTAÑEDA, A.** 1997. Zonificación para el manejo de incendios en plantaciones forestales en Colombia. En: Boletín de Protección Forestal: Plagas. CONIF; Ministerio del Medio Ambiente. Santafé de Bogotá. (2): 38-46.
- CORPORACION NACIONAL DE INVESTIGACION Y FOMENTO FORESTAL; MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE; BANCO INTERNACIONAL DE RECONSTRUCCION Y FOMENTO.** 1998. Mapas de riesgo de incendios en plantaciones forestales en Colombia. Informe final. Convenio CONIF - Ministerio del Medio Ambiente. Santafé de Bogotá. 85p.
- CORPORACION NACIONAL DE INVESTIGACION Y FOMENTO FORESTAL -CONIF.** 1997/1998. Bases de Datos del Programa de Protección Forestal. PPF, Convenio CONIF - Ministerio del Medio Ambiente. Santafé de Bogotá.
- CORPORACION NACIONAL DE INVESTIGACION Y FOMENTO FORESTAL -CONIF.** 1995. Coníferas. CONIF. Santafé de Bogotá. 50 p.
- FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS.** 1982.
- INSTITUTO GEOGRAFICO "AGUSTIN CODAZZI" - IGAC.** 1992. Mapa Indicativo de Zonificación de Areas Forestales de Colombia. Memoria explicativa. IGAC, INDERENA. Santafé de Bogotá. 78p. Mapa a Escala 1:1.500.000.
- INSTITUTO GEOGRAFICO "AGUSTIN CODAZZI" - IGAC.** 1989. Caldas, Características Geográficas. IGAC. Bogotá. 134 p.
- INSTITUTO GEOGRAFICO "AGUSTIN CODAZZI" - IGAC.** 1988. Suelos, departamento de Caldas. IGAC. Bogotá. 2 v.
- INSTITUTO GEOGRAFICO "AGUSTIN CODAZZI" - IGAC.** 1971. Generalidades del clima en Colombia. IGAC. Bogotá. 280 p.
- INSTITUTO GEOGRAFICO "AGUSTIN CODAZZI" - IGAC.** 1965. Informe Forestal del departamento de Caldas. IGAC. Bogotá. 152 p.
- LEYES. DECRETOS. ETC.** 1994. Ley 99 del 22 de diciembre de 1993. Corporación ECOFONDO. Santafé de Bogotá. 71 p.
- PINZON F., O. P. (ed.)** 1997. Guía de insectos dañinos en plantaciones forestales. CONIF - MINAMBIENTE: Programa de Protección Forestal.