

MMA

237

PLANTACIONES FORESTALES COMERCIALES

VALLE DEL GAUCA

SERIE DE DOCUMENTACIÓN No. 41
Santa Fe de Bogotá, Colombia - Noviembre de 1998



CONIF
Corporación Nacional
de Investigación y
Fomento Forestal

Características Regionales

Áreas para la Reforestación

Especies Forestales

PEMF para Eucaliptus Grandis



OIMT



MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE



CORPORACIÓN VEGETAL
REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA

GUIA PARA
PLANTACIONES FORESTALES
COMERCIALES

VALLE DEL CAUCA

CONIF: SERIE DE DOCUMENTACION No. 41
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



CONTENIDO

1 Introducción

2 Agradecimientos

3 Características del área

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

13 Áreas potenciales para reforestación comercial

Introducción, Metodología, Resultados, Zonas aptas, Suelos, Zonas de vida, Desarrollo forestal industrial.

29 Especies adecuadas para la región

Selección de especies, Priorización de especies.

33 Plan de establecimiento y manejo forestal para *Eucalyptus grandis*

Requerimientos ambientales, Reproducción, Establecimiento, Mantenimiento, Manejo silvicultural, Protección forestal, Usos agroforestales, Aprovechamiento, Costos e ingresos, Rentabilidad económica.

41 Bibliografía

Guía para Plantaciones Forestales Comerciales VALLE DEL CAUCA

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

Maria Teresa Motta Tello

Equipo Técnico de la Guía

Heli Rivera Castillo

Enrique Vega González

Gustavo Herrera Chitiva

Alvaro Castañeda Torres

Apoyo Regional CVC

Subdirección Patrimonio Ambiental

Eduardo Velasco Abad

Grupo de Bosques y Suelos

Saúl Saavedra Cárdenas

Coordinación Minambiente

Lombardo Tibaquirá

Diagramación y Textos

Doris Stella Lizzano Quevedo

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 área boscosa del departamento del Valle del Cauca se ubica primordialmente en la región del Pacífico, cubriendo el 38% del área total del departamento. El resto lo constituye la región Andina con una extensión de 1.372.680 ha, entre las cuales el 4.5%, o sea 61.362, presentan características que las hacen áreas aptas para reforestación productiva. El departamento ocupa el tercer lugar en área reforestada en el país, después de Antioquia y Cauca.

Su avance tecnológico en mejoramiento genético en especies forestales, alto desarrollo en el proceso de

sadas en la reforestación y muy especialmente a los funcionarios de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca -CVC, 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 la CVC, 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

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 del Valle de Cauca - CVC 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 territorio vallecaucano está ubicado en la parte occidental del país, entre el Océano Pacífico y la cordillera Central; tal situación lo hace partícipe de las tierras bajas, cálidas, húmedas y selváticas de la llanura del Pacífico y de la región Andina con la cordillera Occidental y de las tierras planas del valle del río Cauca y la vertiente occidental de la cordillera Central, por consiguiente, cuenta con una gran diversidad de medios naturales y socioeconómicos.

El departamento del Valle del Cauca se ubica en la zona intertropical de bajas latitudes, entre los 3° 03' y 5° 01' de latitud norte y los 75° 42' y 77° 33' de longitud oeste, por lo cual permanece todo el año expuesto a los rayos perpendiculares del sol. Los días y las noches tienen generalmente igual duración, las temperaturas son constantes durante todo el año, con significativas oscilaciones diarias.

El territorio vallecaucano tiene una superficie de 22.140 km². (2'214.000 ha) (IGAC, 1989) que corresponden al 1.94% del territorio nacional. Aproximadamente el 38% (841.320 ha) de su territorio corresponde a la región del Pacífico y el 62% (1'372.680 ha) a la región Andina.

Limita por el norte con los departamentos del Chocó y de Risaralda; por el oriente con el Quindío y Tolima; por el sur con el Cauca y, por el occidente con el Océano Pacífico.

Población

Según los datos preliminares del censo de población (1993), el departamento cuenta con 3'155.859 habitantes, que representan el 10.7% del total del país. Es una de las secciones político-administrativas de Colombia más densamente pobladas, con una densidad de 128,6 hab/km².

División Política y Administrativa

El territorio departamental se divide en 42 municipios, 77 corregimientos y 532 inspecciones de policía, en donde se destacan los municipios de Buenaventura, Calima (Darién) y Palmira como los de mayor superficie, y Cali, Yumbo y Cartago como los de más alta densidad de población. El área de jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Valle de Cauca - CVC, coincide con el área de la división político administrativa del departamento del Valle del Cauca; con su sede principal en la ciudad de Cali, capital del departamento. Para efectos administrativos la Corporación se divide en cinco Direcciones Regionales, a saber :

- Regional Suroccidente, con sede en Yumbo
- Regional Suroriente, con sede en Palmira
- Regional Centro, con sede en Tuluá
- Regional Norte, con sede en Cartago
- Regional Pacífico, con sede en Buenaventura.

Características Biofísicas

El Relieve

En el relieve vallecaucano se identifican cuatro grandes unidades fisiográficas predominantes, que de occidente a oriente son: las tierras planas de la Llanura del Pacífico, la cordillera Occidental, que en gran parte del departamento le corresponden sus dos vertientes, el valle del río Cauca y la vertiente occidental de la cordillera Central.

- La *Llanura del Pacífico* hace parte en el Valle del Cauca de las costas bajas de acumulación, con excepción del golfo de las Tortugas, al sur de Buenaventura, donde predomina la costa con acantilados cubiertos de vegetación. En general, la costa es arenosa, en su mayoría colonizada por manglares. Esta unidad se extiende desde el litoral

hasta el piedemonte andino, poco poblada y cubierta con una densa y húmeda vegetación.

- La **cordillera Occidental** atraviesa el departamento en dirección suroeste-noroeste, desde los cerros Naya (2.500 msnm) al sur, en límites con el departamento del Cauca, hasta el cerro Tatamá (3.950 msnm), en el norte. Entre los cerros Naya y Calima las dos vertientes de la cordillera hacen parte del territorio vallecaucano, mientras que entre este último y el de Tatamá (donde convergen los límites departamentales de Chocó, Valle y Risaralda), la vertiente oriental de la cordillera corresponde al Valle del Cauca. La vertiente occidental presenta una mayor cobertura de vegetación natural que la oriental, por lo que se convierte desde el punto de vista de explotación maderable en una zona importante. La vertiente oriental presenta un alto grado de intervención con pastos y agricultura establecidas; se encuentran, no obstante, algunos relictos de vegetación natural en la serranía de los Paraguas, al noroeste del departamento.

- El **valle del río Cauca** se ubica entre las cordilleras Occidental y Central y corresponde parcialmente a la cuenca media del mismo río. El valle es una depresión tectónica interandina que en el departamento tiene aproximadamente 200 km de largo por 15 km de ancho, en promedio.

La zona oriental es más ancha que la occidental, situación que podría corresponder al mayor aporte de sedimentos provenientes de la cordillera Central, los cuales forman abanicos largos y de poca pendiente que presionan al río hacia el oeste. Del mismo modo el costado oriental está mejor drenado, y da lugar a grandes asentamientos y centros industriales y agroindustriales.

- La **cordillera Central**, más alta en promedio que la Occidental, sirve de límite con el departamento del Tolima, desde el pico Iraca (3.800 msnm) al sur, hasta las cabeceras del río Barragán, al norte. La parte baja y media de la vertiente está muy

intervenida, con dedicación preferencial para la agricultura. Los sectores con vegetación natural son escasos, limitados a las partes más altas, donde las condiciones de aprovechamiento agropecuario son difíciles por lo escarpado del terreno. Sobresale como accidente orográfico el cerro de Pan de Azúcar (3.916 msnm), en la zona central del departamento.

Geología

Dentro del tema de la geología se estudia la litología (naturaleza y constitución de las rocas) y la tectónica (fallas y plegamientos).

Litología: la composición litológica del territorio vallecaucano se presenta de acuerdo con las unidades fisiográficas descritas anteriormente y cuyas características son bien diferenciadas, con excepción de las cadenas montañosas, donde el material predominante en las dos unidades hace parte del mismo grupo.

- **Llanura del Pacífico:** en el litoral predominan los sedimentos no consolidados del cuaternario, constituidos por arcillas, arcillas conglomeráticas, arenas grises, cantos de cuarzo redondeados y esquistos descompuestos. Hacia el interior, en las estribaciones de la cordillera Occidental la composición predominante es de rocas sedimentarias del terciario, como limolitas, arcillolitas, shale y conglomerados provenientes de las partes altas.
- **Cordillera Occidental:** conformada en su mayor parte por rocas volcánicas del cretáceo, constituidas por diabasas y basaltos del grupo diabásico; al norte están asociadas con rocas sedimentarias, como cherts, shales y limolitas, entre otras y al sur (Farallones de Cali) con afloramientos batolíticos del terciario, como dioritas y cuarzodioritas.

La vertiente occidental presenta una extensa zona de rocas metamórficas del cretáceo, conformadas principalmente por moscovitas y cuarzos, identificadas dentro del grupo Dagua.

- **Valle del río Cauca:** en el borde oriental de la cordillera Occidental, desde los límites con el departamento del Cauca hasta Cali, afloran sedimentos del terciario, formados por conglomerados cuarzosos, areniscas, limolitas, shales carbonosos y mantos de carbón, que hacen parte del denominado grupo Cauca. El resto del valle está conformado por abundantes depósitos de sedimentos del cuaternario no consolidados, de origen aluvial.
- **Cordillera Central:** la principal formación corresponde al grupo diabásico, que en la zona Buga - Tuluá, al igual que en la cordillera Occidental, se encuentra intruido por batolitos del terciario y, hacia Cartago está asociado con rocas sedimentarias del terciario, tales como areniscas, conglomerados, arcillas arenosas y diatomitas, que corresponden a la formación La Paila. La parte alta de la cordillera está compuesta por rocas metamórficas del paleozoico, como esquistos, cuarcitas y mármoles, del grupo Cajamarca.

Hidrografía

El territorio vallecaucano está conformado por dos sistemas hidrográficos: el occidental o del Océano Pacífico, al cual tributan sus aguas los ríos que descienden de la cordillera Occidental, y el del río Cauca, en donde vierten sus aguas los que drenan la vertiente interna de la cordillera Occidental y la vertiente occidental de la cordillera Central. El río Cauca a su vez es tributario del Magdalena.

En la vertiente del Pacífico los ríos son caudalosos debido a la alta pluviosidad; muchos de ellos forman en su desembocadura deltas y zonas cenagosas. Se caracterizan además, por su gran riqueza aurífera y pesquera (de subsistencia). La mayor parte de ellos son navegables por embarcaciones menores.

En esta vertiente se destacan las cuencas de los ríos San Juan (con las subcuencas del Calima y Las Vueltas), Dagua, Anchicayá, Raposo, Cajambre, Yurumanguí y Naya. En los ríos Calima y Anchicayá se han construi-

do embalses que generan energía eléctrica para gran parte del departamento.

El río Cauca, principal arteria fluvial del departamento, recorre el valle de su nombre con dirección sur-norte. Está sometido a continuas crecidas y desbordamientos en épocas de invierno (abril-mayo; octubre-noviembre), lo cual ocasiona una gran deposición de sedimentos, dando lugar a la formación de orillares, cauces abandonados colmatados y diques naturales. La acción de deposición del río Cauca se ve grandemente incrementada por los aportes de sedimentos de sus tributarios, que forman en las partes bajas abanicos y terrazas. Estas formas de acumulación aluvial son más frecuentes en la margen derecha del río que en la izquierda, por encontrarse el río recostado contra la cordillera Occidental.

Clima

La identificación y descripción de las características generales del clima de una región, juega un papel importante en la comprensión de los fenómenos naturales y antrópicos que allí se suceden en un momento dado.

A nivel departamental se presentan a continuación las tendencias dominantes de algunos elementos del clima (temperatura y lluvias, principalmente), y a nivel regional se analiza la influencia de algunos factores (relieve y la altitud) que modifican las condiciones climáticas de una región específica, sin desconocer que un mismo factor puede alterar uno o más elementos.

Distribución espacial de las lluvias: sobre la distribución espacial de las lluvias se tiene lo siguiente:

- La **Llanura del Pacífico** es la zona más lluviosa del departamento (entre 5.000 y 6.500 mm) catalogada como una de las zonas más lluviosas del mundo. Las lluvias aumentan desde el litoral hacia la cordillera, ya que esta bloquea el paso de las corrientes de aire húmedo del Pacífico, produciendo el efecto de estancamiento; este fenómeno también recibe el nombre de lluvias orográficas.

Se estima que el óptimo pluviométrico (o sea la zona donde más llueve) se localiza en el Piedemonte cordillerano.

- En la **cordillera Occidental** la pluviometría es bien diferenciada según sus vertientes. Las cantidades pluviales son mayores en la que da al Pacífico, donde pasan de 4.000 mm en la parte baja. En esta vertiente se debe considerar un caso que se sale del esquema, representado en el valle alto y medio del río Dagua donde, por efecto de abrigo, únicamente recibe lluvias con valores medios anuales inferiores a 2.000 mm. La vertiente inferior no presenta mayores contrastes, con una pluviometría que oscila entre 1.500 y 2.000 mm.
- En la parte plana del **valle del río Cauca** las lluvias, en general, son inferiores a los 1.500 mm anuales; esta notoria disminución se debe posiblemente a la acción de “chimenea” que ejerce el fondo del valle, lo que hace que las nubes que logran pasar la cordillera Occidental se disipen por el calentamiento de aquel o sean empujadas por los vientos occidentales hacia el flanco occidental de la cordillera Central.
- La **cordillera Central**, a diferencia de la Occidental, tiene menores valores en las partes altas, explicable por su mayor altitud: entre 1.800 y 3.500 msnm, los promedios son ligeramente superiores a 1.500 mm y, por encima de los 3.500 msnm las lluvias comienzan a disminuir hasta alrededor de 1.000 mm o menos, como en el páramo de Barragán.

Pisos térmicos: el departamento del Valle del Cauca se favorece de su posición en la zona Andina, porque tiene los pisos térmicos desde el cálido hasta el paramuno, lo que ofrece grandes posibilidades en términos de diversificación de producción agrícola y, en general, de utilización del suelo.

La altitud es el principal factor que incide en las variaciones de la temperatura. De esta manera, la presencia de las cordilleras Occidental y Central es muy signifi-

cativa, ya que permite definir fajas o cinturones con características térmicas especiales cuyos límites altitudinales no son fijos, presentándose zonas de transición que pueden cubrir hasta 400 m, de acuerdo con las condiciones locales.

- **Piso térmico cálido:** se extiende desde el nivel del mar hasta los 1.000 m de altitud, con temperaturas superiores a los 24°C. Cubre aproximadamente el 47% de la superficie departamental, comprendiendo la llanura selvática del Pacífico y la zona plana del valle del río Cauca, en donde se registran las mayores temperaturas, como en el caso de Buenaventura, La Victoria y Ansermanuevo, por su baja altitud; la faja central del valle del río Cauca, se constituye en la zona agrícola más importante del departamento, puesto que en ella se desarrollan los cultivos tecnificados de caña de azúcar, soya, algodón, sorgo y vid.
- **Piso térmico templado:** cubre la faja altitudinal entre 1.000 y 2.000 msnm con temperaturas que oscilan entre 18° y 24°C. Abarca aproximadamente el 34% del territorio vallecaucano, comprendiendo las vertientes medias cordilleranas, donde el cinturón cafetero es representativo.

La mayor proporción de tierras ubicadas en este piso térmico se hallan en las vertientes oriental y occidental de la cordillera Occidental; la otra faja de piso térmico templado se halla en el flanco occidental de la cordillera Central.

- **Piso térmico frío:** se localiza entre los 2.000 y 3.000 msnm con temperaturas que van desde 12° a 18°C. Ocupa aproximadamente el 14% del área del departamento, con un mayor cubrimiento en la vertiente occidental de la cordillera Central.
- **Piso térmico paramuno:** se extiende por encima de los 3.000 msnm, con temperaturas inferiores a los 12°C. Cubre alrededor del 5% de la superficie departamental y, como en el caso del piso térmico frío, el mayor cubrimiento corresponde también a la vertiente occidental de la cordillera Central.

Régimen pluviométrico: en el departamento se presentan dos períodos de mayores lluvias (marzo a mayo; septiembre a noviembre), alternados con dos períodos de menores lluvias (diciembre a febrero; junio a agosto). Esta distribución mensual de las lluvias identifica el régimen de tipo bimodal, característico de la región Andina colombiana; su explicación se basa en el comportamiento de la zona de convergencia intertropical (CIT), expresado en su desplazamiento latitudinal.

Las épocas de mayores lluvias están relacionadas con la posición intermedia de la CIT, cuya acción es más fuerte durante los pasos de sur a norte (abril-mayo) y de norte a sur (octubre-noviembre), sobre los 4°-5° de latitud norte.

Al comparar los dos períodos de mayores lluvias, se destaca el primero por su mayor aporte con relación al segundo; para el caso de la parte plana y media cordillerana que da al Cauca, el primer período tiene una participación promedio del 35%, frente a una del 32% del segundo período.

La fachada pacífica en el departamento presenta un régimen con tendencia monomodal, en el que a una época de mayores lluvias, centrada en el segundo semestre del año civil, sigue una de menores lluvias.

El régimen térmico no presenta mayores variaciones en los valores medios mensuales y anuales; este comportamiento se explica por la situación del departamento en la zona de bajas latitudes. Al contrario, son apreciables las variaciones diurnas por las contrastadas diferencias de radiación entre el día y la noche. Así, por ejemplo, en la estación del Ingenio Manuelita (Palmira) se ha registrado una amplitud térmica de 22.5°C, como diferencia entre la máxima absoluta al medio día y la mínima absoluta en la madrugada.

En las épocas de menores lluvias, las diferencias térmicas a nivel diurno son más fuertes que en las de mayores lluvias puesto que hay menos cobertura de nubes y, por consiguiente, mayor efecto de recepción de calor durante el día y liberación de éste en la noche.

Suelos

Desde el punto de vista fisiográfico, los suelos del departamento del Valle del Cauca se pueden estudiar según la región a la que pertenecen, como son: la llanura del Pacífico, las cordilleras Central y Occidental y el valle del río Cauca.

- En la **llanura del Pacífico:** se localizan los suelos de la planicie marina, desarrollados sobre variadas formas del relieve. Dominan los playones sin formación de suelo, las barras y bancos con suelos arenosos y con un alto contenido de materia orgánica y, las marismas con suelos poco desarrollados pero con un alto contenido de sales, provenientes de las aguas del mar, permitiendo la sustentación de vegetación halohidrófila, principalmente de mangle, nato y palma naidí. Estos suelos se hallan expuestos a los movimientos de las mareas durante todo el año.

En la zona de las colinas bajas próxima a la costa, se ubican suelos originados a partir de arcillas y gravillas, que descansan sobre un substrato de limolitas de origen marino. Son suelos profundos y moderadamente bien drenados, en la actualidad intervenidos por procesos de colonización con cultivos de subsistencia y aprovechamiento de las especies maderables naturales.

- En las **cordilleras Occidental y Central** dominan dos tipos de paisajes fisiográficos: las colinas y montañas.

A las *colinas de la cordillera Occidental* corresponden suelos desarrollados a partir de sedimentos fluvio-volcánicos y de bancos de arenisca conglomerática, que alternan con arcillas. Los suelos tienen drenaje natural excesivo debido al escurrimiento, siendo afectados principalmente por erosión hídrica superficial. El uso actual es de ganadería extensiva.

A las *colinas de la cordillera Central* corresponden suelos originados a partir de diatomitas, arenis-

cas conglomeráticas, arenas tobáceas y arcillas; son superficiales y presentan limitaciones para la agricultura por la inclinación del terreno, pero explotados en la actualidad con ganadería extensiva.

Los *suelos de montaña de las vertientes bajas de la cordillera Occidental* se han desarrollado a partir de diabasas poco meteorizadas, en modelado quebrado o escarpado. Son superficiales, y en la vertiente occidental presentan un drenaje excesivo. El principal uso de estos suelos es la ganadería extensiva con pastos naturales.

En la *zona de montaña de las vertientes medias cordilleranas* se encuentran suelos originados a partir de cenizas volcánicas, en modelados que van de fuertemente ondulado a muy quebrado. Son suelos profundos, bien drenados y hacen parte del cinturón cafetero de las cordilleras. En la vertiente occidental de la cordillera Occidental, los depósitos de cenizas volcánicas son delgados y los suelos son superficiales y limitados por rocas.

Los *suelos de montaña de la vertiente alta* se originan a partir de depósitos de gran espesor de cenizas volcánicas que recubren diabasas y basaltos, en modelados fuertemente ondulado a quebrados. Son suelos profundos, bien drenados y muy ricos en carbón orgánico. El uso actual es la agricultura semintensiva (papa, cebada, trigo, fríjol) con zonas donde se desarrolla una ganadería extensiva.

Los *suelos de los páramos* se ubican en modelados ondulado a quebrados, desarrollados sobre depósitos orgánicos y cenizas volcánicas que descansan sobre material metamórfico e ígneo de las cordilleras. En la cordillera Occidental estos suelos ocupan poca extensión y tiene abundantes afloramientos rocosos.

- **Valle del río Cauca:** aquí se pueden identificar tres subunidades morfológicas representativas:

La planicie aluvial de desborde, en la zona más próxima al río, con suelos sobre diques y napas de

desborde (zonas bajas de inundación), desarrollados a partir de sedimentos aluviales en modelados planos y cóncavos. En los diques, los suelos son profundos y regularmente drenados, limitados en algunos sectores por sales y/o sodio. Se encuentran dedicados a la agricultura, siendo el algodón el cultivo más importante. En las napas, los suelos son superficiales con drenaje muy pobre y limitados por sales y/o sodio, dedicados a la ganadería extensiva.

La planicie fluvio-lacustre, representada básicamente por terrazas, recostadas en el flanco oriental del río, tiene suelos originados a partir de sedimentos fluvio-lacustres, con texturas arcillosas. El drenaje natural es pobre y en las zonas bajas están limitados por hidromorfismo y, en general, por sales y/o sodio. Su uso es el agrícola, con cultivos como la caña de azúcar y pastos.

En la planicie aluvial de piedemonte se identifican dos tipos de suelos: unos en abanicos recientes y explayamientos de los ríos afluentes del Cauca y los otros en abanicos antiguos, los que se distribuyen indistintamente desde el pie de las cordilleras hasta zonas muy próximas al río. Los suelos se han desarrollado a partir de materiales aluviales, en los abanicos recientes limitados por sales y sodio y en los antiguos por horizontes compactos, grava o pedregosidad. La actividad de mayor importancia es la agricultura donde sobresalen la caña de azúcar, la soya, el algodón, el maíz, el arroz, el sorgo, la vid, el plátano, la yuca y las hortalizas.

Erosión

En el departamento del Valle del Cauca se identifican varias zonas afectadas por la erosión en sus diferentes procesos y grados de intensidad.

La zona de las cordilleras, con excepción de los páramos, presenta un proceso generalizado de remoción en masa, con una intensidad calificada entre leve y moderada; en algunos sectores bien localizados se evidencia

erosión laminar y encarcavamientos, con un desarrollo moderado a fuerte, correspondientes a las cuencas de los ríos Dagua y Dovio, en los municipios de Bolívar y El Dovio. Con procesos de menor intensidad también se presenta una zona en forma alargada, en la vertiente oriental baja de la cordillera Occidental, desde el sur de Cali hasta Ansermanuevo, en el extremo norte del departamento.

Estos movimientos en masa son provocados por el agua de infiltración y de escorrentía que hacen perder la cohesión de las partículas de suelo, arrancándolas y produciendo disección.

Los procesos de erosión difusa en los que juega un papel importante la lluvia, se localizan en la zona de colinas de la vertiente baja de la cordillera Central (desde el norte de Buga hasta Cartago). En la llanura del Pacífico (área de colinas bajas), este proceso es más escaso debido a que el cubrimiento de vegetación es mayor, la que

bosque se encuentra en el piso ecuatorial, a lo largo de la zona costera del Océano Pacífico, sobre áreas inundadas por mareas y en llanuras fluvio-marinas, en terrenos planos o suavemente ondulados, con una temperatura promedio anual de 25°C, y una lluviosidad anual superior a 5.000 mm. Está conformado por árboles entre 25 y 30 m de altura y por algunos arbustos que se adaptan al empuje de las olas.

Los lodazales sobre los cuales crecen presentan un alto grado de salinidad, aunque se puede encontrar también sobre suelos orgánicos más ácidos y menos salinos.

En esta clase de bosque se encuentran, entre otros, los siguientes árboles: mangle rojo, colorado o conche caimán (*Rizophora brevistyla*); mangle picudo (*Pellicera rizophorae*); mangle piñuelo, jeli o botón (*Casuarina erecta*); mangle negro o

superior y las flores de la mayoría de los árboles nacen directamente sobre el tronco y ramas principales. El sotobosque es relativamente poco denso y de fácil penetración, el estrato herbáceo es pobre y, los musgos y líquenes son frecuentes. Esta clase de bosque está integrado por una gran variedad de árboles, entre los que sobresalen los siguientes: anime (*Protium sp.*), chanul (*Sacoglitis procera*), mora (*Miconia ruficalix*), tangare (*Carapa guianensis*) y sande (*Brosimum utile*).

- **Bosque muy heterogéneo en especies sobre colinas de relieve abrupto (Hylea del Pacífico):** Hace parte del piso ecuatorial y se desarrolla sobre zonas que tienen una topografía fuertemente ondulada. Los árboles son de porte bajo y con copas pequeñas; los que tienen mayor representación son el caimito blanco (*Pouteria eugenifolia*), sorogá (*Vochysia ferruginea*), chanul (*Sacoglitis procera*), palma barrigona (*Iriarteia sp.*), y palma sanpedrito (*Oenocarpus panamanus*). Los árboles en su mayoría, se utilizaban para la obtención de pulpa de papel y los que no sirven para este fin, para cercas de potrero, leña o construcción de viviendas.
- **Bosque sobre el piedemonte cordillerano y serranías:** este bosque forma parte del piso subandino y consta de dos estratos fundamentales: el superior es cerrado, de hojas persistentes, los troncos son generalmente lisos y muy poco ramificados; el estrato inferior se hace más notorio y las epífitas (quiches, orquídeas y helechos) son más frecuentes. Los árboles que crecen en pendientes mayores del 50% son achaparrados y mal formados. Entre los árboles más característicos se encuentran el carbonero (*Hirtella racemosa*), cuángare (*Virola reidii*), mora (*Clarisia racemosa*), encenillo (*Weinmannia sp.*) y popa (*Couma sp.*).
- **Bosque de zonas escarpadas de cordillera:** se encuentra en el piso andino y alto andino, con una temperatura media anual entre 6° y 12°C. y un promedio anual de lluvias mayor de 1.500 mm. Son característicos los árboles no mayores de 20 m de

altura, de troncos rugosos y no tan rectos, y de hojas persistentes; hay gran profusión de helechos arbóreos, arbustos, hierbas, musgos, líquenes y epífitas (quiches y orquídeas). El bosque está integrado principalmente por los siguientes árboles: encenillo (*Weinmannia sp.*), roble (*Quercus humboldtii*), platero (*Ilex sp.*), pino romerón (*Podocarpus rospigliosii*) y sietecueros (*Tibouchina grossa*).

Los bosques de roble y pino se utilizan para aserrío y ebanistería y los desperdicios para leña y carbón. Los bosques de las zonas escarpadas deben conservarse ya que son indispensables para la protección de los suelos y la conservación y regulación de las aguas.

- **Vegetación de páramo:** en este tipo especial de vegetación, son característicos los extensos pajonales (*Calamagrostis effusa*), donde predominan las gramíneas, frecuentemente acompañadas por frailejones (*Espeletia sp.*); en lugares muy localizados hay arbustos muy ramificados, como el romero (*Displostephium sp.*) y el chite (*Hypericum sp.*). En la cordillera Central entre los 4.300 y 4.700 msnm se encuentra el superpáramo, cuya parte inferior está dominada por pastizales aunque de porte más reducido que en el páramo; en las partes más altas, la vegetación se reduce a pequeños parches que se desarrollan sobre arenas.
- **Vegetación de zonas de tendencia seca:** ocupa una pequeña extensión del departamento, correspondiente al Alto Dagua. La vegetación está compuesta preferencialmente de piñón de oreja (*Enterolobium cyclocarpum*), guamacho (*Peireskia colombiana*), trupillo (*Prosopis juliflora*) y carbón (*Cephalocereus colombianus*).

Áreas de Reserva Forestal

Dentro del área de jurisdicción de la Corporación existen las siguientes áreas de reserva (Cuadro 1).

Comparte con Codechocó el área de Reserva Forestal Productora del San Juan-Calima-Dagua, con una ex-

Cuadro 1. Areas de Reserva del departamento del Valle del Cauca

NOMBRE DE LA RESERVA	NORMA DE CREACION		AREA (ha)	LOCALIZACION
	RESOL. N°	FECHA		
Parques Nacionales Naturales				
Los Farallones de Cali	282 (Incora)	julio de 1968	150.000	Cali, Jamundí, Dagua, B/tura Valle, Tolima
Las Hermosas	158	junio de 1977	125.000	
Isla de Malpelo (Santuario de fauna y flora)	1.292	1995	1.300	
Subtotal			276.300	
Reservas-Resguardos indígenas				
Ríos Escalerete y San Cipriano.	012	1993	5.400	Buenaventura
Central (Cordillera Central)	Ley 2	1959		
Del Pacífico	Ley 2	1959		El Dovio
Río Garrapatas	021	1980	15.730	Buenaventura y Chocó
Chachajo	103	1981	2.240	
Río Dagua	004	1964	43	Buenaventura
Río Naya (Joaquincito)	048	1989	774	Buenaventura
Guayacán - Santa Rosa	054	1989	236	Bolívar
Cañón río Sanquinini	043	1992	2.938	
Wasiruma (FNA)*		feb. 16/94	43	
Cabeceras o Puerto Pizarro	013	1983	2.920	Buenaventura y Chocó
Burujún-La Unión-San Bernardo	012	1983	6.960	Buenaventura y Chocó
Subtotal			37.284	
TOTAL			313.584	

*(FNA) : Fondo Nacional Agrario

Fuente: Minambiente (1996).

tensión de 436.200 hectáreas, de las cuales 205.000 corresponden a zonas de uso múltiple, y con una extensión de bosques naturales continuos de aproximadamente 231.000 ha, las cuales pertenecen al sistema de Parques Nacionales. Hace parte de la unidad de producción en la región norte donde se localizan los municipios de Istmina y Bajo Baudó, en el departamento del Chocó, hasta los límites del Valle del Cauca en el río San Juan; continuando hacia el suroeste se entra en la región central, que comprende gran parte de la cuenca del río Calima, en el municipio de Buenaventura, para llegar a la zona meridional, conformada por parte de las cuencas de los ríos Dagua y Anchicayá.

En la misma área se ubica la superficie reservada a la Gobernación del departamento del Valle del Cauca don-

de opera la Secretaría de Agricultura y Fomento del Departamento y el Centro Forestal Tropical de la Universidad del Tolima. El terreno tiene una extensión de 4.700 ha, donde se desarrollan actividades de investigación. En su totalidad la unidad corresponde a terrenos nacionales, que a su vez hacen parte del territorio declarado como Area de Reserva Forestal del Pacífico, a través de la Ley 2ª de 1959.

Dentro de los terrenos propuestos para ser declarados como de producción se encuentran parcialmente localizados cuatro resguardos indígenas a saber: cabeceras de Puerto Pizarro, Taparal, Pichimá y Togoromá. Además, se ubican allí lo totalidad de los terrenos de los siguientes resguardos indígenas: Chapieng - Tordó, Docampadó, Unión Chocó y Santa María de Pangala.

Aspectos Socioeconómicos

Desde el punto de vista económico en el Valle del Cauca se agrupan en tres grandes sectores: el primero es el sector industrial y siguen en su orden, el agropecuario y el comercio. Estos tres sectores generan el 58% del PIB del departamento.

Uso del Suelo

El uso del suelo se refiere al aprovechamiento que el productor hace del espacio agropecuario. La modalidad más representativa de uso del suelo en el Valle, corresponde a la superficie de tierras en pastos (532.197 ha) especialmente los municipios ubicados en el norte y el centro del departamento ocupando tierras de ladera; esta actividad muestra una leve tendencia a la disminución; la superficie agrícola representada en los cultivos permanentes y semipermanentes muestra un comportamiento estable (179.564 ha), y los cultivos temporales (150.349 ha); y otros usos (CVC, 1988). El departamento posee una gran diversificación agrícola; gracias a la presencia de tierras planas en el valle del río Cauca, que permiten una agricultura tecnificada; se destacan la caña de azúcar, como cultivo básico en el sector agroindustrial, sorgo, soya y el algodón. En tierras de vertiente en el piso térmico templado, el café es el principal cultivo, especialmente en los municipios de Ansermanuevo, El Cairo, Ulloa, Alcalá, Trujillo, Caicedonia y Sevilla. En la región del Pacífico se destacan el maíz, el plátano y el arroz.

Explotación Forestal

La actividad forestal (explotación maderera) se realiza principalmente en el occidente, en la zona de Buenaventura, donde sobresalen las especies virola, sajo y sande. La siembra de bosques en el departamento, contribuye no solo a la producción de madera, sino que proporciona la conservación del medio ambiente, la regulación de los caudales, la disminución de los riesgos de erosión, disminuye la presión que continuamente se ejerce sobre los bosques naturales. Las empresas del departamento que se encuentran vinculadas a la industria del papel se han constituido en un factor im-

portante en la conservación de los bosques y en un impulso para la implementación de programas de reforestación. Según la CVC la superficie en reforestación se ha venido incrementando, hasta el punto que en 1998 se cuenta con 13.851 ha reforestadas en el departamento.

Infraestructura y Servicios

Transportes

Terrestres: la actual red de carreteras en el Valle del Cauca es el reflejo del desarrollo industrial del departamento. La red principal está conformada por una línea troncal norte-sur de la cual se desprenden varios ramales hacia el este y oeste, que comunican el departamento con Bogotá, Armenia, Pereira, Ibagué, Neiva y Popayán. El departamento cuenta con un total de 9.778 km de carreteras, de las cuales 18.7% son pavimentadas. El 10% son nacionales, el 63% son departamentales, el 19% municipales y el 8% pertenecen a la categoría de caminos vecinales.

Férreo: su cobertura en el departamento corresponde a la División Pacífico cuya red tiene 751 km, de los cuales, 583 están en uso. Comprende dos líneas:

- a. Cali-Buenaventura, que pasa por Yumbo, Dagua y Córdoba.
- b. Cali-Cartago, que corre paralela a la troncal norte-sur y pasa por Palmira, Guacarí, Buga, Tuluá, Zarzal y Obando.

Aéreo: es el medio de transporte más rápido pero sus costos por pasajero y carga son muy elevados. El aeropuerto Alfonso Bonilla Aragón, el más grande e importante del suroccidente del país, tiene un movimiento muy intenso.

Marítimo: en la costa se presentan grandes bahías como la de Buenaventura, donde se localiza la ciudad del mismo nombre, que constituye el puerto marítimo más importante del país en términos de volúmenes de carga exportada e importada.

II. Áreas 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 del Valle del Cauca 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 (2'214.000 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 mapas de la zonificación de *áreas de exclusión* y *zonas potencialmente aptas* para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales, los cuales se graficaron a escalas de 1:1'527.765 y 1:1'525.456, 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 digitalizaron los mapas más actualizados sobre suelos, clima, zonas de vida y de uso actual del suelo tomado a una escala original de 1: 250.000, elaborados por la Subdirección de Recursos Naturales y la Subdirección de Desarrollo de la CVC, en ambiente ARC-INFO con sus respectivas topologías.
- 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 mapas respectivos, 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 la CVC, para generar la respectiva cartografía.

- h. 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 Tipos de Suelos

El proceso metodológico se basó en criterios técnicos, recopilados de diferentes investigaciones y manuales silviculturales en donde se presentan los requerimientos y limitantes de los 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 Estudio de Suelos del área jurisdiccional de la Corporación, realizado por la Subdirección de Recursos Naturales, División de Asistencia Técnica Agropecuaria, Sección de Suelos de la CVC, en el año de 1991, en escala 1: 250.000 (véase 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 presentan suelos con fisiografía escarpada, fuertemente ondulada, quebrada, con pendientes superiores al 50%, suelos severamente erosionados y afloramientos rocosos.

Exclusión por Aspectos Climáticos

En la determinación de las zonas aptas para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales, desde el punto de vista climático, se tomó como base 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 ploteó el estudio de zonificación climática preliminar con fines agrícolas y forestales, realizado por la Subdirección de Recursos Naturales de la CVC, en el año de 1986, a una escala de 1:250.000 para determinar las áreas con iguales condiciones climáticas.

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

Sobre el flanco occidental de la cordillera Occidental se localiza la zona más lluviosa del departamento, allí las cantidades pluviales superan los 4.000 mm anuales. En esta vertiente se debe considerar un caso que se sale del esquema, representado en el valle alto y medio del río Dagua donde, por efecto de abrigo, únicamente recibe lluvias con valores medios anuales inferiores a 2.000 mm

En el área montañosa interandina las lluvias son inferiores a los 3.000 mm anuales, las cuales disminuyen notablemente en el valle del río Cauca, siendo inferiores a los 1.000 mm, que se explica por el efecto de abrigo de las montañas que lo rodean.

Una vez determinadas las áreas con igualdad de condiciones ambientales, se procedió a realizar la exclusión

de las zonas con limitantes de tipo climático en los siguientes aspectos:

- a. Áreas con temperatura promedio anual inferior a 7°C y superior 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 1000 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.

En el Mapa 2 se presentan estos aspectos climáticos.

Exclusión por Uso Actual 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 el uso del suelo. Para realizarlo se utilizó la terminología definida por el IGAC y tomada del Atlas Básico de Colombia (1989).

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

1. Áreas con bosques naturales.
2. Áreas con cultivos.
3. Áreas de reservas y parques naturales.
4. Zonas de páramo.



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 área jurisdiccional de la CVC, en los departamentos del Valle y Cauca, realizado por la División de Asistencia Técnica Agropecuaria, sección de Suelos de la CVC, en el año de 1991, a escala 1: 250.000, se digitalizó el mapa de usos del suelo.

Se realizó la exclusión de las siguientes áreas:

- Bosques naturales: Llanura del Pacífico (bosques homogéneos, bosques de terrazas, bosques heterogéneos de colinas), bosques de zonas escarpadas, bosques de páramo.
- Areas con cultivos, como el valle del río Cauca y con pastos artificiales.
- Reservas naturales, que suman 313.584 ha.
- Zonas de páramo.
- Areas con aptitud forestal que se ubican por encima de los 2.800 msnm, por considerarse como límite altitudinal y biofísico para el desarrollo de las plantaciones comerciales.

En el Mapa 3 se presenta la zonificación por uso actual del suelo de la región.

Zonas Aptas para la Reforestación en el Valle del Cauca

Como resultado de la zonificación realizada en el área de jurisdicción de la Corporación y siguiendo la metodología expuesta anteriormente, en la *Región Andina del departamento del Valle del Cauca* se cuenta con un total de 61.362 ha de vocación forestal aptas para el establecimiento de plantaciones comerciales, de un total de 1'372.680 ha de la porción andina del Valle

del Cauca, (Mapas 4 y 5) que se distribuyen de la siguiente manera:

• Regional Suroccidente - Yumbo

Ubicación: comprende una zona distribuida en los municipios de Cali, Jamundí, Vijes, Yotoco y Yumbo. Incluye una pequeña región del flanco suroriental de la cordillera Occidental, con un área potencial a reforestar de 7.258 ha.

Clima: comprende los pisos térmicos templado y frío. Con una precipitación media anual que oscila entre 1.500 y 3.000 mm con temperaturas que varían entre 17° y 26°C.

Altura de 900-1.100 y 1.900-2.100 msnm.

• Regional Suroriente - Palmira

Ubicación: comprende una zona distribuida en los municipios de El Cerrito, Florida, Ginebra, Candelaria, Guacarí, Palmira y Pradera. Incluye una extensa región del flanco suroccidental de la cordillera Central, con un área potencial de 15.510 ha.

Clima: comprende los pisos térmicos cálido, templado y frío. Con una precipitación media anual que oscila entre 2.500 y 3.000 mm.

Altura de 500 a 2.100 msnm.

• Regional Centro - Tuluá

Ubicación: comprende una pequeña zona distribuida en los municipios de Andalucía, Buga, Calima, Riofrío, Trujillo, Bugalagrande, San Pedro, Tuluá y Sevilla, en el flanco occidental de la cordillera Central, con un área potencial a reforestar de 15.751 ha.

Clima: comprende el piso térmico templado. Con una precipitación media anual que varía entre 2.000 y 2.500 mm.

Altura: de 1.000 a 1.800 msnm.

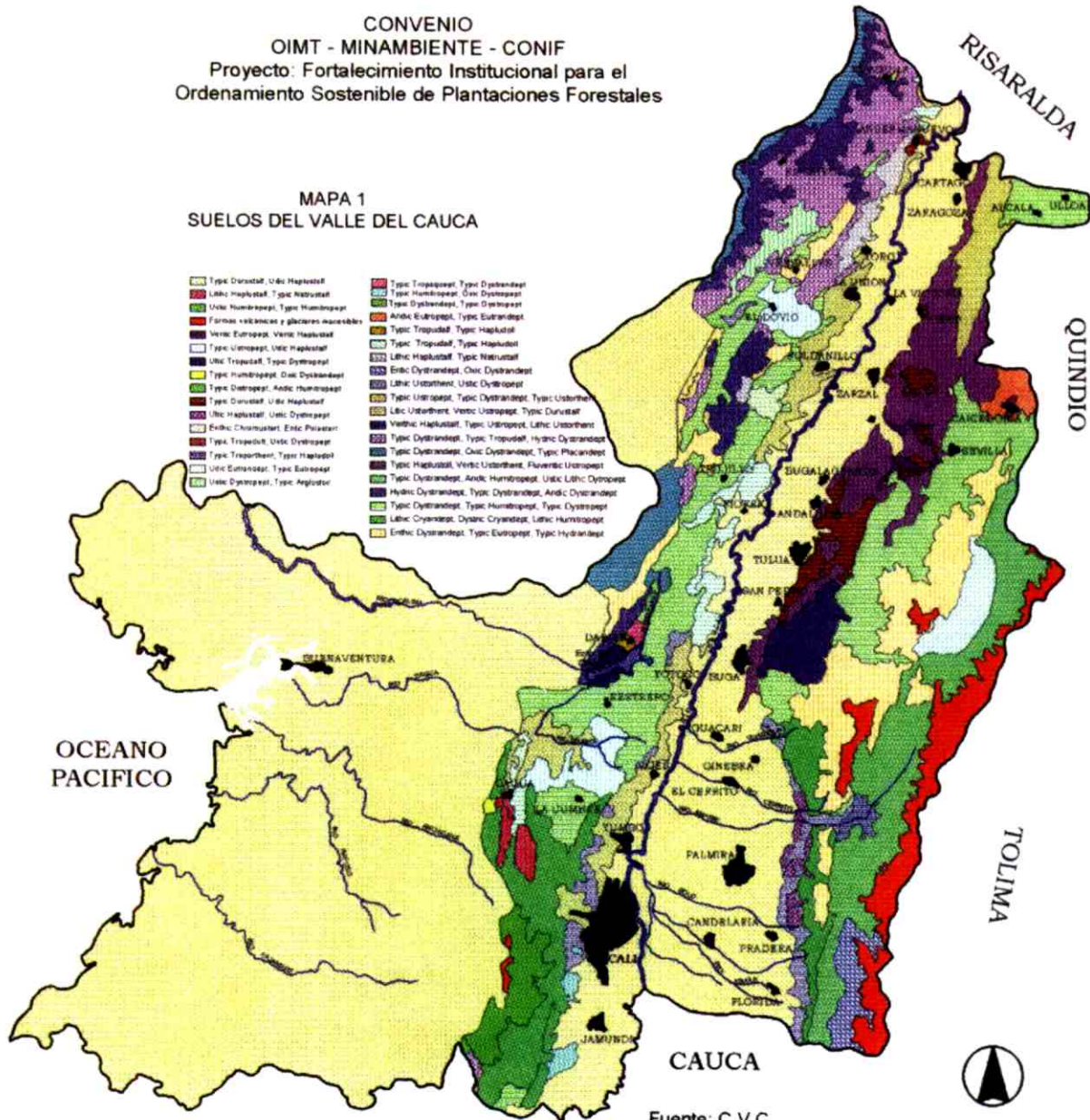
Cuadro 2. Características generales de las zonas de vida presentes en las áreas de vocación forestal aptas para el establecimiento de plantaciones forestales de tipo comercial en la jurisdicción de la CVC.

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					
bms - T	> 24	500 - 1.000						Semiárido	Plana, algunas serranías	Sin bosques nativos. Incendios. Sobrepastoreo.	Pastos. Agricultura intensiva con riego. Proyectos de reforestación con especies nativas.	Cordillera Occidental. Río Dagua, Loboguerrero, Norte de Cali.
bs - T	> 24	1.000 - 2.000	0 - 1.100	Alto contenido de bases intercambiables. Alta saturación de bases	Media	Moderadas a suaves	Mal		Plana, ondulada ligeramente quebrada.	Sin bosques nativos.	Agrícola, ganadería (pastos: guinea, part., yaraguí).	
bs - PM	18 - 24	500 - 1.000		Las tierras planas y ligeramente onduladas son altamente productivas		Fuertemente inclinados, mesetas planas.		Sub-húmedo	Fuertemente inclinada o mesetas planas.	Sin bosques nativos.	Pastoreo. Cultivos: tabaco, maíz, caña de azúcar, cítricos.	
bh - PM	18 - 24	1.000 - 2.000	900 - 2.000			Suavemente inclinada a fuertemente quebrada.	Bueno	Húmedo	Valles aluviales, lomas y laderas suavemente inclinadas hasta fuer-	Muy modificada por el hombre. Explotación intensiva de bos-	Cultivos: café, maíz, caña de azúcar, frutales. Potreros. Reforestación en sitios pendientes. Minitundios.	Zona cafetera del valle del río Cauca y cuencas interiores de algunos ríos.
bh - MB	12 - 18	1.000 - 2.000	2.000 - 3.000	Buena			Bueno	Húmedo	Variable: llanuras hasta flancos de las cordilleras.	Muy modificada por el hombre. No existe el bosque natural.	Potreros, rastrojos. Cultivos: papa, trigo, maíz, frutales. Flores, hortalizas. Reforestación en sitios pendientes.	Piedemonte de las cordilleras; partes altas de los cerros montañosos de los ríos.
brmh - MB	12 - 18	2.000 - 4.000	1.900 - 2.900				Bueno	Perihúmedo	Accidentada. Mesetas onduladas y quebradas.	Existe bosque nativo con diversas especies. Abundancia de epifitas, helechos arborescentes. Palmeras.	Potreros. Bosques secundarios, rastrojos, chusque. Cultivos: maíz, frijol, papa, flores. Maderas de valor comercial. Ganadería. Reforestación.	Franjas de las vertientes del río Cauca; hacia la parte alta hasta los páramos y en su nivel inferior por las zonas cafeteras (piso premontano).
brmh - M	6 - 12	1.000 - 2.000	> 2.900	Pobres. Suelos ácidos. Contenido alto de materia orgánica.			Bueno	Perihúmedo	Accidentada. Pendientes fuertes	Bosque nativo de poca altura. La humedad favorece	Cultivos: papa, trigo, cebada. Se debe conservar con vegetación nativa.	Franja de los páramos. En la Cordillera Central en las cuencas montañosas de las vertientes del río Cauca.
bp - M	6 - 12	> 2.000	2.800 - 2.900			Muy pendiente.		Superhúmedo.	Muy quebrada. Valles estrechos.	Se debe conservar la vegetación nativa.	Ganadería. Cultivos: papa. Preparación de carbón vegetal.	Subpáramos. En la cordillera Occidental y Central del Valle del Cauca.

Fuente: Espinal y Montenegro (1963).

CONVENIO
OIMT - MINAMBIENTE - CONIF
Proyecto: Fortalecimiento Institucional para el
Ordenamiento Sostenible de Plantaciones Forestales

MAPA 1
SUELOS DEL VALLE DEL CAUCA



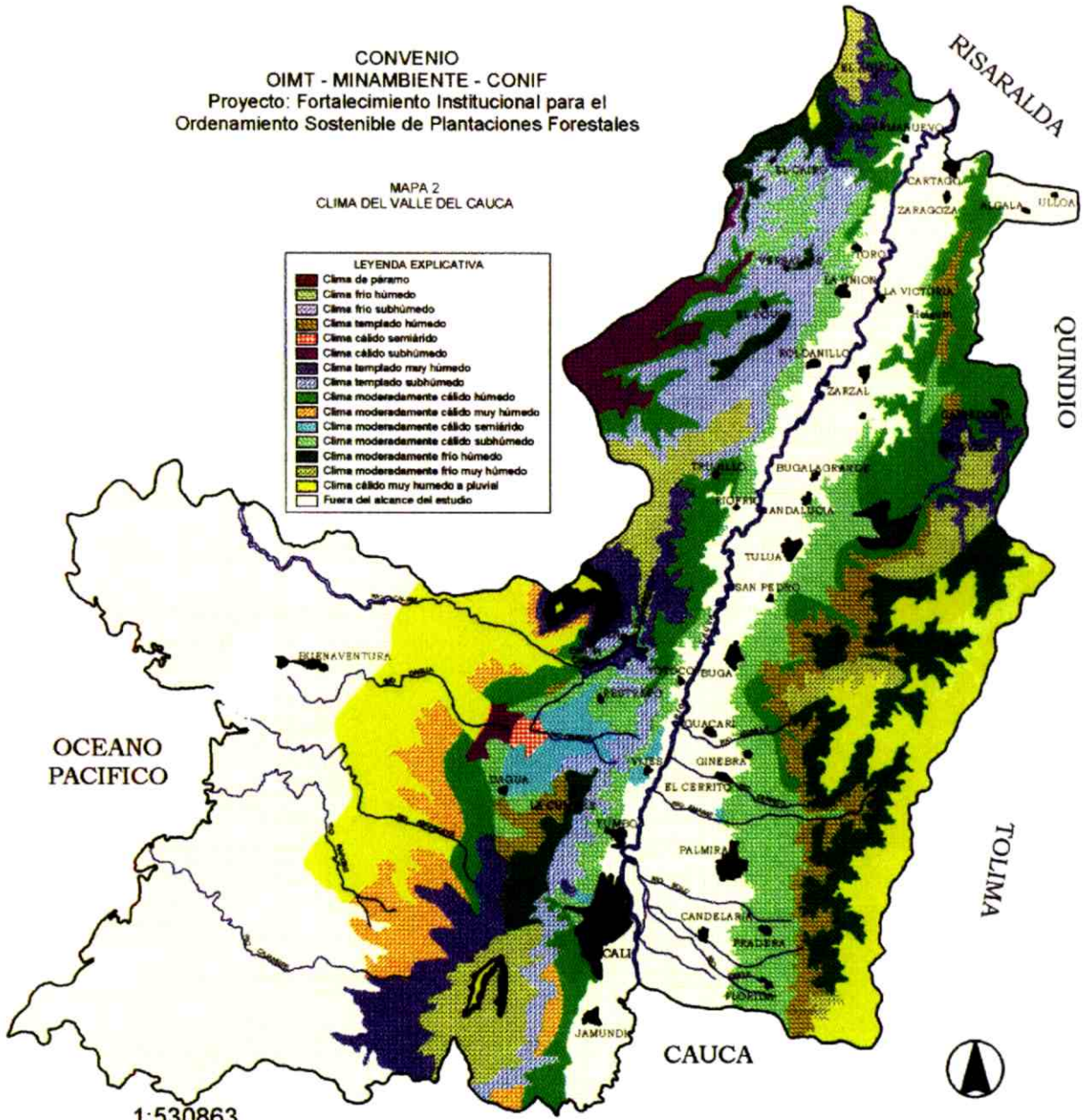
Fuente: C.V.C.

CONVENIO
OIMT - MINAMBIENTE - CONIF
Proyecto: Fortalecimiento Institucional para el
Ordenamiento Sostenible de Plantaciones Forestales

MAPA 2
CLIMA DEL VALLE DEL CAUCA

LEYENDA EXPLICATIVA

	Clima de páramo
	Clima frío húmedo
	Clima frío subhúmedo
	Clima templado húmedo
	Clima cálido semiárido
	Clima cálido subhúmedo
	Clima templado muy húmedo
	Clima templado subhúmedo
	Clima moderadamente cálido húmedo
	Clima moderadamente cálido muy húmedo
	Clima moderadamente cálido semiárido
	Clima moderadamente cálido subhúmedo
	Clima moderadamente frío húmedo
	Clima moderadamente frío muy húmedo
	Clima cálido muy húmedo a pluvial
	Fuera del alcance del estudio

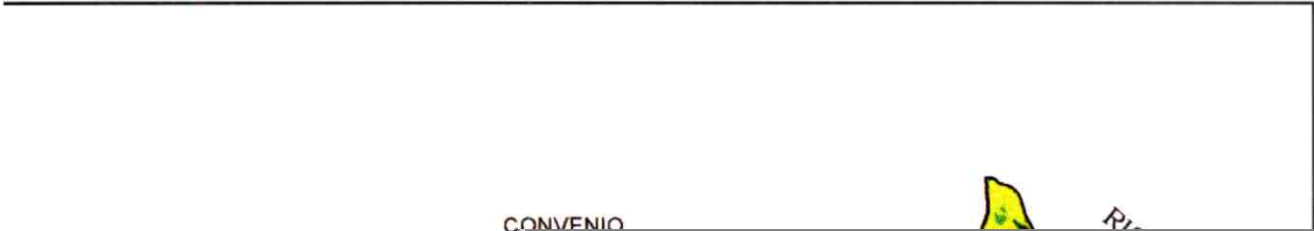


OCEANO
PACIFICO



1:530863

Fuente: C.V.C



CONVENIO



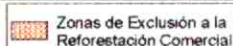
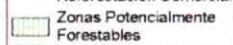

P.



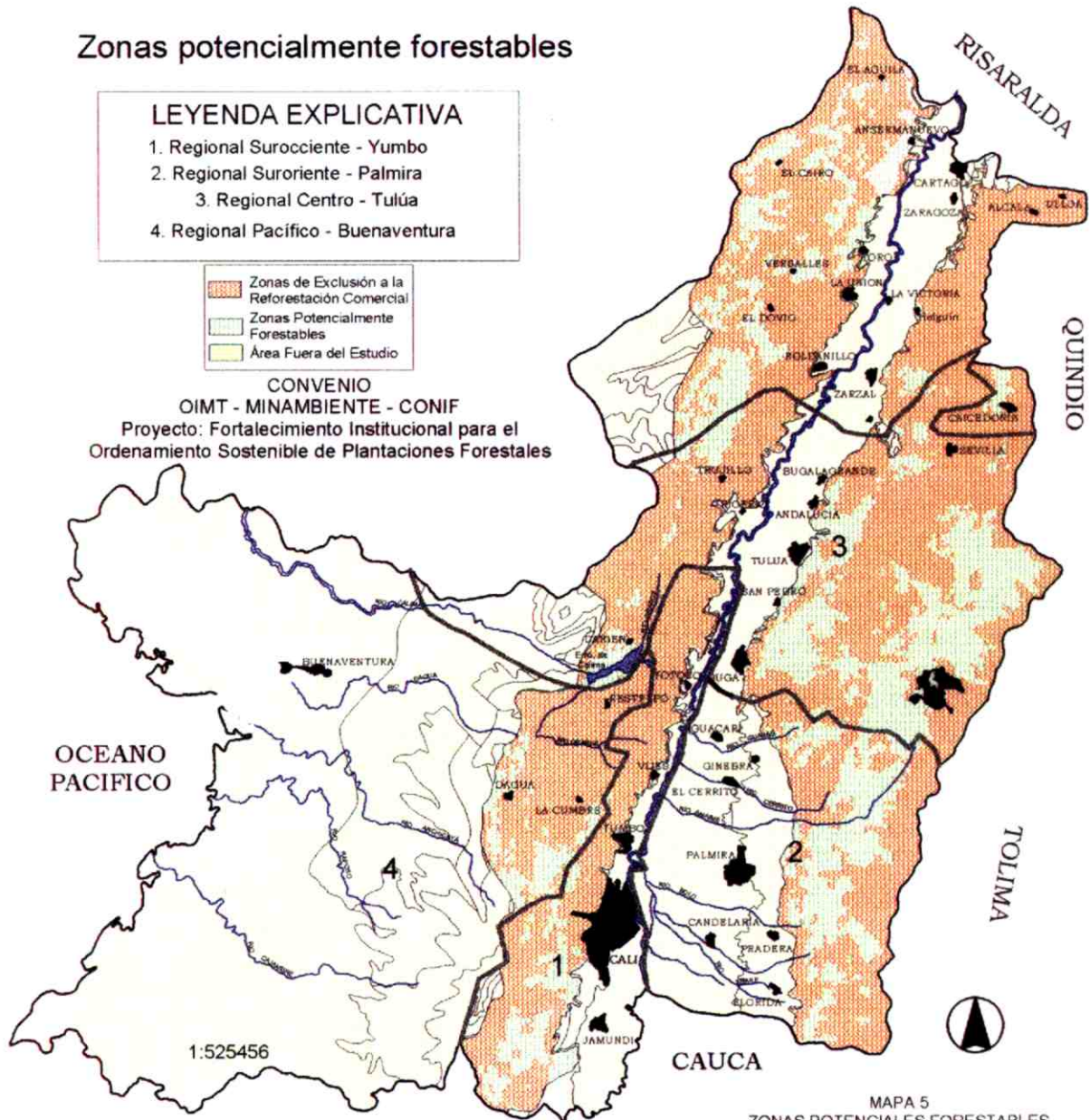
Zonas potencialmente forestables

LEYENDA EXPLICATIVA

1. Regional Suroccidente - Yumbo
2. Regional Suroriente - Palmira
3. Regional Centro - Tulúa
4. Regional Pacífico - Buenaventura

-  Zonas de Exclusión a la Reforestación Comercial
-  Zonas Potencialmente Forestables
-  Área Fuera del Estudio

CONVENIO
OIMT - MINAMBIENTE - CONIF
Proyecto: Fortalecimiento Institucional para el
Ordenamiento Sostenible de Plantaciones Forestales



MAPA 5
ZONAS POTENCIALES FORESTABLES
DEL VALLE DEL CAUCA

Fuente: CONIF, 1998

III. Especies adecuadas para la región

Selección de Especies

Para asegurar una óptima producción de madera y/o otros productos y subproductos forestales, 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 (continúa)

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 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 forestables determinadas por la zonificación de la ONIC. Se estable-

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 jorullensis</i>	aliso	2.200-2.800	7 - 14	1.000-2.500	Alta	bs-M/bh-M; bmt-MB	húmedo, muy húmedo	20-50 %	quebrado	moderado/ bueno	F	ácidos	presencia materia orgánica	superficial a profundo						
2 <i>Carrizana pyriformis</i>	abarco	0-800	24	2.000-5.000	Baja	bh-T, bmt-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>Cordia alliodora</i>	lauriel	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	bmt-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	FAr, 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 %		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	presencia materia orgánica	profundo						
11 <i>Jacaranda copala</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, bmt-PM, bh-PM	seco, húmedo, muy húmedo	10-25%	ondulado	bueno	A, Ar	casi-neutro	poco fértiles	profundo						
13 <i>Pinus oocarpa</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 llorón	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>Prochloa 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	bueno	superficial a profundo						
16 <i>Tabebuia rosea</i>	roble, flomorado	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	1.000-1.000	Alta	bs-T, bh-T	seco, húmedo	15-25%	ondulado	bueno	F, FA, FAr	casi-neutro	suelos fértiles	profundo						
18 <i>Schizobolium parathyrum</i>	lambor	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

cuenta el conocimiento silvicultural de las especies, la superficie reforestada 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.

Estos criterios se cuantificaron mediante una escala de puntajes y se analizaron para cada una de las especies promisorias; la especie seleccionada como la de mayor importancia regional para proyectos de reforestación comercial fue la que registró el mayor puntaje. Analizando estos aspectos se procedió a calificar cada una de las especies utilizando una escala de 1 a 5, así:

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 consolidación de la información anteriormente descrita se sintetiza en el Cuadro 4, en el cual se califica el nivel de desarrollo y la silvicultura conocida para cada una de las principales especies forestales utilizadas y el área reforestada en proyectos comerciales en el área de jurisdicción de CVC.

En cuanto al área reforestada, se destacan las especies *Eucalyptus grandis*, con 3.318 ha que corresponde al 24% del área total plantada en el departamento, seguida por la especie *Pinus kesiya* con 2.739 ha y *Pinus oocarpa* con 2.074 ha, utilizadas comercialmente y con un desarrollo industrial importante (CVC, 1998).

La especie forestal más frecuente en plantaciones forestales comerciales en la jurisdicción de la CVC, es el *Eucalyptus grandis* especialmente para madera para pulpa para papel, para inmunización, palancas para minería, para aserrío, para construcción, estaconería, leña y carbón.

En el departamento se han desarrollado tecnologías aplicadas al establecimiento, manejo y aprovechamiento de la especie con énfasis en la obtención de madera para pulpa, principalmente liderados por la empresa Smurfit Cartón de Colombia S.A.

El desarrollo industrial existente para la transformación y comercialización de los productos y subproductos de esta especie, está representado por la empresa Smurfit Cartón de Colombia S.A.

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 considera que la especie *Eucalyptus grandis*, presenta grandes ventajas comparativas para su desarrollo forestal en la Región Andina en la Regional Centro del departamento del Valle del Cauca.

Cuadro 4. Priorización de especies para proyectos de reforestación comercial en el Valle del Cauca.

ESPECIES	AREA (ha) CVC (1998)	CALIFICA- CION	CALIFICA- CION	PAQUETE TECNOLOGICO	DESARROLLO INDUSTRIAL	CALIFICACION TOTAL
<i>Cordia alliodora</i>	11	-	(4)	(3)	(2)	(9)
<i>Cupressus lusitanica</i>	466	(2)	(4)	(4)	(3)	(13)
<i>Eucalyptus globulus</i>	17,5	-	(2)	(3)	(1)	(6)
<i>Eucalyptus grandis</i>	3.318	(5)	(4)	(5)	(5)	(16)
<i>Phitecellobium dulce</i>	52	(1)	(4)	(2)	(1)	(8)
<i>Pinus kesiya</i>	2.739	(5)	(3)	(3)	(2)	(12)
<i>Pinus oocarpa</i>	2.074	(5)	(3)	(3)	(2)	(13)
<i>Pinus patula</i>	1.568	(4)	(4)	(5)	(4)	(17)
<i>Pinus tecunumannii</i>	1.291	(4)	(2)	(2)	(1)	(9)
<i>Guadua angustifolia</i>	106	(2)	(4)	(5)	(3)	(14)

Fuente: CONIF, resultados del estudio.

La especie *Eucalyptus grandis* se puede desarrollar adecuadamente en algunas áreas de los municipios de Riofrío, Trujillo, Sevilla y Restrepo. La tenencia de la tierra en estos municipios corresponde en su gran mayoría a la propiedad privada (minifundios de 5 a 15 ha) terrenos que se utilizan actualmente como potreros para una incipiente ganadería.

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 de esta Guía, donde se enfatizan los aspectos técnicos, ecológicos y socioeconómicos que facilitan el establecimiento y manejo de planta-

ciones 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 la CVC en el departamento del Valle del Cauca 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 la CVC encargada de la administración de los proyectos de reforestación con recursos del CIF.

IV. Plan de establecimiento y manejo forestal para *Eucalyptus grandis*

En la presente sección se describe el Plan de Establecimiento y Manejo Forestal - PEMF específico a la especie *Eucalyptus grandis*, considerada de importancia para ciertas condiciones ambientales de la zona Andina de la jurisdicción de la CVC. El PEMF contempla aspectos silviculturales básicos y actualizados para desarrollar un proyecto de reforestación comercial, a manera de 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: pulpa y tableros aglomerados.

Turno de la plantación: 7 años.

Requerimientos ambientales de la especie

Los árboles de *E. grandis* pueden alcanzar grandes dimensiones, entre 25 a 50 m de altura, de tronco grueso y corteza caduca de color claro, desprendible en placas alargadas. Las hojas son alternas y horizontales o colgantes.

Tiene la particularidad de producir brotes indefinidos y yemas desnudas, que le permite crecer continuamente y producir nuevos órdenes de ramas mientras subsistan las condiciones favorables para su desarrollo.

Suelo

Puede crecer en suelos profundos, de textura variable pero bien drenados, preferiblemente franco-arcillosos no calcáreos. No es exigente en suelos ricos en nutrientes; por el contrario, se usa para recuperar zonas erosionadas o agotadas por el mal uso agropecuario. Se adapta mal a suelos compactos, impermeables, inundables y superficiales. No se recomienda sembrarlo en suelos con menos de 50 cm de profundidad. Es sensible a la deficiencia de boro.

Clima

Se desarrolla bien en sitios a alturas entre 1.000 y 2.000 msnm y una temperatura media anual que varía entre 10 y 35°C y una precipitación de 1.000 a 3.000 mm al año; requiere buena distribución de lluvias. No soporta las heladas.

En Colombia se ha desarrollado bien en las zonas de vida bosque/húmedo premontano (bh-Pm) y húmedo tropical (bh-T).

Reproducción de la Especie

Tipo de reproducción: por medio de semilla certificada y propagación vegetativa.

Origen del material reproductivo: las principales fuentes semilleras de esta especie provienen de fuentes importadas de Zimbabwe, Australia y Brasil; de fuentes nacionales en Restrepo, Valle del Cauca (finca Rancho Grande) y en Popayán, Cauca (fincas La Arcadia y Chupillauta) de Smurfit Cartón de Colombia S.A, con disponibilidad de semilla para la venta al público. Un kilo contiene de 450 mil a 650 mil semillas.

Por propagación vegetativa se utilizan estacas de rebrotes de los tocones una vez tumbado el árbol.

Vivero: el sustrato de las eras de germinación debe ser franco a franco-arenoso (50%) y carbonilla (50%) de carbón mineral. Mezclar aserrín o materia orgánica (compost) durante tres meses, con úrea. También se usa arena lavada. Al sustrato se le agrega una mezcla de superfosfato triple (1.000 gr/m³), haciendo una mezcla homogénea. Se aplica un herbicida preemergente. Se humedece con mezcla de agua y Goal.

Siembra de la semilla: la semilla no requiere tratamiento pregerminativo. Siete días antes de la siembra

se hace una aplicación al sustrato de Goal disuelto en agua (0.25 cm³/m²); la siembra se debe hacer directamente en bolsa plástica de 10 x 15 cm (en 1 m² de era se ubican 256 bolsas), colocando 3 ó 4 semillas por recipiente, luego se humedece y se cubren con carbonilla tamizada; las bolsas se cubren con una malla para disminuir la intensidad de luz. Se debe aplicar un fungicida (30 a 40 gr por bomba de 20 litros de agua) como Manzate ó Dithane, disuelto en agua. La era se debe cubrir. Se hace riego con aspersora durante una hora por día (4 mm de lluvia).

La germinación se inicia a los doce días y demora unos diez días, al cabo de los cuales se debe retirar la malla polisombra. Al iniciar la germinación se debe aplicar Mansate o Dithane (30 a 40 gr por bomba). Es conveniente hacer el repique del material en bolsa y aplicar Boraxick (40 cm³/bomba de 20 litros); quince días después de iniciada la germinación, se le aplica al material Cresopol y sulfato de magnesio (fertilizante foliar) en una mezcla de 100 gr/bomba de 20 litros de agua. A partir de esta etapa se hace riego durante dos horas, cada dos días. Hasta este momento la plántula alcanza una altura de 8 a 10 cm. Para acelerar el crecimiento es necesario aplicar NPK (0.2 gr/árbol), disuelto en agua. Luego, se lavan las hojas con riego: dos horas cada dos días. Cuando el material tiene 15 cm de altura, se le aplica cloruro de potasio (100 gr/bomba de 20 litros de agua) con el objeto de lignificar la plántula.

Micorrización: cuando el material tiene dos meses de edad, se aplica la micorriza basada en los hongos *Scleroderma auratum* y *Laccaria lacata*; la mezcla de micelios y tierra de los bancos de micorriza o plantaciones con comprobada micorrización se diluye en agua y se aplica a las bolsas directamente. Quince días después de la micorrización el tamaño promedio que alcanza la plántula es de 25 cm que es un tamaño apto para ser llevado a plantación definitiva en campo, el cual se alcanza transcurridos de 3 a 4 meses de edad.

Propagación vegetativa: las estacas se obtienen de rebrotes de los tocones de clones solamente probados. Los rebrotes deben tener una altura de 40 a 60 cm y un diámetro de 5 cm, que se alcanza de tres a cuatro meses

de apeado el árbol. Se obtienen estacas de 10 cm de largo con dos hojas que se cortan por la mitad y se mantienen húmedas; se les aplica un fungicida Mertek (1cm/litro de agua) durante 10 minutos. La parte basal de la estaca se corta en bisel y se impregna con una solución de ácido Indol Butírico (AIB) en concentraciones de mil partes por millón, disuelto en etanol y mezclado con talco seco. Para el enraizamiento de las estacas se ubican en el módulo de enraizamiento; allí se debe usar una mezcla de 50% de carbonilla y 50% de subsuelo amarillo con una textura franco arenosa sin materia orgánica y un pH de 6.0–6.5; se requiere alta humedad relativa (80 al 100%) que se logra bajo invernadero con riego por nebulización constante, a una temperatura de 25° a 28°C e intensidad de luz del 40 % que se controla con la malla plástica.

En este módulo de enraizamiento permanecen 5 semanas. Se micorrizan una semana después, con la mezcla de micelios de los hongos *Scleroderma auratum* y *Laccaria lacata* y tierra, disuelta en agua. Se trasplantan a un área de almacenamiento, en donde se les aplica un fungicida como Antracol, Mansate, Orthocide o Coccide. A las tres y media semanas, se fertilizan con 15-38-10 (0,1 gr/árbol); este proceso se repite cada dos semanas, hasta completar once semanas. Luego se ubican en otra área de aclimatación con riego similar al del invernadero. Allí se dejan durante siete semanas, al cabo de las cuales los arbolitos ya alcanzan lignificación y dureza para ser llevados a campo.

Sólo se recomienda obtener hasta tres rotaciones por cada siembra.

También, las plántulas se pueden producir por medio de cultivo de tejidos, para aumentar el número de clones con las características genéticas de los árboles seleccionados.

Establecimiento de la Plantación

Preparación del terreno: se hace una limpia total del terreno, con machete y se refuerza con la aplicación de herbicidas sistémicos para un mejor control de las gramíneas y protección contra la erosión. Si el terreno

tiene pendiente inferior al 30% se aconseja ararlo y rastrillarlo para permitir un rápido crecimiento. Si no es posible esta actividad, se debe hacer un plateo de un metro de diámetro y repicarlo para aflojar el suelo. Esta especie no tolera la competencia de las malezas.

Trazado y ahoyado: se hace siguiendo el sentido de las curvas a nivel a un espaciamiento de 3 x 3 m ó de 2.8 x 2.8 m en hoyos de 30x30x30 cm con un repique alrededor del hoyo de un diámetro de 60 a 80 cm.

Sistema de siembra: por la topografía presente en las regiones de los municipios aptos para la reforestación con esta especie, esta actividad se debe realizar en forma manual.

Plantación: es una actividad que se debe realizar manualmente, retirando la bolsa del pan de tierra y realizando una poda radicular al momento de la siembra, compactando el suelo alrededor de la plántula.

Fertilización: en el momento de la plantación se recomienda aplicar 70 gr/árbol de NPK (10-30-10) granulado y 10 gr de Bórax al 68%, en corona o media luna de acuerdo con la topografía del terreno. Esta recomendación es independiente del resultado del análisis del suelo que se debe realizar. Se recomienda realizar una segunda refertilización al año de la plantación con 70 gramos de NPK al voleo y en el año tres con 15 gramos de Bórax al 68%, también al voleo.

Mantenimiento de la Plantación

Limpias: durante los dos primeros años se recomienda realizar tres limpiezas por año empleando guadaña; se aplican herbicidas para eliminar las malezas en el plato de cada uno de los árboles. Después del segundo año la especie realiza un auto control de las malezas; sin embargo, se debe evitar la invasión de trepadoras.

Manejo Silvicultural

Podas: por tener poda natural, el eucalipto no requiere esta práctica, sobre todo si se planta a distancias menores de 4 metros.

Raleos: en general, dependen del crecimiento de la especie en el sitio y de los usos que se le quieran dar a los productos de las entresacas. Para la obtención de madera para pulpa no se realizan entresacas. El ciclo de cosecha para esta especie es de 7 años.

Rendimiento: cuando se emplea la procedencia adecuada y se aplican las labores culturales necesarias, como preparación del terreno, fertilizaciones y limpiezas, los rendimientos en la región son del orden de 25 a 35 m³/ha/año. El crecimiento en altura es del orden de 7 m/año. El rendimiento por rebrotes puede ser mayor que por semilla.

Protección Forestal

Enfermedades: en vivero es frecuente el “volcamiento” o *damping off*, las pudriciones del tallo y hojas ocasionadas por los hongos *Rhizoctonia sp.*, *Botrytis sp.*, *Fusarium sp.*, *Phytophthora sp.* cuando la humedad relativa es muy alta. Estos problemas se evitan con una buena desinfección del suelo y control adecuado del riego.

Se ha reportado en la región ataques de hongos de los géneros *Cryphonectria cubensis*, *Botryosphaeria sp.*, *Cylindrocladium sp.* que producen chancros, defoliación, muerte descendente y ascendente en los 3 años iniciales del árbol. Una práctica recomendable es dejar vegetación nativa entre o alrededor de las plantaciones. (Ramírez, 1997).

Plagas: en la etapa de germinación es frecuente la aparición del “gusano biringo” (Lep: Noctuidae), trozador que causa daño del 0.1 al 0.4 % del material germinado, durante la noche; se controla manualmente o con la colocación de cebos, como miel de purga, aserrín más Cebín o Dipterix. En plantaciones, es frecuente el ataque de hormiga arriera *Atta sp.*, que se combate aplicando un control integrado en el que se asocian métodos manuales (vuelos nupciales), mecánicos, químicos (aplicación de insecticidas: fumigando extensamente los hormigueros para destruir las colonias). Para el control de insectos dañinos se

recomienda dejar vegetación nativa entre o alrededor de las plantaciones, para favorecer la presencia de insectos benéficos. (Pinzón, 1997).

Incendios: según el Mapa de riesgos de incendios en plantaciones forestales, elaborado por CONIF (Castañeda, 1997) en el departamento del Valle del Cauca, la vulnerabilidad natural a incendios forestales es alta; siendo muy alta al oriente del río Cauca. En inmediaciones de Cali y el Norte del Valle de Cauca es menor. Es uno de los departamentos que por sus condiciones ecológicas, a nivel nacional muestra una alta vulnerabilidad en este tipo de eventos; de igual manera por la densidad de plantaciones la mayor vulnerabilidad en el departamento se presenta en los municipios de Palmira, Calima, Ginebra, Tuluá y Sevilla, por poseer más de 1.000 ha en plantaciones. La vulnerabilidad climática es muy alta en la vertiente occidental de la cordillera Central, en una franja que va de sur a norte.

El riesgo de incendios en plantaciones forestales en el Valle del Cauca se presenta así: medio (Restrepo, Roldanillo, Riofrío y Caicedonia); alto (Yumbo, Calima, Sevilla) y muy alto (Palmira y Ginebra).

En el Mapa 6 se presenta la zonificación de vulnerabilidad natural a incendios del departamento del Valle del Cauca. La definición de categorías que aparecen en el mapa fue el resultado de un análisis conjunto de los parámetros clima, cobertura, topografía y propiedades del suelo de acuerdo con una calificación establecida por el estudio. Para mayor detalle véase CONIF (Castañeda, 1997).

Usos Agroforestales

Los arreglos agroforestales más utilizados con esta especie son:

Cercas vivas: las cuales se establecen en líneas como linderos y división de potreros, cortinas o barreras

En sistema agrosilvícola: el *Eucalyptus grandis* se ha combinado con café en la modalidad de sombra productivo. También, se ha reportado la asociación *Eucalyptus grandis* con cultivos agrícolas temporales en modalidad de taungya; en asociaciones con yuca, maíz y frijol.

Aprovechamiento Forestal

El turno para la obtención de madera para pulpa, principal uso de la especie, es de 7 años, sin que se requiera de aclareos. Como esta especie permite el manejo de rebrotes en cosechas sucesivas (por ejemplo, un ciclo de aprovechamiento de dos rebrotes o tres cosechas), se debe emplear material de semilla mejorada o de buena calidad siempre y cuando el porcentaje de rebrote de los tocones sea como mínimo del 80%; la continuidad de los turnos siguientes dependerá del porcentaje de rebrote. Se adopta el empleo de clones cuando se conoce la relación clon x sitio; los clones son muy sensibles a las influencias ambientales. En la zona de Restrepo (Valle), Smurfit Cartón Colombia, emplea material mejorado (clones).

Apeo, desrame y troceo: el apeo se realiza con motosierra, con un ángulo de caída perpendicular a la línea de extracción; el desrame se realiza a ras del fuste; se utilizan las ramas de diámetros superiores a 8 cm para pulpa; la madera se dimensiona en secciones de 1.70 y 2.20 m de longitud.

Transporte menor: en algunas regiones el sistema de extracción de la madera se hace por cables aéreos debido a la topografía de los terrenos; en la región existe una tecnología muy desarrollada sobre el sistema de extracción por cables aéreos, también se utilizan mulas. Los puntos de acopio de madera se ubican sobre una vía secundaria para su posterior transporte a la planta de procesamiento.

Usos

La madera es de color rojo claro, suave y liviana, con

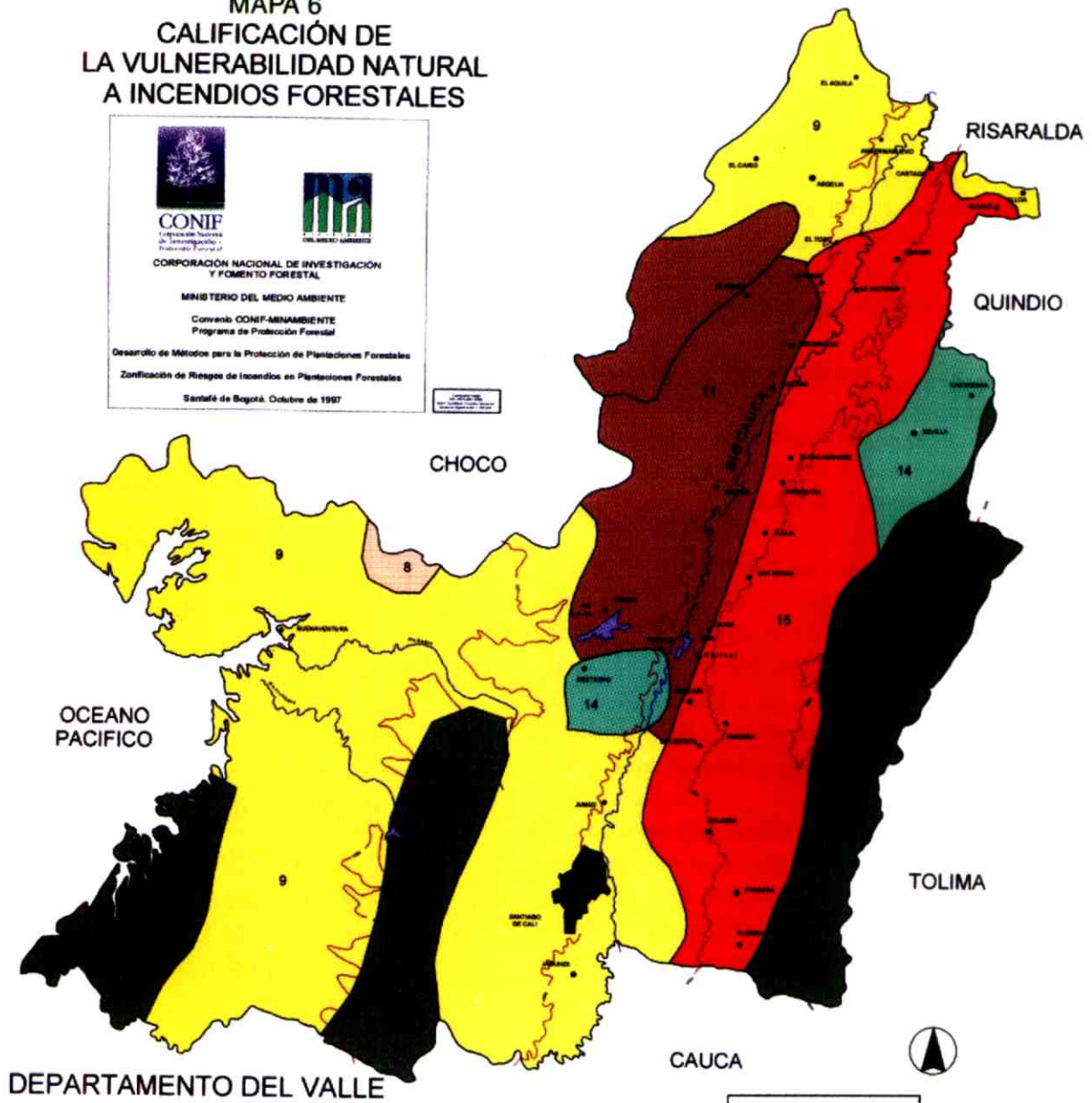
**MAPA 6
CALIFICACIÓN DE
LA VULNERABILIDAD NATURAL
A INCENDIOS FORESTALES**



CONIF
Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE
Convenio OONIF-MINAMBIENTE
Programa de Protección Forestal

Desarrollo de Métodos para la Protección de Plantaciones Forestales
Zonificación de Riesgos de Incendios en Plantaciones Forestales
Santafé de Bogotá, Octubre de 1997



LEYENDA EXPLICATIVA

	Muy baja
	Baja
	Media
	Media alta
	Alta
	Muy alta

excelentes características para la producción de pasta para la elaboración de papel.

Pulpa: la madera que se utiliza para este fin tienen como dimensión 8 cm de diámetro por 1.70 ó 2.20 m de largo.

Madera de inmunización: en la región se produce de un 10 a un 15% para productos como postes para tendidos de conducción eléctrica, palancas para minas, estructuras para cultivos de flores y madera redonda para construcciones menores.

Aserrío: este uso es muy limitado (corrales para ganado, estibas) debido a la tendencia que presenta la especie a rajarse.

Leña y carbón: el poder calorífico es de 18.199 Kj/kg.

Usos no maderables: se utiliza como ornamental, sombrío, cortinas rompevientos y cercos vivos.

Costos e Ingresos

Los cálculos para la guía de establecimiento y manejo forestal para la especie *Eucalyptus grandis* ha sido diseñado para proyectos a ser ejecutados en un turno de 7 años.

Los cálculos económicos sobre la inversión requerida durante el turno, sin incluir aprovechamiento, son los siguientes:

- La inversión total, actualizada al interés real del 12%, en los primeros 7 años o ciclo de cosecha para la producción de pulpa es de \$1.3 millones de pesos de 1998.

- La inversión inicial, o sea los gastos concernientes al establecimiento de la plantación son de \$938 mil pesos de 1998 (excluido el valor de la tierra), el 75% de la inversión total durante el primer ciclo de cosecha. Una desagregación de los gastos incurridos en el desarrollo de la primera cosecha se presenta en el Cuadro 5.

Con el cultivo del *Eucalyptus grandis* es posible obtener una producción total de 180 toneladas de madera para pulpa por hectárea a los 7 años. Con base en lo anterior, se estima que los ingresos brutos, actualizados a una tasa real del 12%, generados durante la cosecha será de \$1.2 millones de pesos de 1998, considerando un precio por tonelada de madera en pie de \$15 mil pesos.

Rentabilidad Económica

Los cálculos de rentabilidad para la especie *Eucalyptus grandis* según la guía de manejo previamente descrita, se estima para un período de 7 años.

La tasa de rentabilidad para este cultivo, teniendo en cuenta el flujo de gastos e ingresos después de impuestos, se estima en 11.4% en términos reales. En el caso de acceder al Certificado de Incentivo Forestal - CIF la rentabilidad se incrementa en 13.8 puntos porcentuales al alcanzar una tasa de rentabilidad del 25.2%, 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: *Eucalyptus grandis*

Cifras en miles de pesos de 1998

Parámetros de cálculo

Densidad de plantación	: 1.100 árboles / ha
Producto	: Madera para pulpa
Volumen de madera por ha	: 180 ton
Turno	: 7 años

CONCEPTO	AÑO						1a. COSECHA AÑO 7
	1	2	3	4	5	6	
1. TOTAL INVERSIONES EMPRESA	600	0	0	0	0	0	(600)
1.1 VALOR DE LA TIERRA A REFORESTAR	600	0	0	0	0	0	(600)
1.2 OTRAS INVERSIONES DE LA EMPRESA	0	0	0	0	0	0	0
2. TOTAL INGRESOS	0	0	0	0	0	0	2.700
2.1 MADERA ORDINARIA CLASE 1	0	0	0	0	0	0	2.700
Ton/ha	0	0	0	0	0	0	180
\$/Ton	15	15	15	15	15	15	15
2.2 MADERA ORDINARIA CLASE 2	0	0	0	0	0	0	0
M ³ /ha	0	0	0	0	0	0	0
\$/M ³	0	0	0	0	0	0	0
2.3 MADERA PARA ASERRIO	0	0	0	0	0	0	0
M ³ /ha	0	0	0	0	0	0	0
\$/M ³	0	0	0	0	0	0	0
2.4 OTROS INGRESOS							600
3. TOTAL COSTO OPERACIONAL	938	326	73	63	45	45	45
3.1 TOTAL COSTOS DIRECTOS PLANTACION	880	302	54	45	27	27	27
MANO DE OBRA	600	249	34	27	9	9	9
PLANTULAS	108	0	0	0	0	0	0
FERTILIZANTES	45	34	0	0	0	0	0
PROTECCION FITOSANITARIA	2	2	2	0	0	0	0
ASISTENCIA TECNICA	18	18	18	18	18	18	18
3.2 TOTAL COSTOS INDIRECTOS PLANTACION	58	24	19	18	18	18	18
HERRAMIENTAS	3	6	1	0	0	0	0
FLETES INSUMOS	5	0	0	0	0	0	0
FLETES PLANTULAS	37	0	0	0	0	0	0
ADMINISTRACION	18	18	18	18	18	18	18
SEGUROS							
3.3 TOTAL COSTOS APROVECHAMIENTO	0	0	0	0	0	0	0
4. FLUJO DE CAJA ANTES DEL CIF 1/	(1.538)	(326)	(73)	(63)	(45)	(45)	3.255
5. FLUJO DE CAJA DESPUES DEL CIF 1/	(1.120)	(214)	6	(13)	50	(45)	3.255

1/ Después de impuestos

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

Bibliografía

- CASTAÑEDA, A.** 1997. Zonificación para el manejo de incendios en plantaciones forestales en Colombia. En: Boletín de Protección Forestal: Incendios. CONIF; Ministerio del Medio Ambiente. Santafé de Bogotá. (2): 38-46.
- 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. Santafé de Bogotá, CONIF. 50 p.
- DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE PLANEACION DEL VALLE DEL CAUCA.** 1988. Valle del Cauca en cifras 1988. Cali, Colombia.
- ESPINAL T., L.S.; MONTENEGRO M. E.** 1963. Formaciones Vegetales de Colombia. IGAC. Bogotá. 2 v.
- FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA.** 1982. Estudio de zonificación y uso potencial del suelo en la zona cafetera del departamento de Caldas. FEDERACAFE. Bogotá. 300p.
- INSTITUTO GEOGRAFICO "AGUSTIN CODAZZI" - IGAC.** 1995. Suelos de Colombia. IGAC. Santafé de Bogotá. 632 p.
- INSTITUTO GEOGRAFICO "AGUSTIN CODAZZI" - IGAC.** 1992. Mapa indicativo de zonificación de áreas 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. (Material de Trabajo No.1).
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE.** 1996. Nuestros Bosques. Dirección General Forestal y de Vida Silvestre. MINAMBIENTE. Bogotá. 32 p.
- PINZON, O. P. (ed.)** 1997. Guía de insectos dañinos en plantaciones forestales. CONIF - Ministerio del Medio Ambiente: Programa de Protección Forestal. Santafé de Bogotá. 100p.
- RAMIREZ C., L. A.** 1997. Guía de enfermedades en plantaciones forestales. CONIF - MINAMBIENTE; Programa de Protección Forestal. Santafé de Bogotá. 44p.