

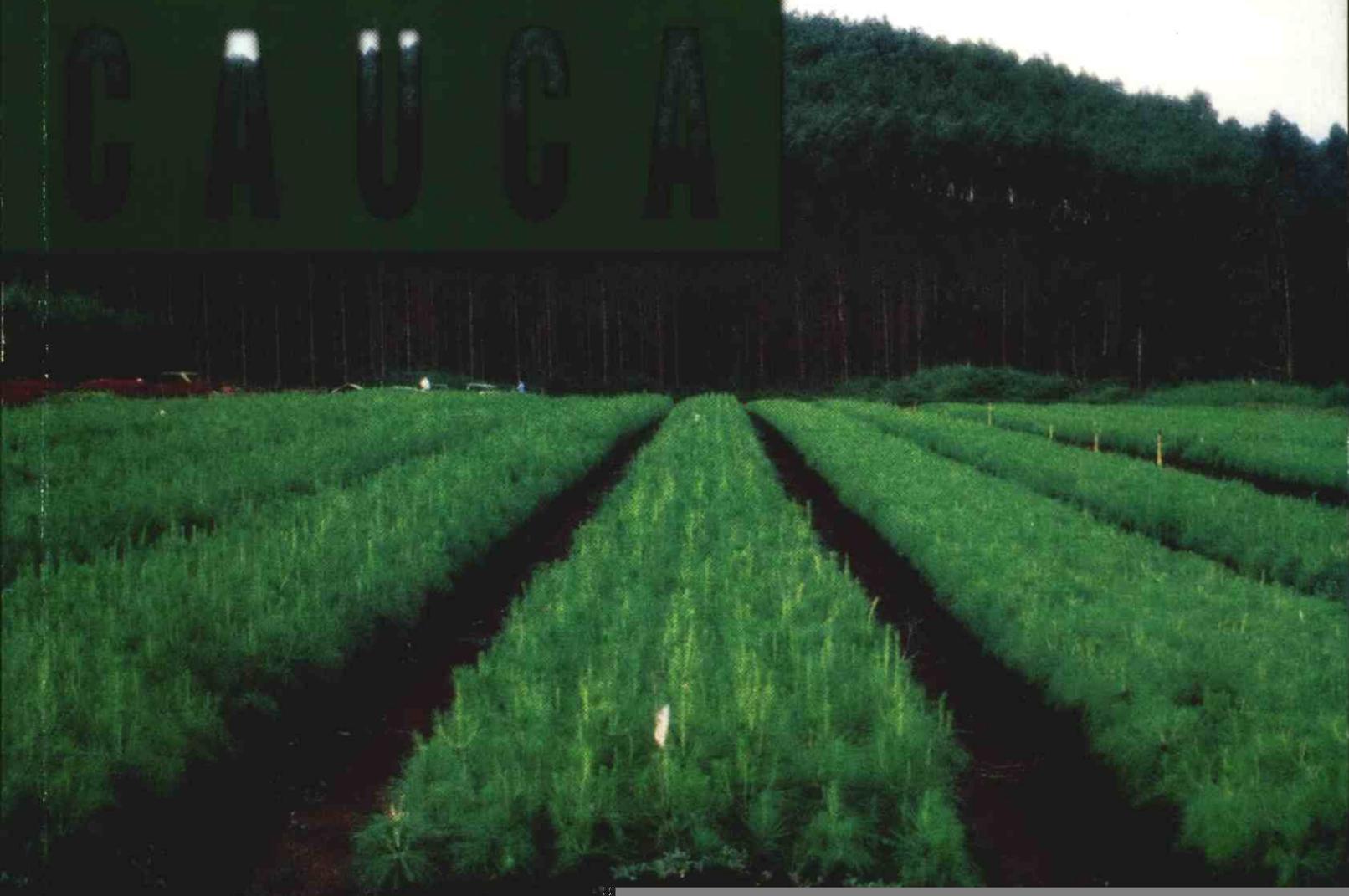
MMA

272

PLANTACIONES FORESTALES
COMERCIALES

CAUCA

SERIE DE DOCUMENTACION No. 33
Santa Fe de Bogotá, Colombia - Noviembre de 1998



GUIA PARA
PLANTACIONES FORESTALES
COMERCIALES

CAUCA

CONIF: SERIE DE DOCUMENTACION No. 33
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



MINISTERIO
DEL MEDIO AMBIENTE



OIMTA

CONTENIDO

1 Introducción

2 Agradecimientos

3 Características del área

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

15 Áreas potenciales para reforestación comercial

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

31 Especies adecuadas para la región

Selección de especies, Priorización de especies.

35 Plan de establecimiento y manejo forestal para *Pinus oocarpa*

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

43 Bibliografía

Guía para Plantaciones Forestales Comerciales 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

María Teresa Motta Tello

Equipo Técnico de la Guía

Heli Rivera Castillo

Enrique Vega González

Gustavo Herrera Chitiva

Alvaro Castañeda Torres

Apoyo Regional CRC

Subdirección de Gestión Ambiental

Nelson Eduardo Páez Anaya

José Franco Alvis

Coordinación Minambiente

Lombardo Tibaquirá

Diagramación y Textos

Doris Stella Lizcano 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 departamento del Cauca tiene una superficie de 2.930.800 ha, con un 34% en la región Pacífica, de topografía baja, clima muy húmedo y cálido y una cobertura boscosa muy densa en su mayor parte. En la región Andina Central del departamento existen 89.929 ha aptas para la reforestación comercial. Por situarse parcialmente en las cordilleras Central y Occidental, estos suelos están formados por materiales ígneos y metamórficos cubiertos por cenizas volcánicas ricas en las partes altas en materia orgánica y ácidos, con temperaturas moderadas y una lluviosidad adecuada, que determinan condiciones óptimas para actividades forestales.

Esta guía tiene como finalidad servir de herramienta técnica y operativa para orientar a las personas interesadas en la reforestación y, muy especialmente, a los funcionarios de la Corporación Autónoma Regional del

Cauca, C.R.C., 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 C.R.C., 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 forestales 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 oocarpa*, 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 apriori 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 del Cauca, CRC 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 del departamento del Cauca se halla situado en el extremo suroccidental del país, entre las regiones Andina, en donde se encuentra la mayor parte de su población y la mayoría de sus actividades económicas y, la región Pacífica, que lo hace partícipe de la llanura selvática de esta región y un pequeño sector de la vertiente selvática amazónica (Bota Caucana). Se localiza entre los 00° 58' 54" y 03° 19' 04" de latitud norte y los 75° 47' 36" y 77° 57' 05" de longitud oeste del meridiano de Greenwich.

El departamento del Cauca tiene una superficie de 29.308 km² (2'930.800 ha) que corresponden al 2,57% del territorio nacional; limita por el norte con el departamento del Valle del Cauca; por el este con los departamentos del Tolima, Huila y Caquetá; por el sur con Nariño y Putumayo y, por el oeste con el océano Pacífico.

Aproximadamente el 34% de su territorio corresponde a la región del Pacífico, el 24 % a la cuenca del Cauca, el 15%, a la cuenca del Caquetá, el 9% al oriente Alto Magdalena y 18% al Patía Sur.

División Política y Administrativa

El departamento está dividido en 36 municipios, 99 corregimientos, 474 inspecciones de policía, numerosos caseríos y sitios poblados. Se destacan los municipios de Popayán, Cajibío, Santander de Quilichao, Silvia, Totoró y Guapi.

El área de jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Cauca -CRC, coincide con el área de la división político administrativa del departamento del Cauca. Su jurisdicción territorial actual y su denominación, fue modificada mediante la Ley 99 del 22 de diciembre de 1993; la sede principal se encuentra en la ciudad de Popayán, capital del departamento.

Administrativamente la CRC, se divide en siete Unidades Operativas: tres regionales y cuatro distritos, así :

- Regional Cauca Norte
- Regional Alto Magdalena
- Regional Cauca Centro
- Regional Pacífico
- Regional Cuenca del río Patía
- Regional Macizo Colombiano
- Regional Piedemonte Amazónico

Según el censo de 1993, el Cauca tenía una población de 897.029 habitantes, equivalente al 3,4% de la población total del país. Es una de las secciones político-administrativas de Colombia menos densamente pobladas, con 30 hab/km².

Aspectos Biofísicos

La presencia de la cordillera de los Andes y de la llanura del Pacífico, origina grandes diferencias fisiográficas, diversos pisos térmicos y, en cada uno de ellos vegetación y cultivos distintos. Igualmente, esa fisiografía es una de las principales causas de la diversidad física, económica y de población.

Unidades Fisiográficas

Las cordilleras Occidental y Central atraviesan el territorio caucano en sentido sur-norte originando tres grandes unidades fisiográficas, cada una con características muy especiales.

Al occidente, en dirección occidente-oriente se encuentra la *Unidad Pacífica* que muestra un litoral cubierto de manglares, una llanura sedimentada baja, poco aprovechada y cuya única explotación es la forestal; presenta también una baja densidad de población, suelos relativamente pobres y ríos con cauces cortos, pero con gran caudal, debido a la alta pluviosidad.

La segunda *unidad* es la *Andina*, que comprende las cordilleras Central y Occidental y los valles interandinos del Cauca y del Patía con tierras cultivadas, agua suficiente, suelos fértiles y alta densidad de población. En esta región se encuentra el Macizo Colombiano donde se desprende la cordillera Oriental y en sus cumbres nacen grandes ríos, como el Caquetá, el Cauca y el Magdalena.

La tercera *unidad* es la *Amazonia* en lo que corresponde a la denominada Bota Caucana, poco poblada y explotada, cubierta por selva húmeda.

Unidad del Pacífico: la unidad del Pacífico está constituida por la faja costanera inmediata al océano; comprende la costa propiamente dicha, las llanuras y colinas que se extienden entre el océano Pacífico y la vertiente occidental de la cordillera Occidental. Esta área es una zona típica de tierras ecuatoriales cuyas características más sobresalientes son: topografía baja, en general, clima muy húmedo y cálido y una cobertura vegetal densa en su mayor parte.

Geológicamente la Costa Pacífica está constituida principalmente por depósitos sedimentarios de la era Terciaria, depósitos marinos recientes y terrazas aluviales, conformadas por arenas y limos localizadas a lo largo de los grandes ríos. En términos generales la región está constituida por dos grandes unidades fisiográficas que son las llanuras y las colinas; las llanuras se encuentran conformadas, a su vez, por dos unidades: formas marinas o del litoral y formas aluviales.

Las formas marinas están conformadas por playas, las cuales son extensas en marea baja y casi nulas en marea alta constituidas por arenas y depósitos deltáicos; también existen las llamadas marismas caracterizadas por presentar numerosos cauces o canales de marea (esteros), que desembocan en un río o el mar según la marea suba o baje, estas zonas se encuentran generalmente colonizadas por vegetación de tipo manglar.

Formas aluviales, están constituidas por materiales del Cuaternario, depositados en terrenos planos y en

muchos casos en depresiones, por los ríos que recorren el área.

Colinas: de relieve ondulado a fuertemente ondulado que corresponde al Terciario Superior y están compuestas por arcillas de color gris. Algunas colinas más altas y con relieve quebrado están formadas por materiales pertenecientes al Terciario inferior.

Unidad Andina: el sistema montañoso de los Andes estuvo por largos períodos bajo el nivel del mar donde se acumularon sedimentos marinos, continentales y volcánicos. En varias de las fases de movimientos tectónicos, estas capas fueron plegadas y separadas, intercaladas por magmas y levantadas hasta formar las cordilleras.

- **Cordillera Occidental:** inicia su recorrido en el cerro Guapi con una altura de 2.970 msnm en límites con el departamento de Nariño. En este punto se bifurca presentando una estribación denominada la cuchilla de Napí que penetra en sentido nor-oeste hasta las zonas bajas del litoral Pacífico, la otra rama continúa en sentido norte sirviendo como división entre las zonas selváticas del Pacífico y el valle del Patía, Altiplano de Popayán y el Valle del Cauca, hasta llegar a los Farallones de Cali en los límites con el departamento del Valle; presenta algunos cerros de importancia entre los que sobresalen el cerro Guaduas, el cerro Munchique y el cerro Naya. Los cerros altos sirven como áreas condensadoras de lluvias que favorecen las actividades agrícolas.

La cordillera Occidental está constituida principalmente por rocas sedimentarias y rocas volcánicas de color negro con fragmentos rocosos gruesos y angulares y por rocas metamórficas verdes, que se presentan en láminas muy finas.

- **Cordillera Central:** la cordillera Central, atraviesa el departamento de sur a norte, por el extremo oriental, sirviendo de límite con el departamento de Nariño. A la cordillera Central se le denomina también la columna vertebral de los Andes

colombianos; está constituida por varios grupos de rocas metamórficas de estructura laminar y de rocas ígneas que son producto de las erupciones de los volcanes Sotará, Huila y Puracé.

En los límites con el departamento de Nariño a una altura de 4.300 msnm se destaca como principal accidente orográfico el volcán Petacas. En la ladera occidental corren los ríos Mayo y Sambingo afluentes del río Patía.

Siguiendo la cordillera Central hacia el norte se encuentra una pequeña depresión en cercanías de San Sebastián para luego formar el denominado “Gran Macizo Colombiano” de donde se desprende la cordillera Oriental y nacen tres ríos principales: el río Magdalena, que corre al noreste, el río Cauca que se dirige al noroeste y el río Caquetá que corre al sureste del Macizo.

El Macizo Colombiano extiende sus estribaciones hacia el valle del Patía. Entre sus principales accidentes orográficos se encuentra el páramo de las Papas (4.200 msnm), el volcán Cutanga (4.300 msnm) y el páramo del Buey; en dirección noroeste se desprende una serranía que culmina en el volcán de Sotará (4.580 msnm); entre esta Serranía y la cordillera Central se encuentra una fuerte depresión que sirve como lecho de la cuenca superior del río Cauca. Deben mencionarse también el pico de Paletará, el volcán Pan de Azúcar, los Coconucos y el volcán Puracé con alturas que varían entre 4.500 y 4.650 msnm.

Finalmente, la cordillera Central culmina su paso por el departamento en el volcán nevado del Huila (5.750 msnm) que sirve como punto limítrofe entre el Valle del Cauca, Tolima y el Huila, considerada como una de las mayores alturas de la cordillera Central.

- **Altiplano de Popayán:** encajado entre las cordilleras Occidental y Central, se encuentra el altiplano de Popayán, que limita al norte con una

zona de transición geomorfológica caracterizada por pequeños accidentes orográficos que van desapareciendo hasta confundirse con el valle geográfico del río Cauca en inmediaciones del municipio de Santander de Quilichao.

El altiplano es una formación sedimentaria, compuesta por capas de arcilla, areniscas y conglomerados. Esta extensa zona fue recubierta por diferentes mantos de ceniza provenientes de las erupciones de los volcanes Puracé y Sotará. Como formación independiente dentro de la meseta está el cerro La Tetilla, constituido por rocas ígneas, que en algunos sectores también se encuentra recubierto por cenizas volcánicas.

- **Valle del Patía:** este valle limita con la ladera oriental de la cordillera Occidental; se extiende hacia el departamento de Nariño. El levantamiento que dio origen a la formación de las cordilleras Occidental y Central no fue uniforme, produjo un hundimiento de un bloque intermedio que originó el valle del Patía. Es una extensión plana con una altura promedio de 600 msnm, conformada por materiales sedimentarios heterogéneos provenientes de las formaciones geológicas que la circundan y que han sido transportados por la acción de las lluvias hacia el cauce de la Hoya del río Patía.

Unidad Amazónica: corresponde a la denominada Bota Caucana, ubicada al sureste del departamento donde la cordillera Central se encuentra ligada a la cordillera Oriental, por allí corren los ríos Magdalena y Caquetá. La región está compuesta geológicamente por rocas sedimentarias y volcánicas intrusivas de la era secundaria y depósitos sedimentarios del terciario.

Clima

En el Cauca influyen los siguientes factores:

- La latitud baja o ecuatorial, por lo que tiene una insolación permanente, con temperaturas máximas en las fechas de los equinoccios (21 de marzo, 22 de septiembre).

- La altitud de la cordillera Andina que atraviesa gran parte del territorio caucano de sur a norte, que da lugar a la presencia de pisos térmicos. Las depresiones como la fosa Cauca-Patía, cuya reducida altura y su encajonamiento origina altas temperaturas.
- La influencia del océano Pacífico que modifica las temperaturas e influye en la precipitación.

Pisos térmicos: 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.

- El *piso térmico cálido o de tierra caliente*, se caracteriza por tener temperaturas promedias anuales mayores de 24°C, y se presenta hasta una altitud de 900 - 1.100 m. La mayor proporción de

corresponde también a la vertiente occidental de la cordillera Central. El concepto de páramo depende más de un criterio bioclimático, ya que su vegetación es específica.

- El *piso térmico nival*, a partir de 4.700 msnm, registra temperaturas inferiores a 0°C. Este piso circunscribe a los nevados del Huila y la Sierra Nevada de los Coconucos.

Condiciones pluviométricas: el comportamiento de las lluvias en el departamento es el siguiente: la precipitación pluvial se debe a efectos orográficos, de tal manera que las masas de aire cargadas de humedad, provenientes del Océano Pacífico, chocan contra el flanco occidental de la cordillera Occidental provocando lluvias abundantes en la llanura del Pacífico, en donde la precipitación oscila entre 2.000 y 4.000 mm anuales originando un régimen húmedo, que aumenta en el flanco occidental de la cordillera (8.000 mm), siendo el punto más lluvioso del departamento.

térmico; se hallan al occidente en la llanura del Pacífico y en la parte oriental, en donde se registran las mayores temperaturas, como en el caso de Guapi, Timbiquí, Nápoles y El Tambor, por su baja

En el litoral se presenta una gran homogeneidad en el ritmo de lluvias. La cordillera generalmente permanece cubierta de nubes y neblina lo que impide que aumenten las temperaturas; en promedio para el Pacífico caucano

- *Valle del río Cauca:* el valle del río Cauca está influenciado por los vientos que tienen un efecto secante, es decir, absorben la humedad de la atmósfera que convierten en nubes y producen altas precipitaciones en las estribaciones del flanco occidental de la cordillera Central. Por otro lado, los vientos locales ejercen una influencia sobre el valle ya que al soplar fuertemente han impedido el asentamiento humano; en los sitios donde se ha implantado agricultura ha sido necesario utilizar barreras rompevientos con el propósito de proteger los cultivos.

En las áreas ubicadas entre 2.000 y 3.000 msnm la precipitación es menor. El régimen de lluvias es bimodal con dos períodos de lluvias y sequías bien definidos; los meses más lluviosos, en la primera mitad del año, corresponden a los meses de marzo, abril, mayo y, en la segunda mitad, septiembre, octubre y noviembre, siendo octubre el más lluvioso; el período de verano corresponde a los meses de enero, febrero, junio, julio y agosto, siendo enero el más seco.

Según los registros de las estaciones de Paispamba (Sotará), Lomaredonda (Puracé), la precipitación promedio anual de la zona es de 2.177 mm y su temperatura promedio de 13°C, aunque presenta una temperatura variable debido a la influencia de los vientos, la altitud y la presencia de nubes.

La zona ubicada entre 1.200 y 2.500 msnm posee una temperatura media de 20°C que corresponde a la altiplanicie de Popayán donde, de acuerdo con los registros de las estaciones de Caldon, Morales, Piendamó, Cajibío y Popayán, donde las condiciones climáticas típicas son: meses menos lluviosos diciembre, enero y agosto con un promedio mensual de 125,4 mm; los meses más lluviosos marzo, abril, mayo, septiembre, octubre y noviembre con un promedio mensual de 205 mm. Precipitación promedio anual de 1.982 mm es suficiente para mantener una actividad agrícola.

Entre 1.000 y 1.200 msnm, se encuentra un clima cálido y relativamente seco con algunas variacio-

nes locales en cuanto al régimen de humedad, debido a que en esta zona los vientos que soplan son secos y ocasionan una alta evaporación. La precipitación es relativamente baja e inferior a la evapotranspiración; su promedio anual es de 1.634 mm con una fluctuación de la temperatura media anual entre 26° y 30°C.

- *Valle del Patía:* el valle del Patía presenta cambios pluviométricos notables por lo que posee áreas secas y áreas lluviosas. Los factores que determinan la sequedad son de una parte, la altitud que modifica la temperatura y, por otra parte, los efectos orográficos que produce al calentar el aire cálido y seco que pasa por la zona. Este fenómeno lo explica Hans Trojer así: “el cinturón de nubes situado sobre la cima de las montañas, durante el día se encuentra retenido por los vientos ascendentes, que actúan sobre los flancos de las montañas, esto impide que durante el día se formen nubes en los flancos de las montañas y ejes de los valles y durante la noche el viento resulta del todo inefectivo con el propósito de generar precipitaciones”. Sumada a la escasa precipitación, existe una acelerada pérdida de agua por evaporación, a causa de las altas temperaturas, la insolación sin obstáculos y la fuerte ventilación. La oscilación térmica diurna en el Patía es amplia.

Las áreas secas corresponden a la zona ubicada entre 500 y 1.000 msnm, perteneciente a la fosa del Patía, la temperatura varía entre 24°C y 28°C con un promedio de precipitación de 1.430 mm; hay dos períodos definidos: uno de escasa precipitación de enero a agosto y otro de intensas lluvias de septiembre a diciembre. En algunos años las sequías son tan fuertes que se convierten en una limitante para el desarrollo de pastos y cultivos.

Las áreas lluviosas son aquellas localizadas entre 2.800 y 3.000 msnm, en donde existe una permanente nubosidad, continuas lluvias y temperaturas que oscilan entre 6°C y 12° C. En cambio en las zonas situadas entre los 1.000 y 2.800 m los meses más lluviosos son marzo, abril, mayo, septiembre

y noviembre, siendo el mes de octubre el más lluvioso; el resto de los meses se consideran de verano aunque en algunos de ellos se producen lluvias de poca intensidad. Cabe anotar que entre los 1.000 y 2.000 msnm existe un equilibrio entre el agua caída como lluvia y la utilizada por la vegetación; esta condición, unida a una temperatura agradable explica que estas tierras llamadas "Tierras Cafeteras" sean las preferidas para los asentamientos humanos.

- **Bota Caucana:** en la región de la Bota Caucana se presentan condiciones climatológicas diversas debido a las diferencias de altitud que allí existen. Desde el páramo de Santo Domingo hasta la desembocadura del río Curiaco en el Caquetá, se tiene un promedio de lluvias de 2.100 a 3.000 mm anuales con un promedio de temperatura de 10°C. En las localidades de Carmelo y Santa Rosa y sobre el Cañón del río Caquetá las lluvias disminuyen, su promedio se encuentra entre 1.200 y 1.500 mm distribuidos a lo largo del año. Presenta una temperatura superior a los 18°C. Por la influencia del relieve y de la región amazónica en esta zona se presentan dos períodos de lluvias y de sequía; verano perfectamente marcado, comprendido entre los meses de noviembre, diciembre, enero, febrero, julio y agosto.

La zona ubicada entre 1.000 y 1.700 msnm, está influenciada directamente por la región amazónica, cubierta de selva; el clima es muy húmedo con lluvias durante todo el año; la temperatura excede los 24°C.

Hidrografía

En el departamento del Cauca se pueden distinguir cinco grandes cuencas: la del Alto Cauca, la gran cuenca del Pacífico, la del Alto Magdalena, la del río Patía y la del río Caquetá. Con excepción de la cuenca del Pacífico las otras cuatro tienen su punto de origen en el Gran Macizo Colombiano.

La cuenca del Alto Cauca está conformada por el río Cauca y sus afluentes ríos Palo, Guengué, Negro, Teta,

Desbaratado, Quilichao, Mondomo, Ovejas y Pescador, en la parte norte del departamento; y los ríos Robles, Piedras, Sucio, Palacé, Cofre, Honda, Cajibío, Piendamó, Tunía, Molino, Timbío y Blanco, hacia el centro del departamento. Estos afluentes tienen su nacimiento en la parte alta de la cordillera y drenan por el flanco occidental de la cordillera Central debido a que en sus partes altas es donde cae mayor precipitación. El valle aluvial del Cauca presenta un cauce sinuoso, con desniveles suaves, lo que provoca frecuentes inundaciones durante los meses de lluvias. Para prevenir las inundaciones la antigua Corporación Autónoma Regional del Cauca - CVC, construyó la hidroeléctrica de Salvajina para regular el caudal del río Cauca y obtener otros fines.

En esta cuenca, el mayor centro urbano de consumo de agua potable es Popayán, le siguen los municipios de Piendamó, Santander de Quilichao, Suárez, Morales y Buenos Aires.

En cuanto al uso para fines industriales tiene alguna importancia para las empresas de lácteos, Ingenios y rayanderías de yuca. En usos agropecuarios es importante para riego y labores de producción ganadera, producción de caña y flores.

Cuenca del Pacífico: la red hidrográfica de la vertiente del Pacífico está conformada principalmente por los ríos Gaupi, Timbiquí, Saija y Micay; cada uno con sus cuencas independientes desembocan en el océano Pacífico.

Una característica sobresaliente de la hidrografía de esta vertiente es la existencia de los ríos con cauces relativamente cortos pero muy caudalosos debido a la alta pluviosidad. En su desembocadura forman innumerables islotes. La población se ha establecido a lo largo de las márgenes de los ríos o en sus desembocaduras en lugares donde la influencia del mar se equilibra con el caudal de los ríos y hace menos probable las inundaciones. A través de los ríos se efectúa la movilización de mercancías entre los diferentes centros; este medio obligado de comunicación presenta muchas irregularidades como consecuencia de las variaciones

que sufren los caudales de acuerdo con la precipitación y la influencia de las mareas.

Cuenca del Alto Magdalena: la principal fuente de drenaje de esta cuenca es el río Páez que nace al noreste del nevado del Huila, sigue en dirección norte-sur hasta Puerto Valencia donde cambia su curso al sureste, para desembocar en el río Magdalena; el cauce es profundo y la mayoría de sus afluentes provienen de una topografía escarpada. Entre los ríos que desembocan en la margen derecha están: San Vicente, Moras, Ullucos y río Negro; a éste último desemboca el río Ullucos, el cual a su vez recibe las aguas de los ríos Malvasá, Ovejas y Guanacas, originados en los páramos de las Delicias y Las Eras.

Por la margen izquierda, el río Páez recibe corrientes menores como las quebradas: Toéz, Símbola, Salado, Gualcar, Gallo, Macana, Honda, Totumo y otras. El río Negro de Narváez, es también tributario del río Páez, sirve en un largo trayecto de límite municipal y departamental. La mayoría de la población que se encuentra en esta cuenca es indígena y está distribuida aproximadamente en 20 resguardos que dependen de los ríos para su consumo y actividades.

Cuenca del Patía: dentro de esta cuenca se forma la red hidrográfica del río Patía conformada por la confluencia del río Timbío y el río Quilcacé. Como tributarios principales del Patía se encuentran el río Guachicono, conformado por los ríos Blanquita y Blanco, el río Esmita, el Bojoleo, El Guaba, el Sambingo y el Mayo, éste último sirve como límite departamental entre Cauca y Nariño.

En el área de la cuenca se pueden diferenciar varias zonas: en primer lugar, el área de Tambo a Rosas y la Sierra, que corresponde a una zona cafetera, de excelentes suelos y, en general, condiciones climáticas.

La otra zona corresponde a la denominada fosa del Patía cuyas características son totalmente diferentes a la anterior, ya que es una zona seca por lo que existe una agricultura extensiva para la cual es indispensable el agua aportada por los ríos.

Cuenca del Caquetá: esta cuenca cubre toda la parte sur oriental del departamento, conocida como Bota Caucana; como afluentes del río Caquetá, en su parte alta están los ríos Cusiyaco, Cascabelito, Verdeyaco, Mandiyaco, Fragua, Cascabel, Curiaco y Pacayaco.

Vegetación

La vegetación refleja las condiciones climáticas y fisiográficas de una región, lo que explica la presencia de diferentes características florísticas en la vegetación del departamento del Cauca.

En las regiones húmedas generalmente se desarrolla un bosque exuberante como ocurre en la Costa del Pacífico; en los sectores secos como la Fosa del Patía hay una vegetación xerófila y, en las regiones intermedias como en el altiplano de Popayán, se observan pastizales y bosques de arbustos.

Distribución de la vegetación en el departamento: la distribución de la vegetación obedece a la interrelación que existe entre las plantas y el clima. En la Costa Pacífica se encuentra vegetación hidrófila o sea de un hábitat caracterizado por estar siempre húmedo, formada en su mayor parte por manglares. En la cordillera Occidental la vegetación está compuesta por árboles, arbustos, hierbas, etc., también abundan las plantas epífitas o aéreas y parásitas. En el altiplano de Popayán la vegetación es mesófila, es decir, se desarrolla en un medio con agua suficiente, que se compone por áreas reforestadas, árboles, arbustos y hierbas. En el valle cálido y seco del Patía domina la vegetación mesófila y xerófila, ésta última es muy resistente a la sequía y crece en donde la humedad es reducida.

En el departamento son muy pocas las zonas que se conservan sin alguna intervención antrópica. La vegetación nativa ha sido talada, sobre todo en la cordillera Central y en el altiplano de Popayán, para dar paso a la agricultura y a la ganadería. En el flanco oriental de la cordillera Occidental se ha sustituido la vegetación nativa por pastos con el propósito de explotar la ganadería, zonas como Timbío, Sotará y el Tambo, entre otras, han sido reforestadas con especies exóticas.

En la parte alta de la cordillera Central incluidos los páramos también se ha sustituido la vegetación para dedicarlas a la producción de cultivos de subsistencia. En la cordillera Central, las zonas ubicadas entre los 2.000 y 3.000 msnm, presentan reductos de una fisonomía vegetal primitiva o sea, propia de páramo, pero los habitantes la han transformado y las tierras se han explotado desde tiempos muy antiguos puesto que allí habitan comunidades indígenas especialmente guambianos y paeces.

El valle del Patía tampoco ha escapado a la transformación que los pobladores han hecho de la vegetación. Entre los 1.000 y los 2.000 msnm la vegetación nativa fue sustituida por pasto y una agricultura más o menos bien desarrollada, sólo quedan algunos reductos de vegetación en los lugares inaccesibles de topografía muy escarpada. Los campesinos siembran árboles como eucalipto, ciprés y especies nativas para aprovecharlos como cercas vivas para construcción y obtención de leña.

En los alrededores del municipio de Balboa se pueden observar algunas zonas con bosque original de considerable altura con varios estratos arbóreos, debido a la cantidad de luz que recibe; también se encuentran plantas epífitas sobre troncos y ramas y, en general, vegetación exuberante como consecuencia de las características climáticas de la zona; entre las especies arbóreas se encuentran: roble, carbonero, cedrillo, fique, iraca y balsa entre otros. Sin embargo, se halla una zona dominada por cultivos y potreros en pastos yaraguá.

En la parte baja del valle del Patía las condiciones climáticas se traducen en una vegetación muy representativa de las continuas sequías conformada por cactus, arbustos, escasas palmas de vino y árboles caducifolios, estos últimos crecen en los potreros como cercas que delimitan los predios y sirven como sombrío en el verano.

La vegetación nativa ha sido destruida en casi todo el valle aluvial debido al sobrepastoreo de cabras y vacunos y los incendios provocados por los largos períodos de verano.

Suelos

Debido a la gran diversidad de formaciones geológicas y a las diferentes clases de rocas que se encuentran en el departamento, sumados a las condiciones climáticas, topográficas y de material parental, se originan una gran variedad de suelos derivados de rocas ígneas, de rocas metamórficas, de rocas sedimentarias y de cenizas volcánicas que de acuerdo con sus características se agrupan en clases agrológicas que van desde la clase I hasta la clase VIII. Estas clases tienen gradaciones descendientes en calidad y aptitud de uso de los suelos.

De acuerdo con la fisiografía del departamento, la distribución de los suelos por clases agrológicas se presenta de la siguiente manera:

Suelos de la Región Andina

- **Zona Norte:** los suelos de esta área corresponden a las clases agrológicas II, III, IV, V y VI, y son suelos que pertenecen a los valles de los ríos afluentes del río Cauca y altiplano de Popayán; se localizan en una topografía plana hasta sectores fuertemente ondulados y quebrados.

Los suelos pertenecientes a las clases agrológicas II y III son para la mayoría de cultivos (café, yuca, plátano), tienen una buena fertilidad, requieren algunas veces de fertilizantes pero producen buenos rendimientos con los cultivos industriales como la caña de azúcar. En áreas donde existen inundaciones, estos suelos se utilizan para cultivos de arroz y en zonas onduladas para ganadería extensiva con pastos naturales. Los suelos comprendidos entre la clase IV y V se encuentran en sectores inclinados de los valles aluviales y en sectores ondulados y quebrados, muestran erosión ligera; como son suelos de baja fertilidad, se dedican a la explotación forestal y a la ganadería extensiva con pastos naturales.

Por último, se encuentran los suelos de la clase VI dedicados a la explotación forestal; se observan problemas de erosión y las limitantes de uso son los relieves y las pendientes fuertes.

- **Zona Centro:** los municipios que integran la parte central y nororiental del departamento han dedicado la tierra, en una gran proporción a la ganadería, la cual produce resultados óptimos, que constituye la principal actividad económica; por el contrario, la agricultura es de subsistencia pasando a un segundo renglón.

Los suelos de esta parte del departamento son derivados de cenizas volcánicas y se clasifican entre las clases agrológicas III y VII.

Los suelos correspondientes a las clases agrológicas III y IV tienen como uso principal cultivos de café, plátano, banano y yuca, así como ganadería extensiva; tienen limitaciones en cuanto a relieve ya que se encuentran en zonas onduladas y de pendientes fuertes.

Entre las clases agrológicas V y VI se encuentran suelos con problemas de encharcamiento, presentan baja fertilidad y ubicados en sectores de temperatura baja, permanente nubosidad y alta humedad. Se dedican a la ganadería extensiva y a los cultivos de subsistencia.

Los suelos de la clase VII y VIII son susceptibles a la erosión, se encuentran en pendientes fuertes y se destinan a los bosques naturales, aunque en algunos sitios el bosque se ha talado para introducir ganadería de libre pastoreo.

- **Zona Sur:** la parte meridional del departamento comprende tres grandes áreas: la vertiente occidental de la cordillera Central, la vertiente oriental de la cordillera Occidental y la fosa del Patía. El diferente material parental de estas áreas explica la razón por la que los suelos se han originado de distintos materiales (sedimentarios, ígneos y metamórficos).

Los suelos pertenecen a las clases agrícolas IV, V, VI y VII son derivados de cenizas volcánicas, susceptibles a la erosión, con limitaciones

climáticas, es decir, baja precipitación pluvial y mala distribución de la lluvia a lo largo del año.

Entre las clases IV y V se encuentran suelos de baja fertilidad, que se dedican a la ganadería de levante en forma extensiva. En la zona de relieve ondulado se desarrolla ganadería intensiva y agricultura de subsistencia.

Los suelos de las clases VI y VII se hallan en sectores ondulados y fuertemente quebrados; en ellos se desarrolla la agricultura, la ganadería con pastos naturales y la reforestación de tipo comercial y de protección.

Suelos del Pacífico

Las condiciones climáticas extremas de la Costa Pacífica y las formas del relieve (fisiografía) son los factores más importantes en la formación de los suelos; la humedad excesiva y la temperatura aceleran los procesos de meteorización de las rocas y al ocurrir una precipitación constante, los minerales son lavados y arrastrados (lixiviación), sin antes ser aprovechados en la formación de los suelos; de allí se desprende que los suelos de la Costa Pacífica sean muy pobres en el contenido de minerales, lo cual está relacionado con la fertilidad natural de los suelos.

Los suelos del Pacífico presentan diferencias importantes, que derivan en: suelos aluviales, suelos de planicie marina y suelos de colina.

Los suelos aluviales ocupan áreas extensas ubicadas a lado y lado de los grandes ríos y otros cauces menores, contienen proporciones significativas de minerales, al igual que un alto contenido de nutrientes. Esta es una de las razones por las cuales la agricultura se desarrolla a lo largo de los cauces y en las márgenes de los ríos. Aunque la agricultura es de subsistencia, los cultivos son variados, entre ellos se encuentran el borojón, el chontaduro, el árbol del pan, la papachina, el achiote, el arroz y con prácticas especiales de manejo de suelo, cultivos de palma africana y cacao.

Los suelos de la planicie marina están ubicados en una faja estrecha que bordea el océano, que son inundables y permanentemente están afectados por las mareas, generalmente tienen vocación forestal (explotación de manglar); en algunos sitios se cultiva el coco.

Por el contrario, los suelos que se han desarrollado en las colinas son pobres en nutrientes y minerales, además están sometidos a un continuo lavado lo que obliga a que el uso del suelo sea solamente forestal.

Áreas de Reserva Forestal

Dentro del área de jurisdicción de la Corporación existen algunas áreas de reserva (ver Cuadro 1). Según la Ley 89 de 1990, existen 55 resguardos indígenas en el departamento del Cauca: Los Páez, Guambianos, Yanacunas, Emberás, Coconucos e Ingas.

Aspectos Socioeconómicos

La participación departamental en el producto interno bruto (PIB) es de 1,63% del total nacional.

La economía del Cauca está basada principalmente en la producción agrícola y ganadera, la explotación forestal, la actividad pesquera y el comercio. La *agricultura* se ha desarrollado y tecnificado en el norte del departamento; los principales cultivos son: caña (33.000 ha), caña panelera (8.530 ha), maíz tradicional (20.891 ha), arroz (2.400 ha), maíz tecnificado (2.092 ha), plátano (13.091 ha), fique (9.328 ha), yuca (6.499 ha), papa (4.704 ha), coco (3.304 ha), sorgo (1.977 ha), cacao, maní y palma africana; la *ganadería* vacuna se estima en 494.620 cabezas, 65.741 porcinos, 36.910 equinos, 1.449 asnales, 11.805 mulares, 4.568 caprinos y 31.601 ovinos. La *pesca* marítima semi-industrial extrae camarón, langostino, sardina y atún; la producción se acopia en Buenaventura. La *minería* se desarrolla en la región del Pacífico de donde se extrae

oro, plata y platino, con una producción anual de 374.053 gramos de oro, 49.421 gramos de plata y 10.040 gramos de platino. Otros minerales no preciosos que se explotan son azufre, asbesto, caliza, talco, yeso y carbón. La producción artesanal es muy laboriosa, especialmente de productos de fique.

La *industria* fabril está poco desarrollada debido en gran parte a la falta de vías regionales y a su relativo aislamiento; no obstante, en Popayán, Santander de Quilichao, Puerto Tejada se han instalado fábricas de productos alimenticios, bebidas, lácteos, papel, empaques, transformación de la madera, industria azucarera y elaboración de impresos para la exportación. Los centros de mayor actividad comercial son Popayán, Santander de Quilichao, Patía (El Bordo), Puerto Tejada, Piendamó y Corinto.

Infraestructura y Servicios

Transporte terrestre

La carretera panamericana atraviesa el departamento de norte a sur y lo comunica con los departamentos de Valle del Cauca y Nariño; por la carretera Popayán - La Plata se comunica con el departamento del Huila. Todos los municipios con excepción de Guapi y Timbiquí, se encuentran conectados por carretera entre sí y con Popayán, que a su vez se conecta con las principales ciudades del país.

Transporte marítimo y fluvial: el Océano Pacífico permite la navegación de cabotaje entre los municipios de Guapi, Timbiquí y López (Micay). Los ríos Guapi, San Juan de Micay, Saija y Timbiquí permiten la navegación en pequeñas embarcaciones.

Transporte aéreo: cuenta con cuatro aeropuertos que le permiten la comunicación aérea con Santafé de Bogotá y las principales ciudades del país.

Cuadro 1. Areas de Reserva del departamento del Cauca

NOMBRE DE LA RESERVA	NORMA DE CREACION		AREA (ha)	LOCALIZACION
	RESOL. N°	FECHA		
Parques Nacionales Naturales				
Nevado del Huila	149	junio de 1977	158.000	Cauca, Huila, Tolima
Puracé, Macizo Colombiano ó Estrella Fluvial Colombiana	160	junio de 1977	83.000	Cauca y Huila
Munchique	129	sept. de 1989	44.400	Municipio del Tambo
Gorgona y Gorgonilla	141	julio de 1984	49.200	
Gorgona (Ampliación)	1.265	marzo de 1995	61.687,5	
Isla Malpelo	1.292	octub. de 1995	1.300	

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 y 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 que 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 área de jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Cauca - CRC 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. Del área total de jurisdicción de la Corporación (2'930.800 ha), se analizó únicamente la parte correspondiente a la región Central Andina, 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 *zonas potencialmente aptas* para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales, las cuales se graficaron a escalas de 1: 360.589 y 1: 359.254, 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 digitaron en ambiente ARC-INFO con sus respectivas topologías, los mapas de la antigua CVC sobre suelos y zonificación climática preliminar, a una escala de 1: 250.000. En lo referente al uso del suelo, se utilizó el mapa del Atlas Básico de Colombia, publicado por el IGAC, a escala original 1: 250.000.
- 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 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 el IGAC, 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.
- i. 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*:
 - Areas con restricciones por suelos, clima y uso actual de los suelos.
 - Areas aptas para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales.

Resultados

Exclusión por Tipo de Suelo

El proceso metodológico se basó en criterios técnicos, recopilados de diferentes investigaciones y manuales silviculturales donde se presentan los requerimientos y limitantes de 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 de la antigua CVC (Área jurisdiccional de la CVC en los departamentos del Valle del Cauca y Cauca), realizado por la División de Asistencia Técnica Agropecuaria, Sección de Suelos, del año de 1991 a escala 1:250.000 (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 fueron 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

En la determinación de las zonas aptas para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales, desde el punto de vista climático, se tuvo en cuenta 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 mapa de zonificación climática preliminar con fines agrícolas y forestales, elaborado por la Subdirección de Recursos Naturales de la antigua CVC, en el año de 1986, para el área jurisdiccional de la CVC, en los departamentos del Valle y Cauca, para identificar las áreas con iguales condiciones climáticas. (Mapa 2).

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. Areas con temperatura promedio anual menores a 7°C y superiores a 35°C.
- b. Areas 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.

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, en el cual se 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. En este proceso 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. 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 de la Tierra del Area Jurisdiccional del departamento del Cauca, realizado por la Subdirección de Geografía, División de Difusión Geográfica del IGAC, Atlas Básico de Colombia, en el año de 1989, se digitalizó el mapa de usos del suelo (Mapa 3). Las áreas incluidas fueron las siguientes:

- Bosques naturales: llanura del Pacífico y Piedemonte amazónico (bosques homogéneos, bosques de terrazas, bosques heterogéneos de colinas), bosques de zonas escarpadas, bosques de páramo.
- Areas con cultivos, con pastos artificiales.
- Reservas Naturales-Zonas de páramo (494.389,5 ha).
- Areas con aptitud forestal ubicadas por encima de 2.800 msnm, por considerarse como límite altitudinal y biofísico para el desarrollo de plantaciones comerciales.

Areas Aptas para el Establecimiento de Plantaciones Comerciales

Como resultado de la zonificación realizada en el área de la *Región Andina central* de la jurisdicción de la Corporación, y siguiendo la metodología expuesta anteriormente, se cuenta con un total de 89.929 ha de vocación forestal, aptas para el establecimiento de plantaciones comerciales (Mapa 5), las cuales se distribuyen en las Regionales Cauca Norte y Cauca Centro, según la división político-administrativa de la Corporación, como se describen a continuación.

Características de las Regiones

• **Región Andina - Regional Cauca Norte**

Comprende una zona distribuida en los municipios de Santander de Quilichao, Corinto, Miranda, Padilla, Puerto Tejada, Jambaló, Toribío, Caloto, Caldono,

Buenos Aires, Suárez y Morales. Incluye una extensa región del flanco occidental de la cordillera Central y una pequeña área del flanco oriental de la cordillera Occidental. Se estima en un área potencial para reforestación de 57.587 ha.

Clima: comprende los pisos térmicos cálido, templado y frío. Con una precipitación media anual que oscila entre 2.500 y 3.000 mm. En un rango de alturas de 500 a 2.100 msnm.

• **Región Andina - Regional Cauca Centro**

Comprende una pequeña zona distribuida en los municipios de Popayán, Totoró, Silvia, Piendamó, Cajibío, El Tambo, Puracé y Coconuco, en el flanco occidental de la cordillera Central y el flanco oriental de la cordillera Occidental. El área potencial para reforestación comercial se estima en 32.342 ha.

Comprende el piso térmico templado, con una precipitación media anual que varía entre 2.000 y 2.500 mm en un rango de alturas de 1.000 a 1.800 msnm.

El clima de estas zonas presenta precipitaciones medias anuales en el rango comprendido entre 1.000 y 2.500 mm (que se presentan en dos períodos de lluvias claramente definidos en los meses de abril a mayo y octubre a noviembre; y un rango de temperatura de 14° a 17°C), abarcando un rango altitudinal comprendido entre los 900 y 1.800 msnm. Los vientos fuertes y las heladas muy frecuentes e intensas, afectan el crecimiento. Estas condiciones corresponden a las zonas de vida bh-M y bh-MB según la clasificación de Holdridge.

Suelos

En general, para las dos zonas potencialmente reforestables en el área de jurisdicción de la CRC, en la zona de montaña de las vertientes medias cordilleranas, se encuentran suelos originados a partir de cenizas volcánicas, con fisiografías que van de fuertemente onduladas a muy quebradas. Son suelos profundos, bien drenados que 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; preferiblemente franco-arcillosos no calcáreos, pH de 5.6 a 6.5, pendiente del 40 al 50%. Suelos húmedos, textura liviana franca, ácidos y humíferos.

Por el hecho de situarse parcialmente en las cordilleras Central y Occidental, geológicamente están formadas por materiales ígneos y metamórficos cubiertos en diferentes grados por cenizas volcánicas, de naturaleza variada, donde predominan las andesitas; en las partes altas aparecen suelos ricos en materia orgánica y ácidos; estos suelos tienen aptitud agrícola y junto con temperaturas moderadas y una lluviosidad adecuada, determinan las condiciones óptimas para los cultivos, para ganadería y un alto porcentaje para actividades forestales; existen pequeñas áreas que por sus características naturales, deben permanecer en su estado original con el fin de conservar el recurso hídrico, florístico y faunístico propio de la región.

Zonas de Vida

En el Cuadro 2 se presenta la descripción de las características generales de las zonas de vida catalogadas como áreas de vocación forestal determinadas como *protectoras - productoras y productoras*, aptas para el establecimiento de plantaciones forestales de tipo comercial en el área de jurisdicción de la CRC, según el Mapa indicativo de zonificación de áreas forestales de Colombia, elaborado por el IGAC e INDERENA, en el año de 1992.

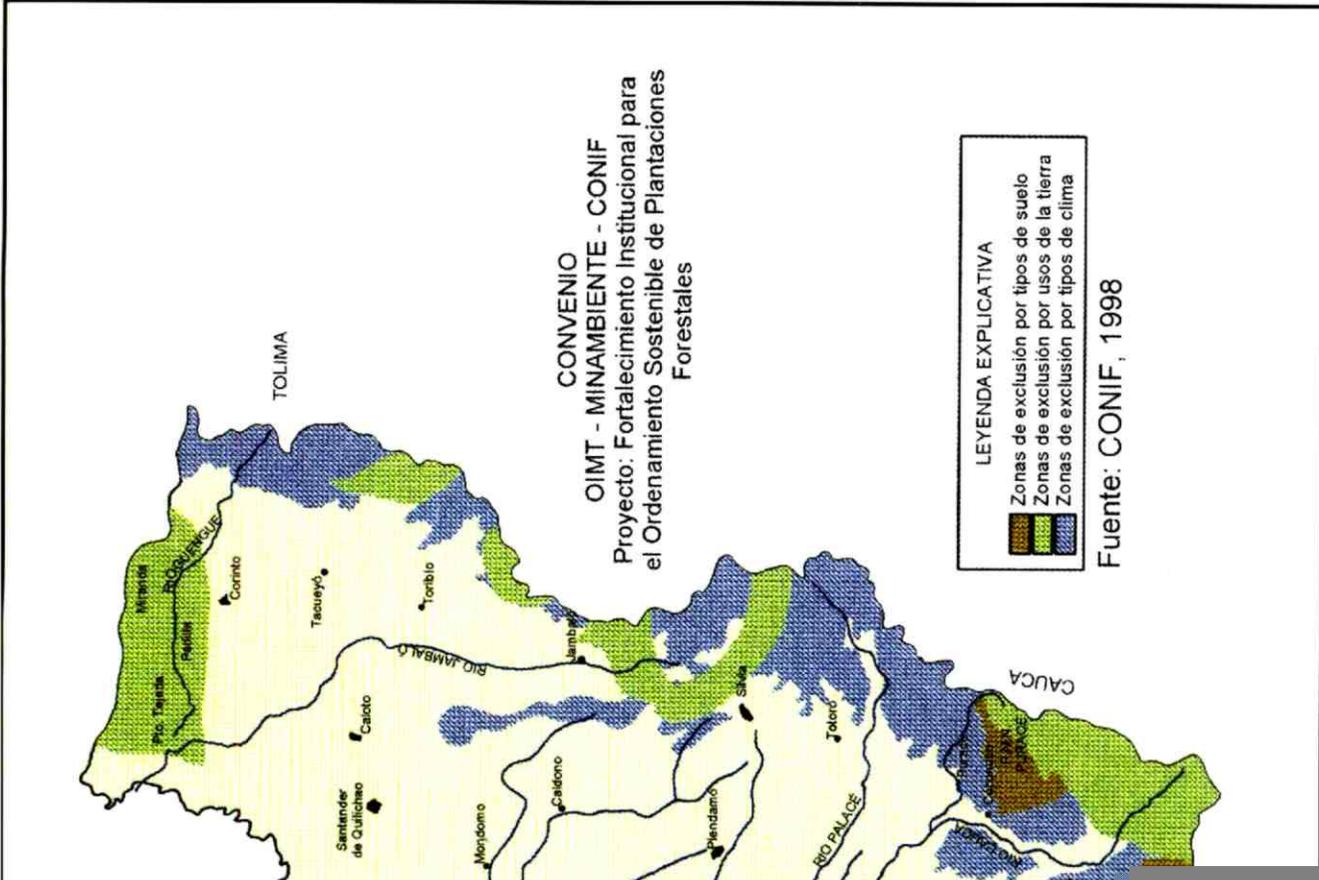
Desarrollo Forestal Industrial

En el área de jurisdicción de la CRC, no obstante la importancia forestal, existe un mediano desarrollo en el proceso de transformación de la madera proveniente de plantaciones forestales, el cual se realiza en el Valle del Cauca. Las especies forestales más utilizadas en proyectos de reforestación en el momento son *Eucalyptus grandis* y *Pinus oocarpa*, que se destinan para la obtención de madera de aserrío y leña.

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 CRC.

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						
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, pará, yaraguá)	Algunas planicies y valles del Cauca
bmh-PM	18 - 24	2.000 - 4.000	900 - 2.000			Suavemente inclinada a fuertemente quebrada	Bueno	Perhúmedo	Valles aluviales lomas y laderas suavemente inclinadas hasta fuertemente quebradas	Muy modificada por el hombre. Explotación intensiva de bosques	Cultivos: café, maíz, caña de azúcar, frutales. Potreros. Reforestación en sitios pendientes. Minifundios.	Zona cafetera del Cauca y cuencas interiores de algunos ríos, laderas de las cordilleras.	
bh - MB	12 - 18	1.000 - 2.000	2.000 - 3.000	Buena a regular			Bueno	Húmedo	Variable: llanuras hasta flancos de las cordilleras. Paisajes ondulados.	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 cañones montañosos del río Palía.	
bmh - MB	12 - 18	2.000 - 4.000	1.900 - 2.900	Relativamente ácidos. Altos contenidos de arcilla. Alta saturación de bases intercambiables			Bueno	Perhúmedo	Accidentada. Mesetas onduladas y quebradas. Cañones escarpados y profundos.	Existe bosque nativo con diversas especies. Abundancia de epifitas, helechos arborescentes.	Potreros. Bosques secundarios, rastrojos, chusque. Cultivos: maíz, frijol, papa, flores y hortalizas. Frijol, 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).	
bmh - M	6 - 12	1.000 - 2.000	> 2.900	Pobres. Suelos ácidos. Contenido alto de materia orgánica			Bueno. Nacen numerosos ríos.	Perhúmedo	Accidentada. Pendientes fuertes	Bosque nativo de poca altura. La humedad favorece epifitismo. Frailejón	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 y escarpado		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 Cauca la franja paramuna. Meseta de Paletará.	

Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 1963.



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, debe realizarse una selección adecuada de especies forestales. 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 corresponden 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 la matriz anteriormente descrita.
- 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 y 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 la CRC. En la zona Andina central del departamento se identificaron dos regiones o núcleos donde por sus características de suelos y uso actual del suelo permiten el desarrollo de proyectos de reforestación de tipo comercial. Las especies forestales que se sugieren para cada una de las zonas 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 determinadas como potenciales para el establecimiento de proyectos de reforestación comercial en la zona Andina central de la CRC, son: *Pinus oocarpa*, *Pinus patula*, *Eucalyptus grandis* y *Cupressus lusitanica*.

Priorización de Especies

La priorización de las especies forestales seleccionadas por el alto potencial e importancia para proyectos de reforestación comercial en el área de jurisdicción de la

Cuadro 3. Requerimientos ambientales de 18 especies forestales en Colombia

NOMBRE CIENTIFICO	CONDICIONES CLIMATICAS								CONDICIONES FISIOGRAFICAS					CONDICIONES EDAFICAS				
	NOMBRE VERNACULO	ALTITUD msnm	TEMPERATURA °C	PRECIPITACION mm (anual)	HUMEDAD RELATIVA	ZONA DEVIDA	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; bnh-MB	húmedo, muy húmedo	20-50 %	quebrado	moderado/ bueno	F	ácidos	presencia materia orgánica	superficial a profundo				
2 <i>Carrizosa pyriformis</i>	abarco	0-800	24	2.000-5.000	Baja	bh-T, bnh-T	húmedo, muy húmedo	15-25%	ondulado a quebrado	moderado/ bueno	FAr-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>	laurel	0-1.900	18-25	1.500-3.000	Media	bh-T, bh-PM	muy húmedo, húmedo	20-35 %	ondulado a quebrado	bueno	FAr, 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	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 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 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>Pochotzia quinata</i>	cañita 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, llomorado	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>Tectonia 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>Schizobium 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

CRC, se basó en la calificación de un conjunto de criterios técnicos generales aplicados a un grupo de especies forestales promisorias para dicha región. La calificación tuvo en 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 resume a continuación:

- De la determinación de especies adecuadas para las áreas de vocación forestal, con énfasis en el establecimiento de plantaciones comerciales, se seleccionó la especie más frecuente en las áreas aptas para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales.
- Se obtuvo información secundaria de la Corporación referente a las áreas, especies, usos, desarrollo tecnológico, desarrollo industrial forestal regional, existente en su jurisdicción.
- Se elaboró un cuadro de caracterización para los diferentes rangos de área plantada, los usos, el grado de investigación tecnológica, el desarrollo industrial, de las especies utilizadas en proyectos de reforestación en la región.

A cada una de las caracterizaciones se les asignó un puntaje, de 1 a 5, como sigue:

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)

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

ESPECIES	AREA (ha) CRC (1998)	CALIFICA- CION	USOS	CALIFICA- CION	PAQUETE TECNOLOGICO	DESARROLLO INDUSTRIAL	CALIFICACION TOTAL
<i>Cupressus lusitanica</i>	38,0	-	As/P	(4)	(4)	(3)	(11)
<i>Eucalyptus grandis</i>	1.384,7	(4)	P/D	(1)	(1)	(5)	(14)
<i>Pinus oocarpa</i>	334,2	(2)	As/D	(3)	(3)	(3)	(10)
<i>Pinus patula</i>	206,1	(2)	As/P	(3)	(3)	(3)	(8)

As = Aserrío D = Dendroenergético Mi = Minería P = Pulpa

Fuente: CONIF. Resultados del estudio.

Empresa con el proceso de producción y comercialización (5)

Según el Cuadro 4 y en cuanto al área reforestada, se destacan las especies *Eucalyptus grandis* con 1.384,7 ha que corresponden al 66,9% del total plantado en el departamento, el *Pinus oocarpa* con 334,2 ha que corresponden al 16,14 % y el *Pinus patula* con 206,1 ha que corresponde al 9,96%, estas especies son utilizadas comercialmente y tienen un desarrollo industrial importante en el departamento del Cauca (CRC, 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 considera que la especie *Pinus oocarpa* presenta grandes ventajas comparativas para el desarrollo forestal en el departamento.

La especie se puede desarrollar adecuadamente en algunas áreas de los municipios de Buenos Aires y Popayán. La tenencia de la tierra en estos municipios corresponde en su gran mayoría a la propiedad privada (minifundios de 5 a 15 ha) las cuales se utilizan actualmente como áreas para agricultura y para ganadería.

La especie *Pinus oocarpa* se considera de mucha importancia en la región; también es importante el *Eucalyptus grandis*, por su gran potencial en la región. Para efecto de la presente Guía se seleccionó al *Pinus oocarpa* como una de las especies con alto potencial en el área de jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Cauca y para la cual se describe el PEMF que se menciona en la presente Guía.

En el área de jurisdicción de la CRC el *P. oocarpa* se emplea para madera para aserrío y madera para uso dendroenergético.

En el departamento se han desarrollado tecnologías aplicadas al establecimiento, desarrollo y aprovechamiento de la especie, con el fin de obtener madera de aserrío, principalmente liderada por la empresa Smurfit Cartón de Colombia S.A. y pequeños reforestadores.

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

Como complemento de 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 complemento de 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 el departamento del Cauca que se describe en esta Guía.
- Evaluar las condiciones específicas de los sitios del proyecto para decidir y ajustar las prácticas silvícolas mas 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 CRC encargada de la administración de los proyectos de reforestación con recursos del CIF.

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

En la presente sección se describe el Plan de Establecimiento y Manejo Forestal -PEMF específico a la especie *Pinus oocarpa*, considerada de importancia para las condiciones ambientales de la jurisdicción de CRC. El PEMF contempla aspectos silviculturales básicos y actualizados para desarrollar un proyecto de reforestación comercial, que se constituye en una guía que le facilita, 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: 15 años

Reproducción de la Especie

La reproducción del *Pinus oocarpa*, se realiza por medio de semilla certificada y por propagación vegetativa.

Semilla: en Colombia, las fuentes de semilla de *Pinus oocarpa* más apropiadas provienen de los rodales existentes en los municipios de Popayán y Florida en el departamento del Cauca.

Un kilo de semillas puede contener alrededor de 41.000 a 65.000 unidades, con un 90 a 98% de pureza y un porcentaje de germinación del 70 a 90%. Como tratamiento pregerminativo se recomienda colocar la semilla en un recipiente con arena húmeda y llevarlo a 5°C (en nevera o cuarto frío) durante diez días.

El árbol puede alcanzar alturas hasta de 30 m, con un diámetro de 35 a 40 cm en un turno de 25 años. El fuste es recto y cilíndrico, con corteza fuertemente fisurada de unos 5 cm de espesor.

Clima

Su rango altitudinal varía entre 600 y 2.200 msnm con

Propagación por semilla: la semilla se puede sembrar directamente en bolsa, colocando dos semillas en una bolsa (40%) y una semilla por bolsa (60%) con sombrero (polisombra) y riego diario. Si se hace en germinadores, se utiliza un sustrato compuesto por tres partes de tierra más una de arena bien cernida; se debe desinfectar con formol o brasicol (40 gr/m²); las semillas se colocan superficialmente y se cubren con una capa de tierra orgánica muy fina; se recomienda proporcionar sombrero

con suficiente micorriza, se puede aplicar una segunda dosis a los dos meses.

Entre el segundo y tercer mes, se puede realizar una fertilización aplicando una solución de 25 gr de NPK disuelto en uno y medio litros de agua y asperjándola con regadera sobre el material.

Propagación vegetativa: se ha obtenido un prendimiento del 90% con estacas, cortadas en bisel en ambos extremos, con dos o tres yemas, enterradas hasta la tercera parte, con alta humedad relativa en el vivero o invernadero. Por acodos aéreos se acelera la formación de raíces.

Vivero: se producen plántulas en bolsa de tipo forestal tubular de 8 x 14 cm; el tamaño promedio de la plántula es de 25 a 35 cm, que se alcanza al transcurrir de 6 a 8 meses de edad; se debe hacer una clasificación del material para ser llevado a plantación definitiva en el campo.

Establecimiento de la Plantación

Sistema de siembra: por la topografía presente en las regiones de los municipios con potencial para el establecimiento de plantaciones con esta especie, esta actividad se debe realizar de forma manual, empleando una densidad de siembra inicial de 1.100 árboles/hectárea.

Preparación del terreno: se realiza mediante limpieza total del terreno y desmalezándolo.

Trazado y ahoyado: seguir el sentido de las curvas de nivel, en cuadro cada tres metros, haciendo hoyos de 30x30x30 cm con un repique alrededor del hoyo en un diámetro de 60 a 80 cm.

Plantación: es una actividad que se realiza manualmente, retirando la bolsa del bloque de tierra; si la raíz es demasiado larga se debe realizar una poda radicular al momento de la siembra; después de sembrar la plántula se compacta el suelo alrededor de ella. El establecimiento de la plantación debe hacerse en época de lluvias.

Fertilización: cuando la reforestación se realiza en terrenos sobrepastoreados durante mucho tiempo, dado su agotamiento se requiere efectuar el análisis de suelos y fertilizar de acuerdo con los resultados.

Mantenimiento de la Plantación

Limpias: deben efectuarse limpias para evitar el desarrollo de las malezas, que se hacen en forma manual para evitar el maltrato de las raíces del árbol; se limpia el plato a cada uno de los árboles en un diámetro de 60 a 80 cm. Es una especie con una alta exigencia de luz.

Manejo Silvicultural

Podas: por lo general, las ramas de esta especie se rompen con relativa facilidad, son delgadas y livianas, lo cual facilita la poda.

Raleos: en general, se realizan raleos durante el año 3, 6 (sin ningún valor comercial o para leña), a los años 8, 10, 12 y 15 (con algún valor comercial), con corta final al año 20, cuando deben quedar unos 200 árboles/ha de los que se obtiene madera para aserrío, chapas y leña. En el presente modelo de manejo se plantea un raleo a los 10 años y corta final a los 15 años.

Rendimiento: el rendimiento puede ser de 12 a 20 m³/ha/año. Utilizando material genético mejorado los rendimientos para *Pinus oocarpa* puede superar los 35 m³/ha año. En términos generales, la especie plantada en condiciones óptimas y aplicando los tratamientos silviculturales apropiados, puede tener un turno de 15 a 25 años.

Protección Forestal

Enfermedades: en vivero es frecuente el ataque de hongos, como el *Trichothecium roseum*, *Aspergillus flavus*, *Penicillium* sp., *Pestalotiopsis* sp., *Phomopsis* sp. que causan "Damping off". Se deben hacer aplicaciones preventivas de fungicidas. (Ver Ramírez, 1997).

Plagas: en vivero, los pájaros destruyen muchas plántulas. En plantaciones se presentan ataques de defolia-

dores nocturnos entre los que se destacan *Oxydia olivata* (Lep. Geometridae), *Leucolopsis pos.vagula* (Lep. Geometridae) y *Bothynodontes* sp (Col. Curculionidae). Los frutos son atacados por hongos (*Cronartium conigenun*). Para el control de Geometridos, se recomienda la instalación de trampas de luz y realizar manejo racional de maleza para permitir el establecimiento de enemigos naturales; recolección manual de pupas y quema posterior de éstas; realizar podas y entresacas adecuadamente. (Ver Pinzón, 1997).

Incendios: según el Mapa de Riesgos de Incendios en Plantaciones Forestales elaborado por CONIF (1997), en el departamento del Cauca, existe *alto* riesgo de incendios en los alrededores de Popayán, Cajibío y Buenos Aires y, con *muy alto* riesgo en inmediaciones de El Tambo. En los municipios donde existen plantaciones, la vulnerabilidad natural a incendios es alta, disminuyendo a un nivel medio en los sectores costeros y al sur del departamento; la vulnerabilidad climática es alta en la mayor parte del departamento.

En el Mapa 6 se presenta la zonificación por vulnerabilidad natural a incendios del departamento del Cauca. 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 CONIF (Castañeda, 1997).

Aprovechamiento Forestal

Ordenamiento del aprovechamiento: se realiza en rodales cuyas edades pasan de los 20 años, teniendo como uso final, madera de aserrío y para construcciones ligeras; la madera de los aprovechamientos de plantaciones de 8 a 12 años se utilizan para estacones, tableros de viruta y pulpa.

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 ramas de diámetros superiores a 8 cm para pulpa y tableros de viruta. La madera para aserrío se

dimensiona entre 2.50 y 3.00 m; la madera para tableros y pulpa, entre 1.70 y 2.20 m.

Transporte menor: el sistema de extracción de la madera es por cables aéreos, debido a la topografía de las regiones; para pulpa y tableros se utiliza la extracción animal (mulas). Estos productos (madera para aserrío, tableros y pulpa) llegan a un punto de acopio, sobre una vía secundaria para su transporte posterior.

Usos

La madera presenta una ligera diferencia entre albura y duramen: la albura es de color amarillo cremoso y el duramen café pálido. Textura fina, con brillo de mediano a alto, vetado pronunciado, con anillos de crecimiento visibles. La densidad varía de 0.51 a 0.55 gr/cm³. Es moderadamente pesada.

Aserrío: la madera se dimensiona en bloques de 0.2x0.1x3 m ó de 0.1x 0.1x3 m; en tablas de 0.2 x 0.025 x 3 m para la elaboración de muebles sencillos, ebanistería, molduras, paredes interiores, artesanías y para pulpa para papel, pero tiene altos contenidos de resina.

Tableros de Aglomerados: la madera que se utiliza para este fin se dimensiona así: un diámetro de 8 cm y una longitud de 1.70 ó 2.20 m.

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

Sistemas Agroforestales: a veces es utilizado como sombrío para el café, cacao y como cercas vivas.

Usos no Maderables

Resinas: se extraen resinas para la elaboración de colofonia.

Costos e Ingresos

La guía para el establecimiento y manejo de la especie *Pinus oocarpa* ha sido diseñado para proyectos a ser ejecutados en un período de 15 años.

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

- La inversión total en los 15 años, actualizado con un interés real del 12%, para la producción de madera de aserrío y pulpa es de \$1.7 millones de pesos de 1998, excluido el valor de la tierra
- La inversión inicial, o sea los gastos concernientes al establecimiento de la plantación son de \$951 mil pesos de 1998 (excluido el valor de la tierra), el 55% de la inversión total durante el turno. Una desagregación de los gastos incurridos en el desarrollo del proyecto se presenta en el Cuadro 5.

Con el cultivo del *Pinus oocarpa* se espera obtener una producción total de 140 ton/ha de madera para aserrío y 140 ton para pulpa a los 15 años y 50 ton en el raleo, a los 10 años. Con base en lo anterior, se estima que los ingresos generados durante todo el período serán de \$1.3 millones de pesos de 1998, considerando un precio por

tonelada de madera aserrada en pie de \$24 mil pesos y de \$17 mil pesos la tonelada de madera para pulpa.

Rentabilidad Económica

Los cálculos de rentabilidad para la especie *Pinus oocarpa* según la guía de manejo previamente descrita, se estima para un período de 15 años.

La tasa de rentabilidad para este cultivo, teniendo en cuenta el flujo de gastos e ingresos después de impuestos, se estima en 9.2% en términos reales. En el caso de acceder al Certificado de Incentivo Forestal - CIF, la rentabilidad se incrementa en 4.7 puntos porcentuales al alcanzar una tasa de rentabilidad del 13.9%, 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 oocarpa*

Cifras en miles de pesos de 1998

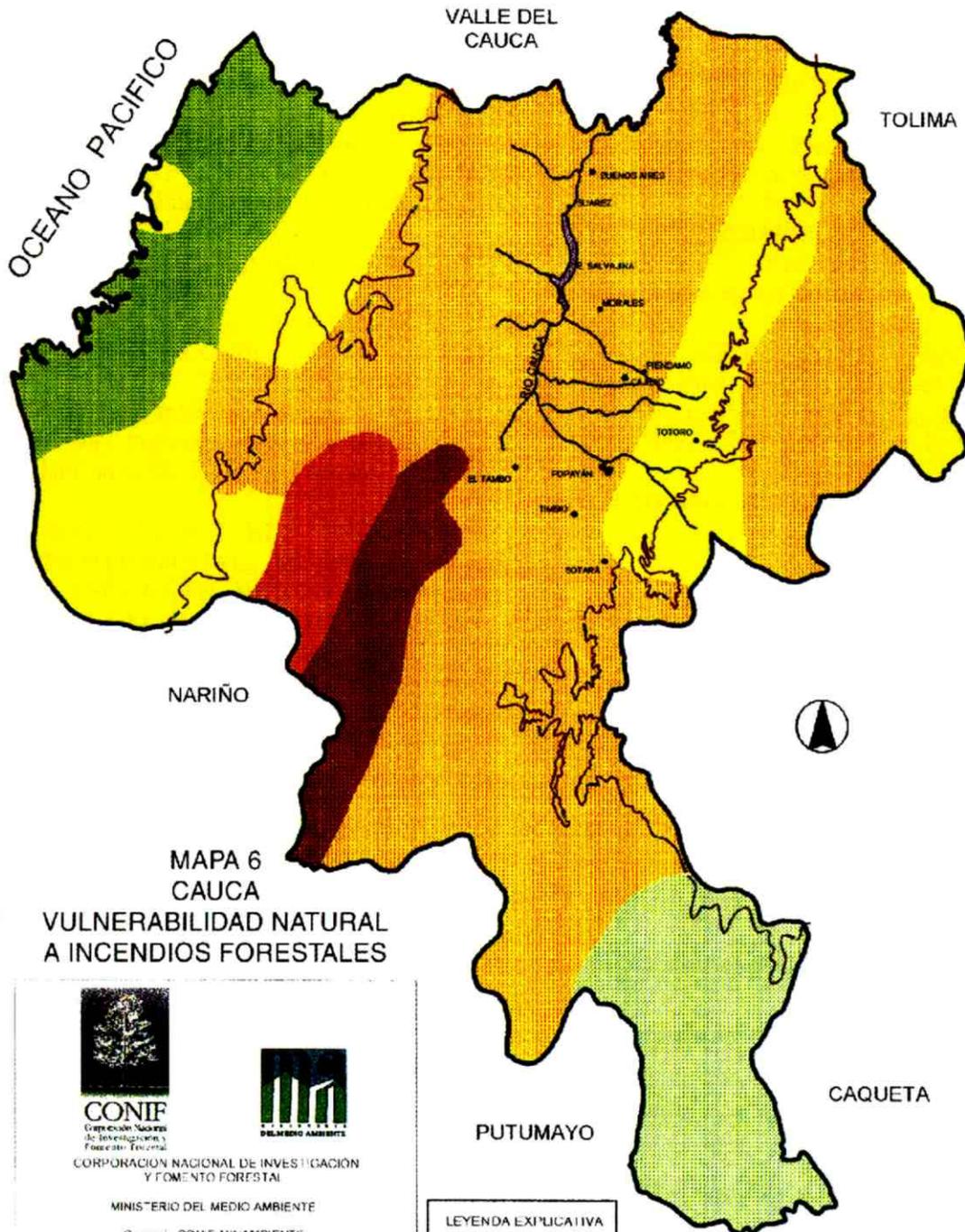
Parámetros de cálculo

Densidad de plantación	: 1.100 árboles / ha
Producto	: Madera para aserrío y pulpa
Volumen de madera por ha	: 330 Ton
Turno	: 15 años

CONCEPTO	AÑO					COSECHA AÑO 15
	1	2	3	4	5	
1. TOTAL INVERSIONES EMPRESA	1.200	0	0	0	0	(1.200)
1.1 VALOR DE LA TIERRA A REFORESTAR	1.200	0	0	0	0	(1.200)
1.2 OTRAS INVERSIONES DE LA EMPRESA	0	0	0	0	0	0
2. TOTAL INGRESOS	0	0	0	0	0	5.740
2.1 MADERA ORDINARIA CLASE 1	0	0	0	0	0	2.380
Ton/ha	0	0	0	0	0	140
\$/Ton	17	17	17	17	17	17
2.2 MADERA ORDINARIA CLASE 2	0	0	0	0	0	0
Ton/ha	0	0	0	0	0	0
\$/Ton	0	0	0	0	0	0
2.3 MADERA PARA ASERRIO	0	0	0	0	0	3.360
Ton/ha	0	0	0	0	0	140
\$/Ton	24	24	24	24	24	24
3. COSTOS TOTALES ACTIV. REFORESTADORA	951	331	223	119	26	11
3.1 TOTAL COSTOS DIRECTOS PLANTACION	897	314	210	112	22	10
MANO DE OBRA	641	264	172	95	17	10
PLANTULAS	108	0	0	0	0	0
HERBICIDAS	19	37	28	9	0	0
FERTILIZACION	28	16	0	0	0	0
PROTECCION FITOSANITARIA	2	5	5	5	5	0
ASISTENCIA TECNICA	19	8	5	3	0	0
3.2 TOTAL COSTOS INDIRECTOS PLANTACION	54	17	13	8	4	1
HERRAMIENTAS	3	6	4	2	0	0
FLETES INSUMOS	3	0	0	0	0	0
FLETES PLANTULAS	29	0	0	0	0	0
ADMINISTRACION	19	11	8	5	3	1
3.3 TOTAL COSTOS APROVECHAMIENTO	0	0	0	0	0	0
ENTRESACAS	0	0	0	0	0	0
4. FLUJO DE CAJA ANTES DEL CIF ^{1/}	(2.151)	(331)	(223)	(119)	(26)	6.585
5. FLUJO DE CAJA DESPUES DEL CIF ^{1/}	(1.733)	(219)	(144)	(69)	69	6.585

^{1/} Después de impuestos

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



MAPA 6
CAUCA
VULNERABILIDAD NATURAL
A INCENDIOS FORESTALES



CONIF
Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal



MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE

Convenio CONIF-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

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.
- CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA.** 1997. Manejo de Semillas Forestales. En: Nota Técnica (22). Turrialba, Costa Rica, CATIE.
- CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA.** 1997. Aspectos Generales del departamento del Cauca. Divulgativo. Popayán. 4 p.
- 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. 50p.
- ESPINAL, L. S; MONTENEGRO, E.** 1963. Formaciones vegetales de Colombia. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico. IGAC. Santafé de Bogotá.
- INSTITUTO GEOGRAFICO "AGUSTIN CODAZZI" - IGAC.** 1992. Mapa indicativo de zonificación de áreas forestales de Colombia. Memoria explicativa. IGAC, INDERENA. Santafé de Bogotá. 78p.
- INSTITUTO GEOGRAFICO "AGUSTIN CODAZZI" - IGAC.** 1989. Atlas básico de Colombia. 6ª ed. IGAC. Bogotá. 444 p.
- INSTITUTO GEOGRAFICO "AGUSTIN CODAZZI" - IGAC.** 1984. Mapa de bosques de Colombia. Memoria explicativa. IGAC. Bogotá. 206 p. Escala 1:500.000.
- INSTITUTO GEOGRAFICO "AGUSTIN CODAZZI" - IGAC.** 1983. Mapa de suelos de Colombia. IGAC. Bogotá. Esc. 1: 1'500.000.
- INSTITUTO GEOGRAFICO "AGUSTIN CODAZZI" - IGAC.** 1975. Suelos de cenizas volcánicas del Cauca. IGAC. Bogotá. 119 p.
- INSTITUTO GEOGRAFICO "AGUSTIN CODAZZI" - IGAC.** 1971. Generalidades del clima en Colombia (Información gráfica para la elaboración trabajo final). 280 p.
- INSTITUTO GEOGRAFICO "AGUSTIN CODAZZI" - IGAC.** 1961. Análisis termodiferencial de algunos suelos de Colombia y su aplicación en fertilidad y clasificación de suelos. Bogotá. 21p.
- LEYES, DECRETOS, ETC.** 1994. Ley 99 del 22 de diciembre de 1993. Corporación ECOFONDO. Santafé de Bogotá. 71 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. 100 p.