

MMA

233

IONES FORESTALES  
COMERCIALES

# MAGDALENA

SERIE DE DOCUMENTACION No. 35

Santa Fe de Bogotá, Colombia - Noviembre de 1998

Características Regionales

Areas para la Reforestación

Especies Forestales

PEMF para *Eucaliptus tereticornis*



**CONIF**  
Corporación Nacional  
de Investigación y  
Fomento Forestal



GUIA PARA  
PLANTACIONES FORESTALES  
COMERCIALES

# MAGDALENA

CONIF: SERIE DE DOCUMENTACION No. 35  
SANTA FE DE BOGOTA, NOVIEMBRE DE 1998

ISSN 0121 - 0254

## Editores

Daniel Roncancio Guerrero  
Enrique Vega González  
Gustavo Herrera Chitiva



**CONIF**  
Corporación Nacional  
de Investigación y  
Fomento Forestal



MINISTERIO  
DEL MEDIO AMBIENTE



OIMT

# CONTENIDO

## 1 Introducción

## 2 Agradecimientos

## 3 Características del área

Extensión y límites, Aspectos biofísicos, Problemas ambientales, Uso actual del suelo.

## 4 Áreas potenciales para reforestación comercial

Introducción, Metodología, Resultados, Áreas potenciales para la reforestación del Magdalena.

## 5 Especies adecuadas para la región

Selección de especies, Priorización de especies.

## 6 Plan de establecimiento y manejo forestal para *Eucalyptus tereticornis*

Requerimientos ambientales de la especie, Reproducción de la especie, Producción de material para plantaciones, Establecimiento de la plantación, Mantenimiento de la plantación, Manejo silvicultural, Aprovechamiento forestal, Características físico-mecánicas de la madera, Protección forestal, Costos e ingresos, Rentabilidad económica.

## 7 Bibliografía

## Guía para Plantaciones Forestales Comerciales MAGDALENA

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 Matta Tello

### Equipo Técnico de la Guía

Daniel Roncancio Guerrero  
Enrique Vega González  
Gustavo Herrera Chitiva  
Alvaro Castañeda Torres

### Apoyo Regional CORPOMAG

Subdirección Gestión Ambiental  
Alfonso Escobar Nieves  
Ana Cecilia Vega González

### 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 del departamento del Magdalena presenta una de las zonas con mayor diversidad ecológica y de problemas ambientales de la región norte del país, que se ejemplariza con la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM), la cual presenta graves problemas ambientales localizados en su piedemonte y, parcialmente el sistema lagunar estuarino del delta del río Magdalena. Más del 80% de los bosques primarios de la SNSM han sido alterados, evidenciándose agudos faltantes de agua, lavado de suelos, erosión y contaminación. Igual suerte corre el sistema lagunar de la Ciénaga Grande, donde más de 20.000 hectáreas de manglar han sido degradadas, mortandad masiva que se genera por el rompimiento del balance halohídrico río-ciénaga-mar. El sistema de colinas bajas presenta un notable déficit hídrico, ocasionado por la casi total desaparición de la cobertura natural de bosques y matorrales de sabana, además de la explotación inadecuada de acuíferos que han contribuido con la degradación y salinización de buena parte de los suelos.

Analizada la radiografía del departamento, su potencialidad para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales, adquiere una gran importancia el establecimiento de plantaciones forestales, porque además de generar riqueza económica permitirá mitigar

los problemas ecológicos y ambientales de la región. Son cerca de 893.400 ha de aptitud forestal, 38.5% del total del departamento del Magdalena.

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

## Agradecimientos

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

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

A la Corporación Autónoma Regional del Magdalena, CORMAGDALENA 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

## Extensión y Límites

El departamento del Magdalena tiene una superficie de 2'319.000 ha, que corresponden al 15.3% con respecto a la llanura del Caribe. Administrativamente se encuentra dividido en 21 municipios: Santa Marta, ciudad capital, Aracataca, Ariguaní, Cerro de San Antonio, Ciénaga, Chivolo, El Banco, El Piñón, Fundación, Guamal, Pedraza, Pivijay, Plato, Pueblo Viejo, Remolino, Salamina, San Sebastián de Buenavista, San Zenón, Santa Ana, Sitionuevo y Tenerife.

Posee aproximadamente 167.500 ha de espejos de agua continentales, constituidos por lagunas costeras, ciénagas y pantanos, ubicados en la llanura aluvial en el margen derecho del río Magdalena. Los mayores sistemas cenagosos del país tanto de agua mixohalinas como dulces se hallan en el departamento (Complejo Deltáico - Estuarino de la Ciénaga Grande de Santa Marta y Complejos Cenagosos de Zapatosa - Chilloa). Es por ésto que el departamento del Magdalena es el más rico en este tipo de humedales en todo el territorio nacional.

Estos sistemas cenagosos, son de una notable fragilidad ambiental, dada su íntima interdependencia estructural y funcional con el río Magdalena, comportándose como los amortiguadores naturales de los pulsos hidrológicos intranuales e interanuales del río. La llanura aluvial permite así en conjunto, almacenar esta periódica recarga de aguas, con una capacidad que supera los 130.000 millones de m<sup>3</sup> de agua.

La Corporación Autónoma Regional del Magdalena, CORPAMAG, coincide con el área de la división político-administrativa del departamento del Magdalena

## Aspectos Biofísicos

### Geoformas y Conformación Geológica

En el relieve magdalenense se identifican tres grandes unidades fisiográficas predominantes:

*La primera unidad*, constituida por la Sierra Nevada de Santa Marta, la cual es un gran macizo que se levanta aislado del resto de las cordilleras en la parte más septentrional del departamento, donde se encuentran las máximas alturas del país que sobrepasan los 5.000 msnm, constituida por un enorme bloque de rocas ígneas-metamórficas, diferenciándose los esquistos, plutones, tonalitos y granodioritos entre otros; su topografía es muy accidentada y abrupta.

*La segunda unidad*, comprende el valle irrigado por el Magdalena, que comprende su delta el lecho mayor y terraza aluviales y la zona de la Depresión Momposina. La cual se caracteriza por ser baja, plana e inundable con presencia de numerosos caños y ciénagas y por los frecuentes desbordamientos del río.

*La tercera unidad*, la conforman las extensas llanuras centrales y las adyacentes al río Ariguaní que corresponde a la parte más productiva del departamento, donde se encuentra la Zona Bananera; se aprecian diversas geoformas como terrazas, llanuras aluviales inundables y no inundables; también forman parte de esta zona el valle del río Ariguaní, construido en mantos sedimentarios del Terciario y del Cuaternario, este último cubre la Depresión Momposina. En estas tierras se encuentran yacimientos de gas y petróleo en explotación y excelentes tierras de labor aprovechadas en diferentes cultivos, pastos y ganadería.

### Suelos

Dependiendo de la calidad y la aptitud de uso de los suelos en el departamento del Magdalena se agrupan varias clases agrológicas, tal como se presentan en el Cuadro 1.

### Clima

- **Pisos Térmicos:** el clima es seco y sofocante, con una temperatura media de 29°C, con excepción de la región montañosa donde se

**Cuadro 1. Clases agrológicas en el departamento del Magdalena**

CLASE	LIMITANTE	APTITUD	LOCALIZACION
I	Agrícola-ganadera	Riego y fertilización	Sur de Ciénaga-Norte de Aracataca.
II	Agrícola-ganadera	Susceptibilidad a la erosión, y exceso de humedad	Faja entre los ríos Mendiguaca y Don Diego Diego, y un sector del municipio de Aracataca.
III	Agrícola-ganadera	Problemas de erosión, encharcamiento y alto contenido de sales	Noroccidente del Dpto. En los municipios de Pivijay, Piñón y Cerro de San Antonio.
IV	Agrícola con fuertes limitaciones	Inundaciones, pobre drenaje, alto contenido de sales. Susceptibilidad a la erosión en los sectores altos	Carretera (lado y lado) Santa Marta-Aracataca. Sector de Algarrobo a lo largo del río Ariguani, sur del Dpto. Entre la ciénaga Zapatosá y los límites con el Dpto del Cesar.
V	Ganadería, bosques y vegetación permanente	Mal drenaje, inundaciones periódicas, alta pedregosidad	Noreste del Dpto. Entre los ríos Magdalena y la ciénaga de Pajara, desembocaduras de los ríos Sevilla y Frío, parte baja de los Montes de Plata. Piñón en límites con Pivijay

**Cuadro 2. Pisos térmicos del departamento del Magdalena**

PISO TERMICO	ALTITUD (msnm)	TEMPERATURA (°c)	PRECIPITACION (mm)	CUBRIMIENTO
Cálido	0 -1.000	> 24	1.000 -2.000	Corresponde al 80 % del área Dpto., hacen parte: la depresión Momposina, Zona Bananera, Valle del río Ariguaní, Ciénaga Grande de Santa Marta.
Templado	1.000-2.000	18 a 24	2.000 - 4.000	Estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta.
Frío	2.000-3.000	12 a 18	2.000 - 4.000	Sierra Nevada de Santa Marta.
Páramo	> a 3.000	< a 12	1.500	Sierra Nevada de Santa Marta.

**Fuente:** Plan de Gestión Ambiental, CORPAMAG (1995-1999).

nuevamente un veranillo que dura alrededor de 30 días, llamado el veranillo de San Juan.

Y un *período de humedad* el cual se inicia en los meses de abril-mayo y termina en noviembre. Siendo la época más invernal los meses de septiembre-octubre donde se presentan fuertes aguaceros de mediana intensidad. Se presenta una precipitación anual entre 500-1.000 y 2.000 mm.

El brillo solar promedio es de aproximadamente 2.4 horas/año, presentándose el de mayor luminosidad en el mes de enero con 8.50 horas y el de menor en el mes de octubre con 4.60 horas íntimamente relacionadas con las épocas de sequía y humedad respectivamente.

**Hidrografía**

El territorio del departamento del Magdalena está conformado por cuatro cuencas hidrográficas: la primera cuenca corresponde a los ríos que nacen en la ladera septentrional de la Sierra Nevada de Santa Marta; la segunda cuenca está compuesta por los ríos que nacen y corren por la ladera sur y suroccidental de la Sierra Nevada; la tercera cuenca está formada por los caños y arroyos que vierten sus aguas a las ciénagas y éstas a su vez al río Magdalena y, la última cuenca que corresponde al río Ariguaní.

- **Ladera septentrional de la Sierra Nevada:** esta cuenca está compuesta por los ríos Palomino, Don Diego, Buritaca, Mendiguaca, río Piedras, Manzanares y Gaira. Estos ríos desembocan en el Mar Caribe por las principales bahías y ensenadas que se encuentran en esta parte del departamento. Los ríos más importantes de la cuenca son el Gaira, Manzanares y Palomino.
- **Ladera sur y occidental de la Sierra Nevada:** los ríos que nacen en esta cuenca desembocan en la Ciénaga Grande de Santa Marta. Es una de las cuencas más importantes del departamento, pues lo atraviesa de oriente a occidente irrigando grandes extensiones especialmente la denominada Zona Bananera; además, abastece los acueductos de las poblaciones de Fundación, Aracataca, Ciénaga, Guacamayal, Sevilla y el Retén. Los ríos que hacen parte de esa cuenca son: Río Frío, Sevilla, Tucurinca, Mamancana al cual se une el Duraimena para formar el Aracataca, Fundación, la quebrada Rosa y un gran número de caños que también desembocan en la Ciénaga Grande y que sólo son aprovechables en épocas de lluvia, ya que en época seca sus caudales desaparecen.
- **Cuenca del río Magdalena:** esta cuenca es la más grande y extensa, posee la mayor cantidad de caños y arroyos que fluyen a las ciénagas y al río Magdalena.



Dentro de esta cuenca se encuentra la denominada “Depresión Momposina”. Esta depresión se extiende desde la ciénaga de Zapatosa hasta confundirse con el delta del río Magdalena. La Depresión Momposina es un área colectora de aguas, pues allí confluyen los ríos Cauca, San Jorge y Cesar, este último por medio de la ciénaga de Zapatosa.

Entre las ciénagas más importantes del departamento se encuentran: Playa Afuera, ubicada en el municipio de Santa Ana, recoge las aguas de la quebrada Chimichica; Jarabá, ubicada al este de la población de Santa Ana; Pijiño, Juan Criollo, El Trapiche, Chilloa, en cuyas riberas se encuentran asentadas respectivamente las poblaciones de Algarrobal, Aguaestrada, Menchiquejo y Barranco de especial desarrollo pesquero y agrícola-ganadero; la Rinconada, en sus riberas se encuentran poblaciones que presentan un buen desarrollo económico y, Zapatosa, cuya extensión es de 310 Km<sup>2</sup>, siendo la más grande de la Depresión Momposina. Esta ciénaga está formada por el río Cesar entre los municipios de El Banco, Chimichagua y Tamalameque; es alimentada por los arroyos y ciénagas que la circundan, tiene comunicación con el río Magdalena por intermedio del río Cesar que desemboca a ella por el oriente del municipio de El Banco. Es navegable por pequeñas embarcaciones; la pesca constituye la base de la actividad económica de los pobladores que habitan en sus alrededores.

- **Cuenca del río Ariguaní:** el Ariguaní desemboca en el río Magdalena por intermedio de la ciénaga de Zapatosa y baña las extensas llanuras centrales de los departamentos del Magdalena y Cesar que constituyen la principal zona ganadera y agrícola en esta parte del país.
- **La Ciénaga Grande:** integrada por un complejo lagunar compuesto por 16 ciénagas que se comunican entre sí o a través de caños; se encuentra ubicada en el delta exterior del río Magdalena con una extensión aproximada de 830 km de espejos de agua.

**Recursos Faunísticos:** existen al menos en el departamento del Magdalena alrededor de 100 especies de mamíferos (primates, roedores, carnívoros, quirópteros) destacándose por su valor nutritivo el venado, el zaino, el armadillo, la guartinaja, el ponche, etc.

En el grupo de reptiles se han encontrado más de 50 especies (cocodrilos, serpientes, lagartos, tortugas, etc.); en el de anfibios se calculan unas 30 especies, destacándose las diferentes variedades de ranas y en el de aves se encuentran aproximadamente 250 especies (tijeretas, garzas, characa, chorlo, palometa, colibrí, mirra, perico, etc.).

### Problemas Ambientales

Los problemas ambientales del departamento están relacionados con tres aspectos principales: primero, la deforestación de las partes altas de las cuencas de los ríos que tienen origen en la Sierra Nevada de Santa Marta, que ocasionan erosión aluvial, por el aumento en la pérdida de suelo en pendientes moderadas y fuertes; esto origina sedimentación y colmatación acelerada de los cuerpos de agua; segundo, la acumulación de residuos tóxicos y metales pesados en los cuerpos de agua, transportados por las corrientes fluviales desde los grandes centros urbanos ubicados en la cordillera de los Andes y, tercero, el deterioro causado sobre la faja costera por la actividad turística y la infraestructura vial, que se observa en las playas, aguas de las bahías y áreas de mangle. Una breve descripción de la situación ambiental se presenta en el Cuadro 3.

### Uso Actual del Suelo

Las tierras del área de jurisdicción de CORPAMAG 2.319.000 ha, están distribuidas de la siguiente manera:

1. En el departamento se encuentran los parques nacionales naturales Tayrona, Isla de Salamanca, el santuario de fauna y flora Ciénaga Grande de Santa Marta, compartiendo con los departamentos de La Guajira y Cesar el parque nacional natural Sierra Nevada de Santa Marta.

**Cuadro 3. Diagnóstico ambiental de las zonas del departamento del Magdalena**

ZONA	CUBRIMIENTO	PROBLEMATICA
1	Santa Marta, Ciénaga, Aracataca, Fundación, Pivijay y Pueblo Viejo	Deforestación de más del 80% de los bosques, déficits de agua, lavado de suelos, erosión y contaminación, degradación de manglares.
2	Sitio Nuevo, Remolino, Salamina, El Piñón, Cerro de San Antonio y Pedraza	Area de depósito de carga de sedimentos, con el taponamiento de ciénagas y el río Magdalena, que ocasionan la degradación del manglar y disminución de la pesca en la zona.
3	Ariguaní, Chivolo, Tenerife y Plato	Humedales con altas tasas de sedimentación, agotamiento de las pesquerías y aguda deforestación; inadecuada explotación de acuíferos, salinización de los suelos y contaminación de corrientes de agua.
4	Santa Ana, San Zenón, San Sebastián, Guamal y El Banco	Sedimentación, contaminación de aguas, deforestación, salinización de suelos.

**Fuente:** Plan de Gestión Ambiental, CORPAMAG (1995-1999).

2. Del total del área del departamento un 21% corresponde a áreas boscosas. De casi medio millón de hectáreas un 69% corresponden a bosques naturales, un 27% corresponden a bosques secundarios y otros cultivos de zona cafetera y un 4% a plantaciones de café. En la conocida zona bananera comprende unas 17.000 ha, situadas en el norte del territorio, entre Ciénaga y Fundación; el café con áreas importantes situadas en la Sierra Nevada de Santa Marta, donde se cultivan cerca de 16.000 ha; la palma africana en los municipios de Fundación y Pueblo Viejo principalmente, con 18.705 ha; también se cultiva maíz (25.110 ha), yuca (13.175 ha), arroz riego (6.110 ha), sorgo (4.525 ha); zonas de pastos 1'016.330 ha (IGAC, 1993).
3. Zonas de lagunas, arroyos y pantanos.

## II. Areas potenciales para reforestación comercial

### Introducción

Como cualquier otro cultivo agrícola, las plantaciones forestales requieren para su normal desarrollo una adecuada *selección de sitio*, en la que deben tenerse en cuenta factores edafoclimáticos básicos como son: topografía, profundidad efectiva, textura, drenaje, pH, fertilidad; altitud, temperatura, precipitación, humedad relativa. Por esta razón, 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 Magdalena fue la siguiente:

- a. Se consultó la información existente del IGAC 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 (2'319.000 ha) con base en la información disponible sobre los aspectos de suelos, clima y uso actual del suelo (Mapas 1, 2 y 3).
- 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. Una vez realizado el proceso de exclusión por las variables de suelo y usos del suelo, se generó una representación cartográfica, la cual se representó en un mapa de zonas exclusión a plantaciones forestales, y en otro mapa las áreas potenciales forestales del Magdalena.

### Resultados

#### Exclusión por tipos de suelos

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. Para el desarrollo de esta actividad se utilizó el mapa suelos del departamento del Magdalena, realizado por el IGAC 1989, a escala 1:400.000, para el cual se analizaron los parámetros básicos de: propiedades físicas, químicas, material parental que lo constituye, génesis, fisiografía y climas donde se presentan; para realizar la exclusión de las áreas que presentarán los siguientes tipos de suelos:
  - Suelos mal drenados, poco evolucionados, desarrollados en áreas depresionales e inundables.
  - Suelos de playas, barras marinas y otras formas litorales, mal drenados con presencia alta de sales.
  - Suelos de clima frío húmedo y muy húmedo, en relieve quebrado, poco a moderadamente evolucionados, desaturado.
  - Suelos de clima muy frío y muy húmedo (páramos), en relieve ondulado a quebrado, poco a moderadamente evolucionados y desaturados.
  - Suelos de pisos, niveles en relieve quebrado a escarpado, poco evolucionados. Asociaciones con afloramientos rocosos.

El Mapa 1 muestra la representación cartográfica del Mapa de Suelos de Magdalena, que se utilizó para realizar el proceso de exclusión.

#### **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 basó en la terminología y clasificación utilizada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 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, precipitación total mensual, multianual.
2. Se relacionó el parámetro de precipitación con base en la altitud (Pisos térmicos).
3. Se establecieron los rangos por precipitación.
4. Se digitalizó y plotearon las gráficas de isoyetas para determinar las áreas con iguales condiciones climáticas. Para realizar esta actividad se trabajó con base en un mapa de precipitación del Magdalena a escala 1:400.000, en el cual se representan 5 diferentes áreas de rangos de precipitación, que se presentan el departamento, una vez analizadas las áreas que presentan igualdad en condiciones ambientales.

No se tuvo en consideración esta variable climática como elemento de exclusión debido a que las zonas que presentaron menor rango de precipitación fueron clasificadas entre 500 a 1.000 mm, variable que no sería restrictiva para el desarrollo de las plantaciones forestales; no se encontraron áreas con precipitaciones inferiores a 500 mm.

El Mapa 2 muestra la representación cartográfica del Mapa de Precipitación del Magdalena, que se analizó

para determinarse como una variable de exclusión para el proceso de zonificación, éste se presenta impreso a escala 1:1'131.817.

### Exclusión por tipos de uso del suelo

En la determinación de las zonas aptas para el establecimiento de plantaciones forestales y, teniendo en consideración que el uso actual del suelo es una de las variables de mayor dinámica y evolución en los procesos productivos de una región, se tomó la información analizada y sintetizada en un mapa temático, el cual muestra el estado actual de ocupación del suelo de una región en función de los procesos productivos presentes en la misma; este proceso se realizó con la finalidad de no entrar en conflicto con las actividades productivas y de desarrollo que se generan en la zona y optimizar el uso del suelo. Para realizarlo se tomó 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 representaran 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.
5. Areas con aptitud forestal ubicadas por encima de 2.800 msnm.
6. Areas urbanas
7. Areas lacustres.

Para realizar este proceso se tomó la información cartográfica el Atlas Básico de Colombia, IGAC 1989 y el mapa de usos del suelo a escala 1:400.000 y se seleccionó el área correspondiente a la jurisdicción de la Corporación; a partir del cual se realizó la exclusión de áreas por aspectos legales, jurídicos, zonas de cultivos agrícolas establecidos en la actualidad, zonas de riesgos naturales, accidentes orográficos y áreas que no cum-

plieran con los requisitos mínimos para reforestar, tales como:

- Vegetación Xerofítica.
- Bosques Intervenidos y Bosque primario.
- Areas con cultivos productivos como: banano, plátano, palma africana, maíz, café y yuca.
- En el caso específico del departamento, los parques nacionales naturales Tayrona, Isla de Salamanca, el Santuario de Fauna y Flora, Ciénaga Grande de Santa Marta, y compartiendo con los departamentos de La Guajira y Cesar el Parque Nacional Natural y la Sierra Nevada de Santa Marta.
- Pantanos y ciénagas.
- Páramo y nieve.
- Areas con aptitud forestal por encima de 2.800 msnm por considerarse como límite altitudinal y biofísico para el desarrollo de plantaciones comerciales.
- Accidentes orográficos como la Sierra Nevada de Santa Marta, inmenso macizo aislado del sistema montañoso andino, que se levanta en la parte más septentrional del departamento; el litoral en este sector es muy accidentado, donde sobresalen los cabos La Aguja, San Agustín, San Juan de Guía; las puntas Betín, Brava, Castillete, Cal y Gaira; las bahías de Santa Marta y Taganga y la ensenada de Concha.

En el Mapa 3 se muestra la representación cartográfica del Mapa de Uso Actual del Suelo en Magdalena, utilizado para realizar el procedimiento de exclusión representado a una escala de 1: 1'120.537.

### Areas Potenciales para la Reforestación del Magdalena

El Mapa 4 muestra en forma agrupada las áreas excluidas y en el Mapa 5 se muestra la zonificación de las áreas potenciales para la reforestación. Estas áreas abarcan una extensión de 893.412 ha, distribuidas tal

como se muestran en el Mapa 5 las cuales presentan similitud en las condiciones climáticas, edáficas y de uso actual del suelo actual.

Una vez obtenido el Mapa 5 se procedió a sectorizar y/o agrupar en tres regiones o zonas por su ubicación geográfica dentro del departamento y sus características ambientales similares: sur del departamento, zona bananera y zona noroccidental. Cada una de ellas presentan características ambientales, actividades productivas y desarrollos forestales, como se describe en la sección siguiente.

## Zona Sur

### Ubicación

La zona sur del departamento que se encuentra en un rango de alturas entre 50 y 200 msnm, posee un área aproximada de 508.612 ha, potenciales para la reforestación comercial y, por la cercanía al río Magdalena como medio de transporte para llevar productos y subproductos de las plantaciones forestales, la convierten en un núcleo forestal con gran potencial para el desarrollo de reforestaciones comerciales; en esta zona se ubican los municipios de Guamal, San Sebastián de Buena Vista, San Zenón, Santa Ana, y Ariguaní (El Difícil).

### Clima

En esta zona se presenta una precipitación promedio anual entre 1.100 y 1.500 mm; con períodos secos en los meses de diciembre a febrero. La temperatura media anual es de 28°C, con promedio máximo de 32°C en abril y mínimo de 26°C en octubre. Según el sistema de clasificación de Holdridge, corresponde a la zona de vida bosque seco tropical (bs-T). La humedad relativa máxima del 100%, ocurre entre las 7:00 pm y las 4:00 am; la mínima del 45% entre las 7:00 am y las 4:00 pm, con una evaporación promedio de 1.760 mm (RESS, 1998).

### Suelos

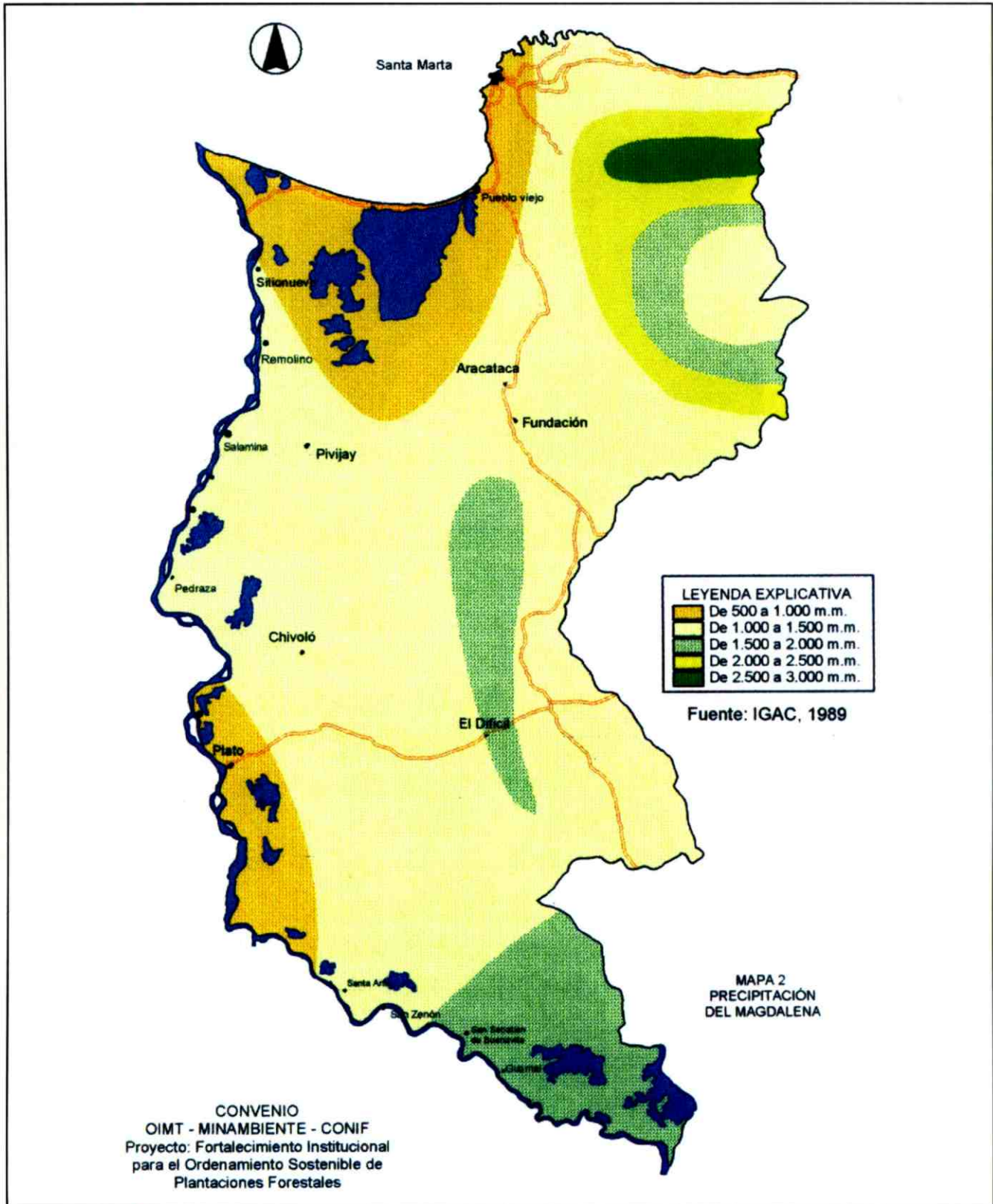
Los suelos de la zona Sur del departamento, están caracterizados según su ubicación fisiográfica; en las

áreas planas predomina principalmente la *Asociación Pueblo Nuevo* la cual tiene problemas de salinidad a través de todo el perfil; con profundidad efectiva superficial, bien drenados y de evolución muy incipiente. Presentan alta saturación de bases y alta capacidad de cambio; poseen bajos contenidos de nitrógeno, con fósforo medio a alto y potasio muy alto. En el ápice de los abanicos del piedemonte sobre arcillas en terrenos de relieve plano a ligeramente inclinado se localizan los suelos de la *Asociación Castillal (Cta)*. Son vertisoles e inceptisoles de reacción ligeramente ácida, moderadamente profundos, bien drenados, de textura fina y muy altos en saturación de bases y capacidad de cambio; tienen bajos contenidos de nitrógeno, pero fósforo y potasio altos y con problemas de sodio a partir de un metro de profundidad. Sin erosión, pertenecen a la clase y subclase agrológica III-S, requiriendo fertilización fosfórica e incorporación de materia orgánica.

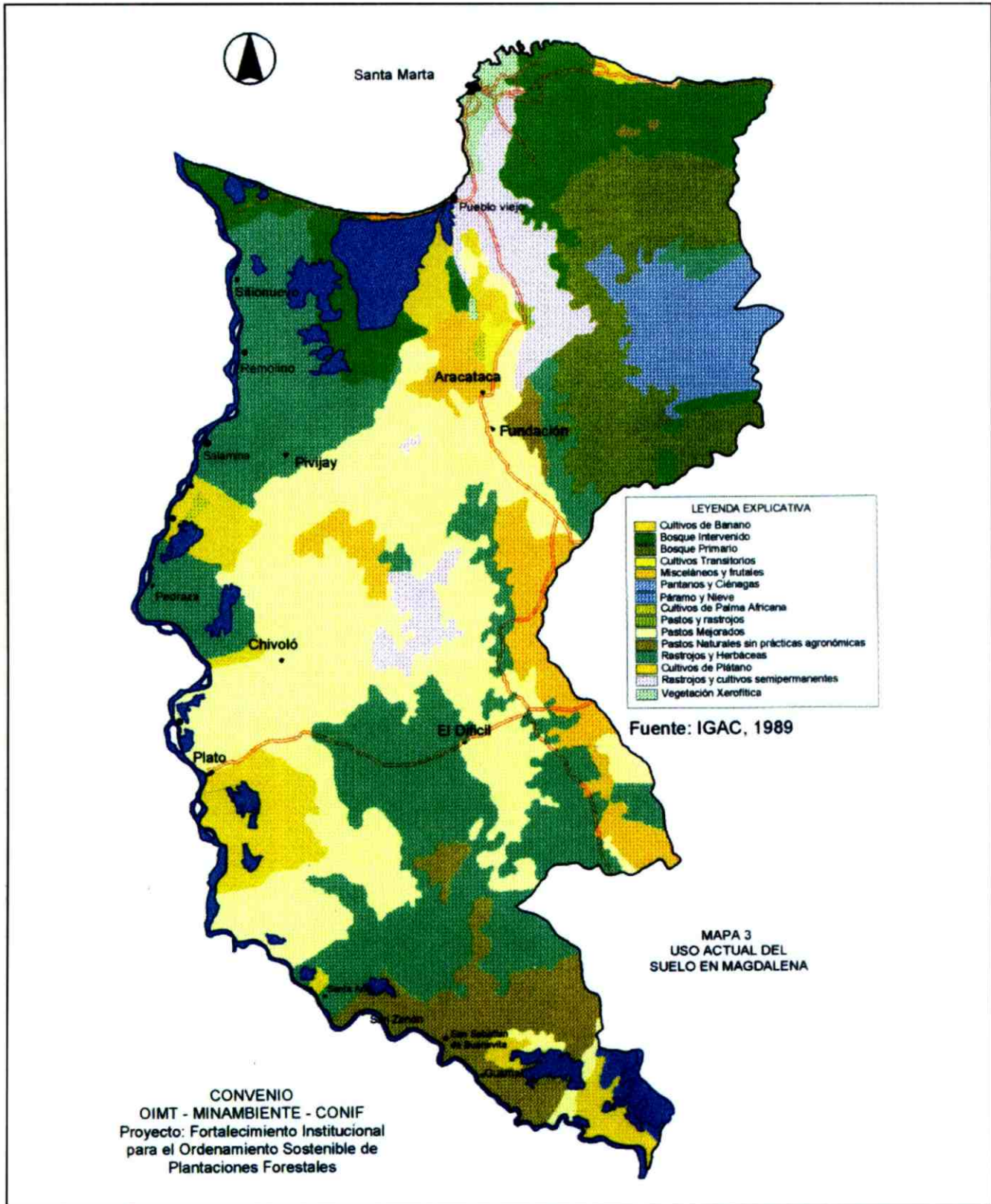
Finalmente, en el cuerpo del abanico del piedemonte, sobre arcillas gleizadas en terrenos planos a ligeramente inclinados e incluso cóncavos en la base, se identifican inceptisoles y vertisoles de la *Asociación El Difícil (Dfax)*. Son suelos de texturas muy finas, mal drenados, con problemas de inundación, ligeramente ácidos (pH 6.5) a ácidos (pH 5.5) y descarbonatados. Se encuentran en la clase agrológica III sh, requiriendo aplicaciones de fósforo e incorporaciones de materia orgánica. La distribución de las asociaciones de suelos que se presentan en las áreas de los municipios de Santa Ana, San Zenón y San Sebastián de Buenavista son las que se describen a continuación:

- **Serie Cañales - CN:** suelos normales, imperfectos a pobremente drenados, relieve plano a plano cóncavo, textura arcillosa, fertilidad de baja a moderada y pH fuerte a ligeramente ácido.
- **Serie Peñoncito - PE:** suelos normales, bien drenados, relieve plano a ondulado, textura gruesa a moderadamente gruesa, fertilidad moderada y pH ligeramente ácido.
- **Serie San Sebastián:** suelos normales, bien a imperfectamente drenados, relieve ondulado,



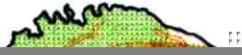


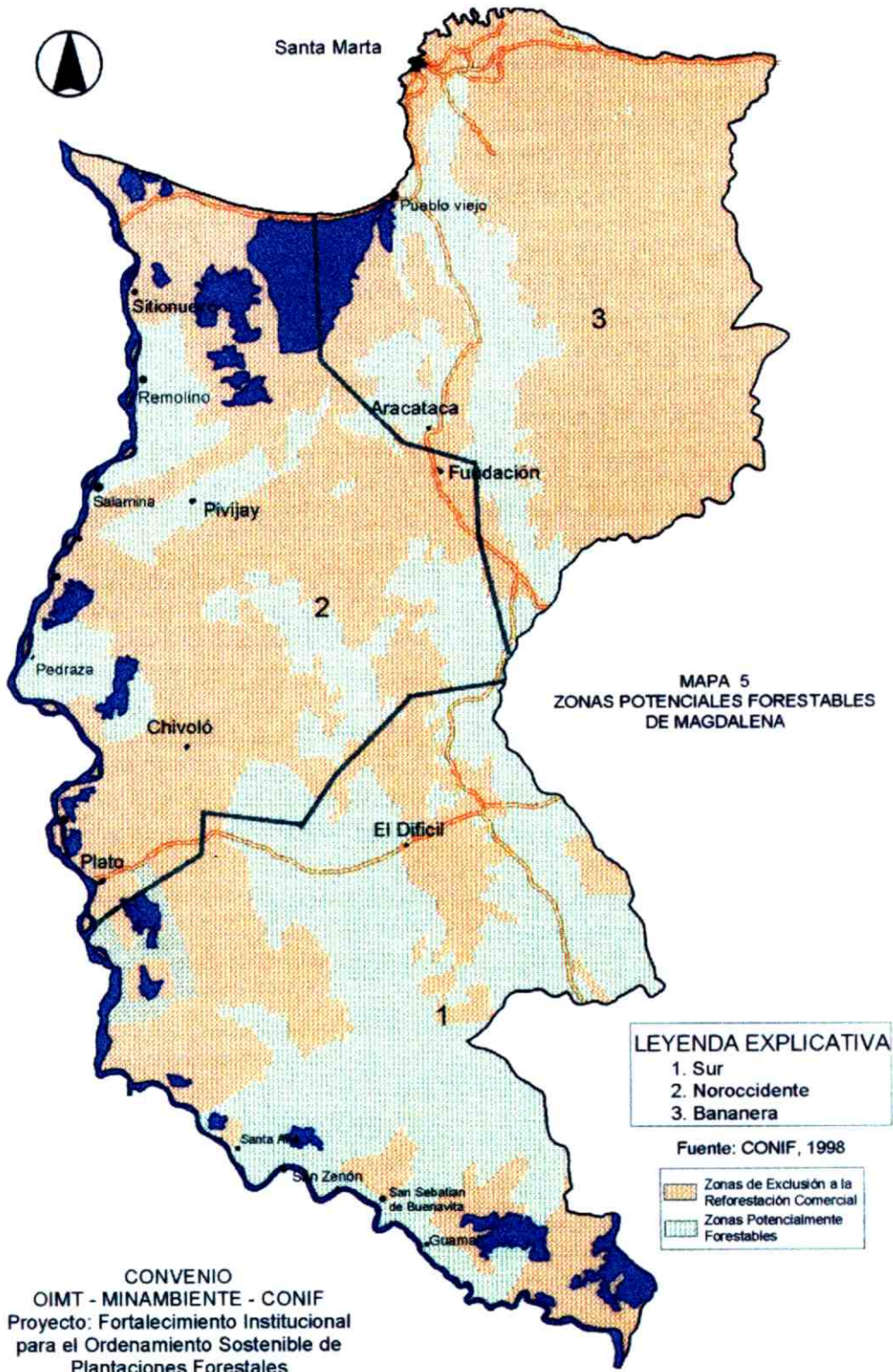






Santa Marta







textura arcillosa, fertilidad moderada, pH moderado a ligeramente ácido. En el subsuelo presenta acumulación de sulfato de carbonato de calcio y pH moderadamente alcalino, por presencia de calcio libre.

- **Serie Guillín - GU:** suelos salinos, moderadamente drenados, relieve plano, textura fina, fertilidad moderada a baja, pH neutro a básico. En el subsuelo hay horizontes sódicos y salino-sódicos.
- **Serie La Unión - LU:** suelos desarrollados de sedimentos no consolidados, que pueden ser calcáreos, con drenaje lento e imperfecto, relieve plano a ondulado, textura arcillosa, fertilidad moderada y pH neutro.
- **Serie Astrea - AS:** suelos desarrollados de sedimentos no consolidados, drenaje lento e imperfecto, relieve plano a ondulado, textura fina a liviana y pH ligeramente ácido.
- **Serie Chemiculca - CC:** suelos desarrollados de depósitos aluviales recientes, drenaje lento sometidos a inundaciones irregulares de corta duración, relieve plano, textura arcillosa, fertilidad moderada, pH ligeramente ácido. Los suelos que se presentan en esta zona, a pesar de presentar algunas concentraciones salino-sódicas y poseer drenajes imperfectos permiten desarrollar plantaciones forestales comerciales realizando prácticas agronómicas que permitan manejar estas condiciones; de igual manera el establecimiento de clones, especies y variedades adaptadas al medio, pueden ofrecer mayor respaldo al establecimiento y desarrollo de las plantaciones comerciales.

#### Uso Actual del Suelo y Cobertura Vegetal

La comunidad de la región se dedica principalmente a la ganadería de cría y levante en suelos de colina y a la caña en los sectores ubicados en aluviones del río Magdalena. En menor escala se ocupan a la ganadería ovina, caprina, caballar, mular y asnal. La cría y engorde

de cerdos es una actividad familiar importante. El manejo de la ganadería se puede calificar de inadecuado, en unos casos se subutiliza la tierra, ocasionando improductividad por terrenos ociosos, sin brindarle oportunidad al pequeño campesino y, en otros casos, se sobreutiliza la tierra creando casi siempre deterioro del recurso suelo.

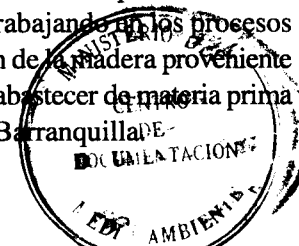
La agricultura en la región es de subsistencia, la cual se concentra en el segundo semestre, dada la distribución de las lluvias en el año. Las principales especies cultivadas son el maíz, el plátano, el ajonjolí y la yuca.

#### Subsector Forestal

En la zona se han establecido proyectos forestales, como el de la Reforestadora San Sebastián, en cuyos predios se han reforestado 2.876 hectáreas, de las cuales 2.774 ha, pertenecen al género *Eucalyptus*; 93 ha a melina y 9 ha a especies nativas; estos proyectos se han establecido en los municipios de Santa Ana, San Zenón y San Sebastián de Buenavista. En la zona de Punto Nuevo en el municipio Ariguaní (El Difícil), la empresa Monterrey Forestal ha establecido 1.500 ha de *Gmelina arborea* y 200 ha de *Pochota quinata*.

#### Desarrollo Tecnológico Forestal

Con la presencia de La Reforestadora San Sebastián S.A. durante un período de 17 años en la zona, se han generado investigaciones y estudios que le han permitido mejorar la selección de especies y procedencias apropiadas a la región y optimizar los procesos productivos, para abastecer de materia prima a la empresa Láminas del Caribe S.A. Posteriormente, con la vinculación de Monterrey Forestal a la zona se están implementando los desarrollos tecnológicos obtenidos en Zambrano, Bolívar, con las especies *Gmelina arborea* y *Pochota quinata* tanto a nivel de mejoramiento genético, sistemas de producción como del establecimiento y manejo de las plantaciones. Adicionalmente, han venido trabajando en los procesos de transformación y utilización de la madera proveniente de las plantaciones y así poder abastecer de materia prima a la planta de Pizano S.A., en Barranquilla.



## **Zona Bananera**

### **Ubicación**

La Zona Bananera se encuentra en un rango de alturas entre 20 y 200 msnm. Posee un área aproximada de 137.116 ha potenciales para la reforestación comercial, lo que la convierte en un núcleo forestal con gran potencial para el desarrollo de reforestaciones comerciales dada la cercanía al puerto de Santa Marta y poseer una adecuada infraestructura vial que le permite un adecuado y fácil transporte de los productos y subproductos de las plantaciones forestales; aunque habría un pequeño limitante por la presencia de suelos salino-sódicos que pueden restringir un poco la selección de las especies forestales a establecer. En esta zona se ubican los municipios de Aracataca, Fundación, Pueblo Viejo y Santa Marta.

### **Clima**

La región se encuentra en la Zona de Vida Bosque Seco Tropical (bs-T), con temperatura media anual superior a 24°C y precipitación promedio anual de 1.000 a 2.000 mm. Según el IGAC (1993), en la zona Bananera, la Sierra constituye una gran barrera en la corriente atmosférica regular de los alisios del noroeste por lo que modifica el clima y se presentan características secas y húmedas. Se presentan dos temporadas de lluvia, la primera en parte de abril y mayo, y la segunda entre los meses de septiembre y noviembre; una temporada de menor intensidad de lluvias entre los meses de junio y agosto, y por último, una temporada seca entre los meses de diciembre a marzo.

### **Suelos**

Suelos desarrollados en laderas de montaña y planicies aluviales y coluviales ricos en bases; estos son suelos considerados clase I y II, aptos para la agricultura y la ganadería intensiva, necesitan de algunas prácticas de riego y de fertilización para mantener la productividad. Se encuentran en la zona plana que se extiende desde la parte sur del municipio de Ciénaga hasta las amplias llanuras de la parte norte de Aracataca; además,

comprende las poblaciones de Río Frío y Sevilla. Estos son suelos profundos y bien drenados, allí se encuentran los principales cultivos de banano, palma africana, cacao, yuca, tomate y papaya. Por una inadecuada explotación y manejo se han venido presentando problemas de salinización que disminuyen la productividad de los cultivos agrícolas.

### **Aptitud de Uso y Manejo**

Por su conformación son áreas netamente agrícolas y ganaderas, donde predominan los cultivos de mayor extensión y tecnificación del departamento, así como pastos mejorados.

La economía de esta zona se basa en el desarrollo de las actividades agropecuarias donde se destacan principalmente los cultivos de banano (24.000 ha), café (8.250 ha), arroz (1.300 ha), yuca (2.100 ha), maíz (1.800 ha) y palma africana. La ganadería se concentra principalmente en el municipio de Fundación, donde el departamento en general maneja alrededor de una 92.000 cabezas de ganado.

## **Zona Noroccidental**

### **Ubicación**

La parte Noroccidental del departamento, está situada en el extremo occidental del departamento, limitando con el río Magdalena. Esta situación geográfica le permitiría utilizar esta vía fluvial para el transporte de los productos y subproductos de plantaciones forestales; esta zona se encuentra en un rango de altura que oscila entre 50 y 200 msnm. Tiene una superficie de 247.684 ha, potenciales a ser reforestadas comercialmente. A esta zona corresponden los municipios de Pivijay, Salamina, Remolino, Sitionuevo, Pedraza y Chivolo.

### **Clima**

Se presenta un promedio de precipitación anual de 1.299 mm, siendo el mes más seco enero, con un promedio de precipitación de 13.67 mm y, el mes más lluvioso octubre, con un promedio de 183.03 mm. El promedio

de temperatura es 28°C, que es bastante uniforme durante todo el año.

**Suelos**

Según el Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC los suelos de la zona proceden de materiales terciarios, de sedimentos cuaternarios y de materiales cuaternarios que descansan sobre terciarios. Son suelos de clima

ción y/o prácticas agronómicas como distribución y rotación de potreros, control de malezas, fertilización y enclamiento, los cuales se han utilizado en los últimos años para ganadería; también se presentan cultivos transitorios y áreas en pastos naturales y rastrojos.

En esta zona del departamento la principal actividad productiva es la agricultura representada en los siguientes cultivos: yuca (4.400 ha); maíz (4.415 ha); arroz

### III. Especies adecuadas para la región

#### Selección de Especies

Para asegurar una óptima producción de madera y/o de otros productos y subproductos forestales, en un ambiente determinado, la selección de especies forestales para el establecimiento de plantaciones comerciales se debe fundamentar en los requerimientos ecológicos propios de las especies. Esta premisa 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, CONIF 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. (Cuadro 5).

- b. Se tomó la base de datos de los mapas de suelos, clima y uso actual del suelo y la matriz de las especies forestales que resumen los requerimientos tanto de los aspectos edáficos y climáticos más importantes para el desarrollo de las especies, como también información sobre reproducción, plantación, protección, características de la madera y usos. Este proceso de recopilación de información realizado por CONIF, fue consultado y verificado con expertos nacionales y con empresas reforestadoras que han desarrollado y validado paquetes tecnológicos forestales.
- c. 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 y de las tres subregiones en que se dividió el departamento. La selección de las especies por áreas se presenta en el Cuadro 4.

**Cuadro 4. Especies potenciales a ser utilizadas en proyectos de reforestación comercial en el departamento del Magdalena**

ZONA FORESTABLES	CONDICIONES BIOFICAS DE LAS ZONAS							ESPECIES POTENCIALES
	T °C	P (mm)	ZONA VIDA	pH	TEXTURA	DRENAJE	RELIEVE	
Zona Sur	28	1.100-1.500	bs-T	5.5 a 6.5	A, L, AAr	bueno a regular	plano a ondulado	<i>E. tereticornis</i> <i>Gmelina arborea</i> <i>Pochota quinata</i>
Zona Bananera	24	1.000-2.000	bs-T	6.5 a 8.0	FA, Far	bueno	plano a ondulado	<i>Pochota quinata</i> <i>Gmelina arborea</i> <i>Tectona grandis</i>
Zona Noroccidental	28	1.300	bs-T	4.5-6.0	FA, FAr	bueno a regular	plano a ondulado	<i>E. tereticornis</i> <i>Tectona grandis</i> <i>Gmelina arborea</i>

Fuente: CONIF, resultados del estudio.

Cuadro 5. 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 incana</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 pyramidalis</i>	abasco	0-800	24	2.000-5.000	Baja	bh-T, bnh-T	húmedo, muy húmedo	15-25%	ondulado a quebrado	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 lusitana</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 o F	liger. ácido	eng. 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 pauciflora</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 leucocornis</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	Seaca	bs-T	seco	15-25%	ondulado	moderado a bueno	F, Ar, L	moderado	presencia materia orgánica	profundo						
11 <i>Jacaranda copaia</i>	chingalé	0-1.200	18-24	1.000-2.500	Media	bs-T, bh-PM	seco, húmedo	15-25%	ondulado	bueno	FAr	liger. ácido	no es exigente	superficial a profundo						
12 <i>Pinus caribaea</i>	pino caribe	0-1.500	22-26	600-3.500	Alta	bs-PM, bnh-PM, bh-PM	seco, húmedo, muy húmedo	10-25%	ondulado	bueno	A, Ar	casi-neutro	poco fértiles	profundo						
13 <i>Pinus occarpa</i>	pino	300-2.200	14-30	750-2.500	Baja	bnh-T, bh-T, bs-PM	seco, húmedo	20-50 %	quebrado	bueno	A, FA y Ar	casi-neutro	todo fértil	profundo						
14 <i>Pinus patula</i>	pino lorón	2.000-2.800	13-18	1.600-2.500	Alta	bh-MB, bh-M	húmedo, muy húmedo	20-50 %	quebrado	bueno	A, Ar	casi-neutro	requiere boro	profundo						
15 <i>Pochloa quinata</i>	caña roja	0-800	25-28	1.000-3.000	Media	bs-T y bh-T	seco, húmedo	10-25%	ondulado	bueno	FL	liger. ácido	bueno	superficial a profundo						
16 <i>Tabebuia rosea</i>	roble, flororado	0-1.900	18-32	1.200-2.500	Media	bs-T y bh-PM	húmedo	15-25%	ondulado	moderado a bueno	F, FA, FAr, A	casi-neutro	fértil, aluvial	superficial a profundo						
17 <i>Tectona grandis</i>	teca	0-1.000	18-32	1.000-4.000	Alta	bs-T, bh-T	seco, húmedo	15-25%	ondulado	bueno	F, FA, FAr	casi-neutro	suelos fértiles	profundo						
18 <i>Scotolobium paraguayum</i>	tambor	100-1.400	20-30	1.200-2.500	Media	bs-T, bh-T, bh-PM	seco, húmedo	10-25%	ondulado	bueno	A, Ar	casi-neutro	no es exigente	profundo						

Fuente: CONIF



### Priorización de Especies

Para la priorización de especies forestales de mayor importancia en el área de jurisdicción de CORPAMAG se tuvo en cuenta, además de los criterios técnicos generales sobre la silvicultura de la especie, el área reforestada en plantaciones homogéneas con áreas superiores a 10 has, el uso de especies forestales comerciales de acuerdo con el uso de la madera y/o otros productos, el desarrollo industrial y la complementación con el desarrollo de las vías de comunicación para sus futuros aprovechamientos. Analizando estos aspectos se procedió a calificar cada especie 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
Aserrío	(2)
Madera rolliza y/o Partículas	(1)

### Paquete tecnológico

Paquete tecnológico	Puntos
No existe	(1)
Poco conocimiento	(2)
Mediano conocimiento	(3)
Paquete tecnológico sin validación	(4)
Paquete tecnológico con validación	(5)

### Desarrollo Industrial

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 calificación por especies se presenta en el Cuadro 6 el cual muestra que la especie con mayor calificación, y, por lo tanto, más recomendable es el *E. tereticornis*, seguida de *G. arborea*, la *T. grandis* y la *P. quinata*. Sobre la base de esta selección en la sección siguiente se dan las pautas para el desarrollo del Plan de Establecimiento y manejo de la especie *E. tereticornis*. Esta información se basó en la información obtenida sobre el desarrollo de cada una de las principales especies forestales y la superficie reforestada en proyectos comerciales en el área de jurisdicción de CORPAMAG.

**Cuadro 6. Priorización de especies para proyectos de reforestación comercial**

ESPECIES PLANTADAS	AREA TOTAL	CALIFICACION	USOS	CALIFICACION	PAQUETE TECNOLÓGICO	DESARROLLO INDUSTRIAL	CALIFICACION TOTAL
<i>Eucalyptus tereticornis</i>	3.592	(5)	rolliza y part	(1)	(5)	(5)	(16)
<i>Tabebuia rosea</i>	1.676	(4)	aserrío	(2)	(3)	(3)	(12)
<i>Gmelina arborea</i>	1.500	(4)	aserrío	(2)	(4)	(4)	(14)
<i>Tectona grandis</i>	1.376	(4)	aserrío	(2)	(3)	(4)	(13)
<i>Pochota quinata</i>	200	(2)	aserrío	(2)	(5)	(4)	(13)
Otras sp	327	(2)	aserrío	(1)	(3)	(3)	(9)
<b>TOTALES</b>	<b>8.671</b>						

Fuente: CONIF, resultados del estudio.

## IV. Plan de establecimiento y manejo forestal para *Eucalyptus tereticornis*

La especie *Eucalyptus tereticornis* se ha plantado para pulpa, partículas y fibra para tablero, madera rolliza, limatones, vigas, postes para cerca, postes para conducciones eléctricas y telefonía rural, principalmente para cubrir la demanda de parte de la Costa Atlántica y del interior del país y madera para aserrío. En el área de jurisdicción de CORPAMAG, se han establecido 3.592 ha de plantaciones comerciales en los municipios de Santa Ana, San Sebastián de Buenavista, San Zenón y Pivijay, y existen proyectos para establecer en el corto plazo otras 3.000 ha.

### Requerimientos Ambientales de la Especie

#### Suelos

Crece en suelos profundos, bien drenados, aluviales, limosos, margas arenosas, terrazas pedregosas húmedas pero no encharcables, prefiere pH neutros a ligeramente ácidos y de textura franco-arenosa. Las mayores limitaciones son la alta acidez y las arcillas pesadas; es poco resistente a las heladas y no soporta inundaciones estacionales.

#### Clima

En Colombia se ha plantado desde el nivel del mar hasta 1.000 msnm, en la zona de vida bosque seco tropical; requiere de precipitaciones medias anuales en el rango comprendido entre 1.000 y 2.000 mm, siendo el óptimo 1.500 mm; se desarrolla en un rango de temperatura media de 24 a 35°C.

### Reproducción de la Especie

La propagación del *Eucalyptus tereticornis* actualmente utilizada en Colombia, es por semillas en siembra directa a bolsa y, mediante propagación vegetativa (estacas cosechadas de jardines clonales y posterior siembra en bolsas de polietileno).

**Semilla:** se obtiene de árboles cuya producción varía de 150 a 350 gramos de semilla por árbol. En la región del Caribe el período de recolección se presenta entre marzo y abril. La capacidad de germinación es de 300 a 500 semillas viables por gramo; la germinación de la semilla en vivero comienza a los 15 días y dura 20 días. Esta semilla puede ser almacenada en un cuarto frío a 5 °C y a una humedad relativa del 50%; si el contenido de humedad es cercano del 10%, la viabilidad se puede mantener por más de 10 años.

**Fuentes semilleras:** en Colombia las fuentes semilleras de *Eucalyptus tereticornis* más usadas corresponden a las de Monterrubio (Magdalena) y Villanueva (Casanare), a nivel de rodal semillero de propiedad de Reforestadora y en San Sebastián de Buena Vista (Magdalena), a nivel de huerto semillero de propiedad de Reforestadora San Sebastián.

### Producción de Material para Plantaciones

#### Vivero

**Eras de germinación:** su tamaño dependerá del nivel de producción proyectado. Un metro cuadrado tendría una capacidad para cerca de 2.000 plántulas. El sustrato más utilizado es la combinación de tierra y arena en una proporción de 1:3 respectivamente.

**Siembra de semilla:** se hace en forma directa, sobre un germinador previamente desinfectado, casi superficial, en hileras distanciadas a 5 cm y se trasplanta a bolsa o a bandeja plástica. Pasados 15 días se puede iniciar el trasplante, cuando las plántulas tengan las dos primeras hojas bien desarrolladas (cerca de 5 cm de altura). El material está listo para plantar en el campo tres meses después del trasplante, cuando alcanza de 20 a 25 cm de altura.

También, se ha desarrollado una técnica para producción clonal, la cual consiste en cortar los mejores árboles y dejar que los rebrotes alcancen 70 cm de altura, para luego proceder a la obtención de estacas de 10 cm, las que con la aplicación de auxinas y sembradas en un sustrato compuesto de mezclas de tierra con cascarilla de arroz ha dado buenos resultados en el enraizamiento de las estacas. Se han venido estableciendo y manejando los jardines clonales donde se toma el material reproductivo necesario para la producción de plántulas con determinadas características fisiológicas y de adaptación a condiciones medioambientales tales como resistencia a períodos de estrés hídrico.

### Establecimiento de la Plantación

**Delimitación de bloques de reforestación:** para el establecimiento de plantaciones comerciales de *Eucalyptus tereticornis* se recomienda establecer bloques o secciones de 50 a 100 ha, área que se ha demostrado que presenta un tamaño eficiente en superficie y para el control de las diferentes actividades de plantación y manejo.

**Preparación del terreno:** esta actividad es mecánica; primero se realiza una limpia total del terreno, posteriormente se rompe el suelo por medio de un subsolado simple y luego se rastrilla, para propiciar un mayor desarrollo radicular y proveer de aire al sustrato y a la raíz.

**Trazado y ahoyado:** en terrenos planos se realiza en cuadro, haciendo hoyos de 30x30x30 cm con un repique alrededor del mismo en un diámetro de 60 a 80 cm.

**Densidad de siembra:** es una especie propia para plantaciones puras, a campo abierto y a plena luz. La distancia de siembra más aconsejable es de 3 x 3 m con una densidad de 1.100 árboles/ha cuando es para producción de pulpa, madera rolliza, y/o madera de aserrío.

**Método de plantación:** esta actividad se hace manualmente para lo cual se debe retirar la bolsa del bloque de tierra; se recomienda hacer una poda radicular al momento de la siembra.

**Fertilización:** ésta debe responder a los requerimientos que sugiera el estudio de suelos y las recomendaciones del técnico. Dada las características en la mayoría de los suelos forestales de la zona, se debe realizar por lo menos 2 aplicaciones con (N,P,K), a razón de 50 a 150 g/árb en el primer año de establecimiento, previo a esta aplicación se debe incorporar un insecticida clorinado de 10 a 20 gramos por sitio, para el control de termitas y hormigas.

**Muestreo de sobrevivencia:** se debe realizar un muestreo sistemático con una intensidad del 4%, contando el número de plantas vivas y muertas en un máximo de 14 hileras plantadas en cada bloque de 100 hectáreas.

### Mantenimiento de la Plantación

**Limpias:** durante los 3 primeros años se debe eliminar la vegetación indeseable, ya que esta es una especie susceptible a la competencia de malezas. Por lo anterior, en el primer y segundo año se deben realizar por lo menos 4 limpiezas manuales y 2 limpiezas mecánicas; en el tercer año se recomienda realizar 2 limpiezas manuales y una química; posteriormente se realizan actividades correspondientes al control de bejucos, para evitar árboles mal formados y torcidos.

### Manejo Silvicultural

El manejo dependerá del tipo de producto a obtener al final de la cosecha. Si el propósito es madera para pulpa, la especie puede manejarse en un período de 21 años con tres turnos de cosechas cada 7 años. Esto implica el manejo de rebrotes luego de la respectiva cosecha.

**Podas:** el *Eucalyptus* no requiere de podas, ya que muestra una excelente poda natural en plantaciones con distancias inferiores a 4 m. Únicamente se debe podar si presenta problemas fitosanitarios (gomosis) o la manifestación de problemas genéticos, como la tendencia a ramificarse excesivamente.

**Raleos:** teniendo en consideración que el ciclo de aprovechamiento comercial del *Eucalyptus tereticornis* es de 21 años bajo turnos de aprovechamiento cada 7

años, en general se recomienda efectuar raleos a los 4 años de edad, con una intensidad del 50% destinado para la producción de pulpa, partículas y/o postes de cerca. Por lo anterior, en cada turno se realizarán raleos a los 4, 11 y 18 años, respectivamente.

**Rendimiento:** *Eucalyptus tereticornis* tiene un gran potencial de crecimiento. En zonas secas tropicales del departamento del Magdalena se ha obtenido un rendimiento promedio a los 7 años de 87.5 m<sup>3</sup>/ha, lo que equivale a 12.5 m<sup>3</sup>/ha/año. En Córdoba a los 4 años, la procedencia Laura, Queensland (Australia) ha registrado alturas de 7 metros y un DAP de 5.6 cm.

### Aprovechamiento Forestal

**Ordenamiento del aprovechamiento:** las plantaciones de *Eucalyptus tereticornis* se pueden aprovechar en un ciclo de 21 años, realizando aprovechamientos en lotes cuyas edades pasan de los 7 años, teniendo como uso final, madera para pulpa y postes. Una vez realizado este aprovechamiento, se procede a manejar los rebrotes, seleccionando los dos mejores para que nuevamente en los siguientes 7 años, se haga un nuevo aprovechamiento que arroja una producción de 140 m<sup>3</sup>; este ciclo se vuelve a repetir hasta completar la rotación final de

cortas a los 21 años; finalmente en todo el turno se aprovechan 420 m<sup>3</sup>/ha. En el Cuadro 7 se muestra el programa de aprovechamiento forestal final para una hectárea de una plantación de la especie *E. tereticornis*.

**Apeo, desrame y troceo:** se recomienda realizar el apeo con motosierra, utilizando un ángulo de caída perpendicular a la línea de extracción; el desrame se realiza a ras del fuste. La madera para aserrío se dimensiona entre 2.50 y 3.00 m, en diferentes anchos y grosores. Para pulpa y para rollizas.

**Transporte menor:** el sistema de extracción de la madera se recomienda que sea mecánico, utilizando tractores agrícolas y eventualmente se hace manual, para realizar su posterior transporte en volquetas y/o camiones hasta el punto de embarque ya sea fluvial o terrestre.

**Transporte mayor:** se realiza desde el punto de acopio hasta el sitio de transformación, generalmente por vía terrestre, pero un sistema que puede disminuir los costos de transporte y fletes es el sistema fluvial, pues en esta región, el río Magdalena se convierte en un medio importante transporte, para lo cual se utilizan los planchones empujados por un remolcador, hasta las Los

**Cuadro 7. Programa de cosecha forestal por hectárea (turno de 21 años con 3 cosechas)**

Especie: *Eucalyptus tereticornis*

Número inicial de árboles por ha: 1.111

TIPO DE COSECHA	AÑO DE LA ACTIVIDAD	ARBOLES A EXTRAER		No. ARBOLES REMANENTES	VOL. EXTRAER (m <sup>3</sup> )	TIPO DE PRODUCTO
		N	%			
Entresaca 1er. turno	4	555	50	555	40	pulpa y leña
Entresaca 2do. turno	11	555	50	555	40	pulpa y leña
Aprovechamiento final 1er. turno	7	555	100	0	140	pulpa y postería
Aprovechamiento final 2do. turno	14	555	100	0	140	pulpa y postería
Entresaca 3er. turno	18	555	50	555	40	pulpa y leña
Aprovechamiento final 3er. turno	21	555	100	0	140	pulpa y postería
Volumen total a extraer					540	
Volumen promedio anual					25.7	

**Fuente:** RESS y CONIF.

plantas de transformación en Barranquilla y/o otro puerto de destino final.

### Características Físico-mecánicas de la madera

Color	: pardo rojizo y albura amarilla
Fibra	: entrelazada
Contracción radial	: 5%
Contracción tangencial	: 8%
Densidad básica media	: 0.77 gr x cm <sup>3</sup>
Densidad natural	: buena

**Fuente:** LAMA GUTIERREZ, Gaspar de la (1982), *Atlas del eucalipto*.

Para producción de pulpa se requiere que la especie posea fibras cortas y una densidad alta, estas condiciones la cumple el *E. tereticornis*.

**Usos:** celulosa incluida en el grupo B de la clasificación IF, tablero contrachapado, tablero aglomerado, traviesas y postes, pilotes, construcciones navales, minería.

### Protección Forestal

**Plagas y Enfermedades:** en vivero se han presentado problemas de una mancha foliar a los dos meses, ocasionada por el hongo *Pestalotia sp.*, su control se puede hacer aplicando compuestos cúpricos (oxicloruro de cobre) cada dos semanas. En plantaciones jóvenes (1 años de edad o menos), se ha presentado ataque por *Atta laevigata*, conocida como hormiga arriera, la cual se controla con la aplicación de Lorsban ó Atamix de 10 a 20 gr por boca de hormiguero. También, se reporta daños por termitas, los cuales barrenan el tallo y las ramas.

El hongo *Coriopsis fulvocinerea*, que causa chancros en el árbol generando daños mecánicos. Como medida preventiva se recomienda no causar heridas. Un

crisomélido identificado como *Coytiera sp.*, insecto perforador de las hojas, se presenta con las primeras lluvias del año (febrero a marzo), en plantaciones ubicadas en Villanueva (Casanare), dependiendo de la magnitud del ataque se recomienda la aplicación de hongos entomopatógenos.

Sobre plagas y enfermedades atacan al eucalipto, véase (Pinzón, 1997) y (Ramírez, 1997).

**Incendios:** en general esta región presenta una humedad relativa baja (entre el 50 y 70%), la cual se hace más susceptible a la presencia de peligro de incendios en los meses de diciembre a marzo, durante el período de sequía. Esta información se reafirma con el estudio del mapa de riesgo de incendios en plantaciones forestales en Colombia elaborado por CONIF (Castañeda, 1997) dentro de su Programa de Protección Forestal, donde se presenta un *alto riesgo* al sur del departamento del Magdalena, en inmediaciones de los municipios de Mompós, San Zenón y Santa Ana, también al oriente de Pivijay; un *muy alto riesgo* se presenta en inmediaciones de Pivijay. Teniendo en consideración los aspectos anteriores, se recomienda realizar barreras cortafuego con un ancho mínimo de 8 metros, removiendo toda la vegetación existente y dejando libre el suelo, se debe entrenar y capacitar a brigadas especiales para el control de incendios forestales.

En el Mapa 6 se presenta la zonificación de vulnerabilidad natural a incendios en el departamento del Magdalena. La definición de 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 el estudio (para mayor detalle véase Castañeda, 1997).

### Costos e Ingresos

La guía de establecimiento y manejo forestal para la especie *Eucalyptus tereticornis* ha sido diseñado para proyectos a ser ejecutados en un período de 21 años.



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

- La inversión total, actualizada a una tasa de 12%, en los 21 años del ciclo de cosecha es de \$2.0 millones de pesos de 1998.
- La inversión inicial, o sea los gastos concernientes al establecimiento de la plantación son de \$949 mil pesos de 1998 (excluido el valor de la tierra), el 48% de la inversión total durante el ciclo compuesto de la cosecha. Una desagregación de estos gastos incurridos en el desarrollo de la primera cosecha se presenta en el Cuadro 8.

Con el cultivo del *Eucalyptus tereticornis* se puede obtener una producción total de 540 metros cúbicos de madera para pulpa por hectarea a través de tres cosechas de 180 m<sup>3</sup> cada siete años. Con base en lo anterior, se estima que los ingresos generados, actualizados a una tasa de 12%, durante el turno de 21 años será de \$2.4 millones de pesos de 1998, considerando un precio del metro cúbico de madera para pulpa en pie de \$16 mil pesos.

## Rentabilidad Económica

Los cálculos de rentabilidad para la especie *Eucalyptus tereticornis* según la guía de manejo previamente descrita, se estima para un período de 21 años. Se supone que la plantación se adelanta en el año uno del primer ciclo de cosecha y que en el inicio del siguiente turno se realiza el manejo de rebrotes.

La tasa de rentabilidad real para este cultivo, teniendo en cuenta el flujo de gastos e ingresos después de impuestos, se estima en 12.1% en términos reales. En el caso de acceder al Certificado de Incentivo Forestal - CIF la rentabilidad se incrementa en 6.6 puntos porcentuales al alcanzar una tasa de rentabilidad del 18.7%, 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 8. Costos e Ingresos - caso: *Eucalyptus tereticornis***

Cifras en miles de pesos de 1998

**Parámetros de cálculo**

Densidad de plantación	:	1.100 árboles / ha
Producto	:	Pulpa
Volumen de madera por ha	:	180 m <sup>3</sup>
Turno	:	21 años con ciclos de corta cada 7 años

CONCEPTO	AÑO					1a COSECHA
	1	2	3	4	5	AÑO 7
1. TOTAL INVERSIONES EMPRESA	450	0	0	0	0	(450)
1.1 VALOR DE LA TIERRA REFORESTAR	450	0	0	0	0	(450)
1.2 OTRAS INVERSIONES DE LA EMPRESA	0	0	0	0	0	0
2. TOTAL INGRESOS	0	0	0	640	0.0	2.240
2.1 MADERA PARA PULPA	0	0	0	640	0.0	2.240
M <sup>3</sup> /ha	0	0	0	40	0.0	140
\$/M <sup>3</sup>	16	16	16	16	16	16
2.2 MADERA POSTE	0	0	0	0	0	0
M <sup>3</sup> /ha	0	0	0	0	0	0
\$/M <sup>3</sup>	0	0	0	0	0	0
2.3 MADERA PARA ASERRIO	0	0	0	0	0	0
M <sup>3</sup> /ha	0	0	0	0	0	0
\$/M <sup>3</sup>	0	0	0	0	0	0
3. COSTOS TOTALES ACTIV. REFORESTADORA	949	230	234	268	55	45
3.1 TOTAL COSTOS DIRECTOS PLANTACION	884	215	199	253	40	30
MECANIZACION	317	29	29	0	0	0
MANO DE OBRA	320	155	140	222	10	0
PLANTULAS	217	0	0	0	0	0
FERTILIZANTES	1	1	0	1	0	0
PROTECCION FITOSANITARIA	0	0	0	0	0	0
ASISTENCIA TECNICA	30	30	30	30	30	30
3.2 TOTAL COSTOS INDIRECTOS PLANTACION	65	15	35	15	15	15
HERRAMIENTAS	20	0	20	0	0	0
FLETES INSUMOS	0	0	0	0	0	0
FLETES PLANTULAS	30	0	0	0	0	0
ADMINISTRACION	15	15	15	15	15	15
4. FLUJO DE CAJA ANTES DE CIF <u>1/</u>	(1,399)	(230)	(234)	372	(55)	2.645
5. FLUJO DE CAJA DESPUES DEL CIF <u>1/</u>	(982)	(118)	(154)	422	40	2.645

1/ Después de impuestos

Fuente: Elaborado por la Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal - CONIF, con base en información de las empresas



# 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 AUTONOMA REGIONAL DEL MAGDALENA - CORPAMAG.** 1995. Plan de gestión ambiental regional, período 1995-1999. CORPAMAG. Santa Marta, Colombia.
- CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL MAGDALENA - CORPAMAG.** 1995. Plan de Acción: desarrollo sostenible compromiso de todos, 1995-1997. CORPAMAG. Santa Marta, Colombia.
- CORPORACION DE DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA; AGENCIA CANADIENSE PARA EL DESARROLLO INTERNACIONAL.** 1989. Guía de Reforestación. CDMB, ACDI. Bucaramanga, Colombia. 214 p.
- CORPORACION NACIONAL DE INVESTIGACION Y FOMENTO FORESTAL.** 1996. Latifoliadas zona baja. CONIF. Santafé de Bogotá. 105p.
- FORESTALES CARIBE LTDA.** 1997. Plan de Establecimiento y Manejo Forestal para la especie *Tectona grandis*. Santa Marta, Colombia.
- INSTITUTO GEOGRAFICO "AGUSTIN CODAZZI" - IGAC.** 1993. Magdalena, características geográficas. IGAC. Santafé de Bogotá 147p.
- INSTITUTO GEOGRAFICO "AGUSTIN CODAZZI" - IGAC.** 1992. Mapa indicativo de zonificación de áreas forestales de Colombia. Memoria explicativa. IGAC, INDERENA. Santafé de Bogotá. 78 p. Mapa a escala 1:1.500.000.
- INSTITUTO GEOGRAFICO "AGUSTIN CODAZZI" - IGAC.** 1989. Atlas básico de Colombia. 6a ed. IGAC. Bogotá. 450p.
- LAMA GUTIERREZ, Gaspar de la.** 1982. Atlas del eucalipto. Madrid, Ministerio de Agricultura, INIA, ICONA. 4v.
- PINZON F., O. P. (ed.)** 1997. Guía de insectos dañinos en plantaciones forestales. CONIF - MINAMBIENTE: Programa de Protección Forestal. Santafé de Bogotá. 99p.
- RAMIREZ C., L. A.** 1997. Guía de enfermedades en plantaciones forestales. CONIF - MINAMBIENTE; Programa de Protección Forestal. Santafé de Bogotá. 44p.
- REFORESTADORA SAN SEBASTIAN.** 1997. Plan de establecimiento y manejo para los proyectos Alamos y Terranova. Mompós, Colombia. 35p.
- REFORESTADORA SAN SEBASTIAN.** 1998. Documento Institucional. Departamento Técnico. Mompós, Colombia. 7p.
- TECNICAS FORESTALES.** 1996. Plan de establecimiento y manejo forestal. Santa Marta, Colombia.