

**VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES  
DE LAS PLANTACIONES MADERERAS EN EL MUNICIPIO DE TURBACO DEL  
DEPARTAMENTO DE BOLÍVAR**

Cartagena de Indias D.T. y C., 3 de marzo de 2009

Señores:

**COMITÉ DE GRADUACIÓN**

Programa de Administración Industrial

Facultad de Ciencias Económicas

Universidad de Cartagena

Ciudad

Estimados señores,

A continuación presentamos a su consideración el proyecto de grado titulado “VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES DE LAS PLANTACIONES MADERERAS EN EL MUNICIPIO DE TURBACO DEL DEPARTAMENTO DE BOLÍVAR” como requisito para obtener el título profesional otorgado por la Universidad de Cartagena en el programa de Administración Industrial.

Agradecemos a ustedes la atención prestada a este trabajo.

Atentamente,

**JORGE E. ALCALÁ ARELLANO**

Cód. 0490320091

**GÉNITO A. MIRANDA ANDRADE**

Cód. 0490320073

Cartagena de Indias D.T. y C., 3 de marzo de 2009

Señores:

**COMITÉ DE GRADUACIÓN**

Programa de Administración Industrial

Facultad de Ciencias Económicas

Universidad de Cartagena

Ciudad

Cordial saludo,

En mi calidad de asesor, presento a ustedes el siguiente proyecto de grado titulado “VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES DE LAS PLANTACIONES MADERERAS EN EL MUNICIPIO DE TURBACO DEL DEPARTAMENTO DE BOLÍVAR” elaborado por los estudiantes Jorge Enrique Alcalá Arellano y Génito Andrés Miranda Andrade pertenecientes al programa de Administración Industrial.

Manifiesto mi participación en la orientación y mi conformidad con el resultado obtenido.

Atentamente,

**LIC. Martha Yánez Contreras**

**Asesor Encargado**

**VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES  
DE LAS PLANTACIONES MADERERAS EN EL MUNICIPIO DE TURBACO DEL  
DEPARTAMENTO DE BOLÍVAR**

**JORGE ALCALA ARELLANO  
GENITO MIRANDA ANDRADE**

**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS  
PROGRAMA DE ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL  
CARTAGENA D.T. Y C.**

**2009**

**VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES  
DE LAS PLANTACIONES MADERERAS EN EL MUNICIPIO DE TURBACO DEL  
DEPARTAMENTO DE BOLÍVAR**

**JORGE ALCALA ARELLANO  
GÉNITO MIRANDA ANDRADE**

**Asesor:  
LIC. MARTHA YANEZ CONTRERAS**

**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS  
PROGRAMA DE ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL  
CARTAGENA D.T. Y C.  
2009**

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA .....</b>	<b>3</b>
<b>2.2 FORMULACION DEL PROBLEMA .....</b>	<b>8</b>
<b>3. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA .....</b>	<b>8</b>
<b>3.1 DELIMITACIÓN TEMPORAL .....</b>	<b>8</b>
<b>4. JUSTIFICACION.....</b>	<b>9</b>
<b>5. OBJETIVOS .....</b>	<b>11</b>
<b>5.1. OBJETIVO GENERAL .....</b>	<b>11</b>
<b>5.2. OBJETIVO ESPECÍFICOS:.....</b>	<b>11</b>
<b>6. CONTEXTO REGIONAL DEL MUNICIPIO DE TURBACO .....</b>	<b>12</b>
<b>6.1. ASPECTOS FÍSICOS-AMBIENTALES.....</b>	<b>12</b>
<b>6.1.1. Localización.....</b>	<b>12</b>
<b>6.1.2 Superficie y ubicación geográfica.....</b>	<b>12</b>
<b>6.1.3. Geología.....</b>	<b>12</b>
<b>6.1.4. Suelos.....</b>	<b>14</b>
<b>6.1.4.1. Clasificación De Suelos Por Aptitud De Uso.....</b>	<b>14</b>
<b>6.1.4.2. Caracterización biofísica de los suelos de Turbaco.....</b>	<b>18</b>
<b>6.1.5. Hidrología .....</b>	<b>22</b>
<b>6.1.5.1. Arroyos .....</b>	<b>22</b>
<b>6.1.5.2. Fuentes Subterráneas .....</b>	<b>23</b>
<b>6.1. 6. Zona De Vida .....</b>	<b>23</b>
<b>6.1.6.1 Flora .....</b>	<b>23</b>
<b>6.1.6.2 Fauna .....</b>	<b>23</b>
<b>6.1.7. Clima .....</b>	<b>24</b>

6.1.7.1. Vientos .....	24
6.1.7.2. Humedad Relativa .....	24
6.1.7.3. Precipitaciones .....	25
6.1.7.4. Temperatura .....	25
6.1.7.5. Fenómenos Climáticos (neblina).....	25
6.2. ECOSISTEMAS NATURALES .....	26
6.2.1. El Paisaje de Colinas .....	26
6.2.2. El Paisaje de Pié de Monte .....	27
7. PLANTACIÓN FORESTAL .....	28
7.2. PLANTACIÓN PRODUCTORA.....	29
7.3. ASPECTOS TECNICOS.....	29
7.3.1. Trazado de la plantación .....	29
7.3.2. Preparación Del Terreno. ....	30
7.3.3. Cercado Del Terreno.....	30
7.3.4. El plateo.....	31
7.3.5. Realización De Los Hoyos .....	31
7.3.6. Sembrado de los arboles .....	31
7.3.7. Abono y fertilización.....	32
7.3.8. Control De Plaga .....	32
7.3.8.1. Tipos de plagas.....	32
7.3.8.1.1. Follaje.....	33
7.3.8.1.2. Brotes y yemas .....	33
7.3.8.1.3. Fustes .....	34
7.4. MANEJO SILVICULTURAL .....	34
7.5. APROVECHAMIENTO FINAL.....	39
8. CENSO EN EL MUNICIPIO DE TURBACO .....	41
8.1. RESULTADO DEL CENSO DE LAS PLANTACIONES FORESTALES DEL MUNICIPIO DE TURBACO .....	42
8.2. ASISTENCIA TÉCNICA .....	43

<b>8.3. MERCADO META .....</b>	<b>44</b>
<b>8.4. MANEJO AMBIENTAL Y CONTROL DE PLAGA .....</b>	<b>44</b>
<b>9. ANALISIS DE PRECIOS DE MERCADO .....</b>	<b>45</b>
<b>9.1. MUESTRA .....</b>	<b>45</b>
<b>9.2. FIJACIÓN DE PRECIOS DE LA MADERA PARA EL ESTUDIO. ....</b>	<b>46</b>
<b>10. ESPECIES OBJETO DE ESTUDIO .....</b>	<b>54</b>
<b>10.1. CAOBA.....</b>	<b>54</b>
<b>10.2. CEDRO .....</b>	<b>55</b>
<b>10.3. CEIBA ROJA.....</b>	<b>58</b>
<b>10.4. ROBLE .....</b>	<b>59</b>
<b>10.5. TECA .....</b>	<b>60</b>
<b>11. IDENTIFICACIÓN DE LOS BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES DE LAS ESPECIES SELECCIONADAS PARA LAS PLANTACIONES FORESTALES.</b>	<b>61</b>
<b>11.1 OTROS VENTAJAS QUE PROVEE EL USO DE MADERA.....</b>	<b>64</b>
<b>11.2. LOS BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES QUE OFRECE UNA PLANTACIÓN MADERERA POR ESPECIE.....</b>	<b>70</b>
<b>11.2.1. Los bienes y servicios ambientales seleccionados para el análisis de este estudio .....</b>	<b>70</b>
<b>12. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES DE LAS PLANTACIONES FORESTALES EN EL MUNICIPIO DE TURBACO .....</b>	<b>72</b>
<b>12.1. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS BIENES AMBIENTALES .....</b>	<b>72</b>
<b>12.1.1. Madera .....</b>	<b>72</b>
<b>12.1.2. Carbón .....</b>	<b>76</b>
<b>12.1.3. Semillas .....</b>	<b>80</b>
<b>12.1. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES ....</b>	<b>84</b>
<b>12.1.1. Captura de dióxido de carbono .....</b>	<b>84</b>

12.1.1.1. Calculo de la estimación de carbono capturado.....	86
12.1.1.2. Carbono almacenado en plantaciones forestales comerciales ...	89
12.1.1.3. Beneficios por captura de co2.....	91
12.2. INGRESOS DETALLADOS POR BIENES Y SERVICIOS QUE OFRECE UNA PLANTACIÓN MADERERA POR ESPECIE APLICÁNDOLES LOS CERTIFICADOS DE INCENTIVOS FORESTALES .....	93
13. IMPACTO SOCIAL.....	97
13.1 JORNALES GENERADOS POR ESPECIES POR HECTAREA CULTIVADA. .....	100
14. ANALISIS FINANCIERO .....	106
14.1 EVALUACIÓN DE LOS RENDIMIENTOS FINANCIEROS DE LAS DIFERENTES ALTERNATIVAS.....	112
14.1.2 Evaluación financiera de una plantación maderera valorándola sólo los bienes madera, semilla y leña. ....	112
14.2 EVALUACIÓN FINANCIERA DE UNA PLANTACIÓN MADERERA VALORÁNDOLA SÓLO LOS BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES APLICÁNDOLES EL CERTIFICADO DE INCENTIVOS FORESTALES.....	113
14.3 EVALUACIÓN FINANCIERA DE UNA PLANTACIÓN MADERERA VALORÁNDOLA SÓLO LOS BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES CON EXCEPCIÓN DEL IMPUESTO A LA RENTA, OMITIENDO EL CIF.....	114
15. CONCLUSIONES .....	116
16. RECOMENDACIONES.....	118
17. BIBLIOGRAFÍA Y BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA.....	120

## 1. INTRODUCCIÓN

Valorar económicamente los Bienes y Servicios de las plantaciones de especies maderables implica la generación de criterios económicos, sociales y ambientales para la toma de decisiones sobre el aprovechamiento sostenible de estos recursos.

El presente trabajo tiene como propósito valorar los bienes y servicios que proporciona una plantación maderera establecida en el municipio de Turbaco, del departamento de Bolívar, y así, determinando los beneficios y cuantificarlos en términos monetarios demostrar que una plantación de especies maderables, con un manejo apropiado, pueden generar suficientes recursos financieros para que se conviertan en auto sostenibles, y a la vez genere rendimientos.

Asignar valores económicos a esos bienes y servicios permitirá que se generen políticas de internalización de externalidades como lo son los incentivos por captura de CO<sub>2</sub> y las excepciones tributarias, incentivos que trata la sociedad de retribuir a los usuarios o administradores de bosques por las externalidades positivas que conlleva la práctica de actividades forestales y que en este trabajo son evaluados para determinar el beneficio adicional que genera esta actividad. Esta falta de internalización, esta falta de equilibrio, entre las ganancias sociales y las ganancias privadas, hace que estas actividades sean menos rentables de lo que son, debido a fallas de mercado y a políticas gubernamentales.

Esta valoración es aplicable a cualquier otra plantación que se desee establecer en cualquier lugar del planeta, en donde sea haga posible esta práctica, pero en este caso en especial, El municipio de Turbaco por sus condiciones ambientales, su alta biodiversidad de especies maderables y no maderables, lo acondicionan como un territorio apropiado para establecer plantaciones comerciales de especies

maderables y que mediante esta valoración se podrá determinar sus beneficios actuales y potenciales para la sociedad, aplicándoles diseños de planes de manejo forestal que permitan la generación de ingresos a partir de criterios de sostenibilidad.

Este proyecto es de gran utilidad para todo aquel desarrollador de proyectos forestales, y a todas aquellas personas que desean invertir en el desarrollo de establecimiento de plantaciones forestales inversionistas forestales puesto que le detalla una visión sobre el valor potencial que ofrece aplicar esta clase de prácticas económicas, práctica que se ha venido popularizando debido a la extracción inadecuada de madera en los bosques naturales, que tanta inestabilidad y daño le está generando al medio ambiente.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 2.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA

Actualmente la demanda maderera es suplida tanto por los bosques naturales como por las plantaciones, aunque se presenta una tendencia relativamente creciente a aumentar estas últimas y a depender de ellas en mayor medida como fuente de madera industrial.

En el mundo se estima que existe una superficie de bosques cercana a los 3.870 millones de hectáreas, de las cuales el 95% corresponden a bosques naturales, integrados por bosques autóctonos, el restante 5% corresponde a plantaciones forestales<sup>1</sup>.

Presiones ambientalistas han hecho que los esfuerzos a nivel mundial estén encaminados a reducir la extracción de madera en los bosques naturales, mejorar las prácticas de extracción, reducir las actividades forestales ilegales y fortalecer la ordenación forestal comunitaria, se prevé que en el futuro la mayor demanda de madera se cubrirá con árboles sembrados para tal fin.

Para el año 2020, casi 60 por ciento del abastecimiento de madera en América Latina y el Caribe procederá de bosques plantados, dejando intacta la mayor parte de los bosques naturales de la región, informa la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).<sup>2</sup>

El mercado de productos forestales tiene una magnitud considerable, ocupa hoy en día el tercer lugar en el mundo, después del petróleo y el gas, con un valor

---

<sup>1</sup> Observatorio Agrocadenas Colombia Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2005

<sup>2</sup> Green E. Departamento de Estado de Estados Unidos. <http://usinfo.state.gov/esp/Archive/2006/Aug/03-121754.html>

anual de transacciones que se aproxima a los US \$80 billones. (Martínez et al. 2005)

De 114 millones de hectáreas de extensión continental con que cuenta nuestro país, alrededor de 60.728.000 están cubiertas por bosques naturales<sup>3</sup> (FAO 2005), de los cuales el 12.7 % se dedica a la producción maderera, que sustentan una gran proporción la “megadiversidad” de la Nación, la cual representa el 10% de la biodiversidad mundial, razón por la cual Colombia ha sido reconocida como uno de los países con mayor biodiversidad en el mundo. Así mismo, el país ocupa el treceavo lugar en el mundo con mayor área de cobertura forestal en cuanto a bosques tropicales se refiere (FAO, 2005)<sup>4</sup>, representando el 7,3% de la oferta total para América del Sur Tropical y el 1.53% de los bosques del mundo y se ubica como el segundo con el mayor número de especies de plantas en su interior (Instituto de Recursos Mundiales, -WRI- 1997).

La explotación maderera en los bosques tropicales tiende a producir su destrucción. La practica tradicional consiste en talar el árbol seleccionarlo por su tamaño y su valor maderable y transportarlo al lugar de beneficio. Hoy en día se esta talando indiscriminadamente los bosques y la madera fina se hace más escasa, debido a que las plantaciones actuales aun son insuficientes y por ende se sigue extrayendo de los bosques naturales. En la práctica el manejo de extracción de los recursos disponibles en los bosques no tienen en cuenta principios de manejo sostenible y en cuanto a la extracción de maderas en países tropicales como Colombia es imposible encontrar una hectárea de árboles maderables de una misma especie, por la condición ser rico en especies pero pobre en individuos.

---

<sup>3</sup> Según la “evaluación de los Bosques del Mundo 1995 - publicado por la FAO (2005),

<sup>4</sup> Fuente de datos: FAO, Evaluación de los recursos forestales mundiales 2005.

La explotación de los bosques naturales en el país se caracteriza por la presencia de bajos rendimientos por hectárea y deficiencias en la calidad, situación que lo aleja de una participación competitiva en el mercado internacional.<sup>5</sup>

Pese a lo anterior, en el sector forestal colombiano existe un alto potencial de desarrollo, gracias a que existen las condiciones naturales que brindan ventajas comparativas tanto para establecer plantaciones forestales, como para aplicar un adecuado manejo silvicultural a los bosques naturales productivos. El país cuenta con vastas áreas de vocación forestal (el PNDF estima un área potencial de 25 millones de Has.) distribuidas en varios pisos altitudinales donde es factible el establecimiento de una amplia gama de especies gracias a ventajas en clima, calidad de suelos, valor de la tierra y costo de la mano de obra; gracias a estas ventajas, los cultivos de especies aptas tardan la mitad del tiempo de lo que tardarían en otros países, como Chile, para crecer y ser productivas.<sup>6</sup> Sin embargo, Colombia sólo cuenta con 328000 Has correspondiente a plantaciones forestales, lo cual constituye una clara desventaja respecto a la extensión plantada y a la programación de reforestación anual, si se compara con otros países de Suramérica como Brasil que tiene 9 millones, Chile más de 2,5 millones y Argentina y Venezuela que alcanzan casi el millón de hectáreas dedicadas a plantaciones forestales.<sup>7</sup> (FAO) 2005.

Se aprecia que en el país hay una falta de conocimiento sobre esta actividad, la subutilización forestal en el país (de especies y en generación de valor agregado), lo que provoca una enorme pérdida de capacidad de producción de riqueza, de empleo, de ampliación de la producción natural, de tecnificación y de potencial exportador.

---

<sup>5</sup> Observatorio Agrocadenas Colombia Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2005

<sup>6</sup> Observatorio Agrocadenas Colombia Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2005

<sup>7</sup> Fuente de datos: FAO, Evaluación de los recursos forestales mundiales 2005.

Así mismo, la actividad forestal recibe apoyo del gobierno mediante los conocidos CIF (certificados de incentivos forestales)<sup>8</sup>, los ICR (Incentivo a la capitalización rural), además de incentivos tributarios y créditos de fomento que contribuyen al desarrollo de nuevas plantaciones comerciales, no obstante aún existe escaso interés de grupos industriales, inversionistas, desconocimiento del negocio de la reforestación, personal poco capacitado, y la actitud de seguir explotando los ecosistemas para actividades productivas tradicionales como la ganadería y la agricultura semestral, que en comparación con la actividad reforestadora ésta genera 5 veces más empleo que la ganadería tradicional.<sup>9</sup>

Otro factor que actúa en contra es la falta de reconocimiento por parte del mercado de todos los beneficios derivados de las plantaciones forestales. Los bosques y las plantaciones generan muchas externalidades positivas, como son la conservación de la biodiversidad y el paisaje, la protección de aguas y suelos y la captura de dióxido de carbono, no reconocidas en el mercado y por lo tanto no incorporadas en el precio de los productos forestales, esto conduce a que el precio de mercado sea menor, y por lo tanto, la inversión en esta actividad es inferior a la socialmente deseable.

Particularmente el municipio de Turbaco (Bolívar) la formación vegetal es de bosque de transición de seco a húmedo, su explotación ha sido tan excesiva, que hoy en día los relictos de vegetación natural son escasos y la explotación se hace en menor escala (CARDIQUE), el municipio de Turbaco contaba con 18.678 has originales de bosques húmedo, hoy tan sólo queda algo menos del 10% de la totalidad y de una manera fragmentada. Este deterioro tan grave del ecosistema

---

<sup>8</sup> Ley 1021 de 2006. Decreto 2300 de 2006

<sup>9</sup> Plan nacional de desarrollo forestal. 2005.

se debió principalmente a la explotación agropecuaria y a la actividad incontrolada de las canteras que se explotan en la zona.<sup>10</sup>

Sin embargo, aun conserva especies de uso maderable, situación que lo coloca como municipio con vocación forestal.

De acuerdo a lo anterior es preciso establecer plantaciones maderables, en el municipio de Turbaco ya que cuenta con una gran diversidad de especies maderables, ventajas climáticas, mantos acuíferos, pluviosidad alta y suelos fértiles y mediante una valorización económica de los bienes y servicios ambientales que se generan a través de ésta, servir de guía para el diseño de planes de manejo y extracción que permitan desarrollar, mejorar, conservar, aprovechar de la mejor manera posible estos recursos.

Es por ello, que para solventar esta problemática se debe incentivar el desarrollo de establecimientos de plantaciones forestales, mediante el aprovechamiento sostenible<sup>11</sup>; y mediante una valoración económica de los bienes y servicios ambientales<sup>12</sup> que proporciona las plantaciones de especies maderables demostrar la rentabilidad de la implementación de éstas a partir de criterios que van más allá de la obtención de la madera, determinando aquellos bienes y servicios que se derivan de la plantación con valores monetarios mercadeables y no mercadeables que influyen en la valoración económica total de la plantación forestal.

---

<sup>10</sup> Marrugo J. S.O.S por el Jardín Botánico “Guillermo Piñeres”. Sexto sentido. El universal, 14 de Agosto de 2006.

<sup>11</sup> Decreto numero 1791 de 1996.

<sup>12</sup> Método para determinar la importancia en cuanto a las consecuencias ambientales de la actividad económica que no han sido tomadas en cuenta en las transacciones comerciales. (Heywood & Watson 1995).

## **2.2 FORMULACION DEL PROBLEMA**

¿Cual es el valor económico proveniente de los bienes y servicios ambientales, mercadeable producidos por las plantaciones forestales del municipio de Turbaco?

## **3. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA**

### **3.1 DELIMITACIÓN TEMPORAL**

La información es tomada durante el transcurso de la investigación (que puede ser entre mayo 2007 y agosto de 2008).

### **3.2 DELIMITACIÓN ESPACIAL**

El presente estudio se realizará en el municipio de Turbaco, departamento de Bolívar.

#### 4. JUSTIFICACION

La Valoración Económica de los Bienes y Servicios de las plantaciones de especies maderables implican la generación de criterios económicos y ambientales para la toma de decisiones sobre el aprovechamiento sostenible de estos recursos. Además del tradicional análisis cualitativo se ha introducido el concepto de análisis cuantitativo donde los beneficios y daños del aprovechamiento de estos recursos se expresan en términos monetarios. Esto conlleva, a que exista la tarea de identificar y valorar los Bienes y Servicios Ambientales provenientes de las plantaciones de especies maderables.

La importancia de descubrir los beneficios y cuantificarlos en términos monetarios radica en el hecho de demostrar que una plantación de especies maderables, con un manejo apropiado, pueden generar suficientes recursos financieros para que se conviertan en auto sostenibles.

A la vez, es importante resaltar que los Bienes y Servicios Ambientales, no se encuentran aislados de las actividades económicas humanas. Por un lado, la naturaleza, el Medio Ambiente o simplemente los ecosistemas proveen materias primas para los procesos productivos humanos y esto ha sido a través de la historia; por otro lado sirven de sumidero para los desechos, producto de estos procesos productivos.<sup>13</sup>

En la realidad, los bienes y servicios ambientales están mucho más inmersos en las actividades económicas del hombre, de lo que se sospecha. Justamente, los distintos bienes y servicios ambientales contribuyen al desarrollo de actividades productivas en los distintos sectores de la economía nacional: sector industrial, sector agrícola y el sector servicios. Entre los principales bienes que aportan las

---

<sup>13</sup> Estrategia Nacional de Biodiversidad. Valoración económica de la biodiversidad.

plantaciones de especies maderables a la economía nacional se identifican: Madera, productos farmacológicos, insumos agropecuarios, artesanía, etc. Entre los principales servicios que aportan a la economía nacional se identifican: captación de agua, regulación de gases, belleza escénica, Investigación, etc.

En especial, El municipio de Turbaco por sus condiciones ambientales, su alta biodiversidad de especies maderables y no maderables y su cercanía con la ciudad de Cartagena ( dado que el abastecimiento de maderas en la ciudad de Cartagena proviene de zonas selváticas del Choco, la Serranía de San Lucas y del Magdalena, en donde el proceso de extracción es irracional generando graves problemas ambientales al punto de que las especies más comerciales están en serio peligro de extinción ),<sup>14</sup> lo acondicionan como un territorio apropiado para establecer plantaciones comerciales de especies. Además, Colombia cuenta con unas 9 millones de hectáreas de tierra con fines agropecuarios, explotación forestal, cultivos frutales y ganadería. En el departamento de Bolívar, las plantaciones comerciales de especies maderables asciende a unas 12.000 hectáreas, concentrada la mayor extensión en los municipios de Córdoba Tetón y Zambrano con cerca de 9.500. Las restantes 2.500 hectáreas se las reparten Magangué, San Jacinto, Carmen de Bolívar, Turbaco, Mahates y Cartagena.<sup>15</sup>

Para el año 2001 según datos del IDEAM<sup>16</sup>, el empleo que produjo la industria primaria en cuanto a aprovechamiento forestal y plantación forestal fue de 181818 empleos, la industria secundaria 37107 y del total de la industria manufacturera el 33.46% lo contribuye la industria forestal. Es por ello, que mediante el estudio de las plantaciones forestales se pretende rescatar ingresos que beneficien a las comunidades y a la sociedad en general.

---

<sup>14</sup> Palacios M. Tema estratégico, Agroforestería y manejo de bosques. Grupo semillas. [Seriada en línea] 2003 Disponible: <http://www.semillas.org.co/sitio.shtml?apc=d1b1--&x=20154661>.

<sup>15</sup> Torres P. La explotación forestal echa raíces. El Universal. 19 de Agosto de 2007. Sección: Agroeconómica.

<sup>16</sup> Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales - (ideam), consultores FAO.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1. OBJETIVO GENERAL**

Calcular el Valor económico de los bienes y servicios ambientales ofrecidos por la explotación sostenible de las plantaciones de especies maderables del municipio de Turbaco con fines de comercialización.

### **5.2. OBJETIVO ESPECÍFICOS:**

1. Identificar los principales bienes y servicios derivados del cultivo y explotación de las especies maderables del municipio de Turbaco, a partir de la aplicación de la metodología de valor económico total.
2. Obtener el precio de mercado para cada uno de esos bienes y servicios que ofrece las especies maderables identificadas del municipio de Turbaco
3. Valoración económica de los principales bienes y servicios ambientales tales como madera, leña o carbón, semillas y captura de dióxido de carbono, generadores de ingresos al municipio de Turbaco mediante el aprovechamiento de las especies maderables.
4. Calcular los ingresos directos e indirectos generados por la actividad y caracterizar socioeconómicamente a sus beneficiarios.

## **6. CONTEXTO REGIONAL DEL MUNICIPIO DE TURBACO**

### **6.1. ASPECTOS FÍSICOS-AMBIENTALES.**

#### **6.1.1. Localización.**

El municipio de Turbaco limita al norte con los municipios de Santa rosa y Villanueva; al este con san Estanislao de Kostka, arenal; al sur con Arjona y Turbana y al occidente con Turbana y Cartagena. Los corregimientos de cañaveral y chiquitos y la vereda de Aguas prietas, integran la división política administrativa del municipio de Turbaco.<sup>17</sup>

#### **6.1.2 Superficie y ubicación geográfica.**

El municipio de Turbaco cuenta con una superficie de 170 kilómetros cuadrados enmarcados en un perímetro pentagonal, en la zona norte del departamento de Bolívar. A 14 kilómetros de la Capital del Departamento, Cartagena de Indias.

La posición geográfica de Turbaco lo sitúa a los 10 grados, 19 minutos y 30 segundos de latitud Norte; y a 1 grado, 17 minutos y 29 segundos de longitud oeste del meridiano de Bogotá.

#### **6.1.3. Geología**

El territorio del municipio de Turbaco, está formado por depósitos que en su mayoría corresponden a la época del Mioceno y en menor proporción al Plioceno.

---

<sup>17</sup> Zabaleta L Alberto. TURBACO EN LA HISTORIA. Cap. V. Un poco de Geografía pag.41-42

Las formaciones Miocénicas corresponden a colinas bajas, de pendientes cortas, con menor disección que las aparecidas en períodos anteriores, las cuales corresponden a colinas más altas, accidentadas y pendientes más alargadas.

Los afloramientos del Mioceno cubren las áreas del Este del municipio, son arcillas de color gris, chocolate o rojo, macizas o finamente estratificadas, con intercalaciones delgadas de arena muy fina, de areniscas rojizas y de areniscas y margas calcáreas.<sup>18</sup>

La caliza de Turbaco parece corresponder al mismo horizonte estratigráfico que la Popa y posiblemente es un remanente de un arrecife coralino del mar correspondiente al Mioceno superior. Los estudios más recientes parecen confirmar una edad Pliocénica para estas formaciones de la Popa, que constan en su parte baja de arcillas micáceas de color gris oscuro y en su parte alta de calizas arrecifales, cuyo horizonte penetraría hasta Turbaco.

Las formaciones pliocénicas están dominadas por estratos calcáreos coralinos y arrecifales que fundamentalmente han dado lugar a los suelos de los alrededores de Turbaco.

### **Volcanes de lodo (diapirismo de lodos)**

Turbaco presenta volcanes de lodo pelágico activos en forma de parches aislados provenientes de la parte basal de una potente secuencia sedimentaria que llega hasta las inmediaciones de Galerazamba.

---

<sup>18</sup> Plan de ordenamiento ambiental territorial de las actividades mineras del municipio de Turbaco.

#### **6.1.4. Suelos.**

##### **6.1.4.1. Clasificación De Suelos Por Aptitud De Uso**

El suelo de Turbaco es fértil en el 80%; seco, de roca caliza con restos de corales petrificados, muy permeables a la aguas de lluvias. Abunda la piedra de naturaleza calcárea, materia prima para la elaboración de la cal.<sup>19</sup>

El uso potencial de los suelos es aquel para el que puede emplearse un terreno sin tener que recurrir a prácticas que hagan no rentable el cultivo y sin que pierda su productividad o se deterioren sus propiedades físicas o químicas.

El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos emplea un método cualitativo de clasificación de suelos que los cataloga en ocho clases, éste método ha sido acogido y adaptado a nuestras condiciones por el IGAC.

Los suelos que son aptos para los cultivos, también son aptos para los pastos, los bosques y la vida silvestre.

Las cuatro primeras clases tienen aptitud para cultivos con restricciones y riesgo de deterioro que aumentan en la medida en que lo hace el número de la clase.

Los suelos clase V presentan serias restricciones por tener una pendiente muy reducida y estar sometidos a inundaciones prolongadas, en algunos casos son aptos para el cultivo de Arroz.

Las clases comprendidas entre la V y la VII son aptas para la explotación con especies nativas, pastos y arboles y unos pocos cultivos con prácticas de conservación de suelos y localización adecuada de las plantaciones.

La clase VIII no tiene aptitud para la explotación agropecuaria y sirve para la reforestación natural o inducida con especies nativas con miras a la protección de cuencas, el paisajismo o al refugio de la vida silvestre.

---

<sup>19</sup> Zabaleta L. Alberto. Turbaco en la Historia. Cap. V Un poco de geografía. Pág. 42.

Los suelos han sido agrupados por sus características intrínsecas y extrínsecas como profundidad radicular, textura, permeabilidad, capacidad de almacenamiento de agua, fertilidad natural, pH, salinidad, presencia de sodio o aluminio en niveles tóxicos, alcalinidad, pedregosidad, relieve y pendiente, (Longitud de la misma y gradiente), así como por características climáticas como cantidad y distribución de las precipitaciones, temperatura y brillo solar entre otras en clases que definen su aptitud de uso como son las siguientes:

Turbaco por razones de su topografía, climatología y material parental no cuenta con suelos de las clases I y II. (Ver anexo 1).

- **Clase III.**

Suelos con limitaciones severas que reducen la elección de cultivos.

Se pueden emplear para cultivos limpios pero con métodos de labranza y prácticas de conservación de suelos que impidan la erosión.

Se deben emplear preferiblemente en cultivos permanentes, pastos de corte y pastoreo con rotación adecuada de potreros, deben emplearse siembras en curvas de nivel, cultivos en fajas, barreras vivas, rotación de cultivos, fertilización adecuada, aplicación de materia orgánica, abonos verdes, zanjas de infiltración y acequias en contorno.

La pendiente de estos suelos puede llegar al 12%, también pueden presentar alguna o algunas de las siguientes limitantes: Poca profundidad efectiva, posibles inundaciones, nivel freático alto, baja retención de humedad, salinidad ligera, erosión ligera a moderada de tipo laminar o en surcos, limitaciones por clima seco en un semestre o más.

Son aptos para algodón, Arroz, sorgo, palma africana, cacao y frutales pero en lo posible con adecuación de tierras para riego y drenaje.

Turbaco cuenta aproximadamente con 1.700 hectáreas de clase III, las cuales constituyen el 10.08% del área del Municipio.

- **Clase IV.**

Tienen limitaciones muy severas que reducen la selección de usos que se le pueden dar a los terrenos sin deteriorarlos y con rentabilidad económica.

Son aptos para unos pocos cultivos limpios pero con prácticas de conservación y asociados con cultivos densos, semipermanentes o permanentes.

Pueden tener algunas de las siguientes limitaciones: Pendientes entre el 12 y el 25%, Erosión que puede fluctuar de moderada a severa del tipo laminar, de surcos y cárcavas, poca profundidad efectiva, baja retención de agua, frecuentes inundaciones, drenaje pobre, lenta permeabilidad, alto contenido de sales y/o sodio, limitaciones climáticas en un semestre (Sequía o encharcamiento).

La fertilidad de los terrenos puede ser alta pero pueden presentarse problemas por sales o sodio

La pendiente y el relieve limitan la preparación mecánica de los suelos, impidiendo la labranza o deteriorándose el terreno por erosión al usar arados de disco o vertedera. Deben sembrarse e curvas de nivel y prepararse a mano o con implementos de labranza mínima.

Son aptas para cultivo de auyama, ajonjolí, melón, sorgo, y otros resistentes a la sequía o de ciclo corto coincidente con la época de lluvias, También sirven para cacao, plátano, caña panelera y algunos frutales pero con riego preferiblemente.

Pueden explotarse en pastos de corte y pastoreo pero con prácticas de conservación de suelos y rotación de potreros evitando el sobrepastoreo, las quemas y dedicando los terrenos más inclinados al pasto de corte y a bancos proteicos libres del pisoteo del ganado.

Turbaco tiene aproximadamente 2.350 hectáreas de tierra con esta clasificación que equivalen al 13,94% del territorio.

- **Clase VI.**

Presentan limitaciones muy severas que no pueden ser corregidas mediante obras físicas de manera económica. Por ejemplo pendientes y relieve del terreno, presentan elevada susceptibilidad a la erosión y deterioro por la misma causa, poca profundidad efectiva del suelo, alta pedregosidad, mal drenaje, baja retención de humedad, alto contenido de sales, condiciones climáticas adversas y /o peligro de inundación.

Pueden presentar erosión laminar, en surcos, en cárcavas y remociones en masa de suelos en grado que fluctúa de moderado a severo.

Presentan limitaciones muy severas para la mayoría de los cultivos y los posibles tienen que realizarse localizados adecuadamente dentro del terreno, con coberturas vegetales densas y prácticas estrictas de conservación de suelos. Son aptas para pastos de corte, bosques y vida silvestre.

Para conservar estos suelos que son los más abundantes en Turbaco, ya que ocupan 11.270 hectáreas aproximadamente que equivalen al 66.31% de las tierras.

Los suelos de Turbaco son en su mayoría de las clases VI y VII por la topografía del terreno en el área de colinas, pero también cuenta con suelos clase III y IV en el pie de monte, la distribución de los mismos se aprecia en la figura siguiente:

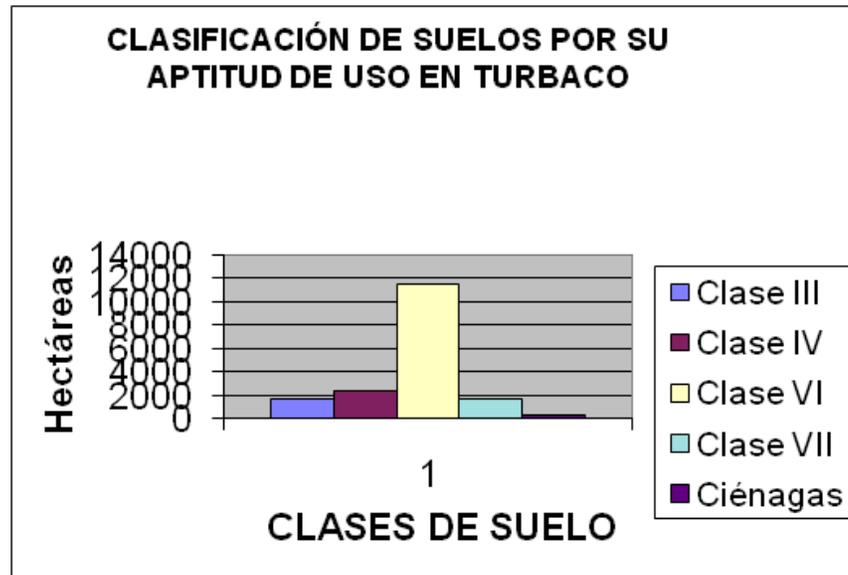


Figura No. 1: Clasificación de suelos por su aptitud de uso en Turbaco

Como puede apreciarse, Turbaco cuenta con más de 12.000 hectáreas que pueden emplearse para la explotación en bosque comercial y que actualmente están en ganadería extensiva sufriendo serio deterioro por erosión y compactación.

También tiene más de 4.000 hectáreas que pueden emplearse para la agricultura o la ganadería intensiva pero por las limitaciones en el balance hídrico deben implementarse estrategias como la implementación del riego mediante la construcción de embalses o la explotación adecuada de los arroyos y pozos profundos.

#### **6.1.4.2. Caracterización biofísica de los suelos de Turbaco.**

El Instituto Geográfico Agustín Codazzi ha efectuado una Caracterización Biofísica de las tierras delimitándolas de acuerdo a sus limitaciones y vocaciones para que puedan recibir el uso más razonable de acuerdo con las características físicas del recurso y con el desarrollo socioeconómico de la región.

Para la caracterización y el agrupamiento de las unidades biofísicas se consideraron como elementos básicos las características del relieve, de los suelos y la aptitud de uso de las tierras

El Instituto Geográfico Agustín Codazzi agrupa los suelos de Turbaco en las siguientes unidades:

**a) Unidades de uso agro-pastoril:**

Existen en el Municipio, dos unidades agrupadas en esta categoría como son:

- **Áreas para cultivos mixtos comerciales: (ag).** Estas unidades se conforman por áreas de relieve plano a fuertemente ondulado y moderadamente quebrado, aptas para cultivos mixtos y ganadería semiintensiva en pastos introducidos de clima cálido y seco (estas áreas se encuentran identificadas en el mapa de Caracterización biofísica con el símbolo AG).

Estas áreas se encuentran rodeando el casco urbano del Municipio y en los límites con los Municipios de Arjona y Turbana. También se encuentran en la planillanura que corresponde al límite con Cartagena y Santa Rosa.

Estas áreas AG son aptas para agricultura con paquetes tecnológicos adecuados y requieren riego. Los usos que se le pueden dar van desde el cultivo de bosque protector productor hasta ganadería semiintensiva empleando potreros con pastos mejorados, preferiblemente con cobertura silvopastoril y cultivos tecnificados como plátano, maíz, arroz, yuca, hortalizas, frutales y cultivos de subsistencia. Por aptitud de uso los suelos AG comprenden las clases III, IV y algunos clase VI por problemas de sales pero que con manejo adecuado pueden emplearse en cultivos comerciales.

- **Áreas para cultivos de subsistencia, ganadería extensiva y plantación comercial de especies forestales: (ap).** Estas áreas de relieve plano a fuertemente ondulado y moderadamente quebrado para cultivos de subsistencia y para ganadería extensiva con potreros en pastos naturales e introducidos en clima cálido seco con suelos moderadamente profundos a superficiales o drenaje impedido o presencia de sales en sectores (se encuentran identificadas en el mapa de Caracterización biofísica con el símbolo AP).

Las áreas para cultivos de subsistencia se encuentran ubicadas en la falda que conduce de la zona urbana de la cabecera municipal a Arjona intercaladas col las anteriores y divididas por la vía de acceso al municipio antes mencionado.

Al norte del casco urbano y separado por un área AG, se encuentra un área AP que llega hasta Campaña y es surcada por varios arroyos como Arroyo Grande

La mayoría de los suelos AP pertenecen a la clase IV y Unos pocos a la Clase III o VI, teniendo estos últimos problemas por presencia de sales.

Estos suelos pueden utilizarse en ganadería extensiva del tipo silvopastoril preferiblemente con adecuado manejo de potreros y con selección de razas, en la siembra de Bosques comerciales.

- b) Áreas para cultivos de subsistencia, reforestación con fines conservacionistas y comerciales.** Estas unidades consisten en terrenos que se agrupan en la categoría SP, la cual se caracteriza por contener áreas de relieve plano, ligeramente ondulado hasta moderadamente

quebrado con suelos de profundidad variable y susceptibilidad a erosión o inundación moderada.

Las áreas SP se ubican paralelas a la Zona Industrial de Mamonál y extendiéndose de sur a norte entre Turbana y Cartagena al sur y entre Cartagena y Santa Rosa al norte. La mayor área de suelos SP de Turbaco se ubican en los límites con Villanueva y Santa Rosa, extendiéndose con dirección sur hasta el límite con Arjona. Estos suelos por aptitud de uso se ubican en las Clases IV y VI principalmente. Los suelos SP son aptos para la agricultura de subsistencia con prácticas manuales de preparación y conservación de suelos. Las áreas más planas se pueden usar en ganadería silvopastoril extensiva y las que presentan relieve ondulado para la siembra de bosque protector productor empleando especies autóctonas y maderables que se adapten al medio.

### **c) Unidades protectoras.**

- **Áreas de protección y conservación (PC)** Áreas de protección y conservación de suelos en relieve fuertemente ondulado a fuertemente escarpado con erosión moderada a severa y muy alta susceptibilidad a la misma. Los suelos PC. Comprenden la mayor parte de la zona limítrofe con Arjona en la región de Bajo Grande y de flechas. También hacia Cartagena existe un área de suelos PC de forma alargada, la cual se ensancha hacia Santa Rosa y se adelgaza en dirección a Turbana. La zona de recarga de los acuíferos de Turbaco y las cuencas que alimentan arroyos del municipio son en parte estas áreas por lo que deben ser declaradas como áreas de protección especial para conservarse y reforestarse con especies nativas, manteniéndolas como reservas florísticas y refugio de fauna. Existen áreas de conservación en Turbaco en un 30% de su superficie aproximadamente en el área más ondulada. Estas áreas también pueden

ser declaradas ecosistemas estratégicos para el mantenimiento de flora y fauna con fines ecoturísticos, recreativos e investigativos. (Ver anexo 2 y 3).

### **6.1.5. Hidrología**

Las corrientes de aguas subterráneas, son alimentadas por el régimen pluvial de mayo a Noviembre, constituyen un verdadero tesoro. Ninguna otra región de los alrededores muestra tan rico manto acuífero. Son muchos los sitios donde esta aflora espontáneamente, llevando su caudal por el lecho de pequeños arroyos. Tal es la riqueza de las aguas freáticas del subsuelo de Turbaco. Aguas duras en algunos casos que llevan en disolución porcentajes altos de sales de calcio. En muchas partes mana sin artificios, como en los lugares bajos, donde se obtiene a escasos metros. En sectores más elevados puede encontrarse entre los 18 a 30 metros de profundidad.<sup>20</sup>

#### **6.1.5.1. Arroyos**

Turbaco conforma parte de la vertiente del Atlántico y sus aguas drenan en dos microcuencas que tributan al Canal del Dique en el 47% del área a través del Arroyo Grande y el 53% tributa sus aguas a la microcuenca de la ciénaga de la virgen y por lo tanto al Mar Caribe. Entre los arroyos mas importantes y ricos en biodiversidad se encuentran: Matute, torrecilla, Arroyo Grande, la puente, el Baltasar, Mameyal, cucumán, Arroyo lejos, Guanantal, rebulicio, remaganganaguas, san mateo, cogollo, hondura, gramalote, lata, hormiga, volcán, quilembe, matarratón, timboro, el salao, Zacata, el tesoro, seco, cacao, Juan ramos, aguas vivas, hoyas de mono, el bajo, lomagrande, carabalí, de las paredes, el cerro, el muchacho, barbas monas, el medio, zabanetas, las mangas,

---

<sup>20</sup> Zabaleta L. Alberto. Turbaco en la Historia. Cap. Un poco de geografía. Fuentes de agua. pág.43-46

flecha, las palmas, boca de mameyal , gramalotico, colorado, la bonga, el gordo entre otros. (Ver anexo 4 y 5)

#### **6.1.5.2. Fuentes Subterráneas**

La oferta hídrica también cuenta en Turbaco con napas freáticas que permiten la construcción de pozos artesianos para múltiples usos. La calidad del agua varía en grado de dureza y en niveles de contaminación dependiendo del área de captación del acuífero respectivo.

#### **6.1. 6. Zona De Vida**

El Municipio se encuentra localizado en las zonas de vida denominadas bosque seco premontano transición cálida y bosque seco tropical según HOLDRIDGE.

##### **6.1.6.1 Flora**

La flora nativa corresponde a la de bosque seco tropical caducifolio conformado por un mosaico de bosque tropofilo de sabana que ha sido transformado por la acción del hombre en praderas con o sin rastrojos para la ganadería extensiva.

##### **6.1.6.2 Fauna**

La biodiversidad faunística del bosque nativo era admirable, se fueron reduciendo el número de ejemplares y de especies en la medida en que se transformó el hábitat mediante la tala y quema para la agricultura y la ganadería.

La fauna se ha visto muy reducida por la transformación de los bosques en praderas empleando el fuego, por la caza, por la agresión causada por predadores, parásitos y patógenos que llegaron con el hombre y sus animales domésticos.

Algunas de las especies de fauna en Turbaco que han sido más afectadas por el deterioro ambiental y la caza excesiva son: El venado, el saíno, el ñeque, la

guartinaja, el tigrillo, el chigüiro, la babilla, la iguana y otra gran cantidad de mamíferos, reptiles, aves etc.

La tala y quema de los bosques y el cambio de uso de los suelos han reducido el hábitat de la fauna y ha destruido muchos de los ejemplares.

El uso y abuso de maquinaria agrícola o agroquímicos sin conocimiento adecuado ha destruido en hábitat o lo ha contaminado matando miles de ejemplares y llevando las especies al borde de la extinción.

### **6.1.7. Clima**

#### **6.1.7.1. Vientos**

En el municipio de Turbaco se encuentran variaciones en la interferencia de los vientos en los diferentes meses del año tenemos que de diciembre a marzo soplan del Norte correspondiente a los Alisios que recogen la humedad reinante en el ambiente provocando una fuerte sequía hasta mediados de abril o principios del mes de mayo cuando inician las primera llluvias.

En los meses de agosto a noviembre, intervienen los vientos del Sudoeste que en ocasiones cruzan con violencia ocasionando derrumbamiento de arboles y arranque de techos de las viviendas, estos vientos aumentan las precipitaciones de la zona.

#### **6.1.7.2. Humedad Relativa**

La humedad relativa promedio anual en el municipio de Turbaco es del 80% aproximadamente, presentándose variaciones en la época lluviosa donde esta aumenta más del 85% y en épocas secas se presentan variaciones por debajo del 75% esta se ve influenciada por otros factores reinantes en el medio.

### **6.1.7.3. Precipitaciones**

La principal fuente de agua en Turbaco es la lluvia, es la fuente más importante y de mayor cubrimiento con que cuenta el municipio que alcanza los 1.000 a 1.200 mm. Anuales con un semestre lluvioso y uno seco.

Los meses de diciembre a marzo son los más secos, con lluvias esporádicas la duración de la época biológicamente seca se extiende entre 6-7 meses y con 50 a 60 días con lluvias al año en la parte norte y entre 50 y 100 al sur del Municipio

En los meses de mayo a noviembre se presenta casi la totalidad de las lluvias efectuándose en el mes de junio disminución de las precipitaciones y siendo los meses de septiembre y octubre donde se observa la mayor cantidad de precipitaciones.

La ubicación de Turbaco dentro del ecosistema de bosque seco tropical de la planillanura Caribe, hace que se presenten dos períodos con marcadas diferencias en los niveles de precipitación, dando como resultado un déficit hídrico en el primer semestre y un suministro mayor en segundo semestre pero que generalmente esta mal distribuido al caer en aguaceros torrenciales y al presentarse períodos relativamente largos sin lluvias que pueden afectar significativamente la producción aun en el período lluvioso.

### **6.1.7.4. Temperatura**

La temperatura media anual en Turbaco es de 26.58°C con máximas superiores mensuales que superan los 35°C y mínimas hasta 25°C.

### **6.1.7.5. Fenómenos Climáticos (neblina)**

El cielo permanece casi despejado, pero en la época seca o menos lluviosa, se presenta una especie de neblina llamada CALIMA, que llega a cubrir todo el

territorio. Este fenómeno se atribuye a la costumbre generalizada en el área de limpiar la tierra con quemas; pero es más posible que se deba a partículas de humedad esparcidas en el aire y arrastradas por los vientos. Al llegar la estación lluviosa comienzan a formarse las nubes y con unas pocas tempestades disipan la CALIMA.

## **6.2. ECOSISTEMAS NATURALES**

Todo el ecosistema está cimentado sobre material de origen sedimentario compuesto por calizas fosilíferas de origen marino, por arcillolitas y areniscas. Las características del ecosistema en Turbaco están influenciadas de una parte por las condiciones del clima el cual es un bosque seco tropical y por los suelos, estos a su vez están afectados por la geología, la geomorfología y la tectónica que han constituido dos tipos de paisaje bien definidos especialmente por su topografía así:

### **6.2.1. El Paisaje de Colinas**

se encuentra formado por suelos que van desde relieves suavemente ondulados y ondulados con pendientes muy suaves 2%, hasta relieves pronunciados con topografía mas accidentada a fuertemente ondulados, pendientes superiores al 50 % y alturas superiores a los 200 metros sobre el nivel de mar.

Los usos del suelo más extendidos son el pastoreo extensivo sobre gramas naturales y pastos mejorados, y algunas parcelas de economía campesina.

El paisaje de colinas. Ocupa la mayor parte del territorio, un 65 % aproximadamente.

### **6.2.2. El Paisaje de Pié de Monte**

Se localiza al pié de las colinas, con suelos planos o suavemente ondulados en las partes más inclinadas, pero con erosión moderada o natural.

Aunque la vegetación natural posee diversidad florística, ha sido reemplazada casi en su totalidad por pastos artificiales, para el uso de la ganadería extensiva. Ocupa el 35 % de la superficie del municipio.

## 7. PLANTACIÓN FORESTAL

Es la siembra y el mantenimiento de arboles, como resultado genera un bosque, a partir de la intervención directa del hombre.<sup>21</sup>

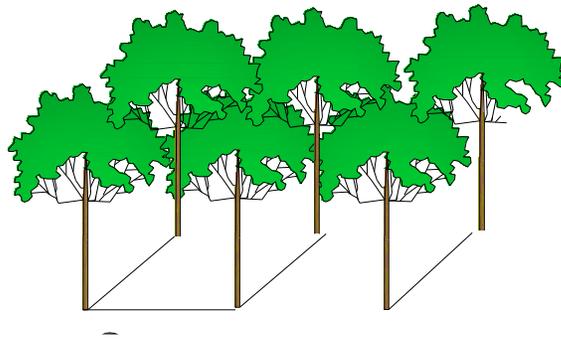


Figura 2. Plantación forestal elaborada por los estudiantes diseño Autocad.

### 7.1. OBJETIVOS DE LA PLANTACIÓN FORESTAL

Producción de madera para construcción y fabricación de muebles, producción de leña, Protección de fuentes de agua como nacimientos, quebradas y ríos, regulación hídrica, mejoramiento del suministro de agua, prevención de la erosión, mejoramiento en la calidad de los suelos, ornamentación y recreación, cercas vivas, cortinas rompevientos, producción de alimentos, forraje para animales. Producción de materias primas para la industria como gomas, resinas y taninos. Restauración de corredores biológicos, generación de ingresos económicos adicionales, servir como sumideros de CO<sub>2</sub> y producción de oxígeno.

---

<sup>21</sup> Decreto Número 1791 de 1996. Capítulo I Definiciones, objeto, principios generales y prioridades. Art 1.

## **7.2. PLANTACIÓN PRODUCTORA**

Su objetivo es producir madera, aunque también producen leña, frutos, forraje, brindan protección al suelo y a las fuentes de agua. Estos bosques se deben establecer en tierras recomendadas por los técnicos como ideales para plantaciones forestales, también llamadas como tierras de actitud forestal. Este tipo de plantación es de carácter industrial o comercial. Son las que se establecen en áreas forestales productoras con el exclusivo propósito de desatinarlas al aprovechamiento forestal.<sup>22</sup>

## **7.3. ASPECTOS TECNICOS**

### **7.3.1. Trazado de la plantación**

El trazar previamente la plantación es una labor que debe siempre realizarse, porque permite señalar en el terreno los puntos exactos en donde se plantara los arboles, para ellos se tiene en cuenta dos aspectos:

- El tipo de terreno, es decir si es plano o quebrado.
- La distancia de siembra.

Según el tipo de terreno, el trazado debe ser en triangulo o en cuadro, el trazado se hará en cuadrado para tierras planas y en triangulo para quebradas o pendientes.

Distancia de siembra: permite determinar el punto en que se plantara cada arbolito. La distancia de siembra es el espacio que debe existir entre los arboles y depende del objetivo de la plantación, de la especie y de la calidad del suelo. Para

---

<sup>22</sup> Decreto Número 1791 de 1996. Capítulo XI De las Plantaciones forestales. Art 69.

plantaciones homogéneas, las distancias de siembra mas frecuentes entre el árbol y surco son 3x3 m., 4 x 4 m., y 5 x 5. Ver Figura 3.

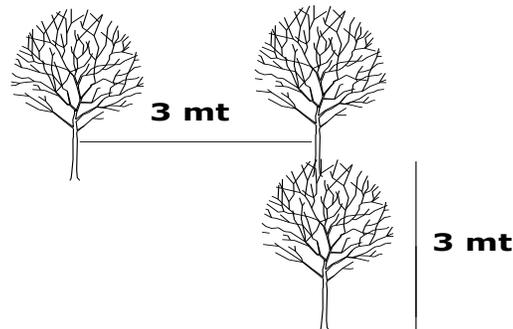


Figura 3. Distancia de siembra.

### **7.3.2. Preparación Del Terreno.**

De la siembra depende en gran medida la vida futura del arbolito, por eso es importante que antes de iniciar el proceso de siembra se tengan en cuenta los requerimientos de cada especie.

- El sitio elegido para realizar la plantación debe limpiarse de maleza. El material de la rocería debe repicarse para utilizarlo como abono.
- El suelo se debe picar y desmenuzar, para facilitar el desarrollo de las raíces. Así, los arbolitos recién plantados podrán absorber del suelo el agua y los nutrientes necesarios para su desarrollo.

### **7.3.3. Cercado Del Terreno**

Con el fin de proteger el cultivo de animales. Se cerca el terreno, con especies vivas como la swingla, que reduce los costos de volver a cercar el terreno.

#### **7.3.4. El plateo**

Toda plantación forestal debe demarcar y limpiar el plato, quitando todo tipo de vegetación en un área de un metro de diámetro. Así se eliminan competencias a los arboles y se aprovechan mejor los fertilizantes. Ver figura 4.

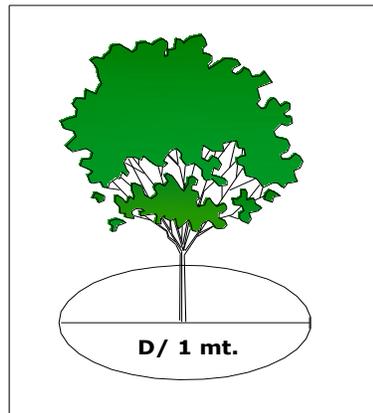


Figura 4. Plateo.

#### **7.3.5. Realización De Los Hoyos**

Los hoyos deben hacerse en el centro del plato, sus dimensiones para plántulas pequeñas deben ser de 15 cm. De profundidad por 10 cm de ancho. Si la plántula es más grande, los hoyos pueden tener 20 x 20 cm. Un buen hoyo es esencial para que el arbolito prenda bien. La tierra que se extrae se debe desmenuzar para que las raíces penetren y la plántula pueda absorber fácilmente el agua y los nutrientes.

#### **7.3.6. Sembrado de los arboles**

Se espera la época de lluvias para iniciar el proceso de plantación. En el caso del municipio de Turbaco

Se abre el hoyo, se toma la plántula por la bolsa, se rompe con cuidado y se retira, se toma el pilón y se coloca en el hoyo de manera que el arbolito quede recto, se

rellena con tierra suelta y se pisa bien, cuidando de que la tierra cubra el tallo 2 cm. Arriba del cuello de la raíz.

Para evitar la acumulación de agua en el hoyo, se nivela la superficie del terreno.

### **7.3.7. Abono y fertilización**

El producto y la dosis a aplicar por árbol dependen del análisis físico-químico del suelo. Se recomienda fertilizar en 5 oportunidades: en el momento de la siembra, en los 6 y 12 meses y durante el segundo y tercer año. Luego como mínimo una vez por año.

En el momento de sembrar, aplique el fertilizante en el hueco y agregue tierra para formar una capa que separe la raíz del abono. Cuando no se cuenta con análisis de suelos, se recomienda aplicar un fertilizante compuesto como triple 15 ó 10-30-10 en dosis de 50 gr. por plántula mas 5 a 10 gr. de bórax.

Para fertilizaciones posteriores aplique el fertilizante en forma de corona alrededor del árbol si el terreno es plano, haciendo una zanja de 5 cm. De profundidad y separada 15 cm. Del árbol. Se agrega el fertilizante en la zanja y se tapa con una capa delgada de tierra.

### **7.3.8. Control De Plaga**

Para asegurar el buen desarrollo de arboles, se deben realizar previsiones periódicas de las plantas para detectar la presencia de hormigas arrieras, grillos u otros insectos dañinos y hongos que perjudiquen la plantación, esto permitirá tomar a tiempo los correctivos y evitar así pérdidas irreparables. Es preferible consultar al técnico sobre el control biológico de plagas.

#### **7.3.8.1. Tipos de plagas**

Los problemas fitosanitarios son causados por agentes bióticos y abióticos. Los agentes bióticos en las plantaciones forestales en Colombia son atacadas por microorganismos (hongos, bacterias y nemátodos), artrópodos (insectos, ácaros),

vertebrados, moluscos y plantas parásitas principalmente, Los problemas de tipo abiótico han sido menos estudiados, y se refieren a todo aquello relacionado con un medio ambiente desfavorable: suelos (toxicidad, carencia, propiedades físicas desfavorables, déficit o exceso hídrico).<sup>23</sup>

#### **7.3.8.1.1. Follaje**

En la costa atlántica los ataques frecuentes ocurren en el follaje, siendo los árboles más susceptibles, aquellos recién plantados, dependiendo de la intensidad y duración de la defoliación. Se registran defoliaciones de alguna importancia y de distribución localizada ocasionadas por polillas de la familia *Yponomecidae* y *Saturniidae* en especies de latifoliadas. De las 5 especies del estudio la ceiba roja (*B. quinata*).

Enfermedades: Los problemas foliares más comunes se observan como manchas del follaje, generalmente causando necrosis del tejido. Aunque se tienen registradas varias especies de patógenos causantes de manchas necróticas y quemazones en el follaje, ninguna de ellas ha tenido proporciones epidémicas. Las royas constituyen hasta el momento un problema de importancia potencial. El roble es la especie que presenta roya.

#### **7.3.8.1.2. Brotes y yemas**

Los ataques a yemas y brotes representan la limitante más importante para el desarrollo de algunas especies forestales.

Barrenador de las meliáceas: La especie insectil *Hypsipylla grandella* (Lep.: *Pyrilidae*) ataca a las especies de cedro y caoba en la franja tropical, impidiendo el establecimiento exitoso de estas especies nativas de maderas finas.

---

<sup>23</sup> Olga Patricia Pinzón Florián: MSc. Profesor Titular. Programa de Ingeniería Forestal. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Artículo Suministrado por El Semillero: Ing. Forestal Enrique Trujillo. Unos Agentes Unos Agentes Secretos, Indeseados y Destructivos... **Los Patógenos. Disponible [en línea]:** <http://www.revista-mm.com/rev41/art3.htm>.

Perforador de brotes de Roble (*Tabebuia Rosea*): El género *Lepidomys sp.*, fue reportado por Madrigal (1986), causando perforaciones en los brotes jóvenes de árboles de diferentes edades en la Costa Atlántica.

#### **7.3.8.1.3. Fustes**

Los ataques al fuste por parte de insectos y patógenos puede resultar muy limitante. En el país los ataques se presentan principalmente en las especies plantadas en la Costa Atlántica. El xylema y corteza en la especie *B. quinata* son afectadas por barrenadores de la familia *Cerambycidae: Steirastoma histrionica*.

Ataques al duramen son ocasionados por especies de termites subterráneos en en la teca (*Tectona grandis*) principalmente, con el agravante que sólo son detectados al momento de apear el árbol. Teca (*T. grandis*) y Ceiba roja (*B. quinata*) son susceptibles al ataque de escolitidos perforadores del genero *Xyleborus sp.*

Como ayuda tecnia el Ica desarrollará acciones fitosanitarias de control y vigilancia en las zonas productoras de forestales amenazadas por problemas ocasionados por hongos, bacterias, fitoplasmas, nematodos, virus, e insectos.<sup>24</sup>

### **7.4. MANEJO SILVICULTURAL**

Son todas las actividades que se desarrollan en torno a los arboles, para asegurar el crecimiento, calidad y productividad de la plantación forestal. Las labores culturales se programan teniendo en cuenta la rata de crecimiento de las diferentes especies cultivadas y características geográficas tales como temperatura y pluviosidad.

Las actividades que se desarrollan son:

---

<sup>24</sup> Figueroa A. Hermes, El Universal. El Ica Inicia Controles A Movilización De Madera Plantaciones Forestales, A Registrarse. 1 de febrero 2009.

- Limpieza: durante los primeros 5 años de la plantación, es necesario mantener limpios los suelos, estas limpiezas se deben hacer hasta que las copas se hayan cerrado. Al menos se deben dar dos limpiezas al año que pueden ser una al principio de la temporada de lluvias y la otra al término del mismo.<sup>25</sup>
- Plateo: La zona de plato debe mantenerse limpia mientras el árbol está pequeño, esta zona corresponde a un círculo de 1 m. de diámetro alrededor del árbol. Se realiza hasta el quinto año. Mensual. En invierno puede ser más frecuente. Mensual. En invierno puede ser más frecuente.  
Se realiza en las calles, el plateo facilita la fertilización química y orgánica. Esta labor es de mayor importancia en los primeros años de la plantación. Luego, el amplio follaje de los árboles, impide gradualmente a las malezas tener acceso a la luz.  
Luego de la siembra de la plantación, es mejor hacerlo en forma manual, usando una guadañadora.
- Riego manual o manejo del sistema de riego: durante los períodos secos o luego de varios días sin llover. Cualquier sistema de riego requiere la rotación de los aspersores o de las mangueras, de esta manera se logra penetrar hasta las raíces más profundas.
- Fertilización: Considerada la práctica esencial para el óptimo desarrollo de las plantaciones comerciales. Para tomar una decisión y evitar desperdicio y racionalizar los gastos es necesario realizar análisis del suelo, los cuales dan a conocer sus deficiencias de sustancias nutritivas para reemplazarlas

---

<sup>25</sup> Tomado del folleto sistema de cerco vivo tropical. Ambio S.C. de R.L. Manejo de recursos naturales en pro de desarrollo sustentable.

con fertilizaciones se realizaran de acuerdo con los resultados de los análisis la cual proporcionará la cantidad y frecuencia de aplicación.

Se deben tener en cuenta los siguientes factores y el análisis de estos factores permite seleccionar adecuadamente la fuente de fertilizante, la época y el sistema de aplicación.<sup>26</sup>

**Disponibilidad de nutrientes:** Capacidad del suelo para suministrar nutrientes, denominada comúnmente fertilidad del suelo. El método más práctico para evaluarla es el análisis químico del suelo. La identificación del nivel de fertilización es el resultado del diagnóstico de la fertilidad, que se hace mediante la interpretación adecuada del análisis químico.

**Requerimiento nutricional del cultivo:** Necesidades particulares de nutrientes que tiene cada especie de planta.

**Rendimiento potencial del cultivo:** La dosis de fertilización depende del potencial de producción esperado, lo que a su vez depende del potencial genético del árbol, características del suelo, condiciones climáticas y nivel de tecnología aplicado al cultivo.

**Eficiencia de la fertilización:** La utilización por la planta de los nutrientes aplicados y provenientes del fertilizante, depende del grado con que éste interactúe con los factores climáticos y del suelo. Una parte de los fertilizantes se pierde debido a procesos como lavado, volatilización o fijación.

---

<sup>26</sup> SENA, Cultivo comercial del platanillo, Labores culturales permanentes del cultivo.

- Manejo de residuos orgánicos: Cada vez que se realizan labores silviculturales con desyerbe, podas y eliminación de malezas quedan residuos orgánicos.

Todo este material descartado en las labores puede ser retirado de las calles de la plantación y llevarse a compostaje para reintegrarse al suelo meses después, como materia orgánica. O en caso contrario, se deja en las calles para su descomposición lenta, pero ayudando a conservar la humedad del suelo e impidiendo el resurgimiento de malezas, al impedirles el acceso directo a la luz.

- Podas: se usan con mayor frecuencia en las especies destinadas a la producción de madera, para que permanezca limpia y libre de nudos y de esta forma obtener un producto de mayor calidad.

Al realizar las podas se debe tener mucho cuidado con el tronco, no se debe dañar la corteza porque se debilita el árbol y lo atacan con mayor facilidad insectos y hongos que luego pudren la madera.

Las podas deben hacerse con serruchos, sierras de arco o machetes bien afilados, de modo que el corte se pareje. Un corte mal hecho, en el que se deja el muñón largo o picado y disparejo, facilita el ataque de insectos y enfermedades; una poda muy intensa hace que el árbol crezca lentamente, por falta de hojas para procesar nutrientes.

Existen diferentes tipos de podas:

- Poda de formación: se realiza a los dos años y sirve para eliminar tallos bifurcados, dejando un solo tronco por árbol. No se deben cortar las ramas inferiores.

- Poda a dos metros: esta se realiza cuando la mayoría de los arboles miden 6 metros, podando los brazos de los primeros 2 metros, para evitar incendios. Ver figura 5.

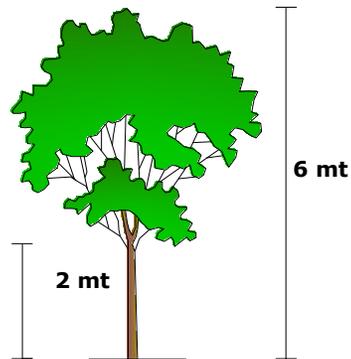


Figura 5. Medidas de podas a los dos metros.

- Poda de calidad: se realiza solamente a los arboles destinados a la producción de madera para ebanistería, carpintería y la industria de muebles. Se eliminan las ramas situadas hasta 5 metros de altura, buscando que el tronco sea más parejo y la madera de mejor calidad. Ver figura 6.

Lo ideal sería tener 7.65 m de fuste limpio (sin ramas) o al menos 5.5 metros. Al podar las ramas también se acelera el crecimiento del árbol por lo que se hace menos susceptible al ataque del gusano barrenador, especialmente en cedro y caoba.<sup>27</sup>

---

<sup>27</sup> Tomado del folleto sistema de cerco vivo tropical. Ambio S.C. de R.L. Manejo de recursos naturales en pro de desarrollo sustentable.

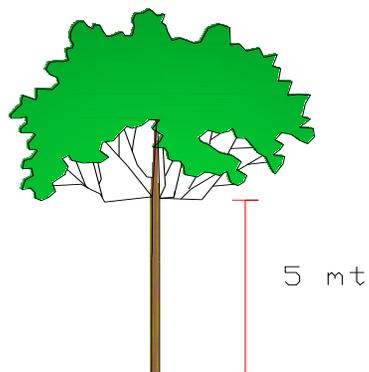


Figura 6. Poda de calidad.

- Entresacas: las plantaciones forestales se entresacan para evitar que los árboles estén muy estrechos y permitir que la luz y el aire penetren fácilmente, lo cual asegura que los árboles sean más vigorosos, y que crezca hierba en el piso del bosque. Con los claros se logra que los árboles sean más sanos y las plantaciones más productivas.<sup>28</sup>

De acuerdo a las experiencias en el departamento de Bolívar para las especies caoba, cedro, melina, teca, canaleta, roble y ceiba roja, las entresacas se realizan en el séptimo año 400 ejemplares y en el onceavo año 300 ejemplares.<sup>29</sup>

## 7.5. APROVECHAMIENTO FINAL

Es la etapa final de la plantación. Se busca realizar un aprovechamiento sostenido, este incluye: conocer cuánto recurso hay. Saber cómo manejarlo y utilizarlo para que siempre haya. Pensar siempre en reforestar o replantar. Para

---

<sup>29</sup> Redondo Apolinar Pérez. Ingeniero Forestal. Profesional especializado CARDIQUE

lograr el aprovechamiento sostenido, unos recursos tienen que reinvertirse en reforestación, manejo y protección.<sup>30</sup>

La cosecha de la madera es cuando los árboles hayan alcanzado las medidas Comerciales o sea, más de 40 cm de diámetro a la altura de pecho (DAP) esto a los 20 o 25 años.<sup>31</sup>

---

<sup>30</sup> Corporación Autónoma Regional de Risaralda-CARDER- Siembra, Mantenimiento y aprovechamiento de las plantaciones forestales. Pereira, Agosto 2002.

<sup>31</sup> La cosecha de la madera es cuando los árboles hayan alcanzado las medidas comerciales o sea, más de 40 cm de diámetro a la altura de pecho (DAP) esto a los 20 o 25 años.

## 8. CENSO EN EL MUNICIPIO DE TURBACO

La extracción de madera en el municipio de Turbaco se remonta desde tiempos de la colonia<sup>32</sup>, hasta pasar a una explotación a baja escala y en muchos casos ilegal, talando arboles en zonas de protección.

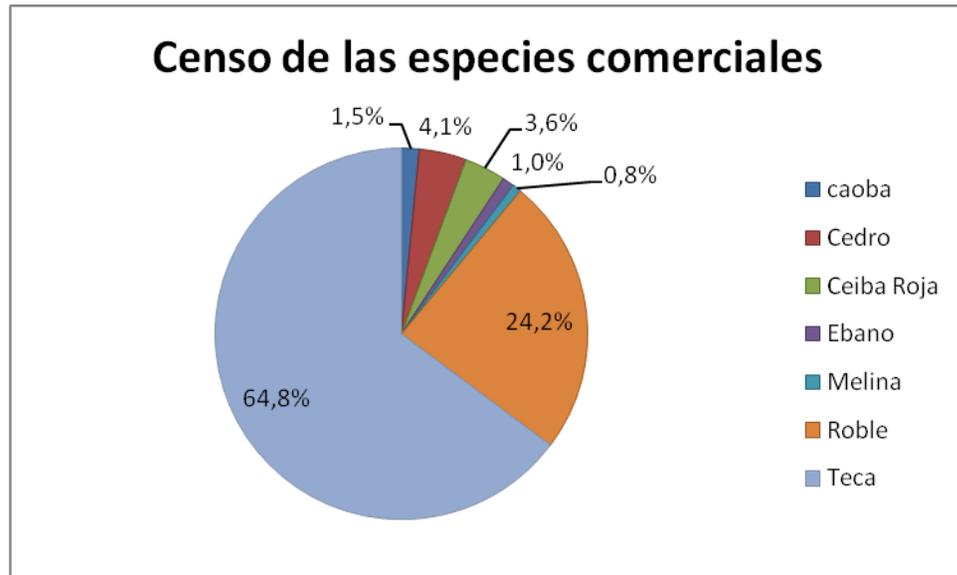
Hasta tal punto que los bosques nativos del municipio en los últimos años han disminuido y han quedado fragmentados, debido a la vocación para tierras de asentamientos humanos, pastos para la ganadería, pequeños cultivos y en el mejor de los casos bosques plantados con especies nativas e inclusive especies foráneas.

El sector forestal es una alternativa de desarrollo económico con gran potencial en Colombia, y en especial en este municipio, y con la gran posibilidad de generar empleo directos e indirectos a través de las explotación maderera, dando uso y manejo sostenible de los bosque naturales y en especial a los plantados, con el fin de evitar destrucción de los parches de bosques que aun quedan y mejorar las condiciones económicas de las comunidades rurales.

---

<sup>32</sup> Zabaleta L. Alberto en sus memorias del Libro Turbaco en la Historia: “Antiguamente la enmarañada selva daba preeminencia a los empinados caracolíes y camajorues, ceibas y ventradas bongas; a la altiva palmera que vistió los bohíos pajizos; al salutífero Bálsamo de tolu, a los vistosos cedros y a la acacia alegre. Alzaba su erecto tallo el bambú o cañabrava a mas de 20 metros, mientras tiraban al suelo sus sombras las copas anchas de los ébanos y caobas y el vestuoso guayacán, que años después comunicaría su reciedumbre a los techos coloniales” .

## 8.1. RESULTADO DEL CENSO DE LAS PLANTACIONES FORESTALES DEL MUNICIPIO DE TURBACO



Grafica 1. Censo de las especies comerciales.

En el municipio de Turbaco se encuentran pequeñas plantaciones, su finalidad es la producción de madera que abastezca la industria. Hasta la fecha se han utilizado estas especies como melina (*Gmelina arborea*), teca (*Tectona grandis*), cedro (*cedrela odorata*). Caoba (*Swientia macrophylla*). Roble (*Tabebuia rosea*), ébano (*Caesalpinia ébano*) y Ceiba roja (*Bombacopsis quinatum*)<sup>33</sup> que han mostrado buenos resultados sin haber llegado aún a cortes finales y no disponerse todavía de un paquete tecnológico para su producción.

Como se puede apreciar en el municipio de Turbaco cuenta con solo 97.29 hectáreas de plantaciones de madera.

La especie que mayor se cultiva es la teca con el 64.8 % del total plantado, seguida del roble con 24.2 %.

<sup>33</sup> Datos del estudio.

De acuerdo a la clasificación del suelo por su actitud de uso en el municipio de Turbaco cuenta con más de 12.000<sup>34</sup> hectáreas que se pueden emplearse para la explotación en bosque comercial y que actualmente están en ganadería extensiva sufriendo serio deterioro por erosión y compactación.

Esto quiere decir que solo el 0.86 % de esas tierras se encuentran haciendo uso de la vocación de la tierra.

El 55 % de los propietarios de la plantaciones no compran los arboles, ellos mismos lo reproducen debido a que cuentan con el suministro de semillas de arboles madres que están por fuera de la plantación, el costo promedio por árbol es \$ 400 pesos.

Ninguno de los propietarios de las plantaciones reciben ingresos por los servicios ambientales que generan las funciones ecosistemáticas de la plantación.

Sólo una propiedad recibía ingresos del CIF (certificado de Incentivo Forestal).

## **8.2. ASISTENCIA TÉCNICA**

Al 89 % de las plantaciones madereras se les realiza actividades de limpieza, raleo, podas y entresacas. Sin embargo, no se les suministra abonos.

El resultado de la primera entresaca se emplea como carbón y como horcones o poste de cercas, sin embargo, lo emplean para uso propio y no para la venta. Solo el 44 % de las plantaciones se le han realizado entresacas, las demás por no cumplir con la edad de entresaca aun no se le ha realizado esta actividad.

El 100 % de las plantaciones forestales no posee sistema de riego, su establecimiento lo realizaron en los meses en que inician la temporada de lluvia.

---

<sup>34</sup> POB del Municipio de Turbaco

Sin embargo, de las 9 plantaciones el 66,6 % de éstas, se encuentran ubicadas en cercanías de arroyos y embalses

Estas plantaciones tienen edades desde 2 años hasta 16 años de sembradas.

### **8.3. MERCADO META**

Ninguna de las plantaciones tienen un mejor mercado objetivo, tan solo se limitan a vender madera al mejor precio, entre sus demandantes tienen a carpinteros, pequeños aserraderos y a ebanisterías.

El 44 % de los propietarios han vendido madera, aun sin tener las edades establecidas para el corte final, y sus compradores han sido pequeñas ebanisterías.

El 66.9 % de los propietarios desean seguir empleando mas tierras para destinarlas en plantación forestales, estas tierras por lo general son rastrojos y grandes extensiones de potreros destinados a la pastura del ganado vacuno.

A pesar que la teca es la especie más abundante entre los cultivadores, de ella se reporta que por ser una especie no autóctona aun no tiene enfermedades en el medio e inclusive no se asocia con otras especies de plantas ni animales, dando como resultado al árbol de teca como una especie no amiga de la biodiversidad.

### **8.4. MANEJO AMBIENTAL Y CONTROL DE PLAGA**

Entre las actividades culturales que se deben realizar al interior de la plantación es la prevención de incendios como parte del manejo ambiental y el control de plagas.

De las 7 especies reportadas en las plantaciones, tan solo la caoba y el cedro presentan plagas, a la cual no le aplican control, de hecho esta plaga que se trata

de un insecto ramoneador solo aparece en los primeros años de vida de estas dos especies y cuando los arboles alcanza los 3 a 4 metros de altura desaparece.

En cuanto a la generación de incendios ninguna de las plantaciones se ha incendiado o ha estado latente a un riesgo de incendio. A una sola plantación se le hace guarda rayas en la época seca para la prevención de incendios.

## **9. ANALISIS DE PRECIOS DE MERCADO**

En este estudio se buscan diferentes datos que van a ayudar a identificar los precios de los diferentes bienes y servicios que provee una plantación forestal. Se puede realizar de diferentes formas, una de ellas que fue la que se utilizó es la aplicación de encuestas a los actuales comercializadores de madera al por mayor, dichas encuestas darán la idea de la situación y las condiciones actuales del precio de mercado a nivel local.

### **9.1. MUESTRA**

La aplicación de las encuesta se llevó a cabo a partir de diciembre 10 de junio de 2008 hasta julio de 2008, con este periodo de tiempo se permitió obtener los precios de mercado para cada una de las especies, así como otros datos que podrían ser relevantes para el estudio.

Con el desarrollo de las encuestas se obtuvieron el siguiente número de encuestas:

34 encuestas para aserraderos.

1 encuestas para Candecor como empresa productora sobresaliente en el sector.

Para un total de 35

Para determinar el tamaño de la muestra, se consideró una población finita y se aplicó la siguiente fórmula:

$$n = Z_{\alpha}^2 \frac{N \cdot p \cdot q}{i^2 (N-1) + Z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot q}$$

Donde:

n = tamaño de la muestras

Z = 2.58. Valor correspondiente a la distribución de Gauss 1,96 para a =0,05 2,58 para a =0,01 y 1,645 para a=0,10.

p= 50 %. Prevalencia esperada del parámetro a evaluar. En caso de desconocerse, aplicar la opción más desfavorable (p=0,5), que hace mayor el tamaño muestral.

q = 50 %. 1-p (Si p=30%, q=70%).

i = 0.1. Error que se prevé cometer. Por ejemplo, para un error del 10%, introduciremos en la formula el valor 0,1. Así, con un error del 10%, si el Parámetro estimado resulta del 80%, tendríamos una seguridad del 95% (para a =0,05) de que el parámetro real se sitúa entre el 70% y el 90%. Vemos, por tanto, que la amplitud total del intervalo es el doble del error que introducimos en la formula.

N = 44, tamaño de la población.

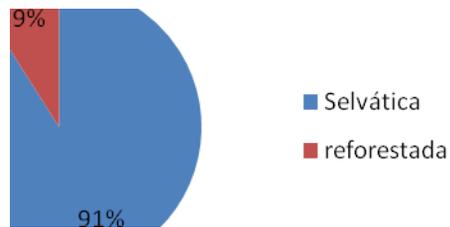
## **9.2. FIJACIÓN DE PRECIOS DE LA MADERA PARA EL ESTUDIO.**

En promedio el precio en los establecimientos estaban dados por pie cubico, el resultado en promedio del precio de las especies se encuentran detallados en el siguiente grafico.



Grafica 2. Precios tomados al 2008. Resultados de la encuesta.

### EXTRACCIÓN DE LA MADERA



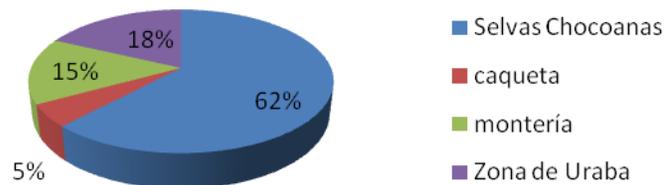
Gráfica 3. Extracción de la madera.

Las maderas que son expendidas en estos establecimientos aproximadamente el 9% corresponde a plantaciones debidamente establecidas y el 91 % es de extracción selvática.

Lo anterior expuesto detalla que la gran mayoría de la procedencia de las especies que se expenden en el mercado son traídas de los boques naturales. Actualmente El Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), extremó las acciones en todo el territorio nacional para garantizar que la madera que se moviliza en el país provenga únicamente de plantaciones comerciales, debido a que esta actividad afecta y destruye sustancialmente los entornos naturales.

### LUGAR DE ORIGEN DE LAS ESPECIES ESTUDIADAS QUE SE EXPENDEN EN LOS SITIOS ENCUESTADOS

#### PROCEDENCIA DEL CEDRO



Grafica 4. Procedencia del cedro.

El cedro es traído el 62% de las selvas chocoanas mientras que el restante es traído del Caquetá 5%, de montería el 15%, y de la zona de Uraba el 18%.

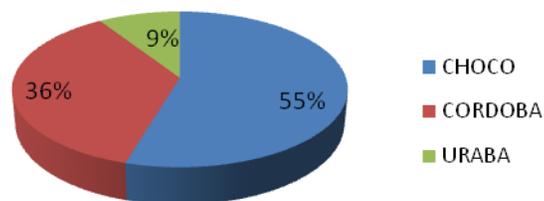
#### PROCEDENCIA DE LA CEIBA



Grafica 5. Procedencia de la ceiba roja

La ceiba el 45% de los llanos orientales en Arauca, el 36 % es extraído de la amazonia, especialmente de los departamentos del Caquetá y del putumayo.

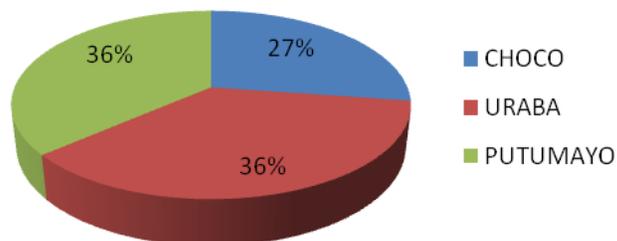
### PROCEDENCIA DEL ROBLE



Grafica 6. Procedencia del Roble.

El roble procede en su mayoría de la región pacífica, de las selvas húmedas del choco, a orillas del río Atrato con un 55%, y con un 9% del Uraba medio. Así mismo el 36% los establecimientos de madera se abastecen de roble del departamento de Córdoba.

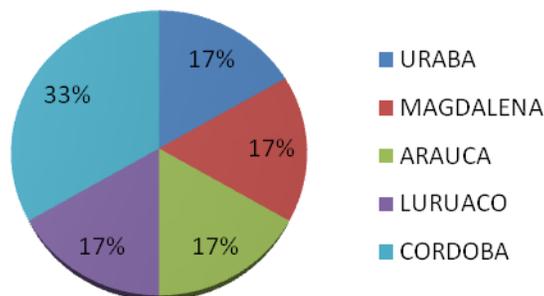
### PROCEDENCIA DE LA CAOBA



Grafica 7. Procedencia de la Caoba

La caoba muchas veces es confundida con el pantano, y lo comercializan como la caoba, porque poseen idéntica características. El 27% es traído del choco. EL 72% restante se reparten entre las regiones del Uraba y del putumayo.

### PROCEDENCIA TECA

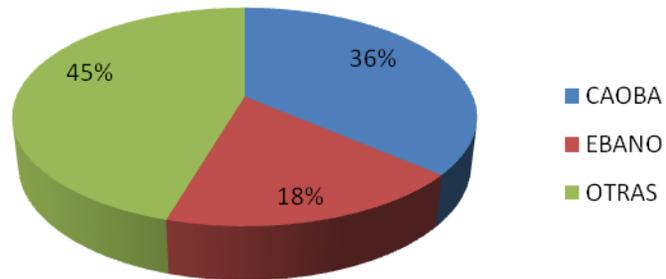


Grafica 8. Procedencia de la Teca

Al establecer el estudio sobre la procedencia de la especie de madera teca, nos encontramos que todas sus plantaciones se encuentran establecidas en la región Caribe y sólo un 17% de los encuestados señaló que provienen de Arauca.

En términos generales la extracción de las especies maderables del estudio proviene de zonas de bosques tropicales, haciendo que estos se destruyan. Comúnmente estas prácticas de extracción de los recursos disponibles en los bosques no tienen en cuenta principios de manejo y desarrollo sostenible.

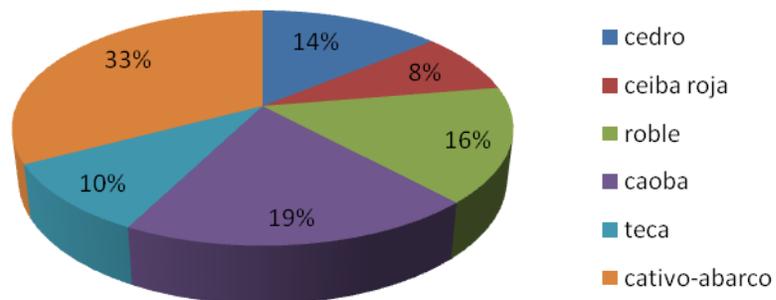
### Escases de las especies en los aserríos



Grafica 9. Escases de la madera

En cuanto a la madera que los establecimientos presentan más escases es la caoba con un 36%, mientras que el ébano con un 18. y el 45% restante corresponde a diferentes especies de maderas entre ellas la ceiba roja, el Carreto, el guayacán, el bálsamo, la teca, entre otras.

### PIES CUBICOS DE MADERA COMERCIALIZABLE



Grafica 10. Porcentaje de Participación de pie3 por especie comercializada al año.

De acuerdo a su razón social estos establecimientos se dedican a la comercialización de maderas de excelente calidad como son las cinco escogidas para el desarrollo de la valoración. Sin embargo estas, dado el auge de la construcción de los últimos años hasta al presente en la ciudad de Cartagena, en estos establecimientos se han demandado madera que no es de excelente calidad, pero que es apta para las labores de construcción, como lo son el cativo y el abarco, que en promedio por establecimiento se está expendiendo anualmente 42250 pies cúbicos, que son muy utilizadas en estas labores y a la vez son especies maderables netamente selváticas y hasta la fecha en el país no se han desarrollado plantaciones de estas especies, por su condición de altas humedades para su desarrollo y por el valor de ellas en el mercado. Así mismo pudimos establecer que las maderas en especial la caoba, es una especie de las cuales los establecimientos las están ofreciendo mucho en el mercado, pero en realidad se trata de especies que poseen similares características, pero no poseen la calidad de la caoba como tal. Además de eso la verdadera caoba en el país ha sido diezmada a tal punto que está al borde de la extinción y su extracción en los boques en donde aún yacen, las autoridades ambientales han colocado restricciones para su extracción.

Podemos observar mediante el análisis detallado de las encuestas y entrevistas realizadas a los establecimientos, la especie de la cual se expende menor volumen es la ceiba por su condición de ser una de las especies más finas y a la vez más cara por variedad de usos, durabilidad y calidad. De acuerdo a lo anterior se puede determinar que la especie objeto de estudio que se venden a mayor volumen son el cedro y roble. Con un promedio por establecimiento 17.714 y 20.333 pies cúbicos respectivamente. Un caso en particular es la teca, que por ser una especie sólo es extraída de plantaciones establecidas y como mínimo debe tener 20 años de edad para que pueda ser comercial, esta especie presenta un volumen bajo de ventas.

Este estudio de demanda permite detallar que las especies maderables, escogidas para el desarrollo de la valoración, no poseen gran demanda en el mercado cartagenero, y no por su calidad o falta de demandantes en el mercado, sino por su accesibilidad o falta de oferta, y por lo cual la reemplazan por maderas que puedan presentar las mismas características, pero se encuentra en la problemática, de que éstas no poseen las mismas calidades y variedades de usos de las especies en estudio.

## 10. ESPECIES OBJETO DE ESTUDIO

### 10.1. CAOBA

Nombre Científico: *Swietenia macrophylla* King

Nombre Vernáculo: caoba, mara, apamate

Distribución geográfica: Desde el sur de México hasta Brasil y Bolivia, existiendo cultivos alrededor de todo el trópico (Pennington y Styles 1981). En Colombia se han registrado poblaciones silvestres en la costa atlántica y el valle medio del río Magdalena, departamentos de Bolívar, Chocó, La Guajira, Magdalena, Santander y Sucre, a altitudes inferiores a 200 m de altitud.

La caoba es un árbol alto, crece hasta 30 m. de altura, 15 m. de fuste y 100 cm de diámetro o mas; raíces rojizas, olorosas, cuando grande con bambas medianas; tronco recto, circular, gris rojizo, de madera blanda; corteza viva rojizo-oscura, amarga, gruesa, quebradiza-fibrosa; corteza muerta con es camas gruesa, que se rompen y se levantan; sin exudado; ramas gruesas, extendidas y ramitas gruesas lanticeladas que forman una copa globosa, espesa. Hojas compuestas paripinnadas, alternas, con peciolo largo, con 6 a 12 hojuelas asimétricas, lisas, elípticas, sin estipulas. Flores amarillo-cremosas, pequeñas en panículas de 10 a 30 cm.; fruto capsular, erecto, en forma de pera que se abre de abajo hacia arriba, liberando semillas aladas, grandes, marrón-rojizas.

La caoba crece en zonas con climas secos o húmedos con la estación seca muy marcada. Prefiere los sitios planos con pendientes moderadas hasta del 15%, con suelos medianamente fértiles y con una precipitación entre 1500-3500 mm anuales (López-Camacho y Cárdenas López 2002).

Record, afirma que es la mejor madera del mundo para obras de gabinete, es decir muebles, enchapados, tallas y construcciones marinas,<sup>35</sup> razón por la cual este árbol se ha explotado por su madera desde las épocas de la colonia La caoba necesita 20 y 30 años para ser industrial. Actualmente ha sido sustituida o falsificada por muchas otras maderas. En plantaciones que se han realizado en el magdalena medio, choco y ambas costas, ha sido afectada por la misma larva (*Hypsiphila* spp) que bifurca los cedros por el ataque de su yema terminal.

La caoba fue categorizada *En peligro crítico* (CR A2cd) debido a que ha sido objeto de intensa explotación maderera durante el último siglo, reduciendo sus poblaciones naturales en más del 80%. Su estado poblacional es tan caótico que la definición de lo que fue su distribución original es materia de divagación en los últimos tiempos (Grogan *et al.* 2002; Pennington y Styles 1981).<sup>36</sup>

Usos: *Swietenia macrophylla* es la madera comercialmente más valiosa e intensamente explotada en el trópico americano. Ha sido ampliamente empleada en la fabricación de muebles finos, ebanistería, artesanías, decoración de interiores, tableros, enchapado fino, instrumentos musicales, construcción de embarcaciones, moldes, reglas de cálculo, esculturas, triplex, trabajos de tornería y tallados (Escobar-C. y Rodríguez 1994, López-Camacho y Cárdenas-López 2002). También se considera un bello árbol ornamental por su fuste alto y derecho, pocas ramas y sistema radicular profundo.

## 10.2. CEDRO

Nombre Científico: *Cedrela odorata* L.

Nombre comunes: Cedro, Cedro colorado, cedro cebollo, cedro oloroso.

---

<sup>35</sup> Pérez Arbeláez, PLANTAS UTILES DE COLOMBIA, 1978 tomado de la pág. 486.

<sup>36</sup> Cárdenas. D. et al.. 2006. *Swietenia macrophylla* King. <http://www.siac.net.co/sib/catalogoespecies/especie.do?idBuscar=269&method=displayAAT>

Distribución geográfica: Se encuentra desde Méjico Centro América, Panamá, Venezuela, Brasil, la Amazonia, Perú, Paraguay. En Colombia se encuentra en la zona de Urabá, Bajo Calima, Tumaco Valle central del rio Magdalena, en la costa Atlántica y Caquetá.

Características del árbol: árbol caducifolio que alcanza una altura de hasta 60 mts y un diámetro de hasta 1.70 mts y 12 m de fuste. Su tronco es recto y cilíndrico con alatones pequeños en su base. Con madera blanda, rosada y corteza viva de color rosada, dispuesta en láminas, con un olor agradable y sabor amargo, el olor que desprende es como el de la cebolla. Corteza muerta fisurada, escamosa, negruzca, gruesa sin exudado especial, pero con aceite volátil; ramas gruesas extendidas grisáceas, con ramitas gruesas lenticeladas que forman una copa globosa, grande; hojas compuestas, alternas terminales a las ramitas, con 10 a 12 a 22 hojuelas lanceoladas opuestas y subopuestas, sin estipulas. Flores blancas, pequeñas en inflorescencias terminales que originan un fruto capsular muy lenticilado, de color marrón, que se abre en 5 valvas y libera varias semillas aladas. Crece en los bosques tropicales seco y húmedo generalmente asociado a las especies: Aceite María, Ceiba, Guayabo y Guiño. La madera es de color ocre rojo tiene un olor balsámico refinado y durable.

Se explota comercialmente por el valor de su madera, que se utiliza en ebanistería en construcción de navío, fabricación de chapas y madera laminada. Dada tan grande demanda de su madera se ha intentado reforestaciones comerciales con esta especie encontrándose que se propaga por semillas y presenta un crecimiento mediano a rápido, pero es atacada por la larva de un insecto (*hysiphila spp.*) en la yema terminal, obteniéndose arboles muy ramificados o huecos que no se deben aserrar.

El cedro ha sido incluido dentro de la categoría *En peligro* (EN A2cd), ya que de acuerdo a los reportes de las corporaciones, cerca del 60% de sus poblaciones se localizan en regiones de explotación intensiva. Este precedente de explotación ha conllevado a que Colombia la haya incluido en el Apéndice III de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora (Cites), a partir del 30 de octubre de 2001.<sup>37</sup>

Se recomienda que al momento de sembrar bosques artificiales de esta especie no se le deba poner sola, por el peligro que hay de plagas sin control estacionario, especialmente del insecto barrenador.

#### Usos:

El cedro es apropiado para chapa plana y desenrollado. La madera es resistente a hongos, insectos y medianamente resistente a las termitas. Es empleado en la elaboración de viviendas, tableros, marcos, paneles, muebles finos, contrachapados, elaboración de caras, chapas decorativas, torneado, adornos, instrumentos musicales (guitarras), artesanías, puertas, tallas y empaques finos. Es una de las maderas más importantes del mundo y ha sido explotada a gran escala en los últimos 200 años (López-Camacho y Montero-G. 2005). Densidad de la madera de 580/650 kls/mt<sup>3</sup>.<sup>38</sup>

Otros usos: la corteza de *cedrela odorata* es tenida como medicinal, febrífuga y fortificante (Pérez Arbeláez 1978).

El árbol apropiado para plazas, parques y jardines, pues es de fácil propagación por semillas; requiere cobertura en sus primeros años.

---

<sup>37</sup> Cárdenas. D. et al.. 2006. *Cedrela odorata*L. [Seriada en línea] 2005; Disponible en: <http://www.siac.net.co/sib/catalogoespecies/especie.do?idBuscar=268&method=displayAAT> .

<sup>38</sup> Madera Sudamérica. Normas técnicas. [Seriada en línea] 2005; Disponible en: <http://maderasulamerica.galeon.com/productos2054601.html>.

### 10.3. CEIBA ROJA

Nombre Científico: *Pachira quinata* (Jacq.) W. S. Alverson

Nombre Vernáculo: Ceiba roja, ceiba tolúa, ceiba colorada

Distribución geográfica: La ceiba tolúa crece naturalmente desde Honduras hasta Venezuela (Sandiford 1998). En Colombia se distribuye por la costa atlántica y los llanos orientales, en los departamentos de Atlántico, Bolívar, Casanare, Cesar, Chocó, Magdalena, Meta y Sucre, en altitudes inferiores a los 1000 m.

Puede crecer en el borde de bosque seco espinoso o en potreros y demás ambientes perturbados, así como en bosques húmedos tropicales, generalmente sobre suelos con altos niveles freáticos durante todo el año pero bien drenados (López-Camacho y Cárdenas-López 2002).

Esta especie fue categorizada *En peligro* (EN A2cd), debido a que cerca del 75% de sus poblaciones han sido fuertemente explotadas para la extracción de su madera, especialmente las poblaciones ubicadas en los departamentos de Atlántico, Casanare y Magdalena.<sup>39</sup>

Usos: Su madera es usada en construcción, la fabricación de tableros contrachapados para usos generales, chapas, encofrados, lápices, pulpa, papel, muebles, ebanistería, cajas livianas, molduras y tableros de viruta y de fibra (Escobar-C. y Rodríguez 1993, Pérez-Arbeláez 1996, López-Camacho y Cárdenas-López 2002).

---

<sup>39</sup> Cárdenas. D. et al.. 2006. *Pachira quinata*(Jacq.) W. S. Alverson.  
<http://www.siac.net.co/sib/catalogoespecies/especie.do?idBuscar=243&method=displayAAT>

#### **10.4. ROBLE**

Nombre Científico: *Tabebuia Rosea/Heterophylla*, (Bertold.) DC.  
Nombre Vernáculo: Guayacán lila, roble, ocobo, roble morado (Colombia), apamate, orumo (Venezuela)

Distribución geográfica: Se encuentra desde Méjico hasta Bolivia. En Colombia la zona abarca el cañón del río Cauca, el Magdalena Medio, Tolima, Huila, Cundinamarca, el Urabá y Córdoba, en zonas húmedas y subhúmedas y secas desde el nivel del mar hasta los 1500 m.s.n.m.

Características del árbol: son bellos árboles de 20 ó 30 mts de altura, de tronco recto, raíces tabloides, corteza fisurada de color café oscuro y textura lisa. La parte interna de la corteza es amarilla; copa ovoidea medianamente extendida; las flores son grandes de color rosado tendiendo a morado en forma de campana muy llamativas, crespas, lobuladas y agrupadas en panículas al final de las ramas. Por lo general al iniciarse la época de floración, que se presenta en una de las dos estaciones secas del año; las hojas son grandes, opuestas digitado-compuestas, con cinco hojuelas coriáceas o elípticas, de 5 a 16 cm. De longitud haz glabro y un envés cubierto de escamas pequeñas. Su fruto es en forma de vaina con semillas aladas blancas. El árbol tiene importancia económica por su madera valiosa.

La madera es moderadamente dura, medianamente pesada y fácil de trabajar, razones por las cuales es muy utilizada en ebanistería, tornería, interiores acabados y en la construcción de moldes de para fundición de instrumentos musicales y chapas decorativas. Densidad de la madera de 600 a 700 kls/mt<sup>3</sup>.

Se han realizado reforestaciones exitosas con esta especie en ambas costas y el Magdalena medio, estimando un incremento anual de 20 a 30 m<sup>3</sup>/ha y

considerando que en 20 a 30 años alcanza dimensiones que permiten aserrar la madera.<sup>40</sup>

Es un árbol que ha sido utilizado con mucho éxito en la ornamentación urbana, pues su sistema radicular es profundo, su talla mediana y alta copa ovoide muy apropiada para las calles y avenidas, además de su floración espectacular.

### **10.5. TECA**

Nombre Científico: *Tectona grandis* L.

Nombre Vernáculo: teca

Distribución geográfica: Se encuentra en la India, Birmania, Java, Tailandia y plantada recientemente en Cuba, Haití, Jamaica, Honduras y Trinidad. En Colombia fue plantada hace más de 50 años, en Ayapel y a zona bananera del Magdalena.

Características del árbol: Alcanza una altura de 30 a 50 metros de alto, 20 a 30 m. de fustes y un diámetro de 0.60 a 2.5 mts. Sus raíces son profundas y tronco recto. Corteza muerta de color marrón claro, escamosa y muy agrietada, de más de 1 cm. de grueso; la corteza viva es blanca, blanquizca y casi sin sabor; las ramas extendidas a erguidas y las ramitas gruesas, cuadrangulares, gris claro, las jóvenes verdosas; copa cónica, densa, Hojas simples, opuestas, elípticas, de 40 a 60 cm. De largo por 25 a 40 cm. De ancho, peciolo muy cortos, coriáceas, ásperas, de ápice y base agudos y que dan una tintura rojiza al estrujarlas con los dedos; pelos blancos en el envés. Inflorescencias en panículas terminales erectas, ramificadas hasta de 60 cm. De largo; flores, finamente vellosas, tienen cáliz de color gris, con los 6 lóbulos acampanulados; la corola blanquizca, en forma de embudo, tiene un cubo corto y 6 lóbulos extendidos; hay seis estambres insertos

---

<sup>40</sup> Machecha Vega G, Echeverri Restrepo R. Árboles del Valle del Cauca, pág. 30.

en el tubo de la corola y el pistilo tiene un ovario de 4 células. El fruto es una drupa de color castaño claro, finamente vellosa y en forma esférica. Lleva un hueso duro con 4 o menos semillas de 1 cm. De largo, cubierto por epicarpio corchoso y aterciopelado, su madera se utiliza para las estructuras que constituyen la armazón de los barcos, dada su alta resistencia a la flexión y al impacto, como también a su flexibilidad. También es muy solicitada para la construcción de quillas y de aquellas partes del barco que permanecen debajo del agua, por tener una madera dura y no excesivamente rígida, y presentar baja capacidad de absorción de humedad y alta resistencia a los taladrados marinos.<sup>41</sup>

Se la emplea frecuentemente en la construcción de habitaciones, por sus buenas propiedades físicas y mecánicas y su alta resistencia al ataque de hongos e insectos. Esta característica unida a su hermoso acabado, la hacen muy apropiada en la construcción de muebles y producción de chapas. Para su desarrollo necesita suelos bien drenados, fértiles y profundos y se reproduce hasta en lugares con una altitud de 1000 mts. Densidad de la madera de 600 a 700 kl/mt<sup>3</sup>

Los productos de los aclareos de las plantaciones de teca suelen utilizarse como postes de cerca y de dimensiones un poco mayores, inmunizarse y venderse como postes de líneas de transmisión, pues los árboles de 8 a 10 años presentan alturas de unos 15 m. dado lo anterior, a pesar de que las plantaciones requieren de 30 a 40 años para alcanzar la madurez, pueden utilizarse desde los 5 a 10 años

---

<sup>41</sup> Machecha Vega G, Echeverri Restrepo R. Árboles del Valle del Cauca, pág. 166-167.

## 11. IDENTIFICACIÓN DE LOS BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES DE LAS ESPECIES SELECCIONADAS PARA LAS PLANTACIONES FORESTALES.

### ESTRUCTURA DE LOS BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES

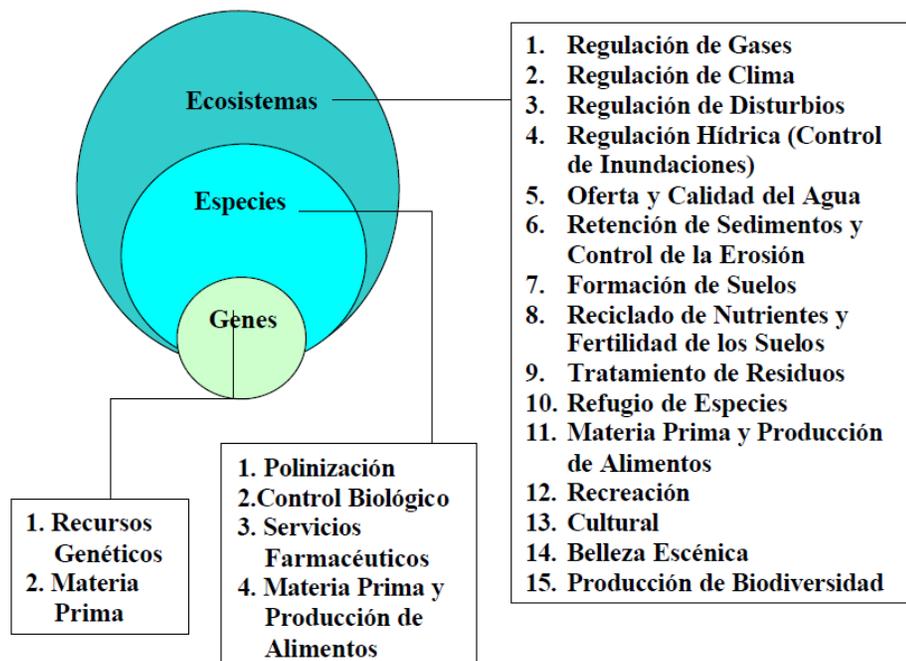


Figura 7. Estructura analítica para los servicios que ofrece la diversidad biológica al sistema económico y social. Fuente adaptada de Barrantes 2001.

Los Bienes y Servicios Ambientales se pueden clasificar según los niveles jerárquicos de organización biológica. El nivel de Ecosistemas contiene todos los Servicios Ambientales y dentro de este nivel están los Bienes y Servicios que de alguna manera son más fáciles de cuantificar siendo que se pueden relacionar con las actividades económicas del hombre: oferta hídrica, recreación, etc. La cuantificación y valoración económica de los bienes y servicios ambientales de los

otros niveles es más complicada, siendo que se necesitan estudios científicos previos que revelen las características de estos servicios y su potencialidad para ser utilizados en actividades económicas. Si se desconocen los usos potenciales de estos bienes y servicios ambientales es imposible calcular su valor económico.

Llevar a cabo estudios científicos a nivel de especies y genes requiere de una alta inversión, generalmente en tecnología, para poder determinar el potencial de los bienes y servicios ambientales.

Las especies seleccionadas para el estudio tienen gran potencial de utilidad económica, pero también muchos usos aun no han sido aprovechados comercialmente debido al desconocimiento y a la falta de investigación. Por ello, se identificarán los bienes que se derivan de cada especie a pesar de que algunos bienes y servicios no tengan un valor monetario conocido para cuantificarlo.

Para facilitar el análisis, los Bienes y Servicios Ambientales de un Ecosistema específico pueden ser estudiados por separados, en este caso un árbol de madera con su respectiva distribución por hectárea estará formando un ecosistema en sí, se estudiaría a nivel de especie y como ecosistema.

Los Servicios Ambientales son funciones ecosistémicas y los bienes ambientales son las Materias Primas que utiliza el hombre en sus actividades económicas.

A continuación se presenta el ejemplo de Bienes y Servicios en un ecosistema forestal.

<b>Bienes ambientales</b>	<b>Servicios ambientales</b>
---------------------------	------------------------------

Madera. Plantas medicinales. Manglares. Pesca (mariscos). Productos no maderables. Animales – cacería. Mimbre. Plantas ornamentales. Semillas forestales. Plantas y frutos comestibles. Leña y carbón. Bejucos y troncos. Biocidas naturales. Material biológico. Artesanías.	Belleza escénica. Fijación de carbono. Investigación. Captación hídrica. Protección de suelos. Energía. Diversidad genética (banco de genes). Banco de producción de oxígeno.
---	--

Figura 8. Bienes y servicios de un ecosistema forestal. Fuente: Fernando Barrantes y Edmundo Castro, 1999.

### 11.1 OTROS VENTAJAS QUE PROVEE EL USO DE MADERA

- **Como bien sustituto de otras materias primas.**

A modo general, otro de los beneficios del uso de la madera se puede ver evidenciado aplicando la metodología de La evaluación del ciclo de vida de los productos, que puede utilizarse para comparar el impacto ambiental de las maderas tropicales frente a materiales sustitutos. La ECV es una herramienta que podría ser de ayuda en la competitividad de las maderas tropicales en el mercado.

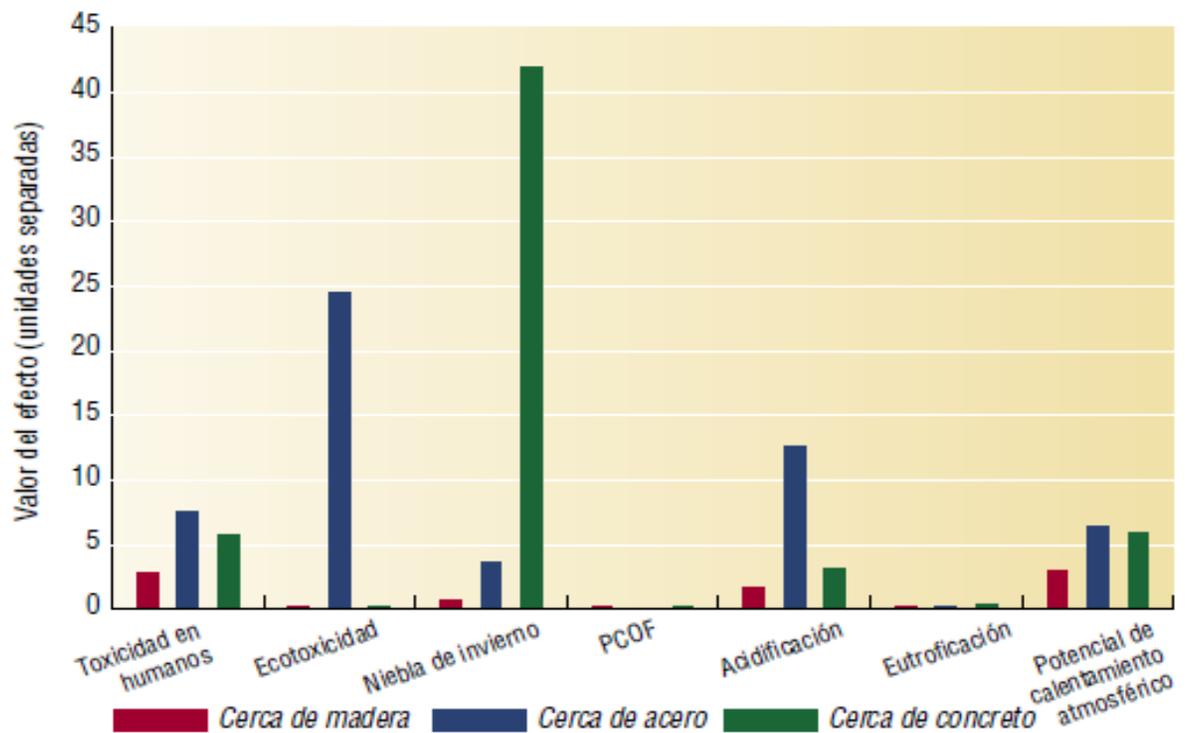
La ECV (evaluación del ciclo de vida) puede aplicarse a todo tipo de productos para analizar una gama de efectos ambientales como las emisiones de gas de efecto invernadero, el agotamiento de los recursos, la acidificación, la eutroficación

y los efectos resultantes del uso de las tierras, durante todo el ciclo de vida. La ECV, que con frecuencia se denomina la evaluación de “la cuna a la sepultura”, tiene en cuenta los efectos ambientales durante cada actividad que se relaciona con la extracción, elaboración, transporte, uso y disposición del producto.

Como la ECV incluye todas las etapas en la vida del producto y considera una amplia gama de efectos ambientales, es de gran utilidad cuando se comparan materiales de diferentes orígenes que pueden desempeñar la función requerida, tales como madera, cloruro de polivinilo (PVC, un plástico) o aluminio.

El uso de la ECV evita exagerar la importancia de aspectos únicos, tales como las fases de extracción o eliminación de residuos para un producto, cuando estamos tratando de entender el impacto ambiental total causado por un producto. Esta evaluación nos obliga a basar nuestros juicios en los efectos de todas las etapas de elaboración del producto, su uso y disposición.

La buena noticia es que, en general, la ECV ha demostrado que la madera es un material ecológicamente superior a los materiales alternativos tales como el plástico y concreto. Un ejemplo de este estudio de la ECV es el de Hillier y Murphy (2000), que mostraron que una cerca de madera blanda tratada, causaba un impacto ambiental mucho menor que los productos alternativos elaborados en acero o concreto, en un período estimado de 50 años de vida útil.



Grafica 11. Resultado resumidos de la ECV de Hillier y Murphy (2000) que comparan las cercas de madera blanda tratadas con cobre-cromo-arsénico, con las de acero y concreto (PCOF= potencial de creación de ozono fotoquímico).

Frühwald y col. (2003) en una comparación de los materiales para ventanas en viviendas, nuevamente mostraron que el resultado para la madera era superior a los otros materiales de uso común, en este ejemplo, por su potencial relativamente bajo de producir un calentamiento atmosférico. Además, este estudio mostró que cualquiera que fuera el material utilizado para los marcos, la fase de uso de la ventana tiene una mayor contribución al impacto ambiental, especialmente debido a las pérdidas de calor (pero también, para la madera, por la necesidad de pintura). Si se consideran todas las contribuciones salvo la fase de uso, el contraste entre los tres materiales especificados para el marco es incluso más significativo, a que el material del marco de madera contribuye a un potencial

negativo de calentamiento atmosférico, (es decir a una reducción en el potencial de calentamiento atmosférico), debido a la captura de CO2 de la atmósfera, durante el crecimiento del árbol y su posterior inmovilización en el marco de la ventana.

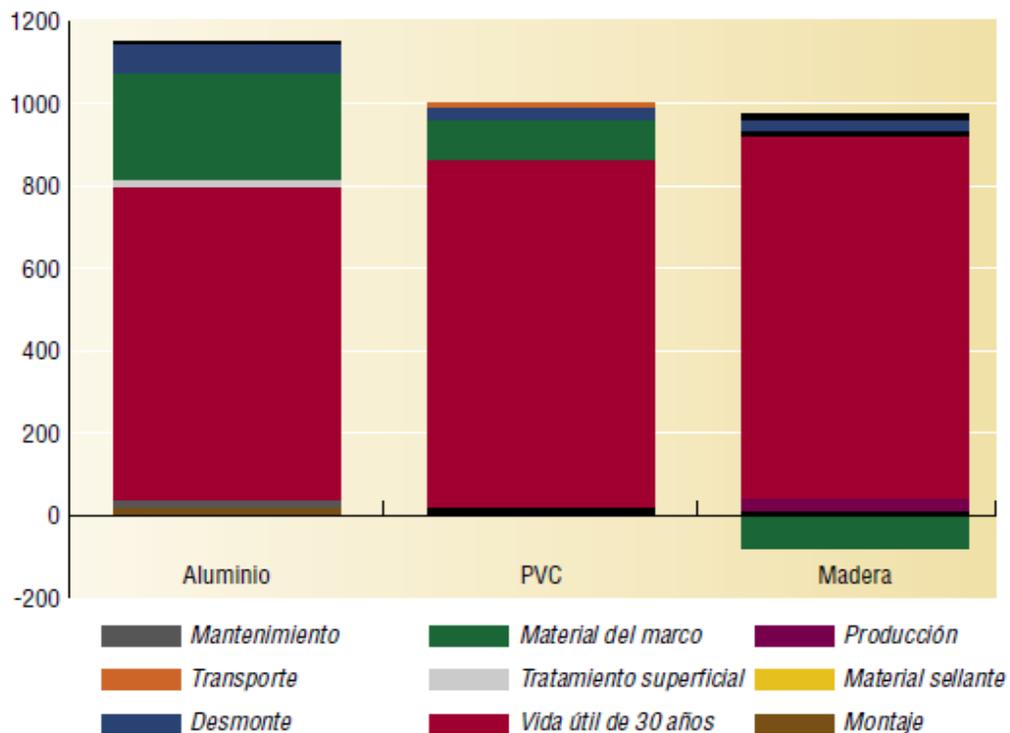


Gráfico 12. Comparación de la ECV del potencial de calentamiento atmosférico de los materiales utilizados para los marcos de las ventanas, como se indica en las emisiones de los equivalentes de CO2. (De Fruhwald y col. 2003).

En términos generales, sustituir productos como el aluminio y el plástico que poseen un ciclo de vida longevo y que en ese ciclo de vida afecta negativamente

al ambiente, por productos madereros es una alternativa eficaz para solventar esta problemática que tanto perturba a nuestro entorno.<sup>42</sup>

- EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS

La madera es una materia prima que presenta variedad de usos, entre los cuales se encuentra la utilización de la madera en proyectos orientado a la construcción de casas, la cual por sus múltiples característica y propiedades, la constituyen como materia prima idónea para llevar a cabo la realidad de estos proyectos, por citar algunos:

- La madera es un excelente aislante acústico, térmico y eléctrico en concreto es 15 veces más aislante que el cemento, 400 más que el acero y casi 2000 más que el aluminio.
- Es un material muy resistente incluso más que el acero y el hormigón y al poseer una cierta flexibilidad, es más resistente a los posibles movimientos del terreno o sísmicos a diferencia de las construcciones tradicionales que muy probablemente se agrietaran.
- Es más resistente al fuego a pesar de ser un material combustible, pues ésta en caso de incendio conservara su estructura y su capacidad de carga hasta que esté casi totalmente quemada, mientras que las estructuras de acero y hormigón sometidas a altas temperaturas tienden al colapso por que se agrietan y doblan.
- La madera nos proporciona un bajo coste de construcción debido a que su manipulación es mucho más sencilla, apenas hay que cortarla y por tanto

---

<sup>42</sup> Murphy R. La madera y el círculo de la vida. *Departamento de Ciencias Biológicas, Imperial College London Londres SW7 2AZ, UK.* Disponible en línea: [http://www.itto.or.jp/live/Live\\_Server/814/tfu.2004.03\(12-14\).s.pdf](http://www.itto.or.jp/live/Live_Server/814/tfu.2004.03(12-14).s.pdf)

solo necesita energía para estar a punto de ser utilizada. Así mismo es mucho más fácil de trabajar y solo requiere elementos y herramientas sencillas para su montaje.

- La madera por el hecho de ser una materia viva regula la humedad cosa que mejora enfermedades de tipo reumático y respiratorio.
- La madera filtra los campos electromagnéticos a los que hoy en día estamos sometidos y por tanto elimina los efectos de estos sobre nuestro metabolismo.
- Su comportamiento térmico hace que la temperatura de nuestras construcciones sea más estable y por tanto es más fácil conservar la temperatura interior, ello hace una casa más confortable al tiempo que el gasto energético para calentarlas o enfriarlas disminuye drásticamente.
- La madera es un producto 100% ecológico, pues viene directamente de la naturaleza es 100% renovable, reciclable, reutilizable y biodegradable.

Con la plantación y tala controlada de bosques ayudamos a la conservación de éstos así como a la del medio ambiente, pues son los bosques los mayores productores del oxígeno de nuestra atmósfera al tiempo que absorben el dióxido de carbono ambiental en una cantidad mayor a su propio peso. El hecho de que una casa de madera sea energéticamente mucho más eficiente reduce el gasto energético con las ventajas que de ello se derivan hacia el medio ambiente.<sup>43</sup>

---

<sup>43</sup> Tierga planet. Casas bioclimáticas y ecológicas. Vida optima.  
<http://www.tiergaplanet.com/optima.html>

## 11.2. LOS BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES QUE OFRECE UNA PLANTACIÓN MADERERA POR ESPECIE

Los Bienes y Servicios Ambientales listados anteriormente pueden estar en cualquier ecosistema. Sin embargo, sólo algunos tienen datos estadísticos disponibles que permitan una valoración inmediata.

Tabla 1. Bienes y servicios ambientales de una plantación maderera.

Bienes y servicios ambientales de una plantación maderera		Caoba	Cedro	Ceiba	Roble	Teca
Servicios Ambientales - Funciones del Ecosistema que benefician al Hombre	Sombrío	•	•	•	•	•
	Protección del suelo	•	•	•	•	•
	Captación de Carbono	•	•	•	•	•
	Fijación de Nutrientes	•	•	•	•	•
	Belleza escénica	•	•	•	•	•
	Protección de cuencas	•	•			
	Investigación	•	•	•	•	•
	Diversidad genética (Banco de genes)	•	•	•	•	•
	Banco de producción de Oxígeno	•	•	•	•	•
	Refugio de especies	•	•	•	•	
	Ecoturismo	•	•	•	•	•
	Aroma	•	•			
	Potencial farmacéutico	•	•		•	
	Especie en vía de extinción	•	•	•		
	Polinización	•	•	•	•	•
Regulación de Disturbios	•	•	•	•	•	
Bienes Ambientales – Productos Tangibles de la Naturaleza (Materias Primas)	Madera	•	•	•	•	•
	Leña y Carbón	•	•	•	•	•
	Cerca viva	•	•	•	•	•
	Semilla forestal	•	•	•	•	•
	Árbol Ornamental	•	•		•	•
	Medicinal	•	•		•	

Fuente: Elaboración propia

### 11.2.1. Los bienes y servicios ambientales seleccionados para el análisis de este estudio

Estos fueron seleccionados para este estudio, cuenta con valores monetarios en el mercado, para los demás bienes y servicios ambientales que no existe información disponible se proponen estudios específicos futuros.

Tabla 2. Bienes y servicios ambientales de una plantación maderera.

Bienes y servicios ambientales de una plantación maderera		Caoba	Cedro	Ceiba roja	Roble	Teca
Bienes Ambientales – Productos Tangibles de la Naturaleza (Materias Primas)	Secuestro de Carbono	•	•	•	•	•
Bienes Ambientales – Productos Tangibles de la Naturaleza (Materias Primas)	Madera	•	•	•	•	•
	Leña y Carbón	•	•	•	•	•
	Semilla forestal	•	•	•	•	•

Fuente: Elaboración propia

## **12. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES DE LAS PLANTACIONES FORESTALES EN EL MUNICIPIO DE TURBACO**

### **12.1. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS BIENES AMBIENTALES**

A continuación se presenta las formulas utilizadas en cuantificar (calcular) el aporte económico de cada bien ambiental analizado en este estudio. Estas formulas permitan resumir los datos obtenidos previamente con estudios físicos ya hechos en otras investigaciones, datos estadísticos encontrados para las especies objeto de estudio y de valoración económica.

Es importante recordar, que todos los Bienes y Servicios que se han seleccionado tienen datos físicos observables generados por el propio proyecto. Para ello solo se tomo 3 bienes ambientales madera, leña y carbón, dado que tienen un precio de mercado observable, los demás bienes ambientales que no entraron en la valoración no se tomaron por lo que se tendría que recurrir al uso de técnicas de valoración económica para poder estimar su precio de mercado y de esta manera poder cuantificar su valor económico.

#### **12.1.1. Madera**

Los ingresos se basan en las previsiones de los precios futuros y están por ende sujetos a un considerable nivel de incertidumbre. Es muy difícil realizar estimaciones valederas de los precios de madera en bruto en un futuro lejano, pues las evaluaciones reflejarán una visión particular del futuro más que un análisis definitivo (sea cual fuere la metodología científica). Es probable que los precios considerablemente de la madera aumenten aun más de lo que se estimo

en el presente trabajo, debido a que la FAO<sup>44</sup> estima un déficit mundial de producción de madera de 140 millones de metros cúbicos hacia el año 2010. Lo cual implica un escenario futuro muy tendiente a la alza de los precios en especial y particularmente a estas especies que son de excelente calidad y que se encuentran en peligro de extinción, exceptuando la teca.

### **Ym = SPimQim**

Ym = Beneficios por aprovechamiento de madera (\$/año)

Pim = Precio de la madera de la especie i (\$/m<sup>3</sup>)

Qim = Volumen de madera comercializado de la especie i (m<sup>3</sup>/año)

### **MEDICIÓN DEL VOLUMEN DE UNA TROZA EN METROS CÚBICOS (M<sup>3</sup>)**

Para poder determinar el volumen de madera en troza es necesario tener el diámetro promedio, en metros (m), medido sin corteza y el largo de la troza también en metros (m). La obtención del diámetro promedio se hace de dos formas dependiendo del largo de la troza.

1. Si la troza mide menos de 5,00 m de largo, el diámetro promedio se obtiene midiendo en cruz en la parte más delgada de la troza y se promedia. Ejemplo 1:  
Diámetro promedio:  $(0.6+0.5)/2 = 0.55$  m.<sup>45</sup>

2. Si la troza mide más de 5,00 metros de largo se mide, en cruz, los diámetros menor y mayor en ambos extremos de la troza y se promedian. Ejemplo 2:

Diámetro promedio:  $(0.87+0.76+0.6+0.54)/4=0.68$  m.

---

<sup>44</sup> Arias Andrés F. ley forestal: urgente necesidad. Ministerio De Desarrollo Rural. 2007. Disponible en línea: <http://web.presidencia.gov.co/columnas/columnas134.htm>

<sup>45</sup> Mancilla Terrazas Richard F. Manual para estimar el volumen de la madera en troza y aserrada. Seriada [en línea] 2003; Disponible en: <http://www.educacionforestal.org/Documentos/cubicacion.pdf>

Una vez obtenido el diámetro promedio y el largo en metros, se deberá utilizar la formula de Smalian, que se indica seguidamente:

$$V = (D)^2 \times 0.7854 \times L$$

Donde:

V = Volumen en metros cúbicos (m<sup>3</sup>)

D = Diámetro promedio en metros

0.7854 = Factor resultante de la relación:  $\pi/4$ ; siendo  $\pi = 3.1416$

L = Largo de la troza en metros

De acuerdo con los precios estipulados en el mercado, se tomaron los precios del año 2008. El volumen de pie cúbicos o metros cúbicos de cada especie fueron tomados en base a las experiencias del Ingeniero Apolinar Redondo de CARDIQUE, quien suministro las medidas para hallar los volúmenes de acuerdo a la edad y tamaño de cada especie.

A continuación el cuadro muestra las dimensiones y turnos por especie.

Tabla 3. Dimensiones de las especies diámetro y longitud.

Especie	Dimensiones	Años de corte			
		7	11	20	25
Caoba	Diámetro promedio (m)	0,25	0,3	0,4	
	Largo(m)	6	7	9	
Cedro	Diámetro promedio (m)	0,25	0,3	0,4	
	Largo(m)	3,5	4	5	
Ceiba roja	Diámetro promedio (m)	0,18	0,3		0,5
	Largo(m)	4,5	6		7
Roble	Diámetro promedio (m)	0,25	0,4	0,4	
	Largo(m)	4,5	5,5	6	
Teca	Diámetro promedio (m)	0,2	0,3		0,5
	Largo(m)	6	9		12

Fuente: Apolinar Redondo especialista CARDIQUE

Tabla 4. Beneficios y volumen de la madera.

Caoba						
Producto	Cantidad Total /arbol (m3)	a pie3	Precio Anual (\$/pie3)	Ingresos/árbol (\$)	Ingreso Total	m3/ha
7 años	0,294525	10,40100311	9436,220956	98146,16351	39258465,4	117,81
11 años	0,494802	17,47368523	11995,83096	209611,3742	60577687,15	142,997778
20 años	1,130976	39,93985195	20585,0946	822165,6306	328866252,2	452,3904
Cedro						
Producto	Cantidad Total /arbol (m3)	a pie3	Precio Anual (\$/pie3)	Ingresos/árbol (\$)	Ingreso Total	m3/ha
7 años	0,17180625	6,067251816	8827,432507	53558,25591	21423302,36	68,7225
11 años	0,34212024	12,08180522	11221,90638	135580,8871	39182876,37	98,8727494
20 años	0,62832	22,18880664	19257,02398	427290,3815	170916152,6	251,328
Ceiba roja						
Producto	Cantidad Total /arbol (m3)	a pie3	Precio Anual (\$/pie3)	Ingresos/árbol (\$)	Ingreso Total	m3/ha
7 años	0,11451132	4,04391001	11871,37475	48006,77119	19202708,48	45,804528
11 años	0,294525	10,40100311	15091,52927	156967,0429	45363475,39	85,117725
25 años	1,37445	48,53801453	34957,95948	1696789,945	678715978,2	549,78
Roble						
Producto	Cantidad Total /arbol (m3)	a pie3	Precio Anual (\$/pie3)	Ingresos/árbol (\$)	Ingreso Total	m3/ha
7 años	0,22089375	7,800752334	6392,278712	49864,58308	19945833,23	88,3575
11 años	0,52916325	18,68713559	8126,208068	151855,552	43886254,53	152,928179
20 años	0,753984	26,62656797	13944,7415	371300,6074	148520243	301,5936
Teca						
Producto	Cantidad Total /arbol (m3)	a pie3	Precio Anual (\$/pie3)	Ingresos/árbol (\$)	Ingreso Total	m3/ha
7 años	0,188496	6,656641992	9131,826732	60787,30129	24314920,51	75,3984
11 años	0,636174	22,46616672	11608,86867	260806,779	75373159,12	183,854286
25 años	2,3562	83,2080249	26890,73806	2237525,202	895010081	942,48

Fuente: Cálculos del estudio.

En las plantaciones forestales con especies maderables por lo general y para obtener madera de excelente calidad se realizan entresacas, que consiste en extraer los arboles de menor talla. Antes de la cosecha final se realizan dos entresacas para la costa atlántica se efectúan a los 7 y 11 años de edad de la plantación. La madera que se extrae a los 7 años se le asignó el 70% del precio real y a los 11 años el 90 % del valor real. En la primera entresaca se sustraen

400 árboles, en la segunda 289 y para la cosecha final se dejan 400 árboles por hectárea.

El precio obtenido en los aserríos son el precio bruto de la madera sin ninguna transformación y fue obtenido en pie cúbicos por la cual se convirtió el volumen de cada árbol que esta dado en metro cubico a pie cubico, por el factor 35,3145. El precio fijado es del año 2008 y proyectado con una tasa de inflación de 6.18 %<sup>46</sup>

De acuerdo a las dimensiones de longitud y diámetro y precio, entre las cinco especies la teca al final de la cosecha obtiene mayores beneficios aunque su ciclo demore 25 años, 5 años más que el cedro, la caoba y el roble.

A pesar que el cedro y el roble son maderas finas el resultado esperado en su beneficio está muy por debajo de las otras 3 especies, esto se debe a la edad de corte, al precio que con la inflación tomada no aumenta considerablemente y a que sus dimensiones no les favorece, eso se debe a que son arboles muy ramificados y no poseen fustes totalmente rectos. En cambio la ceiba y la caoba muestran beneficios aceptables.

De igual forma en cada entresaca le permite al productor mejorar el rendimiento futuro de los arboles por hectárea, así como ingresos, puesto que la madera obtenida en los aclareos se venden como postes o de acuerdo a su contextura, calidad y tamaño como madera para sus diferentes usos respectivos por especie.

### **12.1.2. Carbón**

$$Y_p = SPiLQiL$$

YL = Beneficios por consumo de leña/carbón (\$/año)

---

<sup>46</sup> Tomada del promedio de los años 2001-2008 y luego constante hasta los 20 y 25 años.

PiL = Precio promedio por i (\$/lb) – (precio del carbón en el mercado).

Qi L = Cantidad Producida por la especie i (lb/año)

Volumen de desecho para carbón está determinado por la formula:  $V = (D)^2 \times 0.2146 \times L$

Donde D: diámetro promedio

0.2146 : corresponde al total porcentaje no utilizado como madera

L: longitud

En promedio el valor de un saco de carbón en la actualidad es de \$18.000<sup>47</sup> pesos, el peso del saco varia de 30 a 50 kilos. El precio al igual que la madera se proyecta con la tasa de inflación de 6.18 %.

Para hallar el peso aproximado de cada una de las especies se toma la densidad de cada una de las maderas vistas a continuación:

Tabla 5. Muestra las densidades de cada especie.

Densidad	kilos/m3
caoba	650
cedro	450
ceiba roja	500
Roble	600
teca	650

El carbón pasará ser beneficio económico en cada una de las entresacas y en la última cosecha, en donde el desperdicio ramas y corteza, que no hace parte del bien madera, será seleccionado y se realizará el procedimiento de recolección

---

<sup>47</sup> El valor de un saco de carbón elaborado por campesinos en el municipio de Turbaco.

para su posterior transformación en carbón y así generar otros ingresos en la plantación forestal.

Aproximadamente en esta actividad se generaría 84 jornales y se realizaría sólo en tres ocasiones, en las dos entresacas y en la cosecha final.

El acopio de leña, para una persona dura unas dos semanas, ya que hay la necesidad de reunir al menos unas cuatro toneladas de ramas, para que una vez procesado se pueda obtener aproximadamente una tonelada de carbón <sup>48</sup> y una semana más entre la formación y quema del horno. En total en 3 semanas se emplean 4 jornales diarios.

De acuerdo al peso de cada saco de carbón, que es la unidad de medida de este bien el peso varía de 30 a 50 kilos, por lo que se tomo como referencia un peso promedio de 40 kilos. Cada volumen de ramas y corteza de árbol se convirtió a kilos, empleando la densidad de cada madera. Ver tabla 6.

---

<sup>48</sup> Salcedo J. El arte de fabrica carbón. [Seriada en línea] 2003 Disponible en:<http://www.elsiglodetorreon.com.mx/noticia/22346.el-arte-de-fabricar-carbon.html>.

Tabla 6. Beneficios obtenidos por la extracción de carbón por especie

<b>Caoba</b>				
<b>Años</b>	<b>Kilos/ha</b>	<b>kilos de leña convertida en carbón</b>	<b>Nº de sacos (peso promedio 40 Kilos)/ha</b>	<b>Beneficios Totales/ha</b>
7 años	20923,5	5230,875	130,771875	3582558,312
11 años	25396,9443	6349,236	158,7309019	5528058,581
20 años	80346,24	20086,56	502,164	30010916,45
<b>Cedro</b>				
<b>Años</b>	<b>Kilos/ha</b>	<b>kilos de leña convertida en carbón</b>	<b>Nº de sacos (peso promedio 40 Kilos)/ha</b>	<b>Beneficios Totales/ha</b>
7 años	8449,875	2112,469	52,81171875	1446802,395
11 años	12157,0428	3039,261	75,98151743	2646178,371
20 años	30902,4	7725,6	193,14	11542660,17
<b>Ceiba Roja</b>				
<b>Años</b>	<b>Kilos/ha</b>	<b>kilos de leña convertida en carbón</b>	<b>Nº de sacos (peso promedio 40 Kilos)/ha</b>	<b>Beneficios Totales/ha</b>
7 años	6257,736	1564,434	39,11085	1071460,517
11 años	11628,6375	2907,159	72,67898438	2531162,354
25 años	75110	18777,5	469,4375	37870562,55
<b>Roble</b>				
<b>Años</b>	<b>Kilos/ha</b>	<b>kilos de leña convertida en carbón</b>	<b>Nº de sacos (peso promedio 40 Kilos)/ha</b>	<b>Beneficios Totales/ha</b>
7 años	14485,5	3621,375	90,534375	2480232,677
11 años	25071,3425	6267,836	156,6958903	5457186,035
20 años	49443,84	12360,96	309,024	18468256,28

Teca				
Años	Kilos/ha	kilos de leña convertida en carbón	Nº de sacos (peso promedio 40 Kilos)/ha	Beneficios Totales/ha
7 años	13391,04	3347,76	83,694	2292837,319
11 años	32653,2141	8163,304	204,0825881	7107503,89
25 años	167388	41847	1046,175	84397253,68

Fuente: elaborada por tesistas.

### 12.1.3. Semillas

$$Y_p = SPiLQiL$$

YL = Beneficios por venta de semilla (\$/año)

PiL = Precio promedio por i (\$/lb) – (precio de la semilla en el mercado).

Qi L = Cantidad Producida por la especie i (lb/año)

Las especies objeto de estudio son las que presentan en la actualidad como especies de mayor demanda, sin embargo gran parte de la oferta, en promedio 60%<sup>49</sup>, es abastecida por el mercado informal, por lo que en general no hay garantía de la calidad genética. Se tomó un sondeo de precios en el mercado informal, en el se usó el precio que manejan en el jardín Botánico Guillermo Piñeres, dado que en el mercado local el precio es muy subjetivo no hay una tendencia definida, este precio se ajustó con la inflación a partir de los años en que cada especie empieza a producir semillas. Por otra parte los viveros e incluso los propietarios de plantaciones, las semillas por lo general la obtienen por recolección directa de arboles aislados o en bosques donde hay árboles

<sup>49</sup> Estudio Nacional de semillas forestales en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt" 2003. [Seriada en línea] 2006 Disponible en: [www1.minambiente.gov.co/viceministerios/ambiente/mercados\\_verdes/.../Mercado%20nacional%20de%20semillas%20forestales.pdf](http://www1.minambiente.gov.co/viceministerios/ambiente/mercados_verdes/.../Mercado%20nacional%20de%20semillas%20forestales.pdf). Pág. 11.

presentes. El precio por kilo no está claramente definido y el valor de esa semilla lo adquiere cuando la semilla es germinada y vendida como plántula viva.

Del total de lo producido por árbol se le dio un valor de 10 % del total de semillas producido disponible, se aplicó este valor asumiendo que en la selección de las mejores semillas en el horizonte de tiempo no todas contarán con la calidad.

La tabla 7. Producción de semilla por año por especie por árbol.

	Especie	Caoba	Cedro	Ceiba roja	Roble	Teca
	Año	Kilogramos				
0	<b>2008</b>					
1	2009					
2	2010					
3	2011					
4	2012					
5	2013			0,227		0,227
6	2014			0,2951		0,3106
7	<b>2015</b>			0,3632		0,3943
8	2016			0,4313	0,227	0,4779
9	2017			0,4994	0,314307692	0,5615
10	2018		0,908	0,5675	0,321023669	0,6452
11	<b>2019</b>		0,908	0,6356	0,327739645	0,7288
12	2020	3,8	0,908	0,7037	0,334455621	0,8124
13	2021	3,8875	0,908	0,7718	0,341171598	0,8961
14	2022	3,975	0,908	0,8399	0,347887574	0,9797
15	2023	4,0625	0,908	0,908	0,35460355	1,0633
16	2024	4,15	0,908	0,9761	0,361319527	1,1469
17	2025	4,2375	0,908	1,0442	0,368035503	1,2306
18	2026	4,325	0,908	1,1123	0,374751479	1,3142
19	2027	4,4125	0,908	1,1804	0,381467456	1,3978
20	<b>2028</b>	4,5	0,908	1,2485	0,388183432	1,4815
21	2029			1,3166		1,5651
22	2030			1,3847		1,6487
23	2031			1,4528		1,7324
24	2032			1,5209		1,816
25	<b>2033</b>			1,589		1,816

La tabla 7 detalla la producción de semillas por árbol/especie y kilogramo. Muestra además el año en que empieza la producción de semillas cada especie y un rango en que aumenta por año. En el caso del cedro por no tener referencia se tomo un nivel de producción constante. Cabe resaltar que casi todas las semillas son aladas y livianas y su peso en gramos es mínimo. Para establecer el margen de producción de semillas por año se consulto aun ingeniero agrónomo el cual posee plantaciones forestales con 8 especies y de acuerdo a su experiencia en el campo nos suministro los rangos aproximados por especie.<sup>50</sup>

Tabla 8. Beneficios económicos por la producción de semillas en pesos.

---

<sup>50</sup> Pérez Álvaro. Ingeniero Agrónomo certificado.

	Especie	Caoba	Cedro	Ceiba roja	Roble	Teca
	Año	Beneficios \$				
0	2008					
1	2009					
2	2010					
3	2011					
4	2012					
5	2013			2828319,592		2199804,127
6	2014			3904180,546		3196405,125
7	2015			3228166,486		2725535,301
8	2016			4070498,524	2274846,304	3507970,412
9	2017			5004661,868	3344562,155	4376751,076
10	2018		10259546,61	6038792,78	3627265,738	5339564,142
11	2019		6324511,651	4169336,792	2282811,898	3718268,192
12	2020	28104949,16	6715603,64	4901496,53	2473646,903	4401268,342
13	2021	30530060,73	7130879,78	5708263,094	2679354,237	5154520,338
14	2022	33147628,13	7571835,559	6596063,797	2901043,505	5984100,868
15	2023	35972180	8040058,94	7571835,559	3139904,675	6896569,522
16	2024	39019305,89	8537236,085	8643063,361	3397213,767	7899005,274
17	2025	42305731,91	9065157,421	9817821,498	3674338,955	8999045,639
18	2026	45849401,66	9625724,093	11104817,84	3972747,074	10204928,68
19	2027	49669562,87	10220954,81	12513441,32	4294010,599	11525538,06
20	2028	53786860,08	10852993,1	14053812,86	4639815,097	12970451,42
21	2029			15736839,99		14549992,21
22	2030			17574275,47		16275285,3
23	2031			19578780,04		18158316,65
24	2032			21763989,86		20211997,22
25	2033			24144588,67		21461856,59

El resultado de los beneficios por especies por hectárea, muestra que los beneficios obtenidos por el bien semilla son relativamente altos, cabe resaltar que se tomo un valor del precio del kilo de \$ 90000 excepto para la teca que se tomo de \$ 70000 pesos, sin embargo, si se tomara los precios de SEMICOL LTDA empresa líder en el mercado de las semillas forestales aunque maneja semillas de

excelente calidad y certificada, se estaría asumiendo que la semilla tiene un mercado potencial si se pasa de la informalidad a la certificación.

Tabla 9. Precios del mercado informal vs Semicol Ltda.

	Precios informales promedio	Semicol Ltda
caoba	90000	180000
cedro	90000	190000
Ceiba roja	90000	950000
Roble	90000	110000
Teca	70000	160000

## 12.1. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES

### 12.1.1. Captura de dióxido de carbono

Las actuales modificaciones en el clima mundial son mucho más devastadoras que ninguna otra que haya sucedido en la historia de la humanidad. Su principal causa es el aumento de la cantidad de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en la atmósfera.

La habitabilidad del Planeta depende de que los niveles de dióxido de carbono no disminuyan ni aumenten en demasía. Sin la presencia de CO<sub>2</sub> y otros gases, que permiten que el calor quede atrapado cerca de la superficie de la Tierra, su temperatura media bajaría a -6°C. Con demasiado CO<sub>2</sub> el agua de los océanos entraría en ebullición. A los actuales niveles, la superficie terrestre permanece a una temperatura media adecuada de 15°C.

La mantención del nivel de dióxido de carbono dentro de límites razonables implica un intrincado juego de controles y balances en la atmósfera, los océanos, los seres vivos y la corteza, y el manto terrestre. Los volcanes emiten CO<sub>2</sub> a la atmósfera, mientras que la meteorización de las rocas silicatadas -en la que intervienen la acción del agua y la actividad de las plantas- lo retira. Los organismos vivos extraen CO<sub>2</sub> de la atmósfera y guardan el carbono en sus

cuerpos o caparazones. Parte del mismo es rápidamente devuelto a la atmósfera como resultado de la descomposición y el fuego.

Además de la emisión de dióxido de carbono que ocurre de manera natural, dado es un ciclo de retroalimentación, la actividad industrial ha provocado que grandes cantidades de carbón que hasta entonces se encontraba seguramente almacenado bajo forma de combustibles fósiles, fuera liberado a la atmósfera especialmente a partir de la revolución industrial. Hoy en día la cantidad de dióxido acumulado en la atmósfera es más de 750.000 millones -la más alta en los últimos 200.000 años- al tiempo que año tras año aumenta en 6.000 millones. Un 90% de este incremento en las emisiones de CO<sub>2</sub> y otros gases causantes del calentamiento global ha provenido de los países del Norte.<sup>51</sup>

Es por ello que el objetivo en la lucha contra el cambio climático consiste en reducir la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera (Protocolo Kyoto), para lo cual se debe tratar de reducir dónde sea posible la emisión de carbono. Es decir, se debe evitar la generación de emisiones mediante un uso más racional de la energía y una utilización de energías limpias y renovables.

Una de las alternativas para cuidar el clima y colaborar a la vez a las comunidades en la reducción y captación de emisiones para compensar las emisiones de gases de efecto invernadero que se ha generado, es el reconocimiento de recursos para mejorar las condiciones de vida.

Los proyectos como las plantaciones forestales captan CO<sub>2</sub> de la atmósfera, en los que el CO<sub>2</sub> es retirado de la atmósfera al quedar fijado en la masa forestal a través del proceso de la fotosíntesis.

---

<sup>51</sup> Larry Lohmann. el mercado del carbono: sembrando más problemas. clima y dióxido de Carbono. Disponible en línea: <http://www.wrm.org.uy/plantaciones/material/carbono.html>.

### 12.1.1.1. Cálculo de la estimación de carbono capturado

El secuestro de CO<sub>2</sub> es un valor de uso potencial. Se prevé un mercado importante a nivel internacional en los servicios de secuestro de carbono en el corto plazo una vez implementado el protocolo de Kioto.

A través del proceso de la fotosíntesis las plantas transforman el dióxido de carbono que capturan de la atmósfera en oxígeno fijando el carbono en los tejidos vegetales.



1 tonelada de carbono equivale a 3,667 toneladas de Dióxido de Carbono

3,667 [tCO<sub>2</sub>/tC]<sup>52</sup>

Basado en la razón de masas atómicas de carbono (12) y de Oxígeno (16) y utilizado por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático en la Guía para Inventarios Nacionales de Gases Efecto Invernadero.

El turno utilizado para las especies se trabajó para 20 años a la caoba, el cedro y el roble y 25 años para la teca y la ceiba roja.

La estimación del carbono incluye la cantidad de biomasa sobre el suelo, o sea, en fustes ramas, follajes, raíces, mantillo (necromasa fina y gruesa) y sotobosque, utilizando para el caso el follaje y raíces, los valores reportados por Ecosecurity.

El carbono acumulado en el suelo no se incluyó debido a que los proyectos de Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) deben ser cuantificados, monitoreados y certificables, y el costo del monitoreo del carbono en el suelo es alto.

---

<sup>52</sup> Actividad Forestal. Mitigación del efecto invernadero. Disponible en Línea: [www.cormabiobio.cl/6accionar/departamentos/gaef/docgaef/anexos/Carbono%20GAEF\\_3.ppt](http://www.cormabiobio.cl/6accionar/departamentos/gaef/docgaef/anexos/Carbono%20GAEF_3.ppt). Pág. 4.

Las variables utilizadas para el cálculo del carbono fijado en las plantaciones son las siguientes:

- La producción por hectárea (m<sup>3</sup>/ha). Estas se obtuvieron a través del ingeniero forestal Apolinar Redondo, de CARDIQUE, quien con su experiencia en el fomento de las plantaciones forestales de madera en el departamento de Bolívar suministró los datos para hallar los rendimientos por hectárea de cada especie.
- La densidad de la madera (DM) se utilizó la información de los estudios realizados por el Centro de Investigaciones de Bosque-Industria del Instituto Tecnológico de Costa Rica solo para la teca, para esta se empleó el valor 0.65 tn/m<sup>3</sup>.<sup>53</sup>

Para la caoba 0.65, para el cedro 0.58, el roble 0.6 y para la ceiba roja se utilizó 0.50 como promedio recomendado por EcoSecurities.

- La fracción de carbono en la biomasa seca (o factor de carbono–FC). Se utilizó el valor genérico reportado por el IPCC (*Intergovernmental Panel of Climate Change*) de 0.45.
- El factor de expansión de copa (Fcopa). Al no existir estudios específicos para cada especie sobre el volumen de ramas y follaje, se utilizó un valor genérico de 1.5 recomendado por EcoSecurities para plantaciones con especies latifoliadas<sup>54</sup>.

---

<sup>53</sup>el carbono fijado de costa rica: La línea base. Disponible en línea: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/006/AD439S/AD439s05.pdf>

<sup>54</sup> Árboles con un tronco con una ramificación desordenada, sus hojas son anchas y pueden ser perennes o caedizas. Las especies seleccionadas son de hoja caducas, en la época seca quedan completamente desprovistas de hojas.

- El factor de expansión de raíces (F raíces) .EcoSecurities recomienda entre 1.5. Para este estudio se utilizará el 1.5.

Con esta información es posible estimar el carbono almacenado en los fustes, la copa y las raíces de los árboles. Se puede calcular el contenido de carbono por hectárea usando la siguiente fórmula:

Acumulación de Carbono [tonCO<sub>2</sub>/ha] =

Volumen [m<sup>3</sup>/ha] x densidad madera [ton/m<sup>3</sup>] x factor expansión (copa y raíces) x fracción carbono [C] x CO<sub>2</sub> equivalente [ton CO<sub>2</sub>/tonC.

Al realizar la cuantificación de carbono capturado se estimó para cada uno de los momentos en que la plantación pasa por entresacas, debido a que en cada entresaca se va reduciendo el número de árboles hasta llegar a un número definido de arboles para el aprovechamiento de la cosecha final.

Del año 0 al año 7 se realizó el cálculo en base a 400 ejemplares que se extraen en el primer raleo. Del año 0 al 11 producto de la segunda entresaca se tomaron 289 ejemplares que son los correspondientes a los extraídos en esta entresaca y del año 0 al año 20 o 25 según la especie, se tomaron 400 ejemplares que son los destinados para la cosecha final.

La metodología de EcoSecurities establece que la cantidad almacenada durante el ciclo de la plantación y para proyectos de MDL es igual al total almacenado a lo largo de la vida de la masa dividido entre dos; o sea, la mitad del carbono existente en las plantaciones forestales al final del turno. Esto significa que una parte de lo que almacena el árbol es devuelto a la atmosfera como dióxido de carbono, a través de la descomposición o la quema.

### 12.1.1.2. Carbono almacenado en plantaciones forestales comerciales

A continuación se presentan los resultados de la Contabilización de captura de carbono por hectárea por especie.

Tabla 10. Captura de toneladas de carbono de la caoba por hectárea.

<b>CAOBA</b>		Captura de carbono ton/ha
Carbono constituyente	0,45	
Factor de expansión (de fuste a árbol completo –sin raíces)	1,5	
CO2 equivalente	3.667	
Densidad de la madera t/m3	0,65	
Edad cosecha	20 años	727,8492181
Volumen a la edad de cosecha m3/ha	452,3904	
Edad cosecha	11años	230,0685888
Volumen a la edad de cosecha m3/ha	142,997778	
Edad cosecha	7 años	189,5440672
Volumen a la edad de cosecha m3/ha	117,81	
Total		1147,461874

Tabla 11. Captura de toneladas de carbono de la cedro por hectárea

<b>CEDRO</b>		Captura de carbono ton/ha
Carbono constituyente	0,45	
Factor de expansión (de fuste a árbol completo –sin raíces)	1,5	
CO2 equivalente	3.667	
Densidad de la madera t/m3	0,58	
Edad cosecha	20 años	360,8141423
Volumen a la edad de cosecha m3/ha	251,328	
Edad cosecha	11años	141,9447346
Volumen a la edad de cosecha m3/ha	98,8727494	
Edad cosecha	7 años	98,66011704
Volumen a la edad de cosecha m3/ha	68,7225	
Total		601,4189939

.Tabla 12. Captura de toneladas de carbono de la ceiba roja por hectárea.

<b><u>CEIBA ROJA</u></b>		Captura de carbono ton/ha
Carbono constituyente	0,45	
Factor de expansión (de fuste a árbol completo –sin raíces)	1,5	
CO2 equivalente	3.667	
Densidad de la madera t/m3	0,5	
Edad cosecha	25 años	680,4146003
Volumen a la edad de cosecha m3/ha	549,78	
Edad cosecha	11 años	105,3427604
Volumen a la edad de cosecha m3/ha	85,117725	
Edad cosecha	7 años	56,68825641
Volumen a la edad de cosecha m3/ha	45,804528	
Total		842,4456171

Tabla 13. Captura de toneladas de carbono de la Roble por hectárea.

<b><u>ROBLE</u></b>		Captura de carbono ton/ha
Carbono constituyente	0,45	
Factor de expansión (de fuste a árbol completo –sin raíces)	1,5	
CO2 equivalente	3.667	
Densidad de la madera t/m3	0,6	
Edad cosecha	20 años	447,9072111
Volumen a la edad de cosecha m3/ha	301,5936	
Edad cosecha	11 años	227,1189915
Volumen a la edad de cosecha m3/ha	152,928179	
Edad cosecha	7 años	131,2228158
Volumen a la edad de cosecha m3/ha	88,3575	
Total		806,2490184

Tabla 14. Captura de toneladas de carbono de la teca por hectárea

<b>TECA</b>		Captura de carbono ton/ha
Carbono constituyente	0,45	
Factor de expansión (de fuste a árbol completo –sin raíces)	1,5	
CO2 equivalente	3.667	
Densidad de la madera t/m3	0,65	
Edad cosecha	25 años	1516,352538
Volumen a la edad de cosecha m3/ha	942,48	
Edad cosecha	11 años	295,8024713
Volumen a la edad de cosecha m3/ha	183,854286	
Edad cosecha	7 años	121,308203
Volumen a la edad de cosecha m3/ha	75,3984	
Total		1933,463212

Al analizar los resultados de captura de carbono de cada una de las especies objeto del estudio, se pudo determinar que la especie teca y caoba son aquellas que abanderan la absorción de carbono con 1933.46 y 1147.46 ton/co2 por hectárea en todo su horizonte de vida.

Cabe destacar que la teca tiene un turno mayor de 5 años que la caoba, sin embargo la captura anual en la teca es mayor que la de la caoba con una capacidad de absorción por año de 77.38 sobre 57.37. Esto obedece que al igual que las demás especies exóticas como el eucalipto, pino y melina que se han introducido en el país tienen mayor crecimiento que nuestras propias especies nativas.

Para la ceiba roja, cedro y roble el promedio de carbono capturado en todo su horizonte de vida por hectárea es de 750 toneladas de carbón.

### **12.1.1.3. Beneficios por captura de co2**

Teniendo en cuenta a la captura de dióxido de carbono como un servicio ambiental ofrecido indirectamente por las plantaciones madereras, al cual se le

reconoce una modalidad de recompensa por su externalidades positivas que genera a la sociedad en general, se evaluaron los beneficios económicos que acarrea la prestación de este servicio, como fomento para estas actividades económicas.

El valor de la tonelada de carbón capturado se tomo de 10 euros en la Bolsa de contaminación<sup>55</sup>, este valor de 10 euros se mantuvo constante, pero su tasa cambiaria se ajusto al aumento de la inflación tomada para el estudio para convertirlas en peso colombianos.

Tabla 15. Beneficios por secuestro de carbono

	<b>Captura Total de carbono ton/ha</b>	<b>Calculo en base al 50 %</b>	<b>Ingresos recibidos (VPN)</b>	<b>Beneficio potencial</b>
<b>Caoba</b>	1147,461874	573,730937	\$ 6.122.243,64	\$ 13.224.046.265,71
<b>Cedro</b>	601,4189939	300,709497	\$ 3.254.732,81	\$ 7.030.222.880,14
<b>Ceiba roja</b>	842,4456171	421,222809	\$ 3.515.120,33	\$ 7.592.659.911,48
<b>Roble</b>	806,2490184	403,124509	\$ 4.442.910,50	\$ 9.596.686.678,55
<b>Teca</b>	1933,463212	966,731606	\$ 8.189.271,62	\$ 17.688.826.695,71

El área total estimada con potencial real para establecer plantaciones forestales comerciales bajo el modelo del MDL es de 12000 hectáreas. De acuerdo con los estudios realizados en el POT, pero por consideraciones de conservación pasarían a 10800 hectáreas.

De acuerdo a los cálculos estimados para cada especie se reconoció el 50 % del total capturado, como dicho anteriormente. Trayendo los beneficios a valores

<sup>55</sup> Ambientum.com. La tonelada de CO2, a 10 euros en la Bolsa de contaminación. 2004. Disponible en línea: <http://www.ambientum.com/boletino/detalle.asp?ID=20880>.

presente de cada una de las especies, la especie que muestra mayor pago por este servicio es la teca con \$ 8.189.271,62, seguido por la caoba \$ 6.122.243,64, esto se debe a la capacidad de absorción que poseen estas dos especies. En base a esto se determino el beneficio potencial en el municipio de Turbaco, tomando como referente las 10800 hectáreas potenciales y distribuyendo equitativamente entre las 5 especies se obtuvo que en la teca se recibirían beneficios de \$ 17.688.826.695,71 , la caoba \$ 13.224.046.265,71 , el roble \$ 9.596.686.678,55, entre el cedro y la ceiba el promedio beneficiado es \$ 7.311.441.395,81.

Se estima que las 10800 hectáreas de superficie equivaldrá a un total de 11515043,63 toneladas de carbono, que quedarán en un total neto de 5757521,813 de toneladas de carbono almacenado, reduciendo al carbono acumulado en la biomasa del uso actual que se le están dando a estos suelos aptos para las plantaciones forestales comerciales, dado que son usadas para pastoreo extensivo.

Debe considerarse que estos proyectos que operen dentro del MDL serán sujetos a verificación periódica y, aunque ese aspecto aún no está totalmente definido, se espera que el mecanismo y los mismos compradores establezcan un sistema de “pago contra verificación del carbono fijado”.

## **12.2. INGRESOS DETALLADOS POR BIENES Y SERVICIOS QUE OFRECE UNA PLANTACIÓN MADERERA POR ESPECIE APLICÁNDOLES LOS CERTIFICADOS DE INCENTIVOS FORESTALES**

Tabla 16. Participación porcentual de los ingresos para cada especie

Caoba				Ceiba Roja			
Año	Ingresos/has	ingresos pont.	Participacion	Año	Ingresos	ingresos pont.	Participacion
Madera	17279432,5	37323574143	41,38%	Madera	9248520,019	19976803241	35,82%
Carbono	1885886,6	4073515049	4,52%	Carbono	725322,8823	1566697426	2,81%
Semilla	13460766,1	29075254685	32,24%	Semilla	9317727,104	20126290545	36,09%
Captura CO2	6122243,64	13224046266	14,66%	Captura CO2	3515120,329	7592659911	13,62%
Ingreso CIF	3009808,98	6501187397	7,21%	Ingreso CIF	3009808,98	6501187397	11,66%
<b>Total</b>	<b>41758137,8</b>	<b>90197577540</b>		<b>Total</b>	<b>25816499,32</b>	<b>55763638520</b>	
Cedro				Roble			
Año	Ingresos	ingresos pont.	Participacion	Año	Ingresos	ingresos pont.	Participacion
Madera	9858844,67	21295104484	45,29%	Madera	9693727,445	20938451281	45,29%
Carbono	694934,618	1501058774	3,19%	Carbono	1436070,948	3101913248	6,71%
Semilla	4948662,27	10689110513	22,73%	Semilla	2819862,196	6090902343	13,18%
Captura CO2	3254732,81	7030222880	14,95%	Captura CO3	4442910,499	9596686679	20,76%
Ingreso CIF	3009808,98	6501187397	13,83%	Ingreso CIF	3009808,98	6501187397	14,06%
<b>Total</b>	<b>21766983,4</b>	<b>47016684049</b>		<b>Total</b>	<b>21402380,07</b>	<b>46229140948</b>	
Teca				Se estimo el ingreso por hectarea y el ingreso por el potencial de hectareas en el municipio de Turbaco, correspondiente a 2160 hectareas para cada especie, tambien muestra la participacion porcentual de los bienes y el servicio de captura de CO2 en el total de los ingresos.			
Año	Ingresos	ingresos pont.	Participacion				
Madera	<b>15080758,2</b>	32574437798	41,27%				
Carbono	<b>1744572,3</b>	3768276177	4,77%				
Semilla	<b>8112749,81</b>	17523539598	22,20%				
Captura CO3	<b>8189271,62</b>	17688826696	22,41%				
<b>Total</b>	<b>36538438,4</b>	78923026865					

Del total de los ingresos por hectárea se determinaron los flujos económicos anuales que generan cada una de las especies. Trayendo los valores de cada uno de los ingresos a valor presente neto, se obtuvo que para todas las especies el valor con más ingreso es proveniente del bien madera, prevaleciendo la consigna como bien principal de una plantación maderera, y que por esta característica, es un bien que posee un mercado establecido y cuyas especies cada día se encuentra en peligro de extinción, por lo tanto, la madera tiene un mercado definido y su uso en el futuro va ser inevitable, porque es difícil concebir la actividad humana sin que la madera o sus derivados estén presentes, exceptuando a la especie ceiba roja, que el bien madera es igualado por el bien semilla planteando que la semilla de esta especie representaría un rubro muy relevante si se aprovechara en la práctica. De igual modo el bien que genera mayores beneficios después de la madera es el bien semilla. Este fenómeno no sucede porque actualmente existe un mercado informal que no maneja precios definidos porque no saben el valor exacto de una unidad de medida de estas

semillas. Cabe resaltar, que por la escases de las especies y la calidad de las semillas hace que empresas como SEMICOL LTDA líder en el mercado de semillas forestales ofrezca a precios altos, garantizando calidad y buena genética. (Ver tabla 9). Analizando la anterior situación podemos determinar que existe un mercado potencial del bien semilla y que se haría más beneficioso si se aprovecharán las semillas al máximo, claro está aplicándoles métodos exhaustivos de control de calidad y certificación y así ofrecer a los mismos precios que se manejan en el sector formal del mercado de las semillas. De igual forma es prudente mencionar que estos precios en la medida en que aumente el número de hectáreas de árboles madereros en edad de producir semillas disminuirá por leyes de mercado, así también el bien presenta característica de tener un tiempo corto de vida, que pasado el lapso de tiempo idóneo para ser utilizado, pierde la garantía y propiedades de germinación. En cuanto a la captura de dióxido de carbono ocupa el tercer lugar en cada una de las especies, siendo significativo en el roble y en la teca con 20.76 y 22.41 % respectivamente. Lo que destaca que al agregar valores monetarios a las externalidades positivas que están generando los ecosistemas aumentaría considerablemente la rentabilidad de estos, haciéndose más atractivos para los inversionistas y tentativos para los propietarios de tierras.

De igual sucede con el reembolso o retribución que realiza el estado para incentivar la realización de este tipo de proyectos, generan recursos que son propicios para el montaje y mantenimiento de estos. En promedio por participación para todas las 5 especie en estudio es del 11%, que absorberían los 75 y 50% de los costos de montaje y mantenimiento correspondientemente.

Cabe resaltar que aunque la venta de carbón es en menor proporción, en realidad sus ingresos en el transcurso de los años sirven para mitigar los costos de la plantación y a la vez genera empleo de manera temporal. En promedio por participación arroja que es del 4% aproximadamente por especie, y que es un bien

que se utiliza y es necesario, y que antes de que se utilizan zonas boscosas para su extracción.

### 13. IMPACTO SOCIAL

El sector forestal es uno de los sectores de mayor proyección para el desarrollo del campo nacional y para la generación de empleo. Este último año generó 38 mil empleos directos y se prevé que su participación en el producto interno bruto Colombiano para el año 2025 será del 25% si se incrementan los cultivos forestales comerciales en el país.<sup>56</sup>

El plan de Ordenamiento territorial del municipio de Turbaco estima que un proyecto de 10.000 hectáreas permitiría generar por lo menos mil empleos permanentes y desarrollar simultáneamente proyectos de zooturismo, ecoturismo o silvopastoreo cuando las plantaciones toleren el ganado. El monto de inversión por hectárea se estima en \$ 1.200.000.00 o en 12.000.000 para el proyecto completo y permitiría la producción de materia prima para la construcción de viviendas y mobiliario, con lo cual puede industrializarse el municipio.

Turbaco cuenta con 12.000 has aptas de suelo clase VI los cuales tienen vocación forestal y como existen incentivos como el CIF, que alcanza un monto aproximado al millón de pesos por hectárea, la mejor manera de eliminar los conflictos de uso que se dan en los suelos con problemas de pendiente es la implementación de un bosque protector productor el cual puede desarrollarse por etapas y con especies nativas como la Ceiba Roja que han probado su eficiencia en la zona y la calidad de sus maderas las hace valiosas para la ebanistería fina y la construcción naval.<sup>57</sup>

---

<sup>56</sup> Ramírez A, periodismo comunitario. Prensa libre.

<sup>57</sup> Plan de ordenamiento territorial .parte III Componente rural. 2005.

### **Estructura de la Población Para el Empleo.**

Turbaco posee una población en edad de trabajar (PET) que representa 26.436 personas, esto indica que posee un potencial de trabajadores del 74.34% del total de la población; aunque su población económicamente inactiva es de 15.021 personas, que sustraídas a la P.E.T, deja una población económicamente activa de 11.415 personas de las cuales encontramos un 93.1% ocupada y el 6.9% desempleadas.

En este aspecto es necesario precisar como gran parte de la población ocupada, labora en condiciones de “Subempleo”, fenómeno recurrente a nivel nacional, ante la baja capacidad de absorción de mano de obra por parte del aparato productivo. Por otra parte la tasa global de participación es de 43.17%, es decir, que de cada 100 personas en edad de trabajar, 43 están económicamente activas; reflejando la siguiente relación: de cada 2 personas económicamente activas hay 5 personas en edad de trabajar. Mientras que la tasa bruta es de 30.37% lo que indica que cada 100 personas que hay en total 30 están económicamente activas, y su relación es la siguiente: cada persona económicamente activa equivale a tres personas del total. Estructura de la población para el empleo.<sup>58</sup>

Turbaco es un municipio que cuenta con 63.450 mil habitantes y día por día la población se concientiza y se involucra en la importancia que tiene proteger el medio ambiente. Al desarrollar establecimientos de plantaciones madereras, va a originar impactos sociales favorables dentro de la comunidad turbaquera, ya que se generan empleos, esto convoca al reclutamiento de recurso humano aledaño, para la realización y buen funcionamiento del mismo. De acuerdo con esto, nos damos cuenta que esta variable económica es positiva para con el municipio, pues este recurso será adquirido en el mismo municipio y sería grandemente

---

<sup>58</sup> Plan de ordenamiento territorial. Diagnostico social. Parte IV.

considerable si se extendiera esta actividad a toda el área apta para el desarrollo de plantaciones forestales.

## **POBLACIÓN TURBACO**

Tabla 17. Resultados Censo General

<b>Población</b>	<b>63,450</b>
Cabecera	58,134
Resto	5,316
Hombres	31,554
Mujeres	31,896
<b>Hogares</b>	<b>13,922</b>
<b>Viviendas</b>	<b>13,469</b>
<b>Unidades Económicas</b>	<b>1,236</b>
<b>Unidades Agropecuarias</b>	<b>605</b>

Población censada después de compensada por omisiones de cobertura geográfica y contingencia de transferencia. Turbaco (Bolívar), DANE 2005.

Turbaco cuenta con una población de 63.450, de la cual el 91% se encuentran en la cabecera y el restante en el sector rural. De lo cual, En términos específicos, la población beneficiada directamente es aquella que se encuentra en el sector rural del municipio de Turbaco.

## Localización población

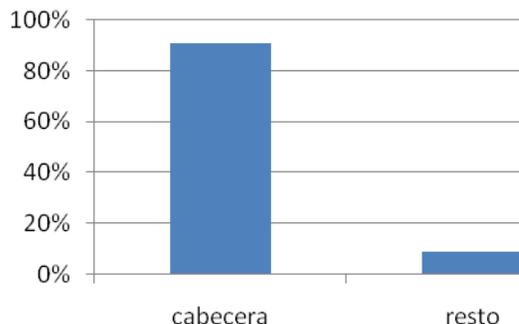


Grafico 13. Localización población Turbaco. Fuente: elaboración tesisistas

Para cuantificar el número de empleos directos e indirectos que provee el desarrollo de estas actividades, se tomó como índice el número de jornales, (Forma del salario, que fija la retribución del trabajador a tanto por día de obra, el cual se cancela en proporción al salario mínimo legal vigente) ya que esta clase de actividades por su informalidad, presentan esta característica, y en la zona este es el mecanismo que se utiliza para el pago de salarios de las personas que trabajan en las áreas que poseen plantaciones forestales o cualquier otra actividad relacionada al agro.

### **13.1 JORNALES GENERADOS POR ESPECIES POR HECTAREA CULTIVADA.**

En el desarrollo de la valoración pudimos detallar que el número de jornales totales por hectárea cultiva por especies que se generan a través del horizonte de tiempo en el que se desarrolla el proyecto, se desglosa en la siguiente tabla:

Tabla 18. Jornales por especie por hectárea

ESPECIES	# de jornales/has
Caoba	1045
Cedro	1094
ceiba roja	1490
roble	1190
Teca	1490

Este tipo de trabajo, genera el desarrollo de actividades como el Establecimiento, limpieza, mantenimiento, entresacas, la fabricación del carbón, la recolección de las semillas entre otros. Estas actividades son de gran importancia en el desarrollo del proceso de plantación.

Esto claro que se aumentaría gradualmente si se utilizaría el total de las áreas aptas para el desarrollo de actividades de plantaciones madereras.

Tabla 19. Número de jornales por especie en el horizonte de vida del árbol

<b>Número De Jornales Por Especie En El Horizonte De Vida Del Árbol</b>		
ESPECIE	JORNALES/HA	JORNALES/HAS/AÑO
caoba	1045	52,25
cedro	1094	54,7
ceiba	1490	59,6
roble	1190	59,5
teca	1490	59,6

La tabla anterior detalla el número de jornales que generaría por cada una de las especies, por año en sus horizontes de vida, que hacen parte del estudio. Podemos deducir que en las especies ceiba y teca, poseen los más altos niveles

de jornales. Cada una anualmente generan en promedio 60 jornales. En este aspecto es valioso aclarar que estas dos especies son las que poseen mayor vida, antes de su corte (5 años más que las otras especies). Aunque, como se refleja en la columna de número de jornales por especies por año, éstas siguen obteniendo mayor índice de jornales en comparación con las otras.

Por otro lado, si se deseará establecer una proyección de generación de empleo de una plantación maderera de cualquiera de las especies, y que esta plantación contará por lo mínimo aprovechable del total de hectáreas aptas para el desarrollo de plantaciones en el municipio de Turbaco que son 12.000 has que de las cuales se extrae el 10%<sup>59</sup>, destinadas como reservas para que se desarrollen bosques, da un total de 10.800 hectáreas aptas, asumiendo que se realizará una distribución uniforme o proporcional de ellas (2160 de has para cada una de las especies) entre las especies en estudio, Lo cual extendería y aumentaría sustancialmente el total de personal ocupado como lo podemos detallar a continuación:

Tabla.20 jornales totales por especies por el área apta en proporción

<b>ESPECIE</b>	<b>JORNALES (Pesos)</b>
caoba	2257200
Cedro	2363040
Ceiba	3218400
Roble	2570400
Teca	3218400

Analizando el anterior cuadro podemos determinar que se mantiene la idea de que la especie ceiba y teca, son las que generarían más ocupación entre los pobladores del municipio, si se utilizarán el 20% del área total para cultivar entre las especies. Agrupando los jornales que generarían la totalidad de las especies

<sup>59</sup> Decreto No. 2278 Del 1 De Septiembre De 1953. Capítulo IV Reservas Madereras. Art 13.

por el total de área apta para la siembra de plantaciones tendríamos un total de 13.627.440 en el transcurso de las vidas útiles de las plantaciones forestales.

Esto representaría una cifra considerablemente determinante en el sector económico, para el desarrollo de empleo en la zona rural del municipio. La tasa de desempleo del sector rural es de 5.82%, del total de 6187 habitantes. Dane (2005). El desarrollo del proyecto ocuparía y absorbería sustancialmente parte de esa población, con lo cual se ataca directamente problemas de nuestra sociedad como el desempleo, la pobreza, la violencia, el desplazamiento, la falta de seguridad alimentaria y demás.

Además del personal adicional como los coteros (personas encargadas del cargue y descargue de la madera al momento de su traslado), que se requeriría para las actividades de traslado de madera. No contando además lo adicional que se generaría si contempláramos la situación de que al inicio de la plantación, la tierra en donde se está cultivando se puede optimizar haciendo que se complementen con cultivos alternos durante los primeros 5 años, donde aún los árboles están pequeños y no necesitan la totalidad del área, con cultivos propios de la región y a partir del quinto año al territorio cultivado se le puede añadir e ingresar ganado, puesto que a esta edad los arboles ya poseen sostén y asimilan la introducción de este tipo de actividades, haciendo todavía más productiva la utilización de la tierra generando a la vez más ocupación en los habitantes de la zona.

Así mismo como podemos detallar en otros estudios en donde comparan actividades de forestación y pastoreo. La primera genera mucha mayor cantidad de empleos. En este aspecto es necesario recalcar que actualmente las zonas con vocación forestal en las cuales se puede desarrollar plantaciones están siendo subutilizadas por la actividad económica de la ganadería, puesto que esta genera por 1 persona por hectárea lo cual no es comparable con lo que ofrecería las plantaciones, las cuales generan mucho más empleo en la zona. Se estima que la

actividad forestal en comparación con la ganadería extensiva, requiere 4 a 6 veces más de mano de obra por hectárea.<sup>60</sup>

Además que no degrada y erosiona la tierra como en realidad lo hace el pastoreo, perdiendo así su calidad e idoneidad para llevar a cabo cualquier tipo de cultivo, ocasionando grandes costos, puesto que para reutilizar dichas tierras habría que aplicarles tratamiento de rehabilitación de tierras.

En términos generales podemos determinar que el beneficio social es de gran amplitud ya que el adelantos de mecanismo de desarrollo limpio que pueden generar además de los ingresos, externalidades positivas, puesto que actualmente el bosque húmedo que posee la zona se está destruyendo considerablemente, gracias a la mala utilización de los terrenos y la deforestación inadecuada de los pocos relictos que aun sobreviven en la zona.

Además de la valoración y mejora de la imagen pública de las actividades económicas que desarrollaría el municipio, debido a que el establecimiento y manejo de cultivos forestales, genera beneficios ambientales, económicos y sociales, como:

Mejora de las propiedades y estructura del suelo, retención de nutrientes y control de la erosión y del transporte de materiales. Existencia y garantía de hábitat para la fauna silvestre y protección de la biodiversidad. Protección de cuencas hidrográficas y regulación de caudales y de niveles de agua en el suelo.

Y lo que es más importante contribuye a la lucha mundial contra el efecto invernadero y el cambio climático, dado que los cultivos forestales absorben CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono),

---

<sup>60</sup> ONF Andina. Gran oportunidad de inversión en el programa de plantaciones comerciales de cormagdalena, beneficiándose de las nuevas exenciones tributaria., Febrero de 2005 Disponible en línea: [http://fs03eja1.cormagdalena.com.co/nuevaweb/CONVENIOCORMAGDALENA\\_ONF/Exenciones%20Tributarias%20-%20Programa%20Reforestaci%C3%B3n%20Comercial%20-%206%20abril%202006.pdf](http://fs03eja1.cormagdalena.com.co/nuevaweb/CONVENIOCORMAGDALENA_ONF/Exenciones%20Tributarias%20-%20Programa%20Reforestaci%C3%B3n%20Comercial%20-%206%20abril%202006.pdf).

Estos proyectos aplican perfectamente puesto que la estrategia a adoptar a nivel operativo es la asociatividad con los propietarios de tierras “reforestación asociativa”, con la cual se reduce el monto del capital de inversión, así como los costos de vigilancia de las plantaciones, y esto no origina problemas sociales por el desalojo de los pequeños campesinos que venden sus tierras a las grandes empresas forestales, como se dio en el caso en Chile, el cual sufrió desplazamiento de la población campesina dueña de las tierras hacia otros lugares, produciendo trastornos a la población aledaña o residentes a los áreas aptas para el establecimiento de plantaciones. Además este mecanismo de reforestación asociativa, permite calificar las plantaciones realizadas como “sumideros de CO<sub>2</sub>”, elegibles a los proyectos MDL, en el marco del Protocolo de Kyoto de lucha contra el efecto de invernadero, que es un requisito necesario para acceder a dichos beneficios económicos.

Como resultado de implementar una masiva plantación en el potencial disponible de tierras aptas estas estaría empleando cerca de 1775 personas permanentes al año en el área de 10800 hectáreas.

## 14. ANALISIS FINANCIERO

Para evaluar financieramente y determinar la rentabilidad de todo proyecto es imprescindible relacionar y confrontar los costos e ingresos en los cuales se incurre para el montaje de la plantación maderera a lo largo en su horizonte de vida.

Para llevar a cabo el análisis se tomo el análisis del flujo de efectivo. Este análisis se basa en la teoría del interés compuesto, y en esencia permite a un inversionista calcular el valor total de todos los costos e ingresos futuros relacionados con un proyecto como si se estuviesen sosteniendo y recibiendo en ese momento (lo que se denomina valor actual neto (VAN) de un proyecto). Este proceso se efectúa proyectando los ingresos netos (es decir los ingresos deducidos los costos) para cada período de la inversión, y convirtiendo sucesivamente cada una de esas cifras en un valor actual. Éste consiste en la cantidad que, tras tomar en cuenta el costo y los ingresos de los intereses para el período en años requerido, resulta en la cantidad equivalente al valor futuro determinado anteriormente. El VAN es la suma de estos valores ajustados a lo largo de todo el período del proyecto. La tasa a la que se reducen los valores venideros para tomar en cuenta el plazo futuro en que se originan, es la tasa de actualización (y no tipo de interés, si bien los dos conceptos significan básicamente lo mismo). La fórmula empleada para calcular el VAN es la siguiente:

$$\text{Valor actual neto} = S [ C_0 + C_1/(1 + r) + C_2/(1 + r)^2 + \dots C_n/(1 + r)^n ]$$

Donde: C = ingresos netos previstos en un período dado;

r = tasa de actualización; y

n = duración total del proyecto

Las técnicas de actualización de los flujos de efectivo constituyen la base analítica para muchas decisiones relacionadas con inversiones en el sector silvícola. En este caso las inversiones en plantaciones forestales, el instrumento financiero comparativo que probablemente se utiliza con mayor frecuencia es el análisis de la tasa interna de rendimiento (TIR). La TIR es el nivel de beneficios previsto de un proyecto de inversiones, y se expresa como un porcentaje equivalente del tipo de interés anual sobre la cantidad total de dinero invertida en los proyectos forestales.

La fórmula relativa a la TIR respecto a un número indeterminado de períodos es muy parecida a la del VAN salvo que en este caso, la tasa de actualización se ajusta hasta que el VAN corresponda a cero.

así: búsquese r, de modo que el VAN [es decir,  $C_0 + C_1 / (1+r) + C_2 / (1 + r)^2 + \dots C_n / (1 + r)^n$ ] = 0

Se tomó una tasa del 23% E.A. para determinar la tasa de oportunidad del proyecto. Se apropió la tasa mínima de riesgo que estaría dispuesto a arriesgar el inversionista, correspondiente a los Títulos de tesorería general de la nación, los llamados T.E.S que es del 10% en promedio<sup>61</sup>, a la cual se le adicionó la tasa o primas de riesgo. Esta prima de riesgo varía de 11 al 15%, del cual se asumió el promedio del rango que es 13 %, que aplica a proyectos de negocios establecidos en un mercado competitivo que requiere menos capital, están bien financiados, tienen un gran conocimiento de administración y sus ganancias en años anteriores han sido estables y su futuro es altamente previsible.<sup>62</sup>

---

<sup>61</sup> Portafolio.com.co. Tasas de títulos de renta fija subieron el miércoles en Colombia; los de largo plazo, mayores afectados. Disponible en línea: [http://www.portafolio.com.co/economia/finanzas/2008-09-18/ARTICULO-WEB-NOTA\\_INTERIOR\\_PORTA-4535803.html](http://www.portafolio.com.co/economia/finanzas/2008-09-18/ARTICULO-WEB-NOTA_INTERIOR_PORTA-4535803.html)

<sup>62</sup> Vacca Guillermo. Evaluación Financiera De Proyectos. 2005 Determinación de la tasa de descuento 2005. Pag 91.

Se evaluaron dos escenarios, el primero en el cual de acuerdo al numeral 6 del artículo 207-2 del Estatuto Tributario y al artículo 13 del Decreto 2755 de 2003, se exoneraban de impuesto sobre la renta al aprovechamiento maderable y de otros productos no maderables. Y el segundo, en el cual se tiene en cuenta los ingresos por certificado de incentivo forestal (CIF), que de acuerdo al párrafo dicta que los cultivadores que sean beneficiarios de este incentivo no los cobija la excepción de impuesto sobre la renta que reglamenta la ley 139 de 1994, artículo 8.<sup>63</sup>

Es necesario llevar a cabo un análisis sólido en el proyectos sobre las alternativas de inversiones en plantaciones forestales, dado que se esta partiendo de cinco especies de maderas potenciales, es preciso realizar una evaluación general de los costos y beneficios inherentes a cada alternativa por especie, pero no dejando a un lado que si una especie es mas rentable que las demás, no caer en el error de fomentar el monocultivo que tanto daño a causado a la flora, fauna y suelos, y no se ajustan a las condiciones de sostenibilidad en pro al medio ambiente, es por ello que se asumirá una distribución del potencial de hectáreas a sembrar de manera equitativa entre las 5 especies.

Entre los aspectos a tener en cuenta para la toma de decisiones se encuentra la duración total de la inversión a realizar, en ella se encuentra el establecimiento y mantenimientos en los primeros años, así como de otros costos en el transcurso de los años como lo es la revisión periódica fitosanitaria y de fertilización. Los años en que se realizan las entresacas y aclareos, puesto que se obtienen ingresos parciales como leña, carbón y madera, esta última que aunque no ha cumplido con su turno de aprovechamiento final, posee un valor comercial y un uso determinado. También se tiene en cuenta el aprovechamiento de otros ingresos diferentes a la madera en bruto, que no son deducidos en la práctica como lo es, el de otros productos no madereros, como las semillas, cuya producción varia por

---

<sup>63</sup> LEY 139 de 1994 . Artículo 8. Efectos del otorgamiento de Certificados.

especie y por año. La captura del dióxido de carbono se tomará en cuenta dado la capacidad de absorción de los árboles y al precio fijado en el mercado de 10 euros la tonelada de carbono. Cabe resaltar que estos beneficios o bonificaciones se harán mayor en la medida en que la especie tenga mayor capacidad de absorción. Todos estos ingresos a su vez están entrelazados con un costo de obtención, por lo cual los ingresos netos, resultados entre ingresos totales versus costos totales, serán la base de los flujos de caja para cada año en razón de hectárea por especie anualmente.

Los costos que se tuvieron en cuenta fueron lo de la inversión inicial que alude ser él unos de los más relevantes porque incluye el costo de poner en marcha la plantación, compra de plántulas, erección de cercado, preparación del suelo, arrendamiento<sup>64</sup> entre otras.

Entre los costos de mantenimiento y actividades silviculturales se estimaron los de mantenimiento podas, raleos, limpieza, entresacas o aclareos, fertilizantes y abonos. Estos costos pueden considerarse como gastos variables debido a que una vez que la plantación se ha establecido, pueden omitirse o incluirse diversos tratamientos, lo que modificará los rendimientos y los riesgos conexos con el proyecto. Es el caso del sistema de riego, puesto que las plantaciones actuales empiezan a establecer con el régimen de precipitaciones al comienzo de la época lluviosa, por lo tanto el costo de implementar un sistema de riego es omitido por los propietarios de plantaciones forestales en el municipio de Turbaco.

Los gastos relacionados con los seguros pueden no tomarse en cuenta como ocurre a menudo en los países en desarrollo, pero esto no hace, sino aumentar los riesgos relacionados con el proyecto. Entre los posibles riesgos que no se tomaron en cuenta está el de plagas que afecta a toda una plantación e incendios

---

<sup>64</sup> Se tomo el nivel de arrendamiento para terrenos baldíos con vocación para cualquier tipo de cultivo.  
Consultada en: [http://www.clayuca.org/clayucanet/edicion09/01\\_tecnologias\\_produccion.pdf](http://www.clayuca.org/clayucanet/edicion09/01_tecnologias_produccion.pdf).

forestales. Los cuales no se asumieron puesto que aunque hay reportes de plaga presentes en las yemas del arboles jóvenes del cedro y la caoba, este problema se presenta en casi todas las plantaciones del país<sup>65</sup> y en el caso de incendios forestales las actuales plantaciones forestales, así como bosques naturales en el municipio de Turbaco no hay historiales que dictaminen que sean zonas susceptibles de que se presenten incendio.

En cuanto al aprovechamiento comercial se realizan actividades de entresaca, corte y cargue y además el pago de movilización de la madera que es el llamado salvoconducto<sup>66</sup>. Entre los gastos implicados en el aprovechamiento se encuentra el alquiler de moto sierras, combustible y el uso de mano de obra que necesariamente debe saber como realizar los cortes, porque de allí también depende la calidad de la madera. Es posible que el árbol genere madera de buena calidad pero a la hora del aprovechamiento la persona llegue a dañar y arroje a la nada 20 a 25 años de soles. Entre los costos posibles que no se tuvieron a consideración es el del acceso y los gastos relativos a la construcción de caminos debido a que todos los predios rurales del municipio de Turbaco cuentan con infraestructura vial en el peor de los casos de vía secundaria pero transitable. Ver anexo 5.

A continuación se detalla los costos que anteriormente referenciaron para el establecimiento y puesta en marcha de una plantación maderera en el municipio de Turbaco.

---

<sup>65</sup> Machecha Vega G, Echeverri Restrepo R. Arboles del Valle del Cauca,

<sup>66</sup> Decreto Número 1791 de 1996. Capítulo XII de la movilización de productos forestales y de la flora silvestre. Art. 75.

Tabla 21 Costos montaje de una plantación maderera

COSTOS INCURRIDOS EN EL MONTAJE DE UNA PLANTACIÓN MADERERA POR ESPECIE/HAS						
items	caoba	cedro	ceiba roja	roble	teca	part prom costos
Costos de establecimiento y mtto	2622641,673	2622641,673	2622641,673	2622641,67	2622641,67	31%
Costos de fertilizacion y abono	236030,033	236030,033	251676,9588	236030,033	251676,959	3%
Control de Plaga	204381,6897	204381,6897	219693,4655	204381,69	219693,465	2%
Costos entresaca	552320,9512	444596,5874	452428,0852	477941,331	452428,085	6%
Costo x Arrendamiento	3150458,344	3150458,344	3241966	3150458,34	3241966	37%
salvoconducto	12830,27788	12830,27788	12250,35228	12830,2779	12250,3523	0%
Costos de fab de carbon	36536,37084	885251,1702	601260,5845	885251,17	601260,584	7%
Costos de recoleccion semillas	511493,2754	736604,7316	1758866,872	1031312,03	1758866,87	14%
total costo	7326692,615	8292794,506	9160783,991	8620846,55	9160783,99	

Fuente: resultados propios del proyecto.

A partir del cuadro anterior podemos determinar que en promedio por especie los costos relacionados al arrendamiento son los que se preponderan en los rubros. Puesto que al evaluar su participación es del 37 % del total, debido a que este costo alude a su naturaleza de ser un costo fijo. En segundo lugar el 31 % de los costos corresponde a la puesta en marcha y mantenimiento durante los primeros 5 años, entre las actividades que se incurren esta el establecimiento desde la siembra de los arboles hasta su control de limpieza. Este mantenimiento esta determinado para 5 años, por las características particular que posee estos cultivos, ya que a partir del quinto del año los arboles son suficientes dependientes y su follaje permite un control de crecimiento en la maleza.

El costo de recolección de semillas aparece como un nuevo rubro de aprovechamiento, generando en este caso jornales adicionales que se requerirían para su recolección. Varía según la especie y en participación en los costos totales es del 14%. Un caso particular que sucede entre los costos, es lo concerniente a los rubros relacionados a las entresacas, cosecha final y la recolección de leña y preparación de carbón estos se presenta en proporciones

relativamente similares, puesto que estos se llevan a cabo sólo tres veces durante la vida útil de la plantación.

## 14.1 EVALUACIÓN DE LOS RENDIMIENTOS FINANCIEROS DE LAS DIFERENTES ALTERNATIVAS

### 14.1.2 Evaluación financiera de una plantación maderera valorándola sólo los bienes madera, semilla y leña.

Tabla 22. Evaluación financiera valorando sólo madera, semilla y leña

SIN CIF Y SIN CO2					
	caoba	cedro	ceiba roja	roble	teca
<b>TIR</b>	34%	23%	26%	24%	30%
<b>VAN</b>	14015087,15	2496177,083	5220539,813	2964978,15	8693143,68
<b>VPN</b>	11003525,51	43967,08308	2208978,178	512768,149	5681582,045

La anterior tabla detalla las medidas de las herramientas financieras que arroja los flujos de efectivo para cada una de las especies por hectárea cultivada teniendo en cuenta aquellos bienes que son reconocidos y que poseen un valor mercadeable y dejando a un lado los beneficios de las externalidades positivas que poseen internalización, producto del tributo que la sociedad y el gobierno actualmente está retribuyendo o reconociendo a las funciones ecosistemáticas de las plantaciones forestales como un servicio social y por ende los propietarios o administradores de las plantaciones, deben recibir una compensación por la prestación de este servicio.

Evaluando estas medidas podemos determinar que el valor presente neto es mayor a cero lo cual indica que la realización del proyecto presente rendimientos

favorables y es viable su realización. Por otro lado la TIR, arroja rendimientos mayores o iguales en el caso del cedro al 23% (la tasa de descuento del proyecto), significando que durante la vida útil del proyecto, se recupera la inversión inicial y se tiene una rentabilidad. En el caso de la caoba y de la teca presenta rendimientos superiores a 11 y 7% respectivamente a la tasa de descuento que se utilizó para evaluar el proyecto, es decir que el desarrollo de plantaciones de estas dos especies mostraría rentabilidad económica. Teniendo en cuenta que las TIR de las 5 especies excepto el cedro que es igual a la mismo rendimiento del la tasa descuento, todas los proyectos resultan atractivos. En el caso del cedro la TIR que es igual a la tasa mínima aceptable de rendimiento del proyecto, el proyecto de plantar cedro es indiferente De tal manera que los beneficios del proyecto sólo pagarán los costos.

#### **14.2 EVALUACIÓN FINANCIERA DE UNA PLANTACIÓN MADERERA VALORÁNDOLA SÓLO LOS BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES APLICÁNDOLES EL CERTIFICADO DE INCENTIVOS FORESTALES.**

Tabla 23. Evaluación financiera valorando sólo madera, semilla y leña, y el CIF

<b>CON CIF</b>					
	<b>caoba</b>	<b>cedro</b>	<b>ceiba roja</b>	<b>roble</b>	<b>teca</b>
<b>TIR</b>	67%	41%	47%	48%	75%
<b>VAN</b>	22697014,85	8760718,878	11295344,21	8944430,51	19837222,82
<b>VPN</b>	20244804,85	6308508,878	8843134,206	6492220,51	17385012,82

La tabla 23 muestra los resultados de la tabla, tomando como base las medidas de las herramientas financieras, asumiendo en este caso, la involucración de ingresos generados a partir de la internalización de externalidades, como lo es la captura de CO2 y los beneficios del CIF (certificados de incentivo forestal). Se pudo determinar mediante el cálculo de los flujos de efectivo de cada una de las especies por hectárea, que la TIR arrojó rendimientos superiores tanto a la tasa de

descuento empleada en el proyecto como también a las TIR presentadas no teniendo en cuenta la retribución del pago del servicio de captura de CO2 y sin la ayuda económica para el establecimiento y mantenimiento de la plantación durante sus primeros años, que es como actúa el CIF. La teca y la caoba presentan TIR relativamente altas demostrando su gran rentabilidad y que a su vez sobrepasan en un 44 y 52% respectivamente a la tasa de descuento, y en similares condiciones las especies ceiba roja, roble y cedro presenta TIRs superiores a la tasa de descuento en un promedio de 22%. El VPN para todas las especies muestra valores positivos y en particular la caoba y teca, que presenta un valor de 20.240.172.34 y 17.385.012.82 correspondientemente. En términos generales, de acuerdo a las TIR y el VPN el proyecto es mucho más rentable si se evalúa añadiendo únicamente la internalización de externalidades como lo está siendo el pago de secuestro de carbono. Esto deja de entre ver si se generan compensaciones a los servicios que generan beneficios sociales, la rentabilidad de la silvicultura es mayor, dado que la actividad en sí, de aprovechar madera, es rentable y esto se justifica es por la explotación y degradación de los bosques tan indiscriminada en la actualidad.

### **14.3 EVALUACIÓN FINANCIERA DE UNA PLANTACIÓN MADERERA VALORÁNDOLA SÓLO LOS BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES CON EXCEPCIÓN DEL IMPUESTO A LA RENTA, OMITIENDO EL CIF**

Tabla 24. Evaluación financiera valorando sólo madera, semilla y leña, sin CIF, con exención tributaria

SIN CIF					
	caoba	cedro	ceiba roja	roble	teca
<b>TIR</b>	53%	35%	38%	39%	65%
<b>VAN</b>	31421636,16	10464379,87	13645906,34	11327854,8	23966567,99
<b>VPN</b>	28969426,16	8012169,869	11193696,34	8875644,76	21514357,99

A modo de ejercicio la tabla 20 descrita anteriormente evalúa la rentabilidad del proyecto, no haciendo uso de los CIF y basándose en la ley, que manifiesta que los proyectos que no apliquen a los CIF, estas plantaciones serán beneficiadas con la excepción total del impuesto a la renta, al momento del aprovechamiento de cualquier recurso maderable o no maderable de esta.

Realizando un análisis detallado de las tasa internas de retorno se obtuvo que estas están por encima de las tasa de descuento asumida en el proyecto y la que estimada en el primer caso de evaluación financiera. Sin embargo los VPN de cada una de las especies es mayor que las presentan las demás evaluaciones anteriormente analizadas (empleando CIF y sin internalización de externalidades), lo cual plantea que es mucho más beneficioso para el inversionista que desee asumir los costos de montaje y mantenimiento iniciales del proyecto forestal, para cualquier tipo de especie.

Se determinar a modo general que si se evalúan por medios de las TIR la rentabilidad de los proyectos forestales, los inversionistas deben adoptar la opción del CIF, esta le ayudará al establecer cualquier cantidad de hectáreas y su mantenimiento. Pero si se evalúan por medio de la VPNs la mejor opción para el inversionista es la no aceptar el CIF, y encontrarse beneficiado con ser exento del pago al impuesto a la renta.

## 15. CONCLUSIONES

Valorar económicamente bienes y servicios ambientales de las plantaciones en el municipio de Turbaco, requiere de la actuación interdisciplinar de distintas áreas de las ciencias sociales, económicas, ambientales, científicas y demás, para aflorar todos esos beneficios escondidos, y que por desconocimiento no son apreciados y considerados como bienes y servicios transables en un mercado.

Este estudio permitió apreciar que el componente forestal se constituye en una actividad ejemplar desde el punto de vista de generación de ingresos, puesto que se encontró que en promedio de los ingresos por hectárea de especie sembrada fue \$27.001.851,9 los cuales se distribuyen de la siguiente manera.

- Madera : 47.65%
- Leña y carbón : 4.8 %
- Semilla : 28.63%
- Captura de CO<sub>2</sub>: 18.91%

Se puede concluir que no sólo la madera genera el valor total de beneficios como se considera actualmente, sino también los beneficios generados por otros bienes y servicios que ofrece las plantaciones forestales.

De acuerdo a los resultados obtenidos por la evaluación realizada con los bienes elegidos como la leña y semilla y el servicio de captación de dióxido de carbono, permite inducir a una persona en particular que no tiene que esperar 20 ni 30 años para pensar en recibir el beneficio objetivo que es la madera, sino que en el transcurso de esos años se van generando ciertos beneficios e incluso capturar apoyos económicos del sector público (beneficios tributarios, excepción de

impuestos, CIF, entre otros ), que hacen que el valor de una hectárea de arboles sembrados sea mayor al que se tiene en mente.

En la evaluación de las alternativas para implementar el cultivo de plantaciones, se obtuvo que con CIF o sin CIF las opciones son recomendables puesto que los resultados que arroja el análisis financiero son similares y en ambos casos los valores presente son positivos.

Los productos no maderables como el carbón y la semilla, los ingresos obtenidos por el aprovechamiento de estos bienes en términos generales son propicios a la hora de suplir los años donde no hay aprovechamiento de la madera, sirven para sobreguarda los años de espera, esto a su vez hace que se convierta en la actividad forestal en una actividad con mayores salidas y menos lenta.

En cuanto a los costos que se efectúan en montar una plantación se obtuvo que el 31 % corresponde a los costos de establecimiento y mantenimiento y el 37 % al costo de arrendamiento 242288,8033 y 3187061,406 respectivamente que en realidad no son tan relevantes si se compara con ganancias futuras.

Las plantaciones generan alta participación mano de obra para su ejecución, mantenimiento y al momento de aprovechar los demás recursos como la leña y las semillas, tanto es que el potencial de hectáreas en el municipio de Turbaco garantizaría alrededor de 1700 empleos a lo largo de la edad de las plantaciones.

No se debe valorar los bosques sólo por los ingresos que generen sino también por el impacto social y ambiental que genere que es el propósito primordial de este trabajo de grado demostrar que mediante la asignación de valores monetarios a los bienes y servicios ambientales de una ecosistema en particular una plantación forestales, se conciben bases para la toma de decisión individual que conlleven a la generación de beneficios sociales.

## 16. RECOMENDACIONES

Una valoración económica razonable debería cuantificar la totalidad de los bienes y servicios que provee un ecosistema. Por ejemplo, la captura de carbono ha pasado de ser un valor teórico a proporcionar ingresos, en este sentido si se valoran los otros bienes y servicios no tomados en cuenta en el proyecto por falta de información en el mercado, entonces el valor económico de una hectárea de una plantación de madera aumentará considerablemente de acuerdo a los ingresos que se generen. Este nuevo valor aunque cuantificable de los bienes y servicios que prestan una plantación será superior que el de los bienes y servicios escogidos, pero no se manifestará en ingresos monetarios. Lo cual plantea que se deben desarrollar medidas económicas para establecer valores monetarios a todos los bienes y servicios para hacerlos transables en el mercado y marcarles mercado potenciales, de tal modo que se haga un uso apropiado y adecuado en el aprovechamiento e incentivando la práctica de esta actividad que no únicamente generaría ingresos sino que prestaría un beneficio social que infortunadamente no son consideradas para la toma de decisiones.

Como resultado del estudio el cultivo de especies de maderables es propicio, pero, faltan más apoyo económico y mayor conocimiento acerca de los beneficios que trae esta actividad silvícola a las personas que cuentan con tierras aptas para su ejecución.

Por otro lado, se debería internalizar todos los beneficios indirectos que prestan los servicios de las plantaciones con el fin de motivar mas el sector forestal y no solo en el municipio de Turbaco, sino en otras regiones donde se pueda cambiar potreros o zonas baldías por ricas zonas boscosas de especies maderables y preferiblemente nativas.

Este estudio de valorar económicamente a los bienes y servicios ambientales de las plantaciones madereras, también se podría implementar en otros cultivos para determinar el valor real tanto de los bienes tangibles como los intangibles.

Es importante considerar que en este estudio plantea que los terrenos que estén cubiertos por bosque no pueden cambiar de uso. Por tanto, en este caso, en los terrenos sin cobertura forestal será donde se practique las plantaciones forestales, el bosque deberá mantenerse para siempre; o sea, no podrá cambiar de uso. De este modo, la plantación será una alternativa que permite la conservación de los pequeños parches de bosques que se encuentran en el municipio de Turbaco, porque aseguraría la permanencia de los bosques naturales y dando paso solo al aprovechamiento total a las plantaciones, estas plantaciones estarían ubicadas por hoy en terreno baldíos o potreros y en ella se siembren los árboles y se produzca arborización comercial. Dado que el mundo lo necesita y esta es una de las maneras más baratas para contrarrestar los efectos del calentamiento global.

Por último, es sumamente importante valorar los bosques aun existentes en el municipio de Turbaco, con la finalidad de valorar económicamente la biodiversidad existente en el municipio, desde el punto de vista total de todos los bienes y servicios, puesto que solo se sustrajo cuatro especies nativas y una sola foránea del municipio y los resultados fueron muy atractivos.

## 17. BIBLIOGRAFÍA Y BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- **Torres P.** La explotación forestal echa raíces. El Universal. 19 de Agosto de 2007. Sección: Agroeconómica. (3).
- Estado de la Información forestal en Colombia. VIII. Estado actual de la información sobre recursos forestales y cambio en el uso de la tierra (instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales - (ideam), consultores FAO) [Seriada en línea]; Disponible en: <http://www.fao.org/DOCREP/006/AD392S/AD392s10.htm>. Consultado Agosto 14 2007.
- **Moreno M.** La valoración económica de los servicios que brinda la biodiversidad: la experiencia de Costa Rica. [Seriada en línea] 2005; Disponible en: <http://www.inbio.ac.cr/otus/pdf/valoracion-economica-biodiversidad-cr.pdf>. Consultado junio 12,2007.
- **Lomas P, Martín B, Louis C, Montoya D, Montes C.** Guía práctica para la Valoración económica de los bienes y servicios ambientales de los ecosistemas. [Seriada en línea] 2002; Disponible en: [http://www.uam.es/otros/fungobe/doc/guia\\_valoracion.pdf](http://www.uam.es/otros/fungobe/doc/guia_valoracion.pdf). Consultado Julio 1, 2007.
- **Rado Barzev.** Valoración económica integral de los bienes y Servicios ambientales de la reserva del hombre y la biosfera de río plátano. Disponible en: <http://www.rlc.fao.org/foro/psa/pdf/valoreco.pdf> . Consultado junio 12,2007.
- **De Alba E. Reyes M.** Valorización económica de los recursos biológicos del país. [Seriada en línea] 2002; Disponible en: <http://www.marena.gob.ni/biodiversidad/enb/docs/vebiodiversidad.pdf>. Consultado junio 12,2007.

- **Azqueta D.** Introducción a la economía ambiental. España: Mcgraw-Hill Interamericana, 2002.
- Diccionario de la Biodiversidad. Valoración económica. [Seriada en línea] Disponible en: [http://attila.inbio.ac.cr:7777/pls/portal30/INBIO\\_BIODICTIONARY.DYN\\_WO RD\\_LIST.show?p\\_arg\\_names=\\_show\\_header&p\\_arg\\_values=YES&p\\_arg\\_names=pLetra&p\\_arg\\_values=c](http://attila.inbio.ac.cr:7777/pls/portal30/INBIO_BIODICTIONARY.DYN_WO RD_LIST.show?p_arg_names=_show_header&p_arg_values=YES&p_arg_names=pLetra&p_arg_values=c) Consultado Junio 15, 2007.
- **Martínez H, Espinal C y Gonzales E,** 2005. Características y estructura forestal madera=muebles una mirada global de su estructura. 1991-2005. [Seriada en línea]; Disponible en: [http://www.agrocadenas.gov.co/forestal/Documentos/caracterizacion\\_forestal.pdf](http://www.agrocadenas.gov.co/forestal/Documentos/caracterizacion_forestal.pdf). consultado agosto 29, 2007.
- **Lomas P, Martín B, Louis C, Montoya D, Montes C.** Guía práctica para la Valoración económica de los bienes y servicios ambientales de los ecosistemas. [Seriada en línea] 2002; Disponible en: [http://www.uam.es/otros/fungobe/doc/guia\\_valoracion.pdf](http://www.uam.es/otros/fungobe/doc/guia_valoracion.pdf). Consultado Julio 1, 2007.
- **Rado Barzev.** Valoración económica integral de los bienes y Servicios ambientales de la reserva del hombre y la biosfera de río plátano. Disponible en: <http://www.rlc.fao.org/foro/psa/pdf/valoreco.pdf> . Consultado junio 12,2007.
- Colombia. Decreto 2300 del 12 de julio de 2006. Por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 1021 de 2006.
- Colombia. Decreto Número 1791 de 1996. Por medio del cual se establece el régimen de aprovechamiento forestal.
- **Así es Colombia.** Colombia maderera I. EL Espectador. Marzo 23 de 1987. Pág. 477-479.

- **Marrugo, J.** S.O.S por el Jardín Botánico “Guillermo Piñeres”. Sexto sentido. El universal, 14 de Agosto de 2006.
- FRA 2005 Tablas mundiales. Bosques. FAO. [Seriada en línea] 2006; Disponible en: <http://www.fao.org/forestry/site/32178/es/>. Consultado septiembre 10,2007.
- Plan nacional de desarrollo forestal. [Seriada en línea] 2000; Disponible en: [http://www.minambiente.gov.co/viceministerios/ambiente/dir\\_ecosistemas/gestion\\_forestal/documentos/plan\\_nal\\_des\\_forestal.pdf](http://www.minambiente.gov.co/viceministerios/ambiente/dir_ecosistemas/gestion_forestal/documentos/plan_nal_des_forestal.pdf). Consultado septiembre 10,2007.
- **Palacios M.** Tema estratégico, Agroforestería y manejo de bosques. Grupo semillas. [Seriada en línea] 2003 Disponible: <http://www.semillas.org.co/sitio.shtml?apc=d1b1--&x=20154661>. Consultado septiembre 10,2007
- **Green E.** ONU informa q hay mas bosques intactos en América Latina y el Caribe. [Seriada en línea] 2006 Disponible en: <http://usinfo.state.gov/esp/Archive/2006/Aug/03-121754.html>. Consultado septiembre 10,2007.
- **Jiménez J.** Referencias bibliográficas según el estilo Vancouver. [Seriada en línea] 2001 Disponible en: [http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/renacip/adequacion\\_vancouver.pdf.pdf](http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/renacip/adequacion_vancouver.pdf.pdf). Consultado septiembre 10,2007.
- **Barzev R.** Guía metodológica de valoración económica de bienes, servicios e impactos ambientales. Corredor Biológico Mesoamericano. [Seriada en línea] 2001 Disponible en <http://www.biomeso.net/GrafDocto/Valoraci%C3%B3n.pdf>
- **De Alba E, Reyes M.** Valoración económica de los recursos biológicos del país. [Seriada en línea] 2005; Disponible en: [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/estrategia\\_nacional/doctos/estudiodepais/CAP7\\_Valoracion.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/estrategia_nacional/doctos/estudiodepais/CAP7_Valoracion.pdf).

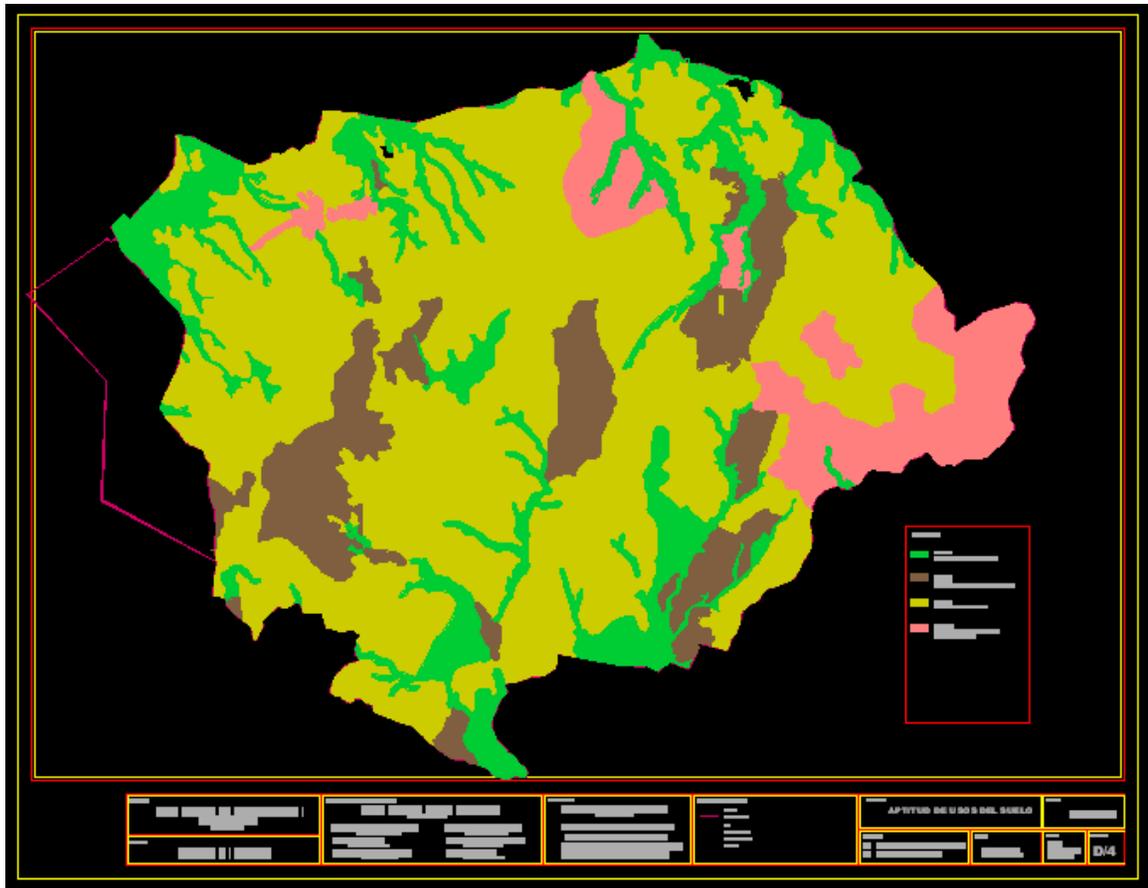
- Estudio general de suelos Departamento de Bolívar IGAC 1998.
- Programa agropecuario municipal UMAR – R Turbaco 1998.
- Agenda ambiental municipal 1998. CARDIQUE. Municipio de Turbaco.
- Estudio Geomorfológico del Norte de Bolívar. Ingeambiente – CARDIQUE 1997
- Clayuca. [Seriada en línea] 2001 Disponible en: [www.clayuca.org/clayucanet/edicion09/01\\_tecnologias\\_produccion.pdf](http://www.clayuca.org/clayucanet/edicion09/01_tecnologias_produccion.pdf). consultado 27 Enero 2009.
- Mancilla Terrazas Richard F. Manual para estimar el volumen de la madera en troza y aserrada. Seriada [en línea] 2003; Disponible en: <http://www.educacionforestal.org/Documentos/cubicacion.pdf>. consultado 3 Enero 2009.
- Catalogo de la biodiversidad de Colombia. [Seriada en línea] 2007 Disponible en: <http://www.siac.net.co/sib/catalogoespecies/welcome.do>. consultado julio 2008.
- Zabaleta Lombana Alberto. Turbaco en la Historia. Cartagena .1992.
- Machecha Vega G, Echeverri Restrepo R. Arboles del Valle del Cauca. Bogotá: Litografía Arco. 1983.
- Baca Urbina Gabriel. Evaluación de proyectos. México: 2000. Cuarta edición.
- Pérez Arbeláez E. Plantas útiles de Colombia. Bogotá: Litografía Arco 1978. Cuarta edición.

- ONF Andina. Gran oportunidad de inversión en el programa de plantaciones comerciales de cormagdalena, beneficiándose de las nuevas exenciones tributaria., Febrero de 2005 Disponible en línea: [http://fs03eja1.cormagdalena.com.co/nuevaweb/CONVENIOCORMAGDALENA\\_ONF/Exenciones%20Tributarias%20-%20Programa%20Reforestaci%C3%B3n%20Comercial%20-%206%20abril%202006.pdf](http://fs03eja1.cormagdalena.com.co/nuevaweb/CONVENIOCORMAGDALENA_ONF/Exenciones%20Tributarias%20-%20Programa%20Reforestaci%C3%B3n%20Comercial%20-%206%20abril%202006.pdf).
- Vacca Guillermo. Evaluación Financiera De Proyectos. 2005 Determinación de la tasa de descuento 2005. Pag 91.
- Decreto No. 2278 Del 1 De Septiembre De 1953. Capítulo IV Reservas Madereras. Art 13.
- El carbono fijado de costa rica: La línea base. Disponible en línea: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/006/AD439S/AD439s05.pdf>

## ANEXOS

### Anexo 1

#### Plano de Aptitud Uso del suelo



Fuente:IGAC- Ingeominas –CARDIQUE POT del municipio de Turbaco.

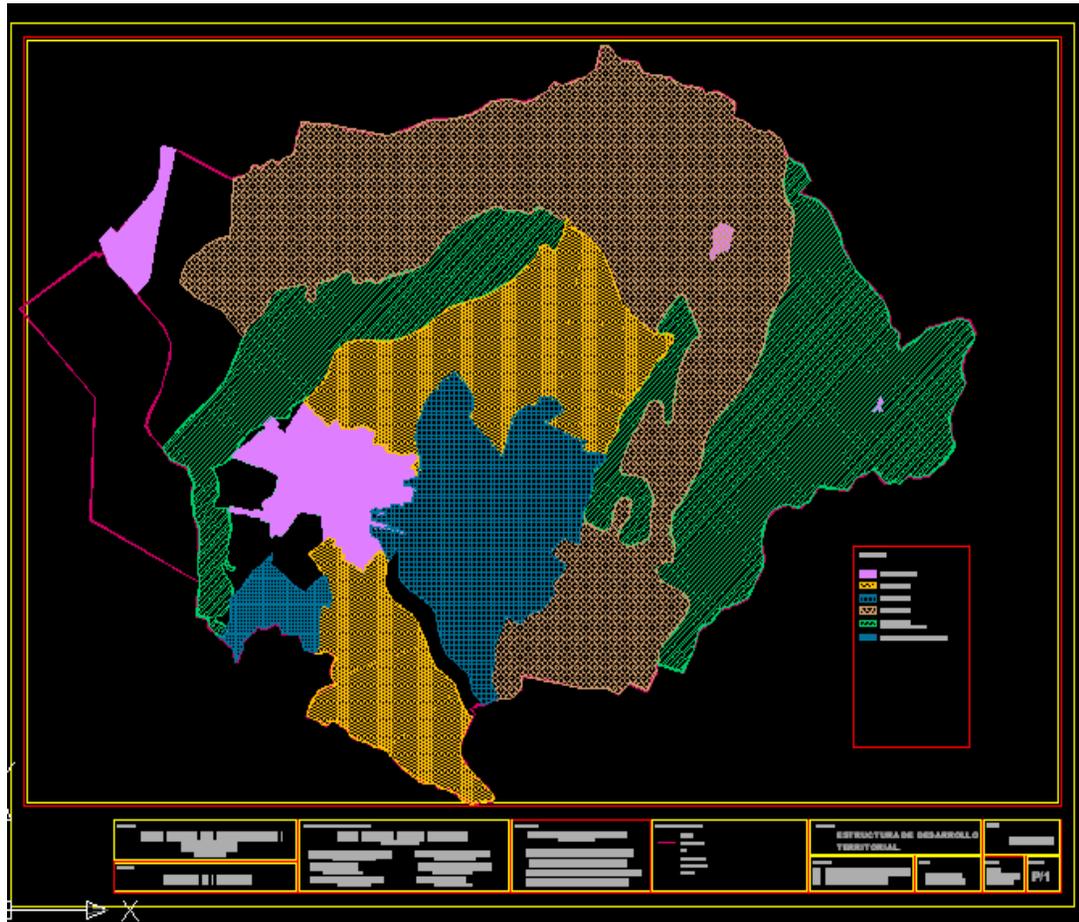
Elaborado por: Arq. Ausberto coneo Caicedo y Elber castro Lara (1998-2002).

Modificado para el estudio, por los estudiantes.

- Clase III Aptitud Agricola con Ayuda (riego)
- Clase IV Apto para la Agricultura pero hay que abonarlo
- Clase VI Bosques de raíces profundas
- Clase VII con mucha pendiente-Despastado no apto para la agricultura

## Anexo 2

### Plano Estructura De Desarrollo



Fuente:IGAC- Ingeominas –CARDIQUE POT del municipio de Turbaco.

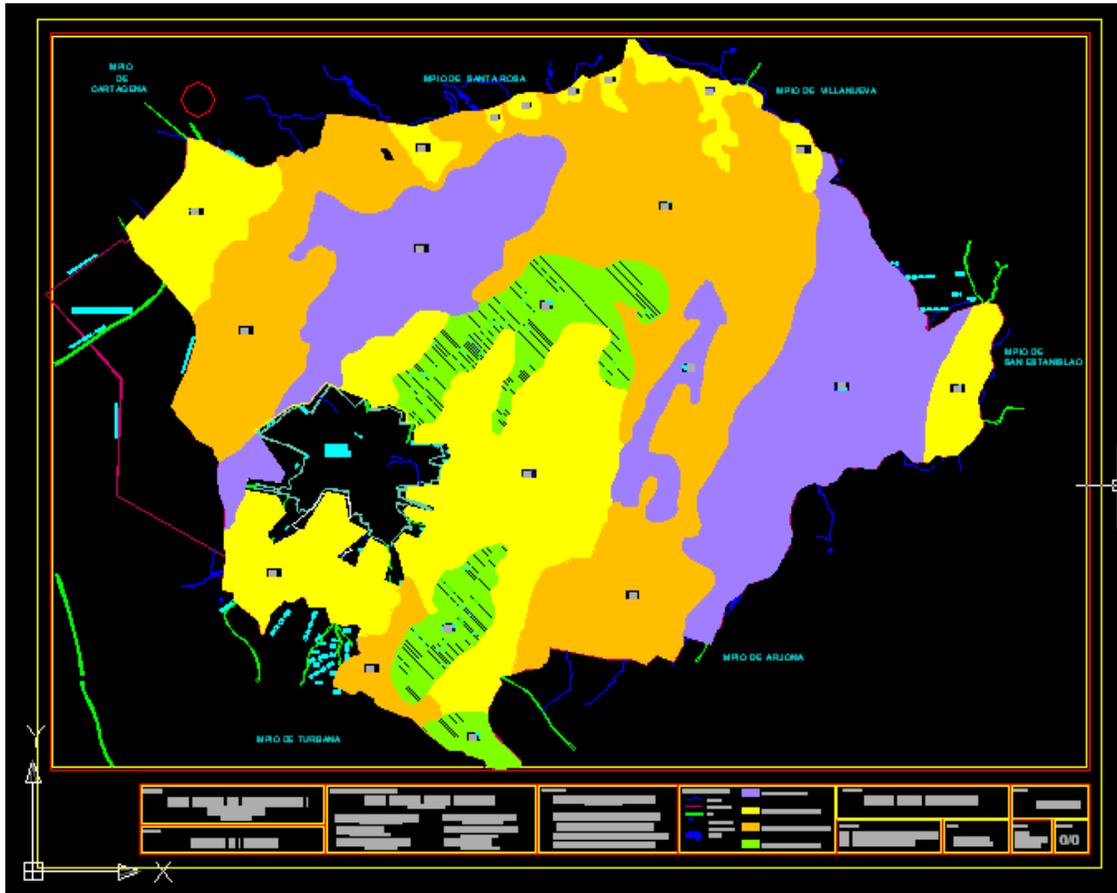
Elaborado por: Arq. Ausberto coneo Caicedo y Elber castro Lara (1998-2002).

Modificado para el estudio, por los estudiantes.

-  Zona 1 – Zona Urbana
-  Zona 2 - Zona AP
-  Zona 3 – Zona AG
-  Zona 4 - Zona PC Proteccion y conservacion.

### Anexo 3

### Plano Caracterizacion Biofisica



Fuente:IGAC- Ingeominas –Cardique POT del municipio de Turbaco.

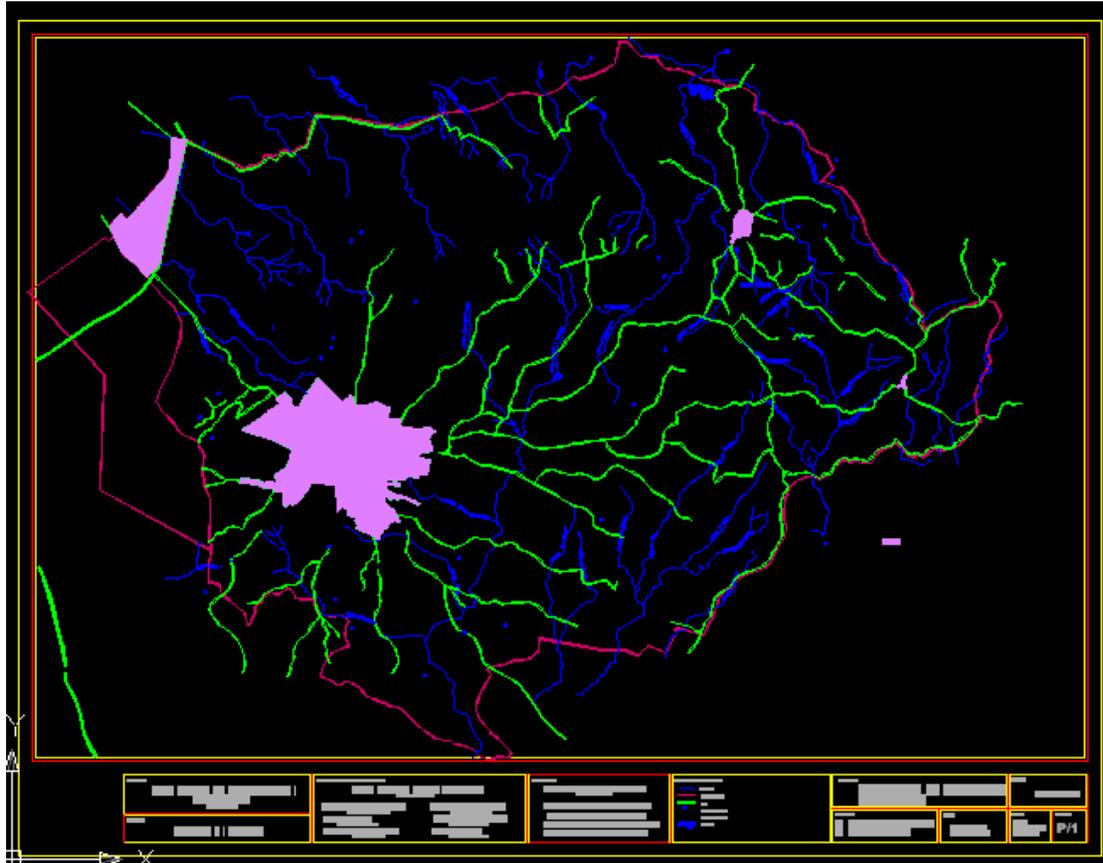
Elaborado por: Arq. Ausberto coneo Caicedo y Elber castro Lara (1998-2002).

Modificado para el estudio, por los estudiantes.

- PC Unidades Protectoras
- AG Unidades de Uso Agro pastoril
- SP Unidades de Uso Silvopastoril
- AG Unidades de Uso Agro pastoril

## Anexo 4

### Hidrografía Y Vías Del Municipio De Turbaco



*Fuente: IGAC- Ingeominas –Cartique POT del municipio de Turbaco.*

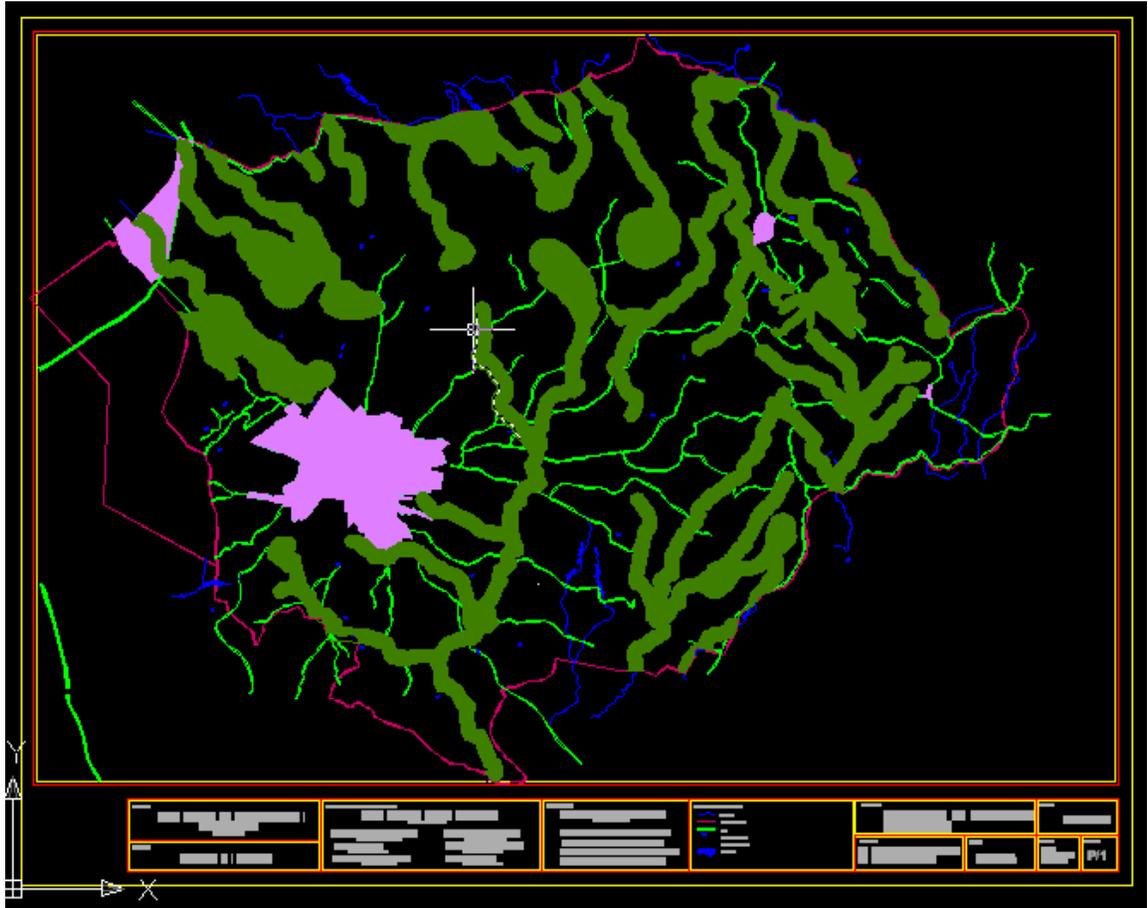
*Elaborado por: Arq. Ausberto coneo Caicedo y Elber castro Lara (1998-2002).*

*Modificado para el estudio, por los estudiantes.*

- Arroyos
- Sistema vial del municipio de Turbaco
- Zona 1 – Zona Urbana

## Anexo 5

### Microcuencas del Municipio de Turbaco



Fuente:IGAC- Ingeominas –Cardique POT del municipio de Turbaco.

Elaborado por: Arq. Ausberto coneo Caicedo y Elber castro Lara (1998-2002).

Modificado para el estudio, por los estudiantes.

-  Arroyos
-  Sistema vial del municipio de Turbaco
-  Zona 1 – Zona Urbana
-  Micro cuencas

## Anexo 6

### Ingresos anuales por hectárea de la caoba

Caoba				
Año	Madera	Carbono	Semilla	Captura CO2
1	0	0	0	1265782,666
2	0	0	0	1344055,501
3	0	0	0	1427168,533
4	0	0	0	1515421,068
5	0	0	0	1609130,918
6	0	0	0	1708635,551
7	27480925,8	3582558,31	0	1814293,302
8	0	0	0	1308311,957
9	0	0	0	1389214,697
10	0	0	0	1475120,261
11	54519918,4	5528058,58	0	1566338,01
12	0	0	28104949,2	1056188,248
13	0	0	30530060,7	1121500,289
14	0	0	33147628,1	1190851,063
15	0	0	35972180	1264490,315
16	0	0	39019305,9	1342683,235
17	0	0	42305731,9	1425711,41
18	0	0	45849401,7	1513873,839
19	0	0	49669562,9	1607488,013
20	328866252	30010916,4	53786860,1	1706891,053

## Anexo 7

### Ingresos anuales por hectárea del cedro

Cedro				
Año	Madera	Semilla	Carbon	Captura CO2
1	0	0	0	675586,145
2	0	0	0	717362,7032
3	0	0	0	761722,6194
4	0	0	0	808825,6418
5	0	0	0	858841,3975
6	0	0	0	911950,0024
7	14996311,7	0	1071460,517	968342,7106
8	0	0	0	706455,7837
9	0	0	0	750141,2432
10	0	10259546,6	0	796528,1023
11	35264588,7	6324511,65	2531162,354	845783,4089
12	0	6715603,64	0	523580,499
13	0	7130879,78	0	555957,4081
14	0	7571835,56	0	590336,4243
15	0	8040058,94	0	626841,353
16	0	8537236,08	0	665603,6551
17	0	9065157,42	0	706762,9212
18	0	9625724,09	0	750467,3733
19	0	10220954,8	0	796874,3995
20	170916153	10852993,1	11542660,17	846151,1202

## Anexo 8

### Ingresos anuales por hectárea de la ceiba roja

Ceiba Roja				
Año	Madera	Semilla	Carbon	Captura CO2
1	0	0	0	673372,814
2	0	0	0	715012,505
3	0	0	0	759227,091
4	0	0	0	806175,797
5	0	2828319,59	0	856027,692
6	0	3904180,55	0	908962,305
7	13441895,9	3228166,49	1071460,52	965170,261
8	0	4070498,52	0	839972,786
9	0	5004661,87	0	891914,603
10	0	6038792,78	0	947068,373
11	21983838,1	4169336,79	2531162,35	1005632,71
12	0	4901496,53	0	789884,373
13	0	5708263,09	0	838728,848
14	0	6596063,8	0	890593,744
15	0	7571835,56	0	945665,834
16	0	8643063,36	0	1004143,45
17	0	9817821,5	0	1066237,17
18	0	11104817,8	0	1132170,61
19	0	12513441,3	0	1202181,21
20	0	14053812,9	0	1276521,09
21	0	15736840	0	1355457,96
22	0	17574275,5	0	1439276,09
23	0	19578780	0	1528277,33
24	0	21763989,9	0	1622782,18
25	678715978	24144588,7	37870562,6	1723130,97

## Anexo 9

### Ingresos anuales por hectárea del Roble

Roble				
Año	Madera	Carbono	Semilla	Captura CO2
1	0	0	0	926829,8721
2	0	0	0	984142,7143
3	0	0	0	1044999,639
4	0	0	0	1109619,805
5	0	0	0	1178235,919
6	0	0	0	1251095,083
7	13962083,3	2480232,68	0	1328459,675
8	0	0	2274846,3	982642,58
9	0	0	3344562,16	1043406,741
10	0	0	3627265,74	1107928,405
11	39497629,1	5457186,03	2282811,9	1176439,928
12	0	0	2473646,9	649961,9988
13	0	0	2679354,24	690154,0239
14	0	0	2901043,51	732831,4233
15	0	0	3139904,67	778147,8864
16	0	0	3397213,77	826266,6064
17	0	0	3674338,95	877360,8676
18	0	0	3972747,07	931614,6703
19	0	0	4294010,6	989223,3925
20	148520243	18468256,3	4639815,1	1050394,494

## Anexo 10

### Ingresos anuales por hectárea de la Teca

Teca				
Año	Madera	Carbono	Semilla	Captura CO2
1	0	0	0	1573124,68
2	0	0	0	1670402,78
3	0	0	0	1773696,31
4	0	0	0	1883377,25
5	0	0	2199804,13	1999840,59
6	0	0	3196405,13	2123505,74
7	16027585,11	2292837,32	2725535,3	2254818,02
8	0	0	3507970,41	1998619,8
9	0	0	4376751,08	2122209,45
10	0	0	5339564,14	2253441,58
11	63878752,36	7107503,89	3718268,19	2392788,77
12	0	0	4401268,34	1760313,75
13	0	0	5154520,34	1869167,15
14	0	0	5984100,87	1984751,77
15	0	0	6896569,52	2107483,86
16	0	0	7899005,27	2237805,39
17	0	0	8999045,64	2376185,68
18	0	0	10204928,7	2523123,07
19	0	0	11525538,1	2679146,69
20	0	0	12970451,4	2844818,42
21	0	0	14549992,2	3020734,88
22	0	0	16275285,3	3207529,57
23	0	0	18158316,6	3405875,18
24	0	0	20211997,2	3616485,99
25	842801159,6	84397253,7	21461856,6	3840120,44

## Anexo 11

### Precio anuales de la madera por especie en el horizonte de vida de la plantación

Periodos	Madera				
	Caoba	cedro	Ceiba roja	Roble	Teca
0	6200	5800	7800	4200	5650
1	6583	6158,7	8282,3325	4460	5999,381875
2	6990	6539,5	8794,4912	4735	6370,368652
3	7423	6943,9	9338,3206	5028	6764,296323
4	7882	7373,3	9915,779	5339	7182,583497
5	8369	7829,2	10528,946	5669	7626,736504
6	8887	8313,4	11180,03	6020	8098,354823
7	<b>9436</b>	<b>8827,4</b>	<b>11871,375</b>	<b>6392</b>	<b>8599,136839</b>
8	10020	9373,3	12605,471	6788	9130,885963
9	10639	9952,9	13384,962	7207	9695,517124
10	11297	10568	14212,654	7653	10295,06366
11	<b>11996</b>	<b>11222</b>	<b>15091,529</b>	<b>8126</b>	<b>10931,68466</b>
12	12738	11916	16024,752	8629	11607,67271
13	13525	12653	17015,682	9162	12325,46218
14	14362	13435	18067,89	9729	13087,63794
15	15250	14266	19185,163	10330	13896,94475
16	16193	15148	20371,525	10969	14756,29708
17	17194	16085	21631,249	11648	15668,7896
18	18257	17079	22968,872	12368	16637,70837
19	19386	18136	24389,209	13133	17666,54266
20	20585	19257	25897,377	13945	18758,9975
21			27498,806		19919,007
22			29199,264		21150,7486
23			31004,873		22458,65802
24			32922,137		23847,44528
25			<b>34957,959</b>		<b>25322,11168</b>

## Anexo 12

### Precios anuales de la semilla por especie en el horizonte de vida de la plantación

Periodos	semilla				
	Caoba	cedro	Ceiba roja	Roble	Teca
0	90000	90000	90000	90000	70000
1	95565,375	95565,375	95565,375	95565,375	74328,625
2	101474,9	101474,899	101474,8989	101474,899	78924,921
3	107749,85	107749,853	107749,8529	107749,853	83805,441
4	114412,83	114412,834	<b>114412,8345</b>	114412,834	<b>88987,76</b>
5	121487,84	121487,838	<b>121487,8381</b>	121487,838	<b>94490,541</b>
6	129000,34	129000,342	<b>129000,3423</b>	129000,342	<b>100333,6</b>
7	136977,4	136977,401	<b>136977,401</b>	136977,401	<b>106537,98</b>
8	145447,74	145447,741	<b>145447,741</b>	<b>145447,741</b>	<b>113126,02</b>
9	154441,87	154441,866	<b>154441,8657</b>	<b>154441,866</b>	<b>120121,45</b>
10	163992,16	<b>163992,165</b>	<b>163992,1646</b>	<b>163992,165</b>	<b>127549,46</b>
11	174133,03	<b>174133,03</b>	<b>174133,03</b>	<b>174133,03</b>	<b>135436,8</b>
12	<b>184900,98</b>	<b>184900,981</b>	<b>184900,9813</b>	<b>184900,981</b>	<b>143811,87</b>
13	<b>196334,8</b>	<b>196334,796</b>	<b>196334,7957</b>	<b>196334,796</b>	<b>152704,84</b>
14	<b>208475,65</b>	<b>208475,649</b>	<b>208475,6486</b>	<b>208475,649</b>	<b>162147,73</b>
15	<b>221367,26</b>	<b>221367,262</b>	<b>221367,2616</b>	<b>221367,262</b>	<b>172174,54</b>
16	<b>235056,06</b>	<b>235056,06</b>	<b>235056,0596</b>	<b>235056,06</b>	<b>182821,38</b>
17	<b>249591,34</b>	<b>249591,339</b>	<b>249591,3387</b>	<b>249591,339</b>	<b>194126,6</b>
18	<b>265025,44</b>	<b>265025,443</b>	<b>265025,4431</b>	<b>265025,443</b>	<b>206130,9</b>
19	<b>281413,95</b>	<b>281413,954</b>	<b>281413,9539</b>	<b>281413,954</b>	<b>218877,52</b>
20	<b>298815,89</b>	<b>298815,889</b>	<b>298815,8893</b>	<b>298815,889</b>	<b>232412,36</b>
21			<b>317293,9169</b>		<b>246784,16</b>
22			<b>336914,5794</b>		<b>262044,67</b>
23			<b>357748,5348</b>		<b>278248,86</b>
24			<b>379870,8098</b>		<b>295455,07</b>
25			<b>403361,071</b>		<b>313725,28</b>

### Anexo 13

Precios anuales del carbón, de la tonelada de CO2 y el valor de un jornal diario en el horizonte de vida de la plantación.

Periodos	Carbon	CO2/ton	jornal
	Para todas	Para todas	7,50%
0	18000	30000	15383,3333
1	19113,075	31855,125	16553,3333
2	20294,9798	33824,966	17794,8333
3	21549,9706	35916,618	19129,4458
4	22882,5669	38137,611	20564,1543
5	24297,5676	40495,946	22106,4658
6	25800,0685	43000,114	23764,4508
7	<b>27395,4802</b>	45659,134	25546,7846
8	29089,5482	48482,58	27462,7934
9	30888,3731	51480,622	29522,5029
10	32798,4329	54664,055	31736,6907
11	<b>34826,606</b>	58044,343	34116,9425
12	36980,1963	61633,66	36675,7131
13	39266,9591	65444,932	39426,3916
14	41695,1297	69491,883	42383,371
15	44273,4523	73789,087	45562,1238
16	47011,2119	78352,02	48979,2831
17	49918,2677	83197,113	52652,7293
18	53005,0886	88341,814	56601,684
19	56282,7908	93804,651	60846,8104
20	<b>59763,1779</b>	99605,296	65410,3211
21	63458,7834	105764,64	70316,0952
22	67382,9159	112304,86	75589,8024
23	71549,707	119249,51	81259,0375
24	75974,162	126623,6	87353,4653
25	<b>80672,2142</b>	134453,69	93904,9752

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Clasificación de suelos por su aptitud de uso en Turbaco.....	18
Figura 2. Plantación forestal.....	28
Figura 3. Distancia de siembra.....	30
Figura 4. Plateo.....	31
Figura 5. Medidas de podas a los dos metros.....	38
Figura 6. Poda de calidad.....	39
Figura 7. Estructura analítica para los servicios que ofrece la diversidad biológica al sistema económico y social.....	62
Figura 8. Bienes y servicios de un ecosistema forestal.....	64

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Bienes y servicios ambientales de una plantación maderera.....	70
Tabla 2. Bienes y servicios ambientales de una plantación maderera.....	71
Tabla 3. Dimensiones de las especies diámetro y longitud.....	74
Tabla 5. Muestra las densidades de cada especie.....	77
Tabla 6. Beneficios obtenidos por la extracción de carbón por especie.....	79
Tabla 7. Producción de semilla por año por especie por árbol.....	81
Tabla 8. Beneficios económicos por la producción de semillas en pesos.....	83
Tabla 9. Precios del mercado informal vs Semicol Ltda.....	84
Tabla 10. Captura de toneladas de carbono de la caoba por hectárea.....	89
Tabla 11. Captura de toneladas de carbono de la cedro por hectárea.....	89
Tabla 12. Captura de toneladas de carbono de la ceiba roja por hectárea.....	90
Tabla 13. Captura de toneladas de carbono de la Roble por hectárea.....	90
Tabla 14. Captura de toneladas de carbono de la teca por hectárea.....	91
Tabla 15. Beneficios por secuestro de carbono.....	92
Tabla 16. Participación porcentual de los ingresos para cada especie.....	94
Tabla 17. Resultados Censo General.....	99
Tabla 18. Jornales por especie por hectárea.....	101
Tabla 19. Número de jornales por especie en el horizonte de vida del árbol.....	101

Tabla.20 jornales totales por especies por el área apta en proporción.....	102
Tabla 21 Costos montaje de una plantación maderera.....	111
Tabla 22. Evaluación financiera valorando sólo madera, semilla y leña.....	112
Tabla 23. Evaluación financiera valorando madera, semilla y leña, y el CIF.....	113
Tabla 24. Evaluación financiera valorando sólo madera, semilla y leña, sin CIF, con exención tributaria.....	114

## LISTA DE GRÁFICOS

Grafica 1. Censo de las especies comerciales.....	42
Grafica 2. Precios tomados al 2008.....	47
Gráfica 3. Extracción de la madera.....	48
Grafica 4. Procedencia del cedro.....	48
Grafica 5. Procedencia de la ceiba roja.....	48
Grafica 6. Procedencia del Roble.....	49
Grafica 7. Procedencia de la Caoba.....	49
Grafica 8. Procedencia de la Teca.....	50
Grafica 9. Escases de la madera.....	51
Grafica 10. Porcentaje de Participación de pie3 por especie comercializada al año.....	51
Grafica 11. Resultado resumidos de la ECV de Hillier y Murphy (2000) que comparan las cercas de madera blanda tratadas con cobre-cromo-arsénico, con las de acero y concreto (PCOF= potencial de creación de ozono fotoquímico.....	66
Grafico 12. Comparación de la ECV del potencial de calentamiento atmosférico de los materiales utilizados para los marcos de las ventanas, como se indica en las emisiones de los equivalentes de CO2. (De Fruhwald y col. 2003).....	67
Grafico 13. Localización población Turbaco.....	100