

UNIVERSIDAD DE MANIZALES
Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente

VI COHORTE

**EVALUACION FINANCIERA Y DIVERSIDAD BIOLÓGICA DE DOS SISTEMAS DE
PRODUCCION FORESTAL EN LOS MUNICIPIOS DE TIMBÍO Y SOTARA
DEPARTAMENTO DEL CAUCA. UN ESTUDIO COMPARATIVO**

AUTORES:

Fernando Penagos Henríquez

Luis Carlos Montoya

DIRECTOR:

Román Ospina

Popayán, Marzo de 2013

TABLA DE CONTENIDO

GLOSARIO DE TERMINOS.....	9
RESUMEN	12
ABSTRACT	13
INTRODUCCION	15
CAPÍTULO I. CONTEXTO DEL ESTUDIO.....	18
1.1. Formulación del Problema.....	18
1.2. Descripción del área problema	19
1.2.1. Localización.	19
1.2.2. Clima.....	24
1.2.3. Suelos y Aptitud de uso de los Suelos.....	25
1.2.4. Uso y Cobertura de los Suelos.....	27
1.2.5. Actividad Económica de la región.	27
1.3. Antecedentes Investigativos	28
1.4 Justificación.	34
1.5 Objetivos.....	36
1.5.1. Objetivo General.	36
1.5.2. Objetivos Específicos.....	37
1.6. Hipótesis y Variables	38
1.6.1 Hipótesis.	38
1.6.2. Variables.	38
CAPÍTULO II. MARCO CONCEPTUAL.....	43
2.1. Definición de agroforestería.....	43
2.2. Características fundamentales de un proyecto de Agroforestería	45
2.1.1 Sostenibilidad.....	45
2.1.2 Multidisciplinariedad.....	46
2.1.3 Adaptabilidad cultural/socioeconómica.	47
2.3 Clasificación de los sistemas agroforestales.	47
2.3.1 Sistemas Silvoagrícola.....	48
2.3.2 Sistemas Agrosilvopastoriles.	49
2.3.3 Sistemas Silvopastoriles.	50
2.3.4 Sistemas Agroforestales secuenciales.....	51
2.3.5 Sistemas agroforestales simultáneos.....	51
2.4 Criterios de valoración de los sistemas agroforestales.....	52
2.4.1. Componente Financiero.....	52
2.4.2 Índice de asociaciones agroforestales.	56
2.4.3 Componente Diversidad Biológica	57
2.5. Descripción de los componentes del sistema Silvoagrícola utilizados en la investigación.....	62

2.5.1. Eucalyptus grandis.....	62
2.5.2. Yuca.....	64
2.5.3 Maíz.....	66
2.5.4 Frijol.....	68
CAPÍTULO III METODOLOGÍA.....	70
3.1. Caracterización del componente forestal.....	70
3.1.1. Limpieza y Preparación del Terreno.....	70
3.1.2. Aislamiento.....	70
3.1.3. Trazado.....	71
3.1.4. Plateo.....	72
3.1.5. Repicado.....	72
3.1.6. Vivero Temporal.....	72
3.1.7. Siembra propiamente dicha.....	73
3.1.8. Fertilización.....	73
3.1.9. Reposición por Pérdidas.....	73
3.1.10. Limpias – Control de Malezas (Mantenimiento).....	73
3.1.11. Replateo.....	74
3.1.12. Inventario forestal.....	74
3.2 Caracterización del componente agrícola.....	77
3.2.1 Cultivo de yuca.....	79
3.2.2 Cultivo de Maíz.....	80
3.2.3 Cultivo de frijol.....	81
3.3 Caracterización de la Diversidad Biológica (flora y fauna).....	82
3.3.1. Caracterización biológica de flora.....	83
3.3.2. Caracterización biológica de Hormigas.....	88
3.4. Caracterización de suelos.....	94
3.5. Caracterización del Componente Financiero.....	96
3.5.1. Fase de campo.....	96
3.5.2. Fase de Organización de la información.....	97
3.5.3 Análisis de sensibilidad con la alternativa de mayor rentabilidad.....	100
3.6 Índice de Uso Eficiente de la Tierra (U.E.T).....	101
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	102
4.1 Componente Forestal.....	102
4.1.1 Componente forestal del sistema Silvoagrícola.....	102
4.1.2 Componente forestal del Sistema Puro.....	104
4.2. Diversidad Biológica.....	108
4.2.1 Análisis de Flora.....	108
Grafica 7. Riqueza de flora en los tres sistemas forestales muestreados.....	114
4.2.2 Diversidad biológica en fauna.....	119
4.3. Resultado del análisis de suelos.....	134
4.3.1. Variables Químicas.....	134
4.3.2. Propiedades Físicas.....	136

4.4 Componente financiero.....	136
4.4.1 Costos unitarios.	137
4.4.2 Flujo de caja.....	139
4.4.3 Análisis de sensibilidad.	146
4.4.5. Uso eficiente de la tierra.....	150
CONCLUSIONES.....	152
RECOMENDACIONES	156
ANEXOS	159
BIBLIOGRAFIA	198

TABLA DE IMAGENES

Imagen 1. Plantación de Eucalipto Grandis asociada a yuca, maíz y fríjol a los cinco meses de edad Vereda La Laguna Municipio de Timbío Departamento del Cauca.	22
Imagen 2. Imagen actual de la plantación de <i>Eucalipto grandis</i> asociada a yuca, maíz y fríjol Vereda La Laguna Municipio de Timbío Departamento del Cauca.....	22
Imagen 3. Plantación de Eucalipto Grandis a la edad de cinco (5) meses, Vereda La Primavera Municipio de Sotaró Departamento del Cauca.....	23
Imagen 4. Imagen actual de la plantación de Eucalipto grandis Vereda La Primavera Municipio de Sotaró Departamento del Cauca	23
Imagen 5. Área en Potrero como testigo. Vereda la Primavera, Municipio de Sotaró – Cauca	24

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Clasificación de los sistemas agroforestales en función de los componentes que lo conforman.	47
Figura 2. Diseño del trazado para el sistema forestal puro.....	70
Figura 3. Registro Fotográfico Inventario forestal.	75
Figura 4. Diseño trazado sistema forestal silvoagropecuaria.	77
Figura 5. Etapas cultivo de yuca.....	79
Figura 6. Etapas cultivo de Maíz.....	80
Figura 7. Etapas cultivo de Fríjol.....	81
Figura 8. Diseño de la parcela de muestreo de diversidad biológica, flora y fauna.....	82
Figura 9. Registro fotográfico inventario de flora.	84
Figura 10. Registro fotográfico Trampas de caída para inventario de hormigas.....	88
Figura 11. Proceso de utilización del saco mini-Winkler para captura de hormigas.....	90
Figura 12. Registro fotográfico de toma de muestras de suelos.	94
Figura 13. Linepithema (Mayr, 1866).....	123
Figura 14. Nomamyrmex hartigii (Westwood, 1842).....	124
Figura 15. Typlomyrmex (Mayr, 1862).....	125
Figura 16. Pheidole (Westwood, 1839).....	126
Figura 17. Solenopsis (Westwood, 1840).....	127
Figura 18. Hypoponera (Santschi, 1938).....	127
Figura 19. Odontomachus erythrocephalus (Emery, 1890).....	128
Figura 20. Pachycondyla (Smith, 1858).....	129

TABLAS

Tabla 2. Estadígrafos de tendencia central y dispersión del componente forestal del sistema silvoagícola. (Eucaliptus Grandis Asociado a cultivos agrícolas).....	25
Tabla 3. Estadígrafos de tendencia central y dispersión del componente forestal del sistema puro. (Eucaliptus Grandis)	103
Tabla 4. Calculo de Variables del inventario forestal en las dos unidades de muestreo.	104
Tabla 5. Riqueza y abundancia de plantas colectadas en cada ecosistema.....	105
Tabla 6. Índice de diversidad y estimadores de riqueza para cada sistema forestal muestreado.	110
Tabla 7. Índice de Complementariedad para los tres lotes muestreados	116
Tabla 8. Índice de similitud de Jaccard para los tres lotes muestreados	117
Tabla 9. Distribución de especies de hormigas para cada una de las tres unidades de muestreo	119
Tabla 10. Flujo de Caja Sistema forestal Puro.....	140
Tabla 11. Flujo de Caja Sistema forestal Silvoagícola.	143
Tabla 12. Análisis de sensibilidad del sistema puro.	147
Tabla 13. Análisis de Sensibilidad sistema silvoagícola	149
Tabla 14. Determinación Índice de Uso Eficiente de la Tierra.....	151

TABLA DE ANEXOS

ANEXO 1	158
ANEXO 2	159
ANEXO 3	164
ANEXO 4	169
ANEXO 5	170
ANEXO 6	171
ANEXO 7	173
ANEXO 8	174
ANEXO 9	182
ANEXO 10	185
ANEXO 11	188
ANEXO12	195

GLOSARIO DE TERMINOS

Biodiversidad y/o Diversidad Biológica: la variedad de todas las formas de vida a todo nivel de integración de los organismos, desde moléculas de ADN hasta ecosistemas.

Agroforestería: es un sistema de manejo sostenido de la tierra, que incrementa el rendimiento de esta, combina la producción de cultivos y plantas forestales y/o animales, simultánea o consecutivamente, en la misma unidad de terreno y aplica practicas de manejo que son compatibles con las prácticas culturales de la población local.

Silvoagrícola: En un uso alternativo del suelos en el cual se realiza la combinación de árboles y cultivos en un mismo espacio y en un tiempo determinado.

Sistema Forestal Puro: Plantación típica de árboles con carácter productor – protector con técnicas silviculturales en su establecimiento.

Sostenibilidad: Hace referencia a la capacidad del sistema o proceso para aprovechar sin destruir los recursos del entorno, ya sea por sobreexplotación de los mismos, ya por el efecto de los procesos de transformación sobre el ambiente.

Rentabilidad: beneficio comparado con los recursos propios invertidos para obtener esos beneficios.

Caracterización: Resaltar las características más evidentes frente a una variable, mejorar su conocimiento y describir sus potencialidades y limitaciones.

Silvicultural: Es la aplicación de la silvicultura como ciencia encaminada a la persistencia y mejora de la masa forestales y ecosistemas forestales (continuidad en el tiempo y aumento de su calidad) y su uso múltiple.

Flujo de caja: El flujo de caja de un proyecto está representado por las categorías de montos de costos e ingresos, que se incurren por período y a lo largo del periodo total del tiempo de una inversión en la ejecución de un proyecto.

Riqueza: el número de especies presentes en una comunidad.

Abundancia: hace referencia al número de árboles por especie, se distingue la abundancia absoluta (número de individuos por especie) y la abundancia relativa (proporción de los individuos de cada especie en el total de los individuos del ecosistema).

Frecuencia: se refiere a la existencia o falta de una determinada especie en una subparcela, la frecuencia absoluta se expresa en porcentaje (100% = existencia de la especie en todas las subparcelas), la frecuencia relativa de una especie se calcula como su porcentaje en la suma de las frecuencias absolutas de todas las especies.

Índice: Son resultados numéricos que hacen factible la comparación por cuanto transforman los resultados a unidades comunes.

Diversidad Alfa: Para la evaluación de la diversidad dentro de un ecosistema en particular se utilizan tres grupos de medidas que corresponden a los índices de riqueza de especies, los índices de abundancia relativa de especies y finalmente, los modelos de abundancia de especies.

Diversidad Beta: Es básicamente una medida que informa sobre la similitud o disimilitud de un rango de hábitats o parcelas en términos de la variedad y algunas veces de la abundancia de las especies que se encuentran en ellos. Mientras menos especies compartan las comunidades, mayor es la beta diversidad.

Sensibilidad: Método de análisis financiero que permite identificar los posibles escenarios del proyecto de inversión, dentro de escenarios pesimistas probables y optimistas.

Transecto: Son parcelas rectangulares, en las cuales se facilita la evaluación de variables, caminando en línea recta, sin necesidad de hacer grandes desplazamientos laterales. Igualmente, el impacto dentro de la parcela se puede disminuir considerablemente, puesto que parte de la información se puede recolectar desde el exterior de la unidad.

Sistema: Conjunto de partes íntimamente relacionadas entre sí para la generación de un objetivo o propósito.

Parcela: Unidades de muestreo permanentes o temporales que se utilizan para la evaluación de una masa forestal de un bosque determinado o el estado actual de la regeneración natural en el cual la información capturada requiere delimitar la unidad o marcar los individuos para la evaluación.

RESUMEN

Con el propósito de realizar la evaluación financiera y diversidad biológica de dos sistemas de producción forestal se tomaron de manera intencional dos muestras (parcelas) en lugares con condiciones ambientales similares, la primera en la finca localizada en la vereda La Laguna Municipio de Timbío (Cauca) la cual se sembró en un área de 5 hectáreas con *Eucalyptus grandis* definido como un sistema forestal puro y la segunda en una finca localizada en la vereda la primavera en el municipio de Sotará (Cauca) donde se sembraron de manera simultánea en un área de 5 hectáreas *Eucalyptus grandis*, maíz (*Zea mays*), yuca (*Manihot utilisima*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*), definido como sistema forestal silvoagícola. En los dos lotes el componente forestal fue plantado bajo las mismas condiciones silviculturales. Igualmente se tomó como testigo un lote cuyo uso y cobertura es pastura para ganadería, dado a que los dos lotes seleccionados para el sistema puro y silvoagícola tuvieron el mismo uso y cobertura antes de la plantación. Como resultado de la evaluación financiera, en el sistema forestal puro la tasa interna de retorno fue de 30,7%, un valor presente neto de \$25.262.334 y una relación beneficio costo de 1,53, para el sistema forestal silvoagícola arrojó una tasa interna de retorno de 31,12%, un valor presente neto de \$ \$37.548.109 y una relación benéfico costo de 1,58, lo que indica que el sistema silvoagícola presentó una mejor rentabilidad financiera aunque no muy significativa, debido especialmente a la venta de los productos agrícolas. Respecto a la evaluación de la diversidad biológica de flora y fauna, el estudio arrojó respecto a la flora, que el sistema forestal puro fue el que presentó los mejores indicadores respecto a la abundancia de individuos y riqueza de especies. Respecto a diversidad de fauna en población de hormigas el sistema potrero (testigo) fue el que presentó los mejores indicadores de riqueza específica, de igual manera no se presentaron desde el punto de vista estadístico

diferencias significativas de riqueza en población de hormigas entre el sistema forestal puro y el sistema forestal silvoagícola.

Palabras claves: Evaluación financiera, Diversidad Biológica, Flora, Fauna, Riqueza, Abundancia, Silvoagícola.

ABSTRACT

In order to make the financial evaluation and Biodiversity of two forest production systems intentionally took two samples (plots) in locations with similar environmental conditions, the first in the village farm located in the Vereda La Laguna Municipio de Timbío (Cauca) which was planted in an area of 5 hectares with *Eucalyptus grandis* defined as a pure forest system and the second in a farm located in the village of the spring in the town of Sotará (Cauca) where planted simultaneously in an area of 5 hectares, *Eucalyptus grandis*, corn (*Zea mays*), cassava (*Manihot utilisima*) and beans (*Phaseolus vulgaris*) defined as silvoagícola forest system. In both plots the forestry component was planted under the same silvicultural conditions. Another witness was taken as a batch whose use and grazing livestock coverage, given that the two lots selected for the pure system and silvoagícola had the same use and coverage before planting. As a result of the financial evaluation, pure forest system in the internal rate of return was 30.7% with a net present value of \$ 12631.17 USD and a cost benefit ratio of 1.53, for system threw a forest silvoagícola internal rate of return of 31.12%, a net present value of \$ 18774.05 USD and a benefit cost ratio of 1.58, indicating that the system presented silvoagícola better financial

returns but not very significant, especially given the sale of agricultural products. Regarding the assessment of biological diversity of flora and fauna, the study found about the flora, the forest system has the best indicators regarding individual abundance and species richness. Regarding diversity of wildlife in ant population pasture system (control) was presented the best indicators of species richness, likewise not presented from the point of view of statistical significant differences in wealth between the ant population forest system pure and silvoagricola forest system.

Keywords: Financial Assessment, Biodiversity, Flora, Fauna, Wealth, Abundance, Silvoagricola.

INTRODUCCION

El Macizo colombiano ha sido considerado una región de gran importancia ambiental debido que allí nacen cuatro de los más importantes ríos del país que a su vez generan innumerables bienes y servicios ambientales a gran parte de la población colombiana. A su vez la región ha sufrido un gran impacto por la pérdida de su cobertura forestal, producida fundamentalmente por el conflicto en el uso del suelo manifestado por la presencia de pastos en áreas de aptitud forestal, a lo cual la institucionalidad ha respondido con acciones tendientes al reordenamiento del uso del suelo a través de programas de repoblación forestal, sin tener en cuenta variables como la estructura social, agrícola y los sistemas de producción local, lo que han ocasionado fracasos en las iniciativas.

La agroforestería y los usos alternativos del suelo surgen como una solución enmarcada en el desarrollo sostenible de las comunidades que habitan el Macizo Colombiano en consideración a que se logra involucrar el árbol en los sistemas de producción agrícola y pecuario, se generan ingresos realizando un mejor uso del suelo, existe generación de empleo familiar y los productos derivados de los cultivos agrícolas asociados, mejoran la seguridad alimentaria de las familias beneficiadas. Es importante resaltar que la agroforestería se adapta a las condiciones de la estructura agraria de la región, los sistemas de producción local basada en el autoconsumo y además han tenido una gran aceptación por parte de las comunidades (CRC, 2009).

En consideración a los pocos estudio realizados sobre el tema en la zona de estudio y a las posibilidades que tiene la actividad forestal en el departamento del Cauca, los resultados de la

presente investigación le aportarán a la solución de problemas del ámbito ambiental de alta significancia, como lo es el cambio climático, la seguridad alimentaria y el mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades asentadas en la zona y busca incorporar la agroforestería y la forestaría comunitaria como una opción valedera en el desarrollo rural.

La investigación estableció una comparación de un sistema de producción forestal básico establecido con *Eucalyptus grandis*, el cual ha sido característico en muchas de las iniciativas del estado y la empresa privada, con un sistema de producción basado en un cultivo silvoagrícola asociando *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Miaden (Federación Nacional de Cafeteros, Centro nacional de Investigación de café CENICAFE, bankengruppe KFW, Smurfit Kappa Cartón de Colombia 2006) con yuca (*Manihot sculenta*), maíz (*Zea mays*) y fríjol (*Phaseolus vulgaris*) en un área de cinco (5) hectáreas cada cultivo a una edad de tres años. Para el estudio comparativo se utilizó dos fincas localizadas en el Municipio de Timbío y Sotaró en departamento del Cauca distantes entre sí 3 Km. con condiciones muy típicas de los sistemas de producción local basados en la agricultura y la ganadería, cuyas condiciones de clima y suelos no tenían diferencias significativas para que influyeran en los resultados del estudio comparativo.

Se realizó una evaluación financiera a partir de los ingresos generados por la comercialización de los productos agrícolas y forestales cosechados a la fecha y proyectados a los turnos de corta y los egresos causados por las labores de establecimiento, mantenimiento y manejo de los cultivos.

Para el caso de la evaluación de la diversidad biológica se realizó un estudio de la flora asociada a los cultivos y la fauna, fundamentalmente las poblaciones de hormigas, basado en experiencias desarrolladas en herramientas de manejo del paisaje rural del Instituto de Investigaciones de

Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR (2009), en la región del Viejo Caldas. Para este análisis se consideró una muestra testigo, que para el caso fue un lote dedicado a pasturas, uso que se le dio a los lotes antes de plantarlos.

CAPÍTULO I. CONTEXTO DEL ESTUDIO

1.1. Formulación del Problema

Tradicionalmente las iniciativas de forestaría y agroforestería comunitaria han considerado el uso de especies forestales nativas e introducidas que generalmente esperan redimir el capital invertido en el mediano o largo plazo considerando los turnos de corta y los periodos vegetativos de las especies forestales. Este aspecto ha limitado el interés de las comunidades en adoptar estas tecnologías especialmente en aquellas de economía campesina que habitan especialmente en el Departamento del Cauca por cuanto los proyectos de repoblación forestal no incluyen las necesidades vitales como la seguridad de alimentos y solo apuntan al aumento de la cobertura forestal.

Por lo anterior, la falta de caracterización, validación y posterior fomento de las tecnologías agroforestales en las comunidades asentadas en el Macizo Colombiano, no ha permitido incorporar este uso alternativo del suelo como herramienta de manejo del paisaje que conlleve además de la recuperación y rehabilitación de los ecosistemas forestales la mitigación de alternativas de producción que generen un uso eficiente del suelo y mejoren la calidad de vida de las comunidades

Otro aspecto que pretende solucionar el presente proyecto, es el fomento del uso de especies forestales del genero *eucalyptus* en los sistemas de producción campesina considerando que se

han desconocido sus beneficios como especies precoces y las potencialidades en la provisión de productos maderables y no maderables que por sustitución podrían aminorar el impacto sobre los ecosistemas forestales naturales. Además a estas especies no se les ha reconocido sus posibilidades de asociarse con cultivos de ciclo corto que habitualmente se utilizan en la región del Macizo Colombiano y que hacen parte de la dieta alimenticia de la población como es el caso de la yuca, el fríjol y el maíz, es por ello que los sistemas agroforestales aún no han logrado posición relevante en las políticas y los proyectos institucionales, por lo tanto, su fomento es muy limitado.

En razón de lo expuesto anteriormente surge la siguiente pregunta de investigación:

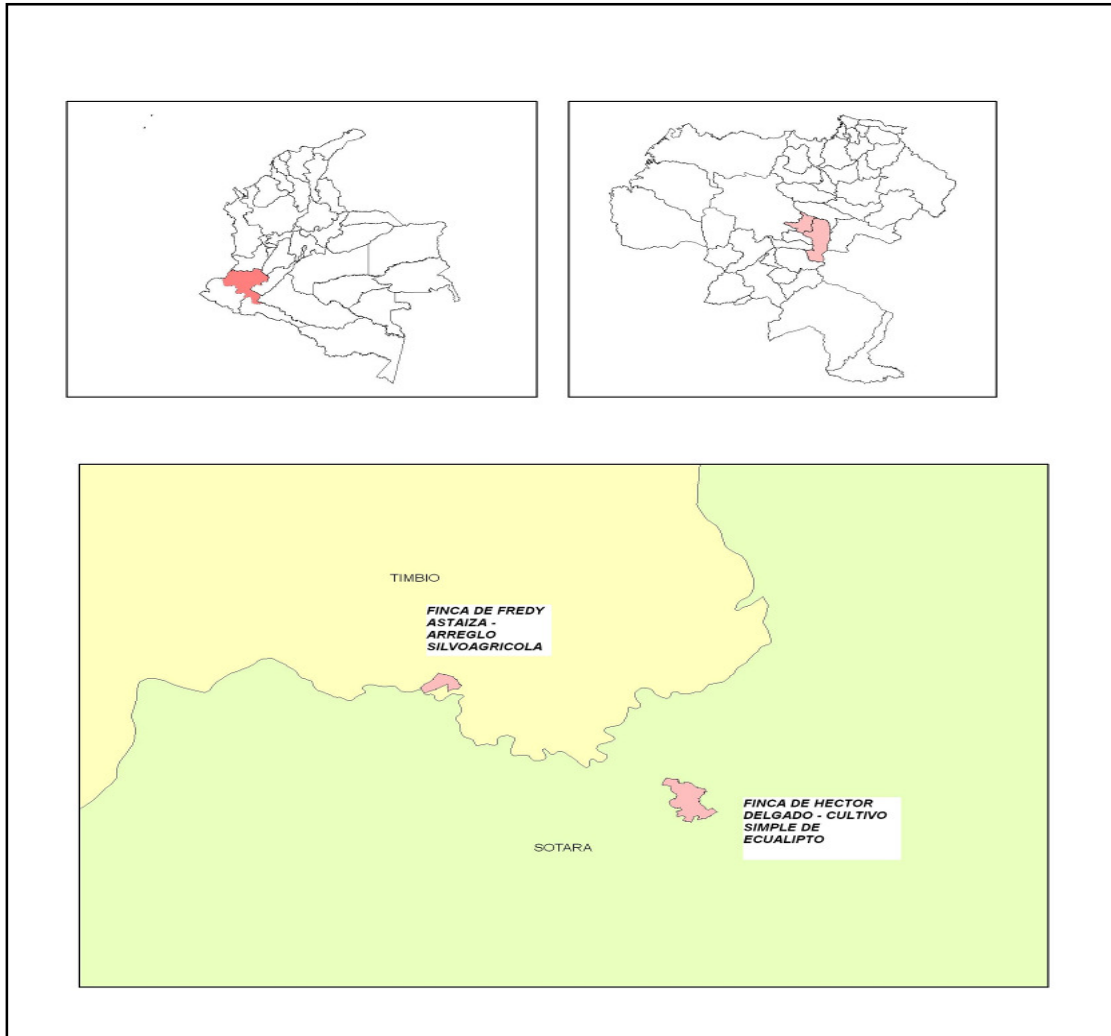
¿Cuál es la viabilidad financiera y la diversidad biológica de un arreglo de tipo silvoagrícola compuesto por *Eucalyptus grandis*, maíz (*Zea mays*), yuca (*Manihot utilisima*) y fríjol (*Phaseolus vulgaris*) en el Municipio de Timbío, en comparación con un sistema forestal puro de *Eucalyptus grandis* en el Municipio de Sotará en el Departamento del Cauca?

1.2. Descripción del área problema

1.2.1. Localización.

El proyecto está localizado en el Sur Occidente Colombiano en el Departamento del Cauca Municipio de Timbío en la Vereda La Laguna en el predio del señor Fredy Astaíza, localizado a 2° 18' 22" latitud norte; 76° 40' 30" longitud oeste y en la vereda La Primavera en el municipio

de Sotará finca del señor Héctor Delgado localizado a $2^{\circ} 17' 26''$ latitud norte y $76^{\circ} 39' 13''$, georeferenciación realizada directamente por los investigadores .Ver Mapa No. 1.



Mapa 1. Localización del proyecto

Las fincas se encuentran ubicadas en estribaciones de la cordillera central en la subcuenta del río Las Piedras afluente de la cuenca del río Patía aunque se encuentran en dos municipios diferentes distan entre sí 2.2 Km. con condiciones edafoclimáticas similares.

Las áreas plantadas con la especie *Eucalyptus* y utilizadas en la presente investigación, se originaron con el desarrollo de las acciones de la Corporación Autónoma Regional del Cauca CRC en el año 2009, con el establecimiento de 70 hectáreas en bosques productores – protectores en los municipios de Timbío, Sotará, La Vega, El Tambo y Totoró en el departamento del Cauca. Para el caso de los predios en donde se desarrolló el proyecto de investigación, las dos familias se beneficiaron con el apoyo institucional consistente en el aporte de los insumos básicos para el componente forestal representados en las plántulas, fertilizantes insumos para los cercos, transporte de insumos, herramientas, asistencia técnica e incentivos económicos representados en dinero en efectivo por el aporte de la mano de obra de las familias beneficiadas. Además de la fase del establecimiento, la CRC apoyó las labores de mantenimiento durante los años 2009 y 2010. Para el caso del componente agrícola en el sistema agroforestal, fue aporte del dueño del predio los costos representados en la semilla, abonos, mano de obra y transporte de insumos.

El proyecto de investigación se orientó al área de la agroforestería del tipo Silvoagrícola por cuanto combina un componente forestal con otro agrícola en el mismo espacio y al mismo tiempo; es decir, en forma simultánea se establecieron el *Eucalipto grandis* como especie forestal; yuca, maíz y el fríjol como componente agrícola. Esta parcela de 5 Has se estableció en propiedad del Señor Fredy Astaíza en el Municipio de Timbío a una altura de 1969 m. s. n. m. Ver Imagen 1 y 2.



Imagen 1. POLINDARA, Cesar. (s.f.). [Plantación de Eucalipto Grandis asociada a yuca, maíz y fríjol a los cinco meses de edad Vereda La Laguna Municipio de Timbío Departamento del Cauca].



Imagen 2. MONTOYA, Luis Carlos (s.f.). [Imagen actual de la plantación de Eucalipto grandis asociada a yuca, maíz y fríjol Vereda La Laguna Municipio de Timbío Departamento del Cauca].

Por otra parte el estudio consideró un componente de forestaría por cuanto se utilizó un rodal de 5 Has de Eucalipto grandis, el cual fue establecido en propiedad del señor Héctor Delgado a

una altura de 2027 m.s.n.m. en el Municipio de Sotar  con el objetivo de producir y proteger pero establecido con la tecnología propia de un cultivo comercial. Ver Imagen 3 y 4.



Imagen 3. MONTOYA, Luis Carlos (s.f.). [Plantación de Eucalipto Grandis a la edad de cinco (5) meses, Vereda La Primavera Municipio de Sotar  Departamento del Cauca].



Imagen 4. MONTOYA, Luis Carlos (s.f.). [Imagen actual de la plantación de Eucalipto grandis Vereda La Primavera Municipio de Sotar  Departamento del Cauca].

Como elemento de comparación o testigo para variables de diversidad biológica, en la investigación se seleccionó un lote dedicado a potrero en propiedad del señor Héctor Delgado a una altura de 2010 m. s. n. m. en la vereda La Primavera del Municipio de Sotará. Es importante resaltar que las condiciones del potrero son idénticas en cuanto a uso del suelo, pendiente del terreno y vegetación existente a las condiciones iniciales a los lotes seleccionados en el estudio (Ver imagen 5).



Imagen 5. MONTOYA, Luis Carlos (s.f.). [Área en potrero como testigo. Vereda La Primavera, Municipio de Sotará – Cauca].

1.2.2. Clima.

El área de influencia del proyecto (Municipio de Timbío y Sotará vereda la laguna y primavera respectivamente) está localizada al sur de la meseta de Popayán, presenta un clima muy complejo debido a su conformación orográfica, en especial las laderas occidentales de la cordillera Central - desde donde descienden vientos fríos, que son contrarrestados por vientos cálidos de la fosa del Patía, los cuales ascienden hasta los municipios de Timbío y Sotará

encauzados por los cañones de los ríos que lo bañan , y diferencias altitudinales que originan la ocurrencia de distintas áreas climáticas al interior del territorio municipal.

En la Tabla 1 se presentan las características climáticas del área de influencia del proyecto los cuales son el resultado de los reportes estaciones más cercanas al sitio del área de influencia del proyecto (Saladito, La Sierra y Paispamba) y en ella se reportan las siguientes características climáticas.

Tabla 1. Características climáticas del área de influencia del proyecto.

Característica	Mínima	Máxima	Promedio
Temperatura ambiente °C	17.3 °C	18.6°C	17.9 °C
Lluvia (dato anual histórico) (mm/año)	1200 mm	2450 mm	1.825 mm
Evaporación (mm/año)	76.7 mm	111.6 mm	94.15 mm
Horas de brillo solar (h/día)	97.1 hr	171.2 hr	134.15 hr
Humedad ambiente (%)	71 %	90 %	80.5 %

Fuente: Elaboración propia

1.2.3. Suelos y Aptitud de uso de los Suelos.

Para el caso del sistema silvoagrícola localizado en la Finca del señor Fredy Astaíza los suelos se caracterizan por la presencia de capas de cenizas volcánicas discontinuas sobre rocas ígneas (andesitas, tobas y brechas). Profundos, bien drenados, texturas moderadamente gruesas a finas, muy fuerte a ligeramente ácidos, alta saturación de aluminio, erosión moderada a severa y fertilidad baja. Según el Estudio General de suelos y Zonificación de Tierras elaborado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC 2009) en su taxonomía pertenecen a Typic Hapludoxs.

Referente a la aptitud de uso los suelos de esta región podría desarrollarse actividades de agroforestería agrosilvícola por cuanto son tierras de relieve ligera a moderadamente quebrado con pendientes hasta del 75% en clima templado húmedo y ocupan principalmente las posiciones geomorfológicas de montaña y lomerío (IGAC, 2009). La mayoría de los suelos se han originado de cenizas volcánicas; son moderadamente profundos, bien drenados, con fuerte acidez y baja fertilidad presenta limitaciones por pendientes escarpadas, susceptibilidad a la erosión alto contenido de aluminio y baja fertilidad. Requiere prácticas intensivas de conservación como obras de bioingeniería para evitar la degradación de los suelos.

En el sistema forestal típico de eucalipto sin asociación en propiedad del señor Héctor Delgado, los suelos son caracterizados por la presencia de capas de cenizas volcánicas discontinuas que cubren diabasas y basaltos. Profundos, bien drenados, texturas moderadamente gruesas a moderadamente finas, muy fuerte a fuertemente ácidos, alta a moderada saturación de aluminio, erosión ligera a severa y fertilidad moderada a baja. Los suelos según su taxonomía pertenecen a Andic Dystrudepts.(IGAC, 2009)

La aptitud de uso de los suelos son para desarrollar actividades forestales protectoras considerando que son tierras de relieve moderadamente quebrado a fuertemente escarpado con pendientes hasta del 75% y mayores; los suelos tienen muy baja profundidad efectiva, muy baja fertilidad, presencia de afloramientos rocosos o pedregosidad superficial y procesos de erosión activa hasta severos. Se requieren prácticas intensivas para la conservación de los suelos mediante la permanencia de la vegetación natural, la revegetalización especialmente en áreas afectadas por la erosión, obras biomecánicas requeridas y plantaciones forestales de buen comportamiento agronómico en la región.

1.2.4. Uso y Cobertura de los Suelos.

La vegetación natural en las fincas se presentan fragmentados en pequeños lotes y solo se encuentra en las vertientes de las cañadas y drenajes permanentes en formaciones relictuales y bosques de galería compuestas por especies como el roble (*Quercus humboldtii*), Palo bobo (*Heliocarpus popayanensis*), guayacán maderable (*Laphoencia speciosa*), impamo (*Clusia sp*), arrayán (*Myrcia sp*), aguacatillo (*Ocotea sp*) entre otras.

En los predios del proyecto fue notorio antes del establecimiento de los rodales, el conflicto muy alto por el sobre uso de los suelos considerando su aptitud forestal en lotes dedicados a pastos en donde predominaba el kikuyo (*Penisetum cladestinum*).

1.2.5. Actividad Económica de la región.

La región se caracteriza como zona marginal cafetera alta en donde predominan los cultivos de café, yuca, fríjol, maíz y pastos para la ganadería del tipo extensiva. Además se encuentra uno de los núcleos forestales de la empresa Smurfit Kappa Cartón de Colombia en donde es significativo el cultivo comercial de las especies *Eucalyptus grandis* y *Pinus tecunumanii*.

La tecnología empleada en la zona para los cultivos limpios como el caso de la yuca, no considera prácticas culturales que mitiguen el arrastre de los suelos y por consiguiente se presentan problemas crecientes de erosión severa manifestados por cárcavas y deslizamientos que generalmente afectan la infraestructura social como es el caso de las vías y los acueductos.

1.3. Antecedentes Investigativos

En el contexto mundial la literatura reporta un trabajo desarrollado en Nepal sobre los efectos de la presencia de los árboles que crecen en cultivos aplicando arreglos Silvoagrícolas utilizando Maíz *Zea mays* L bajo coberturas de árboles nativos y sin coberturas en tierras de secano. El rendimiento del maíz se comparó con y sin árbol y la sombra artificial para determinar sus respuestas por encima y por debajo del suelo a tales factores limitantes. El rendimiento de grano en la especie se redujo en un 33% a la sombra del árbol y en un 43% bajo sombra artificial en comparación con las condiciones naturales sin sombra. A medida que la luz ambiente no es óptima para el maíz, el cultivo rara vez alcanzado tasas máximas de fotosíntesis. Los resultados de este estudio fueron promisorios para los ganaderos en el desarrollo de genotipos de maíz adecuados para los sistemas de laderas complejas de Nepal, mejorando así la seguridad alimentaria. (Tiwari, TP, Brook, RM; Wagstaff, P; Sinclair, 2012).

En la región de costera del sur de Congo en suelos arenosos muy pobre desde 1978 en plantaciones de eucaliptos para fines comerciales se realizó un estudio sobre los efectos de la plantación en los factores biológicos y la fertilidad de los suelos. El resultado del informe entre otros aspectos indica el efecto de los suelos de la sabana y el bosque sobre la colonización del sotobosque y las tendencias de los cambios en la vegetación del sotobosque con la edad de la plantación y la densidad de los grupos taxonómicos principales de macrofauna y nematodos fue evaluada de acuerdo con la edad de la plantación y explotación forestal. El estudio arrojó que con el incremento de la edad de la plantación de eucalipto se incrementa la biodiversidad en macrofauna y la fertilidad del suelo.(Bernhard-Reversat. F ,2001)

En Hawaii se compararon plantaciones maduras de cuatro especies exóticas (*Casuarina* spp, *Eucalyptus robusta*, *Fraxinus*, y *Grevillea robusta*) con los parches remanentes de bosque seco nativo, para determinar si las plantaciones ayudaban a la recuperación de plantas nativas en hábitats perturbados secos. Se estudió el pH del suelo y los nutrientes, la estructura de suelo del bosque, estructura de la vegetación, la riqueza de especies y abundancia de especies, la riqueza de las semillas de las especies, el éxito de germinación de las semillas nativas y la supervivencia de plántulas, disponibilidad de frutos, la riqueza de especies de aves extranjero y nativas y la abundancia. Como resultado el estudio arrojó que las plantaciones de árboles exóticos no promovieron la restauración de plantas nativas en las zonas secas, considerando que existieron varias limitaciones para el establecimiento de plantas nativas en plantaciones de árboles, incluyendo la baja dispersión de semillas nativas, las bajas tasas de germinación de semillas y supervivencia de las plántulas bajo en las plantaciones. Las comunidades del sotobosque bajo los árboles de eucalipto fueron escasas por la aparición de especies invasoras. (Garrison, 2003)

Los antecedentes en la investigación en agroforestería son muy amplios y diversos en el contexto latinoamericano desde el ámbito de las caracterizaciones de los arreglos agroforestales, el comportamiento de los componente agrícolas y forestales, los impactos económicos, practicas ancestrales y las acciones de validación, a continuación se presentan algunas investigaciones que han sido desarrolladas en la región con condiciones ambientales similares (zona tropical) y que tienen relación con la temática de la presente investigación referido a arreglos forestales de tipo silvoagrícola.

En estudios realizados en Brasil en la zona de Mata Mineira, Müller et al. (2009) reportó estimaciones de volumen de biomasa de carbono en un sistema silvopastoril mixto de 4 ha,

compuesto por *Eucalyptus grandis* y *Acacia mangium* de 10 años de edad con pasto de *Brachiaria decumbens*, con una densidad de 105 árboles/ha (60 de eucalipto e 45 de acacia), un promedio de biomasa de carbono para los fustes de los árboles entre 24,8 y 11,17 ton./ha, en eucalipto, y de 6,94 e 3,12 ton./ha. Para la acacia, totalizando 31,74 ton/ha. de biomasa y 14,29 ton./ha. de carbono, lo que denota una ventaja del eucalipto como almacenador de carbono en estos sistemas de uso alternativo del suelo. Sin embargo el mismo autor considera que a pesar que los sistemas agroforestales representan un importante papel como sumideros de carbono, estos sistemas no han sido considerados para las retribuciones económicas por los servicios ambientales debidos entre otras razones por la ausencia de información cuantificada sobre su potencial de almacenamiento y fijación de carbono.

Dentro de los servicios ambientales prestados por los sistemas agroforestales, está el ciclaje de nutrientes, la formación de microclimas, aumento de la biodiversidad, aumento de biomasa y secuestro de carbono por los árboles y los forrajes que componen estos arreglos (Gutmanis, 2004; Miranda et al., 2007; Müller et al., 2009).

En el año 2001 se desarrolló en el Salvador una investigación, que fue adelantada por Rivas referida a “Análisis Económico: Sistema Agroforestal Eucalipto Asociado con Maíz, El Salvador” (Rivas, 2001), para tal efecto se utilizó la metodología del Análisis Costo Beneficio planteando dos escenarios, uno sin proyecto (monocultivo de maíz) y otro con proyecto (SAF eucalipto-maíz). Para el Análisis Financiero se utilizaron los precios de mercado y para el análisis económico, los precios cuenta obtenidos a partir de las Razones Precio Cuenta para El Salvador.

Luego se valoraron los costos económicos como la utilización de mano de obra y la utilización de recursos como insumos agroquímicos (Rivas, 2001). En cuanto a los beneficios económicos se valoraron los concernientes al aumento del consumo de maíz, así como al aumento del consumo de madera y de subproductos forestales, y la captura y fijación de CO₂.

Los resultados obtenidos de la investigación fueron:

- Los análisis financiero y económico presentaron alta rentabilidad del sistema agroforestal eucalipto-maíz sobre el monocultivo de maíz, siendo el VPN del incremental de signo positivo en ambos análisis, el VPN del incremental financiero fue de 4306.03 dólares UU.EE./ha con una Tasa de Interés de Oportunidad del 20%, y el VPN del incremental económico fue de 8098.43 dólares UU.EE./ha. con una Tasa Social de Descuento del 12%. Esto indica que para el agricultor es más rentable financieramente dedicarse al cultivo del SAF eucalipto-maíz que al monocultivo de maíz. (Rivas, 2001).
- Los beneficios por Captura de CO₂, pueden ser incorporados a este tipo de análisis. El aumento en el valor del VPNE económico con relación al VPN financiero, se debió probablemente al beneficio percibido por el aporte de la venta de CO₂ equivalente generado por el SAF eucalipto-maíz (Rivas, 2001).
- La sostenibilidad financiera y económica del sistema agroforestal eucalipto-maíz puede perdurar en el tiempo, bajo un manejo silvicultural de la plantación de eucalipto a través del manejo de rebrotes y se ahorran los costos de establecimiento de la plantación (Rivas 2001).

En estudios realizados en la zona cafetera central de Colombia (Farfan y Orrrego, 2004), se evaluaron tres especies forestales: *Cordia alliodora*, *Pinus oocarpa* y *Eucalyptus grandis*, como componentes de un sistema agroforestal con café. Las especies arbóreas se plantaron a 6,0 x 6,0m (278 plantas/ha) y el café se estableció a 1,5 x 1,5m (4.444 plantas/ha). Los resultados obtenidos permiten concluir que en la zona centro del país en condiciones óptimas para el desarrollo del cafeto, la producción está determinada por el grado de sombrío de los sistemas agroforestales. Si los niveles de sombrío son superiores al 60% (*Cordia alliodora*) ocurre una reducción en la producción del 39,0% comparada con el cafetal a libre exposición solar. Si el grado de sombra disminuye a niveles inferiores al 60% (*P. oocarpa* y *E. grandis*), la producción se reduce 15,5% en comparación con la producción en el monocultivo. Los coeficientes de correlación entre el porcentaje de cobertura de *C. alliodora* ($r=-0,30$) y *P. oocarpa* ($r=-0,98$), y la producción media del café, indican una relación lineal negativa entre estas dos variables, por tanto, si el nivel de sombrío aumenta disminuye la productividad del café. Entre el porcentaje de sombra de *E. grandis* y la productividad del café, el coeficiente de correlación, 0,06; indica que no hubo relación del sombrío y la productividad del café.

La FAO (Organización Mundial para la Agricultura y la Alimentación, siglas en ingles), El SENA (Servicio Nacional de Aprendizaje) y el Desarrollo Forestal Participativo de los Andes en el año 1995 evaluaron un sistema silvoagrícola en el Municipio de Tesalia en el Departamento del Huila en el cual se realizó un asocio dual (componente forestal más cultivo), utilizando como componente arbóreo el *Eucalyptus grandis* asociado en lotes individuales con los componentes agrícolas: yuca (*Manihot esculenta*), maíz (*Zea mays*) y frijol (*Phaseolus sp*) en una extensión de 3,0 hectáreas. El ensayo se realizó a una altura de 1.550 m.s.n.m. sobre suelos franco arenoso y

se reportaron crecimientos y producciones aceptables de los dos componentes. Referente a la evaluación económica utilizando como análisis el valor presente neto tomando como base el ciclo vegetativo de cada cultivo, con sus ingresos y egresos presento un valor para el año 1994 de \$5.260.721, una tasa interna de retorno del 18% calificada como razonable y una relación beneficio – costo de 5.8. (SENA- FAO, 1995).

En el estudio elaborado por la Corporación Autónoma Regional del Cauca (CRC) y La Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal (CONIF) realizado en el año 2005, titulado Caracterización de sistemas agroforestales en la Cuenca del Río Cauca, Departamento del Cauca (se obtuvo los siguientes resultados:

- En general la agroforestería en la cuenca es incipiente en cuanto a la superficie ocupada sin embargo los sistemas agroforestales tradicionales representados en las cercas vivas, los huertos y los relacionados con el cultivo de café y cacao se constituyen en un componente significativo de la actividad agrícola en la región (CRC - CONIF, 2005).
- De 20 modelos agroforestales evaluados el 40% correspondió a sistemas Silvoagrícolas. (CRC – CONIF, 2005).
- Se reconoció un predominio de las prácticas agroforestales tradicionales o artesanales, producto del legado histórico y cultural que aún persiste en las comunidades. (CRC – CONIF, 2005).

- En general, la agroforestería en la cuenca se establece como perspectiva de generar beneficios económicos adicionales ya sea por la venta de excedentes o para el consumo de productos en la misma finca (CRC – CONIF, 2005).
- Para las comunidades indígenas y los agricultores que reciben el acompañamiento de las organizaciones ambientalistas, la agroforestería, además de importante como estrategia de sobrevivencia y sostenibilidad económica es considerada indispensable para el equilibrio y la sustentabilidad ecológica. (CRC – CONIF, 2005).

1.4 Justificación.

El estudio de suelos realizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC 2009), determinó que los suelos del departamento del Cauca tienen aptitud forestal en un área de 2.130.608 Has que representa el 68% del total del área departamental. De esta cifra 896.533 has. (28%) deberán estar en sistemas agroforestales tales como los agrosilvopastoriles, silvipastoriles y silvoagrícolas. Este aspecto justifica el estudio de arreglos que combinen especies forestales de crecimiento rápido con especies agrícolas de ciclo corto que pueda representar beneficios en el corto plazo para las comunidades beneficiadas por proyectos gubernamentales.

En el Plan de Desarrollo Forestal para el Departamento del Cauca aprobado por la CRC en el año 2010 se estructuró dentro de sus ejes programáticos el fomento de la agroforestería y su uso como una de las herramientas de manejo del paisaje en ecosistemas estratégicos, pero la falta de

información en los aspectos financieros y diversidad biológica de especies y posibilidades de arreglos agroforestales aplicados a la zona **justifican** el desarrollo del proyecto y más especialmente en zonas habitadas por comunidades campesinas del Macizo Colombiano. Lo que indica que existe **articulación** del proyecto de investigación con el Plan de Desarrollo Forestal aprobado para el Departamento del Cauca (CRC, 2010).

La estructura agraria caracterizada por el tamaño pequeño de los predios en los ecosistemas forestales estratégicos del Cauca, han sugerido el desarrollo de proyectos de forestaría comunitaria que combine el crecimiento rápido de las especies forestales con la siembra de cultivos agrícolas entre los surcos y las calles del componente forestal lo que implica un **uso eficiente de la tierra** y de paso el aumento de los beneficios para las comunidades usuarias de las tecnologías, lo que hace del proyecto un **referente** para ser aplicado a los proyectos liderados por las instituciones como la Corporación Autónoma Regional del Cauca (CRC) o la Gobernación del Cauca, a través de la Secretaria de Desarrollo Agropecuario y Desarrollo Económico.

La Corporación Autónoma Regional del Cauca, en Calidad de Autoridad Ambiental del departamento requiere **validar y fomentar** desde el punto de vista financiero y diversidad biológica la adopción de la agroforestería (sistema silvoagícola) como una herramienta del manejo del paisaje en los procesos de restauración, rehabilitación y recuperación de ecosistemas forestales en el área de influencia del Macizo Colombiano, por tal razón la investigación es de vital pertinencia para el Departamento del Cauca (Macizo Colombiano).

La sustitución gradual de sistemas productivos convencionales en tierras de aptitud forestal y de protección por sistemas silvoagrícolas **es una alternativa sostenible** porque puede permitir el mantenimiento de la población en sus áreas de cultivo puesto que garantiza su seguridad alimentaria y el mejoramiento de sus condiciones de vida, así como la recuperación de la fertilidad de los suelos y la reversión del deterioro ambiental, especialmente con la recuperación de la capacidad de control del ciclo hidrológico.

La presente investigación **contribuye a la teoría**, es decir al conocimiento ambiental del área de influencia del macizo Colombiano desde dos aspectos:

- Explora el comportamiento de un sistema silvoagrícola aplicado a condiciones de **minifundios** que es la condición típica de producción para la zona de área de influencia del Macizo Colombiano.
- Permite **conocer las condiciones de diversidad biológica** (flora y fauna) de dos sistemas de producción forestal en el área de influencia del Macizo Colombiano.

1.5 Objetivos

1.5.1. Objetivo General.

Determinar la viabilidad financiera y la diversidad biológica de un arreglo agroforestal del tipo silvoagrícola compuesto por el *Eucalyptus grandis*, Maíz (*Zea mays*), yuca (*Manihot esculenta*

Crantz) y fríjol (*Phaseolus vulgaris L*) en la vereda La Laguna del Municipio de Timbío en comparación con un sistema forestal puro (*Eucalyptus grandis*) en la vereda La Primavera municipio de Sotaró departamento del Cauca.

1.5.2. Objetivos Específicos.

- Determinar el crecimiento del componente forestal con el inventario de cinco (5) hectáreas de *Eucalyptus grandis* que fue combinado con Maíz (*Zea mays*), yuca (*Manihot esculenta Crantz*) y fríjol (*Phaseolus vulgaris L.*) en la vereda La Laguna en el Municipio de Timbío y de cinco (5) hectáreas en *Eucalyptus grandis* que fue sembrado sin cultivos asociados en la vereda La Primavera Municipio de Sotaró Departamento del Cauca
- Caracterizar desde el punto de vista financiero y diversidad biológica los dos sistemas de producción forestal.
- Evaluar el componente financiero través de los indicadores de Tasa Interna de Retorno (TIR), Valor Presente Neto (VPN) y Relación Costo Beneficio (C/B), de los dos sistemas de producción forestal, para definir el proyecto de mayor rentabilidad.
- Evaluar la diversidad biológica en función de las variables flora y fauna en comunidades de hormigas en las unidades de muestreo a través de indicadores de índice de frecuencia, índice de abundancia, composición florística y clasificación taxonómica en los dos sistemas de producción forestal.

1.6. Hipótesis y Variables

1.6.1 Hipótesis.

El uso de la especie *Eucalyptus grandis* combinado con especies agrícolas de ciclo corto como el fríjol, maíz y yuca como arreglo agroforestal del tipo silvoagrícola presenta mejor rentabilidad financiera y una mayor diversidad biológica, que el uso de la plantación forestal pura la cual considera solo el componente forestal en predios de economía campesina en los Municipios de Timbío y Sotará Departamento del Cauca.

1.6.2. Variables.

1.6.2.1 Variables Independientes.

Competente Financiero

- Rendimientos en jornales de labores forestales
- Cantidades de obra
- Costos unitarios
- Rendimientos de los cultivos asociados
- Rendimientos de los cultivos puros
- Precios de venta de productos forestales y agrícolas
- Turno de corte

Crecimiento componente forestal.

Está determinado por el crecimiento de la masa forestal en volumen de madera que considera las siguientes variables independientes:

- Altura total de los árboles (metros); en cada individuo de las parcelas
- Diámetro a la altura del pecho (cm.) del fuste o tallo de los individuos
- Número de árboles vivos/ número de árboles establecidos

Diversidad Biológica.

- Frecuencia: Existencia o falta de una determinada especie en una parcela; la frecuencia absoluta se expresa en porcentaje (100% indica existencia de la especie en todas las parcelas); la frecuencia relativa de una especie se calcula como su porcentaje en la suma de las frecuencias absolutas de todas las especies.
- Abundancia: Es el número de individuos representados en arvenses y gramíneas por especie y la abundancia relativa como la proporción de los individuos de cada especie en el total de los individuos del ecosistema.

1.6.2.2 Variables dependientes.

Componente financiero.

- Índice de Uso Eficiente de la Tierra (UET): Coeficiente de la relación entre el rendimiento de un cultivo sembrado asociado (RA) y el rendimiento del mismo cultivo sembrado puro (RP), en condiciones ambientales parecidas.
- Valor presente Neto.
- Tasa Interna de Retorno.
- Relación Beneficio Costo.

Componente forestal.

- Crecimiento - volumen de madera: Depende de la altura total y diámetro a la altura del pecho
- Supervivencia en %; Número de árboles vivos relacionado con el número de árboles sembrados.

Componente diversidad biológica.

- Composición florística: Corresponde a la identificación taxonómica de las especies encontradas en cuanto a nombre vulgar, familia, género y especie.

- Nivel de Diversidad Alfa: Se refiere a la diversidad de especies y se compone de dos elementos variedad o riqueza y abundancia relativa de especies, su expresión se logra mediante el registro de número de especies, la descripción de la abundancia relativa y mediante el uso de una medida que combina los dos componentes.
- Índice de riqueza de especies: Se determina mediante el cálculo del índice de Margalef, este índice relaciona el número de especies sobre el número de individuos, mediante la siguiente fórmula:

$$Dmg = (S-1)/(Ln(N)), \text{ donde:}$$

Dmg= Índice de Margalef

S= Número de especies.

N= Número de Individuos.

Este índice se compara con otros índices obtenidos con otro tipo de ecosistemas para establecer la riqueza de especies, se ha establecido que para los bosques andinos como ecosistema de referencia el índice tiene un valor de 19.8.

- **Índice de abundancia relativa de especies:** Se determina mediante el cálculo del índice de Berger Parquer, la cual expresa la abundancia proporcional de la especie más abundante, este índice es independiente de las especies pero es fuertemente influenciado por el tamaño de la muestra, y se calcula mediante la siguiente fórmula:

$D = N_{max} / N$, donde:

d= Índice de Berger Parquer.

N_{max}= La mayor abundancia de las especies evaluadas.

N= Número de individuos totales.

Para la interpretación de este índice los valores numéricos se representan en forma recíproca es decir $1/d$, de esta manera son directamente proporcionales a la diversidad.

CAPÍTULO II. MARCO CONCEPTUAL

2.1. Definición de agroforestería

Según la FAO (Organización Mundial para la Agricultura y la Alimentación, siglas en inglés), agroforestería es un sistema de manejo sostenido de la tierra, que incrementa el rendimiento de esta, combina la producción de cultivos y plantas forestales y/o animales, simultánea o consecutivamente, en la misma unidad de terreno y aplica prácticas de manejo que son compatibles con las prácticas culturales de la población local. (FAO, 1998).

Según el ICRAF (Consejo Internacional para la Investigación en Agroforestería, siglas en inglés) 1999, La agroforestería es un sistema sustentable de manejo de cultivos y tierra que procura aumentar los rendimientos en forma continua, combinando la producción de cultivos forestales arbolados (que abarcan frutales y otros cultivos arbóreos) con cultivos de campo o arables y/o animales de manera simultánea o secuencial sobre la misma unidad de tierra, aplicando además prácticas de manejo que son compatibles con las prácticas culturales de la población local. (ICRAF 1999).

La agroforestería se puede considerar como la combinación multidisciplinaria de diversas técnicas ecológicamente viables, que implican el manejo de árboles o arbustos, cultivos alimenticios y/o animales en forma simultánea o secuencial, garantizando a largo plazo una productividad aceptable y aplicando prácticas de manejo compatibles con las habituales de la población local (Musálem, 2001).

La agroforestería es un arreglo forestal que desempeña una función importante en la conservación de la diversidad biológica dentro de los paisajes deforestados y fragmentados, suministrando hábitats y recursos para las especies de animales y plantas; manteniendo la conexión del paisaje (y, de tal modo, facilitando el movimiento de animales, semillas y polen); haciendo las condiciones de vida del paisaje menos duras para los habitantes del bosque; reduciendo la frecuencia e intensidad de los incendios; potencialmente disminuyendo los efectos colindantes sobre los fragmentos restantes; y aportando zonas de amortiguación a las zonas protegidas (Vargas y Sotomayor, 2004).

Se fundamenta en principios y formas de cultivar la tierra basado en mecanismos variables y flexibles en concordancia con objetivos y planificaciones propuestos, permitiendo al agricultor diversificar la producción en sus fincas o terrenos, obteniendo en forma asociativa madera, leña, frutos, plantas medicinales, forrajes y otros productos agrícolas (Ramírez, 2005).

Los sistemas agroforestales son una forma de uso de la tierra en donde leñosas perennes interactúan biológicamente en un área con cultivos y/o animales; el propósito fundamental es diversificar y optimizar la producción respetando en principio de la sostenibilidad (López, 2007).

Se trata del uso de una serie de técnicas que combinan la agronomía, la silvicultura y la zootecnia para lograr un adecuado manejo del conjunto y las interdependencias entre cada uno de sus elementos (CONAFOR, 2007).

En síntesis, la agroforestería se refiere a una gran variedad de sistemas, arreglos o asociaciones en las cuales se combinan árboles con pastos, cultivos y/o animales, todos involucrados en el mismo espacio o unidad de tierra, ya sea simultánea o secuencialmente.

2.2. Características fundamentales de un proyecto de Agroforestería

Según Farrell y Altieri (1999) la agroforestería incorpora cuatro características, los cuales se describen a continuación:

2.1.1 Sostenibilidad.

Se considera como un manejo sostenible de la tierra que incrementa su rendimiento integral, combina la producción de cultivos (incluidos cultivos arbóreos) y plantas forestales y/o animales, simultánea o secuencialmente en la misma unidad de tierra. La sostenibilidad de un sistema de producción corresponde a su capacidad para satisfacer las necesidades siempre en aumento de la humanidad sin afectar, y de ser posibles, el recurso base del que depende el sistema. Un sistema agrícola, desde el punto de vista socioeconómico, es sostenible si cumple con estos requerimientos:

- Satisfacer las necesidades energéticas de los agricultores.
- Satisfacer las necesidades alimenticias de los agricultores para que puedan asegurar una dieta balanceada y adecuada.
- Fortalecer los vínculos de solidaridad entre los miembros de la comunidad local.

La Agroforestería se considera como un manejo sostenible de la tierra que incrementa su rendimiento integral, combina la producción de cultivos (incluidos cultivos arbóreos) y plantas forestales y/o animales, simultánea o secuencialmente en la misma unidad de tierra.

2.1.2 Multidisciplinarietà.

La agroforestería como ciencia, involucra tres disciplinas básicas: la silvicultura, la agronomía y la ganadería. La idea es combinar los diferentes componentes para alcanzar un sistema de manejo que toma en cuenta los requerimientos de cada componente, mientras asegura una producción óptima.

Para implementar un proyecto de agroforestería se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- **Intención.** Se hace porque se quiere hacer
- **Interacción.** Los componentes deben interactuar entre sí, estas interacciones se refieren a la manera en que los diferentes componentes de un sistema agroforestal se relacionan entre sí, se clasifican como complementarias cuando la presencia de un componente mejora los rendimientos del otro o viceversa, neutras, cuando no genera ningún efecto entre los componentes del sistema. y antagónica, cuando un componente reduce el desarrollo de otro.
- **Múltiples salidas.** Debe ofertar más de un producto o servicio, y
- **Tiempo,** debe exceder el año de gestión.

2.1.3 Adaptabilidad cultural/socioeconómica.

Se aplica a una amplia gama de predios y de condiciones socioeconómicas, aunque tiene mayor impacto en zonas donde los agricultores no pueden adaptar tecnologías muy costosas y modernas.

2.3 Clasificación de los sistemas agroforestales.

Los sistemas agroforestales se clasifican de varias maneras según su estructura en el espacio, su diseño a través del tiempo, la importancia relativa y la función de los diferentes componentes, los objetivos de la producción y las características sociales y económicas vigentes, Nair (1985).

En cuanto a la estructura, el cual hace relación con la presencia y los componentes que conforman el sistema agroforestal, Nair (1985) establecen que los sistemas agroforestales se pueden clasificar en Agrosilvícolas (silvoagícola), Silvopastoriles y Agrosilvopastoriles (ver Figura 1).

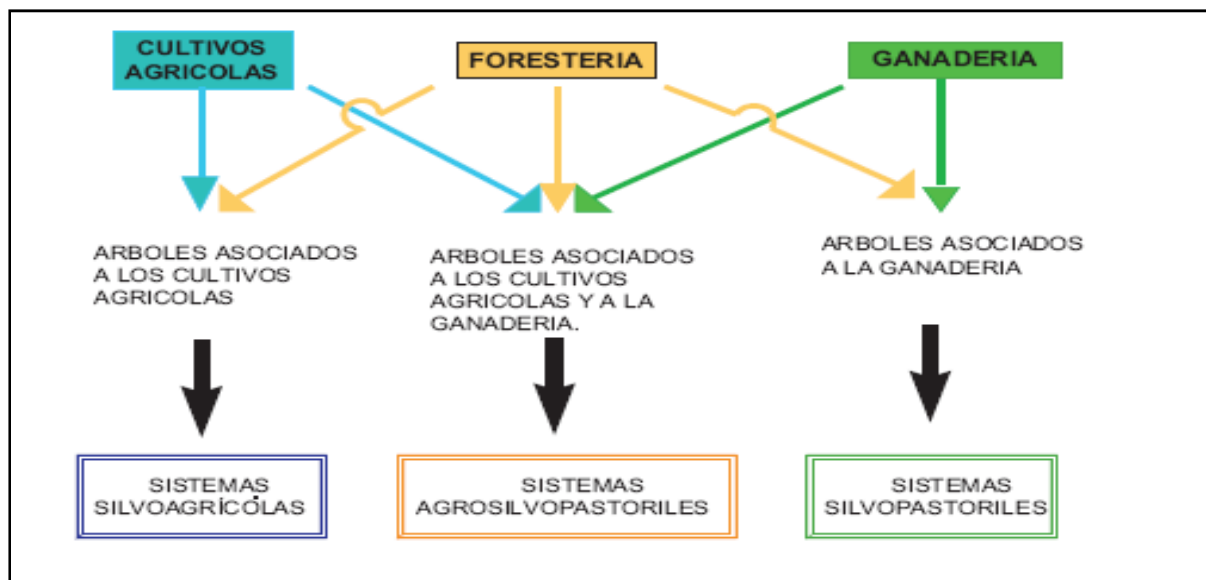


Figura 1. Nair (1985). [Clasificación de los sistemas agroforestales en función de los componentes que lo conforman].

2.3.1 *Sistemas Silvoagrícola.*

Comúnmente incluyen árboles y cultivos temporales, es decir igualmente combinan la agricultura y los bosques, (Nair,1985), dentro de esta clasificación está:

- El modelo Taungya: Consisten básicamente en la repoblación forestal combinada con el establecimiento de cultivos bajo la plantación hasta cuando el dosel del bosque permita la entrada de suficiente luz.
- Árboles frutales asociados con cultivos: En este arreglo se usa un aporte de sombra de cultivo y obtención de beneficio adicional con la comercialización de frutos o, en otros casos, busca el aprovechamiento de callejones entre frutales mediante el establecimiento de cultivos.

- Árboles de sombra o mejoradores del suelo en cultivos: La aplicación más característica de esta tipo relacionada con árboles leguminosos integrados al cultivo para mejorar utilización de nutrientes y paralelamente como reguladores de sombra.
- Cercas vivas y cortinas rompevientos: Se practican en zonas ganaderas y sabanas. Es común encontrarlos alrededor de cultivos agrícolas especialmente en regiones con grandes corrientes de aire. Las cercas vivas se utilizan en la delimitación de fincas o lotes para impedir el paso de ganado; las cortinas rompevientos se establecen para reducir la velocidad del viento o disminuir la erosión causada por el viento. A la vez la madera es utilizada para leña, carbón, postes, como forraje y en algunos casos para aserrío.

2.3.2 Sistemas Agrosilvopastoriles.

Son los que combinan la agricultura, los bosques y el pastoreo, permitiendo la siembra, la labranza, la recolección de la cosecha por largos periodos vegetativos y el pastoreo dentro de los cultivos y el bosque sin dejar al suelo desprovisto de vegetación. Se han subdividido en:

- Cultivos y ganadería en plantaciones forestales: Una vez establecida la plantación forestal, se aprovecha el suelo con pastoreo o con el establecimiento de algunos cultivos que toleran parcialmente la sombra.
- Árboles asociados con cultivos y ganadería: Estos modelos se suceden al desmontar el bosque para cultivar y dejar residuos o cortinas con algunos árboles, con los que se logre garantizar algún valor comercial.

- Huerto caseros mixtos: Esta sistema es el que tradicionalmente se localiza alrededor de las viviendas y consiste en el establecimiento de una diversidad de especies de todo tipo incorporando algunas veces animales domésticos.

2.3.3 Sistemas Silvopastoriles.

Son aquellos que combinan el pastoreo y el bosque. El objetivo principal es la ganadería; en forma secundaria se logra la producción de madera, leña o frutas. Se pueden clasificar en:

- Pastoreo o producción de forraje en plantaciones forestales: En esta modalidad se permite el crecimiento de los árboles hasta que alcancen un desarrollo suficiente como para no ser dañados cuando se introduzca el ganado.
- Pastoreo o producción de forraje en bosques secundarios: Por lo general se efectúa un raleo del bosque secundario o rastrojo alto permitiendo la aparición de rastreras y gramíneas que facilita el pastoreo de ganado menor, el cual además de consumir el forraje ramoneo algunas de las especies.
- Árboles o pastizales: En este modelo se introducen maderables de valor comercial, mejoradores del suelo o proveedores de sombra en pastizales ya establecidos.
- Árboles y arbustos productores de forraje: A este modelo pertenecen los bancos de proteínas establecidos con leguminosas especialmente de los géneros, *Leucaena*, *Gliricidina* y *Erythrina*, así como también *Trichantera*.

Montagnini, et al(1992), presenta una clasificación descriptiva de acuerdo con el tiempo, el espacio y la asociación existente entre ellos. Esta clasificación presenta dos tipos de sistemas agroforestales, los cuales se describen a continuación:

2.3.4 Sistemas Agroforestales secuenciales.

En este tipo de sistema agroforestal los componentes presentan una relación cronológica entre las cosechas anuales y los productos arbóreos, es decir que los cultivos anuales y las plantaciones de árboles se suceden en el tiempo.

En los sistemas secuenciales, las cosechas y los árboles se turnan para ocupar el mismo espacio, los sistemas generalmente empiezan con cosechas agrícolas y terminan con árboles, la secuencia en el tiempo mantiene la competencia a un mínimo, los árboles en un sistema secuencial deben crecer rápidamente cuando los cultivos no lo están haciendo, deben reciclar minerales de las capas de suelo más profundas, fijar nitrógeno y tener una copa grande para ayudar a suprimir plantas indeseables.

2.3.5 Sistemas agroforestales simultáneos.

Consisten en la asociación simultánea y continua de cultivos anuales o perennes, árboles maderables, frutales o de uso múltiple, y/o ganadería. Estos sistemas incluyen asociaciones de árboles con cultivos anuales o perennes, huertos caseros mixtos y sistemas agrosilvopastoriles.

En un sistema simultáneo, los árboles y las cosechas agrícolas o los animales crecen juntos, al mismo tiempo en el mismo pedazo de terreno, estos son los sistemas en los cuales los árboles compiten principalmente por luz, agua y minerales, la competencia es minimizada con el espaciamiento y otros medios, los árboles en un sistema simultáneo no deben crecer tan rápido cuando la cosecha está creciendo también rápidamente, para reducir la competencia, los árboles deben tener también raíces que lleguen más profundamente que las de los cultivos, y poseer un dosel pequeño para que no los sombreen demasiado.

Para el caso de la presente investigación, se trata de un arreglo agroforestal de tipo agrosilvícola (silvoagrícola) y de tipo simultáneo.

2.4 Criterios de valoración de los sistemas agroforestales.

2.4.1. Componente Financiero.

La evaluación de un proyecto es el proceso de medición de su valor, que se basa en la comparación de los beneficios que genera y los costos o inversiones que requiere, desde un punto de vista privado o social.

La evaluación de los proyectos de inversión (Arboleda, 1998) se basan en el análisis de los ingresos y gastos relacionados con el proyecto, teniendo en cuenta cuándo son efectivamente recibidos y entregados, por lo que se utiliza la información contenida en los flujos de caja (cash flows) que se obtienen en dicho proyecto.

El flujo de efectivo de un proyecto está representado por las categorías de montos de costos e ingresos, que se incurren por período y a lo largo del periodo total del tiempo de una inversión en la ejecución de un proyecto. El cuadro del flujo de efectivo es la síntesis numérica de los costos e ingresos de una inversión expresada en forma gráfica y es el primer paso en la evaluación económica y financiera de una inversión.

Los indicadores más utilizados para evaluar la viabilidad económica de un proyecto de inversión son el Valor Presente Neto (VPN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y la Relación Beneficio/Costo (B/C). Estos indicadores de evaluación permiten: dar una medida más o menos ajustada, de la rentabilidad que se puede obtener con el proyecto de inversión, antes de ejecutarlo; compararlo con otros proyectos similares, y, en su caso, realizar los cambios en el proyecto que se consideren oportunos para hacerlo más rentable (Arboleda, 1998). A continuación se explica en qué consisten y cómo se calculan estos indicadores:

Valor Presente Neto (VPN):

Esta es una medida financiera utilizada para determinar el valor de la suma de los ingresos o beneficios netos (beneficios o ingresos brutos menos costos) de una alternativa con una tasa de descuento (para traer un valor futuro a uno presente) predeterminada y un período de tiempo determinado. Constituye uno de los criterios financieros de mayor aceptación para la toma de decisiones de un proyecto. No es más que el valor del proyecto medido en dinero de hoy, o el equivalente en pesos actuales de los flujos de ingresos y egresos, presentes y futuros, que constituyen el proyecto. Para utilizar este criterio, se requiere conocer previamente el costo de oportunidad del capital para el inversionista o para el financiador del proyecto.

Utilizando este criterio se tiene:

Si “ r ” como la tasa de descuento se asume como la tasa de interés del mercado que se utiliza en el cálculo del valor presente, entonces:

$VPN(r) > 0$, El proyecto es conveniente.

$VPN(r) = 0$, El proyecto representa una valoración del futuro igual a la valoración del presente.

$VPN(r) < 0$, El proyecto no es atractivo.

A la hora de elegir entre dos proyectos, se elegirá aquel que tenga el mayor VPN. Este método se considera el más apropiado para analizar la rentabilidad de un proyecto.

El Valor Presente Neto (VPN) es una cifra que sirve como indicador de la eficiencia financiera del proyecto y puede determinar si un proyecto es financieramente sostenible. La manera adecuada de desarrollar tal cálculo del VPN e interpretar el resultado es realizando la evaluación con proyecto sostenible versus “sistema sin proyecto (tradicional)”, en lo conocido en el análisis financiero de proyectos como análisis incremental o análisis marginal, técnica específica de evaluación de proyectos que se consideran mutuamente excluyentes.

El concepto de mutuamente excluyente se refiere a aquella situación en donde se presentan dos proyectos diferentes para solucionar una problemática y que de implementarse uno de los dos, por imposibilidad de la implementación del otro, lo excluye (Varela, 1982). Y si cualquiera de los dos que se implemente excluye al otro, se está refiriendo a una exclusión mutua.

Tasa interna de retorno (TIR):

Por cuanto la evaluación de los Sistemas de producción forestal están circunscritos a un factor de temporalidad, uno de los mejores criterios para la toma de decisiones lo constituye la Tasa Interna de Retorno (TIR), la cual se define como aquella tasa “ r “ que hace igual a cero el Valor Presente de un flujo de beneficios netos. Vale decir, es aquella tasa de descuento que aplicada a un flujo de beneficios netos hace que el beneficio al año cero sea exactamente igual a cero (0). Se denota de la siguiente manera:

$$VPBN = 0 = \sum B_{ni} / (1+r)^i, \text{ Donde :}$$

VPBN= Valor Presente del flujo de beneficios netos o valor presente neto.

B_{ni}= Flujo de beneficios netos en el tiempo.

(1+r)ⁱ= Factor de actualización.

r = Tasa interna de Retorno.

El proyecto se recomienda realizar si r es mayor que el costo de oportunidad del capital, ya se trate del capital del inversionista o del capital del financiador.

Como lo afirma Arboleda (1998), la tasa interna de retorno es la referencia para múltiples análisis de la rentabilidad de una inversión, al compararse con la tasa de interés del mercado, la tasa de interés a la que un usuario obtenga un préstamo o la tasa esperada del rendimiento de una acción u otro valor transable en la Bolsa, entre otras.

Relación Beneficio/Costo (B/C).

Es la tasa que se obtiene al dividir los beneficios brutos actualizados entre los costos actualizados. Para determinar si una alternativa es o no económica se utiliza el siguiente criterio: si la tasa de B/C da un resultado igual a 1.0 entonces el valor presente de todos los costos es justamente igual al valor presente de todos los beneficios. Es decir, no hay ganancia. Si el B/C es mayor que 1.0, los beneficios actualizados son mayores que los costos actualizados.(Arboleda, 1998). Entonces, la alternativa es económicamente favorable con la tasa de descuento escogida. Caso contrario sucede si la tasa B/C es menor que 1.0.

2.4.2 Índice de asociaciones agroforestales.

Índice de Uso Eficiente de la Tierra (UET): fue descrita por Willey (1979) y Baldy & Stigter (1993). También se denomina uso de utilización equivalente de la tierra y se utiliza para determinar la eficiencia de los sistemas de producción. Este índice se calcula dividiendo los coeficientes de la relación entre el rendimiento de un cultivo sembrado asociado (RA) y el rendimiento del mismo cultivo sembrado puro (RP), en condiciones ambientales parecidas.

UET: RA / RP : (Rendimiento del cultivo sembrado con otros cultivos)/(Rendimiento del cultivo sembrado solo).

2.4.3 Componente Diversidad Biológica

En paisajes fragmentados, donde las actividades humanas han transformado los hábitats nativos para convertirlos en parches de diversos tamaños y formas, con diferente grado de aislamiento (Según el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR 2009 que citan a Forman 1995, Kattan & Murcia, 2003; Fahrig, 2003), los patrones de distribución de la diversidad se ven afectados por las características de composición, fisionomía (Según el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR 2009 que citana Dunning et al. 1992) y conectividad estructural en el paisaje (Según el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR 2009que citan a Taylor et al. 1993; Brooks, 2003), ocasionando patrones y procesos funcionales particulares, muchos de ellos aún no estudiados ni comprendidos.

Muchas de las metodologías para el estudio de la diversidad biológica más renombradas y utilizadas han sido diseñadas para trabajar en áreas poco transformadas o donde el área no constituye factor limitante para el muestreo (Según el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR 2009 que citan a Müeller-Dombois & Ellenberg, 1974; Gentry, 1982; Matteucci & Colma, 1982; Rangel & Velásquez, 1997; Villarreal et. al 2004);no obstante, al estudiar paisajes fragmentados, donde el área de los diferentes elementos del paisaje es muy pequeña se hace necesario generar una metodología para la caracterización de comunidades (Según el Instituto de Investigación de

Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR 2009 que citan a Longino & Colwell, 1997) que además de ser rápida sea eficiente en permitir aproximarse a la composición y estructura general de las diferentes coberturas vegetales que componen el paisaje de áreas transformadas.

El instituto Humboldt (2009) diseñó y validó una metodología para aproximarse al conocimiento de la biodiversidad en paisajes transformados por actividades antrópicas a través de la caracterización de comunidades. Esa caracterización se basa en la distribución, abundancia y riqueza de las comunidades presentes en los diferentes paisajes lo que permitirá inferir su estado de conservación.

Tres (3) grupos biológicos, plantas, aves y hormigas fueron seleccionados para hacer muestreo debido a que cumplen con las siguientes características:

- Funcionan a diferente escala ecológica y espacial
- Se tiene buen conocimiento taxonómico de ellos
- Presentan baja estacionalidad.
- Los métodos para colección de información y muestras son sencillos y económicos.
- Son fáciles de encontrar en el campo.

El método de muestreo sugerido por Humboldt para cada uno de estos tres grupos ha sido probado exitosamente para la caracterización de los elementos del paisaje fragmentado (Según el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR 2009 que cita a Mendoza 2008).

Para la caracterización biológica la variable de respuesta de las comunidades biológicas será la biodiversidad alfa o intrahabitat que es una medida del número de especies de una muestra en ese sentido, la biodiversidad alfa dependerá del grupo biológico seleccionado para la evaluación en el paisaje rural: Para este caso de los biólogos de la conservación como una solución a la imposibilidad de evaluar toda la posibilidad de evaluar toda la biodiversidad en un paisaje el uso de indicadores de biodiversidad.

El objetivo de usar indicadores de biodiversidad se fundamenta en el supuesto que plantea, que al medir la diversidad alfa de un taxa se está reflejando la medida de la biodiversidad de otros taxa que comparten el paisaje o el hábitat (Según el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR 2009 que cita a Noss, 1990; Hammond, 1994; Gaston & Blackburn, 1995).

2.4.3.1. Diversidad biológica a partir de la caracterización de poblaciones de hormigas.

Los insectos son el grupo de organismos más grande en diversidad de especies y en abundancia sobre la tierra, representando el 80% de los organismos descritos (Campos & Fernández, 2002) y más de la tercera parte de la biomasa animal existente (Hölldobler & Wilson, 1990). De este porcentaje, el 31% corresponde al Orden Hymenoptera (Andrade et al, 2007) y de este, el 10% corresponde a la familia Formicidae (Fernández, 2000).

Esta familia es la más diversa dentro de los insectos sociales existentes, es decir, abejas, avispas y termitas (Ward, 2007). Cuenta con más de 12.000 especies descritas Bolton (2003), según Ward(2007) y muchas más en espera por ser descubiertas.

En cuanto a su diversidad, a nivel mundial cuenta con cerca de 4 subfamilias fósiles y 21 vivientes (Fernández & Palacio, 2006), divididas en 373 géneros y 11079 especies (Fernández, 2000). En el neotrópico, esta cifra corresponde a 14 subfamilias, cerca de 150 géneros (Martín-Piera et al, 2000) y alrededor de 3100 especies (Fernández, 2003) y para Colombia 91 géneros y cerca de 1000 especies (Fernández, 2003; Fernández & Sedoya, 2004).

Las hormigas han llegado a ocupar los hábitat terrestres más importantes, con excepción de la tundra fría y los bosques siempre húmedos (Ward, 2007): anexo a esto, tienen gran variedad de comportamientos sociales, hábitos alimenticios, estrategias reproductivas y de forrajeo y asociaciones con otros organismos (Hölldober & Wilson, 1990; Ward, 2007), además de la diversidad de castas dentro de una misma colonia y de sus innumerables funciones ecológicas, dentro de las que se encuentran la dispersión de las semillas, control biológico de otras especies, entre otros, debido a la diversidad, abundancia y amplia distribución que presentan (Arias, 2003; Jaffe, 1993; Hölldober & Wilson, 1990). Estas condiciones hacen que ellas sean importantes como parte activa de la regulación de los ciclos ambientales de un lugar. Por ejemplo, muchas especies predan a otros artrópodos contribuyendo a mantener el equilibrio natural dependiendo del ecosistema en el que se encuentren. Es así, como las hormigas pueden ser consideradas plagas en un agroecosistema particular bajo ciertas circunstancias, y/o efectivos agentes controladores de plagas, bajo otras condiciones (Feeley, 2005; Ramírez & Calle, 2004; Loddo et al, 2001).

Si bien las hormigas son cosmopolitas, las diferentes alteraciones del hábitat influyen directamente sobre su diversidad y abundancia y por ende en sus relaciones con otros organismos y con el ambiente (Cammell, 1996). Actualmente hay una fuerte tendencia a considerarlas como indicadores negativos en el caso de especies relacionadas con la perturbación humana, pues éstas revelan disturbios en el medio ambiente, biota nativa o con la integridad ecológica. Este es el caso para *Wasmania auropunctata* que en estudios realizados en el bosque seco se halla una correlación negativa directa entre la frecuencia de colecta y la degradación del área estudiada (Arcilla et al, 2003), al igual que para especies como *Linepithema humile*, registrada en plantaciones de eucalipto introducido en Portugal (Cammell, 1996) o de los géneros *Atta* y *Acromyrmex* asociados a devastaciones en cultivos primitivos de eucalipto o de cañadulzales (Della, 2003).

Actualmente, su uso como indicadores ambientales se considera restringido debido a la hiperdiversidad que presentan, a la tendencia a mostrar rangos geográficos de distribución discontinuos y al poco conocimiento en su biología y ecología (Arcila et al, 2003).

Este estudio compara la riqueza en tres zonas con diferentes condiciones de uso de suelo (cultivo de eucalipto puro, un arreglo forestal y potrero) para estimar como varía la comunidad de formícidos según las condiciones de cada área muestreada.

2.4.3.2. Caracterización de diversidad biológica en flora.

De acuerdo a la experiencia desarrollada por el Instituto de Investigaciones Alexander Bon Humboldt en la zona cafetera de Colombia, para caracterizaciones de flora en paisajes rurales, se emplean parcelas rectangulares sobre las cuales se trazan transectos de longitud uniforme y a su vez se localizan las subparcelas para el muestreo de árboles, arbustos y arvenses. Sobre los extremos de las parcelas se ubican las trampas para el muestreo de fauna, explícitamente las poblaciones de hormigas. Los transectos son localizados a corta distancia para permitir recoger los elementos esenciales del paisaje especialmente en las cañadas lineales con presencia de bosques riparios andinos. (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR, 2009).

2.5. Descripción de los componentes del sistema Silvoagícola utilizados en la investigación.

Considerando que en la investigación se abordará un arreglo forestal silvoagícola, a continuación se describen los aspectos más significativos del componente forestal y los componentes agrícolas a utilizar.

2.5.1. Eucalyptus grandis.

El eucalipto de la familia Myrtaceae con el nombre científico *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Miaden (y se encuentra naturalmente entre 32 y 17 grados de latitud sur en la región costera de Queensland y en el Nuevo Gales del Sur en Australia, en un rango altitudinal entre 0 y 900

metros. Se ha introducido en África, Asia, América del Sur y América Central gracias a su rápido crecimiento, productividad y adaptabilidad (CONIF, 2002).

En Colombia crece bien entre 1000 y 2000 m.s.n.m. y es una de las especies forestales más cultivadas en los departamentos del Cauca, Valle del Cauca, Caldas. (Federación Nacional de Cafeteros, CENICAFE, KFW, Smurfit Kappa cartón de Colombia, 2006).

2.5.1.2. Utilidad.

El uso principal de la especie en el país es como materia prima para la elaboración de pulpa para papel y para ello se utilizan densidades de siembra de 1600 árboles/ha. en turnos de producción de 7 años sin ningún tipo de intervención. Pero a pesar de ser no muy difundido su uso también se utiliza para la construcción pesada, como techos, durmientes (preservados), y en la elaboración de pisos y parqué. En Brasil varias empresas forestales emplean el Eucalipto grandis en turnos de 20 años para la producción de madera de aserrío. Como madera redonda e inmunizada es utilizada para postes de telefonía, o para postes de cercas. Adicionalmente la madera se utiliza en tableros de fibra, tableros de partículas, como leña y carbón. (Federación Nacional de Cafeteros, Centro nacional de Investigación de café CENICAFE, bankengruppe KFW, Smurfit Kappa Cartón de Colombia, 2006)

2.5.1.3. Producción, área sembrada y rendimientos.

Un m³ de madera de eucalipto en estado verde pesa 938,3 kg (0.938 ton.) y un m³ de madera seca tiene un peso de 0.4686 ton., el volumen con corteza de un árbol se estima en 2.219 m³/árbol, el

volumen comercial sin corteza $0.150 \text{ m}^3/\text{árbol}$ y el peso verde comercial sin corteza de 144 kg. Los estudios de producción muestran que el máximo de crecimiento corriente en área basal se presenta a los 4 años con un valor de $16.2 \text{ m}^2/\text{ha}$ y su máximo crecimiento en volumen es a los 5 años de 3edada en la cual presenta un crecimiento anual de $78.7 \text{ m}^3/\text{ha}$. y un volumen acumulado de $239,8 \text{ m}^3/\text{ha}$. Los crecimientos medios anuales de $37.3 \text{ m}^3/\text{ha./año}$ y el máximo de crecimiento medio anual a los 9 años con un valor de $53.14 \text{ m}^3/\text{ha}$. y a partir de allí el crecimiento de la especie se reduce. (Federación Nacional de Cafeteros, Centro nacional de Investigación de café CENICAFE, bankengruppe KFW, Smurfit Kappa Cartón de Colombia, 2006).

Considerando que el género se ha convertido en los últimos 30 años en el abastecedor principal de celulosa se ha estimado una producción mundial cercana a 208 millones de toneladas en el año 2002. Para el caso de Latinoamérica Brasil produce 8 millones de toneladas, Chile tres millones y Argentina dos millones. En Brasil se presenta la experiencias más exitosa del mundo de aprovechamiento del genero ya que con cuatro (4) millones de hectáreas plantadas comercialmente alcanzan rendimientos de $46 \text{ m}^3/\text{ha./año}$. (Restrepo y Sánchez 2008) la En el país se cuenta con plantaciones con fines comerciales en un área de 15.984 has.

2.5.2. Yuca.

La yuca -*Manihot esculenta* Crantz- pertenece a la familia Euphorbiaceae. Originaria de América del sur la yuca fue domesticada hace 5000 años y cultivada extensivamente desde entonces en zonas tropicales y subtropicales del continente (CIAT, 1993).

La yuca es el cuarto producto básico más importante después del arroz, trigo y maíz, y es un componente básico en la dieta de más de 1000 millones de personas (FAO, 2000)

En África se planta aproximadamente el 60% del área mundial total, pero solo se cosecha el 50% de la producción mundial. Asia produce el 30% de la yuca del mundo, en un área que representa solo el 22% del total, lo que indica las altas productividades en ese continente, de hecho, India es el país de más altos rendimientos en el mundo 33.5 ton/ha (FAOSTAT, 2010).

En América latina y el Caribe se planta el 16% de la superficie dedicada a la yuca en el mundo, con una producción que representa un poco menos del 19% del total. Colombia ocupa el puesto No. 21 en la producción mundial de yuca. (FAOSTAT, 2010).

2.5.2.1 Utilidad.

La yuca se caracteriza por su gran diversidad de usos. Tanto sus raíces como sus hojas pueden ser consumidas por humanos y animales de maneras muy variadas. La presencia de glucósidos cianogénicos, tanto en las raíces como en las hojas, es un factor determinante en el uso que se le dará a la producción de yuca. (CLAYUCA, CIAT & Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2006).

Las variedades llamadas dulces tienen niveles bajos de estos glucósidos y pueden ser consumidos de manera segura, luego de los procesos normales de cocción. Las variedades llamadas amargas tienen niveles tan altos de glucósidos que necesitan un proceso más sofisticado para que sean

aptas para el consumo humano, estas variedades son más que todo utilizadas para procesos industriales principalmente a partir de su almidón para producir harinas, almidón y alcohol.(CLAYUCA, CIAT &Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2006).

2.5.2.2 Producción, área sembrada y rendimientos.

A nivel nacional se sembraron en 31 departamentos un total de 174.920 ha de yuca para una producción de 1.871.518 ton, con un rendimiento de 10.7 tn/ha, de acuerdo con reporte del anuario estadístico agropecuario para el año 2011 (Agronet, 2011)

A nivel regional en el departamento del Cauca en el año 2011 se sembraron 3541 Ha el cual arrojó una producción de 33.821 ton para un rendimiento de 9.55 ton/ ha.

El mayor productor de yuca a nivel nacional es el departamento de Bolívar con una área sembrada de 32.800 ha, una producción de 329.954 ton y un rendimiento de 10.06 ton/ha.

2.5.3 Maíz.

El maíz, *Zea mays* L., es una especie monocotiledónea anual, perteneciente a la familia de las poáceas (gramíneas). A diferencia de los demás cereales, es una especie monoica, lo que significa que sus inflorescencias, masculina y femenina, se ubican separadas dentro de una misma planta; esto determina además que su polinización sea fundamentalmente cruzada. (FENALCE 2010)

A nivel Mundial los principales países productores de maíz en el 2000 son en su orden: Estados Unidos, China y Brasil que agrupan el 66% de la producción mundial. (FAO ,2000)

En Colombia la producción de maíz considera básicamente dos grandes sistemas “el tradicional” que utiliza genotipos criollos, alto uso de mano de obra y muy poco uso de agroquímicos, y “el tecnificado” que utiliza genotipos mejorados, mecanización y agroquímicos. Según los estudios realizados por Torregrosa 1957, en Colombia existen 23 razas de maíz y en los bancos nacionales de germoplasma se tiene registradas 5.600 accesiones. Existe una enorme variabilidad entre plantas de la misma raza, razón por la que los campesinos e indígenas reconocen gran cantidad de variedades y ecotipos y, probablemente una misma variedad tenga diferentes nombres en distintas zonas del país (Torregrosa, 1957).

2.5.3.1 Utilidad.

El maíz amarillo se usa como fuente de calorías para la fabricación de concentrados y por el color amarillo (carotenos) da buen color a los huevos (rosados) y a la piel de las aves. El maíz blanco como fuente de carbohidratos para consumo humano para la fabricación de arepas y otros derivados. Del maíz se obtienen un sin número de derivados para la industria tales como: fabricación de aceite, gomas, pegantes, almidón industrial, producción de etanol y gasohol, del maíz blanco se usa la harina para relleno en la fabricación de medicinas, para consumo humano, en féculas, harinas, jarabes edulcorantes entre otros. Igualmente el Maíz es importante para la utilización en la alimentación animal como ensilaje. (FENALCE ,2010).

2.5.3.2 Producción, área sembrada y rendimientos.

Según reporte del anuario estadístico agropecuario para el año 2011 (Agronet, 2011), se sembraron en 31 departamentos de Colombia un total de 377.643 ha de maíz el cual arrojó una producción de 556.212 ton para un rendimiento de 1.47 ton/ha.

A nivel regional en el departamento del Cauca para el año 2011 se sembraron 5.211 ha de maíz que arrojó una producción de 6.196 ton para un rendimiento regional de 1.19 ton/ha.

El mayor productor de Maíz a nivel Nacional es el Departamento de Bolívar con una área sembrada de 66.987ha, una producción de 94.437 ton y un rendimiento de 1.41ton/ha.

2.5.4 Frijol.

El frijol, *Phaseolus vulgaris* L, es una especie dicotiledónea anual, perteneciente a la familia de las fabáceas, antiguamente conocida como familia de las papilionáceas. El frijol es una especie que presenta una enorme variabilidad genética, existiendo miles de cultivares que producen semillas de los más diversos colores, formas y tamaños. Si bien el cultivo se destina mayoritariamente a la obtención de grano seco, tiene una importante utilización hortícola, ya sea como poroto verde o como poroto granado. (CORPOICA, 2010)

El frijol es la leguminosa más cultivada a nivel mundial y participa con el 57% de la oferta mundial de leguminosas. Los principales productores de frijol seco son la India, Brasil, China,

Estados Unidos, Myanmar, México, Indonesia y Argentina ; los principales productores de frijol verde son China, Turquía, India, España, Italia y Egipto, y los de frijol en vaina son Estados Unidos, Francia, Iraq y México. (FAO, 2007)

2.5.4.1 Utilidad.

Se consume cocida al estado cocido en diferentes guisos calientes. Tradicionalmente, ha sido un producto comercializado en vaina o enlatado de amplia aceptación por el público. Estos se destinan fundamentalmente al mercado fresco y a la industria de alimentos congelados. En el caso de poroto verde, también es de relativa importancia el consumo en forma enlatada.(FENALCE 2009)

2.5.4.2 Producción, área sembrada y rendimientos

De acuerdo con reporte del anuario estadístico agropecuario para el año 2011 (Agronet, 2011), se sembraron en 26 departamentos de Colombia un total de 115.250 ha de fríjol, el cual arrojó una producción de 129.456 Ton, para un rendimiento de 1.12 ton/ha.

A nivel regional en el departamento del Cauca para ese mismo año se sembraron 3.055 ha de fríjol para una producción de 3.873 ton, el cual arrojó un rendimiento de 1.27 ton/ ha.

El departamento del Huila fue el mayor productor de fríjol a nivel nacional con un total de área sembrada de 23.836 ha para una producción de 24.671, arrojando un rendimiento de 1.04 ton/ha.

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1. Caracterización del componente forestal

La descripción de las actividades que se realizaron para el establecimiento de las dos unidades de muestreo (sistema forestal silvoagrícola y sistema forestal puro) fueron determinadas mediante la consulta al proyecto formulado por la CRC para el establecimiento del proyecto, los informes de gestión, la visita a los sitios de muestreo previamente determinados, consulta a los propietarios de los predios, quienes aportaron la mano de obra y consulta a los profesionales y técnicos de la institución encargados de prestar la asistencia técnica. La caracterización del componente forestal fue similar en los dos sistemas de producción y se obtuvo la siguiente información:

3.1.1. Limpieza y Preparación del Terreno.

Se efectuó para los dos casos una limpieza general del lote helechos y rastrojos bajos, la rocería se hizo manual con machete, apilando los residuos para posteriormente picarlos e incorporarlos como materia orgánica.

3.1.2. Aislamiento.

Se aislaron los lotes reforestados mediante la instalación de cercos de alambre de púa y postadura de madera separada a 2.5 metros, se tuvo en cuenta el uso de un poste muerto y un

poste vivo alternado utilizando especies como el lechero, nacedero o matarratón. En los costos unitarios se describe el diseño del aislamiento.

3.1.3. Trazado.

Consistió en señalar los sitios a sembrar para la especie eucalipto; se marcaron líneas y sitios entre árboles para una densidad de plantación de 1.111 árboles por hectárea para los dos sistemas de producción forestal. El trazo se realizó efectuando las correcciones por pendiente necesarias para la homogeneidad de la plantación. El diseño se realizó al cuadrado con 3 metros entre árboles y 3 metros entre surcos. Ver Figura. 2.

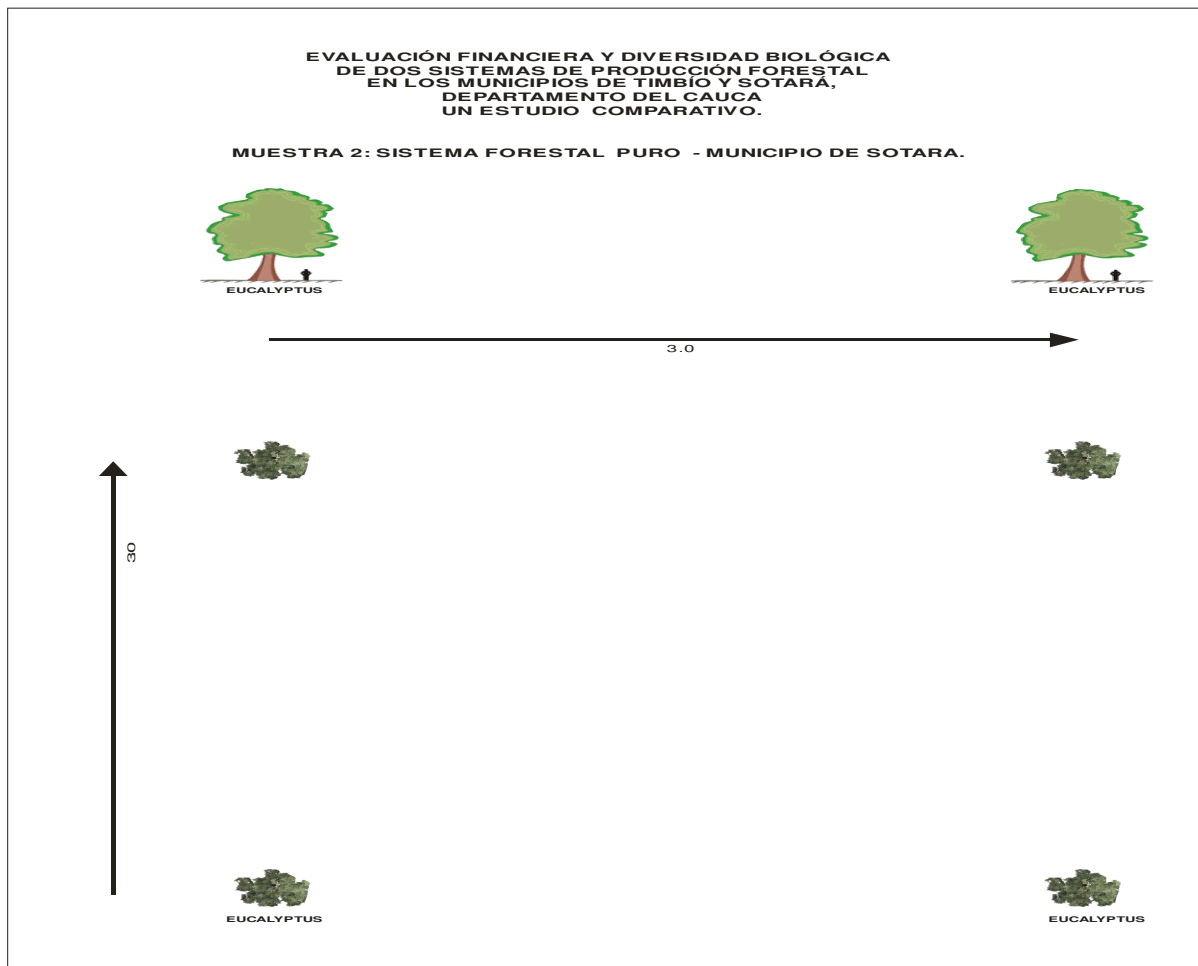


Figura 2. Diseño del trazado para el sistema forestal puro.

3.1.4. Plateo.

Consistió en demarcar cada sitio con un plato de 1 metro de diámetro con el fin de controlar las malezas y disminuir el grado de competencia de las gramíneas existentes con la especie forestal, facilitando además las labores de repicado y ahoyado y fertilización.

Se eliminaron con palín las cepas de raíces y malezas en platos de un metro de diámetro dejando el suelo descubierto de vegetación. Esta labor se hizo procurando no retirar materia orgánica del plato y colocado el material retirado de tal forma que no se exponga al sol las raíces y se evite la erosión.

3.1.5. Repicado.

En el centro de cada plato, donde se plantaron los arbolitos se hizo un hoyo de 30 x 30 x 30 cm. (profundidad y lados), dejando el suelo bien desmenuzado (suelto) con el fin de permitirle a la planta joven un buen desarrollo.

3.1.6. Vivero Temporal.

Teniendo en cuenta que el material vegetal fue traído del vivero La Florida de la CRC en la ciudad de Popayán, fue necesario instalar un vivero temporal, en el cual se ubicaron las plántulas esperando que estos desarrollaran como mínimo dos pisos foliares para su posterior trasplante a sitio definitivo.

3.1.7. Siembra propiamente dicha.

La siembra se realizó una vez iniciada la época de lluvias en el mes de junio de 2009. La plantación se desarrolló de tal forma que se garantizó la supervivencia de las plántulas.

3.1.8. Fertilización

A cada árbol se aplicó 500 gr. de abono orgánico antes de la siembra incorporando la enmienda 15 días antes; adicionalmente 50 gramos de calfos y al momento de la siembra 70 gramos de fertilizante 10 - 30 - 10 (cuya composición fue de 10% de nitrógeno – 30% de fosforo – 10% de potasio) y 10 gramos de bórax al fondo del hoyo mezclado con la tierra.

3.1.9. Reposición por Pérdidas

Cuarenta y cinco (45) días después de la siembra se procedió a realizar un inventario de supervivencia (prendimiento de plántulas), y posteriormente se hizo una reposición de pérdidas, el inventario se realizó ubicando parcelas al azar con un área de 200 m² por hectárea.

3.1.10. Limpias – Control de Malezas (Mantenimiento)

Para asegurar el crecimiento y desarrollo de los árboles se realizaron cuatro limpiezas: una primera limpieza a los 4 meses de establecida la plantación, una segunda a los diez meses de realizada la siembra, una tercera limpieza a los dos años y una cuarta a los tres años. Las limpiezas se realizaron con machete, teniendo cuidado de no afectar las plántulas.

3.1.11. Replanteo.

La limpieza del plato original se hizo cuando las condiciones del sitio lo requirieron que para el caso fue a los seis (6) meses. Esta labor se realizó con la primera limpia una vez la altura de la maleza alcance las $\frac{3}{4}$ partes de la altura de la plántula.

3.1.12. Inventario forestal.

Se desarrolló a los tres años de edad de la plantación y se empleó un proceso metodológico aplicado a inventarios forestales en plantaciones comúnmente utilizados en silvicultura consistente en un inventario sistémico con parcelas circulares.

Los equipos utilizados en el inventario fueron:

- Cinta diamétrica
- Cinta métrica
- Cámara fotográfica
- Spray con pintura para marcación
- Hilo de polipropileno para delimitación de parcelas
- Brújula taquimétrica
- Reloscopio para medición de alturas
- Machete para apertura de líneas de muestreo

Inicialmente se realizó un reconocimiento de campo en las fincas seleccionadas como unidades de análisis, para efectos de recolectar información con los moradores, obtener información preliminar de las variables biofísicas y conseguir los permisos de los propietarios de las fincas.

En esta fase se realizó un inventario forestal en las dos fincas seleccionadas: el sistema silvoagrícola (*Eucalyptus grandis* asociado a cultivos agrícolas) y el sistema forestal puro (*Eucalyptus grandis*). En la Figura 3 se describe el registro fotográfico de las principales actividades del inventario forestal.

El inventario forestal se realizó con una intensidad de muestreo del 2% con parcelas circulares de 200 m² y un total de 10 parcelas para la intensidad de muestreo cinco (5) parcelas en cada muestra.

Para el inventario forestal se seleccionaron dos unidades de muestreo que para el caso fue la población universo. El primer lote corresponde al sistema silvoagrícola: en una extensión de cinco (5) hectáreas en *Eucalyptus grandis* que fue combinado con maíz (*Zea mays*), yuca (*Manihot esculenta* Crantz) y frijol (*Phaseolus vulgaris*) y un segundo lote establecido como sistema forestal puro en un área de cinco (5) hectáreas en *Eucalyptus grandis*.



Trazado de línea central de muestreo



Trazado de parcelas de muestreo



Determinación Diámetro a la altura del pecho.



Determinación altura del árbol.



Evaluación calidad del fuste del árbol



Registro de la información

Figura 3.DAZA, Claudia (s.f.). [Registro Fotográfico Inventario forestal].

Las variables a determinar en campo fueron: Numero de árboles por hectárea, diámetro a la altura del pecho en metros (DAP) de cada árbol dentro de las parcelas; altura comercial en metros de cada árbol dentro de las parcelas; calidad del fuste de cada árbol dentro de las parcelas y altura total en metros de cada árbol dentro de las parcelas.

VARIABLES DETERMINADAS EN OFICINA: Porcentaje de sobrevivencia; Área basal (m^2); Volumen total con corteza (m^3); volumen comercial sin corteza (m^3).

Como registro en campo se utilizó un formato de inventario forestal (Anexo 1) de captura de datos y el procesamiento se realizó con el programa estadístico SPSS versión 9.0.

3.2 Caracterización del componente agrícola

Esta caracterización solo se desarrolló para el sistema de producción forestal Silvoagrícola el cual considera el cultivo de Eucaliptos Grandis en asocio con los cultivos agrícolas de yuca, maíz y frijol.

El diseño del trazado se realizó al cuadrado con tres (3) metros entre árboles y tres (3) metros entre surcos, los componentes agrícolas se ubicaron en dos líneas de siembra entre árboles de la siguiente manera: la yuca a 0.6 mts del eucalipto, el maíz a 1.2 mts del eucalipto, y el frijol a 1.5 mts del eucalipto. Ver Figura 4.

EVALUACIÓN FINANCIERA Y DIVERSIDAD BIOLÓGICA
 DE DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN FORESTAL
 EN LOS MUNICIPIOS DE TIMBÍO Y SOTARÁ,
 DEPARTAMENTO DEL CAUCA
 UN ESTUDIO COMPARATIVO.

MUESTRA 1: SISTEMA FORESTAL SILVOAGRÍCOLA - MUNICIPIO DE TIMBÍO

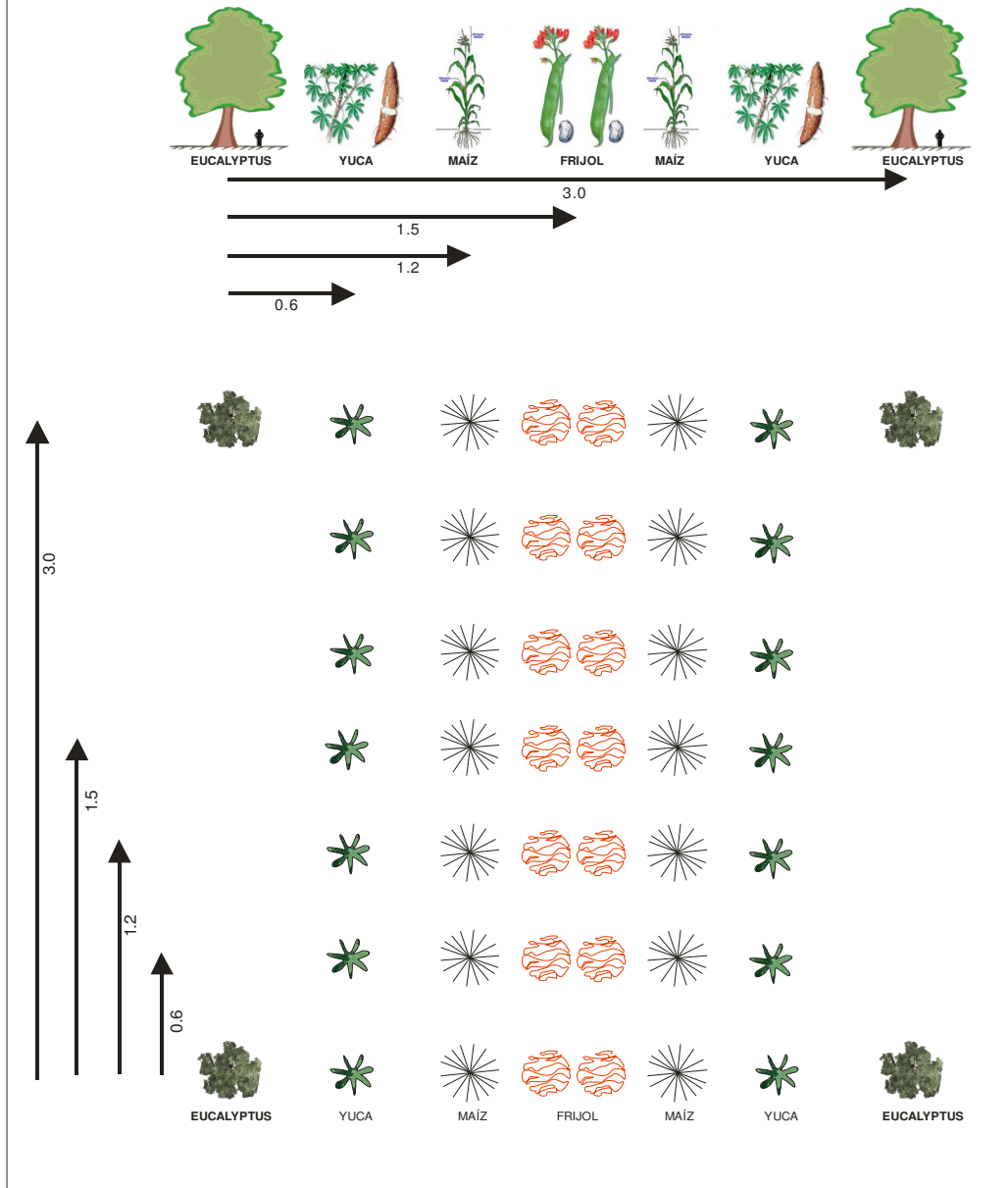


Figura 4. Diseño trazado sistema forestal silvoagrícola.

3.2.1 Cultivo de yuca.

La variedad utilizada en el proyecto fue la llamada Yuca Sata que es la más común en la región utilizada como doble propósito para el consumo y la producción de almidones, se utilizaron esquejes que fueron recolectados en el municipio de Timbío procedente de cultivos cosechados de esta especie en la región. La densidad de siembra fue 6.666 plantas por hectárea establecidas entre las calles dejadas en el cultivo de *eucalyptus grandis* a distancias de siembra de 1.5 m x 1.2 m, sembrando un esqueje previamente realizando una práctica comúnmente conocida como “hormigqueo” que se refiere al repicado del suelo con leve aporque.

En cada sitio una vez sembrada la estaca se aplicó una fertilización consistente en: 217 gramos de gallinaza por estaca, 60 gramos de calfomag y 45 gramos de fertilizante compuesto 10 - 30 - 10 (10% de nitrógeno - 30% de fosforo - 10% de potasio) por sitio.

Las principales labores que se desarrollaron en este cultivo fueron 2 limpiezas manuales, realizadas con machete y azadón.

La cosecha de este cultivo fue realizada a los 14 meses de establecido y se desarrolló con el uso del barretón utilizado al momento de la cosecha de la yuca, la cual se efectuó por el método del “jalón” arrancando la mata, ya que los suelos eran de texturas francas. No se presentaron enfermedades ni plagas durante del desarrollo del cultivo (ver Figura 5).

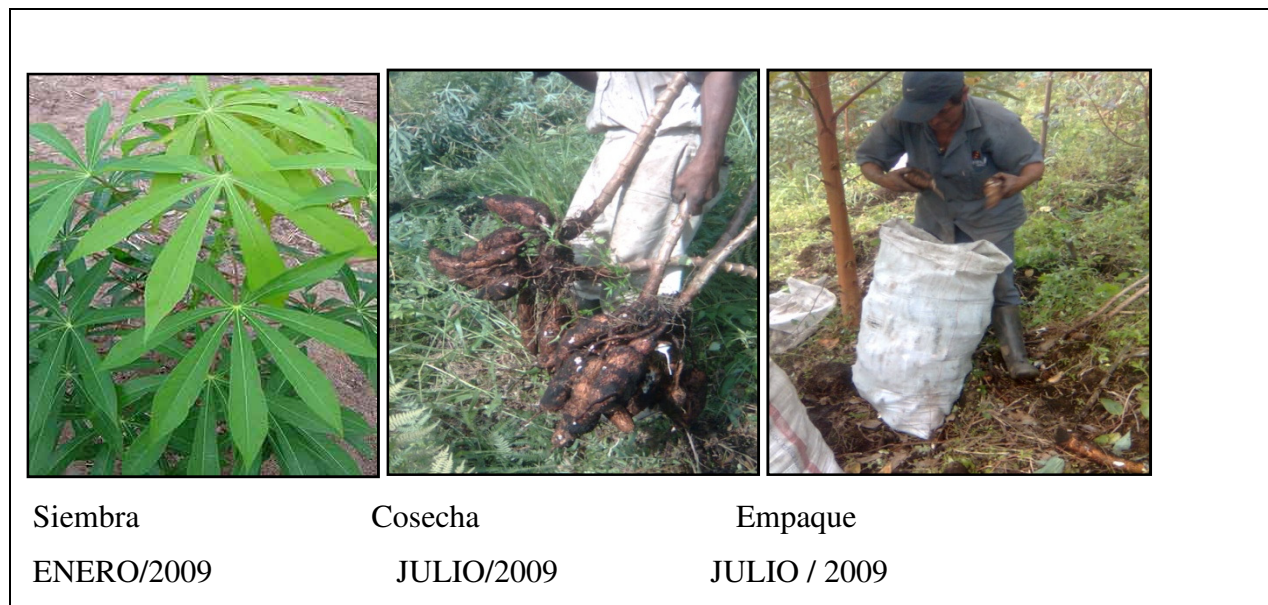


Figura 5. MONTTOYA, Luis Carlos (2009). [Etapas cultivo de yuca.].

3.2.2 Cultivo de Maíz.

La semilla que se utilizó es el maíz común amarillo el cual se adquirió en un almacén agrícola en el Municipio de Timbío Cauca. El sistema de siembra se desarrolló por el método de “punto” que se refiere a la siembra de dos granos por punto, distanciados 0.5 m entre plantas y 1.5 m entre calles, entre los espacios dejados por la yuca y el fríjol.

En este cultivo no se aplicaron fertilizantes. Se realizaron las mismas limpiezas aplicadas al fríjol, la yuca y a la especie forestal. La cosecha se realizó a los 5 meses de la siembra. Ver Figura 6.

Durante la época del cultivo se presentó un exceso de precipitación la cual aunado a la presencia de una plaga de tipo cogollero afectó la mazorca y por consiguiente los rendimientos obtenidos. No se encontraron registros de porcentaje de pérdidas durante la labor de la caracterización.



Figura 6. MONTOYA, Luis Carlos (2009). [Etapas cultivo de Maíz].

3.2.3 Cultivo de frijol.

La variedad utilizada fue la Calima cuya semilla se obtuvo en un almacén de provisión agrícola en el Municipio de Timbío, Cauca. La densidad de siembra fue de 13.500 plantas por hectárea, sembradas a 0.8 m X 0.8 m por el método del corrillo sencillo entre los espacios dejados por la yuca y el maíz.

Las principales labores que se realizaron fueron: Una fertilización al momento de la siembra aplicando 1.8 bultos de gallinaza por hectárea incorporándola al suelo solamente en sitios requeridos conforme a la profundidad del suelo, dos limpiezas al año que consideraron con las mismas realizadas en los cultivos de maíz y yuca. Durante el desarrollo del cultivo fue necesaria la aplicación de fungicidas para el control de la gota debido a los procesos de precipitación. La cosecha se realizó a los seis meses de la siembra.

Se registraron algunas pérdidas por actividad fungosa que no fueron determinadas en la caracterización. Ver Figura 7.



Figura 7. MONTOYA, Luis Carlos (2009). [Etapas cultivo de Frijol].

3.3 Caracterización de la Diversidad Biológica (flora y fauna)

La evaluación de la diversidad biológica se desarrolló en las dos unidades de muestreo seleccionadas y un testigo que para el caso de la presente investigación fue un lote de terreno cuyo uso y cobertura es pastura dedicada a la ganadería, considerando que las muestras seleccionadas con los sistemas de producción forestal tenían el mismo uso y cobertura antes de la plantación. Esto permite tener un referente o punto de comparación.

3.3.1. Caracterización biológica de flora.

Se empleó un transecto principal de 150 metros de longitud el cual fue utilizado para dos grupos biológicos de plantas y hormigas. Cada transecto tiene 50 metros de largo y 4 metros de ancho; el primer transecto se extendió desde el punto cero hasta el 50 y el segundo transecto desde el punto 100 hasta el 150 luego se trazaron otros dos transectos paralelos a los anteriores separados por 5 metros. Esta distancia permite que el muestreo sea aplicable a los elementos del paisaje presentes en las fincas que se caracterizan por pendientes fuertes(ver figura 8).

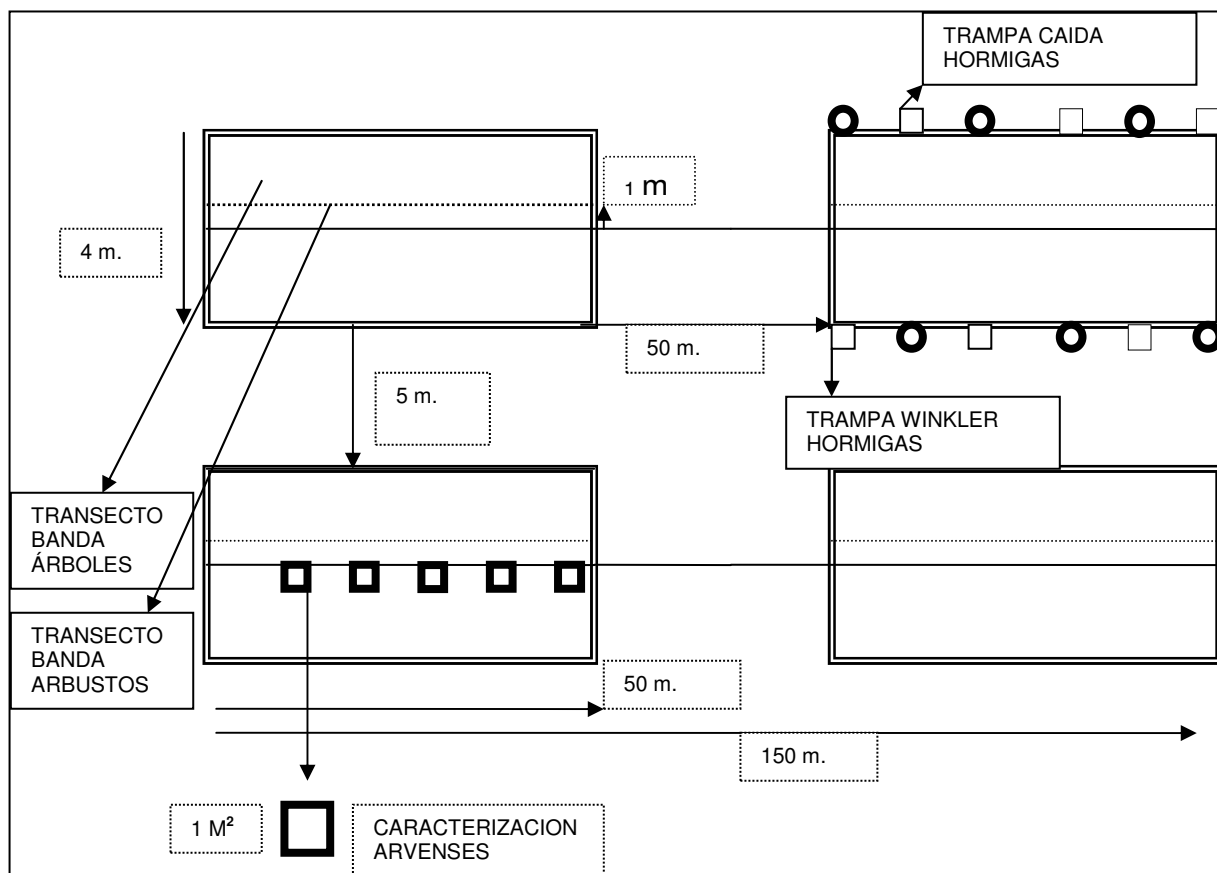


Figura 8. [Diseño de la parcela de muestreo de diversidad biológica, flora y fauna].

Para demarcar los transectos se utilizó decámetro como eje y con la ayuda de una vara de uno o dos metros de largo se controló cuales individuos muestrear. Como registro de campo se utilizó un formato de inventario florístico (Anexo 4) para cada una de las unidades de muestreo.

3.3.1.1 Muestreo de árboles.

El muestreo de árboles nativos diferentes a los plantados se realizó a todos los individuos presentes en los transectos a los cuales se les midió la altura y el diámetro a la altura del pecho cuando se presentó un DAP (Diámetro Altura del Pecho) superior a 5 centímetros. Para cada árbol se registró la especie a la cual pertenece y se tomó una muestra botánica para conocer su clasificación taxonómica.

3.3.1.2 Muestreo de arbustos.

En este caso se registraron todos los individuos con diámetros entre 0.5 y 2.5 centímetros y crecimiento secundario en sus tallos. Para su muestreo, sobre el transecto principal de 150 metros, se trazó un subtransecto de 50 metros de largo por un metro de ancho, con calibradores se registraron que los rangos del diámetro estuvieran entre 5 centímetros y 2.5 centímetros medido a 50 centímetros del suelo. Se registró el nombre de la especie y el número de individuos por especie del transecto.

3.3.1.3 Muestreo de especies de porte bajo.

Para este caso se utilizaron dos transectos de 50 metros de longitud cada uno distanciados entre sí por 50 metros. En cada transecto se ubicaron cinco (5) subparcelas de un metro cuadrado separadas entre sí por 10 metros, para un total de 10 subparcelas en cada transecto y 20 para cada lote. En cada subparcela se colectaron muestras de las especies presentes incluyendo las arvenses para su identificación botánica y se estableció su abundancia. En la figura 9 se muestra el registro fotográfico del inventario de flora.



Figura 9. IBARRA, Milena (s.f.). [Registro fotográfico inventario de flora].

3.3.1.4. *Identificación taxonómica de las muestras de flora.*

El trabajo de la identificación taxonómica de las especies colectadas en las parcelas de muestreo llegó a nivel de género el cual se realizó en el herbario Álvaro Fernández Pérez de la Fundación Universitaria de Popayán miembro de la asociación colombiana de herbarios (ACH) desde 1996.

Los materiales utilizados en la colecta, organización, empaque y clasificación de las muestras fueron los siguientes:

- 1-pincel No. 5
- Alcohol al 70%
- Colbón
- Cartulina de 40 cm. X 30 cm.
- Hilo café
- 1-Aguja
- Cinta de engomar
- 1-Lápiz
- 1-Borrador
- 1-Sacapuntas
- 1-Tijeras
- Papel carta

El material vegetal colectado se dispuso en bolsas plásticas de color blanco de medidas 30 x 40 cm., se organizó en papel periódico y rotuló con el código el cual fue asignado en campo para cada individuo considerando la parcela en la fue colectada, permitiendo relacionarlo con los datos y descripciones de la planta en las tablas de colección de datos.

Las muestras fueron organizadas en paquetes de 50 ejemplares que fueron llevados al horno eléctrico para el secado por 24 horas a temperatura de 90° C.

El material posteriormente fue llevado a un congelador por un lapso de 24 horas, para esterilizar el material y evitar contaminación en la colección de referencia del herbario. Luego se procedió a agrupar los individuos que presentaron características morfológicas similares para facilitar la labor de identificación, para ello fue necesario consultar material bibliográfico de referencia con ilustraciones (Vélez, 2006).

De igual forma, se utilizaron claves taxonómicas para familias del libro “Plantas de la Planada” que permitió utilizar la colección de referencia del Herbario de la fundación Universitaria de Popayán (Mendoza, 2000)

Definida la familia de cada uno de los ejemplares se procedió a revisar la guía de las familias que permitió ubicarlas en los diferentes armarios de la colección de referencia del Herbario Álvaro Fernández Pérez, la cual está organizada bajo el sistema filogenético fundamentado en la teoría de la evolución de Arthur Cronquist (1986), obteniendo así la identificación del material vegetal. De igual forma, en la escritura de los nombres científicos se consultó la base de datos del Botanical Garden y del Herbario de la Universidad Nacional de Colombia.

Una vez identificados los ejemplares, se montaron en cartulinas blancas con tamaño de 30 cm. X 40 cm. asegurándolos cada uno con hilo de color café y el posterior aseguramiento de los remates de los hilos.

Finalmente se realizaron las etiquetas en computador con la información de los datos tomados en campo, las cuales se imprimieron y se colocaron en la parte inferior derecha identificando cada ejemplar.

3.3.2. Caracterización biológica de Hormigas.

El método utilizado en la colecta de hormigas es el planteado por el Instituto de Investigaciones Alexander Von Humboldt para caracterizaciones en paisajes rurales (Lozano et al, 2009)

El muestreo se realizó utilizando el mismo diseño empleado en el muestreo de flora (Figura 4). Las estaciones de muestreo está compuesta por una trampa de caída y un saco mini-Winkler, que se ubicaron en los primeros y últimos 50 m del transecto utilizado para el muestreo de flora, dejando libres los 50 m restantes. Las trampas de caída y sacos mini-Winkler se ubicaron perpendicularmente a la dirección del transecto de muestreo, de manera alternada y separadas 10 m una de la otra, como se especifica en la Figura 4. Cada trampa quedó separada con una distancia de 5 m a cada lado de la línea del transecto central.

De este modo, se establecieron 12 estaciones con 22 trampas (12 de caída y 10 mini-Winklers) por transecto. Por tratarse de técnicas complementarias, cada una capturó una porción distinta de la fauna de hormigas de suelo.

3.3.2.1. Utilización de La trampa de caída o pitfall.

Este método de trampeo consiste en un vaso plástico de 10 cm. de diámetro (14 onzas aprox.) con una solución de alcohol etílico al 70% a medio llenar. Para su instalación se abrió un hueco con profundidad suficiente para enterrar a nivel del suelo el vaso plástico, se camufló con material vegetal y se dejó actuar por 24 horas. La trampa capturó insectos que caminaban o forrajeaban en

la superficie del suelo. Las hormigas capturadas fueron colectadas en frascos con cierre hermético con alcohol a los 70%, rotuladas con los datos de la unidad de muestreo, tipo de trampa y lugar de muestreo. Ver Figura 10. Registro fotográfico colocación de trampas de caída para inventario de hormigas.



Figura10. URRUTIA, Ana Maria (s.f.). [Registro fotográfico Trampas de caída para inventario de hormigas].

Los materiales que se utilizaron en la trampa de caída fueron:

- Vaso plástico de 14 onzas (diámetro 8 cm. y profundidad 15 cm.)
- Pala de jardinería y machete
- Etanol al 70%
- Bolsas de sello hermético
- Pinzas de punta fina o pinceles

3.3.2.2. Utilización del Saco mini-Winkler.

Para capturar hormigas con esta técnica se siguieron los siguientes pasos:

- Se limpió una superficie de un (1) m² de suelo, recogiendo la primera capa de suelo y toda la hojarasca que allí se encontró.
- El material vegetal se pasó por un cernidor o colador de malla plástica acompañado de un recipiente plástico que recogió el material vegetal cernido, el cual se empacó en bolsa plástica y se transportó al saco mini-Winkler.
- El material vegetal cernido se colocó en una malla de tela ubicada en el interior del saco mini-Winkler.
- El saco se cerró y se ubicó a una altura de 2 m. por 48 horas, durante este tiempo, las hormigas tuvieron que movilizarse en respuesta a la perturbación de su hábitat y cayeron en un recipiente con alcohol al 70% que se encontraba al final del saco.
- Las hormigas colectadas se almacenaron en frascos con cierre hermético con alcohol al 70%, rotulada con los datos de la unidad de muestreo, tipo de trampa y número de parcela.

Los materiales empleados para la utilización del saco mini-Winkler fueron:

- Cernidor de hojarasca (30 cm. de diámetro y 80 cm. de largo)
- Saco mini-Winkler (95 cm. de largo y 33 cm. de ancho)
- Bolsas plásticas gruesas (calibre 6) de 50 x 40 cm.
- Guantes de jardinería
- Pala y machete
- Etanol al 70%
- Bolsas de sello hermético
- Pinzas de punta fina o pinceles.

En la figura 11, se muestra el registro fotográfico de la utilización del saco mini- Winkler para captura de hormigas.



Figura11.PENAGOS, Fernando (s.f.). [Proceso de utilización del saco mini-Winkler para captura de hormigas].

3.3.2.3. Trabajo en laboratorio para la caracterización de hormigas.

El trabajo de laboratorio se desarrolló en dos etapas, con el apoyo de la bióloga Ana María Bastidas Urrutia de la Universidad de Nariño en la identificación de especies de hormigas, el procedimiento que se siguió fue el siguiente:

Limpieza y separación de muestras.

Se tomó una muestra a la vez, se vació sobre una caja de Petri con un poco de agua para la revisión y separación bajo un estereoscopio con lentes de aumento 20X. Los insectos separados se almacenaron en frascos de 10 ml con alcohol al 96% con sus respectivas etiquetas.

Las hormigas fueron separadas en frascos de 5 ml. con su respectiva etiqueta. De cada morfo-especie se tomó un ejemplar que fue montado en seco para su respectiva identificación. Esta identificación se realizó por subfamilia, género y morfo-especie o especie, con ayuda de un estereoscopio con poder de aumento 250X, empleando las claves taxonómicas y el material bibliográfico disponible.

La identificación taxonómica, los datos de colección y algunas características ecológicas de cada espécimen se consignaron en tablas ordenadas según los atributos del grupo biológico.

Los datos se almacenaron en una base de datos construida en una hoja electrónica (Microsoft Excel).

3.3.2.4. Análisis de la información recolectada para la caracterización de hormigas.

Una vez consignada la información en tablas, se procedió a los análisis estadísticos respectivos.

Curva de acumulación.

Se utilizó para determinar la efectividad del muestreo y estimar el número de especies esperadas a partir del muestreo. Para ello se utilizó el programa Estimate SWIN820, en donde se evaluó el estadístico CHAO 2 que estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies únicas (que solo aparecen en una muestra) y el número de especies duplicadas (que aparecen compartidas en dos muestras) (Villareal et al, 2004).

Diversidad alfa

Uno de los parámetros más importantes en cuanto a diversidad, corresponde a la riqueza específica (S) que se refiere al número de especies presentes en un lugar determinado. En nuestro caso ese fue el índice de diversidad alfa utilizado, debido a que la colecta no tiene replica y la abundancia de individuos en formícidos está asociada directamente a la biología y ecología de la especie y no con el hábitat en el que se encuentran. Por este motivo, el indicador de diversidad de Shannon, Simpson o Margalef no tendría aplicación adecuada sobre este estudio de poblaciones de hormigas.(Villareal et al, 2004; Melic, 1993).

Diversidad Beta

Mide el recambio de especies entre dos muestras. En este estudio se utilizó el índice de similitud de Jacard para evaluar que tan parecidas son las comunidades de hormigas en las tres unidades de muestreo.(Villareal et al, 2004; Melic, 1993).

U de Mann-Whitney

Esta prueba estadística permitió comparar la distribución de dos muestras independientes y saber si eran significativamente diferentes.

En este estudio la U de Mann-Whitney se determinó saber si la diferencia en riqueza en un sistema forestal puro y el sistema silvoagícola es realmente significativa. Para la evaluación de este estadístico se utilizó el programa PAST 2.10 (Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis).

3.4. Caracterización de suelos.

Para la presente investigación se requirió realizar el estudio de suelos en las tres muestras definidas, con el fin de determinar el nivel de influencia de esta variable desde el punto de vista de la fertilidad en el desarrollo del sistema forestal puro, el sistema silvoagícola y la muestra testigo. Se trató también de identificar la incidencia que tuvo las condiciones físicas y químicas del suelo en la composición florística y las poblaciones de hormigas.

Para caracterización de los suelos se identificaron las variables químicas y físicas presentes en los tres lugares de muestreo con el siguiente procedimiento se utilizó baldes plásticos de 22 litros para la recolección de las muestras, bolsas de polietileno para depositar las muestras, y herramientas agrícolas para la extracción de los suelos (palín). En cada uno de los lotes se recolectaron 5 submuestras en forma aleatoria en zig-zag en cada lote de muestreo. Para extraer la muestra se eliminó la capa vegetal con todo el sistema radicular presente y se extrajo el suelo libre de impurezas en los primeros 20 cms del horizonte A, realizando un corte en “V” con el uso del palín. Ver figura 12. Registro fotográfico de toma de muestras de suelos.



Toma de muestra suelo sistema forestal puro



Muestra suelos sistema silvoagropecuaria

Toma muestra suelos potrero

Figura 12. IBARRA, Milena (s.f.). [Registro fotográfico de toma de muestras de suelos].

Posteriormente las submuestras se mezclaron en un balde acotado y se extrajo una muestra compuesta de aproximadamente un (1) kilogramo de peso.

Cada muestra compuesta fue embalada y etiquetada con el sitio de procedencia para posteriormente enviar al laboratorio de suelos de la Corporación Autónoma Regional del Cauca para el análisis fisicoquímico de las tres muestras compuestas recolectadas.

Una vez obtenidos los resultados de las tres muestras de suelos recolectados se procedió a realizar un análisis para determinar el comportamiento de las variables físicas y químicas y establecer si existieron diferencias significativas en los suelos de las tres (3) unidades de muestreo.

3.5. Caracterización del Componente Financiero

Para abordar el componente financiero se desarrolló el siguiente procedimiento:

3.5.1. Fase de campo.

Se realizaron visitas de campo para recolectar información con los propietarios de las fincas seleccionadas sobre los rendimientos de los jornales utilizados para el establecimiento, mantenimiento de los sistemas forestales y cultivos agrícolas asociados, así mismo la cantidad de productos agrícolas cosechados, los precios de venta de los cultivos y los rendimientos de las cosechas.

Se desarrollaron entrevistas con profesionales de la Corporación Autónoma Regional del Cauca CRC, para determinar los costos unitarios para el establecimiento y mantenimiento de los sistemas forestales, Esto permitió calcular los costos totales para las diez (10) hectáreas establecidas y mantenidas.

3.5.2. Fase de Organización de la información.

La información calculada en el inventario forestal permitió determinar los volúmenes de madera comercial al momento del inventario, así como el incremento medio anual (IMA) y la proyección de volumen a la edad de corta que para el presente estudio se estimó a seis (6) años teniendo en cuenta que en la región esta especie tiene este turno silvícola, considerando que su crecimiento de los rodales para los productos esperados se estandariza a esta edad.

La información se procesó en una hoja electrónica Excel en un equipo de cómputo definiendo los egresos e ingresos en un flujo de caja proyectado a 6 años para los dos (2) sistemas de producción forestal, el cual arrojó los resultados de los indicadores financieros, tales como: Valor Presente Neto, Tasa Interna de Retorno y Relación Beneficio/ Costo. Con una tasa de interés de oportunidad que para la presente estudio se utilizó una tasa efectiva anual promedio bancaria estimada en el 5%.

3.5.2.1. Costos Unitarios.

Estos costos hacen referencia a los aspectos relacionados con las actividades de establecimiento del componente forestal en los dos sistemas de producción, el mantenimiento del año 2 y año 3

de los dos sistemas, los costos de aislamiento y los costos unitarios del componente agrícola dentro del sistema silvoagrícola.

Los costos unitarios consideraron los costos directos que hacen referencia a la mano de obra y a los insumos utilizados y los costos indirectos representados por los costos de herramienta agrícola utilizada, transporte de los insumos y la asistencia técnica para las fases de establecimiento y mantenimiento. Estos costos fueron calculados considerando el diseño de la plantación (densidad de siembra), dosis de fertilizantes utilizados y el valor del jornal en la zona del proyecto para el año 2009 época en la cual se estableció los dos sistemas forestales.

3.5.2.2. Rendimiento y precio de venta de productos.

Respecto al componente agrícola se consideró los productos agrícolas del cultivo asociado al silvoagrícola de fríjol, maíz y yuca. Para el caso del fríjol y el maíz se comercializaron en la ciudad de Popayán y Timbío en el Departamento del Cauca conforme a los precios del mercado local. Para la yuca se comercializó en el municipio de Santander de Quilichao destinada a la fabricación de almidón.

Los rendimientos del fríjol y la yuca fueron determinados una vez cosechados y pesados en báscula y para el caso del maíz fue calculado conforme al número total de bultos cosechados. Dichos rendimientos fueron calculados dividiendo el volumen total de la producción por especie en el área total sembrada en hectáreas.

Para el componente forestal en los dos sistemas de producción, la especie *Eucalyptus grandis* tiene dos usos probables en la región: madera para pulpa y madera redonda para construcción. Como se definió un turno de corta para la especie en seis (6) años, el precio de venta de madera para pulpa es la ofertada por la empresa Smurfit Kappa Cartón de Colombia puesta en la planta de Yumbo (Valle del Cauca). Para la madera redonda es el precio regional de un poste de madera de la especie de una longitud de 2,2 m y de diámetro en la parte más delgada de 12 a 15 cm.

El rendimiento de la especie forestal en los dos sistemas de producción, se calculó a partir de los valores arrojados en el inventario forestal los cuales fueron obtenidos a partir del Incremento Medio Anual (IMA) por metro cúbico - hectárea – año proyectado al turno de corta.

3.5.2.3. Calculo del Flujo de Caja.

Se proyectaron en el estudio dos flujos de caja, uno para el sistema forestal puro y otro para el sistema forestal silvoagrícola utilizando los costos unitarios, precios de venta de los productos y los rendimientos por hectárea.

El flujo de caja consideró dos componente egresos e ingresos, en los egresos se consideraron los siguientes aspectos: mano de obra, precio de los insumos y los costos indirectos (precio de herramientas agrícolas, costo de la asistencia técnica y valor del transporte de los insumos), además los costos de la cosecha de los productos forestales y agrícolas, el transporte mayor de los productos a los puntos de mercado y se consideró en los egresos un costo de arrendamiento de la tierra conforme a los precios locales y a las condiciones de accesibilidad.

Para el caso de los ingresos se consideró los siguientes aspectos: los valores de los incentivos aportados por la Corporación Autónoma Regional del Cauca CRC a los agricultores y los ingresos derivados de la venta de los productos forestales y agrícolas (madera, yuca, maíz y frijol). Es de resaltar que para el caso de los incentivos solo aplicó para el componente forestal en los dos sistemas de producción.

Para el cálculo de la rentabilidad en los dos flujos de caja se estableció un periodo de seis años dado a que corresponde al turno de corta del componente forestal. Los indicadores de rentabilidad (TIR; VPN C/B) fueron determinados utilizando una tasa interna de oportunidad del 5% que corresponde tasa de interés de depósito a término fijo DTF del mercado definida por el Banco de La República. (Banco de la República 2012)

3.5.3 Análisis de sensibilidad con la alternativa de mayor rentabilidad.

En este aspecto se realizó un análisis de sensibilidad en las variables más significativas del proyecto que implicaran una mayor rentabilidad, tales como el tipo y precio de productos forestales.

Para los dos (2) sistemas de producción forestal el análisis de sensibilidad se estableció, el primero asumiendo la venta de madera como poste y el segundo la venta de madera para la fabricación de pulpa para papel. Para los dos casos el análisis se realizó a partir de la tasa interna calculada con los precios actuales del mercado para postes y pulpa de madera hasta encontrar una tasa interna igual a cero a un precio de venta determinado.

3.6 Índice de Uso Eficiente de la Tierra (U.E.T)

Para el cálculo de este indicador se determinaron los rendimientos de los productos cosechados en el estudio relacionados con los rendimientos regionales de los mismos productos agrícolas los cuales están reportados en el portal web del Ministerio de Agricultura. Para comparar los rendimientos locales y regionales, estos últimos se ajustaron a las densidades de siembra de cada uno de los cultivos calculadas en el estudio para hacer una comparación más equilibrada.

Respecto a los rendimientos del componente forestal, la comparación se realizó entre los datos calculados en el inventario forestal (volumen total por hectárea) y los rendimientos obtenidos para la especie de acuerdo a rendimientos regionales del Departamento del Cauca.

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Componente Forestal

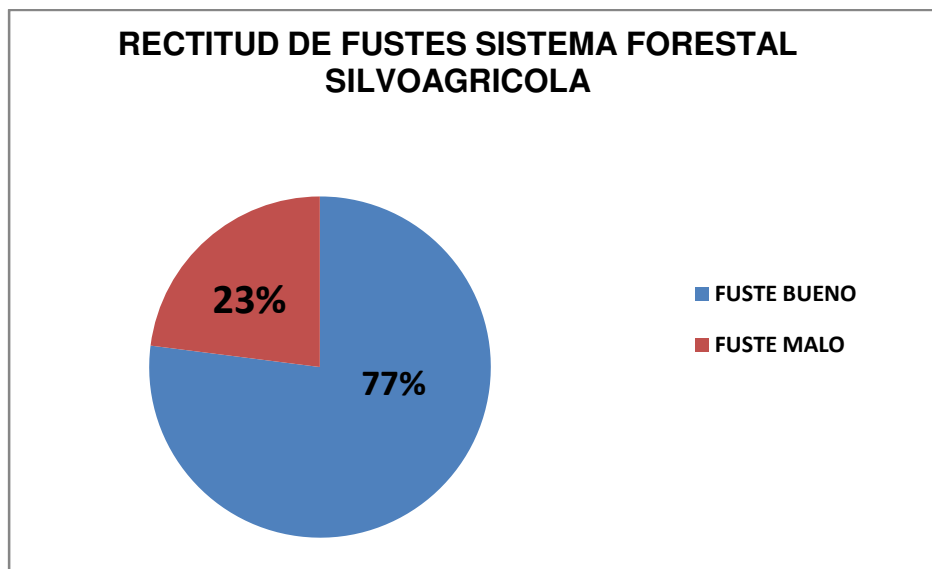
Los resultados del inventario forestal desarrollados en los dos sistemas de producción forestal evaluados, permitieron conocer las variables más significativas que mostraron el crecimiento de la especie forestal que para el estudio es el *Eucalyptus grandis*. Un indicador importante que permite comparar el crecimiento es el Incremento Medio Anual (IMA) que indica el crecimiento en madera expresado en metros cúbicos en una superficie de una hectárea en un tiempo de un año.

4.1.1 Componente forestal del sistema Silvoagrícola.

En este sistema la densidad promedio fue de 800 árboles por hectárea, lo que indica una sobrevivencia del 72% considerando que la densidad inicial de plantación fue de 1111 árboles por hectárea y la mortalidad calculada inicial después de los 45 días de establecida la plantación fue del 5%. La altura comercial promedio considerando un fuste limpio hasta un diámetro mínimo de 10 cm. fue de 5.42 mts y la altura total promedio de este sistema de 10.63 mts.

Referente a la calidad de los fustes que repercute sobre la calidad de la madera y por consiguiente sobre su valor comercial, el estudio mostró que el 77% de los individuos evaluados tienen fuste recto y solo el 23% poseen un fuste deficiente es decir deformado, torcido o bifurcado. (Ver Grafica1).

El área basal promedio del rodal evaluado arrojó un valor de 7.91 m²/ha. y el volumen total promedio fue de 52.08 m³/ha. Considerando que la edad de plantación en el momento del inventario era de tres años el incremento medio anual calculado para este sistema forestal es de 17.36m³/ha/ Año y si se proyecta el turno de corta de la plantación a 6 años se espera un rendimiento de 104, 16m³/ha. En el Anexo 2 se muestran los resultados del inventario del componente forestal del sistema silvoagrícola.



Grafica 1. Rectitud de fustes del Sistema Forestal Silvoagrícola.
Fuente: Elaboración propia

Respecto a los estadígrafos de tendencia central (ver Tabla 2) se evaluó un total de 80 individuos en las cinco (5) parcelas inventariadas, de tal manera que el volumen promedio total con corteza (VTCC) fue el que presentó una mayor dispersión de los valores, mientras que la altura total (HTOTAL) presentó la menor dispersión.

Variable	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Varianza	Coefficiente de Variación
DAP	80.00	5.00	16.00	10.81	3.03	9.17	28%
HCOMER	80.00	1.00	10.00	5.41	2.16	4.68	40%
HTOTAL	80.00	4.00	14.50	10.63	2.28	5.21	21%
VTCC	80.00	0.02	0.13	0.0651	0.0286	0.0008	43,9%

Tabla 2. Estadígrafos de tendencia central y dispersión del componente forestal del sistema silvoagrícola. (Eucaliptus Grandis Asociado a cultivos agrícolas)

DAP: Diámetro a la altura del pecho en cm.

HCOMER: Altura comercial en m.

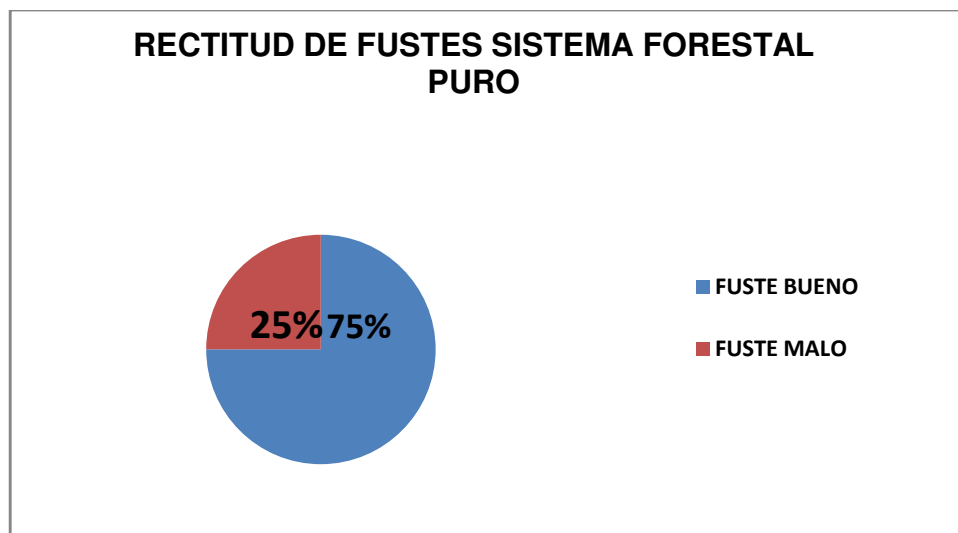
HTOTAL: Altura Total en m.

VTCC: Volumen Total Con corteza en m³

4.1.2 Componente forestal del Sistema Puro.

La densidad en este sistema arrojó un valor promedio de 700 árboles por hectárea, es decir se estimó una sobrevivencia de 63% de los individuos, considerando una densidad inicial de siembra de 1111 árboles por hectárea. La altura comercial promedio del eucaliptos grandis sembrado fue de 5.79 m y su altura total promedio de 10.88 m.

Respecto a la calidad de los fustes de los individuos muestreados en este sistema forestal el 75 % de ellos poseen un fuste recto y solo el 25% el fuste es torcido, bifurcado o mal formado. Ver Gráfica 2.



Grafica 2. Rectitud de fustes del sistema forestal puro.

Fuente: Elaboración propia

El área basal promedio del rodal evaluado arroja un valor de 7.68 m²/ha. y el volumen total promedio fue de 49.01 m³/ha. Considerando que la edad de plantación en el momento del inventario era de tres años el incremento medio anual calculado para este sistema forestal es de 16.34m³/ha/Año y si se proyecta el turno de corta de la plantación a 6 años se espera un rendimiento de 98,02 m³/ha. En el Anexo 3 se muestran los resultados del inventario del componente forestal del sistema puro.

VARIABLES	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Varianza	Coefficiente de variación
DAP	70	5	17	11.4857	2.822	7.964	24,56%
HCOMER	70	1	9	5.8571	1.7798	3.168	30,25%
HTOTAL	70	6	14	10.9429	1.7519	3.069	16%
VTCC	70	0.0233	0.139	0.0700	0.0284	0.0008	40,57%

Tabla 3. Estadígrafos de tendencia central y dispersión del componente forestal del sistema puro. (Eucaliptus Grandis)

Fuente: Elaboración propia

DAP: Diámetro a la altura del pecho en cm.

HCOMER: Altura comercial en m.

HTOTAL: Altura Total en m.

VTCC: Volumen Total Con corteza en m³

Respecto a los estadígrafos de tendencia central y de dispersión para el sistema forestal puro (ver tabla 3) se evaluó un total de 70 individuos en las cinco (5) parcelas inventariadas, de tal manera que el volumen promedio total (VTCC) fue la que presentó una mayor dispersión de los valores, mientras que la altura total (HTOTAL) presentó la menor dispersión.

En la Tabla 4 se presenta el resultado del cálculo de las variables del inventario forestal en el sistema forestal silvoagrícola y en el sistema forestal puro.

No. PARCELA	No. arb/Ha	H. COMER.(m.)	H. TOTAL (m.)	G (m ²)/Ha	Vc sc (m.c.)/Ha	PVC sc (kgr.)/Ha	Vt cc(m.c.)/Ha	IMA volumen m ³ /Ha/año	IMA PROYECTA DO Vt cc(m ³)/Ha	IMA H comer m/año	IMA H comer proyectado en m.
SISTEMA SILVOAGRICOLA											
1	850	6.47	12.29	10.80	28.39	52752.57	73.02	17.36	104.15	1.81	10.84
2	850	4.71	9.50	7.58	17.62	36744.15	47.28				
3	900	4.89	10.42	7.28	17.54	39256.14	50.63				
4	800	5.63	10.28	7.21	17.57	35745.64	46.37				
5	600	5.42	10.67	6.71	15.82	31968.64	43.07				
PROMEDIO	800	5.42	10.63	7.91	19.39	39293.43	52.08				
SISTEMA PURO											
1	950	7.00	12.21	10.50	27.94	52290.03	70.89	16.34	98.02	1.93	11.59
2	600	4.50	9.33	4.12	10.10	22698.72	28.17				
3	700	6.07	11.07	9.31	21.73	41465.14	56.95				
4	800	5.06	10.13	7.67	17.79	36342.44	47.33				
5	450	6.33	11.67	6.82	16.12	29821.89	41.70				
PROMEDIO	700	5.79	10.88	7.68	18.73	36523.64	49.01				

Tabla 4. Cálculo de Variables del inventario forestal en las dos unidades de muestreo.

Fuente: Elaboración propia

Al comparar los resultados de los dos sistemas de producción forestal se puede determinar que referente a las variables silviculturales el sistema silvoagrícola presenta una mayor densidad de siembra y por lo tanto una mejor sobrevivencia calculada en un 14% más que el sistema forestal puro (100 Individuos más). Esta mejor densidad de siembra implica una mayor área basal promedio y por lo tanto un valor volumen promedio por hectárea.

El incremento medio anual que permite determinar el crecimiento es superior en el sistema forestal silvoagrícola en comparación con el sistema forestal puro, considerando que el valor arrojado en el estudio es de 17.36 m³/ha/Año y 16.34 m³/ha/Año respectivamente. Esto indica 5.8 % más de madera en el sistema silvoagrícola respecto al sistema forestal puro. Sin embargo desde el punto de vista estadístico y realizando la prueba estadística de “t” de student en la cual se compararon las variables dasométricas y se confirmó que no existen diferencias significativas en las dos unidades de muestreo a un nivel de confiabilidad del 95%.

Sin embargo, es de anotar que los promedios en altura comercial y altura total de los árboles en el sistema forestal puro es ligeramente mayor en comparación con los del sistema silvoagrícola, posiblemente asociado a la menor densidad y por lo tanto una menor competencia por espacio y por nutrientes en el suelo.

Referente a la calidad de los fustes se puede establecer que no hay diferencias significativas en cuanto al porcentaje de fustes de buena calidad, y por lo tanto los productos y los precios de los productos esperados en los sistemas forestales comparados tienen un comportamiento similar.

El grado de dispersión de los datos de volumen total en los dos sistemas forestales comparados, presentan un alto grado de dispersión considerando que el coeficiente de variación para el sistema forestal silvoagrícola arrojó un valor de 43.9 % y para el sistema forestal puro de 40.57%, indicador que puede estar asociado a la variedad genética de las semillas de la especie eucaliptos grandis si se compara con procedencias con mejoramiento genético como es el caso de semilla procedente de rodales o huertos semilleros las cuales presentan menos variabilidad fenotípica.

4.2. Diversidad Biológica

4.2.1 Análisis de Flora.

Para realizar el análisis de los datos, se tomó como unidad de muestreo parcelas. Complementariamente se estimó la riqueza de especies para cada área muestreada empleando estimadores basados en la incidencia (presencia ausencia) como ACE y CHAO mediante el programa de Estimación Estadística de Riqueza de Especies y Especies Compartidas de Muestras (EstimateS2012). Se calculó el índice de diversidad de Shannon (H') y se calculó el índice de complementariedad entre fragmento y la matriz aledaña, para determinar el grado de similitud o disimilitud entre ellas se utilizó la siguiente fórmula: $CJK = UJK / SJK$

Dónde:

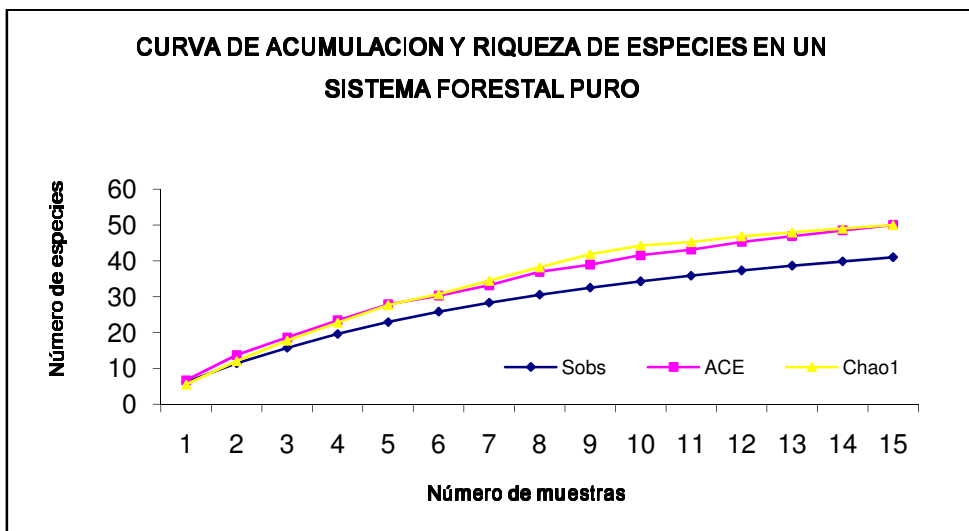
SJ = Número de especies observadas en fragmento de bosque

SK= Número de especies observadas en matriz

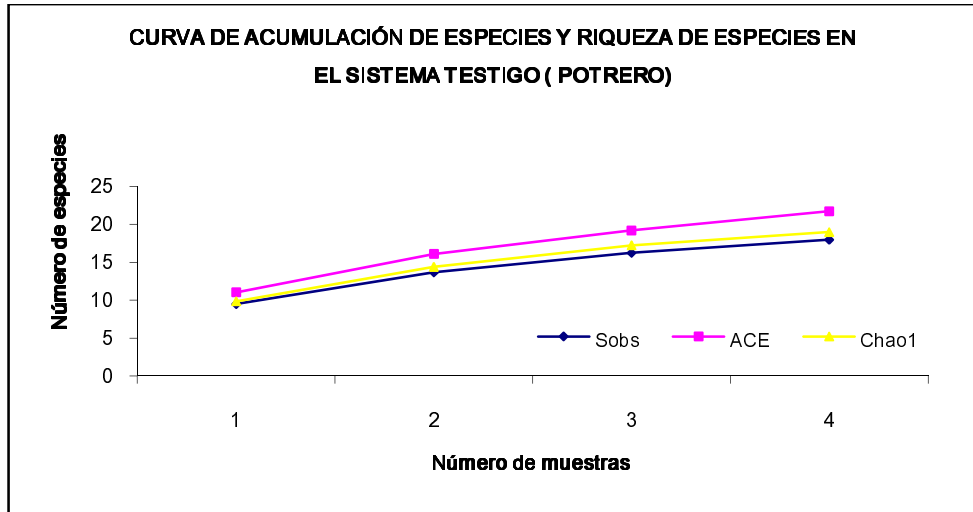
VJK= Número de especies compartidas entre sitios muestreados.

4.2.1.1 Curvas de Acumulación de especies y estimadores de riqueza.

La curva de acumulación de especies se utilizó para estimar el número de especies esperadas a partir de un muestreo. Esta curva muestra cómo el número de especies se va acumulando en función del número de muestras colectadas, de esta manera, se estima el esfuerzo de muestreo realizado. En las Graficas3, 4 y 5 permiten observar la obtención de una muestra significativa de especies forestales para cada una de las áreas muestreadas. Los estimadores de riqueza ACE y CHAO exponen que los valores de la riqueza observada generan una curva asintótica muy cercana a estos. Así mismo, al calcular con base en los estimadores, la eficiencia de muestreo, se registran valores entre el 81% para el sistema forestal puro y de 94% para el sistema forestal asociado, sugiriéndose de esta manera un muestreo eficiente en cada uno de los ecosistemas evaluados, además de la confiabilidad de los datos obtenidos (Tabla 1).

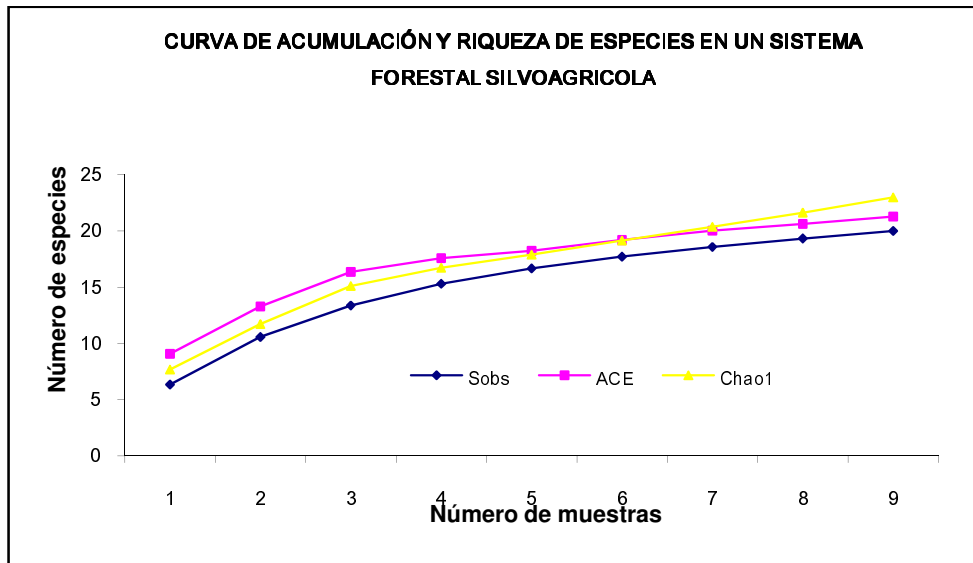


Gráfica 3. Curvas de acumulación y riqueza de especies para el sistema forestal puro
Fuente: Elaboración propia



Grafica 4. Curvas de acumulación y riqueza de especies para el sistema testigo (potrero)

Fuente: Elaboración propia



Grafica 5. Curvas de acumulación y riqueza de especies para el sistema forestal silvoagrícola.

Fuente: Elaboración propia

4.2.1.2 Riqueza y Abundancia de las comunidades forestales

Se colectó un total de 2348 individuos, distribuidos taxonómicamente en veintinueve (29) familias, cincuenta y cuatro (54) géneros y cincuenta y cuatro (54) especies (Tabla 1), siendo el sistema forestal puro el que presentó la mayor riqueza con cuarenta y un (41) especies (ver Tabla 5).

ESPECIE NÚMERO	NOMBRE CIENTÍFICO	SISTEMA FORESTAL PURO	TESTIGO (POTRERO)	SISTEMA FORESTAL SILVOACRÍCOLA
1	<i>Psidium guineense</i> Sw	3	-	4
2	<i>Elephantopus mollis</i> Kunth	188	396	-
3	<i>Pteridium aquilinum</i> (L) Kuhn	23	7	26
4	<i>Melinis minutiflora</i> P. Beauv.	7	14	-
5	<i>Axonopus</i> P. Beauv.	19	201	-
6	<i>Bidens pilosa</i> L.	38	11	88
7	<i>Rubus urticifolius</i> Poir.	39	-	4
8	<i>Mimosa quitensis</i> Benth	14	-	5
9	<i>Nectandra</i> spp.	2	-	-
10	<i>Dichondra repens</i> Forst	36	106	30
11	<i>Bacharis aff. pedunculata</i> (Mill.) Cabrera	13	1	-
12	<i>Leandra lehmanni</i> Cogn.	8	-	8
13	<i>Coniza bonariensis</i> (L.) Cronquist	1	1	-
14	<i>Furcraea andina</i>	4	-	-
15	<i>Hypericum</i> L.	11	-	-
16	<i>Hyptis atrorubens</i> R. Br. Ex Roem. & Schult	1	-	-
17	<i>Emilia sonchifolia</i> L. (D.C.)	52	26	-
18	<i>Myrsine coriacea</i> R. Br. Ex Roem. & Schult	9	-	-
19	<i>Zeugites mexicanus</i> (Kunth) Trin. Ex Steud.	6	-	-
20	<i>Miconia</i> spp.	37	6	8
21	<i>Piper hartwegianum</i> (Benth.) C. DC	1	-	-
22	<i>Solanum hispidum</i>	1	-	-
23	<i>Senna pistacifolia</i>	11	-	-
24	<i>Quercus humboltii</i>	4	-	-
25	<i>Euphorbia lauriformis</i>	1	-	-

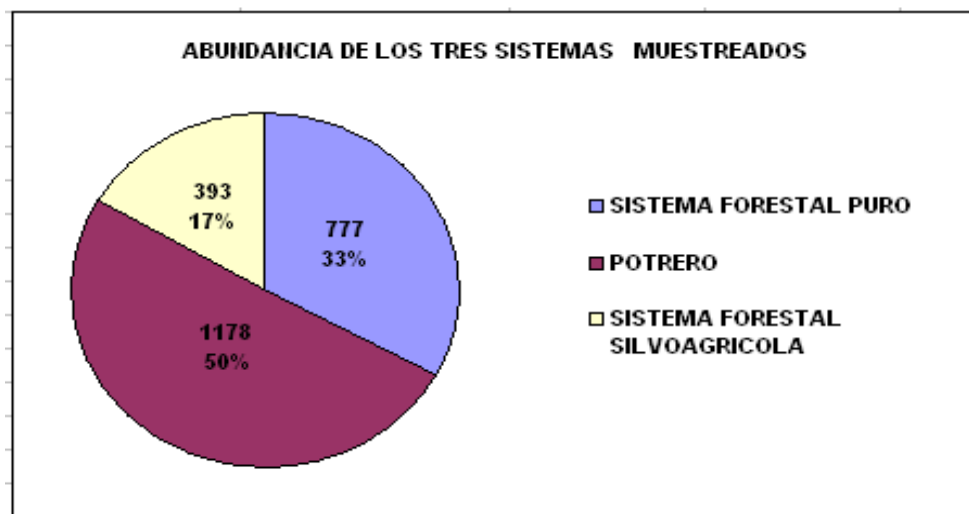
ESPECIE NÚMERO	NOMBRE CIENTÍFICO	SISTEMA FORESTAL PURO	TESTIGO (POTRERO)	SISTEMA FORESTAL SILVOACRÍCOLA
26	Rubus urticifolius Poir.	5	-	-
27	Piper spp.	10	-	-
28	Blechnum occidentale L.	12	-	-
29	Oxypetalum cordifolium (Vent.) Schltr	2	-	11
30	Nectandra spp.	7	-	-
31	Taraxacum officinale	1	-	-
32	Oplismenus burmannii (Retz) P. Beauv.	44	-	49
33	Rubus floribundus	36	-	4
34	Euphorbia lactazzi	1	-	-
35	Pteridium aquilinum (L) Kuhn	27	-	-
36	Rynchospora nervosa	39	60	1
37	Paspalum spp	48	170	-
38	Weinmania pubescens Kunth	1	-	-
39	Coccocypselum lanceolatum (Ruiz & Pav.) Pers.	1	-	-
40	Sida acuta Burm f.	14	-	-
41	Desmodium spp. P. Beauv	-	1	-
42	Digitaria decumbens	-	161	-
43	Mimosa pudica	-	2	4
44	Hyptis atrorubens Poit.	-	5	-
45	Penicetum clandestinum	-	2	-
46	Melinis minutiflora	-	6	-
47	Melinis minutiflora P. Beauv.	-	2	-
48	Brachiaria decumbens Stapf	-	-	112
49	Vismia spp.	-	-	15
50	Panicum spp.	-	-	5
51	Calliandra pittieri	-	-	1
52	Salvia spp.	-	-	4
53	Oxatis latifolia H.B.K.	-	-	13
54	Malva parviflora	-	-	1
ABUNDANCIA		777	1178	393
RIQUEZA		40	19	20
TOTAL DE INDIVIDUOS		2348		

Tabla 5. Riqueza y abundancia de plantas colectadas en cada ecosistema

Fuente: Elaboración propia

En los Anexos 5, 6 y 7 se presentan por separado los resultados del inventario florístico realizados para el sistema forestal silvoagrícola, sistema forestal puro y sistema potrero (testigo) respectivamente.

Con respecto a la abundancia total registrada de plantas, se tiene que en el testigo (potrero) se colectó la mayor abundancia y la menor en el sistema forestal silvoagrícola. Ver Grafica No 6.



Grafica 6. Abundancia de plantas en los tres sistemas forestales muestreados
Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la riqueza de especies se evidencia que el sistema forestal puro presenta el mayor valor representado por un 52% con 40 especies y el sistema que presenta la menor riqueza de especies es el sistema testigo (potrero) representado por un 19% con 14 especies. Ver grafica 7. En comparación con estudios realizados por Cavelier y Santos (1999) en Quindío (Colombia) se encontraron en una plantación abandonada de *E. globulus*, 26 especies nativas¹¹ en común con un bosque de regeneración natural elegido como testigo.

En el anexo 8 se presenta el registro fotográfico de las especies más significativas encontradas en las tres (3) unidades de muestreo.



Grafica 7. Riqueza de flora en los tres sistemas forestales muestreados
Fuente: Elaboración propia

Con base en los datos de establecidos en la tabla No 5 se puede establecer que la especie de mayor abundancia fue la *Elephantopus mollis* Kunth con la particularidad que es mayor su abundancia en el potrero, seguida del sistema forestal puro, pero, ausente el sistema forestal asociado; lo que permite sugerir que su abundancia no se encuentra influenciado por el grado de antropización de los sistemas. En el Potrero se presentan las especies *Dichondra repens* Forst, *Paspalum* spp y *Digitaria decumbens* como las segundas de mayor abundancia.

Al realizar el análisis de varianza para la riqueza de especies en los tres sitios muestreados se puede establecer que no existen diferencias significativas con un grado de confiabilidad del 95

% en las comunidades de arbustos y árboles, pero a su vez si existen diferencias significativas entre el sistema forestal puro y el testigo en cuanto a la riqueza de especies de arvenses.

4.2.1.3 Índice de Diversidad, Dominancia, Complementariedad, Similitud y Especies exclusivas de flora.

Índice de diversidad de Shannon-Weiner.

Teniendo en cuenta que el índice de Shannon adquiere valores entre cero (0) cuando hay muy baja diversidad y cinco (5) cuando hay alta diversidad, los valores calculados para este índice en cada uno de los ecosistemas estudiados, el sistema forestal puro registra el mayor valor con 2,95 y el menor se presenta en Potrero con 1,91 (Ver Tabla 6).

HABITAT	ESTIMADORES DE RIQUEZA			EFICIENCIA DE MUESTREO (%)	RIQUEZA (MARGALEF)	ABUNDANCIA	
	Sobs	ACE	CHAO			(SHANNON)	DOMINANCIA (SIMPSON)
SISTEMA PURO	41.00	50.04	50.00	81.90	6.01	2.95	0.91
TESTIGO (POTRERO)	18.00	21.75	19.00	82.70	2.40	1.917	0.81
SISTEMA SILVOAGRICOLA	20.00	21.27	23.00	94.00	3.18	2.215	0.84

Tabla 6. Índice de diversidad y estimadores de riqueza para cada sistema forestal muestreado.

De acuerdo al índice de Shannon que mide la heterogeneidad las muestras se caracterizan por poseer comunidades bióticas poco diversas con tendencia a la homogeneidad pero en su conjunto la que posee menos homogeneidad son las especies asociadas al sistema forestal puro.

De acuerdo estudio realizado por Fernandez F, Martinez C, Sarmiento B. (2012), los Índices diversidad del sotobosque en Eucalyptus pellita, en Casanare, Colombia, para plantaciones establecidas entre 0 y 3 años arrojaron los siguientes valores:

1 5,62 para el Índice de Margalef, 0,35 para el Índice de diversidad de Shannon y 0,48 Índice de Simpson, el resultado representa la alta capacidad con que cuentan las especies pioneras de superar las condiciones que ofrecen las plantaciones, al no inhibir su establecimiento total y el crecimiento;

Estos resultados son similares a los obtenidos en Argentina bajo plantaciones de Eucaliptos grandis se hallaron 66 familias, el 86% de las cuales fueron dicotiledóneas y el 70% fueron leñosas. Las familias mejor representadas fueron leguminosae, Mirtaceae, Solanaceae, Asteracea y Euphorbiaceae (Barret yTressens, 1996) estos investigadores concluyen que las plantaciones crean condiciones ambientales que favorecen la migración de especies de la selva húmeda sobre la sabana y de especies de las praderas sobre los límites del bosque. En otros trabajos en la India (Rajvanshi et al., 1983; George et al., 1993), Australia (Keenan et al., 1997)y Brasil (Souza et al., 2007) se ha concluido que en el sotobosque de las plantaciones de eucalipto se desarrolla un número importante de especies.

Índice de dominancia de Simpson

Teniendo en cuenta que este índice enfatiza en las especies más comunes y refleja más la riqueza de las especies de acuerdo a los datos arrojados en la tabla No. 6, el sistema forestal puro presenta el mayor índice de dominancia y por lo tanto la mayor en comparación con los otros dos sistemas estudiados. Al comparar el índice de Shannon y Simpson confirma los mejores condiciones de riqueza y abundancia de las especies en el sistema forestal puro en comparación con los otros sistemas

Índice de complementariedad.

El índice de complementariedad permite determinar si dos hábitats se complementan entre sí. Este índice presenta un intervalo de valores que va de cero (0) cuando ambos sitios son idénticos hasta uno (1) cuando los dos sitios son totalmente distintos (Moreno, 2001; Villareal *et al.*, 2004). De acuerdo con los índices calculados (Tabla 2) el sistema forestal asociado y potrero son los más disímiles y se complementan en un 41%. Esto puede deberse a que prácticas como la remoción, la quema, la labranza del suelo, la tala del bosque nativo, llevadas a cabo en el potrero, para la implementación de nuevas alternativas de desarrollo y subsistencia, que han generado condiciones ambientales y ecológicas determinantes en la estructura del ecosistema modificando las condiciones microclimáticas y edáficas, propiciando el establecimiento de fauna resistente o adaptable a este tipo de condiciones (ver tabla 7).

SISTEMA	INDICE DE COMPLEMENTARIEDAD
PURO - POTRERO	0.23
PURO - SILVOAGRICOLA	0.24
SILVOAGRICOLA - POTRERO	0.41

Tabla 7. Índice de Complementariedad para los tres lotes muestreados

Fuente: Elaboración propia

Índice de similitud de Jaccard

Compara las especies compartidas por dos o más comunidades sin tener en cuenta las abundancias. Este índice da igual peso a todas las especies sin importar su abundancia y por ende hace relevante las especies más raras. El rango de este índice va desde cero (0) cuando no hay especies compartidas, hasta uno (1) cuando los dos sitios comparten las mismas especies (Villareal *et al.*, 2004). Al comparar los sistemas forestales muestreados se evidencia que no comparten muchas especies de plantas, sin embargo, el sistema comparado más disímil es el sistema forestal silvoagricola y el testigo (potrero) que arrojo un valor 0.19 (ver tabla 8).

SISTEMA PURO - POTRERO	SISTEMA PURO - SISTEMA SILVOAGRICOLA	SISTEMA SILVOAGRICOLA-POTRERO
0.25	0.24	0.19

Tabla 8. Índice de similitud de Jaccard para los tres lotes muestreados

Fuente: Elaboración propia

Especies exclusivas.

Cada uno de los sistemas forestales estudiados presentan especies exclusivas, sin embargo, el ecosistema forestal puro está representado por veinte (20) especies, el mayor número de especies únicas, seguido del sistema forestal asociado con siete (7) especies, finalmente, quien contiene el menor número de especies únicas es el sistema de potrero representado por dos (2) especies; con estos datos podemos inferir que la cantidad de especies únicas está relacionado con el grado de antropización de cada sitio.

La especie única para el sistema forestal puro, *Pteridium aquilinum* (L) Kuhn tienen una representación importante con 27 individuos; en el sistema forestal silvoagícola se observa una representación importante de *Brachiaria decumbens* Stapf con un total de 112 individuos muestreados y en el sistema testigo (potrero) se observa una representación de la especie *Melinis minutiflora* con 6 individuos colectados.

4.2.2 Diversidad biológica en fauna.

Una vez muestreados los tres lugares, se encontró un total de 21 especies de hormigas, en donde predomina la subfamilia Myrmicinae con los géneros Pheidole y Solenopsis, como los géneros con mayor número de especies, con cinco y cuatro especies respectivamente. En la Tabla 9 se discrimina la distribución de las especies de fauna dependiendo del área muestreada.

Subfamilia	Especie	Sistema Forestal Puro	Sistema Forestal Silvoagropecuaria	Testigo (Potrero)
Dolichoderinae	Linepithema (Mayr, 1866)sp1	X	X	X
	Linepithema (Mayr, 1866)sp2	X	X	X
Ecitoninae	Nomamyrmex hartigii (Westwood, 1842)	-	X	-
Ectatomminae	Typlomyrmex (Mayr, 1862)sp1	X	X	X
Myrmicinae	Pheidole (Westwood, 1839) sp1	X	-	-
	Pheidole (Westwood, 1839) sp2	X	X	X
	Pheidole (Westwood, 1839) sp3	X	X	-
	Pheidole (Westwood, 1839) sp4	X	X	X
	Pheidole (Westwood, 1839) sp5	-	-	X
	Solenopsis (Westwood, 1840) sp1	X	X	X
	Solenopsis (Westwood, 1840) sp2	X	X	-
	Solenopsis (Westwood, 1840) sp3	-	-	X
	Solenopsis (Westwood, 1840) sp4	-	-	X

Subfamilia	Especie	Sistema Forestal Puro	Sistema Forestal Silvoagropecuaria	Testigo (Potrero)
Ponerinae	Hypoconera (Santschi, 1938) sp1	-	-	X
	Indeterminada 1	-	-	X
	Hypoconera (Santschi, 1938) sp2	-	X	X
	Indeterminada 2	-	-	X
	Indeterminada 3	-	-	X
	Hypoconera (Santschi, 1938) sp3	-	X	-
	Odontomachus erythrocephalus (Emery, 1890)	X	-	X
	Pachycondyla (Smith, 1858) sp1	X	X	X

Tabla 9. Distribución de especies de hormigas para cada una de las tres unidades de muestreo.

Fuente: Elaboración propia

En el presente estudio, el testigo (potrero), es el hábitat que tiene el mayor número de especies entre las tres zonas muestreadas (ver Tabla 9 y Gráfica12), a pesar de ser el área menos heterogénea de las tres sitios. Le sigue en número de especies el sistema forestal puro y finalmente el sistema forestal Silvoagícola (ver Grafica 12).

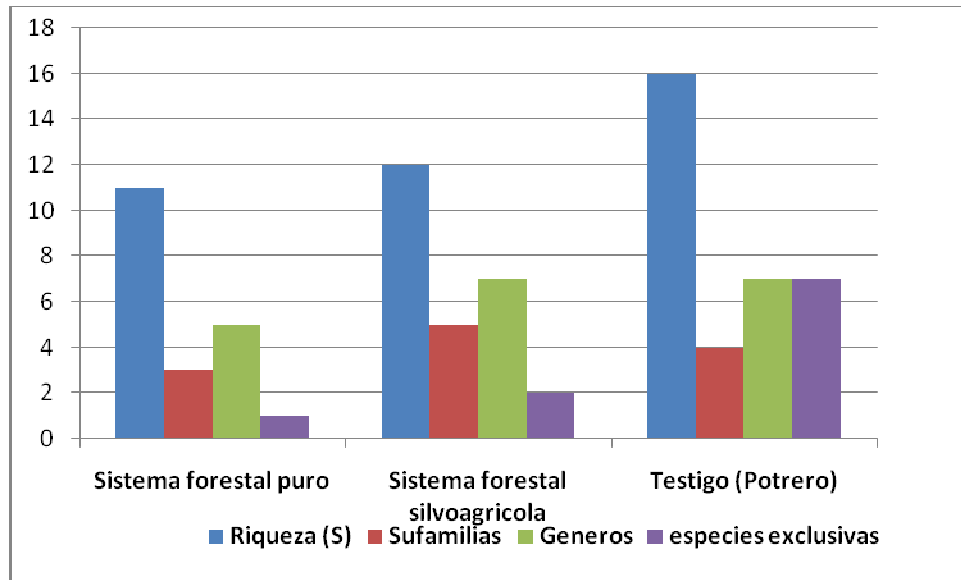
Un posible factor que influye en esta riqueza de hormigas corresponde al mosaico de paisajes (Estrada, 1999) o heterogeneidad espacial. Al tener lugares con usos del suelo diferentes, surgen diferentes hábitats propios para especies con diferentes requerimientos nutricionales y climáticos (Greenslade & Greenslade, 1977) y el potrero se encuentra rodeado por cultivos de eucalipto, pino y una cañada.

Para evaluar estadísticamente la riqueza de especies de hormigas en los tres sitios muestreados se recurrió al análisis de varianza el cual arrojó que no existe diferencia significativa en la riqueza con un confiabilidad del 95%.

Este tipo de mosaicos albergan diferentes tipos de especies de hormigas, pero lo importante en este estudio es el tipo de hormigas encontradas en estos lugares. Estas hormigas (ver Tabla 9) son especialmente aquellas asociadas a lugares perturbados y de hábitos generalistas, muy propias de áreas intervenidas (Greenslade & Greenslade, 1977), motivo por el que se hace evidente la intervención del lugar independientemente de tener el índice de riqueza más elevado de todos (ver gráfica 8).

4.2.2.1 Diversidad alfa.

Riqueza (S): La diversidad encontrada por cada lugar de muestreo fue la siguiente:



Gráfica. 8. Número de especies, géneros, subfamilias y especies exclusivas en el cultivo de Eucalipto puro, Eucalipto mixto (arreglo forestal) y el potrero (muestra control).
Fuente: Elaboración propia

En esta gráfica es claro que el potrero es el área con mayor riqueza específica de hormigas y cuenta con el valor más alto de especies exclusivas para esta zona. La diferencia radica en el tipo de especies encontradas como exclusivas.

En el potrero, las especies que presentan exclusividad y dominancia en las muestras corresponden a los géneros *Pheidole* y *Solenopsis*, que generalmente se caracterizan por ser individuos plaga, además, tres de las especies que enriquecen la diversidad de esta zona fueron indeterminadas porque corresponden a hormigas con casta de reinas o machos, lo que dificultó su identificación, incluso a nivel genérico, pues aún no se han desarrollado claves taxonómicas para la determinación de esta casta de individuos.

De igual manera también se presenta una dominancia de un 75% del genero *Linepithema* (Cf. *humile*) o hormiga argentina, en el área del Potrero. Esta misma especie se presenta en todas las áreas muestreadas, pero su dominancia baja a medida que el área muestreada se vuelve más heterogénea; así, para el sistema forestal puro tiene una dominancia del 64%, mientras que para el sistema forestal silvoagrícola aparece en un 50% de las muestras.

Esta misma tendencia se registra en estudios realizados en plantaciones de eucalipto, pino y robledales en Portugal. Cammell et al.(1996), registran un total de 41 especies entre las tres zonas muestreadas, siendo el eucalipto el más diverso, aun siendo introducido, pero también reporta una dominancia de especies plaga como la *Linepithema humile* con un porcentaje del 34%.

A diferencia de esto, una de las especies exclusivas presente en el sistema silvoagrícola corresponde a la especie *Nomamyrmex hartigii*, especie perteneciente a la subfamilia Ecitoninae, caracterizada por especies de hormigas nómada, depredadoras y que generalmente circulan en áreas que cuentan con suficientes recursos en el ambiente para proporcionar alimento a este tipo de hormiga (Jaffe, 1993).

La presencia de cultivos asociados y mosaicos de usos del suelo le proporciona a esta especie de hormiga un ambiente propicio para su desarrollo poblacional. También es importante resaltar que el sistema forestal silvoagrícola fue el sitio de muestreo que presentó el mayor número de subfamilias, a pesar de no tener el mayor número de especies como tal, lo que también es un claro indicativo de la variedad de recursos que ofrece un área que no presenta monocultivos, pues las exigencias de las subfamilias se adaptan a recursos diferentes.

4.2.2.2 Géneros de hormigas.

Los géneros de hormigas encontrados en los tres lugares de muestreo son:

Genero *Linepithema*

Este género (Ver Fig.13), es el más común de todos. Se distribuye principalmente en el neotrópico y su principal representante es *Linepithema humile*, que es considerada una especie invasora y actualmente se la encuentra en todo el mundo. Se alimentan como carroñeros y depredadores y anidan en el suelo y la hojarasca (Bihn, 2011).



Figura 13. NOBILE, April (2007 a). [*Linepithema* (Mayr, 1868)]. Recuperado de <http://www.antweb.com>

Género *Nomamyrmex*

Las hormigas pertenecientes a esta genero se caracterizan por ser básicamente ciegas y nómadas (Jaffé, 1993), por lo que presentan un reclutamiento legionario, son extremadamente agresivas e invasoras de nidos de colémbolos, abejas, avispas y otras hormigas, causando gran

impacto por donde transitan (Silvestre et al., 2003) ya que sus colonias alcanzan hasta el millón quinientos mil individuos (Jaffé, 1993).

Al ser depredadoras cuentan con un alto polimorfismo, pues sus castas están especializadas según las funciones que debe cumplir cada una. La especie más común corresponde a la *Nomamyrmex hartigii* (Ver fig.14).

Si bien es cierto que su presencia implica que el ecosistema debe tener suficiente oferta de alimento para sostener las colonias, también es cierto que no tiene un alimento especializado, por lo que se las ve comiendo pequeños vertebrados (sapos, ranas, serpientes), mariposas, colémbolos, entre otros (Palacios, 2003).



Figura 14. NOBILE, April (2008 a). [*Nomamyrmex hartigii* (Westwood, 1842)]. Recuperado de <http://www.antweb.com>

Genero Typhlomyrmex

El género *Typhlomyrmex* (Ver fig.15) se caracteriza por tener hormigas cripticas y por lo tanto rara vez colectadas. La gran mayoría de las especies que lo componen viven y se

alimentan en el suelo y son depredadoras. Se presume que se especializaron en la depredación de imagos de hormigas del genero *Acropiga*(Bihn, 2011).



Figura 15. NOBILE, April (2007 b). [*Typlomyrmex* (Mayr, 1862)]. Recuperado de <http://www.antweb.com>

Genero Pheidole.

Este género (Ver fig. 16) se caracteriza por ser hiperdiverso, pues cuenta con cerca de 624 especies para el neotrópico. Esta diversidad está asociada a las diversas adaptaciones morfológicas que tienen, lo que les permite vivir en cualquier tipo de ecosistema terrestre, presentándose desde Estados Unidos hasta Argentina (Wilson, 2003) y lo que al mismo tiempo las convierte en especies benéficas o en plagas dependiendo del lugar que habiten.

Este género también cuenta con gran dominancia numérica lo que las hace un grupo focal como indicadores (Wilson, 2003) por su alto índice de colecta, aunque son pocos los registros que a nivel de especie se conocen en colecciones del país dada su compleja taxonomía y polimorfismos (Fernández, 2003).



Figura 16. RussJ. (2009). [Pheidole (Wilson, 2003)]. Recuperado de [http://www. antweb.com](http://www.antweb.com)

Genero *Solenopsis*.

Este género (Ver fig.17) es propio de Suramérica, y se caracterizan por ser pequeñas y habitantes comunes de la hojarasca (Fernández, 2003). Muchas de las especies de este género tienen importancia económica y comercial. Es quizás uno de los géneros más estudiados en Norteamérica, debido a que por su introducción en esta parte del continente o al ser intervenido su hábitat se convierten en plagas, desfoliando cultivos, picando a animales domésticos e incluso humanos (Jaffe, 1993; Della Lucia, 2003). Anualmente, En EUA cientos de personas son internadas en hospitales por picaduras de hormigas de este género; en otros casos, generan asociación con pulgones, logrando hasta la malformación de las plantas (Della Lucia, 2003). Su control como plagas es tan complejo, que llegan a destruir cultivos de papa, maíz, frijol, repollo y limón, y dañan edificaciones, equipos e instalaciones eléctricas (Fernández, 2003; Della, 2003)



Figura 17. NOBILE, April (2008 b). [*Solenopsis* (Westwood, 1840)]. Recuperado de [http://www. antweb.com](http://www.antweb.com)

Género *Hypoconera*.

Se caracterizan por ser hormigas de pequeño tamaño (Ver fig.18) y sus polimorfismos las convierten en un grupo taxonómicamente complejo para la identificación a especie. En cuanto a su ecología, se las encuentra en hojarasca y en troncos en descomposición y se hallan desde bosques secos hasta húmedos tropicales. Según lo poco que se conoce de su biología, se asume que son depredadoras generalizadas, pero por su tamaño y sus hábitos de nidificación es muy poco lo que se sabe de ellas (Lattke, 2003).



Figura 18. Prado, Erín (2010). [*Hypoconera* (Santschi, 1938)]. Recuperado de [http://www. antweb.com](http://www.antweb.com)

Género *Odontomachus*

Las hormigas pertenecientes a este género (Ver fig. 19) son fáciles de identificar debido su tamaño permite claramente la característica forma de su cabeza y sus mandíbulas. Estas hormigas son predadoras agresivas y utilizan las largas mandíbulas a manera de prensas, pues las abren hasta 180 grados y su cierre no tarda más que uno pocos milisegundos. Con esto para atrapar a su presa, que pueden ser desde colémbolos hasta pequeñas moscas. Este género y de manera especial la especie *O. erythrocephalus* son fáciles de encontrar en lugares tanto conservados como intervenidos (Lattke, 2003)



Figura 19. Hartman, Shannon (2011). [*Odontomachus erythrocephalus* (Emery, 1890)]. Recuperado de [http://www. antweb.com](http://www.antweb.com)

Género *Pachycondyla*

Como todas las ponerinas, este género también cuenta con un potente aguijo (Ver fig. 20), y dentro de la subfamilia Ponerinae, cuenta con el segundo lugar en diversidad. Posee mandíbulas triangulares pero sin ningún tipo de especialización y tienen dos espuelas en el ápice de la tibia del segundo y tercer par de patas. Son hormigas comunes y fáciles de observar en bosques húmedos mientras cazan en el suelo o la hojarasca, aunque también es posible verlas en bosques secos y de galerías. Esta diversidad de hábitas que ocupan lo logran

gracias a la variedad de hábitos alimenticios y lugares de nidificación, pues anidan en el suelo, en árboles, en epifitas, madera podrida y hojarasca. Son depredadoras, la mayoría generalistas y unas pocas especialistas al punto de cazar termitas o de recolectar semillas (Lattke, 2003)

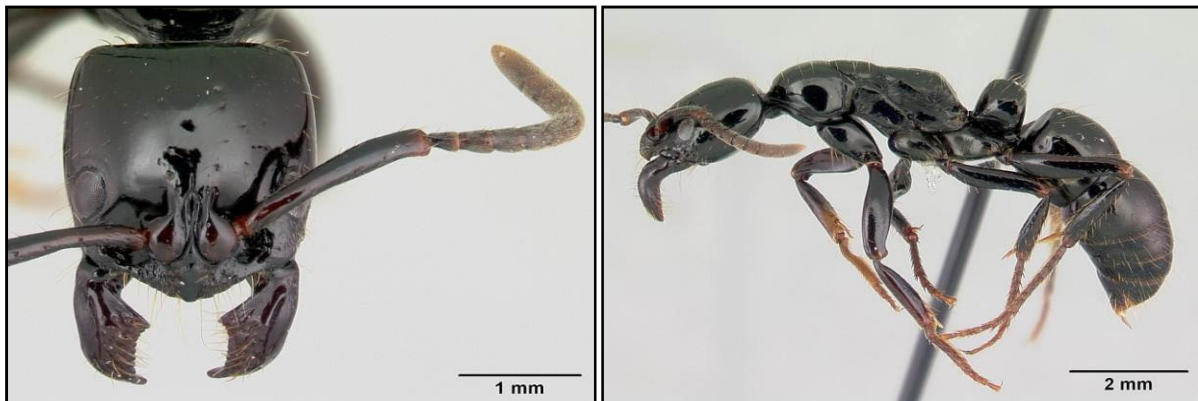
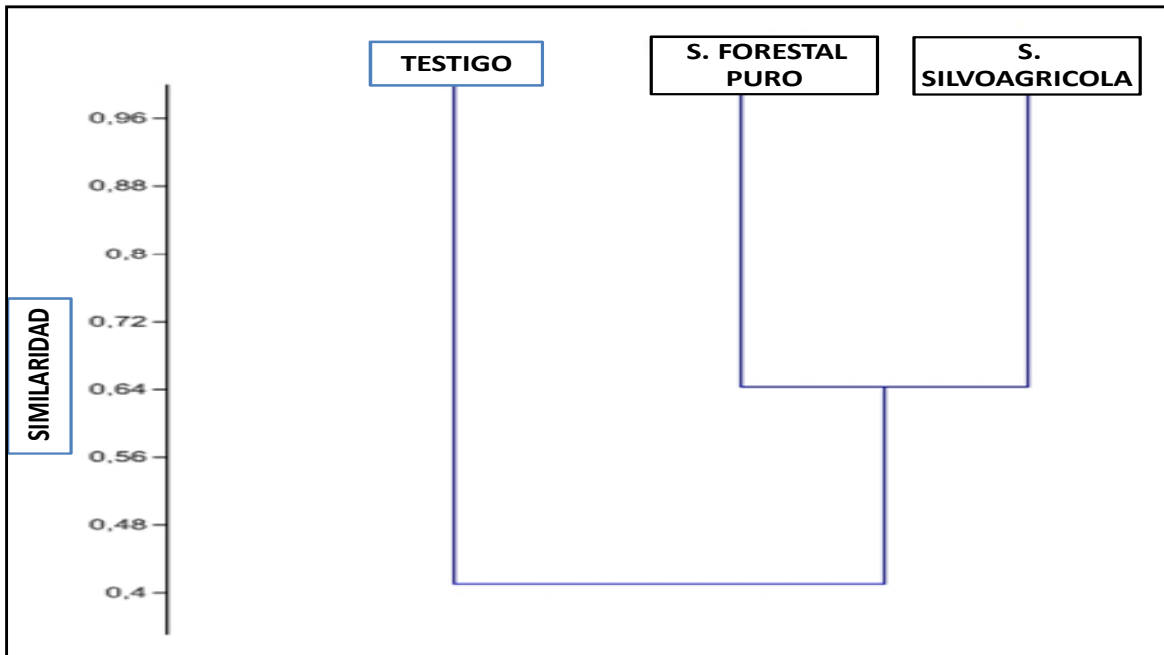


Figura 20. NOBILE, April (2008 c). [Pachycondyla (Smith, 1858)]. Recuperado de [http://www. antweb.com](http://www.antweb.com)

4.2.2.3. *Diversidad Beta.*

A continuación se presenta el clúster que indica el índice de similaridad de Jacard que nos permite evaluar que tan disímiles o parecidos son los lugares muestreados, dependiendo de la comunidad de hormigas presentes en cada uno de ellos, Ver Grafica 9.



Gráfica 9. (s.f.)[Clúster del índice de Jaccard para un sistema forestal puro, sistema forestal silvoagrícola (arreglo forestal) y un testigo potrero)].

Según la presencia o ausencia de especies en las áreas muestreadas, la comunidad de hormigas presente en el sistema forestal Silvoagrícola y el sistema forestal puro están más relacionadas considerando su similitud tal como se indica en la gráfica 9. A su vez estos sistemas difieren del testigo y por lo tanto son disímiles si se compara con la presencia de estas especies en potreros que como se indicó en su momento, es el uso que tenían los lotes antes de la plantación.

La similitud entre los dos sistemas de producción forestal es de un 64%, mientras que al comparar los sistemas forestales con el potrero se presenta una similitud con un valor inferior al 5%.

La presencia de estas comunidades de hormigas en los dos sistemas de producción forestal puede estar asociada al menor grado de alteración que tiene el suelo y la flora asociada en

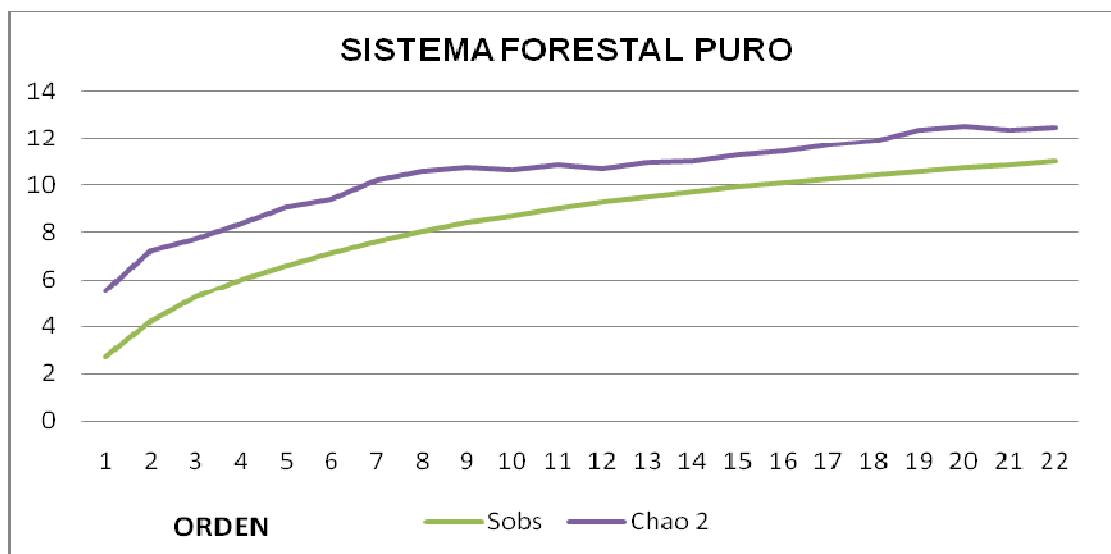
comparación al potrero que es sometido al sobre uso por la presencia de animales y al control de la flora asociada.

4.2.2.4. U de Mann-Whitney

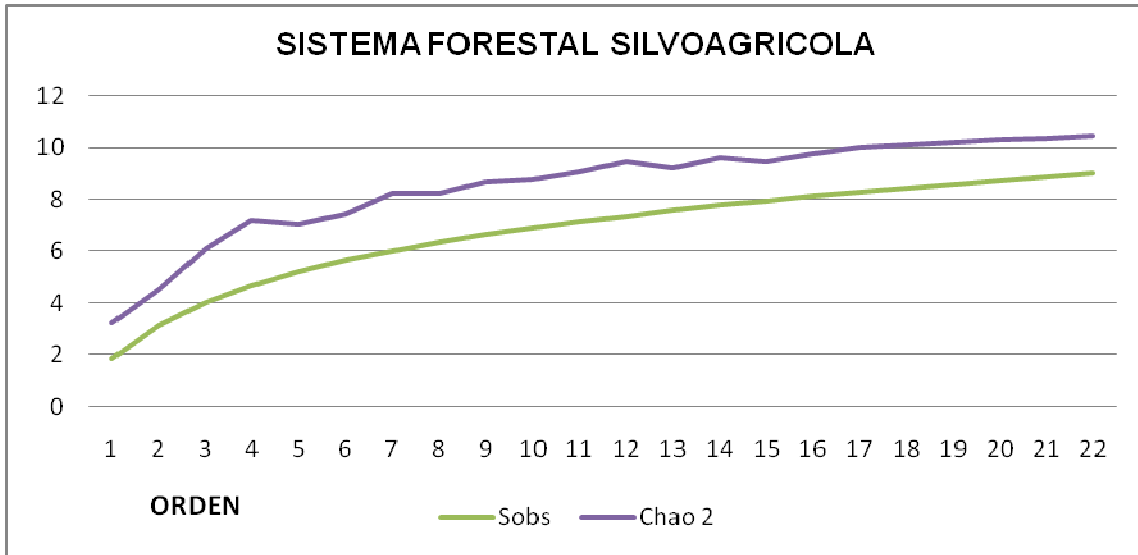
El valor obtenido para este estadístico (p-value > 0.05) demuestra que la comunidad de hormigas presente en los sistemas forestal silvoagícola y forestal puro, la variación estadística no es significativa, ya que comparte cerca del 80% de las especies.

Curvas de acumulación de especies:

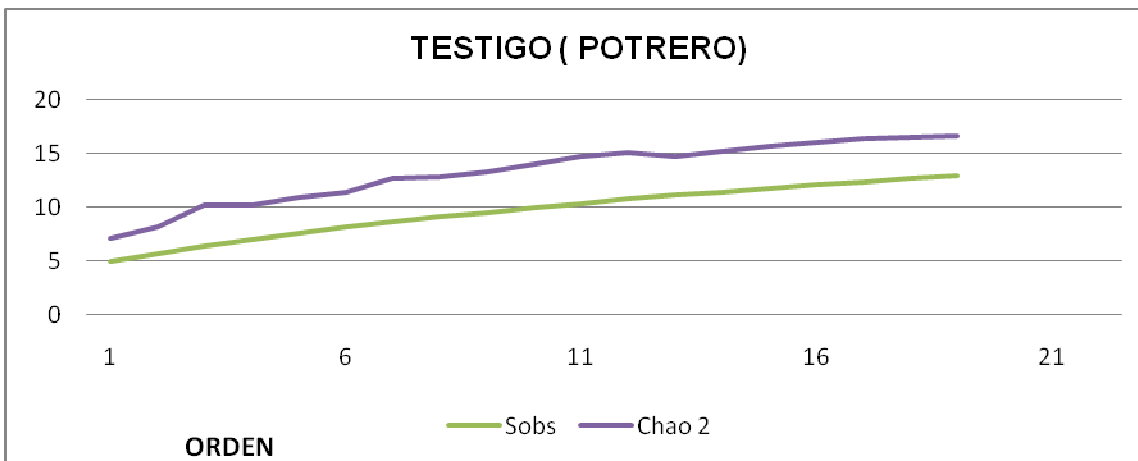
A continuación se observan los valores de Chao 2 encontradas para los tres lugares.



Grafica 10. [Valores de CHAO 2 para el sistema forestal puro].



Grafica 11. [Valores de CHAO 2 para el Sistema Forestal Silvoagricola].



Grafica 12. [Valores de CHAO 2 para el Testigo (Potrero)].

La línea correspondiente a Sobs hace referencia a la riqueza observada, es decir, lo que se capturo durante la muestra, mientras que el Chao 2 indica cual sería lo esperado para la riqueza en las diferentes áreas muestreadas. Ver Graficas 10, 11 y 12.

La ventaja encontrada en esta prueba, es que si bien las curvas no se acercan, las tres graficas presentan la misma distancia entre curvas, lo que indica que el esfuerzo de colecta en las tres zonas fue el mismo y por lo tanto se hace posible la comparación entre lugares.

4.3. Resultado del análisis de suelos.

Con respecto a los valores arrojados de las propiedades físicas y químicas referenciados con los datos base empleados por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), los resultados arrojados por estas variables son las siguientes:

4.3.1. Variables Químicas.

Se puede establecer que en el sistema forestal (plantación eucalipto), el valor del PH es menor en comparación con las otras dos muestras del sistema silvoagrícola y potrero. El valor del Ph de 5.3 indica que es un suelo fuertemente ácido y está relacionada con el menor porcentaje de la materia orgánica, y la mayor presencia de aluminio.

El valor obtenido en la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) efectiva que expresa la capacidad de retención de nutrientes minerales de un suelo; es decir, determina su fertilidad potencial es mejor en la muestra del potrero (lote testigo) que arrojó un valor de 10.59. Los valores obtenidos en la relación Ca/Mg son menores a 1 en las tres muestras, lo que indica una deficiencia en calcio (Ca) siendo este un elemento mayor importante para el crecimiento de las plantas, valor que también se explica por la acidez de los suelos.

Aunque los resultados obtenidos en las tres muestras indican que existen valores bajos para elementos menores, se puede decir que la muestra del sistema silvoagrícola presenta condiciones más favorables ya que no es sódico, lo que mejora sus capacidades de absorción de nutrientes, también presenta valores altos en elementos mayores como potasio y magnesio. En el caso del calcio, la cantidad es baja lo que puede atribuirse al suelo moderadamente ácido.

En la muestra del sistema silvoagrícola presenta mejores resultados en la relación Mg / K, Ca, Mg y K, así como la relación con el aluminio lo que indica que su acidez no es debida a este elemento y esto facilita la movilidad de los iones en el suelo.

Los valores de nitrógeno y de fósforo disponibles son bajos en las tres, lo que indica es necesario aumentar estos elementos empleando fertilizantes para mejorar las condiciones del suelo.

El porcentaje de materia orgánica es alto en las tres muestras, siendo la muestra del sistema silvoagrícola la que presenta el valor más alto, considerando que fue un 6% superior a los encontrados en el testigo y 14% a los suelos del sistema forestal puro y por lo tanto se espera una mejor fijación y movilidad de los nutrientes para su posterior adsorción por parte de las plantas.

El porcentaje de nitrógeno también es adecuado para las tres muestras analizadas, esto es beneficioso considerando la importancia del N en el crecimiento celular y en los procesos fotosintéticos.

Respecto al fósforo los resultados indican que en las tres muestras las cantidades de este elemento son muy bajas, lo que indica que es necesario adicionar fósforo asimilable empleando fertilizantes en el suelo para posibilitar la disponibilidad de este elemento para las plantas.

4.3.2. Propiedades Físicas.

Referente a la textura los suelos de las tres muestras evaluadas no presentan ninguna diferencia significativa considerando que poseen una textura arenosa.

En el Anexo 9 se presenta los resultados de laboratorio del estudio de suelos en las tres unidades de muestreo y en el anexo 10 se presenta el cuadro de resultados e interpretación del análisis de suelos.

4.4 Componente financiero

Para la evaluación económica de los dos (2) sistemas de producción forestal se consideró la disponibilidad presupuestal dentro del proyecto (flujo de fondos), así como los indicadores financieros (TIR, VPN, C/B) para el sistema forestal silvoagrícola y el sistema forestal puro , para establecer la rentabilidad de los recursos invertidos dentro de los dos sistemas de producción.

4.4.1 Costos unitarios.

4.4.1.1. Componente forestal.

Los costos unitarios de establecimiento y mantenimiento del primer año, los costos unitarios de mantenimiento de segundo año, los costos unitarios de mantenimiento del tercer año y los costos de cercado o aislamiento fueron iguales para el sistema forestal silvoagrícola y el sistema forestal puro, debido a que se utilizó la misma tecnología, como es el caso de una misma densidad de siembra inicial, un mismo programa de fertilización, entre otras, el área establecida en los dos sistemas es igual (5 hectáreas) y el acompañamiento de la Corporación Autónoma Regional del Cauca fue igual en las dos unidades establecidas. Para el caso del establecimiento y mantenimiento el valor por hectárea para el primer año es de \$1.965.569 por hectárea para el componente forestal en los dos sistemas de producción.

Los rendimientos en jornales arrojados en las labores de establecimiento y mantenimiento fueron producto de la mano de obra aportada por los usuarios del proyecto, liderado por la CRC y en algunos casos la contratación de jornaleros para el establecimiento, mantenimiento y cosecha de los productos agrícolas. Las labores fueron adelantadas previa extensión forestal sobre las técnicas de establecimiento por parte de la CRC y por lo tanto no se trató de mano de obra experta en labores silviculturales.

El jornal establecido en la zona es relativamente barato y mucho menor al legal vigente para el sector rural y equivale a \$ 14.000 el día para el año 2009.

Los costos de herramientas involucran un Kit consistente en una palín, un machete y una lima por hectárea. Los costos de insumos agrícolas fueron los determinados por la CRC para el proyecto, así como los costos de insumos para el cercado.

Para el caso de la asistencia técnica fue el costo calculado a partir de la contratación de los técnicos y profesionales forestales contratados por la CRC para prestar el servicio de extensión forestal, las visitas de monitoreo y de supervisión calculado por hectárea.

Respecto a los costos de aislamiento se reconocieron un total de 815 m. lineales de cercado para cada uno de los dos componentes y el costo unitario por hectárea fue de \$613.577 por hectárea.

Para el mantenimiento del año 2 y del año 3, representaron básicamente las limpiezas del lote así como del plateo una vez la maleza superaba las tres cuartas partes de la altura de los árboles para un total de 4 limpiezas durante los dos años considerados, esta labor fue complementada con una refertilización desarrollada en el año 2 en las mismas condiciones de la aplicada en el momento de la siembra. El costo unitario de mantenimiento de año dos (2) fue de \$503,387 por hectárea y para el año tres (3) fue de \$208.084 por hectárea.

En el Anexo 11 se presentan los cuadros de costos unitarios del componente forestal.

4.4.1.2 Componente Agrícola.

Los costos unitarios del componente agrícola se basaron en los rendimientos de establecimiento y mantenimiento que usualmente los agricultores de la zona emplean en las labores de estos cultivos propios de la región. Para este componente agrícola asociado al forestal, algunas labores desarrolladas para los árboles, es el caso de las limpias, proporcionó un beneficio mutuo y por lo tanto fueron calculadas en los costos de establecimiento en el componente forestal.

El costo unitario de establecimiento y mantenimiento para el primer año del componente agrícola dentro del sistema silvoagrícola fue de \$2.416.960 por hectárea, para un valor total por hectárea de \$4.382.529, considerando el componente forestal.

En el Anexo 12 se presentan los cuadros de costos unitarios del componente agrícola.

4.4.2 Flujo de caja.

Con base en la información disponible en el estudio (costos unitarios, precios unitarios de venta de productos, rendimientos de cosecha y proyecciones del inventario forestal) se construyó el flujo de fondos en los dos sistemas de producción forestal considerando una proyección a 6 años.

4.4.2.1 Flujo de caja para el sistema forestal puro.

Para este componente se consideró como producto principal la madera redonda para posteadura que en el mercado local tiene gran aceptación. Es importante resaltar que por la rectitud de los fustes, la posteadura obtenida de esta especie (*Eucalyptus grandis*), puede obtener aceptables niveles de calidad por lo que su precio para este estudio se valoró en \$6.000 por unidad o por poste.

Conforme al flujo de caja se puede establecer que la recuperación de la inversión es en el sexto año cuando se cosechen y se comercialice los productos forestales. Considerando que se espera realizar una tala a ras de todo el vuelo forestal, se espera obtener un promedio de 3.036 postes por hectárea para un total en las cinco hectáreas de 15.180 postes.

Es importante resaltar el nivel de incidencia o afectación del costo de arrendamiento de la tierra en el flujo de caja del proyecto que para este caso fue del orden del 40% en el comportamiento de la tasa interna de retorno.

Uno de los aspectos a resaltar en el flujo de caja del proyecto es lo que representa la mano de obra en el costo total del componente que es del 41% del costo total de egresos a los seis (6) años, representado especialmente en mano de obra familiar.

Tabla 10. Flujo de Caja Sistema forestal Puro.

FLUJO DE CAJA - COSTOS TOTALES DE ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DEL SISTEMA FORESTAL PURO								
SISTEMA:	SISTEMA FORESTAL PURO							
MUNICIPIO	SOTARA							
NOMBRE DEL PROYECTO:	EVALUACION FINANCIERA Y DIVERSIDAD BIOLÓGICA DE DOS SISTEMAS DE PRODUCCION FORESTAL EN LOS MUNICIPIOS DE TIMBÍO Y SOTARA DEPARTAMENTO DEL CAUCA. UN ESTUDIO COMPARATIVO							
ITEM/AÑO	0	1	2	3	4	5	6	TOTAL
EGRESOS								
MANO DE OBRA								
Rocería (Preparación de terreno)	700,000							700,000
Trazado	70,000							70,000
Plateo	490,000							490,000
Ahoyado	490,000							490,000
Aplicación de fertilizantes y correctivos	350,000							350,000
Transporte interno de insumos	140,000							140,000
Plantación (siembra)	420,000							420,000
Control fitosanitario	208,786							208,786
Reposición (Replante)	70,000							70,000
Aislamiento	251,807							251,807
Limpias (2 por año)	1,400,000	1,494,178	840,000					3,734,178
SUBTOTAL	4,590,593	1,494,178	840,000	0	0	0	0	6,924,771
Insumos	6,257,255	0	728,930	0				6,986,185
Costos indirectos	2,047,881	293,827	200,419					2,542,127
SUBTOTAL	8,305,137	293,827	929,349	0	0	0	0	9,528,313
Cosecha							17,643,084	17,643,084
Costo de arrendamiento de la tierra		1,800,000	1,800,000	1,800,000	1,800,000	1,800,000	1,800,000	10,800,000
Flete productos							15,437,698	15,437,698
TOTAL EGRESOS	12,895,729	3,588,005	3,569,349	1,800,000	1,800,000	1,800,000	34,880,782	60,333,865
INGRESOS								
CIF reforestación	7,924,362		728,930	0				8,653,292
Venta de madera							91,079,608	91,079,608
TOTAL INGRESOS	7,924,362	0	728,930	0	0	0	91,079,608	99,732,900
UTILIDAD OPERATIVA	-4,971,368	-3,588,005	-2,840,419	-1,800,000	-1,800,000	-1,800,000	56,198,826	39,399,034
FLUJO NETO	-4,971,368	-3,588,005	-2,840,419	-1,800,000	-1,800,000	-1,800,000	56,198,826	39,399,034
FLUJO NETO ACUMULADO	-4,971,368	-8,559,372	-11,399,792	-13,199,792	-14,999,792	-16,799,792	39,399,034	78,798,068
TIR const.	30.70%							
TIR corriente	38%							
VPN INGRESOS (5%)	\$72,905,265.26							
VPN EGRESOS (5%)	\$47,642,931.09							
VPN (5%)	\$25,262,334.18							
RELACIÓN B/C	\$ 1.53							

Fuente: Elaboración propia

Respecto a los indicadores para este sistema de producción forestal se puede establecer que la tasa interna de retorno fue de 30.70% que es superior a la tasa interés de oportunidad estimada para el estudio del 5%. El valor presente neto de los ingresos es de \$ 25.262.334,18 en cual es mayor que cero y el valor de la relación beneficio costo es de 1.53 el cual es mayor que 1. Por lo anterior el proyecto para este sistema de producción forestal es rentable desde el punto de vista financiero. Ver tabla 10.

4.4.2.2 Flujo de caja para el sistema forestal silvoagrícola.

Para el cálculo del flujo de caja y de los indicadores financieros del sistema forestal silvoagrícola al igual que el componente forestal puro, el periodo de análisis es de seis (6) años coincidente con el turno de corta de la especie. De igual manera, como producto forestal principal se estimó el poste de madera de 2.20 mts. de largo y con diámetro por la parte más delgada entre 10 y 12 cm. Para el caso del componente agrícola se consideraron la venta de maíz, yuca y frijol. El turno de la cosecha del Maíz y Frijol se proyectó para el primer año y el turno de la cosecha para la yuca para el segundo año, considerando que la cosecha de la yuca es de 14 meses en la zona.

A partir de los datos suministrados por el inventario forestal en esta unidad de muestreo de las 5 hectáreas asociadas a cultivos agrícolas se espera obtener una producción de 3470 postes por hectárea para un total de 17.348 postes definiendo una tala a ras.

Los rendimientos de los productos de los cultivos agrícolas asociados y que generaron ingresos dentro del flujo de caja fueron: para el maíz de 0.3 toneladas/hectárea, el frijol de 0.288 toneladas/hectárea y para la yuca de 9.6 toneladas/hectárea.

Al igual que en el sistema forestal puro para este componente, se consideró como ingreso el aporte realizado por la Corporación Autónoma Regional del Cauca al dueño de la finca representado en el incentivo en dinero en efectivo por aporte de la mano de obra familiar, este incentivo fue aplicado una vez realizada las labores de establecimiento y mantenimiento del año 2.

En el flujo de caja se consideró un valor de arrendamiento mayor al del sistema forestal puro, en vista de la mejor accesibilidad que tiene el predio y su cercanía a la vía panamericana.

La representación del costo total de la mano de obra en el flujo de caja para el sistema forestal silvoagrícola es del 38% del total de los egresos.

Tabla 11. Flujo de Caja Sistema forestal Silvoagícola.

FLUJO DE CAJA - COSTOS TOTALES DE ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DEL SISTEMA FORESTAL SILVOAGRICOLA								
SISTEMA:	SISTEMA FORESTAL SILVOAGRICOLA							
MUNICIPIO	TIMBÍO							
NOMBRE DEL PROYECTO:	EVALUACION FINANCIERA Y DIVERSIDAD BIOLOGICA DE DOS SISTEMAS DE PRODUCCION FORESTAL EN LOS MUNICIPIOS DE TIMBÍO Y SOTARA DEPARTAMENTO DEL CAUCA. UN ESTUDIO COMPARATIVO							
ITEM/AÑO	0	1	2	3	4	5	6	TOTAL
EGRESOS								
MANO DE OBRA COMP. FORESTAL								
Rocería (Preparación de terreno)	700,000							700,000
Trazado	70,000							70,000
Plateo	490,000							490,000
Ahoyado	490,000							490,000
Aplicación de fertilizantes y correctivos	350,000							350,000
Transporte interno de insumos	140,000							140,000
Plantación (siembra)	420,000							420,000
Control fitosanitario	208,786							208,786
Reposición (Replante)	70,000							70,000
Aislamiento	251,807							251,807
Limpias (2 por año)	1,400,000							1,400,000
MANO DE OBRA COMP. AGRICOLA								
Aplicación de herbicida	56,000							56,000
Trazado	70,000							70,000
Hormigqueo esquejes	490,000							490,000
Ahoyado	504,000							504,000

Fuente: Elaboración propia

FLUJO DE CAJA								
COSTOS TOTALES DE ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DEL SISTEMA FORESTAL SILVOAGRICOLA								
SISTEMA:	SISTEMA FORESTAL SILVOAGRICOLA							
MUNICIPIO	TIMBÍO							
NOMBRE DEL PROYECTO:	EVALUACION FINANCIERA Y DIVERSIDAD BIOLÓGICA DE DOS SISTEMAS DE PRODUCCION FORESTAL EN LOS MUNICIPIOS DE TIMBÍO Y SOTARA DEPARTAMENTO DEL CAUCA. UN ESTUDIO COMPARATIVO							
ITEM/AÑO	0	1	2	3	4	5	6	TOTAL
Aplicación de fertilizantes y correctivos	350,000							350,000
Transporte interno de insumos	70,000							70,000
Plantación (siembra)	280,000							280,000
Control fitosanitario	70,000							70,000
Reposición (Replante)	70,000							70,000
Corte y arreglo de semilla de yuca	147,000							147,000
Limpias (2 por año)	840,000							840,000
Cosecha yuca			2,240,000					2,240,000
Cosecha frijol		392,000						392,000
Arriería para cosecha	1,120,000							1,120,000
SUBTOTAL	8,657,593	392,001	2,240,002	3	4	5	6	11,289,593
Insumos comp. Forestal	10,596,041		728,930	0	0	0	0	11,324,971
Insumos comp. agrícola	3,573,500	0	0	0	0	0	0	3,573,500
Costos indirectos comp. Forestal	4,102,408							4,102,408
Costos indirectos comp. Agrícola	1,812,300							1,812,300
SUBTOTAL	20,084,249	0	728,930	0	0	0	0	20,813,179
Cosecha madera							18,747,011	18,747,011
Costo de arrendamiento de la tierra		1,980,000	1,980,000	1,980,000	1,980,000	1,980,000	1,980,000	11,880,000
Flete productos							16,403,635	16,403,635
TOTAL EGRESOS	28,741,842	2,372,001	4,948,932	1,980,003	1,980,004	1,980,005	37,130,652	79,133,417
INGRESOS								0
C.I.F. Reforestación	7,924,362		728,930	0				8,653,292
Venta de madera							104,090,980	104,090,980
Venta de yuca			21,120,000					21,120,000
Venta de Maíz		1,050,000						1,050,000
Venta de frijol		1,152,000						1,152,000
TOTAL INGRESOS	7,924,362	2,202,000	21,848,930	0	0	0	104,090,980	136,066,272
UTILIDAD OPERATIVA	-20,817,480	-170,001	16,899,998	-1,980,003	-1,980,004	-1,980,005	66,960,329	56,932,855
FLUJO NETO	-20,817,480	-170,001	16,899,998	-1,980,003	-1,980,004	-1,980,005	66,960,329	56,932,855
FLUJO NETO ACUMULADO	-20,817,480	-20,987,481	-4,087,483	-6,067,486	-8,047,490	-10,027,495	56,932,834	113,865,689
TIR const.	31.12%							
TIR corriente	38%							
VPN INGRESOS (5%)	\$ 102,393,733.81							
VPD EGRESOS (5%)	\$ 64,845,640.39							
VPN (5%)	\$ 37,548,093.42							
RELACIÓN B/C	\$ 1.58							

Fuente: Elaboración propia

Los indicadores financieros para el sistema de producción forestal silvoagrícola fueron: La tasa interna de retorno que en términos constantes arrojó un valor de 31.12% mayor que la tasa de oportunidad, El valor presente neto a una tasa del 5% arrojó un valor de 37.548.109,65 que es mayor a cero y la Relación Beneficio - Costo calculado en el proyecto fue de 1.58 que es mayor que 1. Conforme a los datos arrojados para estos tres indicadores se puede establecer que el proyecto es rentable desde el punto de vista financiero.

Al comparar el flujo de caja de los dos sistemas de producción forestal se pudo establecer que el sistema forestal silvoagrícola presenta una mejor rentabilidad financiera aunque no es muy significativa, esto se debe especialmente a que el flujo de caja en el sistema silvoagrícola tiene como ingresos, no solamente la venta de madera sino también la venta de productos agrícolas. Estos ingresos en el sistema silvoagrícola, representados por la venta de los productos cosechados en los cultivos agrícolas se registran en los primeros años (año 1 y año 2) lo cual mejora el flujo de caja. Ver Tabla 11.

4.4.3 Análisis de sensibilidad.

En el análisis de sensibilidad se tuvo en cuenta solamente el componente forestal de los dos sistemas de producción, en este sentido el análisis se abordó partiendo de un rendimiento del componente forestal en el sistema puro (*Eucaliptus grandis*) de 98.02 m³/ ha y de un rendimiento del componente forestal para el sistema silvoagrícola de 104.15 m³/ ha. El precio de la madera para la fabricación de pulpa se consideró en el análisis a un valor de \$ 110.000

por tonelada puesta en la báscula de la Planta de la Compañía Smurfit Kappa Cartón de Colombia localizada en el Municipio de Yumbo (Valle del Cauca).

4.4.3.1 Análisis de sensibilidad del sistema puro.

Si dentro del flujo de caja se considera como producto forestal principal la venta de madera para la fabricación de pulpa, la tasa interna de retorno calculada es de 2.98% muy inferior a la estimada en el flujo de caja cuyo principal es la venta de madera para postes cuyo valor fue de 30.70%. Para el escenario de la venta de madera para pulpa el flujo de caja arrojó un valor presente neto negativo y una relación beneficio costo menor a uno lo que indica que está alternativa no es viable desde el punto de vista financiero.

El valor de la Tasa Interna de Retorno cuando el producto forestal es la venta de madera para pulpa es igual a cero cuando el precio por tonelada de madera para pulpa es de \$ 105.450. Ver Tabla 12.

Si en el análisis de sensibilidad se establece como producto forestal la venta de madera para poste, el valor de la tasa interna de retorno es igual cero cuando el precio del poste por unidad es de \$3.405. Ver Tabla 12

SENSIBILIDAD PRODUCTO MADERA PARA PULPA	
TIR Const.	2.98%
TIR corriente	8%
VPN INGRESOS (5%)	\$46,489,108.51
VPD EGRESOS (5%)	\$47,674,414.94
VPN (5%)	-\$1,185,306.43
RELACIÓN B/C	\$ 0.98
SENSIBILIDAD DEL PRECIO DE VENTA DE POSTE	
PRECIO DE MADERA REDONDA POR POSTE \$	TIR %

6,000	30,39
5,500	26,52
5,000	22,09
4,500	16,85
4,000	10,42
3,500	1,97
3,405	0
SENSIBILIDAD DEL PRECIO DE VENTA PARA PULPA	
PRECIO DE MADERA PULPA TON \$	TIR %
110,000	2,98
105,450	0

Tabla No 12. Análisis de sensibilidad del sistema puro.

Fuente: Elaboración propia

Si en el sistema forestal puro la densidad de siembra se incrementara de 700 árboles por hectárea a 1100 árboles por hectárea la tasa interna de retorno (TIR) aumentaría a 49.24%.

4.4.3.2 Análisis de sensibilidad del sistema Silvoagrícola.

En el análisis de sensibilidad considerando la venta de madera para poste, la tasa interna de retorno arroja un valor igual a cero cuando el precio para el poste es de \$2.720 la unidad. Para el escenario de un flujo de caja que considere el producto forestal de madera para pulpa, la tasa interna de retorno es igual a cero, cuando el precio de venta por tonelada de madera es de \$89.790. (Ver Tabla 13).

SENSIBILIDAD PRODUCTO PULPA	
TIR const.	11.31%
TIR corriente	17%
VPN INGRESOS (5%)	\$ 69,127,844.76
VPN EGRESOS (5%)	\$ 64,359,036.58
RELACIÓN B/C	\$ 1.07
VPN (5%)	\$ 4,768,808.18
SENSIBILIDAD DEL PRECIO DE VENTA DE POSTE	
PRECIO DE MADERA REDONDA POR POSTES	TIR %
6,000	31,12
5,500	28,51
5,000	25,56
4,500	22,14
4,000	18,05
3,500	12,91
3,405	11,76
3000	5.81
2720	0.00
SENSIBILIDAD DEL PRECIO DE VENTA PARA PULPA	
PRECIO DE MADERA PULPA TON \$	TIR %
110,000	11,31
105,450	9,32
100,000	6,62
90,000	0,17
89,790	0.00

Tabla 13. Análisis de Sensibilidad Sistema Silvoagrícola
Fuente: Elaboración propia

Si en sistema forestal silvoagrícola la densidad de siembra se incrementará de 900 árboles por hectárea a 1100 árboles por hectárea la tasa interna de retorno (TIR) aumentaría a 40.23%.

4.4.5. Uso eficiente de la tierra.

Para efectos de poder establecer una comparación real entre los rendimientos regionales en cada uno de los cultivos y los rendimientos arrojados en el estudio, se realizó un ajuste previo del rendimiento regional con base en la densidad de plantas por hectárea asumidas en el estudio; es el caso de la yuca sata que en condiciones regionales se planta con una densidad de 10.000 plantas por hectárea pero para poder establecer el índice de uso eficiente del suelo se calculó el mismo rendimiento regional pero para la densidad de siembra de 6.666 plantas por hectárea (ver Tabla 14).

Como se observa en la Tabla 14, la especie con mayor uso eficiente de la tierra (UET) fue la especie de Yuca Sata por cuanto se requiere 1.25 hectáreas de cultivo puro o sin asocio de esta especie para producir lo mismo que se obtuvo en una hectárea del componente Silvoagrícola.

Respecto a los demás cultivos (maíz, frijol, Componente forestal del sistema Silvoagrícola y el componente forestal Puro) se obtuvieron índices de uso eficiente menores a 1 que significa que los rendimientos que se tienen del sistema puro son mejores con los del sistema asociado Silvoagrícola. Esto puede ser debido a la competencia específica por espacio y nutrientes en el sistema asociado.

Para el sistema forestal puro, el índice de uso eficiente del suelo fue 0.66 lo que significa que se requiere 0.66 hectáreas de eucalyptus grandis cuya semilla procede de huertos semilleros para producir la madera de una hectárea de eucaliptos grandis asociados a cultivos agrícolas.

La disminución de los rendimientos del eucalipto en comparación con los regionales está ligada a la pérdida de individuos por hectárea que para el caso del componente Silvoagrícola se estimó en 28% y para el sistema puro del 27%.

CALCULO DEL INDICE DE USO EFICIENTE DE LA TIERRA (UET)							
CULTIVO	UNIDAD	REND. REGIONAL	REND. EN EL ESTUDIO	DENSIDAD DE SIEMBRA ARB/Ha REGIONAL	DENSIDAD DE SIEMBRA ARB/Ha ESTUDIO	REND. REGIONAL AJUSTADO	UET
YUCA VAR SATA	Ton/Ha	11.5	9.6	10,000	6,666	7.6659	1.25
MAIZ	Ton/Ha	1.3	0.3	50,000	15,000	0.39	0.77
FRIJOL	Ton/Ha	1.22	0.288	45,000	13,500	0.366	0.79
COMPONENTE FORESTAL DEL SISTEMA SILVOAGRICOLA	m ³ /Ha	270	104.15	1,276	800	169.344	0.62
SISTEMA FORESTAL PURO	m ³ /Ha	270	98.02	1,276	700	148.176	0.66

Tabla 14. Determinación Índice de Uso Eficiente de la Tierra.
Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

- En el sistema silvoagrícola el Incremento Medio Anual (I.M.A) arrojó un valor de $17.66\text{m}^3/\text{Ha. Año.}$ y en el sistema forestal puro de $16.34\text{ m}^3/\text{Ha. Año.}$ esta comportamiento puede atribuirse a la similitud en el manejo y tipo de semilla utilizada. Igualmente al comparar los dos sistemas de producción forestal no existen diferencias significativas como se evidenció en el análisis de “t” de student a un nivel de confiabilidad del 95% para el crecimiento forestal
- En los dos sistemas de producción forestal la mortalidad de individuos es alta considerando una densidad de siembra de 1111 Árboles/ Ha. y la densidad final del sistema forestal puro fue de 700 Árboles/ Ha. y en el sistema forestal silvoagrícola de 800 Árboles/ Ha, lo que arroja una mortalidad de 37% y 28 % respectivamente, muy superior a las que se obtienen en las plantaciones comerciales que son generalmente alrededor del 10%.
- Respecto a la Diversidad biológica en flora, al realizar el análisis de varianza para la riqueza de especies en los tres sitios muestreados se puede establecer que no existen diferencias significativas con un grado de confiabilidad del 95 % en las comunidades de arbustos y árboles, pero a su vez si existen diferencias significativas entre el sistema forestal puro y el testigo en cuanto a la riqueza de especies de arvenses.

- El nivel de confiabilidad de los resultados obtenidos en la diversidad de flora fueron aceptables considerando que la eficiencia del muestreo calculada en los tres (3) sitios seleccionados fueron superiores al 80%.
- El índice de Similaridad de Jacard para fauna en comunidades de hormigas indica una mayor similitud de las especies encontradas en el sistema forestal puro en comparación con el sistema forestal silvoagrícola, a su vez estos dos sistemas de producción forestal son disímiles del sistema testigo (potrero), esta característica puede estar asociada a un uso más intensivo del suelo en el potrero el cual está sometido más a actividades de sobre pastoreo.
- El sistema forestal puro en comparación con el sistema forestal silvoagrícola no presenta diferencia estadísticamente significativa en cuanto a la riqueza en comunidades de hormigas.
- La presencia de una especie de hormiga legionaria (*Nomamyrmex*) en el área del sistema forestal silvoagrícola denota que el área si está proporcionándole mayores condiciones de habitas a la mirmecofauna.
- El sistema testigo (potrero) presentó la riqueza específica en fauna (S) más alta, pero también la incidencia más alta de especies plaga en su fauna mirmecológica.
- De los resultados obtenidos del análisis de suelos se puede concluir que en las tres muestras de los lugares analizados no existen diferencias significas respecto a las

condiciones del suelo, lo que hace valido la comparación de los tres sistemas evaluados por la poca incidencia que puede tener en sus resultados las condiciones fisicoquímicas del suelo.

- No existen diferencias significativas en los indicadores de la rentabilidad (TIR, VPN, B/C) de los dos sistemas de producción forestal, sin embargo en el sistema forestal silvoagrícola se obtienen mayores ingresos por la venta de productos de cultivos agrícolas en comparación con el sistema forestal puro, es el caso de la yuca que representa ingresos por la venta para la producción de almidón, además del consumo familiar de los productos derivados del cultivo de fríjol y maíz que a su vez generaron algunos excedentes para la comercialización, lo cual favoreció la seguridad alimentaria de las familias beneficiadas en este sistema de producción forestal.
- En el componente Silvoagrícola fue significativo en el flujo de caja la participación del componente mano de obra en comparación con el componente forestal puro, derivado básicamente del establecimiento y cosecha de los cultivos agrícolas, esto permitió una mayor generación de empleo.
- El producto principal de acuerdo a los indicadores financieros es la venta de madera para postes, considerando que la tasa interna de retorno para el sistema forestal puro es de 30.70%, en comparación con la tasa interna de retorno por venta de madera para pulpa cuyo valor es de 2.98%. Este mismo comportamiento se evidenció en el sistema silvoagrícola.

- La tasa interna de retorno es altamente sensible a los precios del mercado de la madera procedente del componente forestal en los dos sistemas evaluados y de acuerdo a los resultados arrojados en el estudio, la madera debe destinarse a la venta de madera rolliza o redonda, cuya finalidad principal es el poste o el horcón muy utilizado en los cercados.
- Respecto al parámetro de Uso Eficiente de la Tierra (UET), la especie de mejor rendimiento fue la Yuca Sata asociada en el sistema forestal silvoagrícola , considerando que se requiere 1.25 hectáreas de yuca con rendimiento de siembra regional, para producir 1.0 hectáreas de yuca utilizada en el estudio.

RECOMENDACIONES

- De acuerdo a las curvas de acumulación de especies de fauna, en las tres gráficas para cada uno de los sitios de muestreo, la curva de lo observado y lo esperado están lejanas, y en ningún momento se alcanza una curva asintótica o estabilidad, por lo tanto se recomienda para profundizar en la investigación realizar un esfuerzo de colecta mediante una mayor intensidad de muestreo.
- Para mejorar los indicadores financieros del proyecto de los sistemas Silvoagricolas se recomienda la utilización de semilla de *Eucalyptus grandis* cuya procedencia sea de huertos semilleros de segunda o tercera generación o material vegetal procedente de clones. Esto permitirá una mejor sobrevivencia y por lo tanto una menor mortalidad.
- Se recomienda profundizar en la investigación sobre variables en el ámbito social involucrando aspectos como los beneficios en la soberanía alimentaria, generación de empleo, estructura agraria y tenencia de la tierra entre otros temas aplicados a los sistemas Silvoagrícolas y sistemas forestales puros.
- Se recomienda la utilización de sistema agroforestales en esta región dentro del marco de las herramientas de manejo del paisaje rural en territorios cuyas economías más representativas se derivan de la producción local.

- Para incrementar el nivel de abundancia y de riqueza de la flora y la fauna en los sistemas Silvoagrícolas es conveniente la utilización de mínima labranza en los cultivos asociados, es el caso del control de malezas a través del manejo integrado de arvenses.
- Para que sean rentables los sistemas de producción forestal (puros y/o Silvoagrícolas) se requiere un incentivo forestal como política promocional y de fomento de la actividad forestal, para poder así garantizar un marco de desarrollo con sostenibilidad económica, ambiental, social, etc.
- Este mismo estudio se puede replicar con nuevos arreglos agroforestales y a otras condiciones ambientales, con el fin de generar un portafolio para diversos paisajes.
- Se recomienda realizar un inventario forestal antes de la cosecha en los dos sistemas de producción forestal para constatar el Incremento Medio Anual y poder tomar la decisión de la cosecha o eventualmente alargar el turno de corta hasta el séptimo año, pensando en un turno económico es decir en función de los precios de los productos esperados en el mercado.
- Se recomienda en un futuro análisis de la evaluación financiera involucrar el costo de oportunidad de una hectárea destinada a pastos para el pastoreo en comparación con una hectárea destinada a los sistemas de producción forestal, esto permitirá un análisis más real de las condiciones sociales y económicas de la región del Macizo Colombiano.

- Para efectos de mantener una densidad apropiada en los sistemas de producción forestal se deberá realizar una resiembra de los árboles muertos a los cuarenta y cinco días después de la siembra previo calculo en terreno del porcentaje de sobrevivencia, considerando que por la precocidad del crecimiento del *Eucalyptus grandis* no es conveniente realizarla posteriormente ya que los arboles nuevamente sembrados podrían ser suprimidos por el cierre del dosel del rodal.

ANEXOS

ANEXO 1					
FORMATO INVENTARIO DE PLANTACIONES FORESTALES EVALUACION FINANCIERA Y DIVERSIDAD BIOLÓGICA DE DOS SISTEMAS DE PRODUCCION FORESTAL EN LOS MUNICIPIOS DE TIMBÍO Y SOTARA DEPARTAMENTO DEL CAUCA. UN ESTUDIO COMPARATIVO					
LOTE:			ESPECIE:		FECHA DE PLANTACIÓN:
PARCELA No:			FECHA DE MEDICIÓN		

ALTITUD		LATITUD		LONGT	
----------------	--	----------------	--	--------------	--

ÁRBOL No	DAP(cm.)	RECTITUD (1 a 3)	OBSER.	H. COMER.(m.)	H. TOTAL (m.)	G (M2)	Vc sc (m.c.)	PVC sc (kgr.)	Vt cc(m.c.)
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
n									
TOTAL									
TOTAL POR HA.									
AREA DE PARCELA:				RESPONSABLE:					
NUMERO DE ÁRBOLES POR PARCELA:				AUXILIARES:					
RECTITUD		1= BUENO	3= MALO						

CONVENCIONES			
G (M2)	Área basal en metros cuadrados	RG	Ramas Gruesas
Vc sc (m.c.)	Volumen comercial sin corteza en metros cúbicos	MD	Muerte Descendente
PVC sc	Peso Verde Comercial sin corteza en kilogramos	CR	Copa Rota
Vt cc(m.c.)	Volumen Total con corteza en metros cúbicos	BF	Bifurcado

ANEXO 2

INVENTARIO DE PLANTACIONES DEL SISTEMA FORESTAL SILVOAGRICOLA

EVALUACION FINANCIERA Y DIVERSIDAD BIOLOGICA DE DOS SISTEMAS DE PRODUCCION FORESTAL EN LOS MUNICIPIOS DE TIMBÍO Y SOTARA DEPARTAMENTO DEL CAUCA. UN ESTUDIO COMPARATIVO

LOTE:	1		ESPECIE:	Eucalyptus grandis-asociado	FECHA DE PLANTACIÓN:	AGOSTO DE 2008
PARCELA No:	1		FECHA DE MEDICIÓN	26-Ago-11		
ALTITUD	1937 m.s.n.m	LATITUD	2°18'18" : N	LONGT	76°40'25" : O	

ÁRBOL No	DAP(cm.)	RECTITUD(1 a 3)	OBSER.	H. COMER.(m.)	H. TOTAL (m.)	G (M2)	Vc sc (m.c.)	PVC sc (kgr.)	Vt cc(m.c.)
1	9	1		5	13	0.00636174	0.015322695	41.14788	0.052284452
2	12	1		8	13	0.01130976	0.032517888	57.49512	0.078561248
3	13	1		8	12	0.01327326	0.037121688	60.60888	0.083566352
4	5	1		1	6	0.0019635	0.006575475	23.124	0.0233126
5	14	1		8	12.5	0.01539384	0.042093792	69.032	0.0971058
6	14	1	Bifurcado	8	13.5	0.01539384	0.042093792	72.94416	0.103394264
7	13	1		6	11.5	0.01327326	0.029341266	58.92226	0.080855254
8	16	1		8	13.5	0.02010624	0.053142912	89.11176	0.129382304
9	15	1		9	14.5	0.0176715	0.052613475	85.2495	0.12317405
10	10	1		4	10	0.007854	0.0152076	40.09	0.050584
11	14	1		7	13.5	0.01539384	0.037582068	72.94416	0.103394264
12	15	3	Torcido	5	14	0.0176715	0.031896375	83.004	0.1195646
13	5	3	Torcido	1	9.5	0.0019635	0.006575475	24.8705	0.02611995
14	11	1		7	12	0.00950334	0.025497093	49.11192	0.065085968
15	14	1		8	14.5	0.01539384	0.042093792	76.85632	0.109682728
16	16	1		10	13	0.02010624	0.06492864	86.55688	0.125275552
17	13	1		7	13	0.01327326	0.033231477	63.98212	0.088988548
TOTAL	17			6.5	12.3	0.215906	0.567835503	1055	1.460331934
TOTAL POR HA.	850					10.79532	28.39178	52753	73.01660
AREA DE PARCELA:200 m C				RESPONSABLE:Luis Carlos Montoya – Fernando Penagos					
NUMERO DE ÁRBOLES POR PARCELA = 17 ÁRBOLES.				AUXILIARES:Milena Ibarra					
RECTITUD	1= BUENO	3= MALO							

**INVENTARIO DE PLANTACIONES DEL SISTEMA FORESTAL SILVOAGRICOLA
EVALUACION FINANCIERA Y DIVERSIDAD BIOLOGICA DE DOS SISTEMAS DE PRODUCCION FORESTAL EN LOS MUNICIPIOS
DE TIMBÍO Y SOTARA DEPARTAMENTO DEL CAUCA. UN ESTUDIO COMPARATIVO**

LOTE:	1	ESPECIE:	<i>Eucalyptus grandis- asociado</i>	FECHA DE PLANTACIÓN:	AGOSTO DE 2008
PARCELA No:	2	FECHA DE MEDICIÓN	26-Ago-11		

ALTITUD	1952 m.s.n.m	LATITUD	2°18'18" : N	LONGT	76°40'25" : O
---------	--------------	---------	--------------	-------	---------------

ÁRBOL No	DAP(cm.)	RECTITU D (1 a 3)	OBSER.	H. COMER.(m.)	H. TOTAL (m.)	G (M2)	Vc sc (m.c.)	PVC sc (kgr.)	Vt cc(m.c.)
1	14	3	Bifurcado - Torcido	6	10	0.01539384	0.033070344	59.2516	0.08138464
2	8	1		3	8	0.00502656	0.010419648	30.34952	0.034927008
3	12	1		7	12	0.01130976	0.029203152	54.62088	0.073941152
4	10	3	Torcido	6	11	0.007854	0.0198114	42.086	0.0537924
5	9	1		5	11	0.00636174	0.015322695	37.91436	0.047086844
6	15	1		8	11	0.0176715	0.0474342	69.531	0.0979079
7	8	3	Torcido - Base	2	7	0.00502656	0.008946432	29.07208	0.032873632
8	8	1		4	9	0.00502656	0.011892864	31.62696	0.036980384
9	12	1		6	11	0.01130976	0.025888416	51.74664	0.069321056
10	12	3		6	8	0.01130976	0.025888416	43.12392	0.055460768
11	5	3	Torcido	1	7	0.0019635	0.006575475	23.623	0.0241147
12	5	3		1	4	0.0019635	0.006575475	22.126	0.0217084
13	11	1		6	11	0.00950334	0.022711794	46.69676	0.061203804
14	14	1		5	10	0.01539384	0.02855862	59.2516	0.08138464
15	7	3	Bifurcado	2	9	0.00384846	0.008255862	28.93236	0.032649044
16	12	1		6	11.5	0.01130976	0.025888416	53.18376	0.071631104
17	12	1		6	11	0.01130976	0.025888416	51.74664	0.069321056
TOTAL	17			4.7	9.5	0.151582	0.352331625	735	0.945688532
TOTAL POR HA.	850					7.57911	17.61658	36744.15400	47.28443

AREA DE PARCELA:200 m C	RESPONSABLE:Luis Carlos Montoya – Fernando Penagos
NUMERO DE ÁRBOLES POR PARCELA = 18 ÁRBOLES.	AUXILIARES:Milena Ibarra

RECTITUD	1= BUENO	3= MALO
----------	----------	---------

**INVENTARIO DE PLANTACIONES DEL SISTEMA FORESTAL SILVOAGRICOLA
EVALUACION FINANCIERA Y DIVERSIDAD BIOLOGICA DE DOS SISTEMAS DE PRODUCCION FORESTAL EN LOS MUNICIPIOS
DE TIMBÍO Y SOTARA DEPARTAMENTO DEL CAUCA. UN ESTUDIO COMPARATIVO**

LOTE:	1	ESPECIE:	<i>Eucalyptus grandis</i> - <i>asociado</i>	FECHA DE PLANTACIÓN:	AGOSTO DE 2008
PARCELA No:	3	FECHA DE MEDICIÓN	26-Ago-11		
ALTITUD	1971 m.s.n.m	LATITUD	2°18'19" : N	LONGT	76°40'33" : O

ÁRBOL No	DAP(cm.)	RECTITUD(1 a 3)	OBSER.	H. COMER.(m.)	H. TOTAL (m.)	G (M2)	Vc sc (m.c.)	PVC sc (kgr.)	Vt cc(m.c.)
1	13	1		7	14	0.01327326	0.03323148	67.35536	0.09441074
2	11	1		5	11	0.00950334	0.0199265	46.69676	0.0612038
3	7	3	Torcido	4	8	0.00384846	0.01051172	27.95432	0.03107693
4	13	1		7	13	0.01327326	0.03323148	63.98212	0.08898855
5	11	1		6	11.5	0.00950334	0.02271179	47.90434	0.06314489
6	6	3	Torcido	2	7	0.00282744	0.00765737	25.15992	0.02658517
7	12	1		8	14	0.01130976	0.03251789	60.36936	0.08318134
8	8	1		5	11	0.00502656	0.01336608	34.18184	0.04108714
9	13	3	Bifurcado	2	12.5	0.01327326	0.01378042	62.2955	0.08627745
10	12	1		7	12	0.01130976	0.02920315	54.62088	0.07394115
11	6	3	Torcido a 5 Mts	2	9	0.00282744	0.00765737	26.59704	0.02889522
12	13	1		8	11.5	0.01327326	0.03712169	58.92226	0.08085525
13	11	1		5	10.5	0.00950334	0.0199265	45.48918	0.05926272
14	6	1		2	8	0.00282744	0.00765737	25.87848	0.02774019
15	7	3		3	7	0.00384846	0.00938379	26.97628	0.02950481
16	6	3	Torcido	2	7	0.00282744	0.00765737	25.15992	0.02658517
17	11	1		7	10.5	0.00950334	0.02549709	45.48918	0.05926272
18	10	1		6	10	0.007854	0.0198114	40.09	0.050584
TOTAL	18			4.9	10.4	0.145613	0.35085045	785	1.01258725
TOTAL POR HA.	900					7.28066	17.54252	39256.13700	50.62936
AREA DE PARCELA:200 m C				RESPONSABLE: Luis Carlos Montoya – Fernando Penagos					
NUMERO DE ÁRBOLES POR PARCELA = 18 ÁRBOLES.				AUXILIARES: Milena Ibarra					

**INVENTARIO DE PLANTACIONES SISTEMA DEL FORESTAL SILVOAGRICOLA
EVALUACION FINANCIERA Y DIVERSIDAD BIOLOGICA DE DOS SISTEMAS DE PRODUCCION FORESTAL EN LOS MUNICIPIOS DE
TIMBÍO Y SOTARA DEPARTAMENTO DEL CAUCA. UN ESTUDIO COMPARATIVO**

LOTE:	1	ESPECIE:	<i>Eucalyptus grandis – asociado</i>	FECHA DE PLANTACIÓN:	AGOSTO DE 2008
PARCELA No:	4	FECHA DE MEDICIÓN	26-Ago-11		

ALTITUD	1971msnm	LATITUD	2°18'19" : N	LONGT	76°40'33" : O
---------	----------	---------	--------------	-------	---------------

ÁRBOL No	DAP(cm.)	RECTITUD(1 a 3)	OBSER.	H. COMER.(m.)	H. TOTAL (m.)	G (M2)	Vc sc (m.c.)	PVC sc (kgr.)	Vt cc(m.c.)
1	8	1		4	8	0.00502656	0.01189286	30.34952	0.034927
2	8	3		3	8	0.00502656	0.01041965	30.34952	0.034927
3	13	1		7	12	0.01327326	0.03323148	60.60888	0.0835664
4	13	1		8	12	0.01327326	0.03712169	60.60888	0.0835664
5	11	1		5	10.5	0.00950334	0.0199265	45.48918	0.0592627
6	9	1		6	10	0.00636174	0.01718723	36.2976	0.044488
7	12	1		7	11	0.01130976	0.02920315	51.74664	0.0693211
8	13	1		6	10	0.01327326	0.02934127	53.8624	0.072722
9	11	1		6	10.5	0.00950334	0.02271179	45.48918	0.0592627
10	11	3		5	10.5	0.00950334	0.0199265	45.48918	0.0592627
11	12	1		7	12	0.01130976	0.02920315	54.62088	0.0739412
12	9	3		4	9.5	0.00636174	0.01345816	35.48922	0.0431886
13	6	1		4	8	0.00282744	0.00931474	25.87848	0.0277402
14	12	1		7	11	0.01130976	0.02920315	51.74664	0.0693211
15	8	1		5	9.5	0.00502656	0.01336608	32.26568	0.0380071
16	12	1		6	12	0.01130976	0.02588842	54.62088	0.0739412
TOTAL	16			5.6	10.3	0.144199	0.35139581	715	0.9274452
TOTAL POR HA.	800					7.20997	17.56979	35745.63800	46.37226

AREA DE PARCELA:200 m C	RESPONSABLE: Luis Carlos Montoya – Fernando Penagos
-------------------------	---

NUMERO DE ÁRBOLES POR PARCELA = 18 ÁRBOLES.	AUXILIARES: Milena Ibarra
---	---------------------------

RECTITUD	1= BUENO	3= MALO
----------	----------	---------

**INVENTARIO DE PLANTACIONES SISTEMA DEL FORESTAL SILVOAGRICOLA
EVALUACION FINANCIERA Y DIVERSIDAD BIOLOGICA DE DOS SISTEMAS DE PRODUCCION FORESTALEN LOS MUNICIPIOS
DE TIMBÍO Y SOTARA DEPARTAMENTO DEL CAUCA. UN ESTUDIO COMPARATIVO**

LOTE:	1	ESPECIE:	<i>Eucalyptus grandis</i> – asociado	FECHA DE PLANTACIÓN:	AGOSTO DE 2008
PARCELA No:	5	FECHA DE MEDICIÓN	26-Ago-11		

ALTITUD	1987msnm	LATITUD	2°18'20" : N	LONGT	76°40'32" : O
---------	----------	---------	--------------	-------	---------------

ÁRBOL No	DAP(cm.)	RECTITUD(1 a 3)	OBSER.	H. COMER.(m.)	H. TOTAL (m.)	G (M2)	Vc sc (m.c.)	PVC sc (kgr.)	Vt cc(m.c.)
1	6	1		2	7	0.00282744	0.00765737	25.15992	0.02658517
2	10	3		5	8	0.007854	0.0175095	36.098	0.0441672
3	7	1		2	5.5	0.00384846	0.00825586	25.50922	0.02714664
4	12	1		7	11	0.01130976	0.02920315	51.74664	0.06932106
5	12	1		6	11	0.01130976	0.02588842	51.74664	0.06932106
6	12	3	Alleta	5	12	0.01130976	0.02257368	54.62088	0.07394115
7	13	1		6	13	0.01327326	0.02934127	63.98212	0.08898855
8	7	1		4	10	0.00384846	0.01051172	29.9104	0.03422116
9	14	1		8	14	0.01539384	0.04209379	74.90024	0.1065385
10	16	1		8	13	0.02010624	0.05314291	86.55688	0.12527555
11	14	1		6	11.5	0.01539384	0.03307034	65.11984	0.09081734
12	15	1		6	12	0.0176715	0.03707565	74.022	0.1051268
25									
TOTAL	12			5.4	10.7	0.134146	0.31632367	639	0.86145016
TOTAL POR HA.	600					6.70732	15.81618	31968.63900	43.07251
AREA DE PARCELA:200 m C				RESPONSABLE: Luis Carlos Montoya – Fernando Penagos					
NUMERO DE ÁRBOLES POR PARCELA = 12 ÁRBOLES.				AUXILIARES: Milena Ibarra					
RECTITUD	1= BUENO	3= MALO							

ANEXO 3

INVENTARIO DE PLANTACIONES DEL SISTEMA FORESTAL PURO

EVALUACION FINANCIERA Y DIVERSIDAD BIOLOGICA DE DOS SISTEMAS DE PRODUCCION FORESTAL EN LOS MUNICIPIOS DE TIMBÍO Y SOTARA DEPARTAMENTO DEL CAUCA. UN ESTUDIO COMPARATIVO

LOTE:		2	ESPECIE:	<i>Eucalyptus grandis-puro</i>	FECHA DE PLANTACIÓN:				
PARCELA No:		1	FECHA DE MEDICIÓN	27-Ago-11					
ALTITUD	2036msnm	LATITUD	2°17'28" : N	LONGT	76°39'22" : O				
ÁRBOL No	DAP(cm.)	RECTITUD(1 a 3)	OBSER.	H. COMER.(m.)	H. TOTAL (m.)	G (M2)	Vc sc (m.c.)	PVC sc (kgr.)	Vt cc(m.c.)
1	10	1		7	12	0.007854	0.0221133	44.082	0.0570008
2	11	1		8	13	0.00950334	0.028282392	51.52708	0.068968132
3	11	1		8	12	0.00950334	0.028282392	49.11192	0.065085968
4	14	1		9	14	0.01539384	0.046605516	74.90024	0.106538496
5	13	1		8	13	0.01327326	0.037121688	63.98212	0.088988548
6	12	1		8	14	0.01130976	0.032517888	60.36936	0.083181344
7	10	1		6	11	0.007854	0.0198114	42.086	0.0537924
8	11	1		6	12	0.00950334	0.022711794	49.11192	0.065085968
9	13	3		6	12	0.01327326	0.029341266	60.60888	0.083566352
10	12	1		6	12	0.01130976	0.025888416	54.62088	0.073941152
11	13	3		6	11	0.01327326	0.029341266	57.23564	0.078144156
12	13	1		7	12	0.01327326	0.033231477	60.60888	0.083566352
13	8	3		5	11	0.00502656	0.01336608	34.18184	0.041087136
14	11	1		8	13	0.00950334	0.028282392	51.52708	0.068968132
15	12	1		7	11	0.01130976	0.029203152	51.74664	0.069321056
16	14	1		8	14	0.01539384	0.042093792	74.90024	0.106538496
17	15	1		9	14	0.0176715	0.052613475	83.004	0.1195646
18	9	1		5	11	0.00636174	0.015322695	37.91436	0.047086844
19	11	1		6	10	0.00950334	0.022711794	44.2816	0.05732164
TOTAL	19			7	12	0.2100945	0.558842175	1046	1.417747572
TOTAL POR HA.	950					10.50473	27.94211	52290.03400	70.88738
AREA DE PARCELA:200 m C				RESPONSABLE: Luis Carlos Montoya – Fernando Penagos					
NUMERO DE ÁRBOLES POR PARCELA = 19 ÁRBOLES.				AUXILIARES: Milena Ibarra.					
RECTITUD	1= BUENO	3= MALO							

INVENTARIO DE PLANTACIONES DEL SISTEMA FORESTAL PURO

EVALUACION FINANCIERA Y DIVERSIDAD BIOLOGICA DE DOS SISTEMAS DE PRODUCCION FORESTAL EN LOS MUNICIPIOS DE TIMBÍO Y SOTARA DEPARTAMENTO DEL CAUCA. UN ESTUDIO COMPARATIVO

LOTE:	2	ESPECIE:	<i>Eucalyptus grandis- puro</i>	FECHA DE PLANTACIÓN:	
PARCELA No:	2	FECHA DE MEDICIÓN	27-Ago-11		

ALTITUD	2040 m.s.n.m	LATITUD	2°17'27" : N	LONGT	76°39'21" : O
---------	--------------	---------	--------------	-------	---------------

ÁRBOL No	DAP(cm.)	RECTITUD(1 a 3)	OBSER.	H. COMER.(m.)	H. TOTAL (m.)	G (M2)	Vc sc (m.c.)	PVC sc (kgr.)	Vt cc(m.c.)
1	12	1		6	11	0.01130976	0.02588842	51.74664	0.06932106
2	11	1		6	10	0.00950334	0.02271179	44.2816	0.05732164
3	11	1		5	11	0.00950334	0.0199265	46.69676	0.0612038
4	11	1		6	10	0.00950334	0.02271179	44.2816	0.05732164
5	11	1		6	10	0.00950334	0.02271179	44.2816	0.05732164
6	10	1		6	11	0.007854	0.0198114	42.086	0.0537924
7	11	1		7	12	0.00950334	0.02549709	49.11192	0.06508597
8	8	1		4	9	0.00502656	0.01189286	31.62696	0.03698038
9	5	3		2	6	0.0019635	0.00715095	23.124	0.0233126
10	6	3		2	7	0.00282744	0.00765737	25.15992	0.02658517
11	5	3		1	7	0.0019635	0.00657548	23.623	0.0241147
12	7	3		3	8	0.00384846	0.00938379	27.95432	0.03107693
TOTAL	12			4.5	9	0.08230992	0.20191924	454	0.56343793
TOTAL POR HA.	600					4.11550	10.09596	22698.71600	28.17190
AREA DE PARCELA:200 m C				RESPONSABLE: Luis Carlos Montoya – Fernando Penagos					
NUMERO DE ÁRBOLES POR PARCELA = 12 ÁRBOLES.				AUXILIARES: Milena Ibarra					
RECTITUD	1= BUENO	3= MALO							

INVENTARIO DE PLANTACIONES DEL SISTEMA FORESTAL PURO

EVALUACION FINANCIERA Y DIVERSIDAD BIOLOGICA DE DOS SISTEMAS DE PRODUCCION FORESTAL EN LOS MUNICIPIOS DE TIMBÍO Y SOTARA DEPARTAMENTO DEL CAUCA. UN ESTUDIO COMPARATIVO

LOTE:	2	ESPECIE:	<i>Eucalyptus grandis-puro</i>	FECHA DE PLANTACIÓN:	
PARCELA No:	3	FECHA DE MEDICIÓN	27-Ago-11		

ALTITUD	2060 m.s.n.m	LATITUD	2°17'25" : N	LONGT	76°39'21" : O
---------	-----------------	---------	--------------	-------	---------------

ÁRBOL No	DAP(cm.)	RECTITUD(1 a 3)	OBSER.	H. COMER.(m.)	H. TOTAL (m.)	G (M2)	Vc sc (m.c.)	PVC sc (kgr.)	Vt cc(m.c.)
1	12	1		6	11	0.01130976	0.02588842	51.74664	0.06932106
2	16	1		8	14	0.02010624	0.05314291	91.66664	0.13348906
3	17	1		6	12	0.02269806	0.04591495	89.35128	0.12976731
4	17	1		8	13	0.02269806	0.05921993	95.11972	0.13903959
5	9	1		5	10	0.00636174	0.0153227	36.2976	0.04448804
6	14	1		7	12	0.01539384	0.03758207	67.07592	0.09396157
7	12	1		6	11	0.01130976	0.02588842	51.74664	0.06932106
8	13	1		6	11	0.01327326	0.02934127	57.23564	0.07814416
9	7	1		4	8	0.00384846	0.01051172	27.95432	0.03107693
10	12	1		6	11	0.01130976	0.02588842	51.74664	0.06932106
11	12	3		6	10	0.01130976	0.02588842	48.8724	0.06470096
12	10	1		5	10	0.007854	0.0175095	40.09	0.050584
13	13	1		6	11	0.01327326	0.02934127	57.23564	0.07814416
14	14	1		6	11	0.01539384	0.03307034	63.16376	0.0876731
TOTAL	14			6.071428571	11	0.1861398	0.43451031	829	1.13903204
TOTAL POR HA.	700					9.30699	21.72552	41465.14200	56.95160

AREA DE PARCELA:200 m C

RESPONSABLE: Luis Carlos Montoya – Fernando Penagos

NUMERO DE ÁRBOLES POR PARCELA = 14 ÁRBOLES.

AUXILIARES: Milena Ibarra

RECTITUD	1= BUENO	3= MALO
----------	-------------	---------

INVENTARIO DE PLANTACIONES DEL SISTEMA FORESTAL PURO

EVALUACION FINANCIERA Y DIVERSIDAD BIOLOGICA DE DOS SISTEMAS DE PRODUCCION FORESTAL EN LOS MUNICIPIOS DE TIMBÍO Y SOTARA DEPARTAMENTO DEL CAUCA. UN ESTUDIO COMPARATIVO

LOTE:	2	ESPECIE:	<i>Eucalyptus grandis- puro</i>	FECHA DE PLANTACIÓN:	
PARCELA No:	4	FECHA DE MEDICIÓN	27-Ago-11		

ALTITUD	2053 m.s.n.m	LATITUD	2°17'24" : N	LONGT	76°39'21" : O				
ÁRBOL No	DAP(cm.)	RECTITUD(1 a 3)	OBSER.	H. COMER.(m.)	H. TOTAL (m.)	G (M2)	Vc sc (m.c.)	PVC sc (kgr.)	Vt cc(m.c.)
1	14	1		6	11	0.01539384	0.03307034	63.16376	0.0876731
2	13	1		7	11	0.01327326	0.03323148	57.23564	0.07814416
3	13	3		6	12	0.01327326	0.02934127	60.60888	0.08356635
4	10	1		4	11	0.007854	0.0152076	42.086	0.0537924
5	12	1		7	10	0.01130976	0.02920315	48.8724	0.06470096
6	14	1		8	11	0.01539384	0.04209379	63.16376	0.0876731
7	13	3	Bifurcado	6	12	0.01327326	0.02934127	60.60888	0.08356635
8	6	3	Bifurcado	1	10	0.00282744	0.00682868	27.3156	0.03005024
9	7	1		1	8	0.00384846	0.00712793	27.95432	0.03107693
10	13	1		6	8	0.01327326	0.02934127	47.11592	0.06187757
11	8	1		5	11	0.00502656	0.01336608	34.18184	0.04108714
12	11	1		6	8	0.00950334	0.02271179	39.45128	0.04955731
13	10	1		4	10	0.007854	0.0152076	40.09	0.050584
14	8	3	Bifurcado	4	9	0.00502656	0.01189286	31.62696	0.03698038
15	8	3	Bifurcado	4	9	0.00502656	0.01189286	31.62696	0.03698038
16	12	1		6	11	0.01130976	0.02588842	51.74664	0.06932106
TOTAL	16			5.0625	10	0.15346716	0.3557464	727	0.94663144
TOTAL POR HA.	800					7.67336	17.78732	36342.44200	47.33157
AREA DE PARCELA:200 m C				RESPONSABLE: Luis Carlos Montoya – Fernando Penagos					
NUMERO DE ÁRBOLES POR PARCELA = 16 ÁRBOLES.				AUXILIARES: Milena Ibarra.					
RECTITUD	1= BUENO	3= MALO							

INVENTARIO DE PLANTACIONES DEL SISTEMA FORESTAL PURO

EVALUACION FINANCIERA Y DIVERSIDAD BIOLOGICA DE DOS SISTEMAS DE PRODUCCION FORESTAL EN LOS MUNICIPIOS DE TIMBÍO Y SOTARA DEPARTAMENTO DEL CAUCA. UN ESTUDIO COMPARATIVO

LOTE:	2	ESPECIE:	<i>Eucalyptus grandis- puro</i>	FECHA DE PLANTACIÓN:	
PARCELA No:	5	FECHA DE MEDICIÓN	27-Ago-11		

ALTITUD	2061 m.s.n.m	LATITUD	2°17'24" : N	LONGT	76°30'20" : O
---------	--------------	---------	--------------	-------	---------------

ÁRBOL No	DAP(cm.)	RECTITUD(1 a 3)	OBSER.	H. COMER.(m.)	H. TOTAL (m.)	G (M2)	Vc sc (m.c.)	PVC sc (kgr.)	Vt cc(m.c.)
1	12	3		5	10	0.01130976	0.02257368	48.8724	0.06470096
2	10	1		5	10	0.007854	0.0175095	40.09	0.050584
3	12	3		6	11	0.01130976	0.02588842	51.74664	0.06932106
4	15	1		7	12	0.0176715	0.04225493	74.022	0.1051268
5	17	3		8	12	0.02269806	0.05921993	89.35128	0.12976731
6	13	1		6	13	0.01327326	0.02934127	63.98212	0.08898855
7	17	1		7	13	0.02269806	0.05256744	95.11972	0.13903959
8	11	1		5	11	0.00950334	0.0199265	46.69676	0.0612038
9	16	1		8	13	0.02010624	0.05314291	86.55688	0.12527555
TOTAL	9			6.333333333	12	0.13642398	0.32242456	596	0.83400762
TOTAL POR HA.	450					6.82120	16.12123	29821.89000	41.70038
AREA DE PARCELA:200 m C				RESPONSABLE: Luis Car los Montoya – Fernando Penagos					
NUMERO DE ÁRBOLES POR PARCELA = 9 ÁRBOLES.				AUXILIARES: Milena Ibarra					
RECTITU D	1= BUENO	3= MALO							

ANEXO 5
INVENTARIO FLORISTICO SISTEMA FORESTAL SILVOAGRICOLA

EVALUACION FINANCIERA Y DIVERSIDAD BIOLOGICA DE DOS SISTEMAS DE PRODUCCION FORESTAL EN LOS MUNICIPIOS DE TIMBÍO Y SOTARA DEPARTAMENTO DEL CAUCA. UN ESTUDIO COMPARATIVO																					
NOMBRE CIENTIFICO	PARCELA 1					PARCELA 2					PARCELA 2					PARCELA 4					TOTAL
	R(0 - 0.3 HT)	UI(0.3-1.5)	E(>3.0HT<5.0DN)	ARBUSTOS	ÁRBOLES	R(0 - 0.3 HT)	UI(0.3-1.5)	E(>3.0HT<5.0DN)	ARBUSTOS	ÁRBOLES	R(0 - 0.3 HT)	UI(0.3-1.5)	E(>3.0HT<5.0DN)	ARBUSTOS	ÁRBOLES	R(0 - 0.3 HT)	UI(0.3-1.5)	E(>3.0HT<5.0DN)	ARBUSTOS	ÁRBOLES	
Brachiaria decumbens Stapf	32					30					10					40					112
Bidens pilosa L.	10	33									22	19					4				88
Opismenus burmannii (Retz) P. Beauv.	9					4	2				22					12					49
Pteridium aquilinum (L) Kuhn	8	4					2				9	3									26
Axonopus P. Beauv.																					
Rubus urticifolius Poir.			3				1														4
Vismia spp.	3	1	5				4										2				15
Panicum spp.	5																				5
Psidium guineense Sw	1									1	1					1					4
Calliandra pittieri			1																		1
Oxypetalum cordifolium (Vent.) Schltr						3					2	1				5					11
Mimosa quitensis Benth						1	1				1	2									5
Miconia spp.						2	4										2				8
Salvia spp.						1					2						1				4
Leandra lehmanni Cogn.						2											6				8
Oxatis latifolia H.B.K.						4					9										13
Mimosa pudica						1										1	2				4
Dichondra repens Forst						30															30
Rubus floribundus												4									4
Rynchospora nervosa											1										1
Malva parviflora											1										1
TOTAL	68	38	9			78	14				78	32				59	17				393

ANEXO 6.

INVENTARIO FLORISTICO SISTEMA FORESTAL PURO

EVALUACION FINANCIERA Y DIVERSIDAD BIOLOGICA DE DOS SISTEMAS DE PRODUCCION FORESTAL EN LOS MUNICIPIOS DE TIMBÍO Y SOTARA DEPARTAMENTO DEL CAUCA. UN ESTUDIO COMPARATIVO																					
NOMBRE CIENTIFICO	PARCELA 1					PARCELA 2					PARCELA 3					PARCELA 4					TOTAL
	R(0 - 0.3 HT)	UI(0.3-1.5)	E(>3.0HT<5.0DN)	ARBUSTOS	ÁRBOLES	R(0 - 0.3 HT)	UI(0.3-1.5)	E(>3.0HT<5.0DN)	ARBUSTOS	ÁRBOLES	R(0 - 0.3 HT)	UI(0.3-1.5)	E(>3.0HT<5.0DN)	ARBUSTOS	ÁRBOLES	R(0 - 0.3 HT)	UI(0.3-1.5)	E(>3.0HT<5.0DN)	ARBUSTOS	ÁRBOLES	
<i>Psidium guineense</i> Sw	3																			3	
<i>Elephantopus mollis</i> Kunth	67					2	32				55					32				188	
<i>Pteridium aquilinum</i> (L) Kuhn	12	4					5				2									23	
<i>Melinis minutiflora</i> P. Beauv.	4															3				7	
<i>Axonopus</i> P. Beauv.	11						8													19	
<i>Bidens pilosa</i> L.	22					1	3				1					11				38	
<i>Rubus urticifolius</i> Poir.		39																		39	
<i>Mimosa quitensis</i> Benth		6	3				2				3									14	
<i>Nectandra</i> spp.	1		1																	2	
<i>Dichondra repens</i> Forst	3						15				8					10				36	
<i>Bacharis aff.pedunculata</i> (Mill.) Cabrera		13																		13	
<i>Leandra lehmanni</i> Cogn.	3	1				1										3				8	
<i>Coniza bonariensis</i> (L.) Cronquist			1																	1	
<i>Furcraea andina</i>	2					1														4	
<i>Hypericum</i> L.	4		1	6																11	
<i>Hyptis atrorubens</i> R. Br. Ex Roem. & Schult	1																			1	
<i>Emilia sonchifolia</i> L. (D.C.)	23					1	6									22				52	
<i>Myrsine coriacea</i> R. Br. Ex Roem. & Schult	5					2	2													9	
<i>Zeugites mexicanus</i> (Kunth) Trin. Ex Steud.						6														6	
<i>Miconia</i> spp.							5				9	16								7	
<i>Piper hartwegianum</i> (Benth.) C. DC							1													1	
<i>Solanum hispidum</i>							1													1	
<i>Senna pistacifolia</i>							8	2			1									11	
<i>Quercus humboldtii</i>																			2	4	

INVENTARIO FLORISTICO SISTEMA FORESTAL PURO –LOTE 2

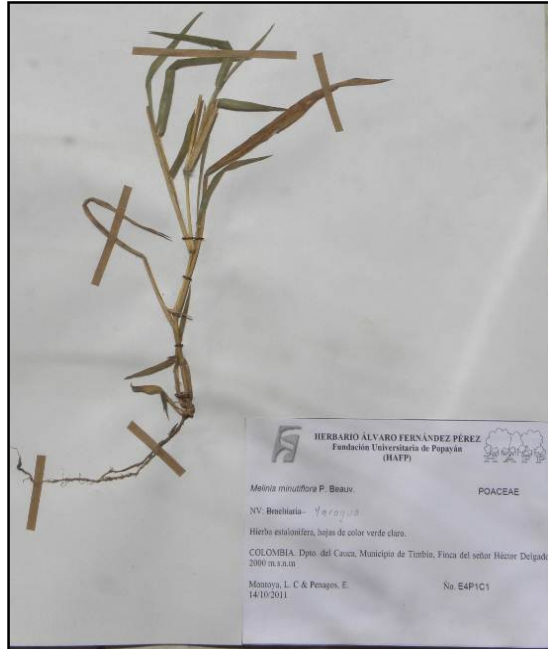
EVALUACION FINANCIERA Y DIVERSIDAD BIOLOGICA DE DOS SISTEMAS DE PRODUCCION FORESTAL EN LOS MUNICIPIOS DE TIMBÍO Y SOTARA DEPARTAMENTO DEL CAUCA. UN ESTUDIO COMPARATIVO																					
NOMBRE CIENTIFICO	PARCELA 1					PARCELA 2					PARCELA 2					PARCELA 4					TOTAL
	R(0 - 0.3 HT)	U1(0.3-1.5)	E(>3.0HT<5.0DN)	ARBUSTOS	ÁRBOLES	R(0 - 0.3 HT)	U1(0.3-1.5)	E(>3.0HT<5.0DN)	ARBUSTOS	ÁRBOLES	R(0 - 0.3 HT)	U1(0.3-1.5)	E(>3.0HT<5.0DN)	ARBUSTOS	ÁRBOLES	R(0 - 0.3 HT)	U1(0.3-1.5)	E(>3.0HT<5.0DN)	ARBUSTOS	ÁRBOLES	
<i>Euphorbia lauriformis</i>										1											1
<i>Rubus urticifolius</i> Poir.							5														5
<i>Piper spp.</i>							10														10
<i>Blechnum occidentale</i> L.							3				2					6			1		12
<i>Oxypetalum cordifolium</i> (Vent.) Schltr							1				1										2
<i>Nectandra spp.</i>										1			6								7
<i>Taraxacum officinale</i>							1														1
<i>Oplismenus burmannii</i> (Retz) P. Beauv.							16									28					44
<i>Rubus floribundus</i>											7	15	10			4					36
<i>Euphorbia lactazzi</i>															1						1
<i>Pteridium aquilinum</i> (L) Kuhn											7	20									27
<i>Rynchospora nervosa</i>											32					7					39
<i>Paspalum spp</i>											10										10
<i>Weinmania pubescens</i> Kunth																1					1
<i>Paspalum spp</i>											9					29					38
<i>Coccocypselum lanceolatum</i> (Ruiz & Pav.) Pers.																				1	1
<i>Sida acuta</i> Burm f.																14					14
TOTAL	161	63	6	6	0	14	124	2	0	4	135	47	32	0	1	170	0	0	1	11	777

ANEXO 7
INVENTARIO FLORISTICO SISTEMA POTRERO (TESTIGO)

EVALUACION FINANCIERA Y DIVERSIDAD BIOLOGICA DE DOS SISTEMAS DE PRODUCCION FORESTAL EN LOS MUNICIPIOS DE TIMBÍO Y SOTARA DEPARTAMENTO DEL CAUCA. UN ESTUDIO COMPARATIVO																					
NOMBRE CIENTIFICO	PARCELA 1					PARCELA 2					PARCELA 2					PARCELA 4				TOTAL	
	R(0 - 0.3 HT)	UI(0.3-1.5)	E(>3.0HT<5.0DN)	ARBUSTOS	ÁRBOLES	R(0 - 0.3 HT)	UI(0.3-1.5)	E(>3.0HT<5.0DN)	ARBUSTOS	ÁRBOLES	R(0 - 0.3 HT)	UI(0.3-1.5)	E(>3.0HT<5.0DN)	ARBUSTOS	ÁRBOLES	R(0 - 0.3 HT)	UI(0.3-1.5)	E(>3.0HT<5.0DN)	ARBUSTOS		ÁRBOLES
<i>Elephantopus mollis</i> Kunth	154					68					65					109					396
<i>Desmodium</i> spp. P. Beauv	1																				1
<i>Rynchospora nervosa</i>	47										10					3					60
<i>Axonopus</i> P. Beauv.	98															103					201
<i>Digitaria decumbens</i>	104										57										161
<i>Bidens pilosa</i> L.	3					1					4					3					11
<i>Emilia sonchifolia</i> L. (D.C.)	2					4					11					9					26
<i>Dichondra repens</i> Forst	62					12					32										106
<i>Pteridium aquilinum</i> (L) Kuhn	7																				7
<i>Mimosa pudica</i>	1										1										2
<i>Bacharis</i> aff.pedunculata (Mill.) Cabrera	1																				1
<i>Paspalum</i> spp						119					51										170
<i>Melinis minutiflora</i> P. Beauv.						14															14
<i>Hyptis atrorubens</i> Poit.						2					2					1					5
<i>Miconia</i> spp.						2										4					6
<i>Coniza bonariensis</i> (L.) Cronquist											1										1
<i>Penicetum clandestinum</i>																2					2
<i>Melinis minutiflora</i>																6					6
<i>Melinis minutiflora</i> P. Beauv.																2					2
TOTAL	480					222					234					242					1178

ANEXO 8

Espécies Florísticas Encontradas



Yaragua (*Melinis minutiflora* P. Beauv.)



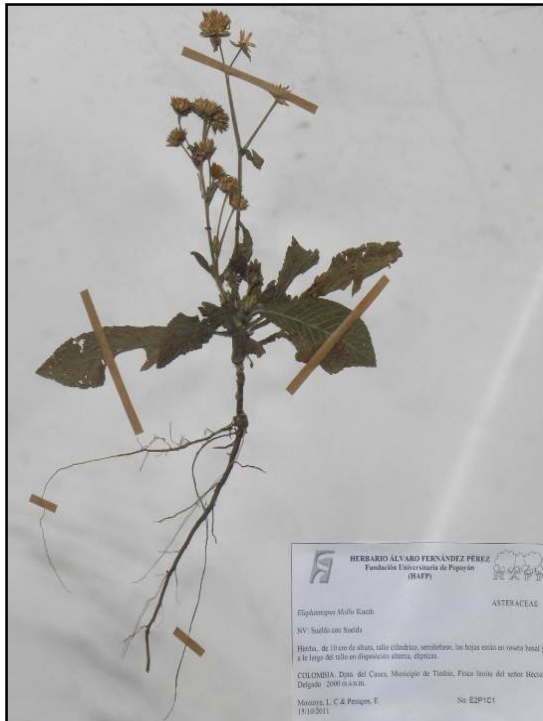
Axonopus P. Beauv.



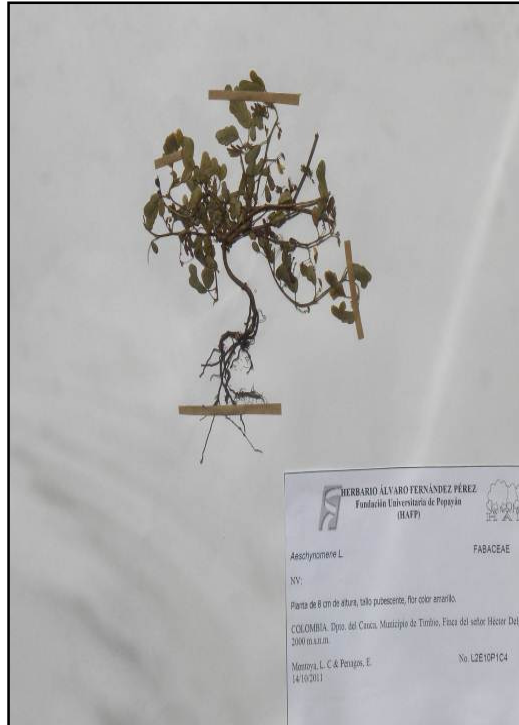
Encenillo (*Weinmannia pubescens* Kunth.)



Conyza bonariensis (L.) Cronquist



Suelda con suelda (*Elephantopus mollis* Kunth)



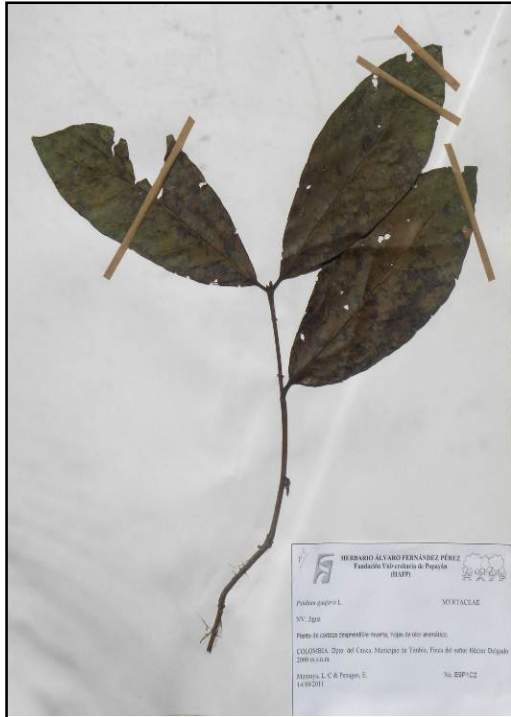
***Aeschynomene* L.**



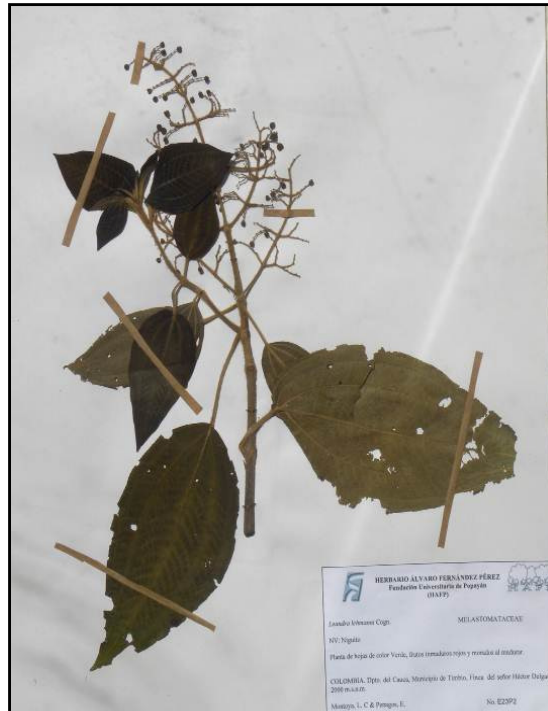
Guarango (*Mimosa quitensis* Benth)



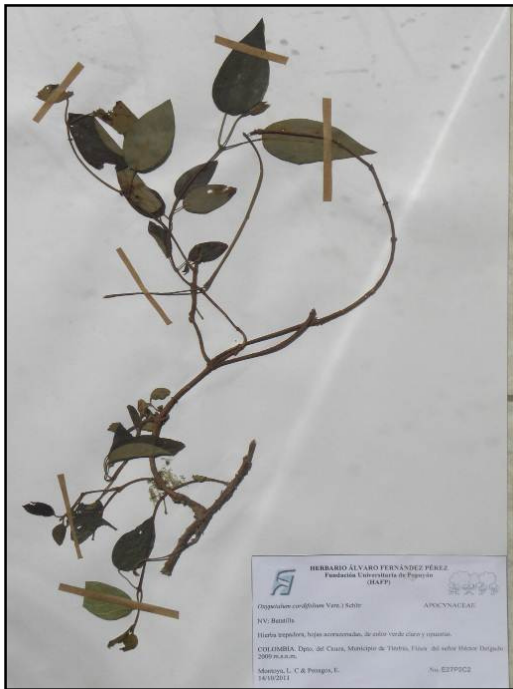
Mora (*Rubus urticifolius* Poir.,)



Jigua (*Psidium guajava* L.)



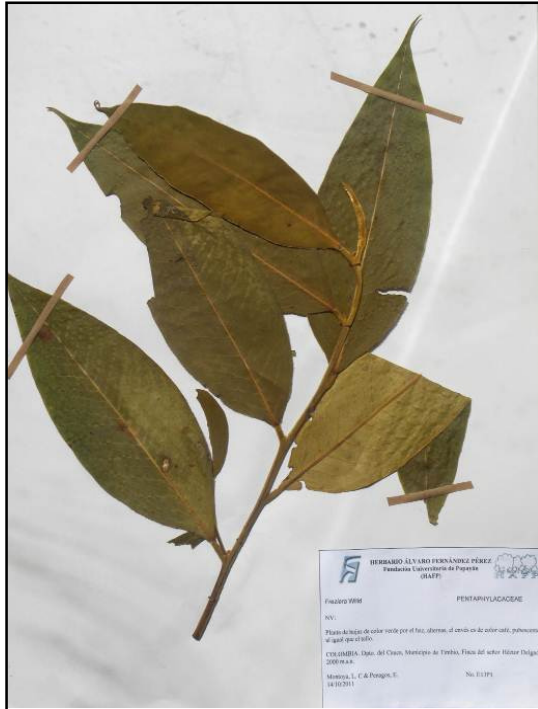
Niguito (*Leandra lehmann* Cogn.)



Batatilla (*Oxypetalum cordifolium* Vent. Schltr.)



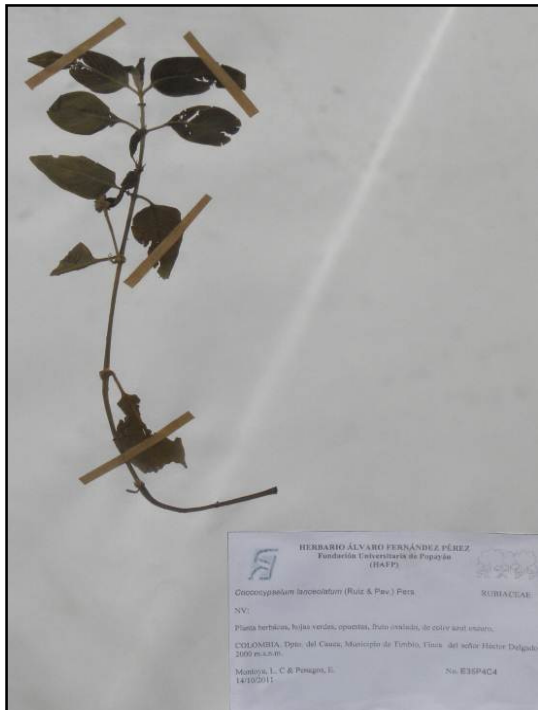
***Hyptis atrorubens* R. Br. ex Roem. & Schult.**



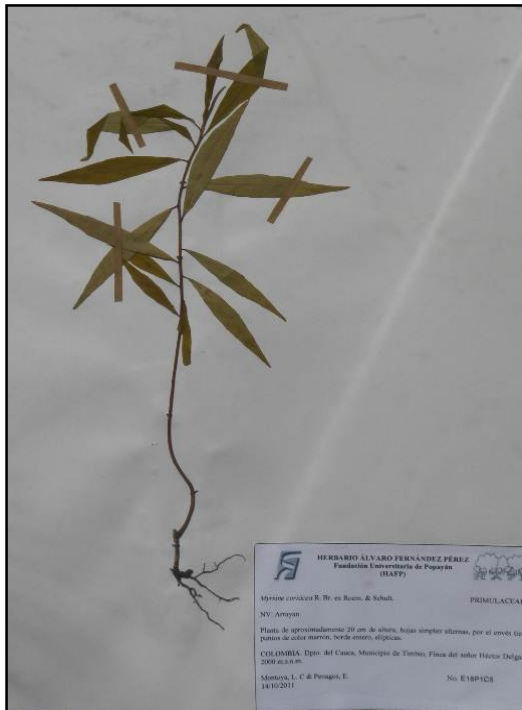
Freziera willd Nudillo



(*Zeugites mexicanus (Kunth) Trin. ex Steud.*)



Coccocypselum lanceolatum (Ruiz & Pav.) Pers



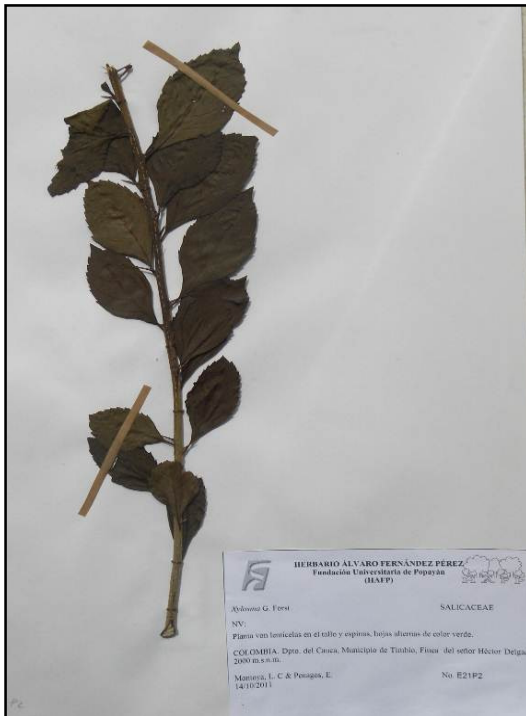
Myrsine coriacea R. Br. ex Roem. & Schult.



Hypericum L.



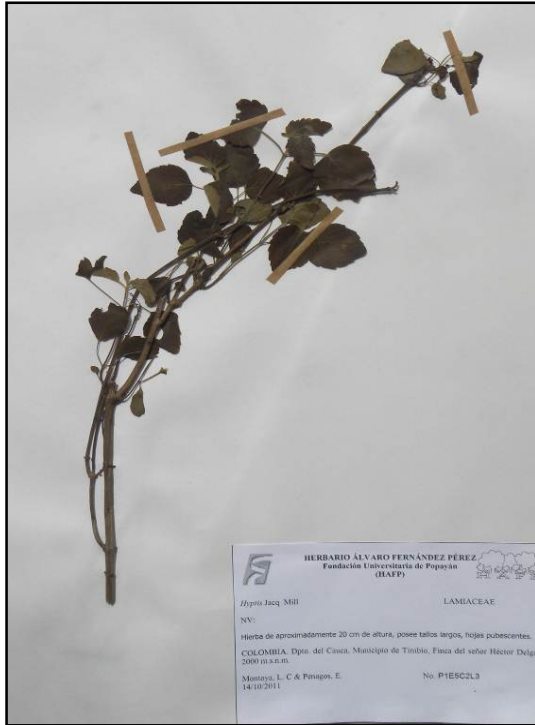
Psidium guineense Sw



Xylosma G. Forst



Lechillo (*Blechnum occidentale* L.)



Hyptis Jacq Mill



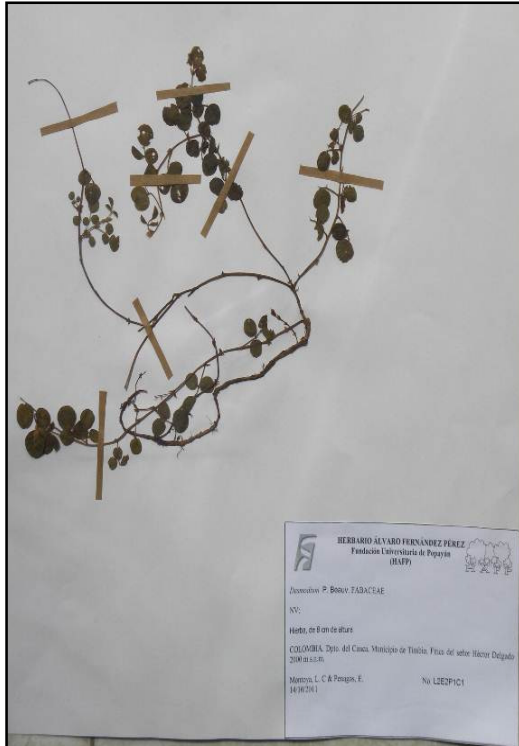
Cordoncillo (*Piper hartwegianum* Benth C. DC.)



Cuphea strigulosa Kunth



Cf. Panicum L



Desmodium P. Beauv.



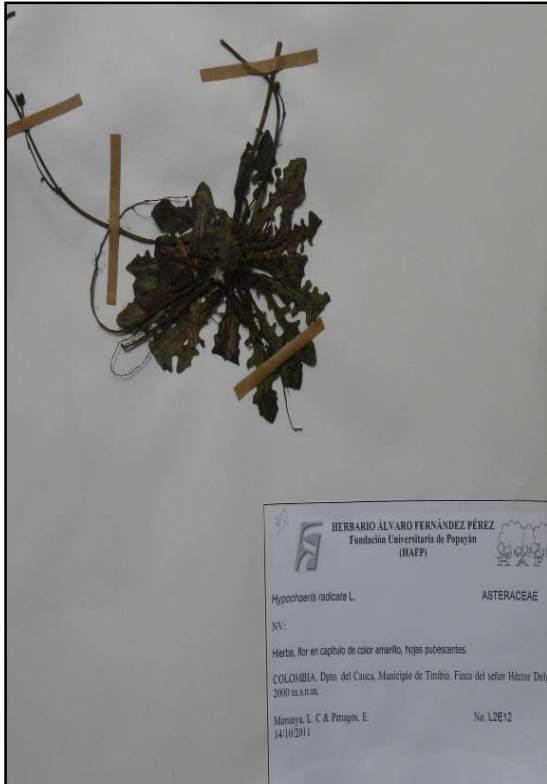
Myrsine L.



Miconia aeruginosa Naudin



Mortiño (Miconia versicolor Naudin)



Hypochaeris radicata L.



Brachiaria decumbens Mill



Escobo (*Bidens pilosa* L.)

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 9

RESULTADOS DE LABORATORIO ESTUDIO DE SUELOS

Nombre del Cliente: FERNANDO PENAGOS Y LUIS CARLOS MONTOYA Teléfono: 311 3580507. Fecha: 25 de octubre de 2011. Laboratorio: Corporación Autónoma Regional del Cauca	
EVALUACION FINANCIERA Y DIVERSIDAD BIOLOGICA DE DOS SISTEMAS DE PRODUCCION FORESTAL EN LOS MUNICIPIOS DE TIMBÍO Y SOTARA DEPARTAMENTO DEL CAUCA. UN ESTUDIO COMPARATIVO	
Identificación de la muestra: Muestra Sistema Silvoagropecuaria (Eucalipto grandis – Cultivos Asociados)	Fecha de Recepción: 12 de septiembre de 2011 Fecha de Análisis: 19-23, 26-30 de sep, 3-7, 10-14 de oct

Parámetro / Método

Parámetro	Unidad	Método	Resultados
			S0402
pH		Potenciómetro	5.47
Arena	(%)		83,52
Arcilla	(%)		3,22
Limo	(%)		13,26
Textura		Bouyoucos	Arenoso-Franco
Materia Orgánica	(%)	Walckley-Black	13.75
Nitrógeno	(%)	Kjeldhal	0.93
Relación C/N			8.6
Fósforo Bray II	(ppm)	Bray II	0.047
Calcio	(meq/100g)	Acetato de Amonio	2.14
Magnesio	(meq/100g)	Acetato de Amonio	3,31
Potasio	(meq/100g)	Acetato de Amonio	0.54
Sodio	(meq/100g)	Acetato de Amonio	0.75
CIC	(meq/100g)	Acetato de Amonio	58
Aluminio	(meq/100g)		0.1
Saturación de Aluminio	(%)		1.64
Zinc	(ppm)	Doble Acido	0.84
Hierro	(ppm)	Doble Acido	0.48
Cobre	(ppm)	Doble Acido	0.28
Manganeso	(ppm)	Doble Acido	1.36
Cenizas Volcánicas			FUERTE

EMILCE LUCIA QUIÑONES
Laboratorio Ambiental
QUIMICO

Nombre del Cliente: FERNANDO PENAGOS Y LUIS CARLOS MONTOYA	
Teléfono: 311 3580507.	
Fecha de entrega del análisis: 25 de Octubre de 2011.	
Laboratorio: Corporación Autónoma Regional del Cauca	
EVALUACION FINANCIERA Y DIVERSIDAD BIOLOGICA DE DOS SISTEMAS DE PRODUCCION FORESTAL EN LOS MUNICIPIOS DE TIMBÍO Y SOTARA DEPARTAMENTO DEL CAUCA. UN ESTUDIO COMPARATIVO	
Identificación de la muestra:	Fecha de Recepción:
Muestra Sistema Forestal Puro(Eucalipto grandis)	12 de septiembre de 2011
	Fecha de Análisis: 19-23, 26-30 de sept, 3-7, 10-14 de oct de 2011

Parámetro / Método

Parámetro	Unidad	Método	Resultados
			S0402
pH		Potenciómetro	5.3
Arena	(%)		77.52
Arcilla	(%)		3.22
Limo	(%)		13.26
Textura		Bouyoucos	Arenoso-Franco
Materia Orgánica	(%)	Walckley-Black	11.98
Nitrógeno	(%)	Kjeldhal	0.65
Relación C/N			10.72
Fósforo Bray II	(ppm)	Bray II	0.24
Calcio	(meq/100g)	Acetato de Amonio	1.76
Magnesio	(meq/100g)	Acetato de Amonio	2.4
Potasio	(meq/100g)	Acetato de Amonio	0.42
Sodio	(meq/100g)	Acetato de Amonio	2.16
CIC	(meq/100g)	Acetato de Amonio	56
Aluminio	(meq/100g)		0.3
Saturación de Aluminio	(%)		6.14
Zinc	(ppm)	Doble Ácido	0.96
Hierro	(ppm)	Doble Ácido	0.76
Cobre	(ppm)	Doble Ácido	0.32
Manganeso	(ppm)	Doble Ácido	14.76
Cenizas Volcánicas			FUERTE

EMILCE LUCIA QUIÑONES
Laboratorio Ambiental
QUIMICO

Nombre del Cliente: FERNANDO PENAGOS Y LUIS CARLOS MONTOYA	
Teléfono: 311 3580507.	
Fecha de entrega del análisis: 25 de octubre de 2011.	
EVALUACION FINANCIERA Y DIVERSIDAD BIOLOGICA DE DOS SISTEMAS DE PRODUCCION FORESTAL EN LOS MUNICIPIOS DE TIMBÍO Y SOTARA DEPARTAMENTO DEL CAUCA. UN ESTUDIO COMPARATIVO	
Identificación de la muestra:	Fecha de Recepción:
Sistema potrero (Testigo)	12 de septiembre de 2011
	Fecha de Análisis: 19-23, 26-30 de sept, 3-7, 10-14 de oct de 2012

Parámetro / Método

Parámetro	Unidad	Método	Resultados
			S0402
pH		Potenciómetro	5.51
Arena	(%)		85.52
Arcilla	(%)		3.22
Limo	(%)		11.26
Textura		Bouyoucos	Arenoso-Franco
Materia Orgánica	(%)	Walckley-Black	12.97
Nitrógeno	(%)	Kjeldhal	0.7
Relación C/N			10.77
Fósforo Bray II	(ppm)	Bray II	0.23
Calcio	(meq/100g)	Acetato de Amonio	1.85
Magnesio	(meq/100g)	Acetato de Amonio	4.97
Potasio	(meq/100g)	Acetato de Amonio	0.99
Sodio	(meq/100g)	Acetato de Amonio	2.58
CIC	(meq/100g)	Acetato de Amonio	52.8
Aluminio	(meq/100g)		0.2
Saturación de Aluminio	(%)		2.50
Zinc	(ppm)	Doble Acido	1.76
Hierro	(ppm)	Doble Acido	0.68
Cobre	(ppm)	Doble Acido	0.32
Manganeso	(ppm)	Doble Acido	22.52
Cenizas Volcánicas			FUERTE

EMILCE LUCIA QUIÑONES

Laboratorio Ambiental

QUIMICO

ANEXO 10 RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS DE SUELOS

CLIENTE : FERNANDO PENAGOS Y LUIS CARLOS MONTOYA FECHA ANÁLISIS : 19-23, 26-30 de sept, 3-7, 10-14 de oct. De 2011

FINCA: Timbío Fredy Astaiza VEREDA: La laguna MUNICIPIO Timbío

ALTURA (m.s.n.m.) _____ ÁREA: _____ TOPOGRAFÍA: _____ CULTIVO : Sistema Forestal Silvoagropecuaria

CÓDIGO REGIONAL REGIÓN **Digitar el código regional en la celda E9**

CLIMA: **Falta digitar 1, 2 ó 3 en la celda de la izquierda**

MUESTRA N° LOTE
: 2

Calibración análisis según 5ª aproximación para Digitar el código regional en la celda E9 de la hoja de Resultados (ver hoja REGIÓN).
cultivos de :

		ANÁLISIS DE FERTILIDAD							
RESULTADO	PH	M.O (%)	Fósforo (p.m.m.)	Aluminio (meq/100 g)	Potasio	Calcio	Magnesio	Sodio	Bases Totales
<u>Valoración</u>	5.47	13.75	0.05	0.10	0.54	2.14	3.31	0.75	6.74
	Fuertemente ácido	Digitar 1, 2 ó 3 en la celda U10, según clima.	Bajo	Probablemente no hay problemas con el aluminio. Evaluar % de saturación de Al.	Alto	Bajo	Alto	Nivel normal	Medio
		PORCENTAJE DE SATURACIÓN DE BASES							
	<u>RESULTADO CALCULADO</u>	1.46	7.89	31.29	48.39	10.96	98.54		
	<u>VALORACIÓN</u>	&	Muy alto	Medio	Muy alto	Normal (No sódico)	Alto		

		ELEMENTOS MENORES					OTRAS DETERMINACIONES			
RESULTADO	Boro	Cobre	Manganeso	Hierro	Cinc	Molibdeno	CICA (meq/100 g)	C.E. (mmhos/cm)	CIC efectiva (meq/100 g)	% de Saturación de Al respecto a CIC efectiva
<u>Valoración</u>	x	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	x	x	x	&	Normal. Sin problemas

		RELACIONES ENTRE CATIONES					
RESULTADO	Ca / Mg	Mg / K	Ca / K	$\frac{(Ca + Mg)}{K}$	$\frac{(Ca+Mg+K)}{Al}$	RAS	
<u>Valoración</u>	0.65	6.13	3.96	6.13	59.90	0.45	
	Deficiencia de Ca	Aceptable	Margen adecuado para K	Dentro del margen adecuado para el K	No hay problemas con aluminio	NORMAL	

TEXTURA				
% DE ARCILLA	% DE LIMO	% DE ARENA	TEXTURA CALCULADA	TEXTURA ESTIMADA AL TACTO
3.22	13.26	83.52	Arena	Arenoso Franco

RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS DE SUELOS

19-23, 26-30 de
sept, 3-7, 10-14
de oct. De 2011.

CLIENTE : FERNANDO PENAGOS Y LUIS CARLOS MONTOYA

FECHA ANÁLISIS :

FINCA: Sotara – Héctor Delgado

VEREDA: Primavera

MUNICIPIO Sotara

ALTURA (m.s.n.m.) _____

ÁREA: _____

TOPOGRAFÍA: _____

CULTIVO : Sistema Forestal Puro

CÓDIGO REGIONAL

REGIÓN

Digitar el código regional en la celda E9

CLIMA:

Falta digitar 1, 2 ó 3 en la celda de la izquierda

MUESTRA N°

LOTE
1

Calibración análisis según 5ª aproximación para cultivos de : Digitar el código regional en la celda E9 de la hoja de Resultados (ver hoja REGIÓN).

	ANÁLISIS DE FERTILIDAD								
	PH	M.O (%)	Fósforo (p.m.m.)	Aluminio (meq/100 g)	Potasio	Calcio	Magnesio	Sodio	Bases Totales
<u>RESULTADO</u>	5.30	11.98	0.24	0.30	0.42	1.76	2.40	2.16	6.74
<u>Valoración</u>	Fuertemente ácido	Digitar 1, 2 ó 3 en la celda U10, según clima.	Bajo	Probablemente no hay problemas con el aluminio. Evaluar % de saturación de Al.	Alto	Bajo	Medio	Posible toxicidad por sodio	Medio
	PORCENTAJE DE SATURACIÓN DE BASES								
<u>RESULTADO CALCULADO</u>	4.26	5.97	25.00	34.09	30.68	95.74			
<u>VALORACIÓN</u>	&	Muy alto	Bajo	Muy alto	Sódico	Alto			

	ELEMENTOS MENORES						OTRAS DETERMINACIONES			
	Boro	Cobre	Manganeso	Hierro	Cinc	Molibdeno	CICA (meq/100 g)	C.E. (mmhos/cm)	CIC efectiva (meq/100 g)	% de Saturación de Al respecto a CIC efectiva
<u>RESULTADO</u>		0.32	2.40	0.76	0.96			7.04	4.26	
<u>Valoración</u>	x	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	x	x	&	Normal. Sin problemas	

	RELACIONES ENTRE CATIONES					
	Ca / Mg	Mg / K	Ca / K	(Ca + Mg) / K	(Ca+Mg+K) / Al	RAS
<u>RESULTADO</u>	0.73	5.71	4.19	5.71	15.27	1.50
<u>Valoración</u>	Deficiencia de Ca	Aceptable	Margen adecuado para K	Dentro del margen adecuado para el K	No hay problemas con aluminio	NORMAL

TEXTURA				
% DE ARCILLA	% DE LIMO	% DE ARENA	TEXTURA CALCULADA	TEXTURA ESTIMADA AL TACTO
3.22	13.26	83.52	Arena	Arenoso Franco

RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS DE SUELOS

19-23, 26-30 de
sept, 3-7, 10-14
de oct. De 2011

CLIENTE : FERNANDO PENAGOS Y LUIS CARLOS MONTOYA

FECHA ANÁLISIS : _____

FINCA: Sotará – Héctor Delgado

VEREDA: Primavera

MUNICIPIO Sotará

ALTURA (m.s.n.m.) _____

ÁREA: _____

TOPOGRAFÍA: _____

CULTIVO : Sistema potrero (testigo)

CÓDIGO REGIONAL

REGIÓN

Digitar el código regional en la celda E9

CLIMA:

Falta digitar 1, 2 ó 3 en la celda de la izquierda

MUESTRA N° LOTE
: 3

Calibración análisis según 5ª aproximación para cultivos de : Digitar el código regional en la celda E9 de la hoja de Resultados (ver hoja REGIÓN).

		ANÁLISIS DE FERTILIDAD							
RESULTADO	PH	M.O (%)	Fósforo (p.m.m.)	Aluminio (meq/100 g)	Potasio	Calcio	Magnesio	Sodio	Bases Totales
<u>Valoración</u>	5.51	12.97	0.23	0.20	0.99	1.85	4.97	2.58	10.39
	Moderadamente ácido	Digitar 1, 2 ó 3 en la celda U10, según clima.	Bajo	Probablemente no hay problemas con el aluminio. Evaluar % de saturación de Al.	Alto	Bajo	Alto	Posible toxicidad por sodio	Alto
		PORCENTAJE DE SATURACIÓN DE BASES							
	<u>RESULTADO CALCULADO</u>	1.89	9.35	17.47	46.93	24.36	98.11		
	<u>VALORACIÓN</u>	&	Muy alto	Bajo	Muy alto	Sódico	Alto		

		ELEMENTOS MENORES					OTRAS DETERMINACIONES			
RESULTADO	Boro	Cobre	Manganeso	Hierro	Cinc	Molibdeno	CICA (meq/100 g)	C.E. (mmhos/cm)	CIC efectiva (meq/100 g)	% de Saturación de Al respecto a CIC efectiva
<u>Valoración</u>	x	Bajo	Alto	Bajo	Medio	x	x	x	&	Normal. Sin problemas

		RELACIONES ENTRE CATIONES					
RESULTADO	Ca / Mg	Mg / K	Ca / K	(Ca + Mg) / K	(Ca+Mg+K) / Al	RAS	
<u>Valoración</u>	0.37	5.02	1.87	5.02	39.05	1.40	
	Deficiencia de Ca	Aceptable	Margen adecuado para K	Dentro del margen adecuado para el K	No hay problemas con aluminio	NORMAL	

TEXTURA				
% DE ARCILLA	% DE LIMO	% DE ARENA	TEXTURA CALCULADA	TEXTURA ESTIMADA AL TACTO
3.22	11.26	85.52	Arena-o-Arenoso franco	Arenoso Franco

ANEXO 11

COSTOS UNITARIOS COMPONENTE FORESTAL.

Relación de costos de establecimiento y mantenimiento componente forestal año 1.

COSTO UNITARIO POR HECTAREA PARA EL ESTABLECIMIENTO Y MANTENIMIENTO DE PLANTACIONES FORESTALES AÑO 1					
SISTEMA:	REFORESTACION PRODUCTORA - PROTECTORA				
NOMBRE DEL PROYECTO:	EVALUACION FINANCIERA Y DIVERSIDAD BIOLOGICA DE DOS SISTEMAS DE PRODUCCION FORESTAL EN LOS MUNICIPIOS DE TIMBÍO Y SOTARA DEPARTAMENTO DEL CAUCA. UN ESTUDIO COMPARATIVO				
DISEÑO DE PLANTACION:		Cuadro	x	Tresbolillo	
1. Distancias de Siembra (mts)	3.0	3.0	Costo Unitario		
			\$		
2. Número de Plántulas por Ha		1,111	336		
3. Porcentaje de reposición %		10%			
4. Cantidad de Fertilizantes / Ha (Kgr.)	NPK (10-30-10)	70	1,400		
5. Cantidad de Hidroretenedor / Ha (Kgr.)		4.00	40,000		
6. Cantidad de Correctivos / Ha (Kgr.)	CALFOS	80.00	340.00		
7. Cantidad de Microelementos / Ha (Kg.)	BORO	10.00	2,800.00		
8. Cantidad de Insecticida / Ha (Kg - Lt.)	LORSBAN	0.20	29,000.00		
9. Costo por Jornal			14,000		
10. Herramientas (5% de la MO)		4.78%			
11. Transporte Insumos (15% de Insumos)		15%			
12. Asistencia Técnica (10% costos directos)		10%	METAS TOTALES	5	Has.

COSTO UNITARIO POR HECTAREA PARA EL ESTABLECIMIENTO Y MANTENIMIENTO DE PLANTACIONES FORESTALES AÑO 1					
SISTEMA:	REFORESTACION PRODUCTORA - PROTECTORA				
NOMBRE DEL PROYECTO:	EVALUACION FINANCIERA Y DIVERSIDAD BIOLÓGICA DE DOS SISTEMAS DE PRODUCCION FORESTAL EN LOS MUNICIPIOS DE TIMBÍO Y SOTARA DEPARTAMENTO DEL CAUCA. UN ESTUDIO COMPARATIVO				
CATEGORIA DE INVERSIÓN	Unidad	Cantidad	Valor Unitario (\$)	Valor Total/Ha (\$)	Valor Total Proyecto (\$)
1. COSTOS DIRECTOS					
1.1. MANO DE OBRA					
Rocería (Preparación de terreno)	Jornal	10.0	14,000	140,000	700,000
Trazado	Jornal	1.0	14,000	14,000	70,000
Plateo	Jornal	7.0	14,000	98,000	490,000
Ahoyado	Jornal	7.0	14,000	98,000	490,000
Aplicación de fertilizantes y correctivos	Jornal	5.0	14,000	70,000	350,000
Transporte interno de insumos	Jornal	2.0	14,000	28,000	140,000
Plantación (siembra)	Jornal	6.0	14,000	84,000	420,000
Control fitosanitario	Jornal	3.0	14,000	41,757	208,786
Reposición (Replante)	Jornal	1.0	14,000	14,000	70,000
Limpias (2 por año)	Jornal	20.0	14,000	280,000	1,400,000
SUBTOTAL MANO DE OBRA		62.0		867,757	4,338,786
1.2. INSUMOS				587,757	
Plántulas + 10% repos.	Plántula	1,222.1	336.0	410,625.6	2,053,128.0
Fertilizantes	Kgr.	78	1,400.0	108,878.0	544,390.0
Hidroretenedor	Kgr.	4.4	40,000.0	177,760.0	888,800.0
Correctivos	Kgr.	88.9	340.0	30,219.2	151,096.0
Microelementos	Kgr.	11.1	2,800.0	31,108.0	155,540.0
Insecticidas	Kgr.	0.2	29,000.0	5,800.0	29,000.0
SUBTOTAL INSUMOS				764,391	3,821,954
TOTAL COSTOS DIRECTOS				1,632,148	8,160,739
2. COSTOS INDIRECTOS					
Herramientas				55,548	277,739
Transp. Insumos				114,659	573,293
Asistencia técnica				163,215	816,074
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				333,421	1,667,106
TOTAL COSTO ESTABLECIMIENTO Y MANTENIMIENTO AÑO 1				1,965,569	9,827,846

Relación de costos de aislamiento componente forestal año 1.

COSTO UNITARIO POR HECTAREA PARA EL AISLAMIENTO DE PLANTACIONES FORESTALES AÑO 1					
NOMBRE DEL PROYECTO:		EVALUACION FINANCIERA Y DIVERSIDAD BIOLÓGICA DE DOS SISTEMAS DE PRODUCCION FORESTAL EN LOS MUNICIPIOS DE TIMBÍO Y SOTARA DEPARTAMENTO DEL CAUCA.UN ESTUDIO COMPARATIVO			
DISEÑO DE AISLAMIENTO		Costo Unitario \$			
1. Distancia entre postes mts.	3,0				
2. Distancia pie amigos mts.	51,0				
3. Hilos alambre	3,0				
4. # Postes/KM	400	3.700			
5. # Postes Piamigo/KM	33,0	3.700			
6. Rollos alambre/KM	9,0	150.000			
7. Grapas/Km. en kg.	9,0	4.000			
8. Pintura	1,2	45.000			
8. Costo por Jornal		14.000			
9. Costo Transp. mayor (15% de insumos)	15,14%				
10. Herramientas (5% MO.)	4,78%				
11. Perímetro a aislar / ha (ML)	163		METAS TOTALES	5,00	Has.
ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL AISLAMIENTO					
Tipo de poste	Madera		Número de hilos	3,0	
Dimensión (Largo m - Diámetro cm.)	1.8/,10		Distancia entre hilos (cm.)	40	
Inmunización	no		Metros de alambre por rollo	320	
Distancia entre postes (m)	3,00		Dimensión del hoyo cms (Prof. x lados)	50x50x40	
Distancia entre pie de amigos (m)	51,0		Número de grapas por kilo	170	
Calibre alambre de púa	12,5		Postes y Pie Amigos / Ha	70,6	
Rollos de Alambre / Ha	1,53		Kilos de Grapas / Ha	1,47	

COSTO UNITARIO POR HECTAREA PARA EL AISLAMIENTO DE PLANTACIONES FORESTALES AÑO 1						
NOMBRE DEL PROYECTO:	EVALUACION FINANCIERA Y DIVERSIDAD BIOLÓGICA DE DOS SISTEMAS DE PRODUCCION FORESTAL EN LOS MUNICIPIOS DE TIMBÍO Y SOTARA DEPARTAMENTO DEL CAUCA. UN ESTUDIO COMPARATIVO					
ITEM	COSTOS / KM (1000 ML)			COSTOS/ ML \$	COSTOS/HA (163 ML)	COSTO TOTAL AISLAMIENTO
	Cantidad	Valor Unitario \$	Valor Total \$			
1. Mano de obra						
Trazado	1	14.000	14.000	14	2.282	
Ahoyado	10	14.000	140.000	140	22.820	
Transporte menor	3	14.000	42.000	42	6.846	
Hincado	4	14.000	56.000	56	9.128	
Templado y grapado	4	14.000	56.966	57	9.285	
Subtotal mano de obra	22		308.966	309	50.361	251.807
2. Insumos						
Alambre de púa (Rollo)	9,0	150.000	1.350.000	1.350	220.050	1.100.250
Postes	400,0	3.700	1.480.000	1.480	241.240	1.206.200
Pie Amigos	33,0	3.700	122.100	122	19.902	99.512
Grapa (Kgr.)	9,0	4.000	36.000	36	5.868	29.340
Pintura (Galones)	0,0	45.000	0	0	0	0
SUBTOTAL INSUMOS		106.402	2.988.100	2.988	487.060	2.435.302
Transporte mayor			452.428	452	73.746	368.729
Herramientas			14.780	15	2.409	12.046
TOTAL AISLAMIENTO			3.764.274	3.764	613.577	3.067.884

Relación de costos de mantenimiento componente forestal año 2.

COSTO UNITARIO POR HECTAREA PARA MANTENIMIENTO DE PLANTACIONES AÑO 2						
NOMBRE DEL PROYECTO:	EVALUACION FINANCIERA Y DIVERSIDAD BIOLÓGICA DE DOS SISTEMAS DE PRODUCCION FORESTAL EN LOS MUNICIPIOS DE TIMBÍO Y SOTARA DEPARTAMENTO DEL CAUCA. UN ESTUDIO COMPARATIVO					
DISEÑO DE PLANTACION:			Costo Unitario \$			
1. Cantidad de Fertilizantes / Ha (Kgr.)	NPK (10-30-10)	70	1.400			
2. Cantidad de Correctivos / Ha (Kgr.)		0	0			
3. Cantidad de Microelementos / Ha (Kg.)	BORAX	10	2.800			
4. Cantidad de Insecticida / Ha (Kg.)	Lorsban	0,2	29.000			
5. Costo por jornal			14.000			
6. Herramientas (5% de la MO)		5%				
7. Transporte Insumos (15% de Insumos)		15%				
8. Asistencia Técnica (5% costos directos)		5%	METAS TOTALES	5	Has.	

COSTO UNITARIO POR HECTAREA PARA MANTENIMIENTO DE PLANTACIONES AÑO 2					
SISTEMA:	REFORESTACION PRODUCTORA PROTECTORA				
NOMBRE DEL PROYECTO:	EVALUACION FINANCIERA Y DIVERSIDAD BIOLOGICA DE DOS SISTEMAS DE PRODUCCION FORESTAL EN LOS MUNICIPIOS DE TIMBÍO Y SOTARA DEPARTAMENTO DEL CAUCA. UN ESTUDIO COMPARATIVO				
CATEGORIA DE INVERSIÓN	Unidad	Cantidad	Valor Unitario (\$)	Valor Total (\$)	Valor Total Proyecto (\$)
1. COSTOS DIRECTOS					
1.1. MANO DE OBRA					
Rocería (Preparación de terreno)	Jornal	0	14,000	0	
Trazado	Jornal	0	14,000	0	
Plateo	Jornal	0	14,000	0	
Ahoyado	Jornal	0	14,000	0	
Aplicación de fertilizantes y correctivos	Jornal	4	14,000	56,628	
Transporte interno de insumos	Jornal	0	14,000	0	
Plantación (siembra)	Jornal	0	14,000	0	
Control fitosanitario	Jornal	1	14,000	14,000	
Reposición (Replante)	Jornal	0	14,000	0	
Limpias (2 por año)	Jornal	16	14,000	228,208	
Podas de formación	Jornal	0	14,000	0	
Adecuación de caminos	Jornal	0	14,000	0	
Protección de incendios	Jornal	0	14,000	0	
SUBTOTAL MANO DE OBRA		21		298,836	1,494,178
1.2. INSUMOS					
Plántulas + 10% repos.	Plántulas				
Fertilizantes	Kgr.	78	1,400	108,878	544,390
Correctivos	Kgr.	0	0	0	0
Microelementos	Kgr.	11	2,800	31,108	155,540
Insecticidas	Kgr.	0	29,000	5,800	29,000
SUBTOTAL INSUMOS				145,786	728,930
TOTAL COSTOS DIRECTOS				444,622	2,223,108
2. COSTOS INDIRECTOS					
Herramientas				14,287	71,437
Transp. Insumos				22,247	111,235
Asistencia técnica				22,231	111,155
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				58,765	293,827
TOTAL MANTENIMIENTO AÑO 2				503,387	2,516,935

Relación de costos de mantenimiento componente forestal año 3.

COSTO UNITARIO POR HECTAREA PARA MANTENIMIENTO DE PLANTACIONES AÑO 3					
NOMBRE DEL PROYECTO:		EVALUACION FINANCIERA Y DIVERSIDAD BIOLOGICA DE DOS SISTEMAS DE PRODUCCION FORESTAL EN LOS MUNICIPIOS DE TIMBÍO Y SOTARA DEPARTAMENTO DEL CAUCA. UN ESTUDIO COMPARATIVO			
DISEÑO DE PLANTACION:			Costo Unitario		
			\$		
1. Cantidad de Fertilizantes / Ha (Kgr.)	NPK (10 - 30-10)	70,0	3.000		
2. Cantidad de Correctivos / Ha (Kgr.)		0	0		
3. Cantidad de Microelementos / Ha (Kg.)	Bórax	10	3.200		
4. Cantidad de Insecticida / Ha (Kg.)	Attakill	0,2	20.000		
5. Costo por jornal			14.000		
6. Herramientas (5% de la MO)		4%			
7. Transporte Insumos (15% de Insumos)		15%			
8. Asistencia Técnica (5% costos directos)		20%	METAS TOTALES	5	Has.

COSTO UNITARIO POR HECTAREA PARA MANTENIMIENTO DE PLANTACIONES AÑO 3					
NOMBRE DEL PROYECTO:	EVALUACION FINANCIERA Y DIVERSIDAD BIOLÓGICA DE DOS SISTEMAS DE PRODUCCION FORESTAL EN LOS MUNICIPIOS DE TIMBÍO Y SOTARA DEPARTAMENTO DEL CAUCA. UN ESTUDIO COMPARATIVO				
CATEGORIA DE INVERSIÓN	Unidad	Cantidad	Valor Unitario (\$)	Valor Total (\$)	Valor Total Proyecto (\$)
1. COSTOS DIRECTOS					
1.1. MANO DE OBRA					
Rocería (Preparación de terreno)	Jornal	0,0	14.000	0	
Trazado	Jornal	0,0	14.000	0	
Plateo	Jornal	0,0	14.000	0	
Ahoyado	Jornal	0,0	14.000	0	
Aplicación de fertilizantes y correctivos	Jornal	0,0	14.000	0	
Transporte interno de insumos	Jornal	0,0	14.000	0	
Plantación (siembra)	Jornal	0,0	14.000	0	
Control fitosanitario	Jornal	0,0	14.000	0	
Reposición (Replante)	Jornal	0,0	14.000	0	
Limpías (2 por año)	Jornal	12,0	14.000	168.000	
Podas de formación	Jornal	0,0	14.000	0	
Adecuación de caminos	Jornal	0,0	14.000	0	
Protección de incendios	Jornal	0,0	14.000	0	
SUBTOTAL MANO DE OBRA		12,0		168.000	840.000
1.2. INSUMOS					
Plántulas + 10% repos.	Plántulas	0	0	0	0
Fertilizantes	Kgr.	78	0	0	0
Correctivos	Kgr.	0	0	0	0
Microelementos	Kgr.	10	0	0	0
Insecticidas	Kgr.	0,2	0	0	0
SUBTOTAL INSUMOS				0	0
TOTAL COSTOS DIRECTOS				168.000	840.000
2. COSTOS INDIRECTOS					
Herramientas				6.484	32.419
Transp. Insumos				0	0
Asistencia técnica				33.600	168.000
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				40.084	200.419
COSTO TOTAL MANTENIMIENTO AÑO 3				208.084	1.040.419

ANEXO 12

COSTOS UNITARIOS COMPONENTE AGRICOLA.

Tabla: Relación de costos de establecimiento y mantenimiento componente agrícola año 1

COSTO DE ESTABLECIMIENTO Y MANTENIMIENTO PRIMER AÑO DE EJECUCION DEL COMPONENTE AGRICOLA EN EL SISTEMA SILVOAGRICOLA (12 MESES)					
SISTEMA	SISTEMA SILVOAGRICOLA				
NOMBRE DEL PROYECTO:	EVALUACION FINANCIERA Y DIVERSIDAD BIOLOGICA DE DOS SISTEMAS DE PRODUCCION FORESTAL EN LOS MUNICIPIOS DE TIMBÍO Y SOTARA DEPARTAMENTO DEL CAUCA. UN ESTUDIO COMPARATIVO				
DISEÑO DE PLANTACION:		Cuadro	x	Tresbolillo	
1. Distancias de Siembra (mts)	1,5	1,2	Costo Unitario \$		
2. Número de ESQUEJES por Ha		5.556	25		
3. Porcentaje de reposición %		0%			
4. Cantidad de Gallinaza / Estaca (gr.)	gallinaza	217,0	230		
5. Cantidad de Calfomag / estaca (gr.)	calfomag	60,0	340		
6. Cantidad de 10-30-10 / Estaca(gr.)	10-30-10	45,0	360		
7. Cantidad de gallinaza - frijol bulto/ Ha	gallinaza	1,8	8.000		
8. Cantidad de Insecticida / Ha (Kg - Lt.)	lorsban	0,2	29.000		
9. Costo por Jornal			14.000		
10. Herramientas (5% de la MO)		5%			
11. Transporte Insumos (8% de Insumos)		10%			
12. IPC proyectado 2009 (6% costos directos)		6%	METAS TOTALES	5	Has.

COSTO DE ESTABLECIMIENTO Y MANTENIMIENTO PRIMER AÑO DE EJECUCION DEL COMPONENTE AGRICOLA EN EL SISTEMA SILVOAGRICOLA (12 MESES)					
SISTEMA	SISTEMA SILVOAGRICOLA				
NOMBRE DEL PROYECTO:	EVALUACION FINANCIERA Y DIVERSIDAD BIOLOGICA DE DOS SISTEMAS DE PRODUCCION FORESTAL EN LOS MUNICIPIOS DE TIMBÍO Y SOTARA DEPARTAMENTO DEL CAUCA. UN ESTUDIO COMPARATIVO				
CATEGORIA DE INVERSIÓN	Unidad	Cantidad	Valor Unitario (\$)	Valor Total/Ha (\$)	Valor Total Proyecto (\$)
1. COSTOS DIRECTOS					
1.1. MANO DE OBRA					
Aplicación de herbicida	Jornal	0,8	14.000	11.200	56.000
Trazado	Jornal	1,0	14.000	14.000	70.000
Hormigueo esquejes	Jornal	7,0	14.000	98.000	490.000
Ahoyado	Jornal	7,2	14.000	100.800	504.000
Aplicación de fertilizantes y correctivos	Jornal	5,0	14.000	70.000	350.000
Transporte interno de insumos	Jornal	1,0	14.000	14.000	70.000
Plantación (siembra)	Jornal	4,0	14.000	56.000	280.000
Control fitosanitario	Jornal	1,0	14.000	14.000	70.000
Reposición (Replante)	Jornal	1,0	14.000	14.000	70.000
Corte y arreglo de semilla de yuca	Jornal	2,1	14.000	29.400	147.000
Limpias (2 por año)	Jornal	12,0	14.000	168.000	840.000
Cosecha yuca	Jornal	32,0	14.000	448.000	2.240.000
Cosecha fríjol	Jornal	5,6	14.000	78.400	392.000
Arriería cosecha	Jornal	16,0	14.000	224.000	1.120.000
SUBTOTAL MANO DE OBRA		95,7		1.339.800	6.699.000
1.2. INSUMOS					
Esquejes de yuca	Estacas	5.556	25	138.889	694.444
Semillas de fríjol	Kilo	7,5	5.000,0	37.500	187.500
Semilla de maíz	Kilo	7,5	5.000,0	37.500	187.500
Gallinaza - yuca	Kgr.	1.206	230	277.278	1.386.389
Galfomag	Kgr.	333	340	113.333	566.667
Gallinaza - frijol	bulto	1,8	8.000	14.400	72.000
10-30-10	Kgr.	250	360	90.000	450.000
Insecticidas	Kgr.- Lts.	0	29.000	5.800	29.000
SUBTOTAL INSUMOS				714.700	3.573.500
TOTAL COSTOS DIRECTOS				2.054.500	10.272.500
2. COSTOS INDIRECTOS					
Herramientas				66.990	334.950
Transp. Insumos				71.470	357.350
Transp. Cosecha				224.000	1.120.000
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				362.460	1.812.300
TOTAL COSTO ESTABLECIMIENTO Y MANTENIMIENTO AÑO 1				2.416.960	12.084.800

BIBLIOGRAFIA

ANDRADE, G., CAMPOS, R., & GONZÁLEZ, H. (2007). *Santa María. Mariposas, alas y color*. Guía de campo.

ARBOLEDA, V (1998). *Proyectos. Formulación, Evaluación y Control*, Editorial Arboleda Vélez Germán, Cali, Colombia.

ARCILA, A. & LOZANO, F., (2003). *Hormigas como herramienta para la bioindicación y el monitoreo*. Capítulo 9. En: Fernández, F., *Introducción a las hormigas de la región neotropical*. (p.p. 131). Bogotá, Colombia.

ARIAS, T., (2003). *Nota Breve Nuevos Registros de Especies de Hormigas de la Subfamilia Ponerinae (Hymenoptera: Formicidae) Para Colombia* *Rev. Caldasia*. Vol. 25, No 2. (p.p. 429-431)

ARIAS, J., JARAMILLO, M., & RENGIFO, T. (2007). *Manual: Buenas Prácticas Agrícolas, en la Producción de Frijol Voluble*. FAO, Corpoica. Medellín. Colombia. p 167. Recuperado, Julio 2009: <http://www.fao.org.co/manualfrijol.pdf>.

ÁVILA, G. et al. *Almacenamiento, fijación de carbono y valoración de servicios ambientales en sistemas agroforestales en Costa Rica*. *Agroforestería en las Américas*, v. 8, n. 30, p.p.32-35, 2001.

BALDY, C., & STIGTER, J. 1993. *Agrométéorologie des cultures multiples en régions chaudes*. INRA editions. Paris.

Banco de la República. (2012) *Indicadores 2012*. Recuperado de: <http://www.banrep.gov.co>

BAQUERO, H. (1995). *Análisis Económico de sistemas agroforestales*. Santafé de Bogotá. Colombia. CORPOICA.

BERNHARD-REVERSAT, F, 2001, *Effect of exotic tree plantations on plant diversity and biological soil fertility in the Congo savanna, With special reference to eucalypts*, CIFOR Bogor, Indonesia. Recuperado de: <http://www.cifor.org/online-library/browse/view-publication/publication/1008.html>

BIHN J., (2011). The ant of cachoeira nature reserve. *Revista de Biología Tropical* vol. 60 no. 2 San José

BOLTON, B. (2003). *Synopsis and classification of Formicidae. En: Memories of the American Entomological Institute*, 71. The American Entomological Institute, Gainesville.

CAMMELL, M.E; WAY, M.J; PAIVA, M.R. (1996). *Diversity and structure of ant communities associated with oak, pine, eucalyptus and arable habitats in Portugal. Revista Ins. Soc. 43: 37-43*

CAMPOS, D., & FERNÁNDEZ, F. (2002). *El proyecto "diversidad de insectos en Colombia"*. Instituto Alexander Von Humboldt Colombia. Proyecto de Red Iberoamericana de Biogeografía y Entomología Sistemática.

CÁVELE, J. & SANTOS, C. (1999). *Efectos de plantaciones abandonadas de especies exóticas y nativas sobre la regeneración natural de un bosque montano en Colombia. Rev. biol. trop v.47 n.4 San José dic. Disponible en: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-441999000400014&script=sci_arttext.*

Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT. (1993). *Yuca, Lo último acerca del cultivo milenario*, Cali.

CLAYUCA, Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT & Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2006). *Aspectos tecnológicos sobre producción de yuca*. Cali, Colombia.

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR)-Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2007). *Protección, restauración y conservación de suelos Forestales. Manual de obras y prácticas*. Tercera Edición. Zapopan, Jalisco, México.

Concejo Internacional para la Investigación en Agroforestería, ICRAF.(1999). Citado por: ALTIERI, Miguel. Agroecología. *Bases científicas para una agricultura sustentable*. Montevideo: Nordan-Comunidad, p. 229-243

Corporación Autónoma Regional del Cauca CRC & Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal CONIF (2005). *Caracterización de Sistemas Agroforestales en la Cuenca del Río Cauca, Departamento del Cauca*, Colombia.

Corporación Autónoma Regional del Cauca CRC (2009).*Plan de Desarrollo Forestal del Cauca*. Popayán, Septiembre.

Corporación Autónoma Regional del Cauca CRC. (2009). *Proyecto: Mantenimiento del proyecto repoblación forestal en los sitios definidos por la Corporación Regional del Cauca en cumplimiento de lo establecido en la resolución 0899 de octubre de 1997 para el proyecto Popayán-Totoró-Inzá convenio2596/07 CRC – INVIAS*.

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA (2010). Recuperado de: http://www.corpoica.org.co/sitioweb/Libreria/Libros500.asp?id_categoria=id_especie&id_producto=22

Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal CONIF. (2002). *Guía Forestal para EUCALIPTO (Eucalyptus grandis)* CONIF. Bogotá,p.26.

DELLA, L., (2003). *Hormigas de importancia económica para la región neotropical*. Capítulo 23. En: *Fernández, F. Introducción a las hormigas de la región neotropical*. Instituto de investigaciones de recursos biológicos Alexander Von Humboldt, Bogotá, Colombia. XXVI + (p.398)

Departamento del Valle del Cauca, Secretaria de Agricultura y Pesca, Grupo Sistema de Información(s.f). *Guía agronómica de los cultivos representativos del departamento para la realización de las estimaciones agrícolas por métodos indirectos.*

EMERY, C. (1894). *Estudios sobre las hormigas de Costa Rica.* Anales del Museo Nacional de Costa Rica. (p.p.45-64)

ESTRADA, C. & FERNÁNDEZ, F. (1999) *Diversidad de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en un gradiente sucesional del bosque nublado (Nariño, Colombia).* *Rev. biol. trop* [online]. vol.47, n.1-2 pp. 189-201. Recuperado de:
en:<http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034.

FARREL, Jhon & ALTIERI, Miguel (1999). Sistemas agroforestales. En: ALTIERI, Miguel. *Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable.* Montevideo:Nordan-Comunidad, (p.p. 229-243).

Federación Nacional de Cafeteros, Centro nacional de Investigación de café CENICAFE, bankengruppe KFW, Smurfit Kappa Cartón de Colombia (2006). *Guías Silviculturales para el manejo de especies forestales con miras a la producción de madera en la zona andina colombiana. El Eucalipto Eucalyptus grandis W. Hill ex Maiden.* Cenicafé.

Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas FENALCE.(2010). Disponible en: http://www.fenalce.org/arch_public/maiz_2010.pdf

Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas FENALCE.(2009). Disponible en: http://www.fenalce.org/archivos/Coyuntura_Frijol.pptx.pdf

FEELEY, K.(2005). *Herbivoría en relación a elevación: bosques altos de Montana y bosques de tierras bajas en el Parque Nacional de Manu.* Universidad de Duke, Carolina del Norte, Estados Unidos.

FERNÁNDEZ, F.(2000). Sistemática de los Himenópteros de Colombia: Estado del conocimiento y Perspectivas. *En: Hacia un proyecto CYTED para el inventario y Estimación de la diversidad Entomológica en Iberoamérica*. Zaragoza, Sociedad Entomológica Aragonesa vol.1, 240241

FERNÁNDEZ, F. (2003 a). *Introducción a las hormigas de la región Neotropical*. Instituto de investigación en Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Bogotá, Colombia. XXVI, (p.398)

FERNÁNDEZ, F., (2003 b).Subfamilia Myrmicinae. Capítulo 22. *En: Fernández, F., Introducción a las hormigas de la región neotropical*. Instituto de investigaciones de recursos biológicos Alexander Von Humboldt, Bogotá, Colombia.

FERNÁNDEZ, F. &PALACIOS, E. (2006). Capítulo 49: Familia Formicidae. *En: FERNÁNDEZ, F Y M.J. SHARKEY (ed.) Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical*. Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C.

FERNÁNDEZ, F. SENDOYA, S. (2004). List of Neotropical Ants (Himenóptera: Formicidae). *Revista Biota Colombiana* 5(1): 3-93.

FERNANDEZ,F., MARTINEZ C, &SARMIENTO B. (2012).*Biodiversidad Vegetal Asociada a Plantaciones Forestales de Pinus caribaea Morelet y Eucalyptus pellita F. Muell Establecidas en Villanueva, Casanare, Colombia*. Rev.Fac.Nal.Agr.Medellín 65(2): 6749-6764.

FONEGRA, R (1989). *Taxonomía de Plantas Vasculares*. Universidad de Antioquia, Parte 1.p 1-49, 97-1.

GARRISON, J.(2003). *The role of alien tree plantations and Avian seed-dispersers in native dry forest restoration in Hawaii*. University of Hawaii at Mānoa.USA Hawaii.

GEORGE, S.J., KUMAR, B.M. & G.R. Rajiv (1993). *Nature of secondary succession in the abandoned Eucalyptus plantations of Neyyar (Kerala) in peninsular India. Journal of Tropical Forest Science* 5(3) (p.p 372-386).

GREENSLADE, P., & GREENSLADE, P. (1977). *Some effects of vegetation cover and disturbance on a tropical ant fauna. Insect. Soc.* 24: (p.p.163-182).

GUTMANIS, D. (2004). *Estoque de carbono e dinâmica ecofisiológica em sistemas silvipastoris.. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de São Paulo, Rio Claro, SP.*

HARTMAN, Shannon (2011). Disponible en:

<http://www.antweb.org/bigPicture.do?name=casent0217538&shot=h&number=1>

HÖLDOBLER, B. & WILSON, O. (1990). *The Ants*. Harvard University Press, Cambridge.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC (2009). *Estudio general de Suelos y Zonificación de Tierras*. Subdirección de Agrología Bogotá

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt & Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR). (2009). *Herramientas de Manejo para la Conservación de Biodiversidad en Paisajes Rurales*. Bogotá D. C.

JAFFE, K. (1993). *El Mundo de las Hormigas*. Universidad Simón Bolívar. Editorial Equinoccio. Venezuela.

KEENAN, R., LAMB, D., WOLDRING, O., IRVINE, T. & JENSEN, R. (1997). *Restoration of plant biodiversity beneath tropical tree plantations in Northern Australia. Forest Ecology and Management* 99(1-2): (p.p.117-133).

LATTKE, J. (2003). Subfamilia Ponerinae. Capítulo 16. *En: Fernández, F. Introducción a las hormigas de la región neotropical*. Instituto de investigaciones de recursos biológicos Alexander Von Humboldt. Bogotá, Colombia .XXVI (p.398)

LODDO, Z., RODRÍGUEZ, M., GRANADO, C. & LABRADA, R. (2001). *Diversidad de la comunidad de hormigas en un Agroecosistema de caña de azúcar en Cuba*. *Revista Electrónica Granma Ciencia*. Vol.5, No. 3, Septiembre-Diciembre del 2001. ISSN 1027-975X.

LÓPEZ, T. G. (2007). *Sistemas agroforestales*. SAGARPA. Subsecretaría de Desarrollo Rural. Colegio de Post-graduados. Puebla. (p.8)

LOZANO, F., MENDOZA, J. VARGAS, F., RENGIFO, L., JIMÉNEZ, E., CAICEDO, P., VARGAS, W., ARISTIZABAL, S., & RAMÍREZ, D. (2009). Oportunidades de conservación en el paisaje rural (Fase I). 58-63 p. *En: Lozano- Zambrano. H. (Ed). 2009. Herramientas de manejo para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos

MARTÍNEZ, A. (s.f.). *El papel de los animales como bioindicadores de la calidad ambiental*. Instituto Universitario CIBIO. Universidad de Alicante. Recuperado de: www.ieshaygon.com/cd/presentaciones/bioindicadores.pdf.

MARTIN, P., MORRONE, J., & MELIC, A. (2000). *Sociedad Entomológica Aragonesa* vol. 1, p. 240 – 241.

MAYR, G. (1862). *Myrmecologische Studien. Verhandlungen der Kaiserlich-Königlichen Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien* (p.p. 649-776).

MAYR, G. (1868). *Formicidae novae Americanae Collectae a Prof. P. de Strobel. Annuario della Società dei Naturalisti e Matematici, Modena* (p.p 161-178).

MELIC, A. (1993). *Biodiversidad y riqueza biológica. Paradojas y problemas*. Zapateri, *Revista aragonesa de entomología*. (3). 97-103 pp. [on line]. Disponible en: http://www.sea-entomologia.org/PDF/ZAPATERI_3/Z03-015-097.pdf

MENDOZA, C., & RAMÍREZ, Padilla, B. (2000). *Plantas con Flores de la Planada. Guía Ilustrada de Familias y Géneros*. Santafé De Bogotá: Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Fundación para la Educación Superior-Social, fondo Mundial para la Naturaleza.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural 2011. Disponible en: www.agronet.gov.co/www/.../Anuario/anuarioEstadistico2011.pdf.

MIRANDA, T. (2007). *Carbono secuestrado en ecosistemas agropecuarios cubanos y su valoración económica: estudio de caso*. Pastos y forrajes [online], v. 30, n. 4, (p.p. 483-491)

MONTAGNINI. (1992). Florencia, et al. *Sistemas agroforestales. Principios y aplicaciones en los trópicos*. Costa Rica: organización para Estudios Tropicales ET, et al., (p.p.1992.624).

MORALES, J., OLMAN. (1993). Serrano. *Curso Internacional "Desarrollo de Sistemas Agroforestales*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE. Documento JICA. Turrialba, CR. p.210

MÜLLER, M. D. et al. (2009). *Estimativa de acúmulo de biomassa e carbono em sistema agrossilvipastoril na Zona da Mata Mineira*. Pesquisa Florestal Brasileira, Colombo, ed.esp., n. 60, (p.p. 11-17).

MUSÁLEM S. M. A. (2001). *Sistemas agrosilvopastoriles*. Universidad Autónoma de Chapingo. División de Ciencias Forestales. (p.120)

NAIR, P. (1985). *Classification of agroforestry systems*. En: Agroforestry Systems. Vol 3, N° 2.

NAVIA, J. (2000b). *Agroforesteria: Una opción tecnológica para el desarrollo sostenible del recurso suelo y agua*. Revista de Ciencias Agrícolas – Universidad de Nariño. Vol XVII (2): 213-218.

NAVIA, J., RESTREPO, D., VILLADA, P. & OJEDA, A. (2003). *Agroforesteria: Opción Tecnológica para el manejo en suelos de ladera*. Santiago de Cali, Colombia.

NOBILE, A. (2007a). Disponible en:

<http://www.antweb.org/bigPicture.do?name=casent0006020&shot=h&number=1>

_____ (2007b). Disponible en:

<http://www.antweb.org/bigPicture.do?name=casent0173317&shot=h&number=1>

_____ (2008a). Disponible en:

<http://www.antweb.org/bigPicture.do?name=casent0178604&shot=h&number=1>

_____ (2008b). Disponible en:

<http://www.antweb.org/bigPicture.do?name=casent0178130&shot=h&number=1>

_____ (2008c). Disponible en:

<http://www.antweb.org/bigPicture.do?name=casent0178178&shot=p&number=1>

Organización Mundial para la Agricultura y la Alimentación FAO - Servicio Nacional de Aprendizaje SENA Proyecto de Desarrollo Forestal Participativo en los Andes (1995). *Manual de Sistemas Agroforestales en la zona Andina Colombiana*, Santafé de Bogotá DC.

Organización Mundial para la Agricultura y la Alimentación FAO (2000). Recuperado de: <http://www.fao.org/Noticias/2000/000405-s.htm>.

Organización Mundial para la Agricultura y la Alimentación FAO (1998). Recuperado de: <http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/AGROFOR1/burley2.pdf>.

Organización Mundial para la Agricultura y la Alimentación FAO (2007). Recuperado de: <http://www.fao.org.co/manualfrijol/2007.pdf>

Organización Mundial para la Agricultura y la Alimentación FAO (2010). Recuperado de: <http://faostat.fao.org/default.aspx> 1 of 1 2/23/2010.

OSPINA, A. (2003). *Agroforesteria: aportes conceptuales, metodológicos y prácticos para el estudio agroforestal*. Cali, Colombia: ACASOC.

PALACIOS, E., (2003). Subfamilia Ecitoninae. Capítulo 18. En: *Fernández, F., Introducción a las hormigas de la región neotropical*. Instituto de investigaciones de recursos biológicos Alexander Von Humboldt, Bogotá, Colombia. XXVI. ISBN: 958-8151-23-6. p. 131.

PEREIRA, M., QUEIROZ, J, DE SOUZA, G. & MAYHÉ-NUNES, A. (2007). *Influência da heterogeneidade da serapilheira sobre as formigas que nidificam em galhos mortos em floresta nativa e plantio de eucalipto*. *Neotropical Biology and Conservation*. 2(3):161-164, september-december.

PRADO, Erín (2010). Recuperado de:

<http://www.antweb.org/bigPicture.do?name=casent0192360&shot=h&number=1>

RAJVANSHI, A., S. SONI, U.D. KUKRETI & M.M. SRIVATAVA (1983). *A comparative study of undergrowth of sal forest and Eucalyptus plantation at Golatappar Dehra* Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín 65(2): 6749-6764. 2012 6761 Dun during rainy season. Indian Journal of Forestry 6(2): (p.p. 117-119).

RAMÍREZ, M. & CALLE, D. (2004). *Ecología de hormigas en sistemas silbo pastoriles*. Fundación CIPAV, Cali, Colombia. Restrepo, Noemi y Sánchez, Carolina .El Eucalipto: una opción de alta rentabilidad. Revista MM. Edición 53.

RAMÍREZ R. W. (2005). *Manejo de Sistemas Agroforestales*. (p.11).

RIVAS, F. (2001). *Análisis económico: sistema agroforestal eucalipto asociado con maíz, el salvador* <http://www.fao.org/docrep/ARTICLE/WFC/XII/0527-B5.HTM>.

RUSS, J (2009). Disponible en:

<http://www.antweb.org/bigPicture.do?name=jtlc000016315&shot=h&number=1>

SANTSCHI, F (1938). *Notes sur quelques Ponera Latr.* Bulletin de la Société Entomologique de France (p.p 78-80).

SILVESTRE, R., BRANDAO, C., DA SILVA, R. (2003). *Grupos funcionales de hormigas: el caso de los gremios del Cerrado.* Cap. 7, p. 113-148. En: Fernández, F. (ed). Introducción a las hormigas de la región Neotropical. Instituto de recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia. XXVI + (p.398).

SMITH, F. (1858). *Catalogue of hymenopterous insects in the collection of the British Museum. Part VI.* Formicidae. London : British Museum, (p.p. 266).

Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples (2012). EstimateS, viceroy.eeb.uconn.edu/EstimateS/.

SOUZA, P.B., S.V. MARTINS, S.R. COSTALONGA e G.O.COSTA (2007). *Florística e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea no sub-bosque de um povoamento de Eucalyptus grandis W. Hill ex Maiden, em Viçosa, MG, Brasil.* Revista Árvore 31(33): (p.p. 533-543).

TIWARI, TP, BROOK, RM; WAGSTAFF, P; SINCLAIR, (2012). *Efectos de luz ambiente en el maíz en sistemas agroforestales de ladera de Nepal.* FL2012Food Security 4 http://www.worldagroforestry.org/our_products/publications

TORREGROSA, M., (1957). *Razas de maíz en la Costa Atlántica colombiana.* Facultad de Agronomía. Universidad Nacional. Medellín. Trabajo de grado.

Universidad del Quindío, (1998). *Arvense de la Región Cafetera Centro-Andina de Colombia.* Armenia: Tomo 1. 186 p.

Universidad del Tolima, Corporación Autónoma Regional del Quindío (CRQ), Corporación Autónoma Regional de Risaralda (CARDER), Corporación Autónoma Regional de Caldas (CORPOCALDAS) y Corporación Autónoma Regional del Tolima (CORPOTOLIMA) (2003). *Evaluación Ecológica y Silvicultural, de Ecosistemas Boscosos*, IBAGUE

VARELA, V. (1982). *Evaluación económica de alternativas operacionales y proyectos de inversión*. Editorial Norma. Bogotá Colombia

VARGAS R. SOTOMAYOR G. (2004). Modelos agroforestales y biodiversidad. Seguimiento al Tema Especial I. Conservación de la biodiversidad. Revista ambiente y desarrollo de CIPMA. Vol. XX-N 2. (p.p. 123-124).

VÉLEZ, M., AGUDELO, C., & PINTO, D. (2006). *Flora Arvense de la Región Cafetera Centro-Andina de Colombia*. Familias Balsaminaceae a Leguminosae. Armenia: Centro de Publicaciones Uniquindío, Volumen IV. (p.150).

VILLAREAL, H., ÁLVAREZ, M., CÓRDOBA, S., ESCOBAR, F., FAGUA, G., GAST, F., MENDOZA, H., OSPINA, M. & UMAÑA, M.(2004). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad*. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá. Colombia (p.236)

WARD, P. (2007). *Phylogeny, classification, and species-level taxonomy of ants* (Hymenoptera: Formicidae). Zootaxa 1668: (p.p. 549–563).

WESTWOOD, J.O (1840). *Observations on the genus Typhlopone, with descriptions of several exotic species of ants*. Annals and Magazine of Natural History (p.p. 81-89).

WESTWOOD, J.(1842). *Monograph of the hymenopterous group, Dorylides*(p.p. 73-80).

WILLEY, R. W. (1979). *Intercropping. Its importance and research needs part I*. Competition and yield advantages. Field Crops Abstr. 32(1): (p.p 1-10).

WILSON, E.O. (2003). *La hiperdiversidad como fenómeno real: el caso de Pheidole*. Capítulo 26, p. 363. En: Fernández, F. (ed). *Introducción a las hormigas de la región Neotropical*. Instituto de recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia. XXVI + (p.398).