

**Propuesta de mejoramiento del componente  
arbóreo de sistemas agroforestales de café, en  
Hoya Grande, Morocelí, El Paraíso,  
Honduras**

**Fransen Jean**

**Zamorano**

Carrera de Desarrollo Socioeconómico y Ambiente

Diciembre, 2006

**Propuesta de mejoramiento del componente  
arbóreo de sistemas agroforestales de café, en  
Hoya Grande, Morocelí, El Paraíso,  
Honduras**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de  
Ingeniero en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente en el Grado  
Académico de Licenciatura.

Presentado por

**Fransen Jean**

**Zamorano, Honduras**

Diciembre, 2006

El autor concede a Zamorano permiso  
para reproducir y distribuir copias de este  
trabajo para fines educativos. Para Otras personas  
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

---

Fransen Jean

**Zamorano, Honduras**

Diciembre, 2006

**Propuesta de mejoramiento del componente arbóreo de  
sistemas agroforestales de café, en Hoya Grande,  
Morocelí, El Paraíso, Honduras**

Presentado por:

**Fransen Jean**

Aprobada:

---

Nelson Agudelo, M. Sc.  
Asesor principal

---

Mayra Falck, M. Sc.  
Directora Carrera Desarrollo  
Socioeconómico y Ambiente

---

George Pilz, Ph. D.  
Decano Académico

---

Kenneth L. Hoadley, D. B. A.  
Rector

## **DEDICATORIA**

A Dios todo poderoso.

A mis padres Duvignol Jean y Bernadette Pierre-Gilles.

A mis hermanos James Duchelde Jean, Berldine Jean y Godoftanie Jean.

A mi querido país, Haití.

## AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirme terminar con éxitos mis estudios en Zamorano. Sin su intervención no hubiese podido lograr.

A mis padres por sus bendiciones y por saber guiarme al camino del bien con sus sabios consejos y apoyos que supieron brindarme durante mis años de estudio.

A mis hermanos por apoyarme y darme ánimos para seguir adelante.

Al Ing. Nelson Agudelo por haberme dedicado su tiempo para realizar este Trabajo, brindarme parte de su conocimiento y por su gran paciencia de enseñanza.

A Jorge Arraque por su valioso apoyo durante varias etapas a lo largo de la realización de este proyecto.

Al Ing. Gunther Suárez por brindarme parte de su conocimiento en la parte del estudio financiero de este proyecto.

A los profesores, instructores y trabajadores que siempre estuvieron ahí para enseñarnos dentro del aula de clases así como en nuestro Aprender Haciendo.

A mis amigos Zamoranos de las diferentes clases especialmente a Wilfène Richelieu, Eddy Lebelon, Jean-Bertrand Contina, por todos los momentos alegres que hemos vivido juntos.

A la comunidad de Hoya Grande en especial señor Rufino por haberme permitido realizar este estudio en su finca y por su apoyo incondicional a lo largo de la elaboración de este documento.

A las diferentes personas que de una u otra manera han contribuido a realizar y terminar este proyecto y mis estudios en Zamorano.

A la clase ELITE 06, por su gran apoyo, su gran amistad y momentos de alegrías vividos juntos.

## **AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES**

A la Fundación Kellogg, por haberme brindado gran parte del recurso financiero necesario para culminar mis estudios en Zamorano.

Al Fondo Dotal Suizo y Fondo Papa, por sus aportes financieros.

## RESUMEN

Jean, Fransén. 2006. Propuesta de mejoramiento del componente arbóreo de sistemas agroforestales de café, en Hoya Grande, Morocelí, El Paraíso, Honduras. Proyecto de Graduación del Programa de Ingeniería en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente. Valle del Yeguaré, Honduras. 66 p.

Se reconoce que la agroforestería es solamente una nueva palabra y no una nueva práctica. Desde el pasado, en los trópicos y subtropicos, estas prácticas se han destacado por ser unos sistemas tradicionales de uso de la tierra, en donde han tenido en vista más la reducción de los riesgos de las cosechas que el logro de una producción óptima y de mejoramiento de utilidades. En tal sentido, en los últimos tiempos se han comenzado a desarrollar tecnologías y prácticas de cambio con el propósito de mejorar los sistemas agroforestales. Este estudio tiene como objetivo contribuir a la diversidad del componente arbóreo de Sistemas Agroforestales (SAF) de café, mediante el uso de especies forestales de alto valor económico. Con este estudio se alcanzó una propuesta de mejoramiento del componente arbóreo de un sistema agroforestal de café, en una propiedad privada de la comunidad Hoya Grande. Se contó con una finca de 7.407 ha de tierra formado por un componente de estructura vertical de tres estratos (café, musáceas y árboles de servicio). Se desarrolló una metodología detallada que permite: hacer caracterización biofísica de la zona de producción, identificar especies locales utilizadas, elaborar un marco teórico y definir criterios de selección de especies, y diseñar una estructura de sombra. Se llegó a la conclusión de que las especies de alto valor económico que son más susceptibles a ser adaptadas al sistema son: el cedro (*Cedrela odorata*), caoba (*Swietenia macrophylla*), nogal (*Juglans olanchana*) y álamo (*Styrax argenteus*). Además de la selección de las especies, se estructuró un plan de establecimiento y de mantenimiento para la plantación. Al final, como una prueba de la rentabilidad del sistema mejorado, se realizó un estudio económico en donde se tomaron en cuenta los indicadores financieros: Valor Actual Neto (VAN) y la Relación Beneficio-Costo (B/C). De esta forma se realizó un flujo de caja para cada sistema. Trabajando con costos máximos y posibilidad de ingreso mínimo, los indicadores del nuevo sistema proyectan valores más satisfactorios que el sistema tradicional. Se recomienda realizar estudios que definan la viabilidad de estos sistemas tomando en cuenta externalidades y posibilidad de ingreso por Compensación por Servicios Ecosistémicos (CSE).

**Palabras claves:** Caracterización biofísica, Componente arbóreo, Especies de alto valor económico, Rentabilidad.

## CONTENIDO

Portadilla.....	i
Portada .....	i
Autoria .....	ii
Página de firma .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES.....	vi
RESUMEN .....	vii
CONTENIDO .....	viii
ÍNDICE DE CUADROS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xiii
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 OBJETIVOS DEL ESTUDIO .....</b>	<b>2</b>
1.1.1 OBJETIVO GENERAL.....	2
Objetivos específicos .....	2
<b>2. JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>3. LÍMITES DEL ESTUDIO .....</b>	<b>4</b>
<b>4. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>5</b>
<b>4.1 SISTEMAS AGROFORESTALES.....</b>	<b>5</b>
4.1.1 ESTRUCTURA Y FUNCIÓN DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES.....	5
<b>4.2 ESPECIES FORESTALES DE ALTO VALOR ECONÓMICO UTILIZADAS EN SISTEMAS AGROFORESTALES DE AMÉRICA CENTRAL. ....</b>	<b>6</b>
4.2.1 ÁRBOLES ASOCIADOS A PRODUCCIÓN DE CAFÉ EN SISTEMAS AGROFORESTALES.....	6
<b>4.3 EXTRACCIÓN Y APROVECHAMIENTO DE PRODUCTOS FORESTALES EN SISTEMAS AGROFORESTALES DE CAFÉ .....</b>	<b>6</b>

<b>4.4 CARACTERÍSTICAS DE SISTEMAS AGROFORESTALES DE CAFÉ ASOCIADOS CON ÁRBOLES .....</b>	<b>7</b>
4.4.1 ESPACIAMIENTO Y TÉCNICAS DE MANEJO .....	7
4.4.2 COSTOS Y RENDIMIENTO DE PRODUCCIÓN EN SISTEMA AGROFORESTALES DE CAFÉ COMPARANDO CON SISTEMA DE MONOCULTIVO. ....	7
<b>4.5 SISTEMA AGROFORESTALES EN HONDURAS .....</b>	<b>8</b>
<b>4.6 FACTORES QUE DETERMINAN EL ÉXITO DE UNA PLANTACIÓN FORESTAL EN SISTEMAS AGROFORESTALES.....</b>	<b>9</b>
<b>5. MATERIALES Y METODOS .....</b>	<b>11</b>
<b>5.1 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO .....</b>	<b>11</b>
5.1.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y POLÍTICA.....	11
5.1.2 CLIMA Y ECOLOGÍA .....	12
5.1.3 RELIEVE Y ALTITUD.....	12
5.1.4 GEOLOGÍA Y SUELOS .....	13
5.1.5 VEGETACIÓN.....	13
5.1.6 USO ACTUAL DE LA TIERRA .....	13
<b>5.2 MATERIALES .....</b>	<b>13</b>
<b>5.3 METODOLOGÍA DE LEVANTAMIENTO .....</b>	<b>14</b>
5.3.1 CLASIFICACIÓN DEL ECOSISTEMA .....	14
5.3.2 LEVANTAMIENTO DEL MAPA PLANIMÉTRICO DEL ÁREA .....	14
5.3.3 EVALUACIÓN DEL COMPONENTE ARBÓREO PREVIAMENTE ESTABLECIDO EN LA ZONA ...	14
5.3.4 EVALUACIÓN DEL COMPONENTE DE CULTIVO, DENSIDAD, EDAD Y TAMAÑO. ....	14
5.3.5 EVALUACIÓN DEL COMPONENTE ARBÓREO.....	15
5.3.6 IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES FORESTALES DE VALOR ECONÓMICO EXISTENTES EN LAS ZONAS ALEDAÑAS Y SU DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y ECOLÓGICA.....	15
5.3.7 ESTUDIO DE SUELO.....	16
<b>5.4 METODOLOGIA DE EVALUACIÓN .....</b>	<b>16</b>
5.4.1 DIGITALIZACIÓN DEL MAPA DE LA ZONA DE ESTUDIO Y SU SISTEMA GEOLÓGICO.....	16
5.4.2 DETERMINACIÓN DE COMPONENTE ARBÓREO, DENSIDAD Y VARIEDAD CULTIVOS .....	16
5.4.3 EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DEL SUELO .....	17
5.4.4 DETERMINACIÓN DE PROCEDENCIA DE SEMILLAS CALIFICADAS .....	17
5.4.5 ESTUDIO COMPARATIVO ECONÓMICO DE LOS DOS SISTEMAS .....	17
5.4.5.1 Flujo de caja .....	17

<b>6. RESULTADOS Y DISCUCION .....</b>	<b>19</b>
<b>6.1 CLASIFICACION DEL ECOSISTEMA .....</b>	<b>19</b>
<b>6.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA .....</b>	<b>19</b>
6.2.1 COMPONENTE ARBÓREO .....	19
6.2.2 COMPONENTE CULTIVO .....	20
6.2.3 PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO .....	22
Propiedades físicas.....	22
Propiedades químicas: .....	23
<b>6.3 MEJORAMIENTO DEL COMPONENTE ARBÓREO .....</b>	<b>23</b>
6.3.1 SELECCIÓN DE ESPECIES. ....	23
6.3.2 MATRIZ DE EVALUACIÓN Y DE SELECCIÓN .....	24
<b>6.4 PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL COMPONENTE ARBOREO .....</b>	<b>26</b>
6.4.1 PLANTACIÓN DE ÁRBOLES .....	26
6.4.2 NUMERO DE ÁRBOLES A PLANTAR.....	27
6.4.3 PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS .....	27
6.4.4 MANEJO .....	29
<b>6.5 ANÁLISIS FINANCIERO.....</b>	<b>30</b>
6.5.1 DETERMINACIÓN DE COSTOS EXCLUYENDO EL COSTO DE LA TIERRA.....	30
6.5.2 DETERMINACIÓN DE INGRESOS .....	31
6.5.3 FLUJO DE CAJA Y ANÁLISIS.....	31
6.5.4 ANÁLISIS DE LOS DATOS ECONÓMICOS.....	32
<b>7. CONCLUSIONES .....</b>	<b>33</b>
<b>8. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>35</b>
<b>9. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>36</b>
<b>10. ANEXOS .....</b>	<b>39</b>
<b>11. ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS .....</b>	<b>51</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

### Cuadro

1. Cafetos y sombras observados por parcela.	20
2. Nombre vulgar, nombre científico, familias y usos de las especies inventariadas en la zona de estudio.	20
3. Densidad de componente arbóreo y cultivos.	21
4. Costos del sistema actual	22
5. Ingresos del sistema	22
6. Especies a ser sometidas a la matriz de evaluación y de selección	24
7. Matriz de evaluación y de selección de especies.	26
8. Cantidad de semillas requerida y procedencias	28
9. Costo (inversión inicial) del sistema agroforestal mejorado.	30
10. Costo anual de manejo y mantenimiento de los árboles del sistema mejorado.	30
11. Ingresos anual del nuevo sistema.	31
12. Ingreso en venta de madera al turno económico.	31
13. Flujo de caja de los dos sistemas	32
14. Análisis marginal de los datos económicos	32

## ÍNDICE DE FIGURAS

### Figura

1. Ubicación geográfica de la zona de estudio.....	12
2. Relieve del área de estudio. ....	12
3. Parcelas delimitadas.....	15
4. Distribución de propiedades física y químicas de la finca.....	23
5. Distribución de especies para el sistema agroforestal mejorado .....	27

## ÍNDICE DE ANEXOS

### Anexo

1. Especies forestales de alto valor económico utilizadas en sistemas agroforestales de América central	39
2. Mapa del área de estudio	40
3. Costo del sistema actual	41
4. Costo en germoplasma	41
5. Costo en vivero	41
6. Costo para mantenimiento del nuevo sistema	42
7. Costo para la producción de la madera	42
8. Ingreso del sistema mejorado	42
9. Ingreso del sistema en el año 30	43
10. Flujo de caja para el sistema actual	44
11. Flujo de caja para el sistema mejorado	47
12. Practicas de podas en café	50

## 1. INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas que existe en la actualidad, asociado al desarrollo rural, es la escasez de alimentos para poder suplir la demanda mundial creciente, debido al crecimiento demográfico en vastos territorios del mundo. Esta presión por la obtención de alimentos se ha visto agravada por una pobre distribución global de fuentes de alimentos, procesos de desertificación acelerados por la pérdida de coberturas arbóreas protectoras, erosión y pérdida de suelos Sotomayor (1989, en Silva, 2003).

Como soluciones a estos problemas mencionados anteriormente, se tiene conocimiento que en muchas partes del mundo, incluyendo países Centroamericanos como Honduras, han existido técnicas ancestrales de uso y manejo de suelo que han combinado producción forestal y cultivos agrícolas y ganadería, las cuales han sido usadas satisfactoriamente para suplir múltiples necesidades Sotomayor (1989, en Silva, 2003). Se ha denominado a estos sistemas, sistemas agroforestales o agroforestería.

Dentro de este contexto, en varias partes de América Latina y del resto del mundo, el establecimiento de plantaciones de café asociadas con árboles de alto valor económico ha sido un elemento importante en cuanto al mejoramiento del rendimiento y aumento de utilidades. Esto más que todo se ve reflejado en que los árboles pueden proveer muchos productos tales como madera, alimento, forraje, leña, materia orgánica, entre otras. Sotomayor (1989, en Silva, 2003).

Los sistemas tradicionales de uso de la tierra en los trópicos y subtrópicos, especialmente en Honduras, han tenido en vista más la reducción de los riesgos de las cosechas que el logro de una producción óptima y de mejoramiento de utilidades. En tal sentido, en los últimos tiempos se han comenzado a desarrollar tecnologías y prácticas de cambio con el propósito de mejorar los sistemas agroforestales.

En Honduras, los sistemas agroforestales tradicionales se utilizan a diversas escalas a lo largo y ancho del territorio nacional. Sin embargo, los sistemas agroforestales nuevos o mejorados son relativamente recientes en Honduras y ocupan pequeñas superficies de terreno. La mayor parte del territorio hondureño se caracteriza por presentar una topografía accidentada y suelos de baja fertilidad natural. Bajo tales condiciones los sistemas agroforestales deberían convertirse en una importante opción técnico-económica especialmente para los agricultores de escasos recursos económicos.

Los agricultores de la aldea Hoya Grande, del municipio de Morocelí, utilizan desde hace varios años prácticas agroforestales de café con árboles. A la fecha, estos agricultores conforman una cooperativa que produce café orgánico, el que es comercializado en los Estados Unidos. Los cafetaleros, conscientes de las fluctuaciones de precio de este monocultivo, han decidido proceder a mejorar el componente arbóreo de estos sistemas mediante la introducción de especies forestales de alto valor económico. Con estos antecedentes, el presente estudio pretende alcanzar los siguientes objetivos:

## **1.1 OBJETIVOS DEL ESTUDIO**

### **1.1.1 OBJETIVO GENERAL**

Contribuir a la diversificación del componente arbóreo de sistema agroforestales (SAF) de café, mediante el uso de especies forestales de alto valor económico.

### **Objetivos específicos**

- Clasificar los ecosistemas donde se tienen establecidos los SAF.
- Diseñar el esquema de establecimiento del componente arbóreo para plantaciones de café ya establecidas.
- Clasificar el o los tipos de suelos y caracterizarlos en términos de sus propiedades físicas y químicas.
- Seleccionar las especies forestales de alto valor económico con potencial de uso en estos sistemas.
- Identificar las posibles procedencias o fuentes de semilla para las especies seleccionadas.
- Formular un modelo de manejo para el componente arbóreo, desde su establecimiento hasta el turno económico.
- Realizar un estudio económico comparativo de los dos sistema

## 2. JUSTIFICACIÓN

En varias partes del mundo, la deforestación, degradación y contaminación ambientales han sido los problemas principales y contundentes. Este estudio pretende contribuir a la sostenibilidad y al fomento de una estructura sobre tres pilares primordiales que son ambientales, socioeconómicos y biológicos.

Biológico: La presencia de un componente arbóreo mejorado favorece a los sistemas de producción en aspectos tales como mantenimiento del ciclaje de nutrientes y el aumento en la diversidad de especies. El ciclaje de nutrientes entre la vegetación y el suelo contribuye a mantener la productividad; al aumentar el número de especies, pueden coexistir plantas de diversos requerimientos nutricionales; o especies que exploran diferentes horizontes del suelo, lo que permite un mayor uso de los recursos disponibles.

Ambiental: Favorece los efectos sobre el microclima, influye sobre el control de la erosión y sobre las poblaciones de plagas, entre otras. Con la elaboración de este proyecto se contribuirá a la eliminación del uso de productos ofensivos y dañinos para el ambiente y la salud de las personas de la comunidad.

Socioeconómico: Se puede inferir los beneficios económicos múltiples que se obtienen si se comparan con actividades económicas aisladas. Por ejemplo, la producción cafetalera en Cuba está siempre asociada al componente arbóreo, que al ser raleado representa ingresos adicionales, o contribuyen a satisfacer las demandas de diversos productos forestales. Una de las motivaciones principales que incentivan el mejoramiento de un componente arbóreo bien seleccionado son los beneficios sociales que tienen implícitos: contribuyen a diversificar la producción, fortalecer la base económica y consecuentemente, elevar la calidad de vida de la población rural. Es decir que el estudio conllevará a una diversificación económica y bienestar de la gente de la comunidad y de las zonas aledañas. Hoy en día, el mercado se compromete más en la compra de productos orgánicos y productos que apoyan a la conservación del ambiente y la biodiversidad.

### **3. LÍMITES DEL ESTUDIO**

El estudio fue realizado en una de las tres fincas delimitadas a causa de falta de recursos financieros y de tiempo.

No existen datos de investigación financieros, técnicos e históricos detallados sobre las especies adaptadas a sistemas agroforestales. De esta manera se dificulta el proceso de búsqueda de información para el proyecto y hasta cierto punto se tuvieron que asumir algunos datos con base en los datos existentes y con la experiencia laboral del Ingeniero Nelson Agudelo.

Siendo un proyecto a largo plazo (el nuevo sistema formulado) los datos que sean tomados como precios y costos se pueden ir desactualizando debido a las variaciones económicas del entorno. Además, el mercado de las maderas se caracteriza por ser un mercado fluctuante.

## 4. REVISIÓN DE LITERATURA

### 4.1 SISTEMAS AGROFORESTALES

Fassbender (1993), define los sistemas de producción agroforestales como una serie de sistemas y tecnologías del uso de la tierra en las que se combinan árboles con cultivos agrícolas y/o pastos, en función del tiempo y espacio para incrementar y optimizar la producción en forma sostenida.

Rodríguez (1997), por su parte define a los SAF en café, como un conjunto de técnicas de aprovechamiento de la tierra en las que se combina la utilización de árboles forestales con el sembrado café. Rodríguez declara que por los múltiples beneficiosas que ofrecen, los SAF son considerados como una alternativa de sustentabilidad ecológica y económicamente viable.

Desde el punto de vista ecológico, los sistemas agroforestales en cafetales presentan numerosas ventajas. La rugosidad del paisaje, creada por el estrato arbóreo, hace al ecosistema más resistente a situaciones climáticas excepcionales, como los huracanes. Esta cubierta arbórea desempeña un papel esencial en la conservación de los suelos agrícolas, en particular en áreas inclinadas. Por otra parte, en un sistema con sombra, las necesidades nutritivas del cafetal son menores que a pleno sol, mientras que aumentan el reciclaje y la capacidad de retención de elementos minerales. Estos factores permiten disminuir el aporte de abonos y reducen su pérdida por lixiviación y escorrentía (Bellefontaine et al, 2002).

#### 4.1.1 Estructura y función de los sistemas agroforestales

Dentro de las *interacciones de los componentes del sistema*, Fassbender (1992, en López, 2001) considera a la capa de mantillo como el eslabón fundamental que mantiene unidos los componentes arbóreos con el suelo; el follaje que es liberado al suelo por los árboles, incluido el café, ya sea por caída natural causada por la senescencia o por efecto de podas, constituye la capa de mantillo, esta a su vez, por procesos de descomposición y mineralización, liberará nutrientes que podrán ser nuevamente absorbidos por las plantas. Este eslabón es por tanto, vital para mantener el *ciclaje de nutrientes* dentro del sistema; su eficiencia puede determinar en muchos casos, el incremento o reducción de subsidios externos de elementos nutritivos.

## 4.2 ESPECIES FORESTALES DE ALTO VALOR ECONÓMICO UTILIZADAS EN SISTEMAS AGROFORESTALES DE AMÉRICA CENTRAL.

Agudelo (2003), reportó una lista de varias especies que en la actualidad están siendo utilizadas en sistemas agroforestales en diferentes países de la región subtropical de América Central. También, ilustra la distribución de estas especies dependiendo de aspectos climatológicos y topográficos que perduran en las zonas de cultivo (Anexo1).

### 4.2.1 Árboles asociados a producción de café en sistemas agroforestales

Somarriba (1992, citado por López, 2001), en Costa Rica, reporta a *Cordia alliodora*, *Cedrela odorata*, *Gravillea robusta*, *Eucalyptus deglupta*, *Casuarina spp.*, *Pinus caribaea*, *Juglans olanchana*, *Enterolobium cyclocarpum* y *Samanea Saman* como especies forestales más utilizadas para sombra de café. Son también 10 de las especies más utilizadas como sombra de café y cacao en Colombia. En Chiapas, México, un número de 61 especies, en su mayoría nativas, fueron utilizadas como sombra en cafetales en densidades promedio de 270 árboles/ha (Soto Pinto *et al.*, 2000; en López, 2001).

## 4.3 EXTRACCIÓN Y APROVECHAMIENTO DE PRODUCTOS FORESTALES EN SISTEMAS AGROFORESTALES DE CAFÉ

En Costa Rica, muchos agricultores están reemplazando, de manera gradual, la sombra tradicional de árboles leguminosos, los cuales tienen poco o ningún valor comercial, con especies maderables de rápido crecimiento. Se espera que este cambio eleve los ingresos debido a la producción de madera y se reduzca el riesgo económico que producen las fluctuaciones de los precios del café (Martínez, 2005).

En el municipio de Ilobasco, El Salvador, es común observar árboles maderables de *Tabebuia rosea*, *Simarouba glauca*, *Diphysa americana*, *Cedrela. odorata*, *Genipa americana* y *Cordia alliodora* dispersos dentro de parcelas de *Sorghum bicolor* y *Phaseolus vulgaris* que brindan madera, leña y carbón a los propietarios (García et al 2001, en Orozco, 2005).

Por otra parte Gómez (1997, en Martínez, 2005) menciona que en país como El Salvador, los cafetales cubren el 43% de la demanda total de leña.

#### **4.4 CARACTERÍSTICAS DE SISTEMAS AGROFORESTALES DE CAFÉ ASOCIADOS CON ÁRBOLES**

La producción de café depende de la especie y variedad, suelo, manejo y uso de sombra. En Turrialba, fincas con sombra producen entre 23-66 fanegas de café por ha, mientras que a pleno sol las producciones son más de 68 fanegas por ha. No obstante para alcanzar estos niveles, se necesita altos insumos (Martínez, 2005).

Un aspecto sumamente importante en estos sistemas es el ciclaje de nutrientes. El café, por ejemplo, produce aproximadamente la mitad de materia orgánica de todo el sistema cuando es asociado con laurel (*Cordia alliodora*) y con ceibo (*Erythrina poeppigiana*). El laurel proporciona nutrientes de una forma más uniformemente distribuida a lo largo del año y, por lo tanto, son menos susceptibles de lixiviarse, que en el caso del ceibo, el cual muestra picos en la cantidad de nutrientes aplicados durante el año (Glover y Beer, 1984, citado por López, 2001).

##### **4.4.1 Espaciamiento y técnicas de manejo**

En sistemas con perennes debe cuidarse que la densidad de árboles no sea lo suficientemente alta como para afectar al cultivo; por ejemplo Beer (1993), citado por López (2001) encontró que el aumento en la densidad de *Cordia alliodora*, con el objetivo de producir mayor cantidad de madera, redujo la cosecha de café, debido a que la competencia se manifestó a través de efectos directos (supresión de la formación de flores) e indirectos (reducción en el crecimiento de los cafetos). En México, no es recomendable tener más del 50% de sombra, ya que disminuyen los rendimientos del cafeto (Soto Pinto, 2000; en López, 2001).

Los agricultores de acuerdo a la experiencia con la introducción de árboles maderables en plantaciones de café prefieren especies como *Eucalyptus deglupta* y *Terminalia spp.*, como árboles de sombra en sus cafetales. Muchas de sus razones obedecen más a la facilidad de manejo del café cuando utilizan esas especies (porque no exigen mayor esfuerzo), que al valor económico potencial de la madera. Es recomendable adoptar un enfoque agroforestal con bajas densidades (200 árboles por ha) e involucrar a los productores en su diseño e implementación (Martínez, 2005).

López (2001), aseveró que los árboles de sombra requieren de una labor manual extra, para el manejo, principalmente la poda.

##### **4.4.2 Costos y rendimiento de producción en sistema agroforestales de café comparando con sistema de monocultivo.**

A través del análisis financiero se puede valorar la contribución económica de árboles maderables en el sistema agroforestal café con sombra y permiten compararlo con café a pleno sol. De esta forma, Barker (1991) citado por Martínez (2005) estudiando fincas de

*Coffea arabica* bajo laurel de 10 años de edad, encontró que los ingresos por madera contribuyeron en un 10% del total del VPN para un período de 25 años y más del 40% para un período de 15 años, con una tasa de descuento del 10%. Por otra parte, Chamorro (1991) citado por Martínez (2005), determinando la rentabilidad de *Coffea arabica* en un ciclo de recepa (poda total a 25 cm. del suelo) a pleno sol y asociado con laurel en Colombia se estimó TIR (tasa interna de retorno) de 64% a pleno sol y de 50% bajo sombra teniendo en cuenta sólo el valor de la madera formada en la etapa de recepa.

En el análisis de rentabilidad de 53 sistemas agroforestales en América Central y el Caribe, Current (1997) presenta que en el 75% de los casos los SAF fueron rentables (con un VAN (Valor Actual Neto) positivo, a una tasa de descuento del 20% y el retorno a la mano de obra por jornal invertido fue superior al valor de un jornal. Igualmente en Matagalpa, Nicaragua, Caballero (2005), encontró (en fincas medianas de 62 ha y grandes de 221 ha) una relación (B/C) positiva de 1.4.

Un rodal de 100 árboles de *Cedrela odorata* por hectárea, asociada al cafeto, produce en Turrialba, Costa Rica, un volumen comercial de  $4 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$  Ford (1979, citado por Martínez 2005), lo que genera cada año un beneficio equivalente al 10-15% del valor de la cosecha de café. A la edad de aprovechamiento comercial, o sea entre 15 y 20 años, los árboles producen una renta que supone dos o tres cosechas anuales de café.

#### 4.5 SISTEMA AGROFORESTALES EN HONDURAS

En Venezuela, como en Centroamérica y el Caribe, los cafetales difieren en la composición botánica y en la estructura del dosel de sombra. El sistema más complejo y diversificado, el llamado tradicional, es practicado por pequeños productores, con bajos rendimientos de café y con más especies de frutales, maderables y cultivos. Entre las cuales se destacan *Inga spp.*, *Musa spp.*, *citrus sinensis*, *Erythrina spp.*, *Persea americana* y *Cedrela odorata* (Escalante 1997).

En varias partes de Honduras, se ha visto una tendencia de establecimiento y de enfoque a sistemas agroforestales tradicionales. En una zona específica como Yoro, la asociación de café con árboles de sombra es el sistema agroforestal tradicional más importante. Los árboles utilizados comúnmente de sombra permanente son las guamas (*Inga sp.*) y como sombra temporal el plátano y el banano (*Musa sp.*) (AFE/COHDEFOR, 1997).

Según los estudios realizados por la SAG, DICTA y PAAR de Honduras, los grupos agroforestales de este país no poseen sistemas agroforestales bien definidos que integren los componentes arbóreos, cultivos y/o animales.

Vale la pena mencionar en esta parte los esfuerzos realizados por la FHIA en sistemas agroforestales de cacao con maderables, tanto en tierras planas como en terreno de ladera. De igual manera debe darse crédito a los esfuerzos de otras organizaciones como la FAO

en corporación con el gobierno español y de los Países Bajos, DINADERS y la SAG de Honduras en materia de sistemas agroforestales con el sistema “Quesungual”.

#### **4.6 FACTORES QUE DETERMINAN EL ÉXITO DE UNA PLANTACIÓN FORESTAL EN SISTEMAS AGROFORESTALES**

Se cree que como punto de partida, es importante conocer las características de la zona productiva donde se pretende diversificar la sombra de café. Las condiciones orográficas, edáficas, climatológicas y de altitud sobre el nivel del mar determinan en buena medida el arreglo y la composición de la sombra Muschler (2000, citado por Yépez, 2002).

Yépez (2002), con el fin de optimizar los beneficios de la diversificación, sugiere como método de selección de árboles de cobertura en la producción de café se deben recurrir a: la identificación y caracterización biofísica de la zona de producción, identificación de las especies locales utilizadas para sombra en cafetales, elaboración de un marco teórico de selección, ponderación de criterios, evaluación de las especies y selección final y diseño de la sombra.

Beer (1994), citado por Agudelo (2002) relata que en los sistemas agroforestales permanentes, en donde tanto la producción agrícola como la forestal son importantes, las especies deberán en lo posible: tener fenotipo superior, independientemente de su distancia de plantación; exhibir sombra ligera y bien distribuida; tolerante a sombra lateral o vertical durante los primeros años de establecimiento; tener copa reducida y no tener efectos alelopáticos.

Si bien, Agudelo (2003), por su parte, retribuye el éxito de cualquier plantación forestal a cuatro factores esenciales:

##### **a) Correcta selección del sitio o estación de plantación**

Para ello, los mapas ecológicos de zonas de vida de Holdridge constituyen una gran herramienta, ya que permiten identificar el ecosistema y caracterizarlo en términos climáticos. Este instrumento de soporte es particularmente útil en aquellas zonas que carecen total o parcialmente de información climática.

Caracterizada el área desde el punto de vista climático, se procede a su zonificación en función de los siguientes elementos fisiográficos del terreno: pendiente, profundidad efectiva del suelo, textura, compactación y drenaje.

Para cada zona así delimitada se hace un estudio de suelos a nivel de macro y micronutrientes. Dentro de los macronutrientes deben analizarse: N, P, K, S, Ca y Mg y dentro de los micronutrientes es saludable conocer, la disponibilidad de: Mn, Fe, Cl, Cu, Zn y Mo.

**b) Correcta selección de la especie y de su procedencia geográfica**

Es recomendable seguir el siguiente esquema para la selección de especies:

- Definir claramente los objetivos de la plantación.
- Realizar mediante revisión bibliográfica, estudios comparativos o de analogía climática entre el lugar de origen y el sitio de introducción.
- Identificar los gremios ecológicos de las especies y tendencias o no al gregarismo.
- Diseñar y establecer ensayos formales en fase eliminatoria para las especies seleccionadas, los cuales deberán garantizar un control de la variabilidad de los sitios.

**c) Empleo de semilla de buena calidad**

Las plantaciones forestales con fines de producción maderera persiguen obtener individuos de excelente fenotipo, con el máximo rendimiento por individuo y por unidad de superficie

**d) Establecimiento y adecuada manipulación de la masa**

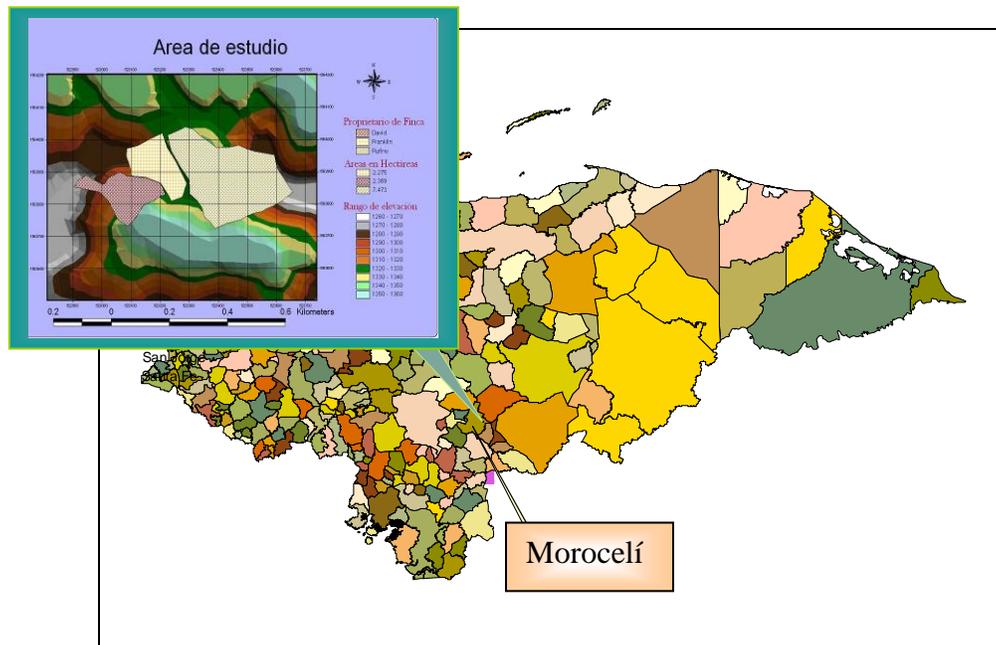
Las masas plantadas deben recibir los tratamientos adecuados en el momento oportuno. Entre los tratamientos intermedios más importantes están las cortas de limpieza, el régimen de podas y los raleos.

## 5. MATERIALES Y METODOS

### 5.1 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

#### 5.1.1 Ubicación geográfica y política

El área de estudio se localiza en la Aldea Hoya Grande, municipio de Morocelí, departamento de El Paraíso, Honduras. Se encuentra a 3 Km en la montaña aledaña de la aldea mejor conocido como El Chaguitón. El área está compuesta de tres parcelas, las cuales pertenecen a Justo Rufino Matamoros Rivas, Cindy David Matamoros Torres y Franklin Rufino Matamoros Torres. La zona esta ubicada entre los  $14^{\circ}08'48''$  N y  $-116^{\circ}47'01''$  W, como se ilustra en la Figura 1.



**Figura 1:** Ubicación geográfica de la zona de estudio (USIG Zamorano, 2005, adaptado por el autor)

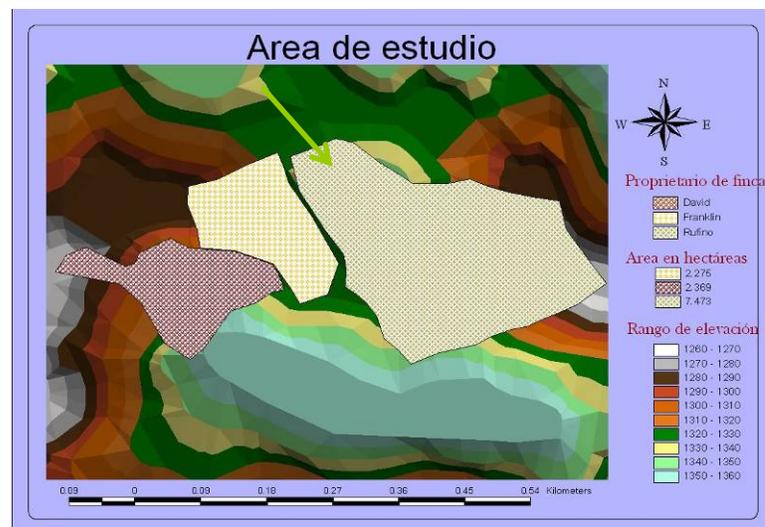
### 5.1.2 Clima y ecología

Aunque la zona de estudio carece de información climática, Agudelo (2006) mediante el análisis de la fisonomía de la vegetación natural complementado con algunos indicadores (especies vegetales y grado de epifitismo) ecológicos indica una precipitación total anual superior a los 2000 mm y una temperatura media anual del orden de los 16-19° C.

Adicionalmente, basándose en el gradiente térmico calculado para la reserva el Uyuca de 0.68° C, y con punto de referencia Danlí (a 780 msnm y de temperatura media anual de 23.4) se determinó una-temperatura promedio anual de 19° C para la zona.

### 5.1.3 Relieve y altitud

Es un sitio relativamente montañoso y accidentado, en donde predominan relieves escarpados con pendientes que van desde 5% hasta 80%, y una pequeña área que presenta una relieve relativamente plana con pendiente de aproximadamente 1-2%. La finca se extiende a una altitud máxima de 1354 msnm y mínima 1260 m, como se puede apreciar en la Figura 2.



**Figura 2:** Relieve del área de estudio (USIG Zamorano, 2005, adaptado por el autor)

#### 5.1.4 Geología y Suelos

Se conoce que en los cerros al Norte de la aldea de Hoya Grande hay una sucesión de coladas generalmente andesíticas y sedimentos asociados. Estas rocas se presentan con colores morados, rojizos, azulados, verduscos, grises, y, donde son extremadamente intemperizadas, en blancos (Markey, 1993).

La clasificación de Simmons, coloca casi la totalidad de los suelos de la Aldea Hoya Grande como suelos Cocona. Son suelos bien drenados, poco profundos y poco evolucionados. Además, tienen textura superficial franco-arenosa fina a franco-limosa.

No obstante, cabe destacar que para el caso de la finca, son suelos moderadamente profundos presentando colores rojizos, morados y amarillentos. Son ácidos y ricos en elementos ferrosos.

#### 5.1.5 Vegetación

En las partes más bajas, llegando a elevaciones de los 1100 msnm, la vegetación que más predomina es bosque de coníferas. A partir de esta altitud, los pinos y latifoliados han sido reemplazados por cultivos agrícolas, principalmente café, maíz, frijol, entre otras. También, en estas partes existen pequeños bosques remanentes latifoliados y de alta presencia de orquidáceae. En medio de cultivo se puede observar presencia de árboles como liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*).

#### 5.1.6 Uso actual de la tierra

El principal cultivo de la zona es el café. Son plantaciones de tamaños variados, se caracterizan por ser sistemas agroforestales donde se integran cultivos de musáceas e ingas principalmente como sombra a los cafetos. Además del café, los agricultores dedican gran parte de sus tierras a la ganadería y cultivo de granos básicos.

La Finca de Rufino es uno de estos Sistemas Agroforestales en donde se integran de manera simultánea y continúa cultivos perennes (café), árboles de servicio (*Ingas spp*), frutales (*Citrus sinensis*, *Persea americana*, entre otras) y musáceas (banano).

## 5.2 MATERIALES

- Altimetro
- Cinta métrica y diamétrica o forcípula
- Clinómetro
- Herramientas de campo

- Vehículo
- Cámara fotográfica
- GPS
- Prensa para muestras botánicas
- Binoculares
- Hojas cartográficas

### **5.3 METODOLOGÍA DE LEVANTAMIENTO**

#### **5.3.1 Clasificación del ecosistema**

Se visitó varios lugares cercanos a la finca para definir indicadores ecológicos como los son: especies vegetales y grados de epifitismo. Basándose en la vegetación observada y utilizando el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge, se pudo definir varios aspectos climatológicos de gran apoyo para poder llevar a cabo nuestros objetivos.

#### **5.3.2 Levantamiento del mapa planimétrico del área**

Se delimitó el área de estudio recorriendo todo el perímetro de las fincas utilizando la tecnología disponible en la unidad SIG (Sistema de Información Geográfica) de Zamorano como: GPS, guías y herramientas de campo, para ubicar puntos geográficos.

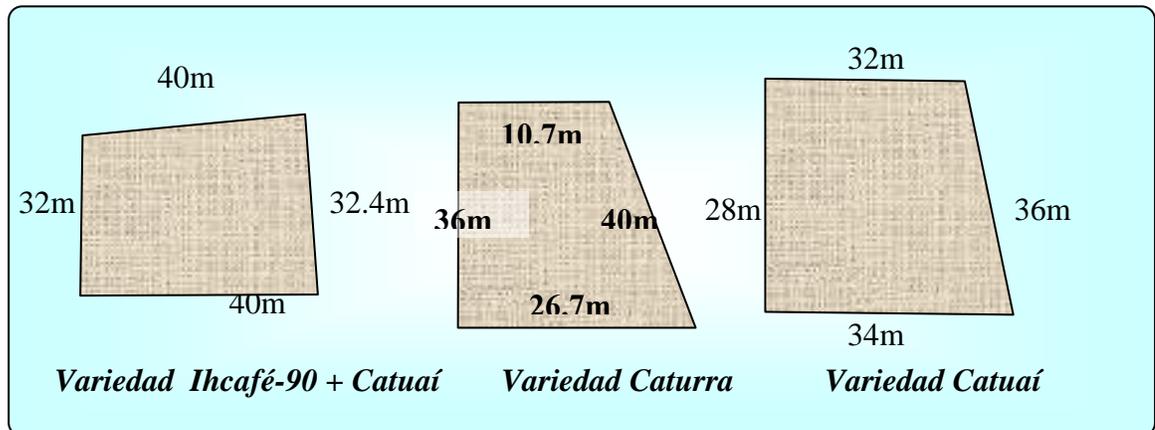
#### **5.3.3 Evaluación del componente arbóreo previamente establecido en la zona**

Para llevar a cabo la recolección de información se entrevistaron a las siguientes personas: Encarnación de Jesús, 87 años; Rufino Matamoros, 58 y Daysi Yolanda, 39 quienes proporcionaron datos históricos de las transformaciones y causas, del componente forestal de la finca y cercanía, tanto a nivel de coberturas agroforestales como bosques propiamente dicho. Cabe mencionar que las personas mencionadas anteriormente fueron seleccionadas de manera no probabilística y totalmente a juicio del investigador. Las tres son originarias y han estado viviendo en la aldea durante toda su vida.

#### **5.3.4 Evaluación del componente de cultivo, densidad, edad y tamaño.**

Para determinar la densidad, se delimitó tres parcelas de tamaño variado, en áreas con diferente variedad de café. Con esto se logró obtener una estimación más concreta de la cantidad de cafetos que se tiene sembrada en la finca, tomando en cuenta la cantidad y tipo de sombra que posee. En la Figura 3, se ilustra la distribución de las parcelas

temporales establecidas para la evaluación de variables relacionadas con el cultivo de café.



**Figura 3:** Parcelas de evaluación delimitadas

Por otra parte, para corroborar estos resultados se realizó una entrevista con los propietarios quienes proporcionaron informaciones sobre la densidad de siembra, mantenimiento, costos y rendimiento de la finca.

### 5.3.5 Evaluación del componente arbóreo

Mediante inspecciones de campo, se censó la población de árboles de sombra utilizados en el sistema tradicional. Por ello, se caminó a través de la finca delineando una estructura en forma de zig-zag (de ida y vuelta), de tal forma que se lograba ver todos los árboles que contiene la finca punto por punto, y así, describir e identificar el conjunto de especies que contiene.

### 5.3.6 Identificación de especies forestales de valor económico existentes en las zonas aledañas y su distribución geográfica y ecológica

Se contó con la valiosa experiencia del Ingeniero Agudelo, especialista en cultivos agroforestales y asesor principal de este estudio, con quien se realizó una identificación y recolección de especies de alto valor económico encontrado en bosque remanente de las zonas cercanas de la finca.

### **5.3.7 Estudio de Suelo**

Con el propósito de determinar las propiedades físicas y químicas del suelo, se perforaron cuatro calicatas en puntos geomorfológicamente diferentes, alejados entre ellos y en áreas con diferente estado de cobertura vegetal.

Los perfiles de suelos fueron expuestos en calicatas de un metro de ancho por un metro de largo a una profundidad de un metro o en horizontes limitados por rocas o estratos de grava. Esto se llevó a cabo en época relativamente húmeda (julio 2006).

Se recolectaron muestras de suelo en bolsas de polietileno 15 X 20 cm. En cada horizonte de una calicata, se recoge una cantidad de aproximadamente 500-1000 cm<sup>3</sup> de suelo, con todo el cuidado de que la muestra de un horizonte diferente no haya sido mezclada con la de un otro horizonte.

## **5.4 METODOLOGIA DE EVALUACIÓN**

### **5.4.1 Digitalización del mapa de la zona de estudio y su sistema geológico**

Por medio del programa de “Arcview 3.2”, los datos recolectados en el proceso de levantamiento, fueron procesados. También, se logró construir un programa de modelación del área elaborando mapas de elevaciones y de características edáficas. Por ello se utilizó varias extensiones como: “imagen análisis”, “3D Analyst”, “spatial analyst”, entre otras.

### **5.4.2 Determinación de componente arbóreo, densidad y variedad cultivos**

Dentro las parcelas delimitadas, se procedió al conteo del componente para cada estrato. De esta forma, los cafetos, árboles y musáceas que contiene cada parcela fueron sujetos a conteo de manera independiente. Al final, con los resultados de cada parcela se pudo determinar la densidad real del café, árboles de sombra y banano (*musa spp.*).

La densidad real de la plantación se calcula haciendo una relación entre los componentes cultivo y arbóreo detectado en cada parcela estudiada. Se calculó el área que representa cada parcela y luego se dividió el componente entre dicha área.

### **5.4.3 Evaluación de las propiedades físico-químicas del suelo**

Las propiedades físicas se determinaron en campo. Por otra parte, se llevaron muestras de suelo recolectadas al laboratorio de suelos de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano para su posterior estudio químico.

En cada horizonte de los perfiles de suelo se determinaron las características geomorfológicas (textura (método del tacto), estructura, consistencia, profundidad, porosidad y raíces), macro y micro elementos, pH y materia orgánica.

La información recabada fue procesada con el programa de “Arcview” usando herramientas de suma importancia y de gran apoyo de análisis como son: “Polígono de Thiessen”, “X Tools”, entre otras.

### **5.4.4 Determinación de procedencia de semillas calificadas**

Se contó con el apoyo del ingeniero Nelson Agudelo quien brindó la información sobre las zonas, lugares y manera más apropiada para conseguir semillas de mejor calidad. Además varios documentos literarios sirvieron de gran apoyo en esta búsqueda. Aspectos como: la cercanía y costos fueron tomados en cuenta.

### **5.4.5 Estudio comparativo económico de los dos sistemas**

Para el estudio financiero se calculó dos flujos de caja: uno se enfoca en la rentabilidad de la finca en su estado actual, y el otro para el sistema agroforestal modificado.

#### **5.4.5.1 Flujo de caja**

*Sistema actual:* Para determinar el flujo de caja del sistema actual se basó en los datos proporcionados por el propietario de la finca.

*Sistema a establecer:* Para determinar el flujo de caja se estimaron los ingresos en maderas y los costos adicionales por la introducción de los árboles por hectárea. También, se tomaron en cuenta los ingresos de café y del banano que no ha sido reemplazado. Con los volúmenes de producción establecidos se determinó los ingresos esperados de un sólo producto, las trozas para madera. Se utilizaron los precios promedios del mercado al momento de realizar el estudio.

También los precios y costos de los insumos y de los productos que se van a obtener para los dos sistemas han sido proyectados con la tasa de inflación de Estados Unidos

2.5%. La tasa de descuento que se utilizó para evaluar este proyecto fue de 12 %, para llegar a este valor se sumó la tasa del banco más la inflación.

Para llevar a acabo este estudio se determinaron la inversión inicial y costos de mantenimiento de la plantación. Se utilizaron los precios actuales del mercado de insumos y mano de obra.

Para determinar el ingreso a obtener, se consideraron los rendimientos en volumen, y con base en los precios del mercado de las cuatro especies seleccionadas que se obtuvieron por fuentes secundarias. Para este estudio los datos de rendimiento están basados en otros estudios.

Los flujos de caja se proyecta a 30 años, con el cual se determinó si el proyecto es viable y rentable, en donde se tomaron en cuenta los indicadores financieros: Valor Actual Neto (VAN), relación beneficio-costos (B/C) y análisis marginal.

## **6. RESULTADOS Y DISCUSION**

### **6.1 CLASIFICACION DEL ECOSISTEMA**

Con base en la fisonomía de la vegetación natural, en el uso actual de la tierra y en indicadores ecológicos, la zona de estudio corresponde a la zona de vida bosque muy húmedo montano bajo subtropical (bmh-MBS).

Fundamentado en el diagrama de zonas de vida del mundo, este ecosistema tiene un biotemperatura media anual entre 12 y 19° C, una precipitación promedio total anual entre los 1500 y 2500 mm y una elevación entre los 1000 y 2000 msnm.

### **6.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA**

El sistema actual de la finca está conformado de tres estratos, distribuyéndose de la siguiente forma: en el primer estrato *Inga spp* que representa el 78% del componente arbóreo y otros (matasanos, limoncillo, guachipilín, limoncillo, entre otras); el segundo estrato está compuesto básicamente por banano (componente cultivo); y el tercer estrato por cafetos. En el cuadro 2, se listan las diferentes especies del componente arbóreo.

#### **6.2.1 Componente arbóreo**

Es un componente bastante diversificado que tiene una densidad de 87 árboles/ha. Los árboles tienen como rol proveer sombra al café y materia orgánica al suelo, a la excepción de los cítricos que son aprovechados para el consumo familiar. No se maneja un espaciamiento propiamente para este componente ya que no cuenta con un ordenamiento establecido y no existe plan de podas que asegure el crecimiento de la mejor forma de los árboles y mejor distribución de la sombra. Se registró en total 10 diferentes de especies de árboles pertenecidas a 8 familias distintas. Los Cuadros 1, 2 y 3 ilustran la distribución de este componente.

**Cuadro 1:** Cafetos y sombras observados por parcela.

Descripción	Variedades		
	<i>Ihcafé-90 + Catuai</i>	<i>Caturra</i>	<i>Catuai</i>
Cafetos	372	254	343
Guama ( <i>Inga spp.</i> )	8	4	8
Otros árboles	2	2	2
Banano(cepas)	49	11	43
Banano(plantas)	102	29	76

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro 2:** Nombre vulgar, nombre científico, familias y usos de las especies inventariadas en la zona de estudio.

Nombre común	Nombre científico	Familia	Uso
Guaba negra	<i>Inga punctata</i>	Fabaceae	Sombra y servicio
Cedro real	<i>Cedrela odorata</i>	Meliaceae	Madera, servicio y sombra
Guaba-guajiniquil	<i>Inga spp</i>	Fabaceae	Sombra y servicio
Matasanos	<i>Casimiroa edulis</i>	Rutaceae	Sombra y servicio
Aguacate	<i>Persea americana</i>	Lauraceae	Frutas, sombra y servicio
Naranja dulce	<i>Citrus sinensis</i>	Rutaceae	Frutas, sombra y servicio
Jobo	<i>Spondias mombin</i>	Anarcadiaceae	Sombra y servicio
Guachipilín	<i>Diphysa robinoides</i>	Fabaceae	Sombra y servicio
Limoncillo	<i>Symplocos limoncillo</i>	Symplocaceae	Madera, sombra y servicio
Anona	<i>Annona reticulata</i>	Annonaceae	Frutas, sombra y servicio

Fuente: Elaboración propia.

## 6.2.2 Componente cultivo

Este componente se caracteriza principalmente por la presencia de tres variedades de banano (*Musa spp.*), malanga (*Xanthosoma spp.*) sembrado en un pequeño afluente temporal relativamente húmedo que cruza la finca y el café como el componente principal.

**Café:** Hay tres variedades sembradas: *Ihcafé-90*, *Caturra* y *Catuai*. La densidad de siembra que se maneja para las variedades *Caturra* y *Catuai* son de 3330 cafetos/ha con un espaciamiento de 2 m entre filas por 1.5 m entre plantas. La variedad *Ihcafé-90* que se establece únicamente sobre una manzana de tierra, esta a 1.5 m entre filas por 1 m entre plantas, dando de esta forma una densidad de siembra de 6660 plantas/ha. La densidad real en promedio del café proyecta a un valor de 3246 cafetos/ha.

Cabe destacar que a pesar de poseer un rango de cafetos recomendados por ha, la finca no está siendo manejada de la mejor forma posible puesto que no existe control sobre los

tipos de podas a realizar, ni tampoco la manera en que se debe hacer. Influenciada por la larga duración de vida que tiene la plantación, una gran proporción de los cafetos generan bastantes ramas relativamente altas y área de copa muy amplia, que en cierto caso puede afectar el crecimiento de cualquier tipo de planta heliófita del estrato más bajo.

**Las musáceas:** Con una densidad de 345 cepas/ha, logra exceder y desafiar gran parte de las técnicas de manejo para sistemas agroforestales de múltiples estratos. A pesar de todo lo mencionado anteriormente, cabe destacar también la propagación incontrolada de las plantas, que en ocasiones pronunciadas llegan a tener hasta seis rebrotes bastante desarrollados. No existe control sobre el espaciamiento a manejar para el establecimiento de esta plantación. En el Cuadro 3, se ilustran los datos de densidad del sistema.

**Cuadro 3:** Densidad de componente arbóreo y cultivos.

<b>Descripción</b>	<b><i>Variedad Ihcafé-90 + Catuai</i></b>	<b><i>Variedad Caturra</i></b>	<b><i>Variedad Catuai</i></b>	<b><i>Promedio</i></b>
Área(m <sup>2</sup> )	1288	673.2	1024	<b>995</b>
Cafetos	372	254	343	<b>323</b>
Banano (cepas)	49	11	43	<b>34</b>
Árboles	10	6	10	<b>9</b>
Densidad cafetos/ha	2888	3773	3350	<b>3246</b>
Densidad banano/ha	380	163	420	<b>345</b>
Densidad cultivo/ha	3269	3936	3770	<b>3591</b>
Densidad árboles/ha	78	89	98	<b>87</b>

Fuente: Elaboración propia.

### **Fertilización y manejo del componente cultivo**

Siendo una finca orgánica no se aplica ningún producto químico que puede ser dañino al ambiente. Para asegurar buena productividad de la finca y cumplir con los requisitos nutricionales del cultivo, anualmente se aplica cal y se abona el suelo con gallinaza, pulpa de café y estiércol de ganado. También, para control de plagas y enfermedades, se colocan trampas contra brocas y se aplica un producto conformado de una libra de cal y media libra de azufre por manzana. Dos veces al año se hace una limpieza del campo, labor que se realiza con machete de manera que no se erosione el suelo.

### **Rendimientos y costos**

El rendimiento de la finca en café es de 20-25qq/manzana. El quintal de café se vende a 1600 Lempiras. Adicionalmente de la producción del café, anualmente, se vende en los alrededores 2000 racimos de bananos a valor de 10 Lempiras cada uno, sin incluir el consumo familiar. Las ramas que son cortadas al momento de limpieza son utilizadas

como fuente de energía para el hogar. En total se gasta alrededor 7860 Lempiras (US\$ 414)/manzana anualmente. A continuación, los Cuadros 4 y 5 ilustran estos datos.

**Cuadro 4:** Costos del sistema actual

Descripción	Costos			
	Unidad	Cantidad	Costo Un.	Costo total
Costo por finca (café)	manzana	20 X 11	350	77000.00
Cosechas y limpieza de musácea	jornal	22	80	1760.00
Imprevisto	15%			7700.00
<b>Total (Lps)</b>				<b>86460.00</b>

**Cuadro 5:** Ingresos del sistema

Descripción	Ingresos			
	Productividad	Cantidad	Precio(Lps)	Total(Lps)
Banano	2000/finca	1	10	20000
Café	20 qq/manzana	11	1600	352000
<b>Total (Lps)</b>				<b>372000</b>

### 6.2.3 Propiedades físicas y químicas del suelo

#### Propiedades físicas

La finca presenta una topografía que va desde ondulado con pendiente de 2% hasta escarpado con pendiente mayor de 50% y el material parental es de tipo sedimentario.

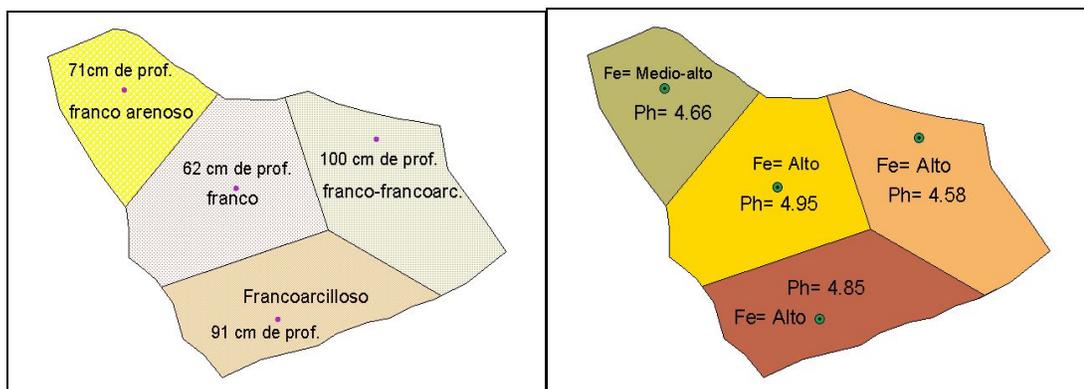
Normalmente a la profundidad de 10-15 m presentan colores rojizos y amarillentos. Los perfiles tienen profundidades que varían desde 62cm hasta 100cm, con un promedio de 81cm. En los primeros horizontes predomina las texturas francas y presentan gran cantidad de materia orgánica en estado de descomposición, en promedio de 5.31%. Exceptuando la parte media de la finca, ya que aquí predominan texturas francas y franco-arenosas con colores negros y cafés en todos los horizontes, los extremos de la finca se caracterizan por presentar suelo franco arcilloso y arcilloso.

En condiciones húmedas, la consistencia que predomina es friable y en mojado, la consistencia se vuelve ligeramente pegajosa. En cuanto a la porosidad, los poros forman espacios verticales y horizontales en formas planas y se conectan entre ellos. En la Figura 5 se puede observar como se distribuyen las características de los suelos de la finca.

### Propiedades químicas:

Son suelos ácidos con pH que varían desde 4.48 hasta 5.05. Esta acidez del suelo se debe a la alta presencia de Fe en todos los perfiles. De manera similar, en las cuatro calicatas perforadas, los primeros 25 cm presentan alto contenido en materia orgánica, lo cual se debe a descomposición de las hojas y materiales vegetativos suministrados por el sistema.

A pesar de ser un suelo en donde su primer horizonte es rico en materia orgánica, cabe subrayar que es muy pobre en nitrógeno con la excepción de la parte media de la finca y los primeros horizontes que muestran un contenido aceptable. El potasio y el sodio se colocan en un rango medio, mientras que el Zinc, Manganeso, Cobre y Magnesio presentan un bajo; el calcio es relativamente insignificante con una proporción muy baja. Por lo visto, no sería de poca importancia implementar prácticas de encalado para subir el pH y de forma indirecta estimular la disposición de otros elementos particularmente el nitrógeno.



**Figura 4:** Distribución de propiedades físicas y químicas de la finca.

## 6.3 MEJORAMIENTO DEL COMPONENTE ARBÓREO

### 6.3.1 Selección de especies.

Se seleccionó nueve especies de alto valor económico para ser sometidas a una matriz de evaluación y de selección. Esta selección se hizo con base en los requerimientos climatológicos, la calidad y la cantidad del producto que ofrece cada una de ellas. El Cuadro 6 muestra estas especies.

**Cuadro 6:** Especies a ser sometidas a la matriz de evaluación y de selección

Nombre común	Nombre científico	Familia
Aguacatillo	<i>Persea caerulea</i>	Lauráceae
Álamo	<i>Styrax argenteus</i>	Styracaceae
Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	Meliáceae
Cedro real	<i>Cedrela odorata</i>	Meliáceae
Ciprés de montano	<i>Podocarpus oleifolius</i>	Podocarpaceae
Cocobolillo altura	<i>Dalbergia calycina</i>	Fabaceae
Grevillea	<i>Grevillea robusta</i>	Proteáceae
Nogal	<i>Juglans olanchana</i>	Juglandácea
Paloescrito	<i>Dalbergia palo-escrito</i>	Fabaceae

Fuente: Elaboración propia.

### 6.3.2 Matriz de evaluación y de selección

La matriz permite seleccionar las especies que mejor se adaptan o encajan con las características físico-químicas del suelo y que presentan mejor aspecto dasométrico y de potencialidad económica. El propósito fue asignar un número a un criterio dado y luego, ordenar dichos criterios con las especies que le corresponde. La ponderación que se utilizó fue de 1-5, siendo 5 la más satisfactoria y 1 la menos. Si por alguna razón no se tiene información suficiente para una especie dada, se le otorga un valor igual a 1. Al final de la asignación, se suman las observaciones de cada especie y luego se seleccionan las cuatro especies que contengan los valores más altos.

**Accesibilidad a germoplasma:** se analizó la posibilidad y la facilidad de conseguir semillas, ya sea en la misma comunidad o en un banco de semillas. Se da el ejemplo de la caoba donde no solamente se cuenta con la presencia de varios individuos en las zonas cercanas de la finca sino también según el Ingeniero Agudelo ya se tiene posibles fuentes de abastecimiento, de igual manera que el nogal y el cedro.

**Tamaño de copa:** ciertas especies tienden a tener una copa muy ancha. Incluso la literatura habla de valores mucho mayores que los 25 m en casos de *Inga spp* y el *Enterolobium cyclocarpum*. Este aspecto de la copa afecta crecimiento y/o la producción de las plantas en el nivel de estrato más bajo. De las nueve especies, las que presentan copas mejor distribuidas son el cedro real, el nogal y el álamo.

**Autopoda y pérdida de follaje:** se cuestiona la caducidad y el aspecto de regeneración del follaje de las especies, es decir, sus capacidades de botar las hojas y la frecuencia con que lo hacen. Las nueve especies de la ronda final no presentan esta característica de autopodarse. No obstante, todas pierden sus hojas una vez al año.

**Susceptibilidad a plagas y enfermedades y alelopatía:** las meliáceas como la caoba y el cedro real son muy susceptible a plagas, por lo que es necesario implementar un plan de manejo a cualquier sistema agroforestal que contenga una de estas especies.

También, se conoce que algunas especies emiten sustancias que inhiben el crecimiento de otras. No obstante, hasta el momento no ha habido estudios de forma concreta que revelen la certeza de este supuesto en cuanto a sistema agroforestales de café.

**Tasa de crecimiento, enraizamiento y competitividad:** Se busca que el árbol suministra volúmenes considerables de maderas en el menor tiempo posible. Además, las especies con bastante raíces y muy desarrolladas en la parte superficial del suelo tienden a afectar la densidad de la población y disminuye la producción.

**Potencial económico y mercado:** El objetivo es introducir especies de alto valor económico, por lo que no solamente se busca que las especies a seleccionar tengan los registros más altos, sino también que cumplan con este supuesto. De la lista, encabeza la caoba siguiendo con el nogal, cedro y *Grevillea robusta*.

**Adaptabilidad a las características del suelo:** Es importante saber cuales son las especies que son más susceptibles a ser adaptadas a este suelo y devolver a cambio mayor perseverancia y mejor rendimiento en calidad y cantidad. Las mejores en este caso son el *Podocarpus oleifolius*, sigue con la caoba y el cedro.

En el Cuadro 7 se presenta la matriz de evaluación con las puntuaciones otorgadas a cada especie.

**Cuadro 7:** Matriz de evaluación y de selección de especies.

Criterios / Especies	<i>Podocarpus oleifolius</i>	<i>Cedrela odorata</i>	<i>Swietenia macrophylla</i>	<i>Grevillea robusta</i>	<i>Styrax argenteus</i>	<i>Dalbergia calycina</i>	<i>Dalbergia paloescrito</i>	<i>Persea caerulea</i>	<i>Juglans olanchana</i>
Accesibilidad a germoplasma	1	4	5	4	4	1	1	1	5
Tamaño de copa reducido	1	4	2	2	4	2	2	1	3
Auto poda	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Perdida de follaje	4	4	4	4	4	4	4	4	5
Susceptibilidad a plagas y enfermedades	4	2	2	4	3	4	4	4	3
Aspectos alelopáticos	1	2	2	1	1	1	1	1	2
Tasa de crecimiento	2	4	4	4	5	4	4	3	2
Enraizamiento	1	3	4	1	4	2	2	2	3
Potencial económico y de mercado internacional	4	4	5	5	4	4	4	2	4
Adaptabilidad con la profundidad del suelo	5	5	5	5	5	5	5	5	5
pH adecuada	5	3	5	4	3	3	3	5	3
Contenido nutricional y aspectos físicos del suelo	5	4	5	3	2	3	3	4	3
<b>Total</b>	<b>34</b>	<b>40</b>	<b>44</b>	<b>38</b>	<b>41</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>33</b>	<b>39</b>

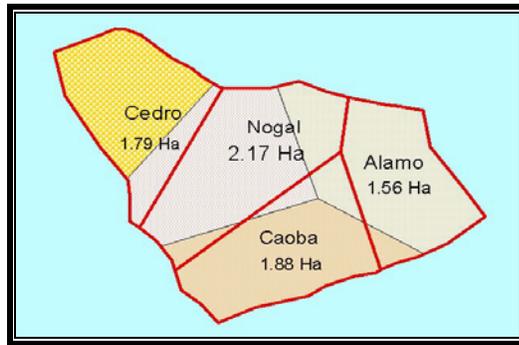
Fuente: Elaboración propia.

De esta forma se concluye que las cuatro especies que mejor adaptan al sistema y que mejor encajan con los objetivos del estudio son: la Caoba (*Swietenia macrophylla*), el cedro real (*Cedrela odorata*), nogal (*Juglans olanchana*) y el álamo (*Styrax argenteus*).

## 6.4 PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL COMPONENTE ARBOREO

### 6.4.1 Plantación de árboles

Por medio de la extensión del “polígono de Thiessen” del programa de “Arcview”, se dividió la finca en cuatro porciones, tomando como base las propiedades físico-químicas del suelo. La distribución es de la siguiente manera: 1.88 ha caoba, 1.79 con cedro, 1.56 ha con álamo y 2.17 ha con nogal. El mejor suelo en cuanto a contenido nutricional se concede al nogal. También, las meliáceas no tienen que mezclarse entre ellas. En la Figura 6, se ilustra la distribución de las especies.



**Figura 5:** Distribución de especies para el sistema agroforestal mejorado

### 6.4.2 Numero de árboles a plantar.

El número de árboles a sembrar se calculó con base en varios criterios: la cantidad de sombra que puede tolerar los cafetos sin que se perjudique su producción, área de copa y densidad de follaje que alcanzan a tener los árboles en su estado de madurez.

La formula aplicada es la siguiente:

$$N = \frac{PS \%}{A \times Ff}$$

En donde:

N es el número de árboles a sembrar;

PS%, porcentaje de sombra que puede aguantar el café, en este caso 50%;

Ff, factor de frondosidad, en este caso 0.75 para la caoba y 0.6 para las otras tres especies; y A: área de copa; para el cedro, se maneja un diámetro igual a 11 m y para las otras tres especies 10 m.

Mediante los cálculos se obtuvo el resultado de 106 plantas ha<sup>-1</sup> (nogal y álamo), 85 plantas ha<sup>-1</sup> (caoba) y 88 de cedro. Se transplantará el doble de esta cantidad para ser raleadas respectivamente en el año cinco y ocho.

### 6.4.3 Producción de plántulas

#### Semillas

Bajo la recomendación del ingeniero Nelson Agudelo, las procedencias de semillas que se utilizarán son: la montaña El Murmullo, Catacamas, Olancho; Santa Elisa, el Paraíso y Zamorano.

La cantidad de semilla requerida se calcula con base en criterios como los siguientes: porcentaje de germinación lo cual es de 85 % para el cedro real (*Cedrela odorata*) y la caoba (*Swietenia macrophylla*), para el nogal (50%) y álamo (80%); y el número de

árboles establecido para cada especie. El Cuadro 8 muestra las especies para el componente arbóreo, procedencia, semillas/ha a sembrar y total de semillas requerido.

**Cuadro 8:** Cantidad de semillas requerida y procedencias

<b>Especies</b>	<b>Álamo</b>	<b>Caoba</b>	<b>Cedro</b>	<b>Nogal</b>
<b>Procedencia</b>	Santa Elisa, El Paraíso	Zamorano	Zamorano	Montaña el Murmullo, Catacamas
<b>Cantidad(/ha)</b>	254	196	202	318
<b>Total de semilla</b>	400	370	370	690

### Vivero

La siembra debe realizarse en vivero y la plantación se llevará a cabo durante el período del invierno. Para el nogal se recomienda pasar las semillas por un proceso de pregerminación en una zona de alta humedad para luego ser introducidas en bolsas; para las otras especies, la siembra se debe hacer directamente en la bolsa. Las siembras se deben realizar en bolsas negras de 20 x 20 cm.

Se recomienda para medio utilizar la siguiente proporción de material tamizado: dos porciones de tierra, una de materia orgánica y una de arena de río. Se necesitan alrededor 1830 bolsas de contenido  $0.006 \text{ m}^3$ ; es decir  $2.74 \text{ m}^3$  (27.5 qq de materia orgánica), 27.5 qq de arena y 55 qq de suelo.

### Plantación

Para cada plántula a sembrar se eliminará una cepa de banano para crear espacio y reduciendo de esta forma la densidad del banano a menos de la mitad, 152 plantas/ha. Normalmente el trasplante se debe llevar a cabo cuando la planta alcanza una altura de los 40-60 cm. También se tiene que asegurar que al momento del trasplante, el espacio no contenga malezas que pueden afectar el crecimiento y la perseverancia de las plántulas.

Todas las especies deben plantar en tres bolillos. Para el cedro y la caoba se manejará una distancia de 5 m entre plantas por 11 m entre filas. En cambio, para el nogal y el álamo, el espaciamiento será de 4.5 m entre plantas y de 10 m entre filas.

Se debe reducir al mínimo el tiempo entre la extracción de la vareta del vivero y su plantación en terreno para evitar su exposición al viento, frío o sol. El hoyo donde se quiere sembrar el árbol debe ser lo suficientemente profundo como para que las raíces queden bien extendidas, aunque las raíces más largas deben podarse un poco. Al momento de plantar se debe considerar que el cuello de la planta quede a ras del suelo.

#### **6.4.4 Manejo**

##### **Podas y raleo**

Para alcanzar mejores rendimientos de madera aserrada y de excelente calidad, es necesario realizar esta práctica cultural. La primera poda se debe realizar después del primer año de establecida la plantación. Para las cuatro especies, la poda se debe realizar una vez al año hasta que los árboles alcancen una altura comercial promedio de ocho a 10 m.

La poda debe ser progresiva y las herramientas de corte deben estar bien afiladas para obtener un corte neto y para evitar heridas o desgarres, y debe respetarse el anillo cicatricial localizado en la base de las ramas. La altura de poda no debe superar un tercio de la altura total de la planta y no se debe eliminar más del 25-30% de la superficie foliar anualmente. Las ramas deben ser eliminadas a manera de mantener una copa homogénea y equilibrada a lo largo del eje vertical. Es recomendable realizar esta práctica en verano.

Se tiene que raleo la plantación en el año cinco eliminando el 50 % de las plantas excedentes y en el año ocho, el resto. La idea es de eliminar árboles del medio de cada fila dejando de esta forma espacios de 10 x 11 (caoba y cedro) y 9 x 10 (álamo y nogal).

##### **Limpieza**

Las cuatro especies seleccionadas son relativamente sensibles a la competencia con maleza y exceso de sombra, particularmente durante su establecimiento. La idea es de establecer adicionalmente otro programa de limpieza anual, sumando de esta forma un total de tres. A diferencia de las otras dos limpiezas, la tercera consistirá únicamente en limpiar los alrededores de los árboles dentro de un radio de 1.5m en promedio desde la base de la planta. Esta labor se debe realizar hasta la edad de los cinco años.

##### **Manejo de plagas y enfermedades**

Para las Meliáceas (caoba y cedro) en el caso de ataque por *Hypsipyla grandella* es necesario efectuar podas de formación mediante la selección del mejor rebrote, después del ataque.

##### **Fertilización**

Siendo una finca con producción orgánica, no es necesario emprender programas de fertilización química, aunque es cuestionable el contenido nutricional y el pH. Infoagro.com (2006) demuestra que la reacción del suelo debe ser más bien ácida, y una variación del pH de 4.2-5.1; ya que esto se considera lo mejor para el café arábigo en Brasil y para café robusta en el África Oriental. Las especies seleccionadas, son capaces de adaptarse bastante bien con este nivel de pH. Además la profundidad del suelo es ideal para su desarrollo.

## 6.5 ANÁLISIS FINANCIERO

Swinkles y Cherr (1981), citado por (Agudelo 2003), opina que uno de los problemas más importantes por lo que algunos proyectos agroforestales han fracasado es la falta de estudios económicos. Aún así, durante los últimos años se han realizado bastantes estudios, a pesar de la falta de información de apoyo. Cuando se habla de información de apoyo se refiere al gran vacío que existe entre los investigadores de algunas especies asociadas en la agroforestería.

Por todas estas razones, a continuación se realiza un estudio financiero con propósito de determinar la rentabilidad del proyecto. Se compara la rentabilidad de dos sistemas. Uno para el sistema mejorado tomando en cuenta el aporte de los árboles maderables, café y los bananos reemplazados. El otro es para el sistema actual. De esta forma, se realizan dos flujos de cajas uno para el sistema tradicional y el otro para el sistema mejorado.

### 6.5.1 Determinación de costos excluyendo el costo de la tierra.

Se estimaron los costos para la etapa de vivero, el establecimiento y el mantenimiento de cada hectárea de plantación. El precio de los insumos: materiales y mano de obra se obtuvo mediante entrevistas a expertos forestales, propietarios de casas comerciales y a los dueños de las fincas. El costo para el sistema tradicional se ilustra en el Cuadro 4

**Costo del sistema agroforestal mejorado:** La mayor parte de los costos se distribuyen en cuatro etapas: compra de semillas, preparación del medio para bolsas, fertilización y control de malezas. El Cuadro 9 y 10 presentan estos costos y para más detalle, ver Anexos 4-7.

**Cuadro 9:** Costo (inversión inicial) del sistema agroforestal mejorado.

Descripción	Total (\$US)
Compra, semillas	77
Medio y bolsas	143.92
Otros, viveros	140.03
<b>Total</b>	<b>360.95</b>

**Cuadro 10:** Costo anual de manejo y mantenimiento de los árboles del sistema mejorado.

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Total (\$US)
Manejo	Jornal	16.1	4.2	<b>67.62</b>

Los costos de mantenimiento se elevan a \$US 67.62 por año, hasta el año 5 y \$US 38.22 empezando desde del año 6 hasta los 30 años.

Según los estudios que se hizo por (FEHCAFOR, REMBLAH, MOPAWI, ODI, DfID), Del Gatto (2002), el costo para la preparación de un metro cúbico de madera aserrada es de \$US 120-165. Siendo conservadora, y sabiendo que hay ciertos gastos administrativos que no se tendrá que hacer, para este estudio se utiliza un valor promedio de \$US 142.5. Para cada dos m<sup>3</sup> en rollo, se espera obtener un m<sup>3</sup> en madera proyectando de esta forma un rendimiento de 1 m<sup>3</sup> por árbol.

### 6.5.2 Determinación de ingresos

Los ingresos del sistema actual se calcularon con base en los datos de rendimientos tanto de café como de banano del nuevo sistema, asumiendo que esta producción permanecerá constante a lo largo del tiempo. Estos valores se presentan en el Cuadro 4.

En el nuevo sistema, los ingresos se obtuvieron por el aporte de los árboles en el año 30, el café (siempre la misma cantidad, se asume que en ningún momento la producción se verá afectada) y el ingreso de las musáceas que se han mantenido. En el Cuadro 11 y 12 se presentan los valores de ingreso del sistema mejorado; para más detalle, ver Anexos 8 y 9.

**Cuadro 11:** Ingresos anual del nuevo sistema.

Descripción	Total (\$US)
Café	468.9
Banano	18625.2
<b>Total</b>	<b>19094.1</b>

**Cuadro 12:** Ingreso en venta de madera al turno económico.

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Total (\$US)
Madera	m <sup>3</sup>	356		336650
<b>Total</b>				<b>336650</b>

### 6.5.3 Flujo de caja y análisis

Operando con costos del rango máximo y de posible ingreso del rango mínimo, los flujos de cajas presentan resultados muy alentadores. Se obtiene una relación beneficio-costos (B/C) más elevada en el sistema mejorado que el sistema actual. En el Cuadro 13 se proyectan los resultados. Para más detalle, ver anexos 10 y 11.

**Cuadro 13:** Flujo de caja de los dos sistemas

Sistema actual		Sistema mejorado	
VAN (US \$)	<b>155707.49</b>	VAN (US \$)	<b>169453.35</b>
Beneficio	<b>197520.79</b>	Beneficio	<b>215159.34</b>
Costo	<b>41813.30</b>	Costo	<b>44984.10</b>
B/C	<b>4.72</b>	B/C	<b>4.78</b>

#### 6.5.4 Análisis de los datos económicos

Con una inversión de tan solo US\$ 360.94 y un aumento en los gasto de operación de un valor de 41813.30 a 44984.10 es decir 7.58 % y excluyendo posibles beneficios como externalidades y otros posibles ingresos por la venta de trozas de maderas durante el raleo del año ocho, se obtiene un incremento de 8.93% de ingreso. Adicionalmente, el VAN del sistema mejorado supera el VAN del sistema actual de un valor de 8.82% trabajando con una tasa de descuento igual a 12%.

Basándose en los datos porcentuales del ingreso actual y el valor actual neto, por medio de un análisis marginal se puede apreciar que por un aumento de uno porcentual en los costos actuales se obtiene un aumento de 1.18% de ingreso actual es decir una diferencia de 0.18%.

Siguiendo con el análisis marginal, como se puede observar en el cuadro 14, por cada US\$ 1 adicional que se invierte actualmente en el sistema se obtiene un ingreso de US\$ 5.

**Cuadro 14:** Análisis marginal de los datos económicos

Descripción	Costos totales actual (US\$)	Ingreso total actual (US\$)	Índice
Sistema mejorado	45345.04	215159.34	
Sistema actual	41813.30	197520.79	
Diferencia	3531.74	17638.55	<b>4.99</b>

## 7. CONCLUSIONES

La finca pertenece a un sistema Agroforestal Simultáneo (multiestrato) relativamente viejo de 24 años, en donde se integran de manera simultánea y continua cultivos perennes (café), árboles de servicio (*Inga spp*), frutales (*Citrus sinensis*, *Persea americana*, entre otras) y musáceas (banano). De esta forma, está compuesta de tres estratos, uno de café como el estrato más bajo, sigue con musáceas y en el último estrato árboles mayores que sirven de sombra. Presenta una densidad de cultivo cafetal relativamente aceptable, poco manejo y obras de mantenimiento a las musáceas y el componente arbóreo.

A diferencia de gran mayoría de los sistemas agroforestales de tamaño pequeño, como lo es para el caso de esta finca, este sistema tiene una productividad relativamente alta de 20-25 qq año<sup>-1</sup>.

A pesar de poseer un suelo con alto contenido de materia orgánica por su gran diversidad de follaje; el contenido nutricional del suelo es pobre. Cabe subrayar que esta condición, se debe a la alta presencia de Fe, lo cual baja la acidez del suelo y disminuye la presencia de elementos como el N, P, K, entre otras. Además, son suelos moderadamente profundos.

Las especies forestales de alto valor económico que fueron seleccionadas y que mejor encajan con este sistema agroforestal son: la caoba (*Swietenia macrophylla*), el cedro real (*Cedrela odorata*), nogal (*Juglans olanchana*) y el álamo (*Styrax argenteus*). Dos de ellas (El cedro y la nogal), tienen por ahora un buen mercado y una cartera muy amplia. Para las otras dos, se prevé un mercado muy atractivo a futuro.

Como procedencias o fuentes de semilla para las especies seleccionadas se cuenta con Zamorano (para la caoba y el cedro); la montaña El Murmullo, Catacamas, Olancho (para el nogal); y Santa Elisa, el Paraíso (para el álamo).

El modelo de manejo que se formuló para este nuevo componente arbóreo rige bajo varios aspectos y criterios que van desde el establecimiento de vivero, plantación hasta al manejo y mantenimiento del componente. No obstante cabe destacar que parte de este plan puede ser sometido a cambios e implementación por los imprevistos.

Las características que tiene este sistema ofrecen ventajas sin precedentes a los investigadores para tomar decisiones sin necesidad de modificar las características del sistema y a futuro estancar la producción. El escaso mantenimiento y la alta densidad de las musáceas, da la oportunidad de abrir espacio para la introducción de las nuevas

especies a sembrar. Al ocupar un área relativamente similar a la que ocupa un árbol a su estado juvenil, cada cepa de banano que eliminamos convierte en una oportunidad de introducir una plántula de árbol maderable tomando en cuenta el efecto de copa al estado de madurez.

El sistema es proyectado a 30 años, y se espera tener a largo plazo buena utilidad en venta de madera, lo cual llevado al presente con tasa de descuento de 12%, operando con rango costo máximo y posible ingreso mínimo, se obtiene un VAN satisfactoriamente positivo superando al VAN del sistema tradicional de un valor de 8.82% y una relación beneficio costo mayor que la del sistema tradicional. Sin embargo, uno de los mayores problemas que el propietario tendrá que enfrentar es el control de plagas y enfermedades.

## 8. RECOMENDACIONES

Es de suma importancia que se establezca un plan de manejo que integre todo el sistema en su conjunto. Como por ejemplo, se debería establecer una nueva estructura para la distribución de las musáceas a lo ancho y largo de la finca. También se debería corregir la distribución de los árboles de sombra preestablecidos de tal forma que no exista una distancia confinada entre árboles y promueva mejor distribución de sombra.

Se debe promover la regeneración de la plantación del café. Por consiguiente, se recomienda realizar prácticas de podas, lo cual deben llevarse a cabo durante los meses de abril a marzo del año (FHIA, 2004). A los cafetos de mayor edad, se deben recepar paulatinamente durante tres años. A los cafetos que crecen de manera exorbitante, se les deben hacer el descope y/o podas de formación (Ver anexo 10).

Es recomendable que se realicen investigaciones complementarias que justifiquen o no un programa de encalado lo cual consistiría en aplicación prolongada de cal para subir el pH y devolverle a cambio al suelo mayor disponibilidad de elementos nutricionales como: N, P y K. Gauggel, (2005), recomienda una aplicación de 9,4 Ton/ha al suelo de 4,5-6,5 como pH.

Para establecer un sistema más adecuado a la realidad de esta área, es recomendable, mantenerse contacto con Zamorano para seguimiento en cuanto a compra de semillas, establecimiento de vivero, plantación y manejo.

Para obtener una plantación más uniforme, árboles de buena calidad y de buen fuste, se recomienda que sigan estrictamente modelo de manejo estipulado para el componente arbóreo del sistema.

A pesar de que los cálculos están basados solamente en la producción maderable, se le recomienda al propietario de la finca tratar de conseguir un mercado para las semillas de estos árboles y las trozas de maderas raleadas en el año ocho ya que estas son unas alternativas de obtención de ingresos.

Siendo parte de la microcuenca Neteapa de Morocelí, se sugiere que se realice un estudio sobre los beneficios que se puede obtener en cuanto a compensación por servicios ecosistémico y de externalidades por aporte nutricional al suelo es decir cambio en la producción.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

AFE/COHDEFOR. 1997. Guías técnicas y análisis económico financiero de los cultivos y sistemas agroforestales de producción para zona de ladera del trópico húmedo de Honduras. La Ceiba, Honduras.

Agudelo, N. Agosto 2002. Notas para el curso de Sistemas de producción Agroforestal. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 35p.

Agudelo, N. 2003. Silvicultura comercial y manejo de bosques latifoliados maduros en la América tropical y subtropical. Manual de taller, EAP, Zamorano. 16 p.

Agudelo, N. 2003. Manual practico de dendrología para el curso de Sistemas de Producción Agroforestal. Zamorano, Honduras. 23p.

Agudelo, N. Julio 2005. Evaluación de Sistemas Agroforestales de Café con maderables en Lago de Yojoa, Honduras y el Trópico Húmedo Monzónico del sur de Honduras. 2p

Aguilera, M.; Gonzáles, M. 2003. Modelos agroforestales para un desarrollo sustentable de la agricultura familiar Campesina. Informe INFOR, Chile

Barker, DJ. 1991. An economic analysis of farming coffee and trees at Turrialba, Costa Rica: comparing small farms with poro (*Erythrina poeppigiana*) only to those with both laurel (*Cordia alliodora*) and poró. Thesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 130 p.

Bellefontaine, R. et al. 2002. Los árboles fuera del bosque y los sistemas de producción. Guías FAO: Conservación - 35. 236p.

Caballero Herrera, AR. 2005. Diseño y manejo de cafetales en Matagalpa, Nicaragua. Tesis Magíster Scientiae en Agroforestería Tropical, CATIE, Costa Rica. 72p.

CATIE. 2001. Sostenibilidad y sinergismo en sistemas agroforestales con café. Publicación, Agroforestería en las América Vol. 8 N ¼ 2 9 2001. 3p.

Current, D, 1997. Los sistemas agroforestales generan beneficios para las comunidades rurales? resultados de una investigación en América Central y el Caribe. Agroforestería en las América (CATIE). 16 p.

Del Gatto, F. 2002. Defraudando el Sistema Social Forestal en el Valle del Río Paulaya. Serie, informe presentado por las organizaciones FEHCAFOR, REMBLAH, MOPAWI, ODI, DfID, Ceiba Honduras. 56p.

Duarte Silveira, N. 2005. Sostenibilidad socioeconómica y ecológica de sistemas agroforestales de café (*Coffea arabica*) en la microcuenca del Río Sesesmiles, Copán, Honduras. Tesis Magíster Scientiae en Agroforestería Tropical, CATIE, Costa Rica. 154p.

Escalante F, E. 1997. Café y agroforestería en Venezuela. Agroforestería en las Américas. Serie, revista. 4(13): 21-24p.

FAO, 2006. El sistema Agroforestal Quesungual. Publicación de la FAO Tegucigalpa, Honduras. 49p.

Fassbender, HW. 1993. Modelos edafológicos de sistemas agroforestales. 2 ed. Proyecto agroforestal CATIE/GTZ, Turrialba, Costa Rica. Serie Materiales de enseñanza, no 29. 530 p.

FHIA; 2004. Producción de café con sombra de maderables. Guía práctica, proyecto UE-Cuencas.24p.

Fournier, LA. 1981. Importancia de los sistemas agroforestales en Costa Rica. Análisis y comentarios. 7p.

Gaugel, G. 2005. Fertilidad de suelo y nutrición. Material de clase, Zamorano, Tegucigalpa, Honduras.

López, A. 2001. Asistencia técnica y capacitación en sistemas agroforestales tipo multiestratos. Informe de la Secretaria General de la Asociación Latinoamericana de Integración (ALADI). Montevideo, Uruguay. 50p.

Markey, RJ 1993. Geología del Cuadrángulo de Morocelí, Francisco Morazán. Reporte del Instituto Geográfico Nacional, Tegucigalpa, Honduras. Consultado en septiembre 2006. Disponible en <http://www.ig.utexas.edu/research/projects/honduras/Moroceli.htm?PHPSESSID=83fefe967ad8a2d8fbf54f3e2da008fe>

Martínez Acosta, MH. 2005. Contribución económica del componente forestal en diferentes tipos de fincas cafetaleras en la bocacosta pacifica de Guatemala. Tesis Magíster Scientiae en Agroforestería Tropical, CATIE, Costa Rica. 148p.

Montagnini, F; et al. 1992. Sistemas agroforestales: principios y aplicaciones en los trópicos. 2a edición. San José, Costa Rica. 622p.

Orozco Aguilar, L. A. 2005. Enriquecimiento agroforestal de fincas cacaoteras con maderables valiosos en Alto Beni, Bolivia. Tesis Magíster Scientiae en Agroforestería Tropical, CATIE, Costa Rica. 114p.

Rodríguez Rubí, L. 1997. Sistemas agroforestales en café, produciendo más que una bebida. Ensayo de estudiante del Doctorado de ECOSUR Tapachula, Guatemala. 1p.

SAG, DICTA y PAAR. 2001. Determinación de las prioridades de investigaciones en Agricultura sostenible en Ladera. Informe por parte del Fondo para Productores de Ladera. Tegucigalpa, Honduras. 190p.

Sánchez Ordóñez, ML. 2004. Estudio técnico y financiero para establecer una plantación de caoba del Atlántico (*Swietenia macrophylla*) en Balao, Guayas, Ecuador. Proyecto especial de Tesis presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo. EAP, Zamorano, Tegucigalpa, Honduras. 54p.

Sotomayor, A; Silva, S. 2003. Modelos agroforestales para un desarrollo sustentable de la agricultura familiar campesina. Proyecto INFOR-INDAP de Chile. Consultado en septiembre 2006. Disponible en: [http://www.agroforesteria.cl/menu/publicaciones/libro\\_capitulo1.swf](http://www.agroforesteria.cl/menu/publicaciones/libro_capitulo1.swf)

Yépez, C. 2002. Como diversificar la sombra en cafetales con criterios locales de selección. Publicación, Agroforestería en las Américas Vol. 9 N°4 35-36, 2002. 4p.

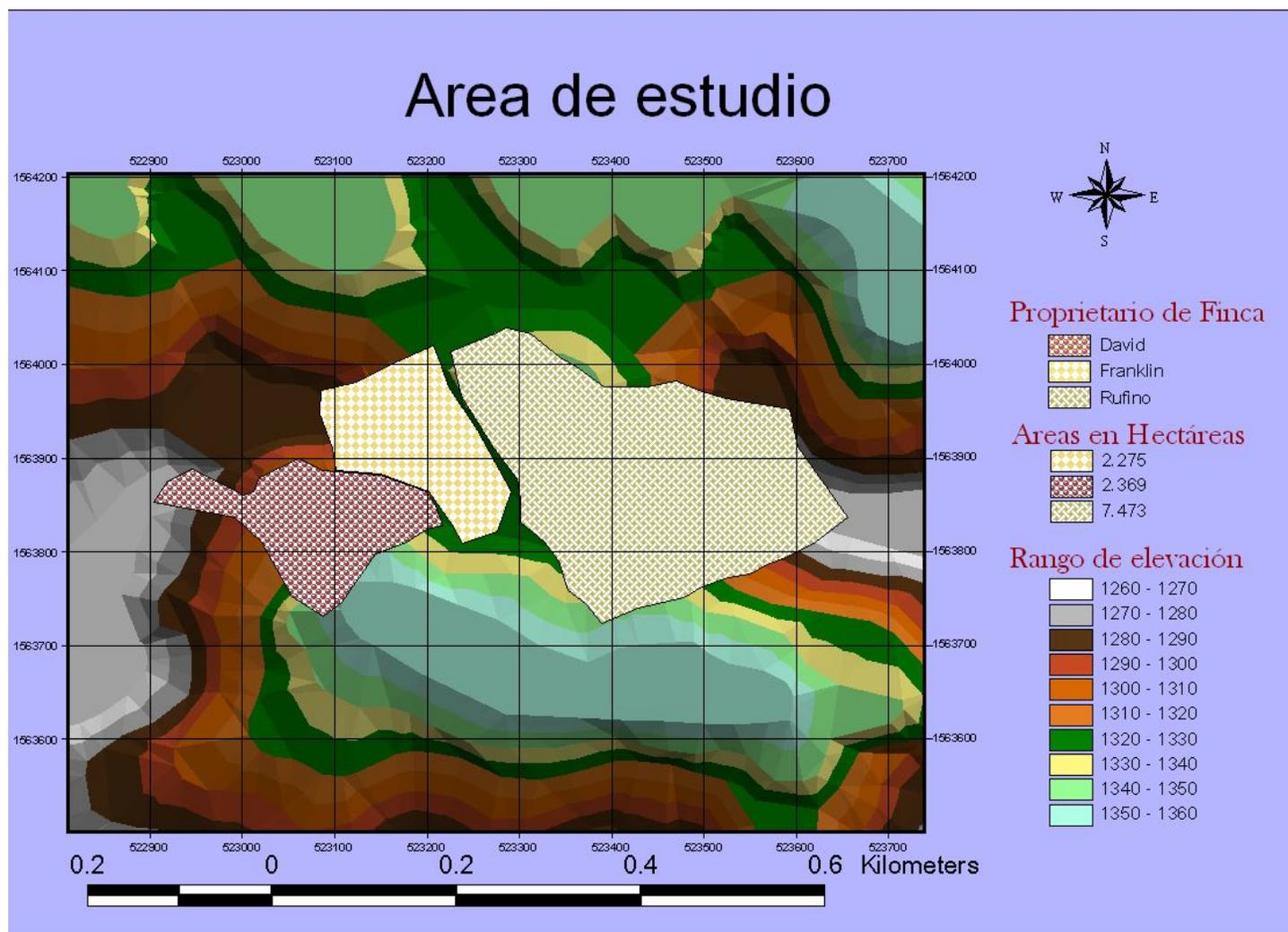
## 10. ANEXOS

### Anexo 1: Especies forestales de alto valor económico utilizadas en sistemas agroforestales de América central

<b>Altitud (0-1000msnm) y zonas húmedas (precipitación promedio anual <math>\geq</math>2000mm).</b>			
<b>Nombre científico</b>	<b>Familia</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Familia</b>
<i>Swietenia macrophylla</i>	Meliaceae	<i>Dalbergia tucurensis</i>	Papilionaceae
<i>Cedrela odorata</i>	Meliaceae	<i>Playmiscium dimorphandrum</i>	Papilionaceae
<i>Guarea grandifolia</i>	Meliaceae	<i>Juglans olanchana</i>	Juglandaceae
<i>Gordia alliodora</i>	Boraginaceae	<i>Brosimum alicastrum</i>	Moraceae
<i>Cordia megalantha</i>	Boraginaceae	<i>Cojoba arborea</i>	Mimosaceae
<i>Khaya ivorensis</i>	Meliaceae	<i>Tapirira guianensis</i>	Anacardiaceae
<i>Khaya nyasica</i>	Meliaceae	<i>Chaetoptelea mexicana</i>	Ulmaceae
<i>Vatairea lundellii</i>	Papilionaceae	<i>Magnolia yoroconte</i>	Magnoliaceae
<i>Playmiscium dimorphandrum</i>	Papilionaceae	<i>Terminalia amazonia</i>	Combretaceae
<i>Myroxylon balsamun</i>	Papilionaceae	<i>Simarouba glauca</i>	Simaroubaceae
<i>Tabebuia rosea</i>	Bignoniaceae	<i>Zuelania guidonia</i>	Flacourtiaceae
<i>Tabebuia guayacan</i>	Bignoniaceae	<i>Pouteria sapota</i>	Sapotaceae
<i>Roseodendron donnell-smithii</i>	Bignoniaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i>	Clusiaceae
<i>Hymenaea courbaril</i>	Caesalpiniaceae	<i>Symphonia globulifera</i>	Clusiaceae
<i>Astronium graveolens</i>	Anarcadiaceae	<i>Hurtea cubensis</i>	Staphyleaceae
<b>Altitud (1000-1600 msnm) y precipitación promedio total anual 1200-1300 mm</b>			
<i>Swietenia humilis</i>	Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i>	Meliaceae
<i>Cedrela odorata</i>	Meliaceae	<i>Dalbergia tucurensis</i>	Papilionaceae
<i>Khaya senegalensis</i>	Meliaceae		
<b>Altitud (0-1000msnm) y precipitación promedio total anual =1000mm</b>			
<i>Swietenia humilis</i>	Meliaceae	<i>Diphysa robinoides</i>	Papilionaceae
<i>Cedrela odorata</i>	Meliaceae	<i>Styrax argenteus</i>	Styraceae
<i>Dalbergia tucurensis</i>	Papilionaceae		
<b>Tierras frias, altitud: 1300-2000msnm y precipitación promedio total anual <math>\geq</math>1300mm</b>			
<i>Cedrela tonduzii</i>	Meliaceae	<i>Diphysa robinoides</i>	Papilionaceae
<i>Juglans olanchana</i>	Juglandacea	<i>Alnus acuminata</i>	Betulaceae
<i>Grevillea robusta</i>	Proteaceae		

Fuente: Adaptado de Agudelo, 2003

## Anexo 2: Mapa del área de estudio



Fuente: USIG Zamorano, 2006; digitalización propia.

**Anexo 3: Costo del sistema actual**

<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Total</b>
<b>Costo por manzana(café)</b>	Manzana	20	18.5185	4074.07
<b>Cosechas y limpieza de musácea</b>	jornal	22	4.23	93.06
<b>Imprevisto</b>	15%			407.41
<b>Total(US \$)</b>				<b>4574.54</b>

**Anexo 4: Costo en germoplasma**

<b>Descripción</b>	<b>Cedro real</b>	<b>Caoba</b>	<b>Nogal</b>	<b>�lamo</b>	<b>Total</b>
<b>Semillas /kg</b>	56000	2100			
<b>Germinación</b>	85%	85%	50%	80%	
<b>Precio unitario (por kg) (US\$)</b>	60	27	0.08	16.00	
<b>Cantidad requerida (kg)</b>	0.0066	0.2	690	1.00	
<b>Costo total (US\$)</b>	<b>0.396</b>	<b>5.4</b>	<b>55.2</b>	<b>16</b>	<b>77.00</b>

**Anexo 5: Costo en vivero**

<b>Descripción</b>	<b>unidad</b>	<b>costo unitario(US\$)</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Total</b>
<b>Bolsas 20x20 cm</b>	Bolsas	0.05	1830.00	91.50
<b>Medio (materia orgánica)</b>	m3	7	2.74	19.18
<b>Medio (arena)</b>	Transporte	8.4	2.00	16.80
<b>Medio (tierra)</b>	m3	3	5.48	16.44
<b>siembra (1)</b>	Jornal	4.2	2.00	8.40
<b>Preparación de medio</b>	Jornal	4.2	6.00	25.20
<b>Otros</b>	15%			26.63
<b>Total (US\$)</b>				<b>204.15</b>

**Anexo 6:** Costo para mantenimiento del nuevo sistema

<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Un.</b>	<b>Costo total</b>
<b>Limpieza 3</b>	Jornal	<b>7</b>	<b>4.2</b>	<b>29.40</b>
<b>Manejo de sombra y podas</b>	Jornal	<b>7</b>	<b>4.2</b>	<b>29.40</b>
<b>Imprevisto</b>	15 %			<b>8.82</b>
<b>Total (US\$)</b>				<b>67.62</b>

**Anexo 7:** Costo para la producción de la madera

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad(m3)</b>	<b>Costo unitario (US\$)</b>	<b>Total</b>
<b>Nogal</b>	115	142.5	16387.5
<b>Alamo</b>	83	142.5	11827.5
<b>Caoba</b>	80	142.5	11400
<b>Cedro</b>	78	142.5	11115
<b>Total</b>			<b>50730</b>

**Anexo 8:** Ingreso del sistema mejorado

<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Un.</b>	<b>Ing. total</b>
<b>Costo para producir el</b>	Racimo	1115	0.53	-591.10
<b>banano reemplazado</b>	Jornal	12	4.2	51.53
<b>Banano reemplazado</b>	Cepas	1425		-539.56
<b>Banano</b>	2000		0.53	1060
<b>Total</b>		0		<b>468.90</b>
<b>Café</b>	220		84.66	<b>18625.2</b>
<b>Total (\$US)</b>				<b>19094.10</b>

**Anexo 9:** Ingreso del sistema en el año 30

	<b>Cantidad(m3)</b>	<b>Precio unitario (s)</b>	<b>Total</b>
<b>Nogal</b>	115	1300	149500
<b>Alamo</b>	83	250	20750
<b>Caoba</b>	80	1300	104000
<b>Cedro</b>	78	800	62400
<b>Total</b>			<b>336650</b>



1,280	1,312	1,345	1,379	1,413	1,448	1,485	1,522	1,560	1,599	1,639	1,680
3,106	3,479	3,896	4,363	4,887	5,474	6,130	6,866	7,690	8,613	9,646	10,804
<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>
23841,57	24437,61	25048,55	25674,77	26316,64	26974,55	27648,92	28340,14	29048,64	29774,86	30519,23	31282,21
1356,89	1390,81	1425,58	1461,22	1497,75	1535,20	1573,58	1612,92	1653,24	1694,57	1736,93	1780,36
<b>25198,46</b>	<b>25828,43</b>	<b>26474,14</b>	<b>27135,99</b>	<b>27814,39</b>	<b>28509,75</b>	<b>29222,49</b>	<b>29953,06</b>	<b>30701,88</b>	<b>31469,43</b>	<b>32256,16</b>	<b>33062,57</b>
5215,15	5345,53	5479,17	5616,15	5756,55	5900,47	6047,98	6199,18	6354,16	6513,01	6675,84	6842,73
119,12	122,10	125,16	128,28	131,49	134,78	138,15	141,60	145,14	148,77	152,49	156,30
<b>5334,28</b>	<b>5467,64</b>	<b>5604,33</b>	<b>5744,43</b>	<b>5888,05</b>	<b>6035,25</b>	<b>6186,13</b>	<b>6340,78</b>	<b>6499,30</b>	<b>6661,78</b>	<b>6828,33</b>	<b>6999,04</b>
<b>19864,19</b>	<b>20360,79</b>	<b>20869,81</b>	<b>21391,56</b>	<b>21926,34</b>	<b>22474,50</b>	<b>23036,37</b>	<b>23612,27</b>	<b>24202,58</b>	<b>24807,65</b>	<b>25427,84</b>	<b>26063,53</b>
8113,23	7425,06	6795,25	6218,87	5691,38	5208,62	4766,82	4362,49	3992,46	3653,81	3343,89	3060,26
1717,49	1571,81	1438,49	1316,48	1204,81	1102,62	1009,09	923,50	845,17	773,48	707,87	647,83

1,722	1,765	1,809	1,854	1,900	1,948	1,996	2,046	2,098
<b>12,100</b>	<b>13,552</b>	<b>15,179</b>	<b>17,000</b>	<b>19,040</b>	<b>21,325</b>	<b>23,884</b>	<b>26,750</b>	<b>29,960</b>
<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>30</b>
32064,27	32865,87	33687,52	34529,71	35392,95	36277,78	37184,72	38114,34	39067,20
1824,87	1870,49	1917,25	1965,18	2014,31	2064,67	2116,28	2169,19	2223,42
<b>33889,13</b>	<b>34736,36</b>	<b>35604,77</b>	<b>36494,89</b>	<b>37407,26</b>	<b>38342,44</b>	<b>39301,00</b>	<b>40283,53</b>	<b>41290,62</b>
7013,80	7189,15	7368,88	7553,10	7741,93	7935,47	8133,86	8337,21	8545,64
160,21	164,21	168,32	172,53	176,84	181,26	185,79	190,44	195,20
<b>7174,01</b>	<b>7353,36</b>	<b>7537,20</b>	<b>7725,63</b>	<b>7918,77</b>	<b>8116,74</b>	<b>8319,65</b>	<b>8527,65</b>	<b>8740,84</b>
<b>26715,12</b>	<b>27383,00</b>	<b>28067,57</b>	<b>28769,26</b>	<b>29488,50</b>	<b>30225,71</b>	<b>30981,35</b>	<b>31755,88</b>	<b>32549,78</b>
2800,68	2563,13	2345,72	2146,75	1964,66	1798,01	1645,50	1505,93	1378,20
592,88	542,59	496,57	454,45	415,90	380,62	348,34	318,79	291,75

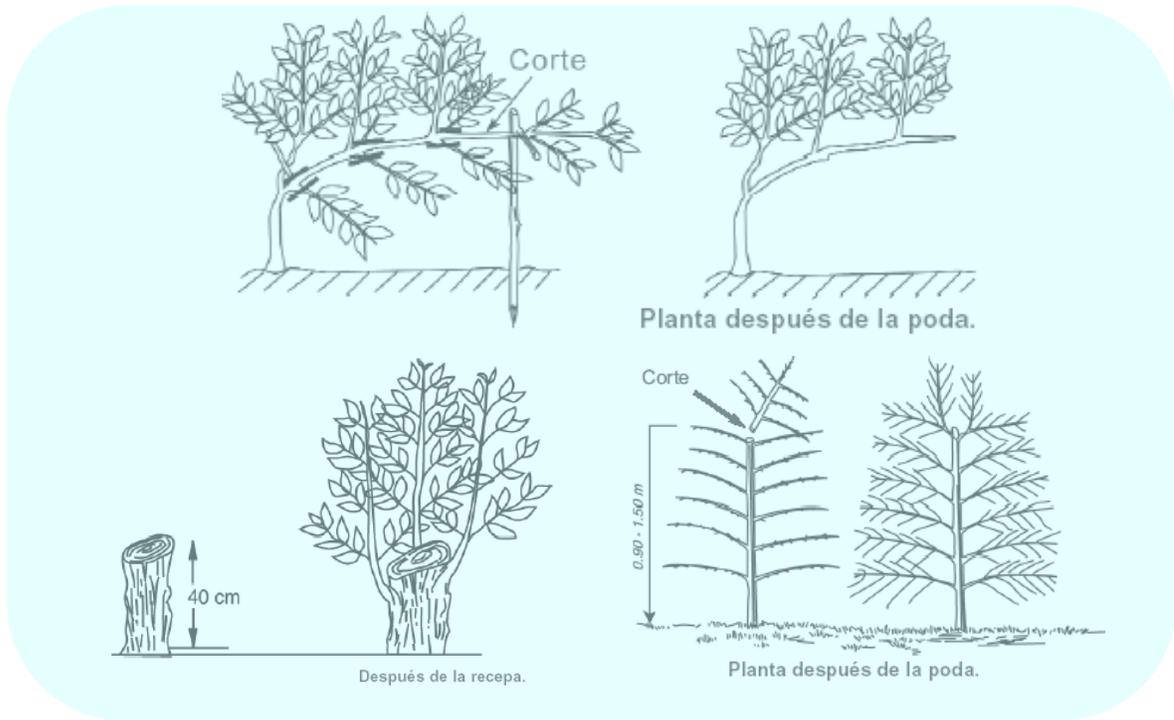
## Anexo 11: Flujo de caja para el sistema mejorado

		Inflación 2,50%				Descuento 12%		
		1,03	1,05	1,08	1,10	1,13	1,16	1,19
		1,12	1,25	1,40	1,57	1,76	1,97	2,21
Año	0	1	2	3	4	5	6	7
<b>Inversión</b>	<b>-361</b>							
<b>Ingresos</b>								
Café		19090.63	19567.89	20057.09	20558.52	21072.48	21599.29	22139.27
Banano(-385)		480.62	492.64	504.95	517.58	530.52	543.78	557.37
Maderables		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Total</b>		<b>19571.25</b>	<b>20060.53</b>	<b>20562.04</b>	<b>21076.09</b>	<b>21603.00</b>	<b>22143.07</b>	<b>22696.65</b>
<b>Egreso</b>								
Costo café		4175.92	4280.32	4387.33	4497.01	4609.44	4724.67	4842.79
Mantenimiento de plantación de árboles		69.31	71.04	72.82	74.64	76.51	44.32	45.43
Mantenimiento banano		42.57	43.63	44.72	45.84	46.99	48.16	49.37
Producción madera		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Total</b>		<b>4287.80</b>	<b>4395.00</b>	<b>4504.87</b>	<b>4617.49</b>	<b>4732.93</b>	<b>4817.16</b>	<b>4937.59</b>
Ut. Neta	-360.94	<b>15283.45</b>	<b>15665.53</b>	<b>16057.17</b>	<b>16458.60</b>	<b>16870.07</b>	<b>17325.91</b>	<b>17759.06</b>
<b>VAN</b>	<b>169453.35</b>	<b>13645.93</b>	<b>12488.47</b>	<b>11429.18</b>	<b>10459.74</b>	<b>9572.53</b>	<b>8777.85</b>	<b>8033.30</b>
Beneficio	<b>215159.34</b>	17474.33	15992.13	14635.66	13394.24	12258.12	11218.37	10266.81
Costo	<b>44984.10</b>	3828.39	3503.66	3206.48	2934.50	2685.59	2440.52	2233.51
<b>B/C</b>	<b>4.78</b>							

1,22	1,25	1,28	1,31	1,34	1,38	1,41	1,45	1,48	1,52	1,56	1,60
2,48	2,77	3,11	3,48	3,90	4,36	4,89	5,47	6,13	6,87	7,69	8,61
<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>
22692.75	23260.07	23841.57	24437.61	25048.55	25674.77	26316.64	26974.55	27648.92	28340.14	29048.64	29774.86
571.31	585.59	600.23	615.24	630.62	646.38	662.54	679.11	696.08	713.49	731.32	749.61
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>23264.06</b>	<b>23845.66</b>	<b>24441.81</b>	<b>25052.85</b>	<b>25679.17</b>	<b>26321.15</b>	<b>26979.18</b>	<b>27653.66</b>	<b>28345.00</b>	<b>29053.63</b>	<b>29779.97</b>	<b>30524.47</b>
4963.86	5087.96	5215.15	5345.53	5479.17	5616.15	5756.55	5900.47	6047.98	6199.18	6354.16	6513.01
46.57	47.73	48.92	50.15	51.40	52.69	54.00	55.35	56.74	58.16	59.61	61.10
50.60	51.87	53.16	54.49	55.85	57.25	58.68	60.15	61.65	63.19	64.77	66.39
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>5061.03</b>	<b>5187.55</b>	<b>5317.24</b>	<b>5450.17</b>	<b>5586.43</b>	<b>5726.09</b>	<b>5869.24</b>	<b>6015.97</b>	<b>6166.37</b>	<b>6320.53</b>	<b>6478.54</b>	<b>6640.51</b>
<b>18203.04</b>	<b>18658.11</b>	<b>19124.57</b>	<b>19602.68</b>	<b>20092.75</b>	<b>20595.07</b>	<b>21109.94</b>	<b>21637.69</b>	<b>22178.63</b>	<b>22733.10</b>	<b>23301.43</b>	<b>23883.96</b>
<b>7351.90</b>	<b>6728.30</b>	<b>6157.60</b>	<b>5635.30</b>	<b>5157.31</b>	<b>4719.86</b>	<b>4319.51</b>	<b>3953.13</b>	<b>3617.82</b>	<b>3310.95</b>	<b>3030.11</b>	<b>2773.09</b>
9395.96	8598.99	7869.61	7202.10	6591.20	6032.13	5520.47	5052.22	4623.68	4231.50	3872.57	3544.10
2044.06	1870.68	1712.01	1566.79	1433.90	1312.27	1200.96	1099.10	1005.87	920.55	842.47	771.01

1,64	1,68	1,72	1,76	1,81	1,85	1,90	1,95	2,00	2,05	2,10
9,65	10,80	12,10	13,55	15,18	17,00	19,04	21,32	23,88	26,75	29,96
<b>20</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>30</b>
30519.23	31282.21	32064.27	32865.87	33687.52	34529.71	35392.95	36277.78	37184.72	38114.34	39067.20
768.35	787.56	807.24	827.43	848.11	869.31	891.05	913.32	936.16	959.56	983.55
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	706146.13
<b>31287.58</b>	<b>32069.77</b>	<b>32871.51</b>	<b>33693.30</b>	<b>34535.63</b>	<b>35399.02</b>	<b>36284.00</b>	<b>37191.10</b>	<b>38120.88</b>	<b>39073.90</b>	<b>746196.87</b>
6675.84	6842.73	7013.80	7189.15	7368.88	7553.10	7741.93	7935.47	8133.86	8337.21	8545.64
62.63	64.19	65.80	67.44	69.13	70.86	72.63	74.44	76.31	78.21	80.17
68.05	69.75	71.50	73.28	75.12	76.99	78.92	80.89	82.91	84.99	87.11
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	106409.60
<b>6806.52</b>	<b>6976.68</b>	<b>7151.10</b>	<b>7329.88</b>	<b>7513.12</b>	<b>7700.95</b>	<b>7893.47</b>	<b>8090.81</b>	<b>8293.08</b>	<b>8500.41</b>	<b>115122.52</b>
<b>24481.06</b>	<b>25093.09</b>	<b>25720.41</b>	<b>26363.42</b>	<b>27022.51</b>	<b>27698.07</b>	<b>28390.52</b>	<b>29100.29</b>	<b>29827.80</b>	<b>30573.49</b>	<b>631074.35</b>
<b>2537.87</b>	<b>2322.61</b>	<b>2125.60</b>	<b>1945.30</b>	<b>1780.30</b>	<b>1629.29</b>	<b>1491.09</b>	<b>1364.62</b>	<b>1248.87</b>	<b>1142.94</b>	<b>21063.95</b>
3243.48	2968.37	2716.58	2486.16	2275.28	2082.29	1905.66	1744.02	1596.09	1460.71	24906.50
705.61	645.76	590.98	540.86	494.98	453.00	414.57	379.41	347.23	317.77	3842.55

**Anexo 12:** Practicas de podas en café



**Fuente:** Adaptada de FHIA (2004)

## 11. ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

<b>AFE</b>	Administración Forestal del Estado de Honduras.
<b>ALADI</b>	Asociación Latinoamericana de Integración
<b>B/C</b>	Relación beneficio/ costo
<b>CATIE</b>	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica.
<b>COHDEFOR</b>	Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal
<b>DAP</b>	Diámetro Altura Pecho.
<b>DfID</b>	Department for International Development
<b>DICTA</b>	Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria
<b>DINADERS</b>	Dirección Nacional de Desarrollo Rural Sostenible
<b>EAP</b>	Escuela Agrícola Panamericana
<b>ECOSUR</b>	El Colegio de la Frontera Sur
<b>FAO</b>	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
<b>FEHCAFOR</b>	Federación Hondureña de Cooperativas Agroforestales
<b>FHIA</b>	Fundación Hondureña de Investigación Agrícola
<b>GPS</b>	Global Positioning System
<b>GTZ</b>	Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, Cooperación Técnica Alemana
<b>ha</b>	Hectárea, unidad de medición de área.
<b>IMA</b>	Incremento Medio Anual

<b>INDAP</b>	Instituto de Desarrollo Agropecuario de Chile
<b>INFOR</b>	Instituto Forestal de Chile
<b>MOPAWI</b>	Mosquitia Pawisa Apiska (Agencia para el Desarrollo de la Mosquitia)
<b>msnm</b>	Metros de altitud sobre nivel del mar
<b>ODI</b>	Overseas Development Institute
<b>PAAR</b>	Proyecto de Administración de Áreas Rurales
<b>REMBLAH</b>	Red de Manejo del Bosque Latifoliado de Honduras
<b>SAF</b>	Sistemas Agroforestales
<b>SAG</b>	Secretaría de Agricultura y Ganadería, Honduras
<b>TIR</b>	Tasa Interno de Retorno
<b>USIG</b>	Unidad de Sistema de Información Geográfica
<b>VAN</b>	Valor Actual Neto
<b>VPN</b>	Valor Presente Neto
<b>Fanegas</b>	Unidad de medida antigua que se utiliza para determinar la capacidad o el volumen de un producto dado. Una Fanega equivale a 90.81 dm <sup>3</sup> o 90.81 litros.
<b>qq</b>	Quintal, antigua unidad de peso española, que originalmente equivale a: 45.4 Kg o 100 libras.