



**FACULTAD DE POSTGRADO**

**TESIS DE POSTGRADO**

**EVALUACIÓN DE TÉCNICAS DE APROVECHAMIENTO DE  
SUBPRODUCTOS DEL BENEFICADO DEL CÁFE, FINCA  
SANTA BÁRBARA, COMAYAGUA**

**SUSTENTADO POR:**

**HÉCTOR OMAR SABILLÓN RODRÍGUEZ  
LUIS ALFREDO MELGAR SÁNCHEZ**

**PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE  
MÁSTER EN ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS**

**TEGUCIGALPA, F. M.,**

**HONDURAS, C.A.**

**ABRIL, 2013**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA**

**UNITEC**

**FACULTAD DE POSTGRADO**

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**RECTOR**

**LUIS ORLANDO ZELAYA MEDRANO**

**SECRETARIO GENERAL**

**JOSÉ LÉSTER LÓPEZ**

**VICERRECTOR ACADÉMICO**

**MARLON ANTONIO BREVÉ REYES**

**DECANO DE LA FACULTAD DE POSTGRADO**

**JEFFREY LANSDALE**

**EVALUACIÓN DE TÉCNICAS DE APROVECHAMIENTO DE  
SUBPRODUCTOS DEL BENEFICADO DEL CÁFE, FINCA  
SANTA BÁRBARA, COMAYAGUA**

**TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS  
REQUISITOS EXIGIDOS PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
MÁSTER EN  
ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS**

**ASESOR METODOLÓGICO  
JUAN MARTÍN HERNÁNDEZ**

**ASESOR TEMÁTICO  
ARY NECTALÍ ÁVILA**

**MIEMBROS DE LA COMISIÓN EVALUADORA:  
MANUELA FLORES  
MOISÉS STARKMAN**

## **DERECHOS DE AUTOR**

© Copyright 2013

HÉCTOR OMAR SABILLÓN RODRÍGUEZ

LUIS ALFREDO MELGAR SÁNCHEZ

Todos los derechos son reservados.

## AUTORIZACIÓN PARA USO DE LA BIBLIOTECA

**La presentación del documento de tesis forma parte de los requerimientos establecidos del programa de maestrías de UNITEC.**

Nosotros, **Héctor Omar Sabillón Rodríguez** y **Luis Alfredo Melgar Sánchez**, aceptamos que el Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI) de UNITEC pueda libremente registrar, copiar y usar la información contenida en él, con fines educativos, investigativos o sociales.

Es entendido que cualquier copia o reproducción del presente documento con fines de lucro no está permitida sin previa autorización por escrito de parte de los principales autores.



Héctor Omar Sabillón Rodríguez



Luis Alfredo Melgar Sánchez

Abril de 2013

## **DEDICATORIA**

A nuestros familiares y amistades que nos brindaron su apoyo y su paciencia durante la realización de este trabajo.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, al Divino creador por habernos dado la sabiduría, la salud y la fortaleza para haber logrado culminar nuestros estudios de Maestría, a la oportuna ayuda prestada por nuestros familiares y amigos, al personal de COMSA por su valiosa ayuda y su generosa disposición; y a los catedráticos de UNITEC que nos brindaron sus valiosos comentarios al momento del desarrollo del documento.



## FACULTAD DE POSTGRADO

### EVALUACIÓN DE TÉCNICAS DE APROVECHAMIENTO DE SUBPRODUCTOS DEL BENEFICADO DEL CAFE, FINCA SANTA BÁRBARA, COMAYAGUA

#### AUTORES:

Héctor Omar Sabillón Rodríguez y Luis Alfredo Melgar Sánchez

#### RESUMEN

El presente estudio se desarrolla con el fin de establecer un Plan de aprovechamiento de los subproductos generados en el beneficiado del café, en la finca Santa Bárbara ubicada en el municipio de San Luis, Comayagua. Se enfoca en las técnicas que permiten reincorporar la materia orgánica que se genera con el fruto del café, para mejorar las condiciones del suelo y recuperar parte de la inversión realizada en el ciclo de cosecha y recolección. Esta es una investigación documental, no experimental, basada en la revisión documentos técnicos, estadísticas de producción y de sistemas de aprovechamiento, en las opiniones de caficultores con muchos años de experiencia y de técnicos de instituciones como el IHCAFE y empresas en estrecha relación con la caficultura hondureña. Mediante el análisis, se determina emplear dos técnicas de aprovechamiento: La Lombricultura, para procesar la pulpa de café y convertirla en un abono orgánico; y el Biodigestor, con el cual se aprovechan las aguas mieles (mucílago) para generar biogás, el cual puede emplearse como combustible en sustitución del uso de leña, gas o de la energía eléctrica. También, se analiza algunas limitantes, la inversión requerida para cada sistema y se establece la conveniencia de implementar dichas técnicas en conjunto, en un plazo de 10 años, mediante el uso de indicadores financieros como la VAN y TIR, con una tasa de descuento de 30% considerando un riesgo país del 15% y una tasa comercial del 15%.

**Palabras claves:** beneficiado, pulpa, mucílago, aprovechamiento, lombricultura, biodigestores, costos.



## **EVALUATION OF TECHNICAL ACHIEVEMENT SUBPRODIUCTS OF COFEE'S AT FARM SANTA BARBARA, COMAYAGUA.**

### **AUTHORS:**

Héctor Omar Sabillón Rodríguez & Luis Alfredo Melgar Sánchez

### **ABSTRACT**

This study is developed in order to establish a plan for the use of sub-products generated in coffee milling at farm Santa Barbara located in the municipality of San Luis, Comayagua. It will focus on techniques that allow reinstate organic matter that is generated with the coffee fruit, to improve soil conditions and recoup some of the investment cycle for coffee harvesting and gathering. This is a documentary investigation based non-experimental technical documents, production statistics and systems based in sub-products use, in the opinions of farmers with many years engaged in the activity and views IHCAFE technical professionals and other companies and institutions closely with Honduran coffee production. From the analysis, are determined using two harvesting techniques: The Vermiculture, to process coffee pulp and turn it into an organic fertilizer, and the Biodigester, with which exploit the wastewater (mucilage) to generate biogas, which can be used as fuel to replace the use of wood, gas or electricity. Also, this study analyzes some limitations; the investments required for each system and established the desirability of using them together, within 10 years to recover the investment, using financial indicators such as NPV and TIR with a discount rate of 30% considering country risk of 15% and a commercial rate of 15%.

**Keywords:** coffee farming, coffee pulp, mucilage, use, vermiculture, biodigestor, costs.

# ÍNDICE

## CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1	INTRODUCCIÓN .....	1
1.2	ANTECEDENTES .....	2
1.3	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	5
1.3.1	ENUNCIADO DEL PROBLEMA .....	5
1.3.2	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	6
1.3.3	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN .....	7
1.3.3.1	Pregunta Principal .....	7
1.3.3.2	Preguntas Secundarias .....	7
1.4	OBJETIVOS DEL PROYECTO .....	8
1.4.1	OBJETIVO GENERAL .....	8
1.4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
1.5	HIPÓTESIS Y VARIABLES DE ESTUDIO .....	9
1.5.1	HIPÓTESIS .....	9
1.5.2	VARIABLES DE ESTUDIO .....	9
1.5.2.1	Variable Dependiente .....	10
1.5.2.2	Variables Independientes .....	10
1.5.2.3	Relación entre Variables.....	11
1.6	JUSTIFICACIÓN .....	12

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1	EL CAFÉ .....	14
2.2	CARACTERÍSTICAS DEL CAFÉ .....	15
2.2.1	LA PLANTA.....	15
2.2.2	CARACTERÍSTICAS DEL GRANO .....	15
2.2.2.1	El Aroma.....	16
2.2.2.2	El Cuerpo.....	16
2.2.2.3	El Sabor.....	16
2.2.2.4	La Acidez.....	17
2.3	UBICACIÓN EN EL MERCADO.....	17
2.4	CADENA DE VALOR .....	18

2.4.1	LA SIEMBRA.....	18
2.4.2	LA COSECHA.....	18
2.4.3	EL BENEFICIADO.....	19
2.4.4	EL SECADO.....	19
2.4.5	EL PROCESADO.....	19
2.4.6	LA COMERCIALIZACIÓN.....	19
<b>2.5</b>	<b>PROCESO BENEFICIADO.....</b>	<b>19</b>
2.5.1	TIPOS DE BENEFICIADO.....	20
2.5.2	BENEFICIADO SECO O NATURAL.....	20
2.5.3	PROCESO BENEFICIADO HÚMEDO.....	20
2.5.3.1	Despulpe.....	21
2.5.3.2	Desmucílaginado.....	21
2.5.3.3	Lavado.....	22
2.5.3.4	Secado.....	22
2.5.4	BENEFICIADO ECOLÓGICO.....	23
<b>2.6</b>	<b>SUBPRODUCTOS DEL CAFÉ.....</b>	<b>23</b>
2.6.1	AGUAS MIELES.....	24
2.6.2	PULPA.....	24
2.6.3	CASCARILLA.....	25
<b>2.7</b>	<b>EFFECTOS.....</b>	<b>25</b>
2.7.1	DISPONIBILIDAD DEL AGUA.....	25
2.7.2	PLAGAS.....	26
2.7.3	CONTAMINACIÓN.....	26
2.7.3.1	Calidad del agua.....	26
2.7.3.2	Desechos sólidos.....	26
2.7.3.3	Calidad del aire.....	26
2.7.4	EFFECTOS EN LA COMUNIDAD.....	26
2.7.4.1	Trabajo.....	27
2.7.4.2	Riesgo Ambiental.....	27
<b>2.8</b>	<b>MARCO REGULATORIO.....</b>	<b>28</b>
<b>2.9</b>	<b>SECTOR INSTITUCIONAL.....</b>	<b>28</b>
<b>2.10</b>	<b>CERTIFICACIONES DE CALIDAD.....</b>	<b>30</b>
2.10.1	CAFÉ ORGÁNICO.....	30
2.10.2	CAFÉ DE COMERCIO JUSTO (FAIRTRADE/FLO).....	31
2.10.3	CAFÉ RAINFOREST ALLIANCE - RFA.....	31

2.10.4 CERTIFICADO UTZ.....	31
2.11 TÉCNICAS DE APROVECHAMIENTO.....	32
2.11.1.1 Planes de Manejo de Subproductos.....	32
2.11.1.2 Tendencias Internacionales.....	33
2.11.1.3 Tendencias Regionales.....	34
2.11.1.4 Nacionales.....	35
2.11.2 BIODIGESTOR.....	36
2.11.2.1 Biogás.....	37
2.11.2.2 Ventajas de los biodigestores y biofertilizante.....	37
2.11.2.3 Desventajas de los biodigestores y biofertilizante.....	37
2.11.2.4 Aplicación en el café.....	38
2.11.3 ABONO ORGÁNICO.....	38
2.11.3.1 Tipos.....	38
2.11.3.2 La Lombricultura o el Vermicompost.....	39
2.11.3.3 Humus de Lombriz Roja.....	40
2.11.3.4 Insumos necesarios para producir Vermicompost.....	41
2.11.4 TRATAMIENTO DEL AGUA.....	42
2.12 PLANES DE MANEJO DE SUBPRODUCTOS.....	43
2.12.1 BECOLSUB.....	43
2.12.2 COMSA.....	43

## **CAPÍTULO III. METODOLOGÍA**

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	45
3.2 ENFOQUE.....	45
3.3 ALCANCE.....	45
3.4 MÉTODO.....	46
3.5 DISEÑO.....	46
3.5.1 REVISIÓN DE DOCUMENTACIÓN BASE.....	47
3.5.2 SELECCIÓN DE DOCUMENTACIÓN Y RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	48
3.5.3 ESTUDIOS ESTADÍSTICO Y DE COSTOS.....	48
3.5.3.1 Estudio Estadístico.....	49
3.5.3.2 Estudio de Costos.....	49
3.5.4 ANÁLISIS COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS.....	50

3.5.5	FORMULACIÓN DE PROPUESTA .....	50
3.5.6	POBLACIÓN Y MUESTRA .....	50
<b>3.6</b>	<b>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS .....</b>	<b>51</b>
3.6.1	MUESTREO.....	51
3.6.2	ENTREVISTAS .....	51
3.6.3	PROYECCIONES MEDIANTE UN MODELO DE REGRESIÓN.....	52
3.6.3.1	Estadísticos .....	54
3.6.3.2	Variables.....	54
3.6.4	TABLAS DE COSTOS Y PRESUPUESTO .....	55
3.6.5	ANÁLISIS FINANCIERO.....	55
3.6.5.1	Flujo de caja .....	55
3.6.5.2	VAN y TIR.....	55
<b>3.7</b>	<b>FUENTES DE INFORMACIÓN.....</b>	<b>55</b>
3.7.1	FUENTES PRIMARIAS .....	55
3.7.2	FUENTES SECUNDARIAS .....	56

## **CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y RESULTADOS**

<b>4.1</b>	<b>ANÁLISIS.....</b>	<b>57</b>
4.1.1	ENTREVISTAS .....	57
4.1.2	DIAGNÓSTICO DE LA FINCA.....	58
4.1.2.1	Datos generales en la finca Santa Bárbara .....	58
4.1.2.2	Producción de café en la finca Santa Bárbara.....	59
4.1.2.3	Análisis de correlación de los factores de producción .....	61
4.1.2.4	Análisis de la tendencia de la producción de la finca .....	61
4.1.3	COSTOS.....	64
4.1.3.1	Costos Operativos de la finca Santa Bárbara.....	64
4.1.3.2	Costos de Técnicas de Aprovechamiento de Subproductos .....	65
4.1.3.3	Costos de Sistema de Manejo Tradicional .....	65
4.1.4	LA PRODUCCIÓN EN LA FINCA.....	66
4.1.5	LOMBRICOMPOST .....	67
4.1.6	BIODIGESTOR .....	67
<b>4.2</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>67</b>
4.2.1	ENTREVISTAS .....	67
4.2.2	PRODUCCIÓN DE SUBPRODUCTOS.....	69

4.2.3	PRESUPUESTOS.....	70
4.2.4	INVERSIÓN REQUERIDA.....	70
4.2.5	ESTADO DE RESULTADOS DE LA PRODUCCIÓN.....	71
4.2.6	PRODUCCIÓN LOMBRICOMPOST .....	71
4.2.7	PRODUCCIÓN BIODIGESTOR .....	72

## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1	CONCLUSIONES .....	74
5.2	RECOMENDACIONES .....	76

## **CAPÍTULO VI. APLICABILIDAD**

6.1	PROPUESTA: PLAN DE MANEJO DE SUBPRODUCTOS DEL BENEFICIADO DEL CAFÉ, FINCA SANTA BÁRBARA.....	78
6.1.1	INTRODUCCIÓN .....	78
6.1.2	LÍNEA DE ACCIÓN.....	79
6.1.2.1	Estudio Legal.....	79
6.1.2.2	Aspecto Ambiental.....	79
6.1.2.3	Manejo Sustentable y Reducción del Potencial Contaminante.....	80
6.1.3	OBJETIVO .....	81
6.1.4	DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA .....	81
6.1.4.1	Pilas Lombricompost .....	82
6.1.4.2	Biodigestores.....	82
6.1.5	PRESUPUESTOS DE IMPLEMENTACIÓN.....	83
6.1.6	ESCENARIOS FINANCIEROS.....	84
6.1.7	CRONOGRAMAS DE EJECUCIÓN .....	86

<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>88</b>
---------------------------	-----------

## **ANEXOS**

ANEXO 1 .....	92
ANEXO 2 .....	93
ANEXO 2.1. LA ENTREVISTA.....	93
ANEXO 2.2. ENTREVISTA A PRODUCTORES.....	95
ANEXO 2.3. ENTREVISTA A TÉCNICOS .....	96

ANEXO 2.4. RESULTADO DE LAS ENTREVISTAS .....	97
ANEXO 3 .....	98
ANEXO 4 .....	99
ANEXO 5 .....	100
ANEXO 6 .....	102
ANEXO 7 .....	103
ANEXO 8 .....	104
ANEXO 9 .....	105
ANEXO 10 .....	107
ANEXO 10.1. RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO DE LOMBRICOMPOST .....	107
ANEXO 10.2. RECOMENDACIONES PARA INSTALAR UN BIODIGESTOR.....	108
ANEXO 11 .....	110
ANEXO 12 .....	113
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>114</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>115</b>

# CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

## 1.1 INTRODUCCIÓN

La evaluación tiene el fin de comparar los beneficios de la aplicación de técnicas para aprovechar los subproductos del beneficiado del café, ya que hasta el momento se desconoce de algún estudio comparativo, en términos de costos, recursos e impacto en el ambiente, entre dichas técnicas y los métodos tradicionales empleados en las zonas caficultoras de Honduras.

Se hace una descripción del marco institucional que existe dentro del país, en cuanto al apoyo que se da a este tipo de iniciativas orientadas a prácticas sostenibles. Esto en base a la identificación de normativas o leyes, mecanismos de financiamiento, organismos de cooperación internacional, cooperativas productoras y oficinas del estado relacionados a esta temática.

Asimismo, se presenta una descripción técnica del proceso de beneficiado tradicional, haciendo una comparación con procesos sostenibles en cuanto al aprovechamiento de los subproductos generados; y también, se ofrece una descripción técnica del ciclo productivo del café.

Se determina la viabilidad de aplicar varias técnicas o procesos para el beneficiado ecológico del café, y a la vez, se analiza si existe una reducción de costos operativos y de producción, así como una buena utilización de recursos al emplear los subproductos que se generan en el procesamiento del café.

En el Capítulo I se plantea la esencia de la investigación, el porqué es importante desarrollar este tema en la perspectiva de la producción de café, ya que es ahí donde surge el interés por este tema.

En el Capítulo II, se expone el marco teórico, la información que se ha recopilado al respecto y la vinculación de esta con el proceso que se propone más adelante.

En el Capítulo III, se describe el proceso y las técnicas que se emplearán para establecer los valores base del estudio.

En el Capítulo IV, se exponen los resultados y análisis a los que se llegará aplicando los procesos de la sección anterior, y mediante esto se determina si es posible generar beneficios con las técnicas investigadas y documentadas en el Capítulo II.

En el Capítulo V, se presentan las conclusiones a las que se llega con la investigación y que generan las recomendaciones para el desarrollo de un plan de manejo de Subproductos del beneficiado de café.

En el Capítulo VI, se expone el producto final del estudio, se describe el plan de manejo de Subproductos de café y el modo de implementación al proceso productivo de la Finca Santa Bárbara.

## 1.2 ANTECEDENTES

Honduras ha sido siempre una tierra rica en recursos naturales y los frutos del trabajo de la tierra su principal fuente de ingresos. Debido a las condiciones ambientales y geográficas el café, uno de los principales productos de exportación y fuente de divisas para el país, ha sido favorecido con la fertilidad de este suelo.

Según algunas recopilaciones de registros históricos, en la administración colonial el café fue haciendo su aparición en suelo hondureño a mediados del siglo XVIII, ya que las condiciones ambientales eran favorables para el desarrollo de la planta y a lo largo del tiempo se extendió su cultivo a casi todo el territorio nacional, alcanzando la importancia económica que ostenta en la actualidad.

La caficultura es una actividad vital para alrededor de 100,000 grupos familiares en el país y de manera directa e indirecta es un importante generador de actividad económica. En la actualidad, Honduras es considerada como uno de los principales productores de café en el mundo. (IHCAFE, 2012)

La gran mayoría de productores de café están constituidos en grupos familiares, los cuales emplean métodos tradicionales. En contraste, el sector institucional del café, representado por varias asociaciones de productores y el Instituto Hondureño de Café, promueven algunas prácticas para reducir la contaminación de las fuentes de agua y el suelo a través de aportes técnicos, que emplean algunos de los subproductos que surgen en el ciclo de producción de café.

Asociaciones independientes como COMSA (Café Orgánico Marcala) y algunos proyectos privados, han ido implementando técnicas para reducir la cantidad de agua que se contamina con el mucílago (aguas mieles) por el proceso de beneficiado, a la vez que promueven la reutilización de los subproductos en el ciclo de mantenimiento de las fincas.

Muchas de estas iniciativas están auspiciadas por ONG's y no se enmarcan en estrategias nacionales para el mejor aprovechamiento de los recursos y potenciar el sector productivo del café. Asimismo, no existe una política nacional para los productores de café relacionada específicamente a esta temática y la mayoría aplica o no, de manera unilateral, los procesos a los cuales tiene acceso.

La finca Santa Bárbara, que se encuentra ubicada en la comunidad de Los Puentes, municipio de San Luis, Comayagua, es una finca de café de 35 manzanas cultivadas y cinco adicionales para vivienda, bodega, cuarteles para trabajadores y el beneficio. Esta se localiza en una zona de bosque tropical húmedo, a una altura alrededor de los 1,300 metros sobre el nivel del mar, y es una de las zonas más activas en la producción de café en el departamento.

En la comunidad de Los Puentes, aledaña a la zona de la finca, viven alrededor de 300 personas cuya principal actividad económica ha sido el cultivo del café, y en menor escala, cultivos de frijoles y maíz fuera de la temporada de corte de café, y otros cultivos de subsistencia, haciendo uso de los recursos que se encuentran localmente.

Además, en la zona de la finca, existe una vertiente que es aprovechada para el beneficiado del café, y posteriormente se une a una quebrada de la cual hacen uso las personas de comunidades río abajo. El suelo es franco arcilloso con una buena capa de manto vegetal constituido por hojas de árboles de hoja ancha, como la guama, y por su consistencia mantiene la humedad de los estratos superiores.

La finca tiene alrededor de 30 años en producción y comenzó como una pequeña plantación de cinco manzanas la cual fue expandiéndose poco a poco. En sus inicios no contaba con la infraestructura mínima para procesar el café, por lo que éste era trasladado a otro lugar para procesar, y en años posteriores, se realizó la inversión de construir un beneficio básico con sus pilas y canal de correteo.

Las instalaciones hechas en la finca aún siguen siendo utilizadas y actualmente se cuenta, desde hace nueve años, con una máquina de beneficiado ecológico que ha mejorado el proceso, reduciendo el consumo habitual de agua y el rendimiento del grano obtenido. Asimismo, en este sistema la concha resultante es empleada como abono orgánico aunque no de una manera procesada, y las aguas mieles se depositan en pilas de absorción, que debido a las condiciones del suelo filtran el agua muy lentamente y en algunas ocasiones han llegado a rebalsarse, ya que esta solamente se acumula en lugar de ser tratada para su reutilización o para devolverla a la vertiente.

El proceso de separar el grano de café se conoce como beneficiado, este necesita mucha agua, la cual no puede verterse directamente en los afluentes naturales; ya que después del proceso esta contiene el fermento de la película acuosa que recubre al grano (mucílago), y dependiendo del tipo de tecnologías empleadas, esta también puede ir mezclada con la pulpa y otro material orgánico.

Cabe mencionar, que no se conoce o aún no se ha evaluado formalmente cuánto representa en costos e inversión la aplicación de estas técnicas en el proceso de beneficiado del café y qué beneficios puede generar.

### 1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Para dar inicio a la investigación, en este apartado se expone la temática enmarcada en el problema, las necesidades subyacentes y se conciben las interrogantes que guían al estudio para dar una solución a la problemática expuesta.

#### 1.3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA

En la finca Santa Bárbara, ya existe un sistema de beneficiado ecológico, que se basa en una máquina despulpadora, Penagos 5000, que separa de manera muy eficiente el grano de la pulpa y el mucílago (aguas mieles). Empleando este tipo de maquinaria en el proceso se genera un mejor rendimiento del grano seleccionado, mayores cantidades de pulpa y menores cantidades de aguamieles.

La concha resultante del beneficiado ecológico se acumula en un área techada, siguiendo las normas estatales para el manejo básico de este subproducto. Posteriormente a su almacenamiento en el área techada y luego de la evaporación de la mayor parte del agua que la acompaña, la concha o pulpa es empleada directamente como abono orgánico, pero sin seguir algún proceso que permita obtener un abono con mejores rendimientos.

Por otro lado, las aguas mieles son depositadas mediante un canal de drenaje hacia pilas de absorción, que no son más que fosas excavadas en el suelo de la finca, en las que las aguas se asientan lentamente hasta que son filtradas por los estratos porosos del suelo. Pero por la naturaleza arcillosa del suelo de la zona, el proceso de filtrado ocurre muy lentamente y las aguas mieles tienden a acumularse y a sobrepasar el nivel de las pilas, corriéndose el peligro de ser vertidas en las corrientes de agua cercanas. Debido a las circunstancias descritas y a que no se ha implementado un método efectivo para disponer de la mejor manera este subproducto. El manejo de las aguas mieles es el mayor problema de la finca.

Además, no se sabe o no se tiene un estudio preciso del costo de tratar estos subproductos (aguas mieles y pulpa), que refleje cómo afecta a la inversión en producción. Tampoco se ha cuantificado que beneficios económicos se pueden obtener procesándolos como insumos en algún subproceso que podría ser implementado en el proceso de beneficiado, haciendo a este mucho más eficiente.

Cabe resaltar, que eliminar estos subproductos, tiene un costo operativo importante en el proceso, pues requiere de recurso humano y espacio físico. Asimismo, al no tratarlos adecuadamente se corre el peligro de dañar al ambiente; y por este motivo, la finca puede incurrir en multas ambientales y en la posible pérdida de certificaciones o beneficios asociados a la imagen, debido falta de buenas prácticas en el manejo del proceso de beneficiado del café.

El manejo de subproductos del beneficiado del café, ha tenido una débil promoción por parte del sector Institucional, ya que no se ha establecido un marco regulatorio fuerte y las iniciativas que se han llevado a cabo no han alcanzado a grandes sectores. Aunque hay mucha información y estudios relacionados, estos no han sido aprovechados por el sector productivo, el cual en su mayoría sigue empleando prácticas tradicionales o aplicando métodos de manera inadecuada, asociado a cuestiones culturales o por bajos recursos.

### 1.3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Dada la problemática expuesta se identifica o formula, como problema de investigación, lo siguiente:

- Se carece de un sistema de aprovechamiento de subproductos de café que permita a la finca Santa Bárbara generar beneficios económicos reduciendo los costos operativos y maximizando su inversión.

### 1.3.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

De los antecedentes y las necesidades que subyacen a la temática expuesta, surgen una serie de interrogantes; que buscan orientar el estudio para encontrar una solución, basada en una propuesta de manejo de los subproductos del beneficiado del café, como respuesta a la problemática que vive la finca Santa Bárbara. A continuación, se plantean las interrogantes a las que se busca dar respuesta mediante el estudio.

#### 1.3.3.1 Pregunta Principal

Como pregunta principal, relacionada u orientada a solventar el problema de investigación formulado, tenemos:

- ¿Qué técnicas pueden generar beneficios económicos haciendo uso los subproductos del beneficiado del café (aguas mieles y pulpa) en la finca Santa Bárbara?

#### 1.3.3.2 Preguntas Secundarias

Las preguntas secundarias que desglosan la interrogante principal, están relacionadas a los aspectos de la implementación de técnicas para el manejo de los subproductos del beneficiado del café en la finca Santa Bárbara. Estas preguntas son:

- ¿Cuáles son los factores que limitan la aplicación de técnicas para el aprovechamiento de los subproductos de beneficiado del café?
- ¿Cuánto se requiere invertir para poder implementar estas técnicas?
- ¿Qué técnicas puede emplear la finca Santa Bárbara considerando los recursos con que esta cuenta?
- ¿Cuál sería la mejor alternativa a incluir el plan de manejo de la finca permitiendo obtener los beneficios esperados?

## 1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO

Partiendo de la pregunta primaria se formula el objetivo principal o general y de las preguntas específicas se formulan los objetivos secundarios o específicos; los cuales servirán de guía en la búsqueda de una propuesta como solución a la problemática que atañe a finca Santa Bárbara.

### 1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Como objetivo principal o general se plantea lo siguiente:

- Fortalecer la Finca Santa Bárbara a través de un plan de manejo de subproductos del beneficiado del café, que permita el desarrollo económico desde una perspectiva sostenible.

### 1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Como objetivos secundarios o específicos, para alcanzar el objetivo general, tenemos:

- Identificar los factores que influyen positiva o negativamente al implementar en técnicas de aprovechamiento de subproductos del beneficiado.
- Analizar cuáles son las inversiones mínimas que requieren las técnicas de aprovechamiento de subproductos.
- Definir las mejores técnicas que se puede implementar en el beneficiado del café aprovechando los recursos disponibles en la zona para manejar subproductos.
- Proponer un plan de manejo de los subproductos de beneficiado del café para la finca.

## 1.5 HIPÓTESIS Y VARIABLES DE ESTUDIO

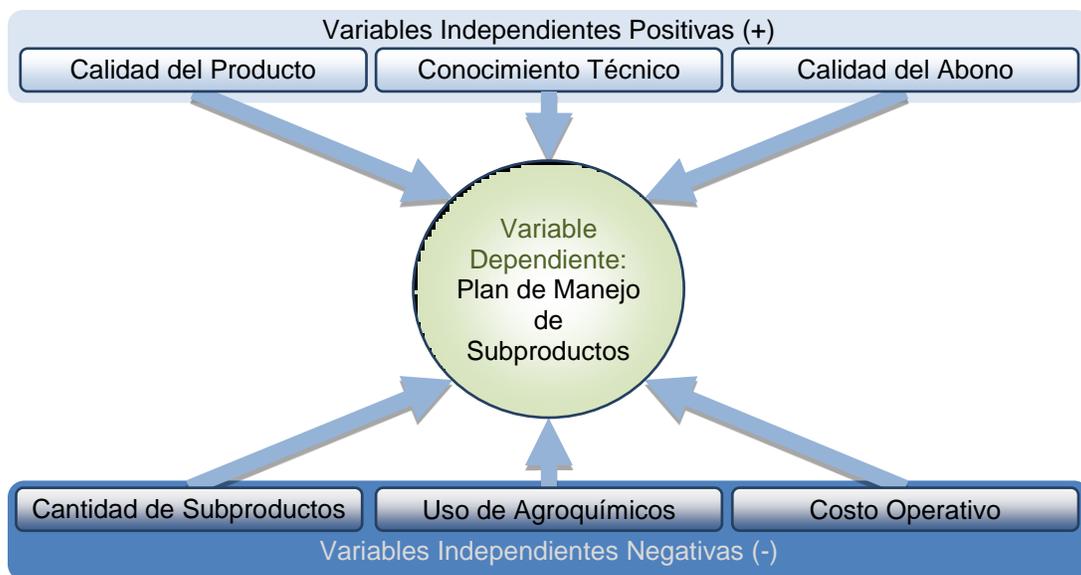
### 1.5.1 HIPÓTESIS

De la definición, las interrogantes planteadas y los objetivos establecidos para guiar la búsqueda de una solución al problema formulado, surge o subyace la siguiente hipótesis de estudio que se pondrá a prueba para demostrar su validez:

- Aplicando técnicas para el aprovechamiento de subproductos de beneficiado del café, como las aguas mieles y la pulpa, se obtiene beneficios económicos que maximizan la inversión, al reducir los costos operativos.

La hipótesis presentada, es de tipo causa efecto por lo que se debe buscar los principales causales que provocan que ésta sea cierta.

### 1.5.2 VARIABLES DE ESTUDIO



**Figura 1. Relación de variables de estudio**

Las variables mostradas en la Figura 1, son empleadas para validar las hipótesis expuestas, midiendo los resultados obtenidos en el análisis estudio se presentan a continuación.

### 1.5.2.1 Variable Dependiente

- **Plan de Manejo de Subproductos:** La maximización de los beneficios económicos producidos por la aplicación de técnicas para el aprovechamiento de los subproductos del beneficiado del café.

### 1.5.2.2 Variables Independientes

Las variables independientes ligadas a este estudio, que influyen directamente sobre la variable dependiente, se enumeran a continuación.

- **Costo Operativo:** Variable negativa que representa el costo relacionado al funcionamiento de la finca, como insumos, mantenimiento y consumo energético.
- **Uso de Agroquímicos:** Variable negativa que representa el nivel de uso de pesticidas, herbicidas y abonos químicos que se emplean en el proceso productivo del café.
- **Cantidad de Subproductos:** Variable negativa que representa la acumulación de subproductos del beneficiado del café, como las aguas mieles o la pulpa de café.
- **Calidad del Abono:** Variable positiva que representa la cantidad de abono de mayor compatibilidad con el suelo de la finca, que aumenta el rendimiento de la producción del café.
- **Conocimiento Técnico:** Variable positiva que representa el nivel de especialización en técnicas y procesos para el aprovechamiento de los subproductos del beneficiado del café.
- **Calidad del Producto:** Variable positiva que representa el nivel de estándares de calidad el proceso de beneficiado de café.

### 1.5.2.3 Relación entre Variables

Las variables identificadas, ilustradas en la Figura 1, presentan una relación de tipo causa efecto con relación de la hipótesis planteada. A continuación, se describe la relación entre estas variables.

- **Relación Costo Operativo – Plan de Manejo de Subproductos**

Al reducir los costos de insumos, mantenimiento y consumo energético se genera un ahorro que nos permite aprovechar mejor la inversión.

- **Uso de Agroquímicos – Plan de Manejo de Subproductos**

La cantidad de agroquímicos empleados representa costos y afecta la calidad del suelo, el agua y la salud de las personas por acumulación de sustancias nocivas en el ambiente.

- **Cantidad de Subproductos – Plan de Manejo de Subproductos**

La cantidad de subproductos (aguas mieles o pulpa) vertidos o depositados en el ambiente conlleva un costo por su manejo y afecta, en el caso de las aguas mieles la demanda química de oxígeno del agua, y en el caso de la pulpa, su mal manejo genera malos olores y la proliferación de vectores, como las moscas, que pueden provocar enfermedades.

- **Calidad del Abono – Plan de Manejo de Subproductos**

La cantidad abono de mayor compatibilidad con el suelo de la finca aumenta el rendimiento de la producción proveyendo de una mejor nutrición a los cafetos, es decir, se obtiene mayores rendimientos de uva al mismo tiempo que una planta más sana.

- **Conocimiento Técnico – Plan de Manejo de Subproductos**

Un personal con mayor conocimiento técnico sobre el aprovechamiento de subproductos del beneficiado del café hace un mejor el uso de los recursos, maximizando la inversión, y a la vez, se vuelve más competente.

- **Calidad del Producto – Plan de Manejo de Subproductos**

Desarrollar un proceso más eficiente eleva los estándares de calidad y facilita una certificación que eleva el perfil competitivo de la finca facilitándole entrar a mejores mercados.

## 1.6 JUSTIFICACIÓN

Mediante la investigación se pretende dar una solución al problema formulado; por lo cual, se exploran técnicas de aprovechamiento de subproductos del beneficiado del café, específicamente la pulpa y las aguas mieles, para ver cuáles permiten generar un ahorro o una reducción de costos mediante el uso eficiente de estos subproductos. Se formula una propuesta de sistema de manejo los subproductos del beneficiado del café, basada en la selección de algunas de estas técnicas. Y finalmente, se cuantifica la inversión necesaria y se investigan las fuentes de financiamiento a las que se puede acceder para implementar la propuesta sugerida.

Directamente el estudio beneficiara al productor de la Finca Santa Bárbara con la reducción de sus costos operativos en cuanto al manejo y disposición de subproductos; pero a la vez, el estudio tiene un mayor alcance al comparar los resultados obtenidos, en términos de costos, al implementar técnicas de aprovechamiento de subproductos del beneficiado en otras fincas con condiciones similares, y proyectar a nivel nacional los efectos económicos y ambientales que esto puede provocar al promover estas prácticas a los grandes sectores organizados como las cooperativas cafetaleras o las sociedades caficultoras.

Mediante la propuesta formulada en estudio, se prevé cambiar la forma en que actualmente se manejan los subproductos del beneficiado en la finca Santa Bárbara, ya que este es un problema común que afecta los caficultores, pues representa a causa de potenciales daños al ambiente y genera gastos operativos que no aportan ningún beneficio a la actividad productiva del café. Con el uso eficiente de los subproductos, se busca eliminar dichos inconvenientes y maximizar la inversión hecha en el proceso productivo.

Con un sistema de manejo eficiente de los subproductos del beneficiado del café, estos dejan de ser un desecho y se convierten en una materia prima que puede ser empleada como base para abonos orgánicos o para producir energía renovable; provocando una reducción en el uso de fertilizantes químicos, que aparte de ser costosos pueden causar daños al suelo, o puede provocar una reducción del uso de energía del tendido eléctrico o de otras fuentes como la leña, reduciendo de esta manera la fuga de divisas y las emisiones de carbono.

Siendo la producción de café una actividad vinculada directamente al trabajo de la tierra y en contacto con la población rural, se hace necesario plantear cómo esta relación puede mejorar y volverse más eficiente; ya que constantemente se acrecienta el uso de suelos en actividades de cultivo. Asimismo, la población es un elemento que igualmente está en constante crecimiento y no se puede o debe mantener métodos que no aprovechen bien los recursos, que generen desperdicios, y que a la larga, provoquen más problemas y exijan soluciones de mayor costo para los productores.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 EL CAFÉ

El café es una bebida estimulante, extraída generalmente por infusión de las semillas tostadas y molidas de la cereza del cafeto. Su expansión por el mundo está ligada con los peregrinos musulmanes, quienes lo llevaban consigo a sus procesiones a la Meca trasladándolo desde las planicies de Abisinia en Etiopía y por lo cual la especie silvestre más conocida es la *Coffea Arábica* (Inglés, 2012).

En Europa se expandió rápidamente a través de los comerciantes holandeses, quienes manejaban el mayor comercio mundial en el siglo XVII, y que lo cultivaron en sus colonias en el pacífico y posteriormente en las colonias en América. Hoy en día, los de centro y Sudamérica son los principales productores del aromático, siendo Guatemala y Honduras los mayores productores en Centroamérica, y Brasil y Colombia los más grandes productores del continente.

Según el IHCAFE, la presencia del café en Honduras puede rastrearse a inicios del siglo XIX a través de una cita alabando la calidad del café sembrado en suelo nacional, mencionada en el Anuario Estadístico de Honduras de Antonio R. Vallejo, publicado de 1889 a 1893. Dicha cita está en el censo de 1804 levantado por el Gobernador, Intendente y Comandante General Don Ramón de Anguiano (Ponce, 2001). Así que existe una larga vinculación del cultivo con nuestra gente.

El primer registro oficial que existe es de 1844, durante la administración de Don Coronado Chávez y el Dr. Marco Aurelio Soto, cuando se tomaron las primeras medidas para estimular su cultivo y comercialización a Estados Unidos de América (Análisis de la Cadena del Cafe en Honduras, 2003).

## 2.2 CARACTERÍSTICAS DEL CAFÉ

### 2.2.1 LA PLANTA

El cafeto es un arbusto o árbol pequeño, de hoja perenne, que puede alcanzar más de ocho metros de altura en estado silvestre, pero para el manejo efectivo se mantiene a una altura no mayor a tres metros. Según la Guía técnica para el cultivo del café (Guía técnica para el cultivo del café, 2011), para cultivo se puede establecer una densidad de 5,000 plantas por hectárea en distancia de 2.0 metros entre hileras por 1.0 metro entre plantas (3,500 plantas por manzana). En Honduras, la mayoría de las plantaciones se mantienen entre dos a 2.5 metros. Las ramas se distribuyen alrededor de un tronco central. Sus hojas son de forma elíptica, de color oscuro y coriáceo.

A partir del cuarto año de crecimiento comienza a florecer, las flores son de un color blanco intenso y de un fuerte aroma dulzón; dependen mucho de la polinización por insectos, ya que el fuerte aroma de la flor atrae mucho a las abejas y demás insectos recolectores de polen.

El fruto o fresa del café, se desarrolla 15 semanas después de la floración, en una plantación es poco común que se dé una floración pareja, generalmente se da por lotes o secciones. El fruto en desarrollo comienza a ganar materia sólida a partir de la duodécima semana y acumulará materia sólida en el curso de varios meses, en los cuales la planta mantiene una intensa fotosíntesis produciendo energía, aproximadamente 35 semanas después de la floración el fruto madura totalmente atrayendo casi la totalidad de la energía producida por la fotosíntesis.

### 2.2.2 CARACTERÍSTICAS DEL GRANO

El grano de café pasa por el proceso de beneficiado y secado lo que le ayuda a conservar las cualidades especiales que lo hacen una bebida tan popular, estas cualidades son identificadas en la catación.

### 2.2.2.1 El Aroma

El sentido del gusto va muy de la mano del sentido del olfato, los receptores olfativos atrapan pequeñas partículas en el aire que estimulan al sentido, según los catadores un gran experto puede identificar más de 1,000 olores distintos, algo que requiere mucha práctica.

**Tabla 1. Aromas del café**

<b>Fragancia</b>	<b>Aroma</b>	<b>Destilación</b>
Florales	Frutos Secos	Terpenos
Afrutadas	Acaramelados	Especies
Vegetales	Jarabes	Carbones
Herbáceas	Cereales	

Fuente: alimentacion-sana.org

Estos aromas se ven influenciados por diversos factores: humedad, fermentación, beneficiado y tostado.

### 2.2.2.2 El Cuerpo

El cuerpo es una sensación táctil causada por la densidad de la bebida y por los elementos en suspensión, esencialmente grasas y aceites. En función de su mayor o menor contenido de grasas en suspensión un café lo podemos calificar de grueso o mantecoso, liso, y delgado o acuoso.

El cuerpo hace referencia al “peso” del café dentro de la boca. Un café con cuerpo delgado tiene un sabor que no tiende a permanecer, mientras que un café de cuerpo grueso dejará mayor sabor y peso en la lengua, la sensación del mismo dura más tiempo.

### 2.2.2.3 El Sabor

El sabor de un café puede reconocerse en las distintas partes de la boca, percibiendo matices cítricos, a cacao, a bayas, entre muchos otros. Algunos sabores son apreciables fácilmente, sin embargo hay otros que son más sutiles. Un factor que afecta

notablemente al sabor del café es el grado de tostado, que determina en gran medida un sabor más o menos sutil.

**Tabla 2. Sabores del café**

Dulce	Salado	Acido	Amargo
Proteínas	Potasio	Clorogénico	
Carbohidratos	Fosforo	Cítrico	Fenoles
	Calcio	Tartárico	Trigonelina
		Málico	

Fuente: alimentacion-sana.org

#### 2.2.2.4 La Acidez

En términos de catas, no se refiere al pH del café, sino a la propiedad que posee de transmitir determinadas sensaciones en la boca. Para transmitirnos una determinada sensación en la boca, la acidez se siente en los lados y la punta de la lengua. Los cafés con acidez alta se definen como brillantes y chispeantes. Mientras que los cafés con acidez baja se sienten blandos. (Duicela, Castillo, Talledo, & Avellán, 2010)

### 2.3 UBICACIÓN EN EL MERCADO

El informe oficial del IHCAFE de la cosecha 2010-2011 ubica al país en el sexto lugar mundial de exportaciones de café y los datos actualizados en el registro de exportaciones de la Organización Internacional del Café mantiene a Honduras entre los 10 mayores exportadores de café de la temporada 2011-2012 ( (TOTAL PRODUCTION OF EXPORTING COUNTRIES, 2012).

Los cafés de Honduras están en la clasificación de Gourmets, exportados principalmente a Alemania, Estados Unidos de América, Bélgica y Japón por sus características de calidad y sabor diferenciadas:

- De estricta altura o Strictly High Grown (SHG), a una altura entre 1,300 y 1,500 metros sobre el nivel del mar.
- De altura o High Grown (HG), entre 900 y 1,300 metros sobre el nivel del mar.

- Estándar o Standard (STD), hasta 900 metros sobre el nivel del mar.

Según datos del Instituto Hondureño del Café, se generan más de un millón de empleos directos e indirectos, empleos temporales que dinamizan la economía de la zona rural en el tiempo de producción y recolección del grano.

## 2.4 CADENA DE VALOR

El ciclo del café es algo complejo, ya que tiene una variedad de actores en cada etapa y rápidamente cambia de actores, pero a grandes rasgos se puede establecer una cadena de valor del proceso que ejemplifique los procesos principales tal como se presenta en la Figura 2.



**Figura 2. Cadena de valor de la producción de café**

### 2.4.1 LA SIEMBRA

La siembra de cafetos se da por partes. Primero se siembran las semillas seleccionada en viveros para darles el cuidado necesario. En el almácigo se desarrolló por alrededor de un mes la plantilla que se convertirá en el arbusto. El tiempo promedio para que un cafeto produzca café de calidad y de manera sostenida es de 3 años. Después de esto, puede producir café por un periodo de 10 a 15 años.

### 2.4.2 LA COSECHA

El café se cosecha una vez al año. La cosecha tiene un ciclo variado según la latitud donde se cultive pero el periodo de cosecha puede abarcar desde Octubre y extenderse en algunos casos hasta marzo. A partir de Marzo, comienza a darse la floración de los cafetos, periodo en el cual las fincas se cubren de un mar blanco de pequeñas flores blancas. Una vez desprendida la flor, que apenas dura unos cuatro días, ocupa su lugar

el fruto. Este se desarrolla a partir de entonces y hasta Octubre, fecha en que inicia nuevamente la cosecha.

#### 2.4.3 EL BENEFICIADO

Este es el primer proceso de industrialización del café, ya que aquí se extrae el grano del fruto en uva, mediante un proceso mecánico que separa la pulpa y su recubrimiento gelatinoso (mucílago) generando otros subproductos.

#### 2.4.4 EL SECADO

El secado puede ser al natural en patios o terrazas dispuestas para que el grano se seque por luz solar (oreado) o mediante maquinas secadoras en las cuales el grano es secado. Ambos procesos son para lograr que el grano llegue a un 12% de humedad, porcentaje en el cual ya no se produce fermentación y puede almacenarse sin peligro.

#### 2.4.5 EL PROCESADO

En esta etapa el grano se separa de su última capa protectora (casulla) y se procede al tostado, aquí el grano ya está listo para distribuirse o para ser molido, según sea la naturaleza del pedido, para ser nuevamente procesado o directamente distribuido.

#### 2.4.6 LA COMERCIALIZACIÓN

En esta última etapa, el café se distribuye en sus diferentes presentaciones, ya sea solo como tostado y molido o para los diferentes productos derivados.

### 2.5 PROCESO BENEFICIADO

Cuando se procede a la cosecha, los frutos tienen un tiempo máximo de 24 horas para ser beneficiados o secados en uva, porque la pulpa que recubre al grano comienza a fermentarse, degradándose rápidamente al punto de cambiar las cualidades deseadas del grano.

### 2.5.1 TIPOS DE BENEFICIADO

El proceso de beneficiado es una transformación primaria en la cual se somete a la uva o cereza del café a varias fases para quitar o eliminar las capas que recubren al grano, sin afectar la calidad y el rendimiento de este. Existen dos maneras de beneficiar el café para extraer las semillas:

- **Secado Natural:** cuando el fruto se seca entero. En este tipo de secado el grano reabsorbe esencias presentes en la pulpa.
- **Lavado o Húmedo:** cuando el fruto se desgrana, se extrae el mucílago, se lava y después se secan sus semillas.

### 2.5.2 BENEFICIADO SECO O NATURAL

El proceso por vía seca consiste en el secado del grano de café en cereza. La cáscara compuesta por la pulpa, el mucílago y el pergamino se retira por medio de una máquina. Para secar el café en cereza se requiere más tiempo, si se compara con el proceso de secado del café por vía húmeda. En Honduras es común que se aplique al grano que no maduró o que fue cortado verde, este café representa la resaca o café que no cumple la calidad deseada.

### 2.5.3 PROCESO BENEFICIADO HÚMEDO

Con el método de lavado, los frutos se desgranar mediante máquinas especiales y después se colocan en tinas con agua para retirar por completo el mucílago mediante fricción. A esto se denomina el beneficio húmedo. Los granos de café después se secan, ya sea de manera tradicional, extendiéndolos en grandes patios para recibir el calor del sol, o bien, con máquinas secadoras. En este punto se obtiene el café oro o pergamino. Los cafés así pueden ser almacenados por grandes periodos de tiempo, sin perder su calidad (o humedad en el caso de ser transportados a otras regiones).

En esencia este proceso tiene cuatro etapas:

#### 2.5.3.1 Despulpe

Se pasa el grano por un sistema rotativo el cual va rozando la pulpa hasta desprenderla totalmente del grano, es importante que se revise la uva antes, para evitar la presencia de objetos extraños y piedras que puedan dañar el equipo. Debe realizarse el mismo día de la recolección; para esto es importante que el grano este completamente maduro, ya que la maquina requiere un ajuste adecuado de calibración con el tamaño del grano en uva.

#### 2.5.3.2 Desmucilaginado

Aquí se pasa al grano por un sistema de cepillos ya sea manual o mecanizado que lava el grano y va retirando el mucilago, el mucilago es como una capa mucosa que recubre al grano, al desprenderse se mezcla con el agua y se produce lo que conocemos como aguas mieles.

Para la fermentación natural del mucilago, los granos de café despulpados (café en baba) se depositan en tanques durante 12 a 18 horas. Durante el proceso, actúan enzimas, bacterias lácticas y levaduras del mucílago que transforman los compuestos pépticos y azúcares que lo componen, en ácidos y alcoholes, que son luego retirados en el lavado. En la fermentación, se hace crítico el tiempo de proceso, ya que si ocurre una fermentación se produce café con aroma y sabor a vinagre, piña madura, cebolla, rancio o Stinker, dependiendo del tiempo en que los granos de café permanezcan sin lavar.

#### **Tabla 3. Composición del mucílago**

Azúcares totales – 50%
Materias pépticas totales – 33%
Celulosas, cenizas, etc. – 17%

Fuente: [academic.uprm.edu/mmonroig](http://academic.uprm.edu/mmonroig)

### 2.5.3.3 Lavado

El lavado se efectúa con el fin de eliminar del grano de café los productos de la fermentación que ocasionan sabor agrio a la bebida de café, si no se retiran rápidamente. Se utiliza agua limpia para evitar la contaminación y el defecto sucio en la bebida de café. En el lavado se da una separación por flotamiento, generalmente en un canal de correteo en el cual el grano de mejor calidad va quedándose en el fondo y rezagándose del grano más delgado o los restos de pulpa que vayan quedando.

### 2.5.3.4 Secado

El secado es muy importante, dado que si el grano conserva aún restos de mucilago, este puede fermentarse por efecto de la humedad y el calor dañando el grano y cambiando su consistencia y calidad. El secado es un proceso que favorece la conservación de la calidad microbiológica y química del café que mantiene las cualidades del mismo durante su almacenamiento y transporte.

El secado disminuye el contenido y la actividad del agua en el café. El grano seco debe contener un 12% de contenido de humedad aproximadamente; ya que porcentajes mayores al 13% favorecen la formación de hongos que deterioran la calidad del producto.

**Tabla 4. Consumo de agua del beneficiado húmedo tradicional**

12.5% - Despulpado
37.5% - Lavado y transporte del grano
50.0% - Transporte de pulpa

Fuente: [academic.uprm.edu/mmonroig](http://academic.uprm.edu/mmonroig)

El beneficiado húmedo es el más extendido en Honduras, aunque siempre requiere una inversión considerable en maquina despulpadora, planta eléctrica o motor y la infraestructura; esta inversión va ligada a la producción de la finca, entre más grande es la plantación, mayor volumen de grano debe ser procesado.

#### 2.5.4 BENEFICIADO ECOLÓGICO

El beneficiado ecológico representa una reducción significativa del agua utilizada en el sistema de beneficiado húmedo, entre menos agua se utiliza, menor es la cantidad que se genera de aguamieles, y aunque aumenta la cantidad de pulpa considerablemente y hay una mayor eficiencia en cuanto al trato del café pergamino que sale del proceso, este ya no necesita otro pase por la maquinaria para retirar el exceso de concha (pulpa) y mucílago que pueda llevar (Adriana Maria Cuervo R., 1997).

La capacidad, y por tanto las dimensiones, de las estructuras para recibo se incrementan en función de la cantidad de café depositado temporalmente en ellas.

La jornada laboral de ocho horas debe incluir el tiempo necesario para realizar la limpieza de los equipos y estructuras. Los operarios de despulpado son especializados en esta operación, se requiere integridad del grupo operativo y por tanto una jornada estándar de ocho horas.

En los sistemas de despulpado son muy comunes las fallas y paradas inesperadas. El tiempo de llenado de las pilas de fermentación debe ser lo más corto posible.

#### 2.6 SUBPRODUCTOS DEL CAFÉ

Antes del beneficiado del café, el método de separar el grano de la cereza era un proceso manual y tardado. En la actualidad existen varios métodos industrializados para procesar la uva de café, a principios del siglo XX, se gestó un proceso industrial que dio pie a la comercialización a gran escala del café; el cual separaba el grano de su recubrimiento carnoso lo que facilitó la comercialización del café.

Este procesamiento necesita de grandes cantidades de agua, por lo que los beneficios suelen estar cerca de ríos y vertientes para asegurarse un suministro constante de agua. Un aspecto negativo de esto es que los desechos generados son arrojados al río, lo cual constituye una fuente de contaminación, ya que la pulpa y las aguas mieles son

materia orgánica que al descomponerse aumentan el contenido de sustancias orgánicas e inorgánicas en el agua. Esta contaminación se extiende por todo el recorrido del río, lo que pone en peligro a quienes dependan de la fuente de agua; esto constituye un grave problema, si tomamos en cuenta que el beneficio Húmedo es el método más empleado en la gran mayoría de países productores de café.

#### 2.6.1 AGUAS MIELES

El mucílago representa el 22% en peso del café despulpado y el 13% del peso del grano maduro y contribuye con el 28% de la contaminación generada por el beneficio húmedo tradicional del café, lo que equivale en promedio a una demanda química de oxígeno (DQO) de 120,000 mg/l. Asimismo, se dice que el beneficio de un kilogramo de café equivale a la contaminación de 5.6 personas adultas en el día (Panta, Regio, & Gil Pichado, 2009).

#### 2.6.2 PULPA

La pulpa representa aproximadamente el 39% del fruto de café. Se obtiene a través del despulpe, cuando se elimina o separa la cáscara de la semilla de café. Es un subproducto abundante, sólido y húmedo que contiene alrededor de 86% de agua.

Normalmente es utilizada como alimento animal, abono orgánico, obtención de cafeína, extracción de proteína, sustancias pépticas y enzimas peptinolíticas. Mediante la hidrólisis de esta se obtiene melaza, y de su fermentación alcohol y extractos para bebidas gaseosas, mermeladas y proteínas unicelulares.

Uno de los mejores abonos que se puede obtener con ella, resulta del uso de aboneras en las que se introducen un cultivo de lombrices rojas californianas (*Eisenia foetida* Savigny), reduciendo el tiempo de procesamiento para abono y generando buenas cantidades de compuestos químicos que son excelentes acondicionadores del suelo. (Rodríguez Valencia, 1999)

### 2.6.3 CASCARILLA

Es el recubierto celuloso que envuelve al grano, y representa aproximadamente el 7% del fruto de café. Su principal característica es el poder calorífico de este material, el cual aporta 4,200 calorías por kilogramo de peso y por sus características físicas y químicas constituye un excelente combustible para ser utilizado en los hornos de las máquinas de secado de café. (Armas Flores, Cornejo Mazariego, & Murcia Zamora, 2008)

De los subproductos anteriormente descritos, la pulpa y el mucílago constituyen aproximadamente el 56% del peso del fruto de café, además son los principales responsables de la contaminación ambiental. Tanto la pulpa como el mucílago poseen un alto contenido de agua y azúcares, lo cual genera procesos acelerados de fermentación, provocando malos olores y proliferación de moscas.

## 2.7 EFECTOS

El beneficiado ineficiente del café genera grandes cantidades de desperdicios, que al ser vertidos en el ambiente, provocan efectos que deterioran la calidad de este. (Rodríguez & Alfaro, 1994). Además, los desperdicios del café pueden llegar a afectar la calidad de vida de las personas tanto las que laboran en las fincas y como las que viven en zonas aledañas; ya que el mal manejo de estos puede incluso, en el peor de los casos, llegar a dañar la salud o disminuir la cantidad de agua disponible.

### 2.7.1 DISPONIBILIDAD DEL AGUA

La disponibilidad del agua se ve afectada, ya que la mayoría de los sistemas de beneficiado son de tipo húmedo y para el procesamiento del café son requeridas considerables cantidades de agua que al salir del proceso no pueden ser vertidas directamente en las fuentes de agua, afectando directamente en la cantidad de líquido que puede ser requerida por las comunidades y por el mismo beneficiado.

## 2.7.2 PLAGAS

La pulpa y cascarilla vertidas en el ambiente se descomponen fácilmente atrayendo a insectos como las moscas, que fácilmente pueden propagar enfermedades, y adicionalmente estos desechos generan malos olores.

## 2.7.3 CONTAMINACIÓN

### 2.7.3.1 Calidad del agua

Afecta su microbiología ya que el cambio químico provocado reduce el oxígeno disuelto (determinado por la Demanda Química de Oxígeno -DQO-) afectando la flora y fauna acuática, asimismo, provoca un cambio en la temperatura promedio de ésta.

### 2.7.3.2 Desechos sólidos

Los desechos sólidos constituidos por la cascarilla y la pulpa del café provocan el brote de insectos endémicos como las moscas y mosquitos, que pueden ser vectores de enfermedades.

### 2.7.3.3 Calidad del aire

La calidad de aire se ve afectada por los árenos producidos en la fermentación de la cascarilla, la pulpa y las aguas mieles del café, especialmente en verano o temporadas calurosas.

## 2.7.4 EFECTOS EN LA COMUNIDAD

El beneficiado del café tiene efectos que pueden percibirse en las comunidades donde se lleva a cabo esta actividad. En el caso del beneficiado ecológico, este proceso le da un mayor grado de calidad al grano de café ya que es más eficiente y limpio, pero también, aumenta la calidad de vida de los trabajadores del rublo porque reduce el desgaste por actividades manuales pesadas, favorece la disponibilidad de agua para

otros usos y reduce el riesgo de contaminación de fuentes de agua por un mal manejo de subproductos como la concha, el mucilago (aguas mieles) y aguas residuales del lavado.

#### 2.7.4.1 Trabajo

La producción del café es una de las actividades económicas más equitativas en cuanto a la distribución de ingresos, impactando a miles de familias dedicadas a la producción del café en varios países del mundo. La actividad productiva del sector del café es una fuente de empleo para muchas personas de las áreas rurales. En Honduras, el rubro del café genera más de un millón de empleos directos e indirectos, lo que representa más del 8% de la generación de empleos del país y un 22% de empleos en las zonas rurales. (IHCAFE, 2012)

Directamente en la finca, al establecerse un sistema de manejo para aprovechar los subproductos del café generados en proceso de beneficiado, se vuelve necesario crear nuevos puestos de trabajo permanentes para el mantenimiento y operación de las instalaciones que este sistema requiera.

#### 2.7.4.2 Riesgo Ambiental

El hecho de reducir la cantidad de materia orgánica que se deja en el medioambiente, producto de la actividad de beneficiado de café, es algo muy significativo, ya que estudios hechos en este aspecto han demostrado que procesar un kilogramo de pulpa de café (incluyendo aguas de lavado y aguas mieles) tiene la capacidad contaminante equivalente al de 5.6 personas al día (Rolando Vasquez, 1997).

La reducción de la materia orgánica residual del beneficiado, mediante su reprocesamiento como abono orgánico para el mismo ciclo de producción, lleva a este proceso a ser más amigable al ambiente causando menores efectos en las comunidades locales, ya que también se da una reducción del uso agroquímicos que podrían afectar los suelos y la salud de las personas.

## 2.8 MARCO REGULATORIO

El sector del café está regido desde 1996 por la Ley de Protección a la Actividad Caficultura, emitida el 22 de Diciembre de 1995, dio pie a la formación del Consejo Nacional del Café (CONACAFE) la cual es una institución pública encargada del diseño, formulación, aprobación y evaluación de la política cafetalera del país, la cual es ejecutada por el Instituto Hondureño del Café (IHCAFE) en el área técnica, empresarial, comercial y de mercadeo y el Fondo Cafetero Nacional (FCN) quien es el brazo financiero del sector encargado de la infraestructura vial y productiva de las zonas cafetaleras del país. Ambas instituciones tiene una larga trayectoria como autoridades reguladoras y promotoras de políticas para el desarrollo de la caficultura nacional.

También está en vigencia, desde el 2005, el compendio de 21 Normas de Café por parte del Organismo Hondureño de Normalización (OHN), trabajo realizado entre la OHN, IHCAFE y CONACAFE; este trabajo estandariza términos y procesos para la cadena de producción del café (ver Anexo 1). Asimismo, la Fiscalía del ambiente en virtud de esos acuerdos, realiza operativos en las zonas productoras verificando que se respeten las normas descritas en la ley.

En muchos países del mundo existe una regulación bien definida para el sector productivo del café que dicta las normas de cómo este debe manejado, considerando las mejores prácticas que se han seguido en otros países con muy buenos resultados, respetando la calidad de vida de las personas y el medioambiente.

## 2.9 SECTOR INSTITUCIONAL

La Actividad de la caficultura en Honduras está coordinada por el Instituto Hondureño del Café promulgada por el decreto N°. 83 de diciembre de 1970 (Ley Orgánica del Instituto Hondureño del Café), que sigue vigente y que establece el marco general en que la actividad se desarrolla. No obstante hay otras leyes que regulan la actividad, en cuanto al uso de tierra y el monitoreo de las condiciones ambientales, desde 1995, por el acuerdo N° 494-95 del 6 de febrero, se estableció que la Secretaría de Agricultura y

Ganadería y Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente; estas junto con el Instituto Nacional Agrario, llevarán a cabo los estudios técnicos y científicos necesarios que permitan tomar medidas razonables que conduzcan a mantener el equilibrio ambiental y el desarrollo en armonía con el medio ambiente. ((INCAE), 1999)

El sector del café está regido desde 1996 por la Ley de Protección a la Actividad Caficultura, emitida el 22 de Diciembre de 1995, dio pie a la formación del Consejo Nacional del Café (CONACAFE) la cual es una institución pública encargada del diseño, formulación, aprobación y evaluación de la política cafetalera del país, la cual es ejecutada por el Instituto Hondureño del Café (IHCAFE) en el área técnica, empresarial, comercial y de mercadeo y el Fondo Cafetero Nacional (FCN) quien es el brazo financiero del sector encargado de la infraestructura vial y productiva de las zonas cafetaleras del país. Ambas instituciones tiene una larga trayectoria como autoridades reguladoras y promotoras de políticas para el desarrollo de la caficultura nacional.

También está en vigencia, desde el 2005, el compendio de 21 Normas de Café por parte del Organismo Hondureño de Normalización (OHN), trabajo realizado entre la OHN, IHCAFE y CONACAFE; este trabajo estandariza términos y procesos para la cadena de producción del café (Ver Anexo 1).

Parte los caficultores registrados están agrupados en cuatro grandes organizaciones gremiales que agrupan a más de 10,000 productores registrados. Estas son:

- La Asociación Hondureña de Productores de Café (AHPROCAFE),
- La Asociación Nacional de Caficultores de Honduras (ANACAFEH),
- La Central de Cooperativas Cafetaleras de Honduras (La Central) y
- La Unión Nacional de Cooperativas (UNIOCOOP).

Estas están distribuidas en 253 municipios en los 15 departamentos del país en que se realiza la producción de café. (IHCAFE, 2012)

## 2.10 CERTIFICACIONES DE CALIDAD

Actualmente existe una gran preferencia hacia los cafés certificados, los que han ido creciendo por el grado de calidad del producto. La producción de café certificado en los últimos años ha crecido significativamente en toda la región productora (EMA, 1999).

El consumo de cafés certificados aumenta anualmente, ya que en la actualidad los consumidores muestran gran interés por los sellos asociados a la alta calidad y a buenas prácticas en características sociales, económicas y ambientales que estos representan. La certificación representa el compromiso del productor con su finca en base a los tres pilares de la sostenibilidad: el económico, ambiental y social.

“En 2009, el 8% del café verde exportado contaba con alguna forma de alegación creíble de sostenibilidad. La mayor cuota de mercado la ostentan los Países Bajos, donde el 40% del café que se vende en la actualidad está certificado. En los Estados Unidos, el mayor mercado único del mundo, el 16% de las importaciones de café verde están certificadas, mientras que en Dinamarca, Suecia y Noruega ya superan el 10%. La cuota de mercado en Alemania se sitúa en torno al 5%. La penetración del café certificado en el mercado es mayor Europa del Norte que en Europa del Sur.” (Pierrot, Giovannucci, & Kasterine, 2011)

Los certificados son extendidos por firmas auditoras independientes, las cuales emiten su aprobación después de evaluar el estado de la finca, hacer una lista de recomendaciones y verificar el cumplimiento de las mismas. Las certificaciones que actualmente existen en Honduras son:

### 2.10.1 CAFÉ ORGÁNICO

Los cafés orgánicos son aquellos granos de café que se cultivan sin el uso de pesticidas o fertilizantes, utilizando solo métodos naturales. El cultivo de café orgánico se rige por normas internacionales de producción e industrialización que son vigiladas bajo un sistema de certificación que garantiza el consumo de café de alta calidad sin insumos

de síntesis química y la protección del medio ambiente. La Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica (IFOAM) con sus diversas afiliadas en todo el mundo es quien certifica que los productos cumplan con la norma de cero agroquímicos.

#### 2.10.2 CAFÉ DE COMERCIO JUSTO (FAIRTRADE/FLO)

El café fue el primer producto en llevar el sello de Comercio Justo, este se destaca porque se centra en el bienestar del pequeño productor, su objetivo es asegurar la subsistencia de él y de su comunidad recibiendo un trato justo y un precio mínimo por su trabajo que cubra sus necesidades. Este es el principal certificado de café orgánico y Fairtrade es la única certificación que ofrece un precio mínimo para cubrir los costos medios de una producción sostenible. Las normas de Fairtrade son también únicas al insistir en la creación de cooperativas de campesinos, acción que implica que éstos tengan mayor influencia a la hora de negociar y la oportunidad de involucrarse en los procesos comerciales.

#### 2.10.3 CAFÉ RAINFOREST ALLIANCE - RFA

El café Rainforest Alliance surgió a mediados de los noventa, como una certificación para cafés amigables con el medio ambiente (bajo una denominación original de Eco-OK) que se denominaban, colectivamente, como “cafés de sombra”. A partir de sus primeros esfuerzos en América Central, este tipo de café se ha expandido rápidamente a otras partes de América Latina y en forma aún más reciente a África y Asia.

Las fincas que buscan la certificación Rainforest Alliance deben aprobar la evaluación de Sustainable Farm Certification, Intl., una organización independiente que audita las fincas bajo las normas de la Red de Agricultura Sostenible

#### 2.10.4 CERTIFICADO UTZ

El certificado UTZ (UTZ Certified) permite a las marcas productoras de café cumplir con la creciente demanda de los consumidores por conocer la protección ambiental y social

de sus productos en tanto que operan en un mercado competitivo y sensible. Provee una forma independiente y creíble de comunicar a sus miembros todo lo relacionado con la compra de su producto certificado, como que productos agroquímicos son usados con seguridad y que prácticas sostenibles son llevadas a cabo en el proceso de producción.

Las certificaciones implican una gran inversión para los propietarios de Fincas, en la mayoría se incentiva a la formación de grupos de productores para facilitar el trabajo y que los beneficios de dichos certificados puedan brindar mejores condiciones de vida a las personas. (FIDE, 2012)

Además de estos certificados, algunos gobiernos exigen a sus productores un certificado nacional para regular la calidad del café producido.

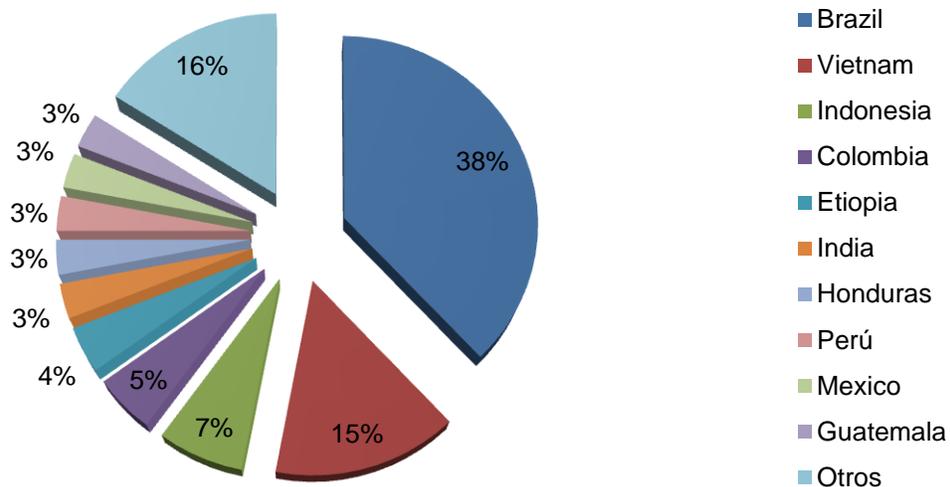
## 2.11 TÉCNICAS DE APROVECHAMIENTO

El cultivo del café está ampliamente extendido a nivel mundial, principalmente en países de clima tropical húmedo, estas son regiones por lo general muy susceptibles a los cambios de clima y ya que el café se extiende en grandes áreas de cultivo, este puede generar amplios efectos en el medioambiente local. El café como todo producto que se comercializa mundialmente pasa por algún proceso de transformación del cual pueden salir subproductos. Estos si son tratados como desecho, se convierten en contaminantes del medioambiente, especialmente para las fuentes de agua y para la salud de las poblaciones rurales cercanas a las plantaciones de café. Por otra parte, se estimula a que estos subproductos sean incorporados a un proceso productivo y no manejados como desechos, por lo cual se reducen los factores de contaminación asociados a la producción de café.

### 2.11.1.1 Planes de Manejo de Subproductos

La Organización Internacional del Café (OIC), que engloba a los productores mundiales de café, estimula a las organizaciones e instituciones internacionales y nacionales a

implementar técnicas sustentables de manejo de subproductos, esto se enmarca en la estrategia de certificación de procedencia de café que se ha venido gestando en las últimas décadas, debido en buena parte a que la exigencia de cafés certificados está en una creciente demanda. Se estima que ya el 20% del mercado mundial de cafés lo ocupan los certificados y que es un porcentaje creciente.



**Figura 3. Participación mundial de la producción de café 2012**

Fuente: [www.ca-bi.com](http://www.ca-bi.com) (CABI con cifras del United States Department of Agriculture)

Los grandes productores de café (ver Figura 3) logran la reducción de costos de producción gracias a la inversión hecha en desarrollo Tecnológico y altos niveles de mecanización. Estos procesos involucran el aprovechamiento máximo de la materia prima disponible. Vietnam que tiene alrededor de 20 años en el mercado del café ya se convirtió en el segundo mayor productor de café mundial, buena parte gracias a la reducción de costos en producción y una mayor inversión en tecnologías de aprovechamiento que ha logrado un rápido desarrollo de la producción de café. (Avellaneda & Pearson, 2003)

#### 2.11.1.2 Tendencias Internacionales

En La región del pacífico (Vietnam, Indonesia, India) se utiliza la pulpa y las aguas mieles como materia prima para abonos orgánicos o mixtos (orgánico-agroquímico)

aunque en pequeña escala en relación a la cantidad de área cultiva, por ejemplo en Vietnam en la Provincia de Dan Lac, la Fundación Rain Forest, alianza Internacional de Organizaciones de Sellado Comercio Justo (FLO) y EuroGAP (certificadora europea de buenas prácticas agrícolas) están presentes en el proyecto de certificación de UTZ Certified, en un área de 7,000 hectáreas de cultivo de café, aunque esto solo represente un 15% de área nacional cultivada, este es un programa que apenas iniciaba en el 2008 en busca de una producción sostenible de café. (4C Association, 2010)

En la región sudamericana los grandes productores: Brasil y Colombia, emplean los subproductos para abonos, forraje para ganado, en procesos de biodigestión para generar biogás y proyectos experimentales de bioetanol a base de pulpa y aguamieles; además de la reducción significativa del uso y contaminación del agua de afluentes naturales para los procesos de beneficiado de café.

#### 2.11.1.3 Tendencias Regionales

Costa Rica es el país que va a la vanguardia en Centroamérica en el manejo de subproductos, desde los años noventa el Instituto del Café (ICAFFE) Costarricense ha promovido el beneficiado ecológico y el reciclaje de los subproductos para generar abono o utilizarlo como fuente de energía en otros procesos del café. (Vásquez-Morera, 1997)

En Guatemala y Nicaragua, países de la región donde la actividad caficultora es también una importante actividad agrícola, existen iniciativas para el aprovechamiento de subproductos, por otra parte, El Salvador que antes era un gran productor ha pasado a ser el último de la región por falta de apoyo institucional. Las principales aplicaciones que se han implementado han sido: Abono orgánico de pulpa, para alimento animal y el uso como combustible; ya sea seca o para generar biogás.

#### 2.11.1.4 Nacionales

El IHCAFE y el CONACAFE, los organismos nacionales que dirigen la actividad en el país referente a café, promueven las técnicas implementadas o sugeridas por organismos internacionales para reducir la generación de desecho por la producción de café, además existen iniciativas asociadas a ONG's y Cooperativas que implementan estas prácticas con el apoyo de las instituciones del estado. El IHCAFE como órgano institucional del país dirige programas de beneficiado y asistencia técnica enfocado en el beneficiado húmedo del café y la reutilización de los subproductos como abono orgánico de las fincas, así que cuenta con centros de aplicación y laboratorios destinados a ese ubicados en cerca de los principales centros de la actividad caficultora.

**Tabla 5. Centros de investigación del IHCAFE**

No.	Nombre	Ubicación	
		Municipio	Departamento
1	Centro de Investigación y Capacitación Jesús Aguilar Paz	La Fe	Santa Bárbara
2	Centro de Investigación y Capacitación José Ángel Saavedra	Corquín	Copán
3	Centro de Investigación y Capacitación José Virgilio Enamorado	Linderos	Santa Bárbara
4	Centro de Investigación y Capacitación Carlos Alberto Bonilla	Campamento	Olancho
5	Centro de Investigación Las Lagunas	Marcala	La Paz
6	Centro de Capacitación Fredy Espinosa Mondragón	El Paraíso	El Paraíso

Fuente: [www.ihcafe.hn](http://www.ihcafe.hn)

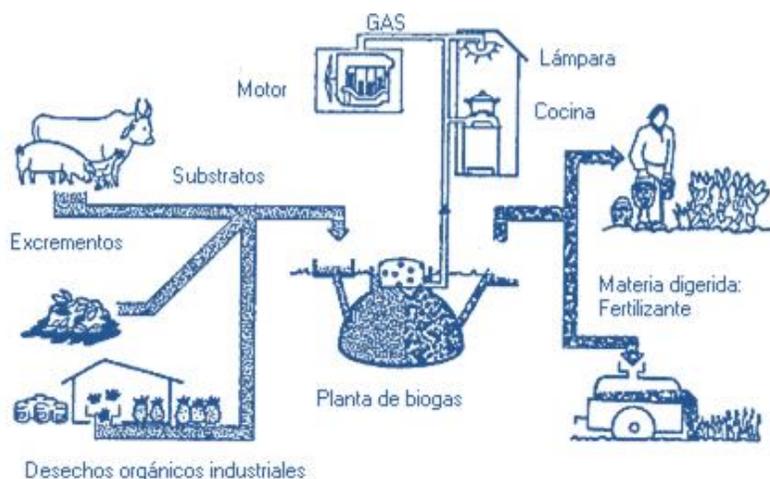
En la Tabla 6 de la siguiente página, se enlistan algunas de las organizaciones a nivel nacional que trabajan o que cuentan con planes de manejo de subproductos del beneficiado del café y que agrupan a pequeños y medianos productores de diferentes regiones del país.

**Tabla 6. Organizaciones comprometidas con métodos ecológicos y manejo de subproductos de café en Honduras**

Organización	Descripción
COAGRICSAL	Ubicada en Nueva Arcadia, Copán. Es una cooperativa de aproximadamente 800 socios que exportan alrededor de 75,000 quintales por año, y se convierten en la cooperativa de pequeños productores más grande de comercio justo hasta el momento en Honduras.
COARENE	Ubicada en San Juan, Intibucá, en una región muy atractiva para el turista. Tienen 212 socios aproximadamente, y exportan arriba de 30 lotes al año.
COPROCAEL	Ubicada en La Encarnación, Ocotepeque. Tienen aproximadamente 100 asociados. Se distinguen por tener muy buenas variedades de café y una alta productividad.
COMSA	Esta empresa está ubicada en Marcala, La Paz; y cuenta con aproximadamente 600 socios. Una organización de mucho éxito en su región y cuenta también con la DO (Denominación de Origen) Marcala, el sello de comercio justo, orgánico y Símbolo de Pequeños Productores.
RAOS	Está ubicada en la Sierra de Marcala, La Paz. Aproximadamente compuesta por 190 afiliados que en su totalidad se dedican a la agricultura orgánica, con un fuerte en el cuidado del medio ambiente. Fue la primera con contar con la DO.
CARUCHIL	Es una cooperativa conformada por 319 socios, 80 de los cuales son mujeres y 232 hombres. CARUCHIL está ubicada en el departamento de La Paz, y sus oficinas en la comunidad de CHINACLA. Poseen la certificación orgánica, comercio justo y tienen la Denominación de Origen de Marcala.

Fuente: [www.cafehonor.com](http://www.cafehonor.com)

### 2.11.2 BIODIGESTOR



**Figura 4. Esquema general de un Biodigestor**

Fuente: <http://medioambientelegal.blogspot.com>

Un Biodigestor (ver Figura 4) es un contenedor cerrado en el cual se vierten desechos orgánicos para su fermentación, debe ser herméticamente cerrado para que se realice la fermentación anaeróbica (ausencia de aire), también debe mantenerse cierto grado

de humedad para favorecer el proceso. Esta fermentación de desechos orgánicos genera gases que pueden ser aprovechados para combustión y fertilizantes orgánicos ricos en nitrógeno, fósforo y potasio, y además, se disminuya el potencial contaminante de los excrementos. Este sistema también puede incluir una cámara de carga y nivelación del agua residual antes del reactor, un dispositivo para captar y almacenar el biogás y cámaras de hidrogenación y pos tratamiento (filtro y piedras, de algas, secado, entre otros) a la salida del reactor. (Cadena & Bastidas, 2011)

#### 2.11.2.1 Biogás

El biogás es una mezcla de gases, principalmente metano ( $\text{CH}_4$ ) y dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), que se forma cuando la materia orgánica se descompone en ausencia de oxígeno, es decir en condiciones anaeróbicas. (Cepero, Savran, Blanco, Piñón, Suárez, & Palacios, 2012)

#### 2.11.2.2 Ventajas de los biodigestores y biofertilizante

- Se optimiza el material orgánico utilizado, ya que se captan todos los productos y subproductos (gases y líquidos con sólidos disueltos) generados en la degradación, por lo cual existe poca pérdida de elementos nutritivos, cosa que no sucede en la biodegradación aerobia.
- Los residuos orgánicos obtenidos después de la biodegradación anaerobia (efluente) tienen mayor riqueza nutricional que los obtenidos en la biodegradación aerobia.

#### 2.11.2.3 Desventajas de los biodigestores y biofertilizante

- El material orgánico obtenido de este tipo de biodegradación es líquido.
- Al aplicarse en forma líquida en suelos permeables existe mucha pérdida por lixiviación de algunos de sus componentes. (Samayoa & Viquez, 2012)

#### 2.11.2.4 Aplicación en el café

Los sistemas de biodigestión son más eficientes con excrementos de ganado, pero también pueden funcionar como un sistema mixto, dado que la actividad de la finca es intensiva en los meses de cosecha, se dispone de una buena cantidad de materia orgánica, producto del beneficiado, el cual genera grandes cantidades de pulpa y aguamieles. En la época pre cosecha y Post cosecha, el mantenimiento general de la finca también proporciona material para el biodigestor aunque en menor cantidad, esto puede compensarse con la inclusión de los residuos de animales caseros, de la cocina o la hojarasca que resulta del mantenimiento general de la finca.

#### 2.11.3 ABONO ORGÁNICO

Los abonos orgánicos se producen al transformar de forma acelerada los residuos orgánicos en un ambiente aireado. El abono orgánico constituye una alternativa al uso de agroquímicos, los cuales en su mayoría son derivados del petróleo, por lo que su costo tiende a estar relacionado a las altas y bajas del mismo.

Los abonos orgánicos mejoran la capacidad biológica del suelo, favorecen la actividad biológica al integrar microorganismos benéficos en el suelo, además de que en su elaboración se hace uso de los recursos disponibles del área rural, esto hace que sea una actividad que reduce la cantidad de desecho que se genera y lo convierte en un recurso útil, reduciendo la contaminación (Maria Angelica Ormeño, 2010).

##### 2.11.3.1 Tipos

- **Té de estiércol:** es una preparación donde se convierte el estiércol sólido en un abono líquido. En ese proceso, el estiércol suelta sus nutrientes al agua y así se hacen disponibles para las plantas. Es recomendable para zonas con ganadería o con mucha presencia de animales domésticos. Ya que su aplicación es ideal para estimular el crecimiento de pastos para forraje.

- **Té de compost:** la preparación es parecida al té de estiércol, con la diferencia que se agregan otros elementos, como la melaza, el suero de leche, la ceniza y otros ingredientes, los cuales aceleran la descomposición del estiércol y aumenta su contenido nutricional. Toma más tiempo en producir que el té de estiércol, pero también es bastante rápido y económico. Puede ser útil en zonas de mucha actividad combinada de cultivo extensivo o de cría de ganado.
- **Compost:** es la transformación de materiales de origen vegetal, animal o mixtos en humus, a través de la descomposición aeróbica (contacto con el aire). Su elaboración toma más tiempo que los dos anteriores y su costo dependen de la cantidad de mano de obra utilizada para prepararlo.
- **Humus de lombriz o vermicompost:** las lombrices se alimentan de materiales orgánicos en proceso de descomposición y producen el humus. Éste es un material biológico que está listo para ser absorbido por las raíces de las plantas. El intestino de la lombriz es capaz de convertir los nutrientes contenidos en los materiales orgánicos en asimilables y disponibles para las plantas. También toma tiempo su preparación, ya que se deben multiplicar las lombrices.

De los tipos de abono orgánico descritos anteriormente los dos últimos son los más aplicables a los cultivos de café, ya que pueden aprovechar con mayor eficiencia la pulpa que se genera del beneficiado de café, la cual se acumula en gran cantidad en las épocas de cosecha. Es importante recordar que durante el proceso de beneficiado húmedo, de cada quintal (100 lbs) de café maduro se obtiene 40% de pulpa, 18% de mucílago (mieles), 18% de agua, 20% de café oro y 4% de cascarilla. Lo que demuestra que existe abundante cantidad de materia prima para la producción de abono orgánico.

#### 2.11.3.2 La Lombricultura o el Vermicompost

La lombricultura aplicada genera un abono orgánico de gran calidad, ya que fortalece la microbiología del suelo, su aplicación reduce la necesidad de aplicar agroquímicos, los cuales son caros ya que son derivados del petróleo e importados. (Lombricultura, 2012)

Para procesos de compost se cita la preferencia hacia la lombriz roja californiana, debido a su resistencia y que se desarrolla a mayor velocidad que otras especies por lo que se da un proceso más rápido de descomposición de la materia orgánica en abono. (E. García Martínez, 2005)

**Tabla 7. Cuadro comparativo entre especies de lombrices**

Características	Eisenia Foétida	Eisenia Andrei (Lombriz californiana)	Lumbricus terrestres
Color	Rojo pardo	Rojo Fresa	Café Oscuro
Tamaño (centímetros)	8-10	7-9	30-35
Peso Adulto (gramos)	1.5 – 2.3	1.5-2.7	4.0-4.5
Reproducción	Alta	alta	Baja
Capsula, capullo	1 cada 7 días	1 cada 5 días	12 por año
Número de lombrices por cápsula	De 6 a 8	De 6 a 11	De 1 a 2
Ciclo de Vida*	De 90 a 100 días	De 80 a 90 días	180 días
Adaptabilidad**	De 0 3,000 msnm	De 0 a 3,000 msnm	Zonas tropicales
Voracidad	Alta	Alta	Baja

\* Depende de las condiciones de manejo

\*\* Entre más alto es se reduce la capacidad de las mismas para sobrevivir.

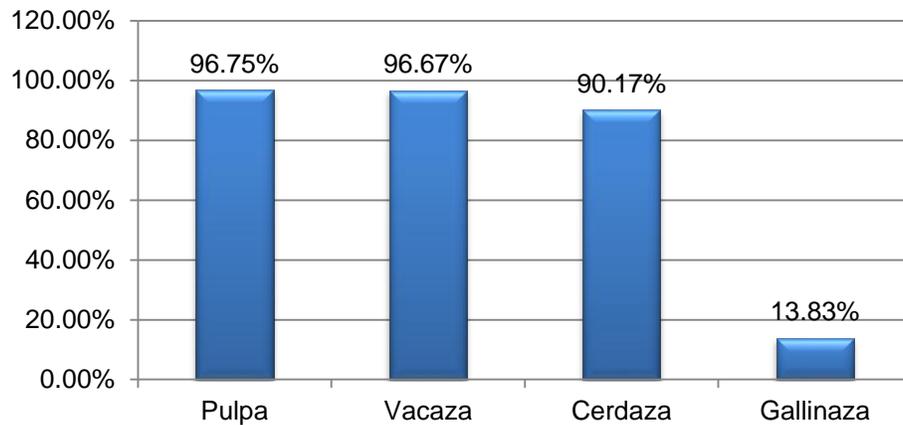
Fuente: [www.sagarpa.gob.mx](http://www.sagarpa.gob.mx)

### 2.11.3.3 Humus de Lombriz Roja

La lombriz va consumiendo la materia orgánica, conforme la digiere obtiene los nutrientes que necesita para vivir y al terminar el proceso excreta la materia como humus, este es de color oscuro, muy parecido a la tierra negra. La lombriz recicla en su aparato digestivo toda la materia orgánica (incluso la producida por otras lombrices), esto se conoce como vermicompost.

Este vermicompost posee una elevada carga microbiana que contribuye a la protección de las raíces de bacterias y nematodos y las enzimas presentes en el estimulan el crecimiento de la planta. El humus de lombriz es un fertilizante de primer orden, protege al suelo de la erosión, mejora las características físico-químicas del suelo, ya que tiene una estructura granular que al incorporarse al suelo permite una mayor permeabilidad al agua y al aire, esto genera una mayor retención del agua del suelo y ayuda a la absorción de los nutrientes esenciales (nitrógeno, fósforo, potasio, azufre y boro) en la planta (Hernández, y otros, 2009). Como se muestra en la Figura 5, la pulpa de café

tratada con vermicompost tiene un porcentaje de descomposición elevado, por lo que se reintegra rápidamente al suelo.



**Figura 5. Porcentaje de descomposición de materia orgánica por vermicompost**

Se utiliza en la mayoría de los casos la Lombriz Roja de California, la cual es un híbrido de varias especies, criado en los años 50 en California para tener una lombriz prolífica, fácil a criar en cautiverio y adaptado a diferentes medios. Las lombrices no tienen dientes, sino chupan partículas de materia orgánica en el suelo. Son unos de los organismos principales en la cadena de la descomposición de la materia orgánica y en la formación de humus estable en el suelo (Rodríguez).

#### 2.11.3.4 Insumos necesarios para producir Vermicompost

1. **Insumos externos:** 1 pie de cría (1 kg) inicial de lombrices (2,500 lombrices). Materiales para construir el criadero (lecho), poste pequeño, regadora, medio de transporte. Se necesitan 120 días para que la cría (1 kg) se multiplique.
2. **Insumos internos:** Materia orgánica para alimentar las lombrices: estiércol, cepa de musáceas picadas + estiércol o material verde (Terciopelo, Gandul, Leucaena, zacate, Acacia...). Se recomienda probar nuevos alimentos con algunas lombrices antes de utilizarla en gran escala, generalmente se utiliza un: 1/3 de tierra sin piedras, 1/3 de estiércol fresco de ganado vacuno preferiblemente, 1/3 de material absorbente como paja.

#### 2.11.4 TRATAMIENTO DEL AGUA

La concentración de la materia orgánica en las aguas procedentes del fermento del café depende del volumen utilizado por el beneficio, las aguas mieles generalmente tienen un pH de 3.8 o mayor, esto es un problema ya que cuando esta agua se vierte a las corrientes de agua, estimula fuertemente la flora microbiana que se alimenta del oxígeno disuelto en el agua. Estos microorganismos pueden llegar a consumir el total de oxígeno del agua (anaerobiosis) destruyendo la flora restante y la fauna acuática, sin mencionar el peligro de que las personas río abajo consuman esta agua (Alvarez, Smeltekop, Cuba, & Murguia, 2001)

Para evitar este problema, que proviene de las aguas mieles, se puede tratar el agua mediante un agente químico que permita separar los sólidos emanados del proceso de lavado. Para poder realizar el tratamiento, es necesario contar con pilas para sedimentación y se requiere el uso de bacterias especiales en la última etapa, para realizar una limpieza final de la materia orgánica restante previo a su retorno a alguna corriente natural de agua.

El proceso de tratamiento requiere, como se mencionó, de un sistema de pilas en las que las aguas mieles son depositadas y tratadas en varias etapas. En la primera etapa, las aguas mieles son dirigidas mediante un canal de correteo especial, el cual cuenta con tamices para retener una buena cantidad de residuos sólidos, para ser depositada después en una pila donde se vierte hidróxido de calcio para provocar la floculación y sedimentación de los sólidos entre 24 y 48 horas. En la segunda etapa, el agua tratada químicamente, pasa a pilas de sedimentación donde se va acumulando un lodillo que constituye un excelente fertilizante. En la tercera etapa, el agua separada de los residuos sólidos es pasada a una pila donde es tratada por bacterias o filtrada para ser vertida en algún afluente cercano. (UICN, 2010)

Otra alternativa, para uso eficiente del agua en el beneficiado, es el reciclaje de las aguas del segundo lavado del café, ya que por su bajo contenido de materia orgánica

requieren un mínimo tratamiento para su separación, facilitando su uso para otro proceso de lavado que requiera ser efectuado en el beneficio. (UICN, 2010)

## 2.12 PLANES DE MANEJO DE SUBPRODUCTOS

### 2.12.1 BECOLSUB

Colombia ha sido pionera en desarrollo de aprovechamiento de subproductos del café, en los laboratorios del CENICAFE (Centro de Investigaciones del café) de dicho país, se investigó y desarrollo la tecnología BECOLSUB (Beneficiado ecológico con subproductos del café, ver Figura 6) la cual combino un proceso mecánico industrializado que relacionado estrechamente con prácticas como la lombricultura y desarrollo de abono orgánico con la pulpa y las aguamieles (Gómez, 2005). Muchas de dichas prácticas aplicadas, son requisitos de las certificaciones de calidad que se han ido comercializando internacionalmente y que van tomando una mayor importancia en el mercado del café a medida que se toma conciencia por el medioambiente y la sustentabilidad.



**Figura 6. Lavado tradicional (1) versus método BECOLSUB (2)**

Fuente: [www.cenicafe.org](http://www.cenicafe.org)

### 2.12.2 COMSA

Café Orgánico Marcala Sociedad Anónima (COMSA), es una empresa conformada por varios productores de la zona de la Paz, principalmente del municipio de Marcala. Su

principal enfoque es el desarrollo de una caficultura orgánica en la que se da un máximo aprovechamiento de los recursos propios de la finca.

Su plan de manejo de subproductos se enfoca a la mejora de las condiciones del suelo sin emplear agroquímicos. Se emplean en la totalidad los subproductos generados: Pulpa, Mucílago y Aguas mieles para la elaboración de abonos orgánicos y aplicaciones foliares para la nutrición del suelo.

El Ing. Fredy Alexander Pérez, socio y técnico de la empresa, explica que COMSA aprovecha los subproductos del beneficiado bajo tres principios importantes:

1. **Materias orgánicas.** Mediante procesos de lombricompost, biodigestión anaeróbica y absorción de mucilagos del café
2. **Materias Minerales.** Uso de harinas de roca, combinación de diferentes tipos de elementos minerales del suelo para facilitar la absorción de minerales por parte de los suelos empobrecidos
3. **Microorganismos de Montaña (Microbiología).** Favorecer el desarrollo de los componentes microbiológicos del suelo, que son una parte esencial de un suelo en buenas condiciones.

La combinación de estos elementos constituye un manejo orgánico, ya que son componentes naturales de fácil absorción para el suelo sin provocar su desgaste.

## **CAPÍTULO III. METODOLOGÍA**

### **3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El tipo de investigación desarrollada en el estudio es primordialmente la documental (Bernal Torres, Tipos de investigación, 2010), ya que para la evaluación comparativa de las técnicas tradicionales y de aprovechamiento de subproductos del beneficiado del café, se analiza información de varias fuentes documentales de instituciones como el IHCAFE (Instituto Hondureño del Café), la USAID (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional) y empresas como COMSA (Café Orgánico Márcala S.A.), que han hecho estudios sobre los costos y los beneficios de implementar estas técnicas, así como también, de los registros de la producción y costos de la finca Santa Bárbara. También, complementando la investigación, se hacen entrevistas a personas clave dentro de dichas instituciones, para obtener información complementaria.

### **3.2 ENFOQUE**

El enfoque de la investigación es mixto (Hernández Sampieri, Definiciones de los enfoques cuantitativo y cualitativo, sus similitudes y diferencias, 2010), ya que en el estudio se desarrollan encuestas y el análisis de datos estadísticos de la producción y de los costos operativos del beneficiado del café, tanto de la finca Santa Bárbara como de otras instituciones u organizaciones nacionales e internacionales que operan en el rubro, entre las cuales se encuentra el IHCAFE, el CENICAFE (Centro Nacional de Investigación del Café, Colombia) y la empresa hondureña COMSA.

### **3.3 ALCANCE**

El alcance de la investigación es correlacional (Hernández Sampieri, Definición del alcance de la investigación a realizar: exploratoria, descriptiva, correlacional o explicativa, 2010), ya que se busca responder las preguntas de investigación y evaluar la hipótesis o presunta relación de las variables de estudio, para poder evaluar, si las técnicas de aprovechamiento de los subproductos del beneficiado del café generan

beneficios, que justifican su implementación como una solución en el manejo eficiente del beneficiado.

La investigación se centra primordialmente en el estudio de los costos que conlleva la aplicación o la no aplicación de técnicas de aprovechamiento de los subproductos del beneficiado del café, pero también, revisa otros beneficios que se generan al aplicar este tipo de técnicas. Se espera obtener datos estadísticos que sirvan como base para inversiones futuras encaminadas a establecer un proceso productivo, el cual exista como parte operativa normal del proceso de producción y mantenimiento dentro de la finca.

### 3.4 MÉTODO

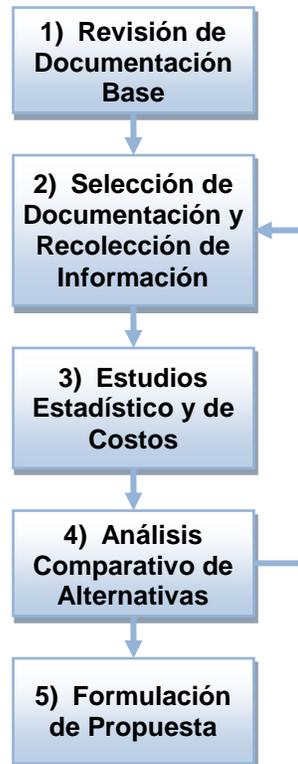
Por el tipo de enfoque que se sigue en la investigación, el método a emplearse es el hipotético deductivo (Bernal Torres, Métodos del proceso de investigación científica, 2010), ya que se establece un procedimiento o diseño que parte del supuesto planteado en la hipótesis y por medio del cual se busca refutarlo, deduciendo conclusiones que se comprueban con los hechos.

### 3.5 DISEÑO

El diseño seleccionado para el estudio es de tipo no experimental, longitudinal de tendencia, ya que se analizan los cambios registrados a través del tiempo en la producción de la finca Santa Bárbara y también el comportamiento futuro de las variables de estudio que determina la tendencia en la producción, con el fin de poder calcular las dimensiones de las obras a realizar en el establecimiento de un sistema de aprovechamiento de subproductos de café.

El estudio incluye un diagnóstico de la finca, del cómo se manejan estos subproductos después del periodo de cosecha y durante el beneficiado, hasta llegar a la formulación de una propuesta de sistema de manejo de subproductos del beneficiado del café tal

como puede observarse en el Figura 7. En las siguientes secciones, se detalla cada uno de los puntos del esquema metodológico.



**Figura 7. Diseño de la Investigación**

### 3.5.1 REVISIÓN DE DOCUMENTACIÓN BASE

Mediante la búsqueda de fuentes y el juicio de los expertos se identifican los principales documentos que son la guía del presente estudio; ya que estos son los que más se enfocan en la temática abordada. La documentación seleccionada detalla los costos involucrados en la producción y beneficiado del café, los costos relacionados a la producción de abonos orgánicos en base a los subproductos del café, costos de instalación de un biodigestor, costos de obras complementarias, mano de obra y mantenimiento relacionados. Asimismo, la documentación detalla cómo implementar cada una de las técnicas de aprovechamiento del beneficiado del café que se mencionan en este estudio.

### 3.5.2 SELECCIÓN DE DOCUMENTACIÓN Y RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

En esta sección se detalla el procedimiento de selección de la documentación y recolección de la información que sirve de base para la realización del estudio comparativo entre las técnicas de producción de café tradicionales y las técnicas de aprovechamiento de los subproductos del beneficiado del café.

La información de los costos de producción, proviene de registros de la finca Santa Bárbara y del documento “Guía para la de costos de determinación producción” en café del IHCAFE, publicado en el 2011.

La información de costos y de los recursos necesarios para la implementación de técnicas de aprovechamiento de subproductos del beneficiado del café, proviene de los documentos de la empresa COMSA, de estudios realizados en el periodo 2011-2012, y de los documentos:

- “MANUAL TECNICO, UN ENFOQUE DE MANEJO INTEGRADO PARA EL SOSTENIMIENTO DE LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS Y LA NUTRICION DE LOS CULTIVOS” del IHCAFE, publicado en el 2004.
- “FORMULACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA DE PROYECTOS PARA LA ELABORACIÓN DE LOMBRICOMPOSTA COMO ABONO PARA LOS CAFETOS DE CHIAPAS” de la USAID, publicado en el 2007.
- “La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica” del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), publicado en el 1988.

### 3.5.3 ESTUDIOS ESTADÍSTICO Y DE COSTOS

El estudio de los datos es retrospectivo, ya que estos se toman del pasado de registros que se llevan la finca Santa Bárbara, así también, se toman de la entrevistas con las personas involucradas directamente en el proceso de producción del café, desarrollados durante el diagnóstico de la situación de la finca Santa Bárbara.

### 3.5.3.1 Estudio Estadístico

El estudio estadístico se desarrolla en base a los datos históricos de producción y de las entrevistas a personas involucradas en el proceso de producción de la Finca Santa Bárbara, para generar las estadísticas anuales de producción de café y de la generación de subproductos del beneficiado; a fin de poder analizar los resultados que se han dado y en base a ellos proyectar, mediante una regresión, la posible producción en años venideros.

- **Proyecciones Mediante Regresión**

Partiendo de los datos de producción obtenidos retrospectivamente, se elabora un análisis de tendencia mediante un modelo de regresión, para proyectar la producción de café en condiciones normales en un periodo estimado de cinco años; con el fin de hacer una comparativa entre la producción con métodos convencionales y los métodos de aprovechamiento de subproductos del beneficiado del café.

- **Análisis de estadísticos**

Asimismo, mediante el estudio se obtienen estadísticos que sirven para estimar un intervalo de confianza en valores mínimos, medios y superiores a fin de poder plantear una serie de escenarios.

### 3.5.3.2 Estudio de Costos

El estudio de costos se basa en los datos de producción de café, relacionados específicamente a los abonos, el mantenimiento y la cantidad de energía empleada en la finca Santa Bárbara. Toda esta información procede los registros de la finca y de la entrevista con el propietario y el capataz de la finca. Igualmente, en el estudio se detalla los costos relacionados a implementar las alternativas tecnológicas para el sistema de manejo eficiente de los subproductos del beneficiado del café. Finalmente, se emplea como herramientas tablas de costos y se formula presupuestos para la aplicación de las técnicas de manejo de subproductos del café en un sistema aplicado a la finca Santa Bárbara.

#### 3.5.4 ANÁLISIS COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS

Para el estudio de alternativas se desarrolla un análisis financiero, donde se emplean los datos históricos de los costos que se manejan en la finca Santa Bárbara, haciendo una comparativa mediante los indicadores financieros resultantes, mostrando los beneficios económicos obtenidos con la implementación de las técnicas tradicionales o las técnicas de aprovechamiento de los subproductos del beneficiado del café.

#### 3.5.5 FORMULACIÓN DE PROPUESTA

Después del análisis de las alternativas y valorar aquellas que mejores resultados puedan apartar a la reducción de costos, se hará una selección de técnicas de aprovechamiento de subproductos para establecer un Plan de manejo de los mismos que permita el desarrollo económico de la finca desde un enfoque sostenible. El desarrollo de la propuesta puede observarse en el capítulo 05, de Aplicabilidad

#### 3.5.6 POBLACIÓN Y MUESTRA

- **Población**

La población seleccionada para el estudio de la producción lo constituyen los datos históricos de producción de la finca Santa Bárbara, los cuales nos servirán para el estudio estadístico o análisis económico del plan de manejo de subproductos. Y, para el caso de las entrevistas, la constituyen personas involucradas en el rubro agrario, tales como técnicos agrícolas y productores de café.

- **Muestra**

Se toma como muestra, para la producción, los datos de registros de los últimos diez años con el fin de establecer una tendencia de producción para años posteriores. Y, en caso de la encuesta, se selecciona a conveniencia (o de manera discrecional) un número de 12 encuestados constituido por siete técnicos y cinco productores.

## 3.6 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

### 3.6.1 MUESTREO

Se definió un muestreo discrecional para las entrevistas, ya que se selecciona a conveniencia los elementos que se consideran más pertinentes o que aportan mayor valor al estudio. (Hernández Sampieri, Muestreo, 2010)

### 3.6.2 ENTREVISTAS

Las entrevistas diseñadas para el estudio, siguen el criterio de preguntas relacionadas al tema o problema identificado. Según Bernal (2010), la entrevista es una técnica que consiste en recoger información mediante un proceso directo de comunicación entre entrevistador y entrevistado, en el cual el entrevistado responde a cuestiones, previamente diseñadas en función de las dimensiones que se pretenden estudiar, planteadas por el entrevistador. Así que mediante las preguntas y respuestas se busca un acercamiento a la obtención de datos directamente relacionados al tema que se desarrolla en el estudio.

El tipo de entrevista que se sigue es no estructurada focalizada, ya que esta permite al entrevistador definir la profundidad del contenido, la cantidad, el orden de las preguntas y concretamente las personas que van a entrevistarse. Asimismo, esta sigue el proceso recomendado por Bernal como guía para realizar la entrevista (ver Anexo 2.1).

Para el estudio se desarrollan dos entrevistas (ver anexos 2.2 y 2.3), donde se consulta principalmente a siete técnicos agrícolas y cinco productores del café, llegando a un total de 12 registros. Los técnicos consultados son parte del personal de instituciones hondureñas como el IHCAFE y empresas como COMSA, pero también se recogen las opiniones de técnicos independientes con amplia experiencia en el rubro agronómico. Y en el caso de los productores, se entrevista a personas que producen de forma tradicional y algunas producen mediante prácticas de hacen uso de subproductos del café.

### 3.6.3 PROYECCIONES MEDIANTE UN MODELO DE REGRESIÓN

Debido a que los datos de la muestra son registros de los últimos 16 años, que provienen de las fuentes, se emplea un modelo de regresión (Walpole, Myers, Myers, & Ye, 2007). Y, para el desarrollo del modelo partimos de la hipótesis que la producción de café está determinada por los factores:

- $x_1$ : Área en producción (mz)
- $x_2$ : Área en resiembra (mz)
- $x_3$ : Área en poda (mz)
- $x_4$ : Área Abonada (mz)

En primer, lugar aplicamos el modelo de regresión lineal múltiple, el cual establece (Mayer):

“Para el caso de  $k$  variables independientes  $x_1, x_2, \dots, x_k$ , la media de  $Y | x_1, x_2, \dots, x_k$  está dada por el modelo de regresión lineal múltiple

$$\mu_Y | x_1, x_2, \dots, x_k = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k,$$

y la respuesta estimada se obtiene a partir de la ecuación de regresión muestral

$$\hat{y} = b_0 + b_1 x_1 + \dots + b_k x_k,$$

donde cada coeficiente de regresión  $\beta_i$  es estimado por  $b_i$  de los datos muestrales usando el método de los mínimos cuadrados. (...)”

Esto significa que se puede estimar la producción de café de la finca Santa Bárbara ( $\hat{y}$ ), en función de diferentes factores ( $x_1, x_2, x_3, x_4$ ). Sin embargo, es importante verificar el grado de correspondencia de la función con respecto a las variables; para esto, el modelo incluye una prueba de hipótesis, que para el caso de este estudio, está basada

en la distribución T de Student (Triola, 2008), debido a que se cuenta con cuatro valores que se piensa determinan la producción. Dicha hipótesis parte de:

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = 0$$

$$H_1: \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4 \text{ no son todas } 0$$

La hipótesis nula ( $H_0$ ) representa la no correspondencia de los factores con la producción, por otra parte, la hipótesis alternativa ( $H_1$ ) representa que al menos en uno de los factores existe correspondencia con la producción.

En muchos casos se utiliza un nivel de confianza del 99% (con un nivel de significancia,  $\alpha = 0.01$ ) en las pruebas de hipótesis. Esto significa, que si la probabilidad de ocurrencia (valor crítico de F, el valor P) es menor que  $\alpha$ , se rechaza  $H_0$ , por otra parte, si el valor P es mayor que  $\alpha$  se acepta  $H_0$ .

También, es importante, verificar el nivel de ajuste de la ecuación de regresión, para esto se debe de calcular el coeficiente de determinación  $R^2$ , el cual está dentro del siguiente intervalo  $0 \leq R^2 \leq 1$ . Estando perfectamente ajustada con un  $R^2 = 1$  y no ajustada  $R^2 = 0$ .

Después de determinar si existe correspondencia en al menos un factor, es necesario determinar de manera independiente la correspondencia entre cada factor. Para esto es necesario realizar otra prueba de hipótesis, generalizada de la siguiente manera:

$$H_0: \beta_i = 0$$

$$H_1: \beta_i \neq 0$$

Dónde:

$$i = 0, 1, 2, 3, 4$$

Al igual que en la primera prueba de hipótesis, si se rechaza  $H_0$  significa que existe correspondencia con el  $i$ -ésimo factor, teniendo en cuenta que cuando  $i = 0$  la prueba de hipótesis es para el intercepto, es decir, la producción esperada cuando cada uno de los factores es igual a 0.

En segundo lugar, si el modelo lineal no aplica o si la única variable correspondiente no se ajusta a una regresión lineal, existen técnicas similares de mínimos cuadrados para estimar los coeficientes ( $b_i$ ) como el modelo de regresión polinomial, en donde la respuesta estimada se obtiene de una ecuación de regresión polinomial:

$$\hat{y} = b_0 + b_1x + b_2x^2 + \dots + b_r x^r$$

Al igual que el modelo anterior, es necesario verificar la correspondencia. Sin embargo, en este modelo solo se hace uso del  $R^2$ , y se puede también, hacer un análisis gráfico.

#### 3.6.3.1 Estadísticos

Como el modelo a emplear, es un modelo de regresión, en el caso de la prueba de hipótesis basada en la distribución T de Student, se analizan como principales estadísticos el coeficiente de determinación  $R^2$  y el  $R^2$  ajustado. Y para el caso del modelo de regresión desarrollado con la variable seleccionada, se emplea la media, la desviación estándar, el coeficiente de error y los rangos.

#### 3.6.3.2 Variables

Las variables independientes a emplear en este estudio son, como se mencionó anteriormente, el área de producción, el área de resiembra, el área en poda y el área abonada tanto con abonos inorgánicos como orgánicos, cuyos valores son tomados de registros de la finca que datan de los últimos 16 años a partir del 1997. Y la variable dependiente será la producción de quintales uva anuales.

### 3.6.4 TABLAS DE COSTOS Y PRESUPUESTO

Como herramienta para el estudio de costos se emplea tablas de costos y presupuestos relacionadas a producción del café de la finca, obras e instalación de los sistemas de aprovechamiento de los subproductos del beneficiado.

### 3.6.5 ANÁLISIS FINANCIERO

Como herramienta para medir el rendimiento de la inversión, se emplean flujos de caja e indicadores financieros, para los sistemas de manejo eficiente de los subproductos del café que se emplea en las fincas, el cual no hace un aprovechamiento de los subproductos del beneficiado.

#### 3.6.5.1 Flujo de caja

En base a los datos de ingresos y costos obtenidos en la finca Santa Bárbara se hace un comparativo de flujos de caja entre la producción de café empleando técnicas de aprovechamiento de los subproductos.

#### 3.6.5.2 VAN y TIR

Los indicadores financieros, para hacer el estudio comparativo de la rentabilidad y viabilidad de la inversión en sistemas de aprovechamiento de los subproductos de beneficiado del café en la finca Santa Bárbara, son la el Valor Presente Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR).

## 3.7 FUENTES DE INFORMACIÓN

### 3.7.1 FUENTES PRIMARIAS

Como fuentes primarias, en primer lugar, se emplea información de primera mano de los responsables de los datos históricos de producción y mantenimiento de la finca Santa Bárbara; y en segundo lugar, se obtiene información actualizada mediante la

entrevista al personal técnico del IHCAFE, a expertos con conocimiento del tema y a miembros de empresas de la región, que operan con esquemas de producción haciendo uso de los subproductos del beneficiado del café, como el caso de COMSA.

### 3.7.2 FUENTES SECUNDARIAS

Como fuentes secundarias, se cuenta con el material técnico disponible en portales académicos del CRAI y de la Biblioteca de UNITEC, de la biblioteca en línea del CENICAFE de Colombia, documentos técnicos del ICAFE de Costa Rica, documentos técnicos del IHCAFE y de muchas otras instituciones relacionadas con temas de la caficultura y de la agricultura sostenible.

## CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y RESULTADOS

### 4.1 ANÁLISIS

#### 4.1.1 ENTREVISTAS

Los dos formatos de encuesta hechas a técnicos expertos del sector agrícola y productores del café, arrojan respectivamente la información que se resume en la Tabla 18 del Anexo 2.4 (si desea escuchar cada una de las entrevistas puede consultar el índice multimedia del CD adjunto). Dicha información se reúne de los puntos en común tratados en cada una de las preguntas realizadas a cada uno de los entrevistados, con el fin de poder encontrar una recomendación o solución común para cada interrogante.

En las entrevistas se recaba información contrastante, de los productores y los técnicos agrícolas, tomando como temas principales las técnicas de beneficiado, el manejo de subproductos del beneficiado, los costos del manejo de subproductos del café y las técnicas más conocidas y recomendadas sobre el manejo de subproductos del beneficiado del café.

Departe de los productores, se busca conocer que técnicas de manejo de subproductos del café conocen y cuales han implementado, cuales son los costos involucrados en ellas, y también, se busca saber qué razones han impedido que ellos implementen de técnicas de aprovechamiento de subproductos del beneficiado.

Departe de los técnicos, se busca conocer que técnicas de aprovechamiento subproductos del beneficiado conocen y recomiendan, como es su costo de inversión, e igualmente, que factores han influido en que los caficultores no implementen técnicas de aprovechamiento de subproductos del beneficiado del café.

Las entrevistas arrojan opiniones, tanto de los productores del café como de los técnicos, sobre el conocimiento de instituciones u organizaciones que promueven y hacen uso de técnicas de aprovechamientos de subproductos de beneficiado a nivel nacional para conocer la difusión que se ha dado a este tema.

#### 4.1.2 DIAGNÓSTICO DE LA FINCA

En diagnóstico está basado en los costos relacionados a la producción y algunos datos relevantes sobre la finca, y a fin de realizar este, se analiza la cantidad de área cultivada, la cantidad de café producido, la cantidad de café beneficiado, el volumen de agua empleada en el proceso, la cantidad de pulpa y mucilago producido en el beneficiado que depende directamente de las cantidades anteriores; así como también, la mano de obra, el fertilizante y el costo energético requeridos.

La información que se emplea en el diagnóstico proviene de datos de entrevistas al capataz y al dueño de la finca Santa Bárbara, y también, de registros de la producción de la finca que representan datos históricos, estadísticas de producción y estudios realizados en la finca (como los estudios de suelos).

##### 4.1.2.1 Datos generales en la finca Santa Bárbara

Los datos detallados a continuación, se obtuvieron mediante consultas a personas involucradas en la operación de la finca Santa Bárbara y permiten identificar algunas particularidades de la producción, abonado, mantenimiento y uso energía en la finca.

- **Datos de producción**

La producción de la finca de los últimos 16 años, en promedio, ha sido de aproximadamente 4,900 quintales de uva; esto según la información obtenida de la revisión de los registros de la finca Santa Bárbara a partir del año 1997 al presente, que se detalla en la Tabla 21 del Anexo 3.

- **Cantidad de Abonos**

En la finca se ha empleado en promedio, en los últimos dos años, una cantidad anual de 750 sacos de abono agroquímico a un costo total de L. 375,000.00; esto según la información obtenida de la revisión de los registros de la finca Santa Bárbara a partir del año 2011 al presente, que se detalla en la Tabla 22 del Anexo 4.

- **Costos de Mantenimiento**

En costos de mantenimiento se ha invertido en promedio, en los últimos cinco años, L. 45,675.00 lempiras anuales, de los cuales el manejo de los subproductos del café ha sido aproximadamente de 5% de este costo. Esto según la información obtenida de la revisión de los registros de la finca Santa Bárbara a partir del año 2008 al presente.

- **Energía empleada**

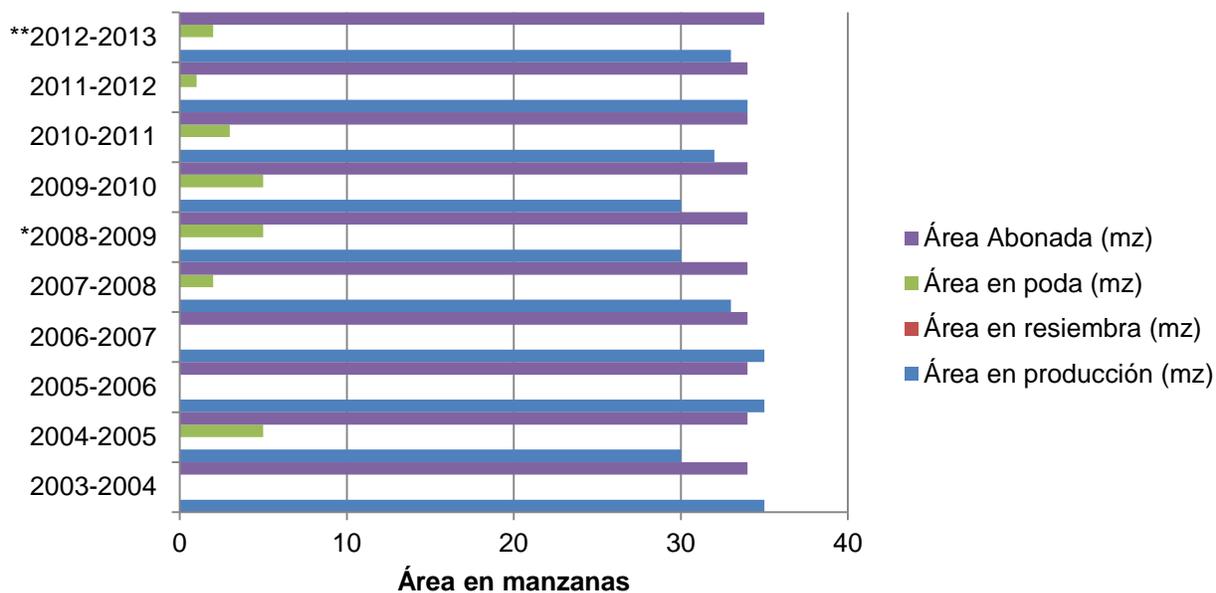
La cantidad de energía empleada al año en la finca, desde hace 10 años que está instalada la nueva maquinaria de beneficiado, ha sido un promedio de 35,700 kW anuales o aproximadamente 1,050 galones de gasolina. Esto según la información obtenida de la revisión de los registros de la finca Santa Bárbara a partir del año 2001 al 2011.

#### 4.1.2.2 Producción de café en la finca Santa Bárbara

Mediante la revisión de los registros históricos de la finca Santa Bárbara, se obtienen datos de la producción de los últimos 16 años tal como se muestra en la Tabla 19 del Anexo 3. Dichos datos reflejan aspectos de la producción desde 1997 hasta finales del 2012 y considera condiciones especiales dadas en algunos de los años.

De la revisión de los datos de producción, se hizo un análisis mediante gráficas para comparar aspectos de la producción dados en un periodo de 10 años, tomados de una porción de datos registrados por el dueño de la finca del año 1997 hasta el 2012 que pueden verse también en la Tabla 19.

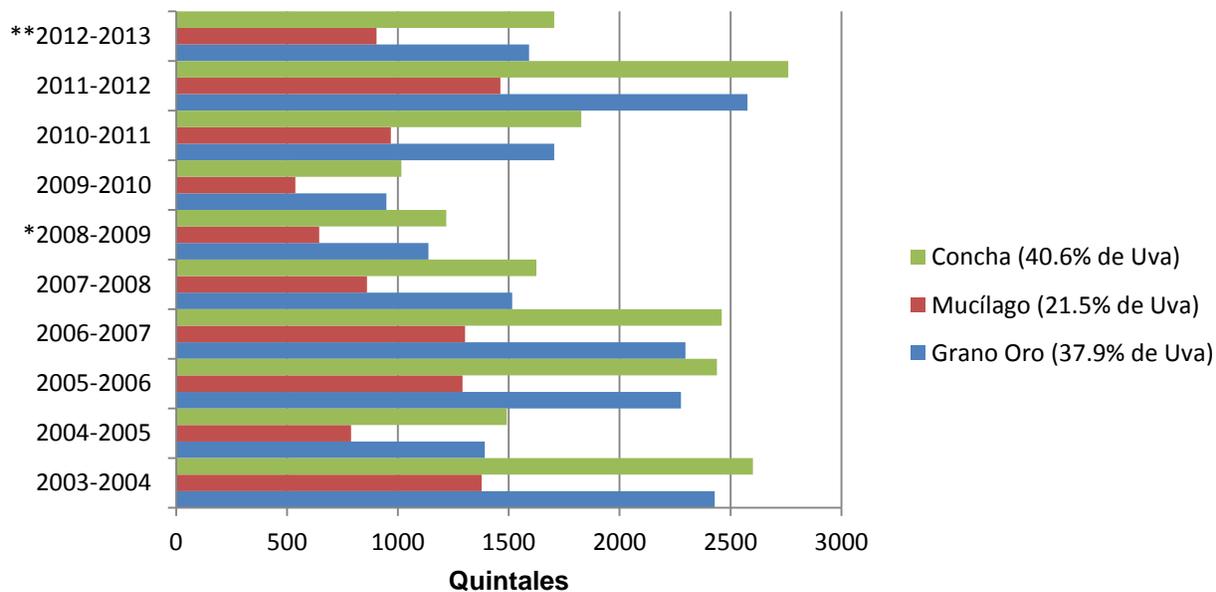
La Figura 8, que se encuentra en la siguiente página, muestra la preparación de la finca para la producción, la resiembra, la poda y el abonado desde el año 2003 hasta finales del año 2012 y la Figura 9, ubicada también en la siguiente página, muestra los porcentajes de grano de café, mucilago, concha y aguas residuales que se obtuvieron en el mismo periodo.



\* Máxima producción después de la poda y resiembra 2009.

\*\* En condiciones normales se esperaban 4,200 qq.

**Figura 8. Preparación de la finca (Periodo 2003 - 2012)**



\* Máxima producción después de la poda y resiembra 2009.

\*\* En condiciones normales se esperaban 4,200 qq.

**Figura 9. Porcentajes de grano de café, mucílago, concha y aguas residuales obtenidas (Periodo 2003 – 2012)**

#### 4.1.2.3 Análisis de correlación de los factores de producción

Al hacer un análisis de correlación de los factores de producción mediante Excel, empleando como variables de hipótesis  $B_1$ : Área en producción,  $B_2$ : Área en resiembra,  $B_3$ : Área en poda y  $B_4$ : Área Abonada, se obtiene la información mostrada en la Tabla 8, que se encuentra en la siguiente página.

**Tabla 8. Análisis de correlación de variables realizado en Excel**

<i>Estadísticas de la regresión</i>		
Coeficiente de correlación múltiple	0.915751771	
<b>Coeficiente de determinación R<sup>2</sup></b>	<b>0.838601305</b>	←Regular
<b>R<sup>2</sup> ajustado</b>	<b>0.779910871</b>	←Valor general
Error típico	796.6804287	
Observaciones	16	

ANÁLISIS DE VARIANZA						
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>	
<b>Regresión</b>	<b>4</b>	<b>36275758.18</b>	<b>9068939.544</b>	<b>14.28855168</b>	<b>0.00024694</b>	←Valor P general Muy bueno
Residuos	11	6981696.761	634699.7055		0.99975306	
Total	15	43257454.94				

	<i>Coeficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	
$B_0$ : Intercepción	-24561.75549	16249.13756	-1.51157287	0.158825977	
<b><math>B_1</math>: Área en producción (mz)</b>	<b>971.5904967</b>	<b>276.2361735</b>	<b>3.517245712</b>	<b>0.004821753</b>	←Valor P para cada coeficiente $B_i$
$B_2$ : Área en resiembra (mz)	-250.425979	654.6670974	-0.382524156	0.70936049	
$B_3$ : Área en Poda (mz)	264.9035339	299.5309233	0.884394609	0.395402922	
$B_4$ : Área Abonada (mz)	-87.28724928	408.2051022	-0.213831843	0.834590092	

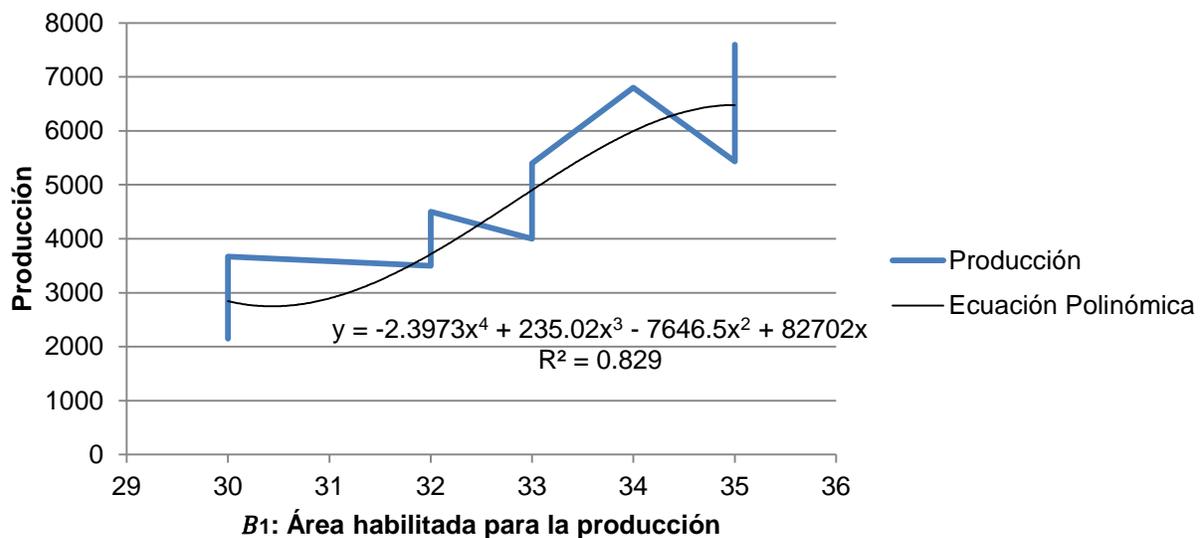
Este análisis de variables nos indica que la variable o factor que tiene un mayor grado de correlación con la producción es el área habilitada para la producción.

#### 4.1.2.4 Análisis de la tendencia de la producción de la finca

Una vez establecida la variable o factor que determina en mayor grado la producción, que en este caso es el área habilitada para la producción, se genera una tendencia de la producción en base a un método de regresión no lineal de tipo polinomial mediante la

herramienta Microsoft Excel, considerando un rango mínimo, medio y máximo para la variable.

La Figura 8 muestra la línea o ecuación de tendencia determinada en base a los datos de la variable independiente área en habilitada para la producción y la Tabla 10 los estadísticos obtenidos en el análisis de la producción de uva de café dentro de la finca.



**Figura 10. Tendencia de la producción en la finca**

Una vez obtenidos la ecuación polinómica y el  $R^2$  (que en este caso indica aproximadamente un 83% de ajuste a la gráfica de la producción), puede determinarse un rango de evaluación a fin de saber la cantidad probable de uva de café a obtenerse considerando tres escenarios, un pesimista, un medio y un optimista. Para determinar los escenarios, tanto de la producción de uva como del área habilitada para la producción, se realiza un análisis estadístico en base a los datos obtenidos en la finca durante los últimos 16 años (ver Tabla 19 del Anexo 3).

La Tabla 9 muestra los estadísticos de los datos de la finca y la selección de los tres valores para los escenarios del rango de evaluación. En el caso de la producción, se selecciona como escenario medio o esperado la media o promedio, como escenario pesimista el límite inferior y como escenario optimista el límite superior, estos dos

últimos separados de la media en un intervalo basado en el nivel de confianza. También, en el caso del área habilitada para la producción se selecciona como escenario medio o esperado la media, como escenario pesimista el límite inferior y como escenario optimista el límite superior, estos dos últimos calculados, igualmente, en un intervalo en base al nivel de confianza.

**Tabla 9. Estadísticos de producción y escenarios**

<b><i>Estadísticos para la producción de uva de café</i></b>		
Media	4899.06	←Escenario Medio
Error típico	424.5461054	
Mediana	4950	
Desviación estándar	1698.184421	
Varianza de la muestra	2883830.329	
Rango	5452	
Mínimo	2148	
Máximo	7600	
Límite Inferior	3648.05	←Escenario Pesimista
Límite Superior	6150.08	←Escenario Optimista
Nivel de confianza (99.0%)	1251.015478	←Intervalo
<b><i>Estadísticos de área habilitada para la producción</i></b>		
Media	33	←Escenario Medio
Error típico	0.512093335	
Mediana	33	
Moda	35	
Desviación estándar	2.048373338	
Varianza de la muestra	4.195833333	
Rango	5	
Mínimo	30	
Máximo	35	
Límite Inferior	31	←Escenario Pesimista
Límite Superior	34	←Escenario Optimista
Nivel de confianza (99.0%)	1.50899202658341	←Intervalo

Tomando los valores de los tres escenarios de la variable de área habilitada para la producción y la fórmula de la tendencia se puede determinar un estimado de la producción de un periodo o año. La Tabla 10 muestra los resultados de la producción

de uva de café calculados en los escenarios considerando los factores antes mencionados.

**Tabla 10. Proyección de la producción de la finca en los tres escenarios**

Escenario	Área en producción (mz)	Café en Uva (qq)
Pesimista	31	2999.43
Medio	33	5032.83
Optimista	34	6141.79

Debido a que no se cuentan con datos suficientes para determinar si existen otras variables que podrían afectar la producción en determinado año; se toman estos tres escenarios como posibles resultados en algún periodo de producción del ciclo productivo de la finca, que varía cada cuatro años entre altos y bajos.

#### 4.1.3 COSTOS

En esta sección, se desglosan los principales costos involucrados en la producción de la finca Santa Bárbara, en estudio de las alternativas de manejo de subproductos del beneficiado del café y en la propuesta de ampliación de las pilas de aguas mieles sin incluir técnicas de aprovechamiento de subproductos del café.

##### 4.1.3.1 Costos Operativos de la finca Santa Bárbara

Los costos considerados en el estudio, son costos operativos directos relacionados a la producción de café en la finca. Estos costos representan el importe que se tiene que ejecutar actualmente en la finca y, al igual que la información de la producción, fueron tomados de los registros llevados por el productor.

En cuanto a costos operativos directos, la finca Santa Bárbara invierte L. 1319,925.00 anuales equivalentes a \$ 65,342.83 en compras de insumos (entre abonos y plaguicidas) y en mantenimiento (podas, fertilizaciones, recolección de café y manejo de subproductos) del área de producción, como se detalla en la Tabla 20 del Anexo 4.

#### 4.1.3.2 Costos de Técnicas de Aprovechamiento de Subproductos

Mediante el juicio de los expertos, recabado en la entrevista a los técnicos del sector agrario, se toman dos de las alternativas técnicas de aprovechamiento de subproductos del café como una buena solución al manejo de los subproductos. Estas soluciones han sido ampliamente utilizadas en varios países del mundo que están involucrados en la producción del café y a la vez han dado muy buenos resultados.

Las alternativas seleccionadas son las pilas para lombricompostaje y los biodigestores. Una pila de lombricompostaje estándar tiene un costo de inversión estimado de L. 19,827.00 o aproximadamente \$ 981.52, como se detalla en la Tabla 21 del Anexo 5. En el caso de los biodigestores, un biodigestor estándar tiene un costo de inversión estimado de L. 28,647.00 o aproximadamente \$ 1,418.17, como se detalla en la Tabla 24 del Anexo 6.

En cuanto al mantenimiento mensual, una pila de lombricompostaje tiene un costo mensual estimado de L. 7,930.00 o L. 95,160.00 anuales, aproximadamente \$ 4,710.84, tal como se detalla respectivamente en la Tabla 22 del Anexo 5. Cabe mencionar que esta solución brinda tres productos importantes (bioabono, lombriz y lixiviados) cuyo costo unitario individual se puede apreciar en la Tabla 23 del Anexo 5. Y, en el caso del biodigestor, este tiene un costo de mantenimiento anual estimado de L. 36,000.00 o aproximadamente \$ 1,782.18.

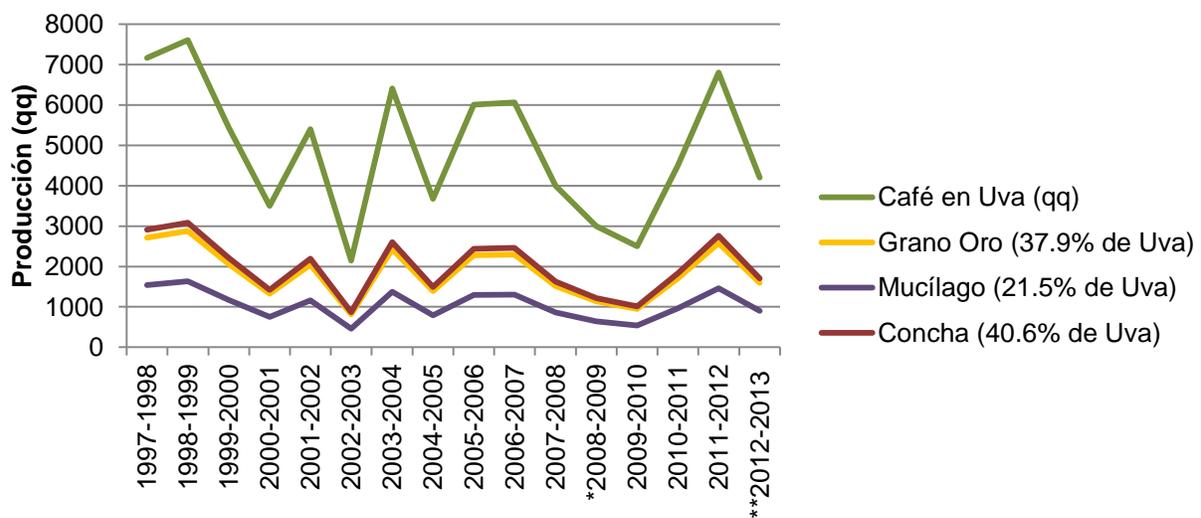
#### 4.1.3.3 Costos de Sistema de Manejo Tradicional

Los gastos de un sistema tradicional de abonos ronda L. 274,500.00 o aproximadamente \$ 13,711.30 y el costo de establecer tres pilas nuevas para el manejo de aguas mieles ronda en L. 80,000.00 o aproximadamente \$ 3,996.00, tal como se detalla en la Tabla 25 del Anexo 7. Cabe mencionar, que no se incluyen los costos de una nueva galera para el manejo de la pulpa resultante del beneficiado en la finca Santa Bárbara, ya que la actual instalación aún tiene una muy buena capacidad de almacenamiento y no se requiere construir más.

La finca Santa Bárbara tiene la opción de establecer este sistema, pero no estará logrando solventar el problema de manejo de desperdicios a largo plazo, ya que las pilas podrán saturarse en algún momento, debido a las condiciones del suelo franco arcilloso que dificulta la permeabilidad de las aguas hacia los estratos del suelo. También, la galera donde se depositan las conchas, que aunque cuenta con una buena capacidad, no es la mejor opción para majear este subproducto, ya que simplemente evita que la materia se descomponga rápidamente, pero esta materia aún seguirá desprendiendo olores y atrayendo insectos. A la larga, esta alternativa representa un gasto operativo para la finca y no genera ningún beneficio adicional aparte de ser una solución temporal al manejo de subproductos.

#### 4.1.4 LA PRODUCCIÓN EN LA FINCA

La producción en la finca de los últimos 16 años ha seguido la tendencia que se muestra en la Figura 11. Como se puede observar, la producción no ha seguido una tendencia lineal y se han presentado varios altos y bajos en periodos de cuatro años. Según comentó el propietario de la finca, esto se ha debido a factores como cambios de tipo o proporción de abonos, la variación en el área de poda, producción o resiembra, y plagas como la roya.



\* Máxima producción después de la poda y resiembra 2009.

\*\* En condiciones normales se esperaban 4,200 qq.

**Figura 11. Producción de los últimos 16 años en la finca de Santa Bárbara**

#### 4.1.5 LOMBRICOMPOST

Cada tres meses las pilas de Lombricompost generan abono orgánico, con la pulpa de café, pasada la temporada estas pueden seguir generando según los técnicos del IHCAFE, aunque a un ritmo menor debido a la reducción de la pulpa disponible, pero para mantener un ciclo de aprovechamiento se puede aplicar materia orgánica de otros orígenes (cerdaza, gallinaza, vacaza) combinada con materia vegetal procedente de podas y limpiezas en el mantenimiento de la finca.

#### 4.1.6 BIODIGESTOR

El biodigestor de capa plástica es el más accesible al público en general y el de más fácil manejo, aunque es fácil cuantificar la inversión necesaria para instalarlo, no es sencillo cuantificar la capacidad de generación de biogás y/o abono orgánico. El principal problema, en este caso, es a disposición de la materia orgánica (en este caso pulpa y mucilago procedente del beneficiado) ya que pasada la temporada de corte de café, debe buscarse otra fuente de materia orgánica para mantener operando el biodigestor.

En estudios de laboratorio realizados en el Zamorano y otras publicaciones, se estima que un biodigestor estándar genera 128 litros de Biogás por cada Kg (2.2 lbs.) de Pulpa de café y comercialmente el valor neto en calorías de un metro cúbico de biogás equivale a la energía emitida por la combustión de 0,55 litros de diesel. (Aguilar & Botero, 2007)

### 4.2 RESULTADOS

#### 4.2.1 ENTREVISTAS

Al hacer un recuento de las opiniones de los técnicos y productores, como se menciona en el análisis, estos coinciden que en cuanto a las técnicas de beneficiado, en el caso de los productores, que la técnica más difundida en el país es el beneficiado húmedo. En el caso de los técnicos, estos recomiendan el beneficiado ecológico ya que

mediante este se reduce el impacto ambiental de esta actividad y que se debe procurar hacer un manejo adecuado de los subproductos.

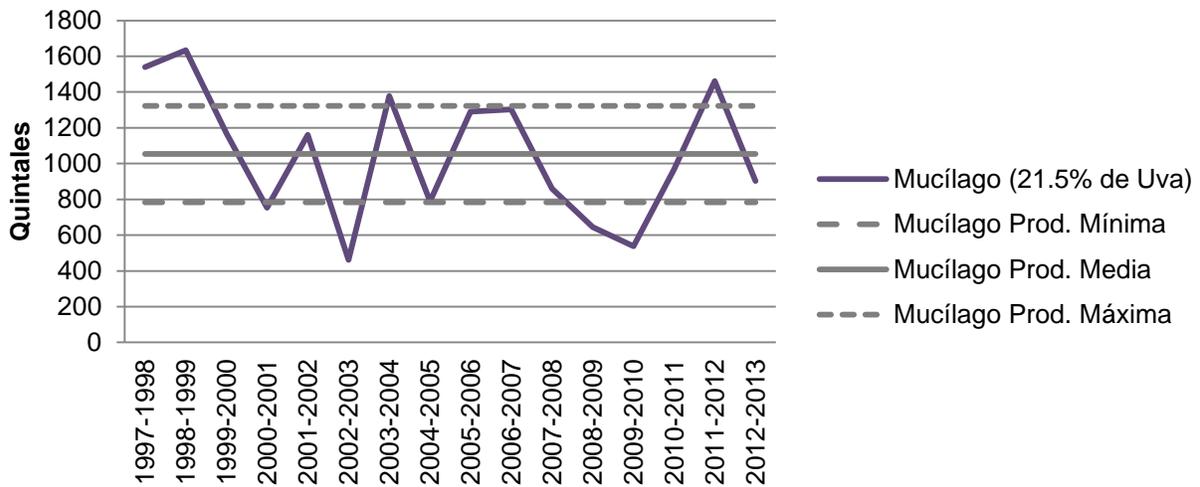
En cuanto al manejo de subproductos, los productores coinciden que el manejo más común que se le da a los subproductos es mediante pilas para las aguas mieles o galeras para la concha o pulpa. En contraste, los técnicos opinan que se debe procurar un mecanismo adecuado que permita incorporar al suelo material orgánico producido sin generar un impacto severo al ambiente, como el manejo de la pulpa mediante compostaje natural o empleando la lombriz roja californiana, o tratando las aguas mieles antes de verterlas en algún afluente o para su reutilización.

En cuanto al costo de manejo de subproductos, los caficultores coinciden en que consideran que es algo que implica costos operativos y de producción, y que además desconocen de las técnicas de aprovechamiento de subproductos que puedan generarles algún beneficio. Los técnicos coinciden, que mediante técnicas de aprovechamiento de subproductos se han logrado obtener ahorros y hasta ganancias con la comercialización de dichos subproductos una vez convertidos en abonos o en otra aplicación, y también recalcaron que debe de haber un compromiso y voluntad de parte de los productores para hacer una inversión en este tipo de técnicas.

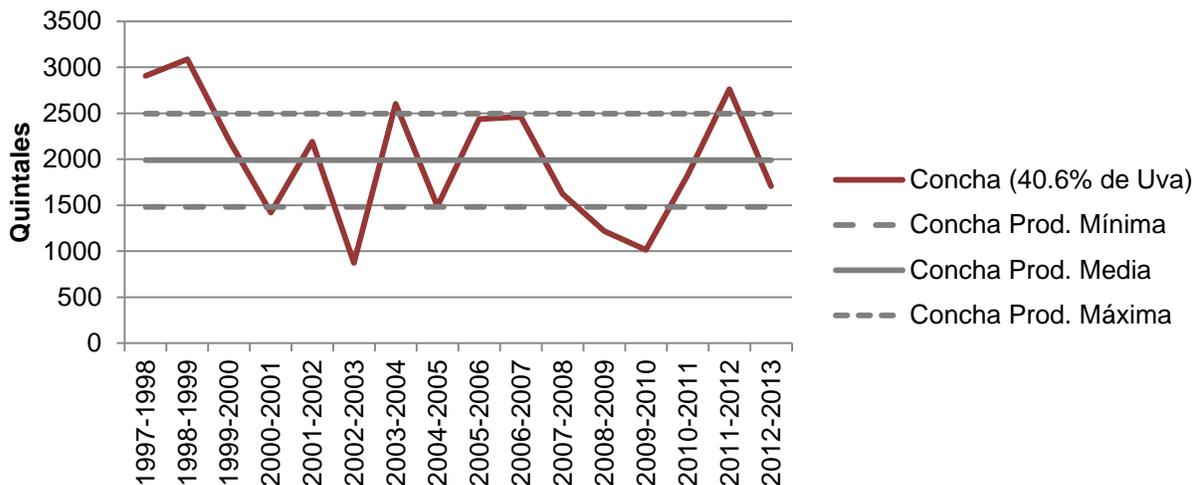
Finalmente en cuanto al manejo de los subproductos del beneficiado del café, los caficultores comentan que la mayoría de ellos hacen un uso directo de la concha o pulpa aplicándola directamente en el suelo de sus fincas y que conocen otras técnicas, pero algunos aún no han logrado implementarlas ya que no conocen que beneficios pueden obtener. En el caso de los técnicos, para manejo de subproductos recomiendan la generación de compost mediante técnicas como la lombricultura o los biodigestores, llevando de la mano un control o estudios de suelos para saber que necesidades de minerales y nutrientes pueda tener este.

#### 4.2.2 PRODUCCIÓN DE SUBPRODUCTOS

Mediante el análisis de la producción obtienen los valores medio, inferior y superior en un intervalo de confianza del 99% (según los datos obtenidos en el análisis de la producción en mostrados en la Tabla 10 del análisis de la tendencia de la producción), para los datos de producción de subproductos de pulpa o concha y mucílago de café en la finca Santa Bárbara. En la Figura 12 se muestra gráficamente los valores del intervalo de confianza para el mucílago y en la Figura 13 se muestra los valores del intervalo de confianza para la pulpa o concha de café.



**Figura 12. Producción de mucílago de los últimos 16 años**



**Figura 13. Producción de concha de los últimos 16 años**

#### 4.2.3 PRESUPUESTOS

Del análisis de los costos involucrados en desarrollo de las alternativas de manejo de subproductos del beneficiado del café, se obtienen los presupuestos que se muestran seguidamente en esta sección. Estos costos consideran el establecimiento de tres pilas para Lombricompost y cuatro Biodigestores respectivamente, cantidades que fueron determinadas mediante el análisis de la producción.

**Tabla 11. Presupuesto resumido de sistema de Lombricompost**

Establecimiento de Lombricultura	L. 19,827.00	\$981.53
Manejo Anual	L. 285,480.00	\$14,132.67
<b>Total</b>	<b>L. 305,307.00</b>	<b>\$15,114.20</b>

\* La tasa de cambio considerada es de 20.2 lempiras por dólar.

**Tabla 12. Presupuesto resumido de sistema de Biodigestor**

Establecimiento de Biodigestores	L. 114,588.00	\$5,672.67
Manejo Anual	L. 37,000.00	\$ 1,831.68
<b>Total</b>	<b>L. 151,588.00</b>	<b>\$7,454.85</b>

\* La tasa de cambio considerada es de 20.2 lempiras por dólar.

**Tabla 13. Presupuesto resumido de sistema Tradicional**

Construcción de Pilas para aguas mieles	L. 80,000.00	\$ 3,996.00
Manejo Anual	L. 344,500.00	\$ 17,207.79
<b>Total</b>	<b>L. 424,500.00</b>	<b>\$ 21,203.80</b>

\* La tasa de cambio considerada es de 20.2 lempiras por dólar.

#### 4.2.4 INVERSIÓN REQUERIDA

Al revisar los presupuestos de para la implementación de las técnicas de aprovechamiento de subproductos, en base al detalle de los costos de lombricompostaje y el biodigestor, se determina que la inversión requerida es de al menos L. 456,895.00. Y para el caso del sistema tradicional, en el que se piensa implementar tres nuevas pilas, la inversión requerida es de al menos L. 424,500.00.

#### 4.2.5 ESTADO DE RESULTADOS DE LA PRODUCCIÓN

El estado de resultados de la producción del último periodo 2011-2012 (ver Tabla 26 del Anexo 8), en la finca Santa Bárbara, arroja una utilidad de L. 525,201.91 o \$ 26,000.09, con una relación de ingresos de L. 2854,531.99 contra egresos de L. 2329,330.08. Dicha utilidad resulta ser más baja que la de años anteriores debido al problema del hongo de la roya que causo una rebaja en la producción.

#### 4.2.6 PRODUCCIÓN LOMBRICOMPOST

Como se muestra en la Tabla 23 del Anexo 5, una pila para lombricompost generan 72 qq de abono orgánico cada tres meses, a un costo unitario de L. 110.14 o \$ 5.45, el cual funciona muy bien como sustituto del abono químico cuyo precio ronda en L. 500.00 o \$ 24.75 el quintal, y que a la vez, está influenciado por las variaciones del precio del petróleo. Para el proyecto, se debe implementar cuando mucho tres pilas para manejar el volumen promedio de concha producido en la finca.

En el caso de la alternativa del lombricompostaje, en base a los datos de los costos e ingresos estimados, se genera un flujo de caja del establecimiento de tres pilas de lombricompostaje (ver la Tabla 27 del Anexo 9), para la alternativa de aprovechamiento de subproductos del café mediante el lombricompost.



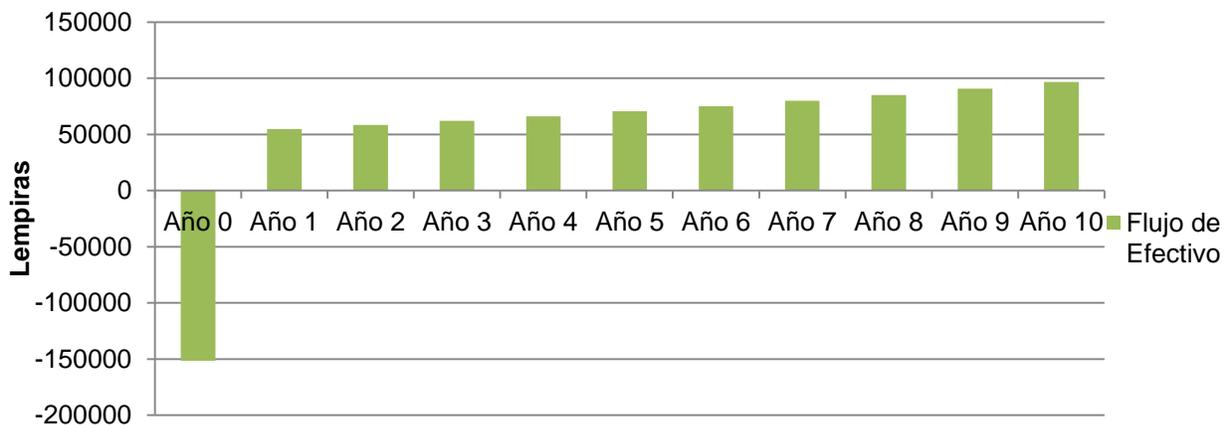
**Figura 14. Resultado del flujo de efectivo de la implementación de Lombricompost**

El flujo de caja del lombricompostaje, mostrado en la Figura 14, calculado en base a una tasa de descuento del 30%, con un ahorro en uso de agroquímicos anual de 432 qq a un precio de L. 150.00 y con el aprovechamiento de 7,530 litros de Lixiviados a un costo de L. 60.00 por litro, cuyos precios están ajustados a la inflación durante los próximos 10 años, arroja datos que nos indican un flujo positivo a partir del primer año, representado algo muy bueno, ya que se están generando más ingresos que egresos en el tiempo. Asimismo, el flujo de caja proyecta un VAN (valor presente neto) de L. 280,962.87 y una TIR (tasa interna de retorno) de 41%, lo cual también es muy positivo.

#### 4.2.7 PRODUCCIÓN BIODIGESTOR

Un biodigestor estándar, como el que se analiza en este estudio, genera un promedio de 0.9 metros cúbicos de gas diarios, lo que nos da un total de 328.5 metros cúbicos por año y 80 litros de lixiviado o abono líquido diario o 29,900.00. Estos productos tienen un costo el mercado de L. 22.00 o \$ 1.09 en el caso del biogás y de L.60.00 o \$ 2.97 aproximadamente. Para el proyecto, se deberá establecer cuatros biodigestores para poder procesar la cantidad promedio de mucilago producida en la finca.

En el caso de la alternativa del biodigestor, en base los datos de los costos e ingresos estimados se genera un flujo de caja del establecimiento de cuatro biodigestores para la finca Santa Bárbara (ver la Tabla 28 del Anexo 9), como alternativa de aprovechamiento de subproductos del café.



**Figura 15. Resultado del flujo de efectivo de la implementación de Biodigestores**

El flujo de caja de los biodigestores, mostrado en la Figura 15, calculado en base a una tasa de descuento del 30%, con un ahorro en uso en biogás 328.5 metros cúbicos de gas a un precio de L. 20.00 y con el aprovechamiento de 24,000 litros de Lixiviados a un costo de L. 1.00 por litro, cuyos precios están ajustados a la inflación durante los próximos 10 años arroja datos que nos indican, al igual que la alternativa anterior, un flujo positivo a partir del primer año, lo que también es muy bueno por las razones expuestas anteriormente. Asimismo, de la misma manera que la alternativa anterior, el flujo de caja proyecta un VAN de L. 193,848.45 y una TIR de 40%, lo cual también es muy positivo.

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 CONCLUSIONES

La producción de café en Honduras es una importante actividad en la economía nacional, ya que según datos del IHCAFE es fuente de trabajo para más de 100,000 grupos familiares y una de las principales actividades del país según las publicaciones de las instituciones del rublo. En Honduras el proceso de beneficiado por vía húmeda es el más empleado y este genera una gran cantidad de subproductos que no son aprovechados, aun el sistema de beneficiado ecológico, que ha ido siendo introducido en los últimos 10 años al país, el cual reduce grandemente el consumo de agua genera también residuos.

En el caso de la Finca Santa Bárbara, se han producido un promedio de 4900 quintales de uva de café al año del cual un 40% es pulpa y un 21% es mucílago y estos se han manejado como un desperdicio del cual se ha generado poco provecho. De lo investigado y analizado en los capítulos anteriores podemos concluir que:

1. De la investigación realizada y las entrevistas efectuadas con productores y con Técnicos del sector café, se determinó que los subproductos son material con un gran potencial para ser reutilizados en el proceso productivo de la finca, ya que su concentración de nutrientes puede reintegrarse al suelo favoreciendo la renovación de la capa vegetal y en consecuencia al ciclo productivo de la finca. Esto se puede hacer directamente sin procesar, pero no se aprovecha al máximo el recurso disponible.
2. Se identificó que las principales razones por las que no se han implementado técnicas de aprovechamiento de subproductos del café, que utilice al máximo el recurso disponible de la pulpa y el mucílago de café, han sido:
  - El valor de la inversión inicial y el costo de mantenimiento, debido a que la masa laboral es mayoritariamente itinerante y solo permanecen en la finca en los

periodos de corta y en una menor cantidad en las épocas de limpieza, abono y poda.

- La mínima asistencia técnica de instituciones nacionales de caficultura, por lo que hay poca difusión de nuevas tecnologías, fuera de la comunicación de persona a persona.
  - La falta de un plan de manejo formal de la finca, con una calendarización definida y un registro detallado de las operaciones.
3. Las técnicas seleccionadas, según el juicio de expertos, fueron el lombricompost y el biodigestor. Estas dos técnicas hacen uso directo de los subproductos mencionados (pulpa y mucílago). Se determinó una inversión, corta, mínima para el lombricompost de L. 305,307.00, lo que incluye capacitación, instalación y preparación de cuatro piletas techadas para generar abono orgánico (humus de lombriz y lixiviados) y lombrices; para el biodigestor se determinó una inversión inicial de L. 151,588.00, el cual incluye entre otras cosas la capacitación, instalación y preparación de tres unidades.
  4. El proyecto generará utilidades desde el primer año, con flujos de efectivo positivos y se estima que en el segundo año se recuperará la inversión inicial. El flujo no toma en cuenta un crecimiento en la producción, ya que se está utilizando el mínimo estimado de producción como una proyección conservadora, debido a las variables que no pueden ser consideradas en un estudio documental de tres meses y que dependen del manejo y organización del proyecto a lo largo de un periodo de tiempo.
  5. Como se muestra en la sección de resultados, los flujos de ambas alternativas traídos a un valor actual con tasas de retorno del 41% y 40% nos permiten recuperar la inversión y generar excedentes de L. 280,962.87 y L. 193,848.45, para la alternativa de Lombricompostaje y Biodigestores respectivamente; lo cual nos hace aceptar la Hipótesis del estudio.

## 5.2 RECOMENDACIONES

1. Al inicio del proyecto se debe estar consciente de que hay muchos riesgos relacionados a la producción agrícola por lo que debe hacerse una planificación previa en la cual considerar todos los aspectos posibles. Asimismo, se debe establecer un mínimo de inversión debido a la fluctuación en los ingresos de la actividad productiva del café.
2. Las inversiones varían según la técnica a emplear y esta debe estar en relación al análisis del historial de producción de la finca. Para determinar el valor de la inversión, se debe realizar un análisis de la producción de los últimos años y emplear información complementaria sobre mantenimiento y fertilizaciones. En el caso de la finca Santa Bárbara, se estimó un mínimo de pulpa producido de 2,200 quintales.
3. Antes de iniciar cualquiera de las opciones mencionadas para la Finca Santa Bárbara, se debe considerar:
  - Preparar un plan de inversión que considere la permanencia de los trabajadores para desarrollar un trabajo continuo y no perder la inversión realizada
  - La capacitación pertinente al personal para desarrollar en las mejores condiciones los proyectos, ya que requieren de un cuidado permanente para la correcta utilización
  - Establecer un calendario detallado de aplicaciones y registro de operaciones para facilitar los controles y análisis de la producción.
4. Se debe mantener un muestreo anual de las condiciones de suelo, para aplicar los abonos orgánicos en combinación con los agroquímicos, por lo que el mismo abono también debe ser analizado en cada ciclo de producción, para saber exactamente cuáles son sus valores nutricionales y aplicar correctamente las dosis necesarias.

5. La aplicación del abono orgánico debe ir de acuerdo al análisis de suelos, esto con el fin de determinar la mejor combinación para el suelo, especialmente en este caso, ya que la finca ha manejado agroquímicos como abono y no puede darse una sustitución inmediata, sino que debe ser de forma gradual determinada con el estudio de suelos y el análisis de laboratorio del abono sustituto (abono orgánico).
6. Se recomienda mantener constante el trabajo en las pilas de lombricompost y el Biodigestor, ya que esto asegura un gasto mínimo de inicio de cada ciclo productivo y favorece a una generación estable de abono orgánico y energía para la aplicación en los procesos de la finca.
7. No se puede sustituir al 100% el uso de agroquímico en el proceso productivo ya que la plantación lleva muchos años empleándolo, es recomendable que se integren en un sistema combinado para favorecer a una producción constante y a que el suelo mantenga condiciones ideales para la actividad.
8. Integrar el Plan de Manejo de Subproductos del Beneficiado a la actividad productiva de las fincas de café, implica nuevos procesos que deben acoplarse a la cadena de valor de la producción para que la actividad sea más eficiente, por lo que es recomendable, que a futuro, se establezca una guía de Buenas Prácticas para las actividades que se desarrollen, integrada a las normas de trabajo y seguridad que deben manejarse en este tipo de procesos.

## **CAPÍTULO VI. APLICABILIDAD**

### **6.1 PROPUESTA: PLAN DE MANEJO DE SUBPRODUCTOS DEL BENEFICIADO DEL CAFÉ, FINCA SANTA BÁRBARA**

#### 6.1.1 INTRODUCCIÓN

#### 6.1.2 LÍNEA DE ACCIÓN

##### 6.1.2.1 Estudio Legal

##### 6.1.2.2 Aspecto Ambiental

##### 6.1.2.3 Manejo Sustentable y Reducción del Potencial Contaminante

#### 6.1.3 OBJETIVO

#### 6.1.4 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

##### 6.1.4.1 Pilas Lombricompost

##### 6.1.4.2 Biodigestores

#### 6.1.5 PRESUPUESTOS DE IMPLEMENTACIÓN

#### 6.1.6 ESCENARIOS FINANCIEROS

#### 6.1.7 CRONOGRAMAS DE EJECUCIÓN

### **6.1 PROPUESTA: PLAN DE MANEJO DE SUBPRODUCTOS DEL BENEFICIADO DEL CAFÉ, FINCA SANTA BÁRBARA**

#### 6.1.1 INTRODUCCIÓN

En el plan de manejo de subproductos se desarrolla en base al plan general de mantenimiento y operación de la finca, para aprovechar en lo posible los subproductos que se generan en el beneficiado del café durante el año, los cuales generalmente no son utilizados en beneficio de la finca. Este introduce dos técnicas para hacer uso de los principales subproductos: Pulpa y Mucílago (aguas mieles), las cuales en conjunto lograrán un mayor aprovechamiento de los subproductos del café producido.

Para procesar la pulpa, se establece un sistema de compost con lombriz californiana mediante la que se genera un abono orgánico que podrá ser aplicado al suelo de la finca, reduciendo el uso masivo de agroquímico y renovando la explotada capa orgánica. En la misma medida, se establece un sistema de biodigestores para

aprovechar las aguas mieles y reducir la contaminación de las fuentes de agua; aprovechando las aguas mieles para generar un biogás que puede utilizarse como sustituto del gas LPG en las cocinas, de la energía eléctrica o del uso de fogones de leña.

#### 6.1.2 LÍNEA DE ACCIÓN

La línea de acción principal en esta propuesta es establecer el plan de manejo de subproductos del beneficiado del café como alternativa para su uso, empleando el recurso orgánico que se puede reincorporar al suelo de la finca. Existen otras líneas secundarias que van asociadas a las variables establecidas en el planteamiento de la Investigación, estas son la viabilidad legal del trabajo a realizar y el componente ambiental que este tiene.

##### 6.1.2.1 Estudio Legal

La Finca Santa Bárbara cuenta con su personería jurídica como Comerciante Individual, así que los requisitos que debe cumplir en las operaciones de la misma están bajo las leyes vigentes del país. Todas las operaciones están enmarcadas en la política del CONACAFE, contemplada en el Decreto Legislativo No. 145-2000, la cual por acuerdo con otras instituciones de Gobierno regula el desarrollo integral de la caficultura nacional en sus diferentes aspectos sociales, financieros, ambientales, económicos, de productividad y competitividad internacional, así como medidas para modernizar las instituciones del sector con el fin de hacerlas más eficientes, para que cumplan con los objetivos de su creación de frente a las nuevas exigencias y demandas del sector.

##### 6.1.2.2 Aspecto Ambiental

La UMA (Unidad de Manejo Ambiental) de la municipalidad de San Luis, Comayagua es en este caso quien debe supervisar que se cumplan las normativas ambientales de la zona, pero existe un área gris en cuanto a que la actividad agrícola a desarrollar en esta propuesta pues esta no se enfoca en el comercio sino para la aplicación dentro de la

misma finca. Los acuerdos entre la Secretaria de Agricultura y Ganadería (SAG) y el IHCAFE en su reglamento interno, indican que este último, es el encargado de evaluar y los proyectos en todos los aspectos de la caficultura nacional, pero en cuanto a las iniciativas de aprovechamiento de subproductos del beneficiado del café se han hecho pocos esfuerzos para establecer reglamentos o disposiciones especiales, aparte de los estudios realizados en pequeños proyectos. No obstante, todo proyecto debe cumplir con las leyes del país en cuanto a medio ambiente, así que dado que el proyecto se enfoca en reutilizar estos subproductos en el proceso productivo reduciendo su potencial como contaminante de las fuentes de agua, debe acatar las disposiciones generales de la Ley del ambiente en cuanto a la protección de dichas fuentes.

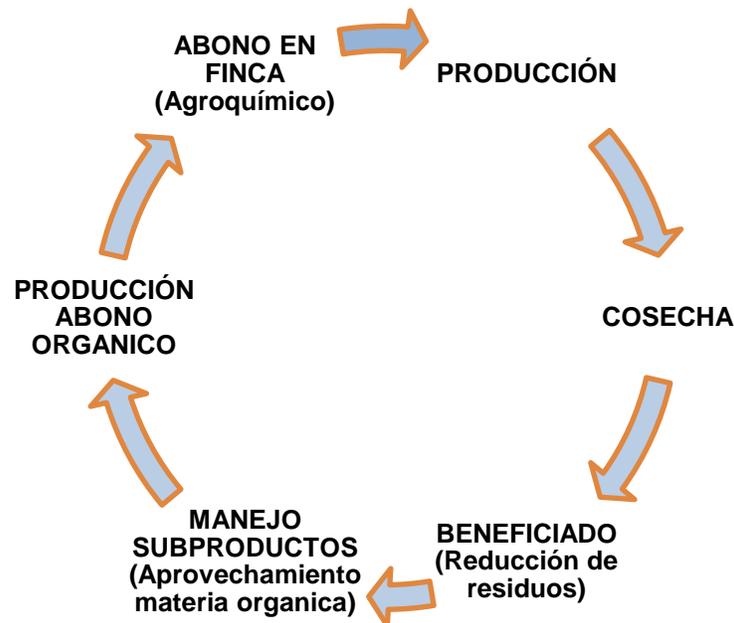
#### 6.1.2.3 Manejo Sustentable y Reducción del Potencial Contaminante

La integración de un plan de manejo de subproductos del beneficiado de café, permitirá recuperar casi el 60% de la materia orgánica generada (pulpa y mucílago) y que no es comercializada. Dichos subproductos serán la materia prima para la elaboración del abono orgánico, con el fin de reducir la cantidad de fertilizante agroquímico empleado y el potencial efecto nocivo al ambiente causado por su uso indiscriminado.

En la Figura 16 de la siguiente página, podemos apreciar cómo se incorpora al ciclo de producción el manejo de subproductos y la generación de abonos orgánicos. Sin embargo, esto no asegura que se elimine el uso de abonos agroquímicos, ya que la supresión completa de los mismos puede afectar la producción de la finca, además de que dicha acción debe convertirse en un proceso de transformación que va más allá de los objetivos de este trabajo, pero se logra una mejora a la calidad del suelo y al equilibrio ambiental con la reducción de la potencial contaminación de las fuentes de agua.

Para citar un ejemplo, consideramos el promedio de la producción, mostrado en las figuras 12 y 13 de la sección 4.2.2, de 1,989 quintales de concha o pulpa y 1,053 quintales de mucílago. Este volumen de material puede ser reciclado como abono para el ciclo de producción, evitando el riesgo potencial de contaminación ya que como

describe (Rolando Vasquez, 1997) un kilogramo de pulpa sin procesar es potencialmente tan contaminante como la contaminación generada por 5.6 personas en un día.



**Figura 16. Integración del manejo de subproductos al ciclo productivo**

### 6.1.3 OBJETIVO

El objetivo de esta propuesta es establecer un plan de manejo de subproductos del beneficiado del café, buscando generar beneficios económicos principalmente a través del establecimiento de dos sistemas que aprovechen la disponibilidad de materia orgánica generada en la finca Santa Bárbara.

### 6.1.4 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

Se establecen dos sistemas de manejo de los subproductos generados por el beneficiado, específicamente la pulpa y el mucílago, los cuales son los de mayor potencial de contaminación de las fuentes de agua y además, pero que pueden ser reutilizados en el proceso productivo de la finca principalmente como abonos y para generar gas metano.

#### 6.1.4.1 Pilas Lombricompost

Se deben establecer tres pilas de lombricompost para el procesamiento de la pulpa de café, ya que en base a las estimaciones de la producción estas tres pilas deben procesar un mínimo de 1,900 quintales de concha, para disponer de ella como abono orgánico, generado a través del proceso de compostaje mediante la lombriz californiana. Esto con el fin de reducir la cantidad de pulpa que se mantiene en descomposición alrededor de la finca, empleando un subproducto desperdiciado para generar un abono de alta calidad orgánica y mineral que se pueda emplear en la finca o para la venta según se presente la oportunidad. Esto no reemplaza totalmente a la aplicación de abono agroquímico, pero su aplicación favorece la mejora de las condiciones del suelo y reduce el daño provocado por el uso excesivo de agroquímicos.

También, en el caso del mantenimiento de las pilas de lombricompost, se deben seguir las recomendaciones o buenas prácticas publicadas por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) de México en su ficha técnica sobre Lombricultura, de las cuales se resumen algunas de ellas en el Anexo 10 en el apartado 10.1.

#### 6.1.4.2 Biodigestores

Los biodigestores deben ser ubicados cerca de las áreas de cocina de la Vivienda principal y de las áreas de cocina para los trabajadores. Mediante las estimaciones de producción de materia orgánica de la finca, estos deben ser al menos cuatro debido al porcentaje de mucílago que se ha obtenido en los últimos 10 años.

Estos Biodigestores deben procesar el mucílago generado por el beneficiado para la producción de biogás, con el fin de sustituir el uso de gas LPG o de leña en las actividades de la cocina, además el biodigestor genera otro producto, diariamente se produce el gas a partir del primer mes después de la primera carga realizada. Además, los biodigestores generan un lixiviado (líquido rico en nutrientes) que puede ser

empleado como un abono foliar o utilizado en mezcla con la composta de la pulpa de café, para enriquecer dicha mezcla con mejores nutrimentos.

La instalación de un Biodigestor requiere la presencia de un experto o persona calificada en su instalación, y también, seguir las indicaciones generales o buenas prácticas que se resumen en el documento Implementación de Sistemas de Biodigestión en Empresas (Samayoa & Viquez, 2012), que está en el apartado 10.2 del Anexo 10; y otras indicaciones que se muestran en la Figura 16 del mismo anexo.

#### 6.1.5 PRESUPUESTOS DE IMPLEMENTACIÓN

Los presupuestos resumidos de la implementación de los sistemas, detallados en las tablas 14 y 15; incluyen, aparte del valor de las obras los costos por capacitación, la compra de algunos insumos como ser el pie de cría para las pilas de lombricompost.

**Tabla 14. Presupuesto Lombricompost**

Pilas de Lombricompost	L. 19,827.00
cantidad de pilas	3
pilas crianza	1
Subtotal Pilas	L. 79,308.00
Galera techada	L. 90,099.15
Cantidad de Galeras	1
Subtotal Galeras	L. 90,099.15
Capacitación Lombricompost	L. 7,000.00
Compra Pie de Cría	L. 1,500.00
<b>Total Inversión</b>	<b>L. 177,907.15</b>

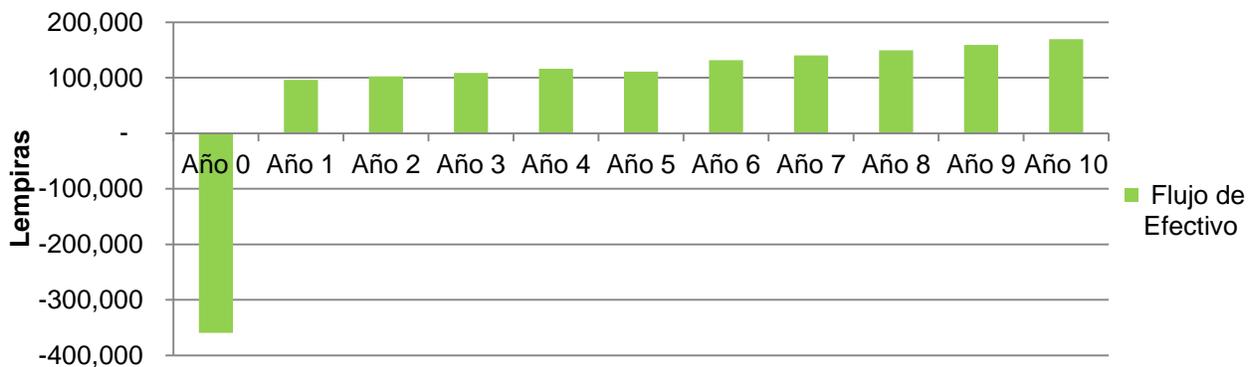
**Tabla 15. Presupuesto Biodigestores**

Tubería y Accesorios	L. 8,550.00
Recamara Dosificación	L. 20,097.00
Total Construcción Biodigestor	L. 28,647.00
Cantidad de Biodigestores	4
Subtotal Biodigestores	L. 114,588.00
Capacitación Biodigestor	L. 7,000.00
Costo Estudio	L. 30,000.00
<b>Total Inversión</b>	<b>L. 151,588.00</b>

### 6.1.6 ESCENARIOS FINANCIEROS

Como el proyecto se basa en la implementación de dos sistemas de aprovechamiento de subproductos, se analiza un flujo de caja donde se consolidan o combinan los ingresos y gastos implicados en ambas alternativas. Asimismo, en base a los resultados de producción de subproductos, mostrados en las figuras 12 y 13 de la sección de resultados, se hace un análisis de tres escenarios para el flujo de caja consolidado en un ámbito pesimista, esperado o medio y optimista dentro de un intervalo de confianza.

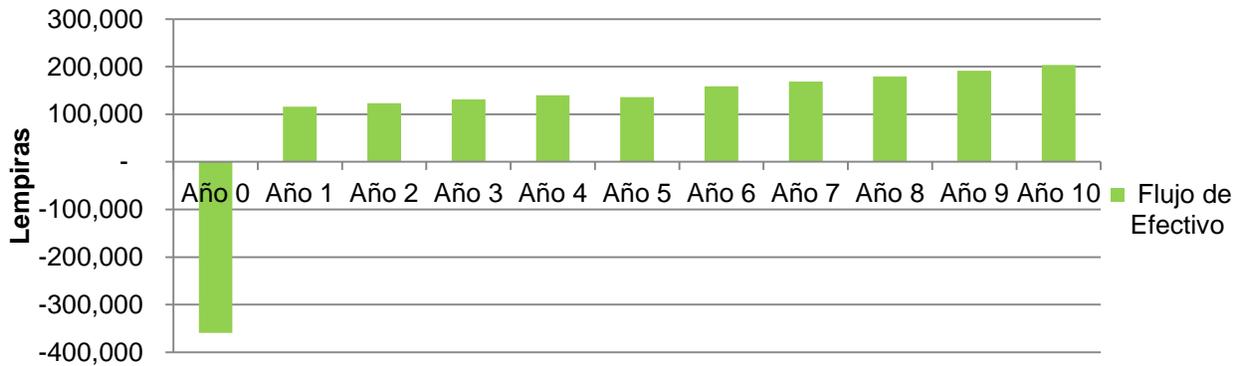
El flujo de caja combinado para el escenario pesimista (ver Anexo 11), mostrado en la Figura 16, calculado en base a una tasa de descuento del 25% (la cual se estimó en base al 15% de los bonos de estado y una prima esperada del 10% para el proyecto), con un ahorro en uso en biogás 235.30 metros cúbicos de gas a un precio de L. 21.30 (kW/h por m<sup>3</sup>), un ahorro en uso de agroquímicos anual de 518.39 qq a un precio de L. 110.00, con un aprovechamiento de 8,000 litros de lixiviados producidos por los biodigestores a un costo de L. 1.50 por litro y 7,500 litros de lixiviados producidos mediante el lombricompostaje a un costo de L. 55.00 por litro, proyecta un flujo positivo estable y creciente para dicho espacio de tiempo.



**Figura 17. Resultado del flujo de efectivo del escenario pesimista**

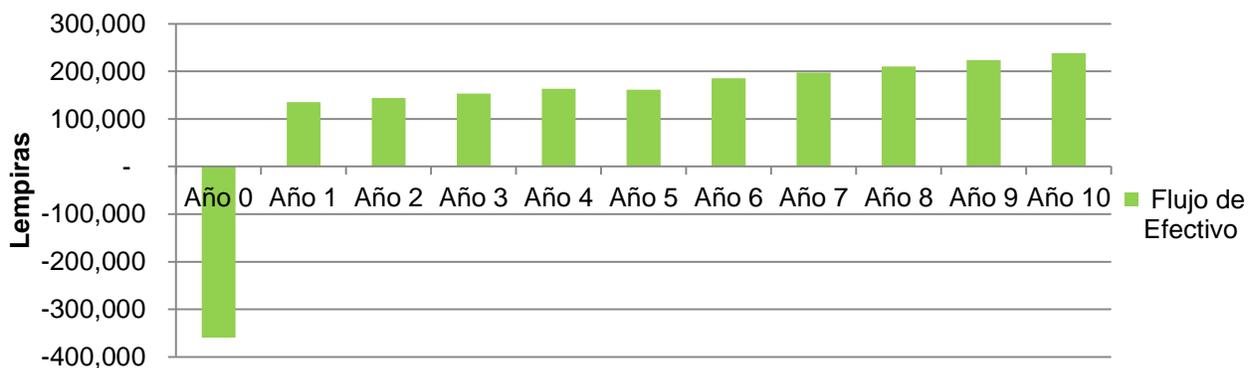
El flujo de caja combinado para el escenario pesimista (ver Anexo 11), mostrado en la Figura 17, calculado también en base a una tasa de descuento del 25%, con un ahorro en uso en biogás 315.99 metros cúbicos de gas a un precio de L. 21.30 (kW/h por m<sup>3</sup>), un ahorro en uso de agroquímicos anual de 696.16 qq a un precio de L. 110.00 , con un

aprovechamiento de 8,000 litros de lixiviados producidos por los biodigestores a un costo de L. 1.50 por litro y 7,500 litros de lixiviados producidos mediante el lombricompostaje a un costo de L. 55.00 por litro, cuyos precios están ajustados a la inflación de los próximos 10 años, proyecta un flujo positivo estable y creciente para dicho espacio de tiempo.



**Figura 18. Resultado del flujo de efectivo del escenario medio o esperado**

El flujo de caja combinado para el escenario pesimista (ver Anexo 11), mostrado en la Figura 18, calculado igualmente en base a una tasa de descuento del 25%, con un ahorro en uso en biogás 396.68 metros cúbicos de gas a un precio de L. 21.30 (kW/h por m<sup>3</sup>), un ahorro en uso de agroquímicos anual de 873.93 qq a un precio de L. 110.00 , con un aprovechamiento de 8,000 litros de lixiviados producidos por los biodigestores a un costo de L. 1.50 por litro y 7,500 litros de lixiviados producidos mediante el lombricompostaje a un costo de L. 55.00 por litro, proyecta, al igual que escenario pesimista, un flujo positivo estable y creciente con para dicho espacio de tiempo.



**Figura 19. Resultado del flujo de efectivo del escenario optimista**

La Tabla 16 muestra el resultado resumido de los tres escenarios para las variables inversión o ahorro, VAN y TIR, analizados mediante flujos de caja de los ingresos provenientes de la producción de abonos y energía a través de las dos técnicas de aprovechamiento, que como se puede apreciar son muy buenos para cada caso; ya que se aprecia que los valores del flujo de caja traídos al presente con las tasas de retorno mostradas en la tabla nos permiten recuperar la inversión y ganar excedentes.

**Tabla 16. Escenarios del proyecto (sistema combinado)**

SENSIBILIZACIÓN Variable Ingreso/Ahorro	ESCENARIO		
	Producción de pulpa **	Pesimista	Esperado
1,481.11		1,989.02	2,496.93
	<b>VAN *</b>		
Indicador Resultante	Pesimista	Esperado	Optimista
	239,938.66	363,247.89	486,557.11
	<b>TIR</b>		
Indicador Resultante	Pesimista	Esperado	Optimista
	29%	36%	42%

\* La moneda de los valores de la VAN está en lempiras.

\*\* Se tiene como supuesto que la pulpa generada es la principal materia orgánica a emplear.

#### 6.1.7 CRONOGRAMAS DE EJECUCIÓN

Las actividades para establecer los dos sistemas de aprovechamiento, deben incorporarse al proceso de la finca al menos un mes antes del inicio de la cosecha, esto para que al momento de comenzar la temporada de corta, las obras estén preparadas para captar el material orgánico que se produce en el beneficiado, y logrando de esta forma sacar el mayor provecho posible y reduciendo la necesidad de buscar materia orgánica de otras fuentes, y por ende, el costo de la misma.

En la Tabla 19 se integra la implementación de los dos sistemas para el ciclo productivo anual. Esta tabla resume las actividades de los cronogramas de implementación del lombricompost y los biodigestores, mostrados respectivamente en las tablas 32 y 33 del Anexo 12. Adicionalmente, cabe mencionar que esta planeación debe realizarse anualmente en la finca a partir del establecimiento de los dos sistemas, a fin de

coordinar el proceso productivo con las actividades de manejo de subproductos del café que se deben desarrollar.

**Tabla 17. Cronograma Plan de Manejo Integrado**

ACTIVIDADES	Meses											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Recolección	█	█	█									█
Poda de café				█	█							
Regulación de sombras				█	█			█	█			
Control de plagas						█	█	█	█			
Semilleros y Viveros			█	█								
Siembra de viveros								█	█			
Control de malezas					█	█			█	█		
Muestreo de suelo			█	█								
Fertilización foliar				█	█		█	█		█	█	
Manejo Biodigestores	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Aplicación Lixiviados					█			█			█	
Manejo Aboneras	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Aplicación Abono Lombricompost			█				█			█		

## BIBLIOGRAFÍA

1. (INCAE), C. L. (1999). La Caficultura en Honduras. Recuperado el 2 de Marzo de 2013, de [www.incae.edu](http://www.incae.edu):  
[http://www.incae.edu/es/clacds/publicaciones/pdf/cen536\\_final.pdf](http://www.incae.edu/es/clacds/publicaciones/pdf/cen536_final.pdf)
2. Analisis de la Cadena del Cafe en Honduras. (2003). Tegucigalpa, Honduras: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
3. (2011). Guia técnica para el cultivo del café. ICAFE-CICAFE. Heredia: ICAFE-CICAFE.
4. Lombricultura. (2012). Recuperado el 10 de Marzo de 2013, de [www.sagarpa.gob.mx](http://www.sagarpa.gob.mx):  
<http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Lombricultura.pdf>
5. OIC. (2012). Recuperado el 2 de Marzo de 2013, de <http://www.ico.org/prices/po.htm>
6. Adriana Maria Cuervo R. (1997). Beneficio Ecológico del cafe con Subproductos. Manizales: Editar La Patria.
7. Aguilar, F., & Botero, R. (10 de Octubre de 2007). Ergomix.com. Recuperado el 10 de Marzo de 2013, de Ergomix.com: <http://www.engormix.com/MA-porcicultura/manejo/articulos/biogas-beneficios-economicos-utilizando-t1795/124-p0.htm>
8. Alvarez, J., Smeltekop, H., Cuba, N., & Murguia, M. L. (2001). Evaluación de un Sistema de tratamiento de aguas residuales del prebeneficiado de Cafe implementado en la comunidad Carmen Pampa provincia Nor Yungas del Departamento de la Paz. *Jpurnal of The Selva Andina Research Society*, 02-04.
9. Armas Flores, E. A., Cornejo Mazariego, N. C., & Murcia Zamora, K. M. (2008). Propuesta para el aprovechamiento de los subproductos del beneficiado del café como una alternativa para la diversificación de la actividad cafetalera y aporte de valor a la cadena productiva. San Salvador: Universidad de El Salvador.
10. Avellaneda, R., & Pearson, N. G. (2003). VIETNAM: Una introducción a su desarrollo y su caficultura. *REVISTA ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN DE NEGOCIOS*, 110-131.
11. Bernal Torres, C. A. (2010). Entrevista. En C. A. Bernal Torres, *Metodología de la investigación, administración, economía, humanidades* (pág. 320). Bogotá D.C.: Pearson Educación de Colombia Ltda.

12. Bernal Torres, C. A. (2010). Métodos del proceso de investigación científica. En C. A. Bernal Torres, Metodología de la investigación, administración, economía, humanidades (pág. 320). Bogotá D.C.: Pearson Educación de Colombia Ltda.
13. Bernal Torres, C. A. (2010). Tipos de investigación. En C. A. Bernal Torres, Metodología de la investigación, administración, economía, humanidades (pág. 320). Bogotá D.C.: Pearson Educación de Colombia Ltda.
14. Cadena, D. A., & Bastidas, J. C. (2011). Producción de biogás a partir de aguas mieles y pulpa de café. Zamorano.
15. Cepero, L., Savran, V., Blanco, D., Piñón, M. R., Suárez, J., & Palacios, A. (2012). Producción de biogás y bioabonos a partir de efluentes de Biodigestores. Pastos y Forrajes, 219-231.
16. Duicela, L. A., Castillo, R. C., Talledo, D. F., & Avellán, C. V. (2010). INFLUENCIA DE MÉTODOS DE BENEFICIO SOBRE LA CALIDAD ORGANOLÉPTICA DEL CAFÉ ARÁBIGO. Consejo Cafetero nacional (Colombia), Portoviejo.
17. E. García Martínez, O. G. (2005). Uso de la lombricultura. Aplicación en el Lodo de Plantas depuradoras. Revista Transporte, Desarrollo y medioambiente, 25, 02-03.
18. EMA. (1999). Situación actual del café certificado. Guatemala: PROARCA/CAPAS.
19. FIDE. (2012). Producción Sostenible en Honduras: Potencialidad del sector para su comercialización. Centro de Estudios para el Desarrollo Rural.
20. Hernández Sampieri, R. (2010). Definición del alcance de la investigación a realizar: exploratoria, descriptiva, correlacional o explicativa. En R. Hernández Sampieri, Metodología de la investigación (pág. 601). México D.F.: The McGraw-Hill.
21. Hernández Sampieri, R. (2010). Definiciones de los enfoques cuantitativo y cualitativo, sus similitudes y diferencias. En R. Hernández Sampieri, Metodología de la investigación (pág. 601). México D.F.: The McGraw-Hill.
22. (2010). Muestreo. En R. Hernández Sampieri, Metodología de la investigación (pág. 613). México D.F.: McGRAW-HILL.
23. Hernández, A. R., Cairo, P. I., Armas, J. M., Herrera, O. F., Hernández, J. R., Suárez, A. B., y otros. (2009). Efecto de abonos orgánicos y minerales naturales sobre las propiedades del suelo, el contenido de nutrimentos de la planta y el rendimiento de café oro. Universidad Central de Villas, Cuba, Centro Agrícola. Fer Joo.

24. honduraslegal.com. (s.f.). Recuperado el 25 de Marzo de 2013, de <http://www.honduraslegal.com/legislacion/legi106.htm>
25. IHCAFE. (09 de Febrero de 2012). Información General del Café de Honduras. Recuperado el 22 de Febrero de 2013, de <http://www.ihcafe.hn>
26. Inglés, M. F. (2012). Ecos del Café. Recuperado el 22 de Febrero de 2013, de [academic.uprm.edu/mmonroig/index.htm](http://academic.uprm.edu/mmonroig/index.htm):  
<http://academic.uprm.edu/mmonroig/id50.htm>
27. Maria Angelica Ormeño, A. O. (2010). Recuperado el 25 de Febrero de 2013, de [http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas\\_tec/inia\\_divulga/numero%2010/10ormeno\\_m.pdf](http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/inia_divulga/numero%2010/10ormeno_m.pdf)
28. Panta, L. d., Regio, G., & Gil Pichado, D. (7 de Mayo de 2009). Estudio Sistema de Tratamiento de las Aguas Mieles en Salcedo, República Dominicana. Recuperado el 23 de Enero de 2013, de [www.cafeycaffe.org](http://www.cafeycaffe.org):  
[https://www.google.hn/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&sqi=2&ved=0CCsQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.cafeycaffe.org%2Fweb%2Findex.php%3Foption%3Dcom\\_docman%26task%3Ddoc\\_download%26gid%3D110%26Itemid%3D14%26lang%3Des&ei=a6cMUZ2iEY7a9ATZpoHoAg&us](https://www.google.hn/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&sqi=2&ved=0CCsQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.cafeycaffe.org%2Fweb%2Findex.php%3Foption%3Dcom_docman%26task%3Ddoc_download%26gid%3D110%26Itemid%3D14%26lang%3Des&ei=a6cMUZ2iEY7a9ATZpoHoAg&us)
29. Pierrot, J., Giovannucci, D., & Kasterine, A. (2011). [www.intracen.org](http://www.intracen.org). (C. d. Internacional, Ed.) Recuperado el 13 de Febrero de 2012, de [www.intracen.org](http://www.intracen.org):  
[http://www.expocafeperu.com/archivos/Rainforest\\_Alliance\\_Tendencias\\_de\\_cafes\\_certificados.pdf](http://www.expocafeperu.com/archivos/Rainforest_Alliance_Tendencias_de_cafes_certificados.pdf)
30. Ponce, R. S. (2001). Historia del Café en Honduras. Tegucigalpa: IHCAFE.
31. Rodríguez Valencia, N. (1999). Manejo de Residuos en la Agroindustria Cafetalera. Seminario Internacional Gestión Integral de Residuos Sólidos y Peligrosos, Siglo XXI (pág. 10). Managua: CENICAFE.
32. Rodriguez, A. R. (s.f.). [www.fao.org](http://www.fao.org). Recuperado el 3 de Marzo de 2013, de <http://www.fao.org/docs/eims/upload/agrotech/936/Producci%C3%B3n%20y%20Calidad%20de%20Abono.pdf>
33. Rodríguez, J. J., & Alfaro, M. (1994). Impacto Ambiental del Procesamiento del Café. *Agronomía Costarricense*, 217-2225.
34. Rolando Vasquez. (1997). Recuperado el 25 de Febrero de 2013, de [http://www.mag.go.cr/rev\\_agr/v21n01\\_069.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_agr/v21n01_069.pdf)
35. Samayoa, S., & Víquez, C. B. (Julio de 2012). Implementación de Sistemas de Biodigestión en Ecoempresas. Tegucigalpa, Honduras: SNV.

36. Triola, M. (2008). Estadística. México D.F.: Pearson Educación.
37. UICN (Dirección). (2010). Planta de tratamiento de "Aguas Mieles" [Película].
38. Vásquez-Morera, R. (1997). El manejo de efluentes en el beneficiado del Café en Costa Rica. San José, Costa Rica: Agronomía Costarricense.
39. (2007). Regresión lineal múltiple y ciertos modelos de regresión no lineal. En R. E. Walpole, R. H. Myers, S. L. Myers, & K. Ye, Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias (pág. 840). México D.F.: Pearson Educación.

# ANEXOS

## ANEXO 1

### NORMA TÉCNICA DEL CAFÉ DE HONDURAS

Con la publicación y puesta en vigencia del compendio de 21 Normas de Café por parte del Organismo Hondureño de Normalización (OHN), se ha concluido un trabajo multidisciplinario y multisectorial que se realizó con el objetivo de contar con una normativa que regule la calidad del Café de Honduras tanto para el consumo local como para la exportación del mismo. Este proceso se desarrolló con el liderazgo del OHN, IHCAFE y CONACAFE y con la activa participación del Comité Técnico conformado por actores de la cadena productiva del café y representantes de consumidores, empresa privada y la academia.

La Norma Técnica del Café de Honduras es la base para el establecimiento del Sistema Nacional de Calidad de Café y para la reglamentación del procesamiento del mismo que permita obtener café con los requisitos de calidad que demanda el mercado internacional. Este es un compendio de Normas Hondureñas y la homologación de muchas Normas ISO en lo referente a métodos de ensayo para el análisis de calidad del café.

El compendio de normas de la Norma Técnica de Honduras es el siguiente:

<b>Nombre de la Norma</b>	<b>Descripción</b>
<b>NHN-ISO 3509:2005</b>	"Café y productos de café — Vocabulario"
<b>NHN 50:2011</b>	"Café cereza — Requisitos"
<b>NHN 51:2011</b>	"Café cereza — Determinación de defectos y materia extraña"
<b>NHN 60:2011</b>	"Café pergamino húmedo — Requisitos"
<b>NHN 61:2011</b>	"Café pergamino húmedo — Determinación de defectos y materia extraña"
<b>NHN 62:2011</b>	"Café pergamino seco — Requisitos"
<b>NHN 63:2011</b>	"Café pergamino seco — Determinación de defectos y materia extraña"
<b>NHN 4:2011</b>	"Café verde — Requisitos"
<b>NHN-ISO 4072:1982</b>	"Café verde en sacos — Muestreo"
<b>NHN-ISO 6666:2011</b>	"Café verde — Muestreadores de café verde o café oro y café pergamino"
<b>NHN 52:2011</b>	"Café verde — Examen olfativo y visual"
<b>NHN 53:2011</b>	"Café verde — Determinación de defectos y materia extraña"
<b>NHN 54:2011</b>	"Café verde — Análisis sensorial"
<b>NHN-ISO 4150:2011</b>	"Café verde o café oro — Análisis granulométrico — Tamizado manual y a máquina"

<b>NHN-ISO 6673:2003</b>	"Café verde — Determinación de la pérdida de masa a 105 °C"
<b>NHN 64:2011</b>	"Café verde — Directrices para el almacenamiento y el transporte"
<b>NHN 41:2011</b>	"Café verde — Denominación de origen Café Marcala — Requisitos"
<b>NHN 59:2011</b>	"Café verde — Indicación geográfica de los Cafés del Occidente Hondureño — Requisitos"
<b>NHN 4052:1983</b>	"Café — Determinación del contenido de cafeína (Método de referencia)"
<b>NHN 65:2011</b>	"Café verde y tostado — Determinación de la densidad a granel por caída libre de los granos enteros (Método de rutina)"
<b>NHN-ISO 11294:1994</b>	"Café tostado y molido — Determinación del contenido de humedad — Método por determinación de la pérdida de masa a 103 °C (Método de rutina)"

Con la implementación de estas normas se asegura la competitividad y prestigio del café hondureño tanto en el ámbito nacional como internacional.

Fuente: IHCAFE, Informe Anual 2010-2011.

## ANEXO 2

### ANEXO 2.1. LA ENTREVISTA

“... la entrevista es una técnica que consiste en recoger información mediante un proceso directo de comunicación entre entrevistador(es) y entrevistado(s), en el cual el entrevistado responde a cuestiones, previamente diseñadas en función de las dimensiones que se pretenden estudiar, planteadas por el entrevistador.

#### **Tipos de entrevista**

En investigación hay diferentes tipos de entrevista; sin embargo, es usual clasificar las entrevistas en: estructurada, semiestructurada y no estructurada.

**Entrevista estructurada** Cerda (1998) señala que a esta entrevista también se le denomina entrevista directiva; se realiza a partir de un esquema o formato de cuestiones previamente elaborado, el cual se plantea en el mismo orden y en los mismos términos a todas las personas entrevistadas. Para Buendía et al. (2001), las entrevistas requieren entrevistadores muy entrenados y que, a la vez, conozcan ampliamente el tema objeto de estudio.

**Entrevista semiestructurada** Es una entrevista con relativo grado de flexibilidad tanto en el formato como en el orden y los términos de realización de la misma para las diferentes personas a quienes está dirigida.

**Entrevista no estructurada** Este tipo de entrevistas se caracterizan por su flexibilidad, ya que en ella sólo se determinan previamente los temas que se van a tratar con el entrevistado. Durante la entrevista, el entrevistador puede definir la profundidad del contenido, la cantidad y el orden de las preguntas o cuestiones por tratar con las personas que van a entrevistarse.

La entrevista no estructurada, según Ender-Egg (citado en Cerda, 1998) tiene tres variantes:

1. Entrevista focalizada.
2. Entrevista clínica.
3. Entrevista no dirigida.

### **Proceso para realizar una entrevista**

Aunque no hay un modelo único para realizar una entrevista, a continuación se presenta una guía general de cómo hacer una entrevista en investigación científica.

Las fases en esta guía son los siguientes:

**Fase 1. Preparación de la entrevista.** En esta etapa, se parte del problema de investigación, los objetivos y la hipótesis (si la hay), luego se prepara un guion de entrevista, teniendo en cuenta el tema que se va a tratar, el tipo de entrevista que va a realizarse y las personas que se van a entrevistar. El guion inicial se valida con una prueba piloto o mediante el juicio de expertos, se entra en contacto previo con las personas que se van a entrevistar y se concreta la entrevista.

Cuando la entrevista requiere varios entrevistadores, hay que capacitarlos previamente.

**Fase 2. Realización de la entrevista.** Con el guion de entrevista definido, y habiendo entrado en contacto con las personas que se van a entrevistar, se procede a la fase de realización de la entrevista, una vez preparado el material y las condiciones requeridas para tal efecto. Se comienza por presentarle al entrevistado el objetivo de la entrevista, la forma como se registrará la información (escrita, grabada, filmada, etcétera) y después se procede a desarrollar el guion de la entrevista, según el tipo de entrevista seleccionado.

**Fase 3. Finalización de la entrevista o de las conclusiones.** En esta fase se agradece su participación al entrevistado y se organiza la información para ser procesada posteriormente para su respectivo análisis.” (Bernal Torres, Entrevista, 2010)

#### ANEXO 2.2. ENTREVISTA A PRODUCTORES

La entrevista hecha a caficultores, con amplia experiencia en la producción del café, se basó en las siguientes preguntas:

1. ¿Qué tipo de manejo se le ha dado a la finca?
2. ¿Ese tipo de controles incluyen aplicación de plaguicidas, podas, manejo de resiembras?
3. Los aspectos del clima, ¿Cómo afectan o influyen en el café?
4. El microclima que impera en su finca, ¿Cómo lo clasificaría?
5. En cuanto al beneficiado, ¿Qué tipo de manejo se ha realizado y como esto ha mejorado la producción?
6. En cuanto a este proceso de beneficiado ecológico, ¿Le genera más subproductos como pulpa y mucílago?

7. Aparte de la cooperativa que menciona en Marcala, ¿Qué otra fuente o acceso de información ha tenido de manejo de subproductos, por ejemplo, del sector institucional?
8. ¿Considera que hay condiciones en su finca para aplicar esos nuevos métodos?

#### ANEXO 2.3. ENTREVISTA A TÉCNICOS

La entrevista hecha a los técnicos del IHCAFE, COMSA, profesionales independientes está basada las siguientes preguntas:

1. ¿Conoce alguna técnica o técnicas de aprovechamiento de subproductos del beneficiado del café?
2. ¿Qué factores considera que determinan la aplicación de estas técnicas de aprovechamiento de subproductos del café?
3. ¿Un beneficiado de café con un plan de aprovechamiento de subproductos mejora la producción del café?
4. ¿Cómo considera el costo de implementar un sistema de aprovechamiento de subproductos del beneficiado del café?
5. ¿Considera que es posible o está al alcance de los productores implementar planes de aprovechamiento de subproductos del café?
6. ¿Cómo técnico, que técnicas recomienda para el manejo de subproductos del café?
7. ¿Qué instituciones u organizaciones manejan planes para aprovechar los subproductos del beneficiado del café?

ANEXO 2.4. RESULTADO DE LAS ENTREVISTAS

**Tabla 18. Lista de entrevistados y comparación de resultados de las entrevistas**

Entrevistado	Cargo	Teléfono
Edwin Velásquez	Técnico IHCAFE, Región Centro, Comayagua	9650-0044
Eladio Chávez	Productor de café, Finca 30 Manzanas en La Ceibita, San Jerónimo, Comayagua.	9979-1219
Elías Euceda	Ingeniero agrónomo consultor independiente.	9578-3048
Francisco Oseguera	Director Centro de Beneficiado de Café, IHCAFE.	9970-0399
Freddy Alexander Pérez	Ingeniero socio y técnico en COMSA, Marcala, La Paz	2764- 4736
Habilio Velásquez	Productor de café orgánico. Finca de 50 manzanas, Rio Negro, Comayagua.	9844-0675
Héctor Nilo Sabillón	Productor de café. Finca Santa Bárbara, comunidad de Los Puentes, San Luis, Comayagua.	9809-1816
Octavio Sánchez	Ingeniero agrónomo, Director de la Asociación Nacional para el Fomento de la Agricultura Ecológica (ANAF AE).	9953-8645
Nery González Hernández	Técnico en manejo de subproductos de café, COMSA, Marcala, La Paz.	2764- 4736
Rodimiro Díaz Zelaya	Productor de café. Finca de 140 manzanas en Quebrada Amarilla y Los Planes, La Libertad, Comayagua.	9913-2823
Sonia Vásquez	Ingeniera, Gerente de operación en COMSA, Marcala, La Paz.	9522-6729
Teófilo Espinal	Productor de café. finca 50 manzanas en santa fe y quebrada amarilla, la libertad, Comayagua.	9979-1219
<b>Opinión Productores</b>		<b>Opinión Técnicos</b>
<b>Técnicas de Beneficiado</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>La mayoría emplea Beneficiado húmedo, con máquina despulpadora y algunos ya con un desmucilagador (beneficiado ecológico)</li> <li>Mantienen pilas para las aguas mieles resultantes y un área techada para la pulpa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recomiendan el beneficiado ecológico ya que reduce la cantidad de agua y produce un café de una calidad más homogénea</li> <li>Se debe evitar la contaminación de fuentes de agua por la pulpa y las aguas mieles</li> </ul>	
<b>Manejo de Subproductos</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>La pulpa la dejan secar unos tres meses para después regarla en la finca, algunos la aplican durante la época de corta</li> <li>Las aguas mieles se dejan evaporar en las pilas de oxidación, después la materia seca se revuelve con tierra y se aplica a la finca</li> <li>Algunos solicitan un estudio de suelo otros no</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se debe procesar la pulpa y el mucilago diluido (aguas mieles) para su incorporación al suelo</li> <li>Se puede compostear de manera natural o con lombricompost</li> <li>Las aguas mieles se deben analizar previo a mezclar con tierra o con pulpa composteada</li> </ul>	
<b>Costos del manejo de Subproductos</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Implica contratar más mano de obra</li> <li>Representa más costos de producción</li> <li>No conocen o aplican técnicas para un mejor aprovechamiento de los subproductos del beneficiado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>En un manejo integral de subproductos puede generarse un ahorro en costos</li> <li>La operatividad depende de que tan comprometido está el productor con su finca</li> </ul>	
<b>Técnicas de manejo de Subproductos</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>La mayoría solo aplica la pulpa ya descompuesta como abono</li> <li>Conocen algunas técnicas pero no las han implementado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proponen el compost de la pulpa con el mucilago para adicional al suelo</li> <li>También la lombricultura y los biodigestores como opciones de manejo de subproductos del café</li> <li>Siempre debe hacerse el estudio de suelos</li> </ul>	

## ANEXO 3

**Tabla 19. Producción del año 1997 a finales del año 2012**

Periodo	Café en Uva (qq)	Concha (40.6% de Uva)	Uso de Agua (40 gal/qq)	Mucílago (21.5% de Uva)	Área en producción (mz)	Área en resiembra (mz)	Área en poda (mz)	Área Abonada (mz)
1997-1998	7160	2906.96	286400	1539.4	35	0	0	35
1998-1999	7600	3085.6	304000	1634	35	0	0	35
1999-2000	5432	2205.392	217280	1167.88	35	0	0	35
2000-2001	3500	1421	140000	752.5	32	2	1	32
2001-2002	5400	2192.4	216000	1161	33	0	2	33
2002-2003	2148	872.088	85920	461.82	30	0	2	34
2003-2004	6408	2601.648	256320	1377.72	35	0	0	34
2004-2005	3671	1490.426	146840	789.265	30	0	5	34
2005-2006	6006	2438.436	240240	1291.29	35	0	0	34
2006-2007	6060	2460.36	242400	1302.9	35	0	0	34
2007-2008	4000	1624	160000	860	33	0	2	34
2008-2009*	3,000	1,218	120000	645	30	0	5	34
2009-2010	2,500	1,015	100000	537.5	30	0	5	34
2010-2011	4,500	1,827	180000	967.5	32	0	3	34
2011-2012	6,800	2,761	272000	1462	34	0	1	34
2012-2013**	4,200	1,705	168000	903	33	0	2	35

\* Máxima producción después de la poda y resiembra 2009.

\*\* En condiciones normales se esperaban 4,200 qq.

ANEXO 4

**Tabla 20. Costos Operativos Directos de la Finca Santa Bárbara**

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Costo Total en Lps.	Costo Total en dólares (USA) *
Urea	Sacos	70	300	L. 21,000.00	\$ 1,039.60
Formula A	Sacos	240	500	L. 120,000.00	\$ 5,940.59
Formula B	Sacos	240	500	L. 120,000.00	\$ 5,940.59
Solmaq	Sacos	200	350	L. 70,000.00	\$ 3,465.35
Cupravit 50wp	Kg	35	350	L. 12,250.00	\$ 606.44
Insecticida	Litro	70	250	L. 17,500.00	\$ 866.34
Dos limpieas al año	Tareas	1,260	150	L. 189,000.00	\$ 9,356.44
Dos fertilizaciones	Jornal	420	150	L. 63,000.00	\$ 3,118.81
Dos aplicaciones foliares	Jornal	210	150	L. 31,500.00	\$ 1,559.41
Recolección de Café	qq	4,200	150	L. 630,000.00	\$ 31,188.12
Manejo de Subproductos **	-	-	-	L. 45,675.00	\$ 2,261.14
<b>Costo Total de Producción y mantenimiento de 35 manzanas</b>				<b>L. 1319,925.00</b>	<b>\$ 65,342.83</b>

\* La tasa de cambio considerada es de 20.2 lempiras por dólar.

\*\* El manejo de los subproductos representa el 5% de los costos anteriores.

## ANEXO 5

Tabla 21. Construcción de una pila para Lombricompost

1) Insumos	Unidad	Cantidad	Costos/Unidad	Costo Total Lps	Costo Total dólar (USA) *
Bloques	Unidad	600	15.00	8,000.00	396.04
Cemento	Bolsa	20	150.00	3,000.00	148.51
Arena	Viaje	1	1,200.00	1,200.00	59.41
Mangueras 1/2"	Rollo	1	200.00	200.00	9.90
Llaves	Unidad	1	60.00	60.00	2.97
Adaptadores	Unidad	2	3.50	7.00	0.35
Pegamento	Unidad	1	25.00	25.00	1.24
Alambre púas	Rollo	1	200.00	200.00	9.90
Grapas	Lbs	5	12.00	60.00	2.97
Zarán	Yarda	30	40.00	1,200.00	59.41
Pie de Cría Lombriz	Unidad	10	50.00	500.00	24.75
<b>Subtotal</b>				<b>14,452.00</b>	<b>715.45</b>
2) Mano de Obra (Construcción de camas)	Unidad	Cantidad	Costos/Unidad	Costo Total Lps	Costo Total dólar (USA) *
Agujeros/Poste	Unidad	10	200.00	2,000.00	99.01
Techar/Zarán	Jornada	1	200.00	200.00	9.90
Precompost/ Pulpa	Jornada	2	200.00	400.00	19.80
Regar camas	Jornada	3	200.00	600.00	29.70
Sembrar camas	Jornada	1	200.00	200.00	9.90
<b>Subtotal Mano de Obra</b>				<b>3,400.00</b>	<b>168.31</b>
<b>Costos Fijos</b>					
3) Herramientas	Unidad	Cantidad	Costos/Unidad	Costo Total Lps	Costo Total dólar (USA) *
Carreta de Mano	Unidad	1	500.00	500.00	24.75
Palas	Unidad	2	210.00	420.00	20.79
Malla Metálica	Yarda	1	55.00	55.00	2.72
Transporte Varios	Unidad	2	500.00	1,000.00	49.50
<b>Subtotal Mano de Obra</b>				<b>1,975.00</b>	<b>97.76</b>
<b>Totales</b>					
Tipo de Costo				Costo Total Lps	Costo Total dólar (USA) *
Costos Variables				<b>17,852.00</b>	<b>883.76</b>
Costos Fijos				<b>1,975.00</b>	<b>97.76</b>
<b>Costo de Establecer</b>				<b>19,827.00</b>	<b>981.52</b>

\* La tasa de cambio considerada es de 20.2 lempiras por dólar.

Fuente: Registros de costos COMSA.

**Tabla 22. Mantenimiento mensual de una pila para Lombricompost**

Mano de Obra	Unidad	Cantidad	Costos/Unidad	Costo Total Lps	Costo Total dólar (USA) *
Riego	Jornal	11.5	200	2300	113.86
Agua (m <sup>3</sup> )	m <sup>3</sup>	2	15	30	1.49
Remoción Material	Jornal	12	200	2400	118.81
Cosechar	Jornal	12	200	2400	118.81
Empacar	Jornal	4	200	800	39.60
<b>Subtotal</b>				<b>7930</b>	<b>392.57</b>

\* La tasa de cambio considerada es de 20.2 lempiras por dólar.

Fuente: Registros de costos COMSA.

**Tabla 23. Costos unitarios del Lombricompost**

Concepto	Unidad	Cantidad	Cantidad Pilas	Total Producción	Costos Producción en Lps	Costo Total dólar (USA) *
Cantidad de Bioabono	qq/cama	72	1	72	110.14	5.45
Cantidad de Lombriz	Kg	60	1	60	132.17	6.54
Cantidad de Lixiviado	Lt	260	1	260	70.00	3.47

\* La tasa de cambio considerada es de 20.2 lempiras por dólar.

## ANEXO 6

Tabla 24. Costos de un Biodigestor

Tuberías y Accesorios	Unidad	Cantidad	Precio	Total Lps	Total dólar (USA) *
Plastilona IKL 500	Unidad	1	6000	L. 6,000.00	\$297.03
Adaptadores hembra 11/2" PVC presión	Unidad	3	50	L. 150.00	\$7.43
T 11/2" PVC presión	Unidad	2	50	L. 100.00	\$4.95
Adaptadores macho 11/2" PVC presión	Unidad	2	180	L. 360.00	\$17.82
Adaptadores de rosca polietileno 11/2"	Unidad	2	15	L. 30.00	\$1.49
T 2" PVC presión	Unidad	1	30	L. 30.00	\$1.49
Unión 2" PVC presión	Unidad	1	35	L. 35.00	\$1.73
Adaptador macho 2" PVC presión	Unidad	1	20	L. 20.00	\$0.99
Tapón roscado 2" PVC presión	Unidad	1	10	L. 10.00	\$0.50
Tapón copa 2" PVC presión	Unidad	1	10	L. 10.00	\$0.50
Tubo 11/2" PVC presión (90 cm)	Lance	0.6	125	L. 75.00	\$3.71
Válvula de paso (cierre rápido) 11/2"	Lance	1.5	40	L. 60.00	\$2.97
Abrazaderas de correa metálica 11/2"	Unidad	2	35	L. 70.00	\$3.47
Mano de Obra	Jornada	8	200	L. 1,600.00	\$79.21
<b>Subtotal</b>				<b>L. 8,550.00</b>	<b>\$423.27</b>
Recamara Dosificador	Unidad	Cantidad	Precio	Total Lps	Total dólar (USA) *
Adaptador roscado 11/2" polietileno	Unidad	1	50	L. 50.00	\$2.48
1 Abrazadera de correa metálica 11/2"	Unidad	1	50	L. 50.00	\$2.48
1 Adaptador hembra 11/2" PVC	Unidad	1	60	L. 60.00	\$2.97
Codo 11/2" PVC presión	Unidad	2	25	L. 50.00	\$2.48
Buje 11/2" a 1" PVC presión	Unidad	2	45	L. 90.00	\$4.46
Tubo 1" PVC presión (2 metros)	Lance	0.6	145	L. 87.00	\$4.31
Adaptadores macho 1" PVC presión	Unidad	2	15	L. 30.00	\$1.49
Codos 1" PVC presión	Unidad	2	15	L. 30.00	\$1.49
Válvula de cierre rápido 1"	Unidad	3	25	L. 75.00	\$3.71
Ladrillos rafón	Unidad	45	15	L. 675.00	\$33.42
Tubo 11/2" PVC presión (2 metros)	Lance	0.4	125	L. 50.00	\$2.48
Adaptador macho 11/2" PVC presión	Unidad	2	15	L. 30.00	\$1.49
Tapón roscado 11/2" PVC presión	Unidad	2	15	L. 30.00	\$1.49
Arena	m <sup>3</sup>	2	1100	L. 2,200.00	\$108.91
Gravilla	m <sup>3</sup>	2	1100	L. 2,200.00	\$108.91
Bloque concreto	Unidad	350	30	L. 10,500.00	\$519.80
Hierro 3/8	Lance	3	300	L. 900.00	\$44.55
Hierro ¼	Lance	6	145	L. 870.00	\$43.07
Alambre de amarre	Libra	10	25	L. 250.00	\$12.38
Bolsas de cemento	Unidad	11	170	L. 1,870.00	\$92.57
<b>Subtotal</b>				<b>L. 20,097.00</b>	<b>\$994.90</b>
<b>Total Construcción de Biodigestor</b>				<b>Total Lps</b>	<b>Total dólar (USA) *</b>
				<b>L. 28,647.00</b>	<b>\$1,418.17</b>

\* La tasa de cambio considerada es de 20.2 lempiras por dólar.

## ANEXO 7

**Tabla 25. Costos del Sistema de Manejo Tradicional**

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Costo Total Lps	Costo Total dólar (USA) *
Urea	Sacos	70.00	300	L. 21,000.00	\$ 1,048.95
Formula A	Sacos	240.00	500	L. 120,000.00	\$ 5,994.01
Formula B	Sacos	240.00	500	L. 120,000.00	\$ 5,994.01
Acarreo de Pulpa	Jornal	90.00	150	L. 13,500.00	\$ 674.33
Construcción de nuevas Pilas para Aguamieles **	Unidad	2.00	40000.00	L. 80,000.00	\$ 3,996.00
<b>Total de Establecimiento de Sistema Tradicional</b>				<b>L. 424,500.00</b>	<b>\$ 21,203.80</b>

\* La tasa de cambio considerada es de 20.2 lempiras por dólar.

\*\* Se piensa construir al menos tres pilas para aguamieles.

## ANEXO 8

Tabla 26. Estado de Resultados de la producción del periodo 2011-2012

	2012
<b>Ingresos</b>	<b>L. 2854,531.99</b>
Ingresos por Ventas	L. 2854,531.99
Ventas de Activos	L. 0.00
<b>Egresos</b>	<b>-L. 2329,330.08</b>
Costos Variables	-L. 856,359.60
Análisis de Suelos	-L. 15,000.00
Administración	-L. 120,000.00
Limpieza (2 al año)	-L. 189,000.00
Fertilizaciones (2 al año)	-L. 63,000.00
Aplicación Foliar (2 al año)	-L. 31,500.00
Compra de Fertilizantes	-L. 240,000.00
Compra de Solmaq	-L. 70,000.00
Compra de Cupravit	-L. 12,550.00
Compra Urea	-L. 21,000.00
Costos de Recolección	-L. 630,000.00
Manejo de Subproductos	-L. 80,920.48
<b>UTILIDAD</b>	<b>L. 525,201.91</b>

## ANEXO 9

**Tabla 27. Flujo de caja de la inversión en Lombricompostaje proyectado a 10 años**

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
<b>Ingresos</b>											
Uso de Lixiviados (Aplicación foliar)		451,800	481,167	512,443	545,752	581,225	619,005	659,240	702,091	747,727	796,329
Ahorro en Abono		64,800	69,012	73,498	78,275	83,363	88,782	94,552	100,698	107,244	114,215
Otros Ingresos											
<b>Total Ingresos</b>		<b>516,600</b>	<b>550,179</b>	<b>585,941</b>	<b>624,027</b>	<b>664,589</b>	<b>707,787</b>	<b>753,793</b>	<b>802,789</b>	<b>854,971</b>	<b>910,544</b>
<b>Costos</b>											
Manejo Lombricompost		285,480	304,036	323,799	344,845	367,260	391,132	416,556	443,632	472,468	503,179
Compra de Materia Orgánica		120,000	127,800	136,107	144,954	154,376	164,410	175,097	186,478	198,599	211,508
Transporte		24,000	25,560	27,221	28,991	30,875	32,882	35,019	37,296	39,720	42,302
Compra Sacos (46 kg)		4,210	4,484	4,775	5,085	5,416	5,768	6,143	6,542	6,968	7,420
Inversión en reparaciones (20% al 5to año)						46,583					
Depreciación		18,020	18,020	18,020	18,020	18,020	18,020	18,020	18,020	18,020	18,020
<b>Total Gastos</b>		<b>451,710</b>	<b>479,900</b>	<b>509,922</b>	<b>541,896</b>	<b>622,530</b>	<b>612,213</b>	<b>650,835</b>	<b>691,968</b>	<b>735,775</b>	<b>782,429</b>
<b>Utilidad antes de Impuesto</b>		<b>64,890</b>	<b>70,279</b>	<b>76,019</b>	<b>82,131</b>	<b>42,058</b>	<b>95,574</b>	<b>102,958</b>	<b>110,821</b>	<b>119,196</b>	<b>128,115</b>
ISR		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Utilidad Neta</b>		<b>64,890</b>	<b>70,279</b>	<b>76,019</b>	<b>82,131</b>	<b>42,058</b>	<b>95,574</b>	<b>102,958</b>	<b>110,821</b>	<b>119,196</b>	<b>128,115</b>
<b>Ajustes flujo de efectivo</b>											
Depreciación		18,020	18,020	18,020	18,020	18,020	18,020	18,020	18,020	18,020	18,020
Inversión	-218,698										
<b>Flujo de Efectivo</b>	<b>-218,698</b>	<b>82,910</b>	<b>88,299</b>	<b>94,039</b>	<b>100,151</b>	<b>60,078</b>	<b>113,594</b>	<b>120,977</b>	<b>128,841</b>	<b>137,216</b>	<b>146,135</b>

\* Inversión para el establecimiento de tres pilas de Lombricompostaje.

\*\* Los datos numéricos mostrados se encuentran el Lempiras.

\*\*\* El proyecto se estima a 10 años debido a la duración de las obras que se estima sea en esa cantidad de tiempo.

**Tabla 28. Flujo de caja de la inversión en Biodigestores proyectado a 10 años**

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
<b>Ingresos</b>											
Generación Biogás		26,280	27,988	29,807	31,745	33,808	36,006	38,346	40,839	43,493	46,320
Generación de Lixiviados (Aplicación foliar)		96,000	102,240	108,886	115,963	123,501	131,528	140,078	149,183	158,880	169,207
<b>Total Ingresos</b>		<b>122,280</b>	<b>130,228</b>	<b>138,693</b>	<b>147,708</b>	<b>157,309</b>	<b>167,534</b>	<b>178,424</b>	<b>190,021</b>	<b>202,373</b>	<b>215,527</b>
<b>Costos</b>											
Manejo Biodigestor		36,000	38,340	40,832	43,486	46,313	49,323	52,529	55,944	59,580	63,453
Compra de Materia Orgánica		22,500	23,963	25,520	27,179	28,945	30,827	32,831	34,965	37,237	39,658
Transporte		9,000	9,585	10,208	10,872	11,578	12,331	13,132	13,986	14,895	15,863
Depreciación		11,459	11,459	11,459	11,459	11,459	11,459	11,459	11,459	11,459	11,459
<b>Total Gastos</b>		<b>78,959</b>	<b>83,346</b>	<b>88,019</b>	<b>92,995</b>	<b>98,295</b>	<b>103,940</b>	<b>109,951</b>	<b>116,353</b>	<b>123,171</b>	<b>130,432</b>
<b>Utilidad antes de Impuesto</b>		<b>43,321</b>	<b>46,882</b>	<b>50,674</b>	<b>54,713</b>	<b>59,014</b>	<b>63,595</b>	<b>68,473</b>	<b>73,669</b>	<b>79,202</b>	<b>85,095</b>
<b>Utilidad Neta</b>		<b>43,321</b>	<b>46,882</b>	<b>50,674</b>	<b>54,713</b>	<b>59,014</b>	<b>63,595</b>	<b>68,473</b>	<b>73,669</b>	<b>79,202</b>	<b>85,095</b>
Ajustes flujo de efectivo											
Depreciación		11,459	11,459	11,459	11,459	11,459	11,459	11,459	11,459	11,459	11,459
Inversión Inicial	-151,588										
<b>Flujo de Efectivo</b>	<b>-151,588</b>	<b>54,780</b>	<b>58,341</b>	<b>62,133</b>	<b>66,171</b>	<b>70,473</b>	<b>75,053</b>	<b>79,932</b>	<b>85,127</b>	<b>90,661</b>	<b>96,554</b>

\* Inversión para el establecimiento de cuatro Biodigestores.

\*\* Los datos numéricos mostrados se encuentran en Lempiras.

\*\*\* El proyecto se estima a 10 años debido a la duración de las obras que se estima sea en esa cantidad de tiempo.

## ANEXO 10

### ANEXO 10.1. RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO DE LOMBRICOMPOST

De la ficha técnica de lombricultura (Lombricultura, 2012) publicado por la SEGARPA de México obtenemos algunas recomendaciones para el manejo de la composta:

- Hay que evitar que la composta se seque, que tenga excesos de humedad (no debe de escurrir agua), pero debe mantenerse siempre húmeda, eso evita los ataques de insectos. Si la composta está demasiado húmeda podemos tener presencia de hongos y malos olores.
- Se recomienda la prueba del puño: introducir el puño cerrado en la composta, dejarlo unos minutos y al sacarlo, si escurre mucha humedad y la materia orgánica se pega como pasta hay demasiada humedad.
- Debemos supervisar mediante con un termómetro la temperatura que no sea mayor de 50°C a 60°C. Si esto ocurre voltear o regar la composta. Para decidir el riego o volteo, se introduce al centro de la abonera un machete, se deja 5 minutos, se saca y al tomarlo, si logramos aguantar la temperatura está bien, si quema se debe de regar o voltear la composta.
- Es necesario voltear la composta para airearla y evitar malos olores.
- Se recomienda realizar el primer volteo a la semana de haberla preparado y después una vez por semana, para que la descomposición sea homogénea.
- Si al tercer día de haber preparado la composta no calienta, se debe voltear, agregarle agua y material fresco. Es importante que en el sitio de composteo se tenga a mano material verde y seco.
- Es muy recomendable adicionar tierra a la composta, libre de microorganismos que nos puedan contaminar la composta, ya que la tierra esta contiene microorganismos que ayudan a la descomposición.
- Si la composta no se usa en el momento en que esta lista, se debe almacenar en costales y almacenar en un lugar seco. La composta esta lista entre los 3 y 4 meses, dependiendo de su tamaño y los materiales que se utilicen.

## ANEXO 10.2. RECOMENDACIONES PARA INSTALAR UN BIODIGESTOR

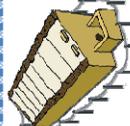
Del documento Implementación de Sistemas de Biodigestión en Empresas (Samayoa & Víquez, 2012), se recaban las siguientes recomendaciones para la instalación de un sistema de biodigestores:

- Cavar una zanja alrededor de la fosa del biodigestor para evitar que el agua de lluvia se filtre a las zanjas alrededor de la fosa, para evitar que en la época de lluvias se llene con el agua que se escurre.
- Mantener una barrera viva de pasto o un cerco de rocas semienterradas a lo largo de la zanja para disminuir la fuerza de las aguas de lluvia.
- No debe haber arboles de raíces muy extensas cerca del Biodigestor, ya que sus raíces pueden perforar el plástico de la bolsa.
- Antes de introducir materia al biodigestor, se debe revisar que no vayan restos de arena, cemento, piedras, trozos de madera o tallos muy fibrosos ya que pueden sedimentarse en el fondo y/o romper la bolsa plástica reduciendo la vida útil del biodigestor.
- Nunca debe introducirse materia sólida o sin diluir en agua, ya que puede estancarse el proceso, esto implicaría lavar el contenido del biodigestor empleando mucha agua y reiniciando el proceso de carga inicial por lo que el biodigestor estaría al menos un mes en caga para volver a generar biogás.

### MANTENIMIENTO DIARIO DEL BIODIGESTOR

1º Día de carga:

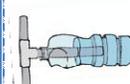
**1** Comprobar que la cerca y el todo del biodigestor están cerrados.



**4** No usar nunca estiércol de animales recién vacunados.



**2** Comprobar el nivel de agua de la botella de seguridad y si burbujea.



**5** Asegurarse de que no haya roedores en la zona del reservorio.



**3** Asegurarse de que el tubo del gas no tenga forma de "U" en ningún punto.



**6** No cerrar la llave más cercana al reactor una vez que está produciendo biogás.

### PROBLEMAS Y SOLUCIONES

Olor a Biogás	Conexión suelta o tramo de tubería roto
Poco gas en el reservorio y en el reactor	Mirar que no escape por la <b>válvula de seguridad</b> , debido a la escasez de agua
No llega gas a la cocina	Abrir la llave para purgar el agua de la tubería de salida del biodigestor.
El biol presenta nata (una capa superficial dura)	Mezclar mejor el estiércol y el agua antes de introducirlos en el biodigestor (tiene que ser una mezcla líquida)
Hay poca presión de gas en la cocina	Dar presión al reservorio apretándolo con un cordón que tenga peso en el final
El biodigestor no produce más gas	Se añadió estiércol de vacas vacunadas o con antibióticos. Dejar de usar ese estiércol y usar el de vacas sanas.
Poco gas en el reservorio con el reactor hinchado	Hay alguna tubería doblada o con acumulación de agua

### ALIMENTACIÓN DIARIA (hasta que sale biogás)

Día de salida del biogás:

- 1** Realizar la mezcla por la mañana con cuatro partes de agua y una de estiércol. Asegurarse de no introducir paja, tierra, piedras...
- 2** A medio día Introducir la mezcla en el biodigestor y posteriormente limpiar la cubeta de entrada
- 3** Recoger el biol, mezclarlo con agua y abonar los cultivos
- 4** Usar el biogás para cocinar, tras ello acordarse de cerrar la llave de la cocina.
- 5** Cambiar el filtro metálico cada 6 meses desde que sale el biogás.

### ALIMENTACIÓN DIARIA (hasta que sale biogás)

- 1** Realizar la mezcla por la mañana con cuatro partes de agua (80 litros) y una de estiércol (20 kg). Asegurarse de no introducir paja, tierra, piedras...
- 2** A medio día Introducir la mezcla en el biodigestor y posteriormente limpiar la cubeta de entrada.
- 3** Recoger el biol y botarlo a otro lugar. Evitar que sea una acequia o un campo de cultivo.

A los dos meses y medio comprobar si el biodigestor se está hinchando. En ese caso se está generando biogás y habrá que abrir la primera llave del biodigestor.

**Figura 20. Recomendaciones de manejo de Biodigestores**

Fuente: grecdh.upc.edu (Grupo de Investigación en Cooperación y Desarrollo Humano, Universidad Politécnica de Cataluña)

## ANEXO 11

Tabla 29. Flujo de caja pesimista calculado a 10 años para el proyecto

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
<b>Ingresos</b>											
<b>LOMBRICOMPOST</b>											
Uso de Lixiviados (Aplicación foliar)		412,500	439,313	467,868	498,279	530,667	565,161	601,896	641,019	682,686	727,060
Ahorro en Abono		57,023	60,729	64,676	68,880	73,358	78,126	83,204	88,612	94,372	100,506
<b>BIODIGESTOR</b>											
Generación Biogás		31,734	33,797	35,994	38,334	40,825	43,479	46,305	49,315	52,520	55,934
Generación Lixiviados		96,000	102,240	108,886	115,963	123,501	131,528	140,078	149,183	158,880	169,207
<b>Total Ingresos</b>		<b>597,257</b>	<b>636,079</b>	<b>677,424</b>	<b>721,456</b>	<b>768,351</b>	<b>818,294</b>	<b>871,483</b>	<b>928,129</b>	<b>988,458</b>	<b>1052,708</b>
<b>Costos</b>											
<b>LOMBRICOMPOST</b>											
Manejo Lombricompost		285,480	304,036	323,799	344,845	367,260	391,132	416,556	443,632	472,468	503,179
Compra de Materia Orgánica		120,000	127,800	136,107	144,954	154,376	164,410	175,097	186,478	198,599	211,508
Transporte		24,000	25,560	27,221	28,991	30,875	32,882	35,019	37,296	39,720	42,302
Compra Sacos (46 kg)		4,210	4,484	4,775	5,085	5,416	5,768	6,143	6,542	6,968	7,420
Reparaciones (20% al año 5)						12,780					
<b>BIODIGESTOR</b>											
Manejo Biodigestor		36,000	38,340	40,832	43,486	46,313	49,323	52,529	55,944	59,580	63,453
Compra Materia Orgánica		22,500	23,963	25,520	27,179	28,945	30,827	32,831	34,965	37,237	39,658
transporte		9,000	9,585	10,208	10,872	11,578	12,331	13,132	13,986	14,895	15,863
Depreciación		19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805
<b>Total Gastos</b>		<b>520,995</b>	<b>553,573</b>	<b>588,268</b>	<b>625,218</b>	<b>677,349</b>	<b>706,479</b>	<b>751,113</b>	<b>798,648</b>	<b>849,273</b>	<b>903,188</b>
<b>Utilidad antes de Impuesto</b>		<b>76,262</b>	<b>82,506</b>	<b>89,156</b>	<b>96,239</b>	<b>91,002</b>	<b>111,815</b>	<b>120,370</b>	<b>129,481</b>	<b>139,185</b>	<b>149,519</b>
<b>Utilidad Neta</b>		<b>76,262</b>	<b>82,506</b>	<b>89,156</b>	<b>96,239</b>	<b>91,002</b>	<b>111,815</b>	<b>120,370</b>	<b>129,481</b>	<b>139,185</b>	<b>149,519</b>
Depreciación		19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805
<b>Flujo de Efectivo</b>	<b>-359,495</b>	<b>96,067</b>	<b>102,311</b>	<b>108,962</b>	<b>116,044</b>	<b>110,807</b>	<b>131,620</b>	<b>140,175</b>	<b>149,287</b>	<b>158,991</b>	<b>169,325</b>

\* Los datos numéricos mostrados se encuentran en Lempiras.

\*\* El proyecto se estima a 10 años debido a la duración de las obras y cada precio está fijado en base a la inflación en el tiempo.

**Tabla 30. Flujo de caja medio o esperado calculado a 10 años para el proyecto**

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
<b>Ingresos</b>											
<b>LOMBRICOMPOST</b>											
Uso de Lixiviados (Aplicación foliar)		412,500	439,313	467,868	498,279	530,667	565,161	601,896	641,019	682,686	727,060
Ahorro en Abono		76,577	81,555	86,856	92,501	98,514	104,917	111,737	119,000	126,735	134,973
<b>BIODIGESTOR</b>											
Generación Biogás		31,734	33,797	35,994	38,334	40,825	43,479	46,305	49,315	52,520	55,934
Generación Lixiviados		96,000	102,240	108,886	115,963	123,501	131,528	140,078	149,183	158,880	169,207
<b>Total Ingresos</b>		<b>616,812</b>	<b>656,904</b>	<b>699,603</b>	<b>745,077</b>	<b>793,507</b>	<b>845,085</b>	<b>900,016</b>	<b>958,517</b>	<b>1020,821</b>	<b>1087,174</b>
<b>Costos</b>											
<b>LOMBRICOMPOST</b>											
Manejo Lombricompost		285,480	304,036	323,799	344,845	367,260	391,132	416,556	443,632	472,468	503,179
Compra de Materia Orgánica		120,000	127,800	136,107	144,954	154,376	164,410	175,097	186,478	198,599	211,508
Transporte		24,000	25,560	27,221	28,991	30,875	32,882	35,019	37,296	39,720	42,302
Compra Sacos (46 kg)		4,210	4,484	4,775	5,085	5,416	5,768	6,143	6,542	6,968	7,420
Reparaciones (20% al año 5)						12,780					
<b>BIODIGESTOR</b>											
Manejo Biodigestor		36,000	38,340	40,832	43,486	46,313	49,323	52,529	55,944	59,580	63,453
Compra Materia Orgánica		22,500	23,963	25,520	27,179	28,945	30,827	32,831	34,965	37,237	39,658
Transporte		9,000	9,585	10,208	10,872	11,578	12,331	13,132	13,986	14,895	15,863
Depreciación		19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805
<b>Total Gastos</b>		<b>520,995</b>	<b>553,573</b>	<b>588,268</b>	<b>625,218</b>	<b>677,349</b>	<b>706,479</b>	<b>751,113</b>	<b>798,648</b>	<b>849,273</b>	<b>903,188</b>
<b>Utilidad antes de Impuesto</b>		<b>95,816</b>	<b>103,332</b>	<b>111,336</b>	<b>119,860</b>	<b>116,158</b>	<b>138,606</b>	<b>148,903</b>	<b>159,869</b>	<b>171,548</b>	<b>183,986</b>
<b>Utilidad Neta</b>		<b>95,816</b>	<b>103,332</b>	<b>111,336</b>	<b>119,860</b>	<b>116,158</b>	<b>138,606</b>	<b>148,903</b>	<b>159,869</b>	<b>171,548</b>	<b>183,986</b>
Depreciación		19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805
<b>Flujo de Efectivo</b>	<b>-359,495</b>	<b>115,622</b>	<b>123,137</b>	<b>131,141</b>	<b>139,665</b>	<b>135,963</b>	<b>158,412</b>	<b>168,708</b>	<b>179,674</b>	<b>191,353</b>	<b>203,791</b>

\* Los datos numéricos mostrados se encuentran en Lempiras.

\*\* El proyecto se estima a 10 años debido a la duración de las obras y cada precio está fijado en base a la inflación en el tiempo.

**Tabla 31. Flujo de caja optimista calculado a 10 años para el proyecto**

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
<b>Ingresos</b>											
<b>LOMBRICOMPOST</b>											
Uso de Lixiviados (Aplicación foliar)		412,500	439,313	467,868	498,279	530,667	565,161	601,896	641,019	682,686	727,060
Ahorro en Abono		96,132	102,380	109,035	116,122	123,670	131,709	140,270	149,388	159,098	169,439
<b>BIODIGESTOR</b>											
Generación Biogás		31,734	33,797	35,994	38,334	40,825	43,479	46,305	49,315	52,520	55,934
Generación Lixiviados		96,000	102,240	108,886	115,963	123,501	131,528	140,078	149,183	158,880	169,207
<b>Total Ingresos</b>		<b>636,366</b>	<b>677,730</b>	<b>721,783</b>	<b>768,698</b>	<b>818,664</b>	<b>871,877</b>	<b>928,549</b>	<b>988,905</b>	<b>1053,183</b>	<b>1121,640</b>
<b>Costos</b>											
<b>LOMBRICOMPOST</b>											
Manejo Lombricompost		285,480	304,036	323,799	344,845	367,260	391,132	416,556	443,632	472,468	503,179
Compra de Materia Orgánica		120,000	127,800	136,107	144,954	154,376	164,410	175,097	186,478	198,599	211,508
Transporte		24,000	25,560	27,221	28,991	30,875	32,882	35,019	37,296	39,720	42,302
Compra Sacos (46 kg)		4,210	4,484	4,775	5,085	5,416	5,768	6,143	6,542	6,968	7,420
Reparaciones (20% al año 5)						12,780					
<b>BIODIGESTOR</b>											
Manejo Biodigestor		36,000	38,340	40,832	43,486	46,313	49,323	52,529	55,944	59,580	63,453
Compra Materia Orgánica		22,500	23,963	25,520	27,179	28,945	30,827	32,831	34,965	37,237	39,658
Transporte		9,000	9,585	10,208	10,872	11,578	12,331	13,132	13,986	14,895	15,863
Depreciación		19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805
<b>Total Gastos</b>		<b>520,995</b>	<b>553,573</b>	<b>588,268</b>	<b>625,218</b>	<b>677,349</b>	<b>706,479</b>	<b>751,113</b>	<b>798,648</b>	<b>849,273</b>	<b>903,188</b>
<b>Utilidad antes de Impuesto</b>		<b>115,371</b>	<b>124,157</b>	<b>133,515</b>	<b>143,481</b>	<b>141,314</b>	<b>165,398</b>	<b>177,436</b>	<b>190,257</b>	<b>203,911</b>	<b>218,452</b>
<b>Utilidad Neta</b>		<b>115,371</b>	<b>124,157</b>	<b>133,515</b>	<b>143,481</b>	<b>141,314</b>	<b>165,398</b>	<b>177,436</b>	<b>190,257</b>	<b>203,911</b>	<b>218,452</b>
Depreciación		19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805	19,805
<b>Flujo de Efectivo</b>	<b>-359,495</b>	<b>135,176</b>	<b>143,963</b>	<b>153,320</b>	<b>163,286</b>	<b>161,120</b>	<b>185,203</b>	<b>197,241</b>	<b>210,062</b>	<b>223,716</b>	<b>238,258</b>

\* Los datos numéricos mostrados se encuentran en Lempiras.

\*\* El proyecto se estima a 10 años debido a la duración de las obras y cada precio está fijado en base a la inflación en el tiempo.

ANEXO 12

**Tabla 32. Cronograma anual de manejo de Lombricompost**

ACTIVIDADES	Meses													
	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Busca Materia Orgánica														
Preparación de Pie de cría														
Precomposteo														
Alimentación Camas														
Cosecha Compost														
Traslado de lombrices														
Ensacado														

**Tabla 33. Cronograma anual de manejo de Biodigestores**

ACTIVIDADES	Meses													
	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Busca Materia Orgánica														
Primera Carga														
Generación biogás														
Revisión de filtros														
Cambio filtros metálicos														
Recolección Lixiviados														

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Aromas del café.....	16
Tabla 2. Sabores del café .....	17
Tabla 3. Composición del mucílago.....	21
Tabla 4. Consumo de agua del beneficiado húmedo tradicional .....	22
Tabla 5. Centros de investigación del IHCAFE.....	35
Tabla 6. Organizaciones comprometidas con métodos ecológicos y manejo de subproductos de café en Honduras .....	36
Tabla 7. Cuadro comparativo entre especies de lombrices.....	40
Tabla 8. Análisis de correlación de variables realizado en Excel .....	61
Tabla 9. Estadísticos de producción y escenarios .....	63
Tabla 10. Proyección de la producción de la finca en los tres escenarios.....	64
Tabla 11. Presupuesto resumido de sistema de Lombricompost.....	70
Tabla 12. Presupuesto resumido de sistema de Biodigestor .....	70
Tabla 13. Presupuesto resumido de sistema Tradicional .....	70
Tabla 14. Presupuesto Lombricompost .....	83
Tabla 15. Presupuesto Biodigestores .....	83
Tabla 16. Escenarios del proyecto (sistema combinado) .....	86
Tabla 17. Cronograma Plan de Manejo Integrado .....	87
Tabla 18. Lista de entrevistados y comparación de resultados de las entrevistas .....	97
Tabla 19. Producción del año 1997 a finales del año 2012.....	98
Tabla 20. Costos Operativos Directos de la Finca Santa Bárbara .....	99
Tabla 21. Construcción de una pila para Lombricompost.....	100
Tabla 22. Mantenimiento mensual de una pila para Lombricompost.....	101
Tabla 23. Costos unitarios del Lombricompost.....	101
Tabla 24. Costos de un Biodigestor.....	102
Tabla 25. Costos del Sistema de Manejo Tradicional .....	103
Tabla 26. Estado de Resultados de la producción del periodo 2011-2012.....	104
Tabla 27. Flujo de caja de la inversión en Lombricompostaje proyectado a 10 años.....	105
Tabla 28. Flujo de caja de la inversión en Biodigestores proyectado a 10 años .....	106
Tabla 29. Flujo de caja pesimista calculado a 10 años para el proyecto .....	110

Tabla 30. Flujo de caja medio o esperado calculado a 10 años para el proyecto .....	111
Tabla 31. Flujo de caja optimista calculado a 10 años para el proyecto .....	112
Tabla 32. Cronograma anual de manejo de Lombricompost .....	113
Tabla 33. Cronograma anual de manejo de Biodigestores.....	113

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Relación de variables de estudio .....	9
Figura 2. Cadena de valor de la producción de café .....	18
Figura 3. Participación mundial de la producción de café 2012.....	33
Figura 4. Esquema general de un Biodigestor.....	36
Figura 5. Porcentaje de descomposición de materia orgánica por vermicompost.....	41
Figura 6. Lavado tradicional (1) versus método BECOLSUB (2).....	43
Figura 7. Diseño de la Investigación .....	47
Figura 8. Preparación de la finca (Periodo 2003 - 2012) .....	60
Figura 9. Porcentajes de grano de café, mucilago, concha y aguas residuales obtenidas (Periodo 2003 – 2012) .....	60
Figura 10. Tendencia de la producción en la finca.....	62
Figura 11. Producción de los últimos 16 años en la finca de Santa Bárbara .....	66
Figura 12. Producción de mucílago de los últimos 16 años .....	69
Figura 13. Producción de concha de los últimos 16 años.....	69
Figura 14. Resultado del flujo de efectivo de la implementación de Lombricompost.....	71
Figura 15. Resultado del flujo de efectivo de la implementación de Biodigestores .....	72
Figura 16. Integración del manejo de subproductos al ciclo productivo .....	81
Figura 17. Resultado del flujo de efectivo del escenario pesimista.....	84
Figura 18. Resultado del flujo de efectivo del escenario medio o esperado.....	85
Figura 19. Resultado del flujo de efectivo del escenario optimista.....	85
Figura 20. Recomendaciones de manejo de Biodigestores .....	109