



FACULTAD DE POSTGRADO

TESIS DE POSTGRADO

**ANÁLISIS AMBIENTAL EN LA IMPLEMENTACIÓN DE
UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS MIELES,
DESTINADO A LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL,
BIOGÁS Y BIOFERTILIZANTES EN LA COOPERATIVA
“COCAFELOL”**

SUSTENTADO POR:

MARCOS ALEXIS DUARTE TERCERO

**PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE
MÁSTER EN GESTIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE**

TEGUCIGALPA, FRANCISCO MORAZÁN, HONDURAS, C.A.

ABRIL 2016



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

UNITEC

FACULTAD DE POSTGRADO

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR

LUIS ORLANDO ZELAYA MEDRANO

SECRETARIO GENERAL

ROGER MARTINEZ MIRALDA

VICERRECTOR ACADÉMICO

MARLON BREVÉ REYES

DECANO DE LA FACULTAD DE POSTGRADO

JOSÉ ARNOLDO SERMEÑO LIMA

**ANÁLISIS AMBIENTAL EN LA IMPLEMENTACIÓN DE
UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS MIELES,
DESTINADO A LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL,
BIOGÁS Y BIOFERTILIZANTES EN LA COOPERATIVA
“COCAFELOL”**

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

GESTIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE

ASESOR METODOLÓGICO

WILFREDO CESAR FLORES CASTRO

ASESOR TEMÁTICO

CALIXTO JOSÉ GARCÍA RODRÍGUEZ

MIEMBROS DE LA TERNA

JORGE CENTENO

MARIO CHINCHILLA

PAMELA ORTIZ

FACULTAD DE POSTGRADO

ANÁLISIS AMBIENTAL EN LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS MIELES, DESTINADO A LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL, BIOGÁS Y BIOFERTILIZANTES EN LA COOPERATIVA “COCAFELOL”

AUTOR:

MARCOS ALEXIS DUARTE TERCERO

RESUMEN

Este estudio se realizó basándose en una investigación desarrollada en enero de 2016 con el propósito de producción de bioetanol, biogás y biofertilizantes a partir de las aguas mieles del café en la Cooperativa Cafetalera Ecológica La Labor Ocotepeque Limitada “COCAFELOL”, localizada en La Labor, Ocotepeque, Honduras. De aquí nace la implementación de un sistema de tratamiento de los residuos generados en el proceso del beneficiado del café, haciendo un uso alternativo para las aguas mieles con la producción de biocombustibles y otros subproductos; además de poder brindar un uso sostenible y de reconocer los impactos ambientales provocados por el sector cafetalero. Se muestra que el sistema de aprovechamiento de las aguas mieles es factible para contribuir a reducir el impacto ambiental en las comunidades que por muchos años han sido afectadas.

Palabras Claves: Aguas Mieles, Bioetanol, Biofertilizantes, Biogás.



FACULTAD DE POSTGRADO

ANÁLISIS AMBIENTAL EN LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS MIELES, DESTINADO A LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL, BIOGÁS Y BIOFERTILIZANTES EN LA COOPERATIVA “COCAFELOL”

BY:

MARCOS ALEXIS DUARTE TERCERO

ABSTRACT

This study is done based on research conducted in January 2016 for the purpose of producing bioethanol, biogas and biofertilizers from the wastewater of coffee at the Coffee Cooperative Ecological La Labor Ocotepeque Limited "COCAFELOL", located in La Labor, Ocotepeque, Honduras. Hence the implementation of a system of treatment of the waste generated in the process of coffee processing born, making an alternative use for the wastewater with the production of biofuels and other byproducts; In addition to providing a sustainable use and recognize the environmental impacts of the coffee sector. It is shown that the system of utilization of the wastewater is feasible to help reduce the environmental impact on the communities that for many years have been affected.

Keywords: bioethanol, biogas, biofertilizers, wastewater of coffee.

DEDICATORIA

PRIMERAMENTE A DIOS POR MANTENERME CON VIDA Y SALUD PARA PODER ALCANZAR ESTE LOGRO ACADÉMICO, EL CUAL VIENE A FORTALECER MI CARRERA PROFESIONAL, POR DARME SABIDURÍA EN LOS MOMENTOS MÁS DIFÍCILES DE ESTE ARDUO CAMINO; PARA PODER TERMINAR MI TESIS SATISFACTORIAMENTE.

A MI MADRE, QUE DESDE DONDE SE ENCUENTRA ESTARÁ ORGULLOSA DE ESTE ÉXITO ALCANZADO; YA QUE TAMBIÉN ES DE ELLA POR HABERME DADO LA VIDA Y APOYADO SIEMPRE EN TODOS MIS RETOS ACADÉMICOS.

A MI ESPOSA Y A MIS HIJOS, QUIENES FUERON LA MOTIVACIÓN PARA SEGUIR ADELANTE, CON ESTA META ACADÉMICA.

MARCOS ALEXIS DUARTE TERCERO

AGRADECIMIENTO

AGRADEZCO A MI ASESOR METODOLÓGICO DR. WILFREDO CESAR FLORES CASTRO POR BRINDARME LAS DIRECTRICES PARA LA ELABORACIÓN DE LA PRESENTE TESIS DE GRADUACIÓN.

AL ING. CALIXTO JOSÉ GARCÍA RODRÍGUEZ, POR SU APOYO INCONDICIONAL Y COLABORACIÓN EN MOMENTOS DIFÍCILES EN EL DESARROLLO DEL TEMA DE INVESTIGACIÓN COMO ASESOR TEMÁTICO. A LOS CATEDRÁTICOS POR COMPARTIR SUS CONOCIMIENTOS A LO LARGO DE MI MAESTRÍA.

A LA COOPERATIVA “COCAFELOL” POR TODA SU COLABORACIÓN Y INFORMACIÓN BRINDADA PARA EL DESARROLLO DEL PRESENTE ESTUDIO.

AL LIC. JAVIER ALEXANDER BARAHONA POR SU ASISTENCIA.

MARCOS ALEXIS DUARTE TERCERO

CONTENIDO

1.1 INTRODUCCIÓN	7
1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	7
1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	8
1.3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA	8
1.3.2 Formulacion DEL PROBLEMA.....	8
1.3.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	8
1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	9
1.5 JUSTIFICACIÓN	10
GLOSARIO DE TERMINOS.....	13
CAPITULO II. MARCO TEORICO	14
2.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	14
2.1.1 ANÁLISIS MACRO	14
2.1.2 ANÁLISIS MICRO	15
2.1.3 ANÁLISIS INTERNO	18
2.2 TEORÍA DE SUSTENTO.....	23
2.2.1 TRATAMIENTO DE AGUAS MIELES	24
2.5 MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL.....	34
2.5.1 MARCO JURIDICO	34
2.5.2 MARCO INSTITUCIONAL	35
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	36
3.1 CONGRUENCIA METODOLÓGICA	36

3.1.1 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	38
3.1.2 HIPÓTESIS.....	39
3.2 ENFOQUE Y MÉTODOS.....	43
3.3 MATERIALES.....	44
3.4 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	45
3.4.1 POBLACIÓN	46
3.4.2 MUESTRA	47
3.4.3 UNIDAD DE ANÁLISIS.....	48
3.4.4 UNIDAD DE RESPUESTA	48
3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS	48
3.5.1 INSTRUMENTOS	48
3.5.2 TÉCNICAS (ENCUESTAS, ENTREVISTAS)	49
3.6 FUENTES DE INFORMACIÓN.....	50
3.6.1 FUENTES PRIMARIAS:	50
3.6.2 FUENTES SECUNDARIAS.....	50
3.7 LIMITANTES DEL ESTUDIO	50
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS	51
4.1 COMPARACIÓN ENTRE UNIDAD DE ANÁLISIS Y LA ENCUESTA	51
4.2 ALCANCE DE LOS OBJETIVOS	51
4.3 ANALISIS DE LOS RESULTADOS DE LA ENCUESTA	53

4.4 FUNCIONAMIENTO DE LAS PLANTAS Y SU IMPACTO	60
4.5 COSTOS DE FUNCIONAMIENTO E INGRESOS PROYECTADOS REALES	60
4.6 COMPROBACION DE HIPOTESIS.....	62
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	66
5.1 CONCLUSIONES.....	66
5.2 RECOMENDACIONES.....	68
CAPÍTULO VI. APLICABILIDAD	70
6.1 TÍTULO DE LA PROPUESTA	70
6.2 INTRODUCCIÓN	70
6.3 DESCRIPCIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN	71
6.3.2 ESCENARIO 2.....	72
6.3.3 ESCENARIO 3.....	73
6.4 PRESUPUESTO.....	74
BIBLIOGRAFIA	76
ANEXOS.....	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Producción de café por municipio en el departamento de Ocoatepeque.	21
Tabla 2. Alternativas de tratamiento de aguas mieles.	24
Tabla 3. Propiedades químicas del Bioetanol.....	26
Tabla 4. Composición química del biogás.....	28
Tabla 5. Etapas del beneficiado del café, por la vía húmeda y la vía seca.	32
Tabla 6. Bioetanol obtenido por cada millón de sacos de café.....	33
Tabla 7. Matriz Metodológica.....	37
Tabla 8. Operacionalización de las Variables.....	38
Tabla 9. Hipótesis Principal.....	42
Tabla 10. Población del presente estudio.....	46
Tabla 11. Objetivos investigación y resultados.	52
Tabla 12. Genero de los productores encuestados.	53
Tabla 13. Nivel educativo del productor encuestado.....	55
Tabla 14. Capacitaciones recibidas por los productores.	56
Tabla 15. Conocimiento de los efectos aguas mieles al ambiente.	57
Tabla 16. Tratamiento en fincas de las aguas mieles.....	58

Tabla 17. Grado de conocimiento sobre biocombustibles.....	59
Tabla 18. Costos de Operación.....	61
Tabla 19. Opciones de producción bioetanol.	61
Tabla 20. Análisis de Hipótesis	64
Tabla 21. Comprobación de Hipótesis	65
Tabla 22. Plan de Acción Aplicabilidad.	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama Café Orgánico Marcala, S.A. de C.V. "COMSA"	16
Figura 2. Producción de café por departamento en Honduras.	19
Figura 3. Producción de café por municipio en el departamento de Ocotepeque.	22
Figura 4. Ubicación Cooperativa Cafetalera Ecológica La Labor Ocotepeque Limitada "COCAFELOL".....	23
Figura 5. Producción Mundial de Bioetanol.....	26
Figura 6. Potencial de generación de biogás por sector en porcentajes en Honduras.	29
Figura 7. Alternativas de utilización de un metro cubico de biogás, con sus respectivos consumos.....	30
Figura 8. Partes del fruto del café.	31
Figura 9. Composición del fruto del café.	31
Figura 10. Flujograma de la Metodología de producción de biocombustibles.	39
Figura 11. Estructura Metodológica.	44
Figura 12. Cálculo de la muestra.....	47
Figura 13. Genero productores encuestados.....	54
Figura 14. Nivel educativo de los productores.....	56
Figura 15. Efectos que conoce el productor producidos por las aguas mieles.	57
Figura 16. Grado de conocimientos del productor sobre biocombustibles.	59

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

Este capítulo presenta las generalidades del tema de investigación para determinar el objetivo de su estudio y análisis. En él se describe la introducción y antecedentes, que derivan en el planteamiento del problema, el objetivo general de la investigación, los objetivos específicos y la justificación que da origen a la investigación del tema.

1.1 INTRODUCCIÓN

En el presente análisis se da a conocer información sobre el tratamiento de las aguas mieles, originadas por el beneficiado del café, las cuales son consideradas como unas de las mayores contaminantes orgánicos en el sector cafetalero. Se muestran los beneficios que puede brindar; el aprovechamiento de las aguas mieles tratadas, en un sistema de producción de bioetanol, biogás y biofertilizantes. Se detalla el problema de contaminación existente por estos residuos líquidos, y la contaminación generada por el vertido de los mismos a los cuerpos de agua. Los residuos orgánicos, tanto sólidos como líquidos, son de muy difícil disposición final por su carácter de contaminantes del ambiente, sin embargo, el mejor tratamiento para cualquiera de estos elementos, es su conversión en productos bioenergéticos y otros que puedan volverse a incorporar a la naturaleza en forma reciclada.

1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Actualmente existe un problema de contaminación masiva mundialmente, provocando muchos problemas ambientales siendo uno de los más graves el fenómeno llamado el efecto invernadero. El efecto invernadero es producido por la absorción en la atmósfera terrestre de las radiaciones infrarrojas emitidas por la superficie, impidiendo que escapen al espacio exterior y aumentando, por tanto, la temperatura media del planeta. Este fenómeno evita que el calor del Sol recibido por la Tierra deje la atmósfera y vuelva al espacio, produciendo a escala planetaria un efecto similar al observado en un invernadero.

La demanda mundial de combustibles fósiles crece anualmente y de igual forma crece la contaminación a la atmosfera generada por el uso de mismos. Nos hemos visto obligados a

buscar fuentes energéticas alternativas que amortigüen el daño causado. El bioetanol, biogás y biofertilizante, nos presentan una buena solución a nuestro problema no solo en lo económico; sino también en lo laboral y ambiental. Este análisis está basado en la producción de productos bioenergéticos, producidos a través de las aguas mieles generadas en el proceso del beneficiado del café, siendo este uno de los principales actores en el PIB de nuestro país.

1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Se presentan a continuación el enunciado, la formulación del problema y las preguntas de investigación.

1.3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA

La zona occidental de Honduras es conocida por sus grandes extensiones dedicadas al cultivo del café, el cual es producto de gran importancia en la economía de Honduras. Durante el proceso de beneficiado de este grano, se llevan cabo actividades que generan subproductos nocivos para el ambiente que suelen no ser atendidos de la mejor manera, como las aguas mieles.

Estas aguas mieles, tienen un potencial energético muy grande ya que a partir de ellas se puede producir bioetanol, biogás y biofertilizante. A pesar de esto, la mayor parte del sector cafetalero decide no invertir en el tratamiento de aguas mieles por no tener un conocimiento completo de los beneficios ambientales aplicados a sus realidades.

1.3.2 FORMULACION DEL PROBLEMA

A partir del enunciado anterior nace la siguiente interrogante: ¿Qué beneficios ambientales, se generarían en la cooperativa “COCAFELOL” al hacer uso integral de las aguas mieles del beneficiado del café?

1.3.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Las preguntas de investigación que se generan a partir del enunciado y la formulación del problema son las siguientes:

1. ¿Qué tratamiento se le da a las aguas mieles en la cooperativa “COCAFELOL”?
2. ¿Qué impacto ambiental tienen las actividades realizadas por la cooperativa “COCAFELOL”; en relación al tratamiento que le dan a sus residuos?
3. ¿Cuál es el potencial de producción de bioetanol, biogás y biofertilizantes a partir del uso de las aguas mieles generadas a partir del beneficiado del café?
4. ¿Cuál es el grado de disposición, por parte de los socios de la cooperativa “COCAFELOL”, en desarrollar un mejor modelo de aprovechamiento para el tratamiento de las aguas mieles?

1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO

A continuación se presenta el objetivo general y los objetivos específicos que dictaran el alcance del presente documento de investigación.

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar los beneficios de la producción de bioetanol, biogás y biofertilizante; por el aprovechamiento de las aguas mieles originadas con el beneficiado del café, en La Cooperativa Cafetalera Ecológica La Labor Ocotepeque Limitada “COCAFELOL”.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

A continuación se enumeran los objetivos específicos:

1. Describir el método de tratamiento de las aguas mieles producidas en la cooperativa “COCAFELOL”.
2. Identificar los efectos ambientales, tanto positivos y negativos, del actual tratamiento de las aguas mieles en la cooperativa “COCAFELOL”
3. Determinar la capacidad de generación de bioetanol y demás subproductos energéticos a través del tratamiento de las aguas mieles generadas en el proceso de beneficiado del café.
4. Definir un plan modelo para el mejor aprovechamiento de las aguas mieles aplicables a la cooperativa “COCAFELOL” y sus socios.

1.5 JUSTIFICACIÓN

El sector cafetalero en Honduras es de gran importancia socioeconómica, ya que genera más de US\$750 millones en divisas por concepto de exportación, equivalentes a 5.7 millones de sacos de 46 kg. Además representa el 35 % de aporte al PIB Agrícola y el 5% al PIB nacional. (IHCAFE, COSECHA 2012 - 2013, 2013)

La producción de café en Honduras, es una actividad realizada por un gran número de pequeños agricultores, característica que le atribuye una importante función social a este sector, ya que se distribuyen ingresos entre muchos productores y trabajadores agrícolas, en las zonas cafetaleras de Honduras. Como se menciona anteriormente, la población dedicada a este rubro, está compuesta en su mayoría por pequeños productores (menos de 2 manzanas), los cuales representan el 90% de dicha población. Este señalamiento permite que dicha actividad económica sea la de mayor capacidad de distribución de ingresos entre la población rural.

Dependiendo de su localización, el cultivo del café tiene potencial de contribuir a minimizar su impacto ambiental, a mantener la armonía de los ecosistema, proteger la flora y fauna en donde se ubican sus fincas, adicionalmente la mayoría de las áreas de cultivo están bajo sombra variada con árboles maderables, contribuyendo significativamente a la producción de oxígeno, conservación de suelos, agua y un incremento en la biodiversidad. Por otro lado, como toda actividad humana, el proceso del cultivo del café puede tener efectos ambientales negativos, ligados a la contaminación por un manejo inadecuado de sus aguas residuales (aguas mieles) y desechos sólidos en el proceso de beneficiado húmedo y por el consumo de leña en el proceso de beneficiado seco. (SNV, 2009 - 2010)

Un incremento en la producción del café genera un aumento de sus residuos y gran cantidad de los mismos son esparcidos directamente a los afluentes y suelos.

El procesamiento del café en los beneficios, se realiza por medio del sistema tradicional, en el cual se fermenta el café por 16 horas. El tiempo de fermentación varía según el clima de

la zona. Otro sistema empleado es el mecánico, donde se procesa directamente en las maquinas desmucilagenadoras.

De aquí nace la implementación de un sistema de tratamiento de los residuos generados en el proceso del beneficiado del café, en La Cooperativa Cafetalera Ecológica La Labor Ocoatepeque Limitada “COCAFELOL” esta iniciativa de uso alternativo para las aguas mieles con la producción de bioetanol, biogás y biofertilizante y a la vez brindar un uso sostenible y rentable; además de reconocer los impactos ambientales provocados por el sector cafetalero. Por lo cual este sistema de aprovechamiento de las aguas mieles es factible para poder contribuir a reducir el impacto ambiental en las comunidades que por muchos años han sido afectadas.

El presente documento en sus capítulos siguientes está estructurado de la siguiente forma:

Capítulo I: se describe brevemente el tratamiento que se le pueden dar a las aguas mieles originadas por el beneficiado del café en Honduras, la problemática de las mismas y las oportunidades potenciales de transformación en bioetanol, biogás y biofertilizantes.

Capítulo II: se detalla una reseña bibliográfica de las teorías que sustentan nuestro trabajo de tesis, así como estudios que avalan la problemática y todos los cambios que se deben realizar para asegurar la sostenibilidad y rentabilidad de proyectos relacionados con la producción de bioetanol, biogás y biofertilizantes; a través del uso de aguas mieles originadas en el beneficiado del café.

Capítulo III: se hace la presentación de la metodología a emplear para poder afrontar todos los objetivos y preguntas de investigación planteados. Esto se efectúa con el propósito de evacuar las necesidades identificadas en los dos capítulos anteriores.

Capítulo IV: está compuesto por todos los resultados logrados y todo lo que sobrelleva su análisis. Estos resultados alcanzados fueron procesados con el programa estadístico SPSS v20, para una mejor interpretación de la información recopilada.

Capítulo V: aquí se plantean las conclusiones y recomendaciones fundadas en las derivaciones halladas.

Capítulo VI: se describe la aplicabilidad de la investigación realizada y sus distintos escenarios.

Siglas y Acrónimos

Brix	Cociente total de sacarosa disuelta en un liquido
CH2	Metileno o Meteno
CH3	Metilo
COCAFELOL	Cooperativa Cafetalera Ecológica La Labor Ocotepeque Limitada
COMSA	Café Orgánico Marcala Sociedad Anónima
DBO	Demanda Bioquímica de Oxígeno
DQO	Demanda Química de Oxígeno
FUNDER	Fundación para el Desarrollo Empresarial Rural
IHCAFE	Instituto Hondureño del Café
IHDECOOP	Instituto Hondureño de Cooperativas
INE	Instituto Nacional de Estadística
KJ/Kg	Kilo joule / Kilogramo
MJ/L	Mega joule / Litro
MJ/m3	Mega joule / metro cubico
mt3	Metro cubico
Mwe	Mega Watt Eléctrico
MWt	Mega Watt Térmico
OH	Hidróxido
Ph	Grado de Acidez
PIB	Producto Interno Bruto
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
SNV	Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo
UBM	Unidad Básica Microproductora
UMA	Unidad Municipal Ambiental
UTB	Unidad Técnica de Biocombustibles

GLOSARIO DE TERMINOS

BENEFICIADO DEL CAFÉ: Consiste en la serie de pasos o etapas de procesamiento a las que se somete el café para quitar o eliminar todas sus capas o cubiertas de la forma más eficiente sin afectar su calidad y su rendimiento.

BIOETANOL: Compuesto químico, también llamado alcohol etílico. Es un alcohol incoloro e inflamable, con un punto de ebullición de 78°C. Al mezclarse con agua en cualquier proporción, da una mezcla azeotrópica, lo cual dificulta su extracción para concentraciones de agua menores al 10%. Su fórmula química es CH₃-CH₂-OH, principal producto de las bebidas alcohólicas.

MEZCLA AZEOTRÓPICA: Mezcla líquida de dos o más sustancias que se comporta como una sustancia única, en el hecho que el vapor producido por la evaporación parcial del líquido tiene la misma composición que el líquido. La mezcla en ebullición constante muestra un punto máximo o mínimo de ebullición, comparado con el de otras mezclas de las mismas sustancias.

BIOGÁS: Combustible, mezcla de metano y dióxido de carbono, junto con otros gases en menor proporción, que se produce por descomposición anaeróbica de la materia orgánica.

BIOFERTILIZANTE: Abono orgánico que proviene de animales, humanos, restos vegetales de alimentos u otra fuente orgánica y natural.

AGUAS MIELES: El agua utilizada para despulpar y lavar se convierte en residual (agua miel). Su naturaleza química está relacionada con la composición físico-química de la pulpa y el mucílago, debido a que estos dos elementos proporcionan partículas y componentes durante el contacto turbulento e intenso con el agua limpia.

FOSAS: excavaciones que se hace para depositar desechos.

CAPITULO II. MARCO TEORICO

2.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En referencia a la problemática planteada en el capítulo anterior, a continuación se presenta el análisis de los diferentes entornos:

- Macro
- Micro
- Interno

2.1.1 ANÁLISIS MACRO

El café ha sido consumido durante más de mil años y en la actualidad es la bebida más consumida en la mayoría de países, aproximadamente más de 400 mil millones de tazas al año (Sobesa Café, 2008). El café, es una planta cuyo origen se focaliza en Etiopía, en África Oriental, y su explotación comercial, según historiadores, se ha dado desde el siglo IX (Montoya y Villegas, 2008).

El país responsable de la propagación de la cultura del café es Arabia. Los manuscritos más antiguos mencionan el cultivo del café hace 575 años en la ciudad de Yemen, pero en Persia, en el siglo XVI, se tostaron los primeros granos de café para elaborar la bebida que hoy en día se conoce. Una versión dice que el cafeto o café fue descubierto casualmente por un pastor al ver que sus cabras, que habían comido el fruto de esta planta, se ponían nerviosas e intranquilas. Otra versión, en cambio, afirma que el café lo descubrieron unos monjes que lo utilizaban para proporcionarse insomnio en sus horas de oración nocturna (Gasperín, 2010).

A nivel mundial cada día hay mayor conciencia sobre la problemática de los impactos ambientales, llegando al extremo de generar políticas estrictas dirigidas a disminuir la contaminación.

2.1.2 ANÁLISIS MICRO

En este entorno y para efectos del presente trabajo se considera la situación actual de Honduras, inicialmente se identifica cuantos son los proyectos y la tecnología usada para tratar las aguas mieles originadas por el proceso del beneficiado del café, finalmente de los proyectos identificados cuales generan bioetanol, biogás y biofertilizantes.

2.1.2.1 PLANTAS DE BIOETANOL EXISTENTES EN HONDURAS

Café Orgánico Marcala S.A. de C.V. "COMSA", Barrio La Victoria, salida a El Salvador, Marcala - La Paz

En el año 2001 un grupo de productores (12 mujeres y 48 hombres) de café de la zona, se organizaron para conformar esta empresa; esta iniciativa surge de la Fundación para el Desarrollo Empresarial Rural (FUNDER) quien se constituye como socio mayoritario en su inicio; con el transcurso del tiempo sus acciones han sido transferidas a los pequeños productores, por lo cual FUNDER ha dejado de ser accionista. (COMSA, 2015)

En el año 2009 se desarrolló el proyecto de construcción de planta de producción de bioetanol con apoyo de FUNDER/SNV. En cuanto a costos de instalación de dicha planta, tiene un costo de construcción de aproximadamente USD\$ 28,000.00 (este monto incluye mano de obra, materiales y equipo). No se incluye en esa cantidad el costo de asistencia técnica por parte de los diseñadores. Por la asistencia técnica en la construcción de la planta se considera que aproximadamente estaría en alrededor de unos UDS\$ 8,000 (Garcia, 2015).

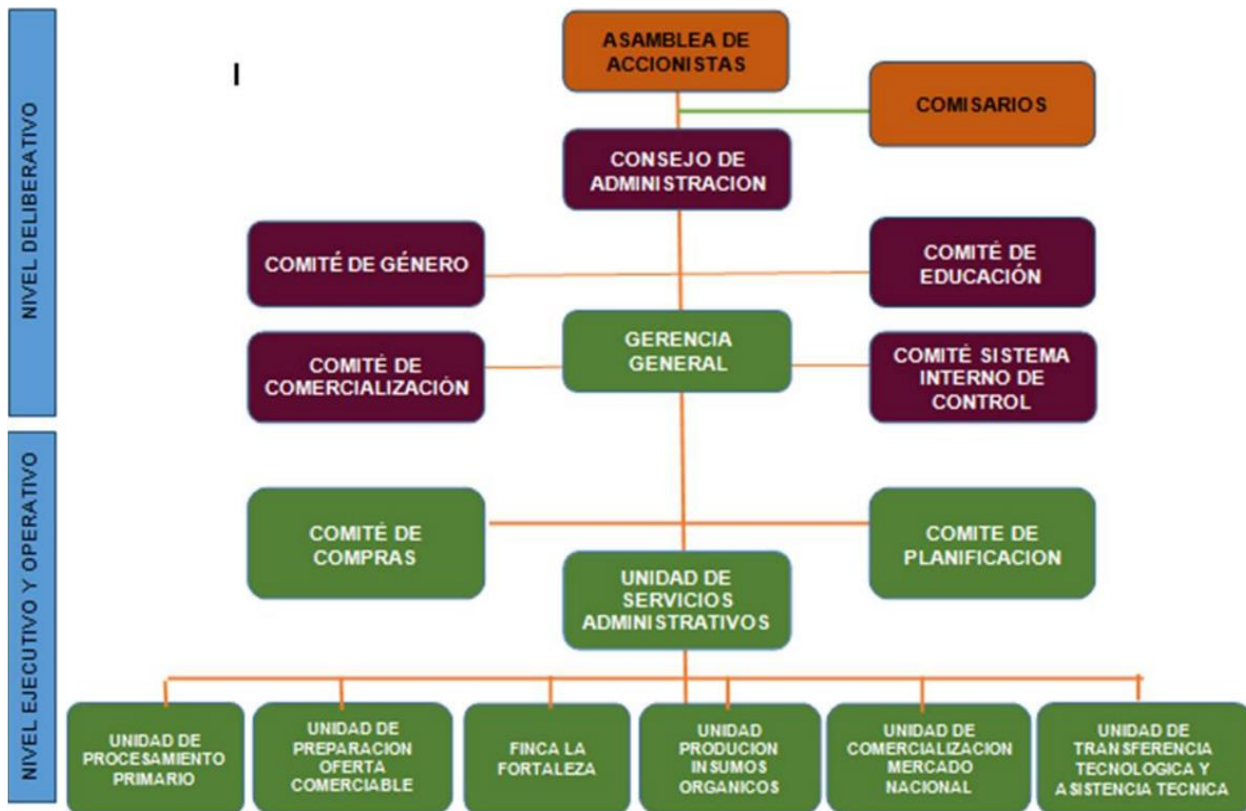


Figura 1. Organigrama Café Orgánico Marcala, S.A. de C.V. "COMSA".

Fuente: <http://www.cafeorganicomarcala.net>.

Asociativa Campesina de Productores en Producción "ARUCO" El Carrizal, Corquin – Copan

Para finales de Mayo del año 2005, por una iniciativa de un grupo de 14 productores surge la idea de formar una empresa; cuyo nombre nace en reconocimiento de la cuenca del río "ARUCO", el cual baja del cerro más alto de Honduras ubicado en el Parque Nacional Montaña de Celaque y dentro de la cual se encuentran localizadas las fincas de los socios.

Con el transcurrir del tiempo, la empresa fue creciendo que para la cosecha 2011 – 2012 el número de socios había alcanzado un total de 86. Ya para el año del 2009 se instaló la segunda planta de bioetanol y producción de biogás. (ARUCO, 2015)

2.1.2.2 PROCESO DE PRODUCCIÓN PLANTAS DE BIOETANOL

Breve Descripción del Proceso de las Plantas de Bioetanol:

El funcionamiento de las plantas de bioetanol construida con el diseño de la empresa Ecoenergy BG de Colombia. Dichas plantas cuenta con tres módulos:

1. Fermentación
2. Vaporización
3. Destilación.

La fermentación se realiza en pilas o tanques de plásticos haciendo uso de mucilago de café (Término común empleado para describir la capa viscosa hallada junto a la pulpa y que se adhiere al pergamino dentro de una cereza de café) agregándole levadura.

Una vez que el proceso de fermentación finaliza, aproximadamente 3 días después, el mosto (aguas mieles de café fermentadas) pasa por un proceso de filtrado y posteriormente de precalentado para luego entrar en el segundo módulo de vaporización.

En este módulo a través de un proceso de recirculación de agua y el suministro de calor se separa el alcohol del mosto formando vapor de alcohol.

El vapor es transportado por tubería aislada a la torre de destilación, cuya función es la de destilar y concentrar el alcohol presente en vapor que sale de la unidad de vaporización.

La torre cuenta con una serie de aditamentos que permiten recircular el vapor hasta obtener concentraciones de hasta 90% de pureza.

El vapor de alcohol ya destilado pasa por un intercambiador de calor que lo condensa para sacar el producto final.

2.1.3 ANÁLISIS INTERNO

2.1.3.1 EL CAFÉ EN HONDURAS

El café es un producto que representa gran importancia en la economía de Honduras. La gestión de su producción y exportación es administrada por el Instituto Hondureño del Café (IHCAFE). IHCAFE recopila información técnica y financiera de toda la producción del café en el país para conocer en números su relevancia dentro de la sociedad y economía hondureña. Según la memoria estadística 2014-2015 del IHCAFE, el total de exportaciones de quintales de café en ese periodo fue de 6.55 millones de sacos de 46kg a un precio promedio de 155.03 US\$ el saco, los cuales significan 1,015.14 millones de US\$ en generación de divisas. Estas cifras representan un 5% del PIB nacional y en 35% del PIB agrícola. El principal destino de la exportación del café es el mercado europeo que acumula un 63% del total. El segundo importador del café hondureño es América del Norte con un 21%, el restante 16% es exportado hacia América del Sur, Asia, América Central, Oceanía y África.

Gracias a la ubicación geográfica, topografía, clima y el empeño de IHCAFE en fortalecer la industria cafetalera, Honduras produce un café de muy alta calidad, que lo posiciona como primer productor a nivel de Centroamérica, tercer lugar a nivel de América Latina y un sorprendente séptimo lugar a nivel mundial con un total de producción de 7,043 millones de sacos de 46kg en el periodo 2014-2015.

Esta institución ofrece servicio a más de 120 mil familias productoras de café distribuidas en el territorio nacional. De los 18 departamentos y 298 municipios que componen el país, 15 y 210, respectivamente, presentan participación en la producción nacional. IHCAFE maneja información sobre la cantidad de productores y manzanas de terreno dedicadas al café en el país, así como la producción por municipio y departamento. (IHCAFE, MEMORIA 2015 - 2016, 2015)

A continuación se puede observar en la figura 2, la producción de café por departamento cosecha 2014 – 2015, donde el departamento de Ocotepeque contribuyo con el 9% de la producción nacional.

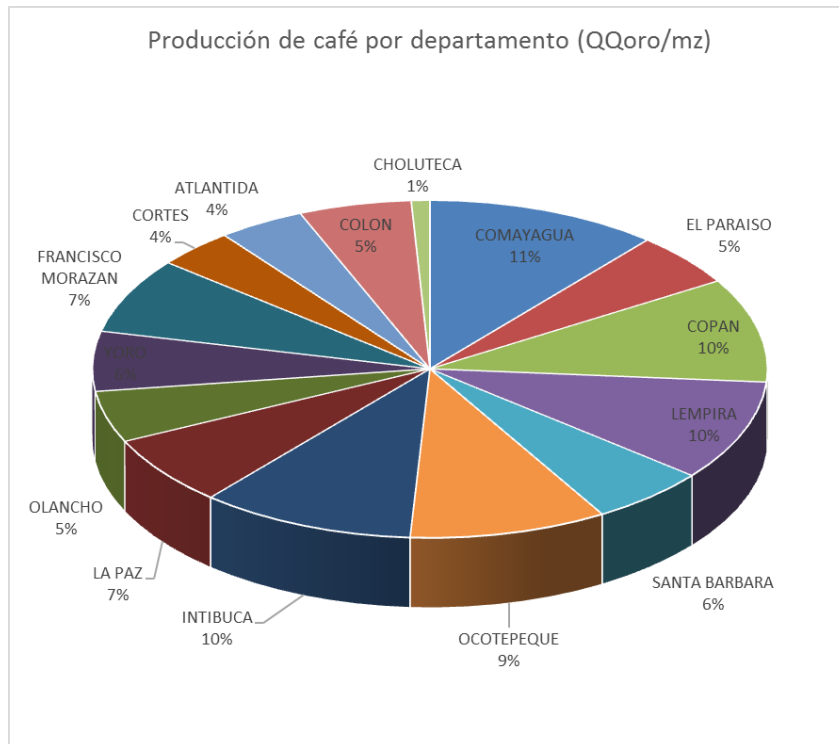


Figura 2. Producción de café por departamento en Honduras.

Fuente: Elaboración propia con datos del IHCAFE. (2015). *Producción Cosecha 2014 - 2015*. Tegucigalpa.

El departamento de Ocotepeque tiene una extensión territorial 1630 km², su división política consta de 16 municipios, 129 aldeas y 884 caseríos, siendo su población actual 138,208 habitantes y su principal rubro es el café (PNUD, 2012), cuenta con una de las reservas biológicas más importantes de Centroamérica (Reserva del "Güisayote")

Limites

Norte: Departamento de Copán

Sur: República de El Salvador

Este: Departamento de Lempira y Copan

Oeste: República de Guatemala

Reservas, Parques Naturales y Ríos importantes

- Parque Nacional Trifinio o Montecristo
- Reserva Biológica El Güisayote
- Reserva Biológica El Pital
- Rio Lempa
- Rio Higuito
- Rio Sumpul
- Rio Playón
- Rio Marchala

El municipio de Ocotepeque, tiene una extensión territorial de 172.85 km², es la cabecera del Departamento de Ocotepeque, situado en el Occidente de Honduras. El municipio colinda al norte con los municipios de Sinuapa y Concepción, al sur con la República de El Salvador, al este con el municipio de Sinuapa y al oeste con el municipio de Santa Fe. Asimismo su división política consta de 9 aldeas y 82 caseríos; por ser la cabecera departamental, atrae a la población de los municipios aledaños, quienes se trasladan ya sea para realizar transacciones de compra-venta, como por motivos de estudio. (xplorhonduras, 2015)

El departamento de Ocotepeque es una zona cafetalera del occidente del país, donde existen alrededor de 6,127 productores de este grano, con un área cultivada de café de 20,360.42 manzanas, con una producción de 486,797.16 quintales oro, su productividad es del 23.91% y su producción representa el 7.44% de la producción nacional. (IHCAFE, Produccion Cosecha 2014 - 2015, 2015)

Tabla 1. Producción de café por municipio en el departamento de Ocotepeque.

Departamento Municipio	Cantidad de Productores	Area Cultivada Con Café Mz.	Producción QQ Oro Mz.	Productividad QQ Oro/Mz
OCOTEPEQUE				
OCOTEPEQUE	103	207.05	7,937.88	38.34
BELÉN GUALCHO	378	641.02	12,372.66	19.30
CONCEPCION	72	194.75	5,280.50	27.11
DOLORES MERENDON	185	743.50	28,785.80	38.72
FRATERNIDAD	260	1,217.75	47,664.81	39.14
LA ENCARNACION	226	1,626.50	27,268.92	16.77
LA LABOR	635	1,708.00	55,218.70	32.33
LUCERNA	427	901.20	35,016.15	38.86
MERCEDES	409	1,246.41	21,254.38	17.05
SAN FERNANDO	102	1,566.25	21,456.59	13.70
SAN FRANCISCO DEL VALLE	551	1,761.07	34,443.43	19.56
SAN JORGE	125	1,009.50	17,343.18	17.18
SAN MARCOS	1,584	4,748.12	99,240.47	20.90
SANTA FE	49	155.50	5,500.49	35.37
SENSENTI	924	2,014.55	44,027.41	21.85
SINUAPA	97	619.25	23,985.79	38.73
	6,127	20,360.42	486,797.16	23.91

Fuente: Elaboración propia con datos del IHCAFE. (2015). *Producción Cosecha 2014 - 2015*. Tegucigalpa.

La Labor (Ocotepeque)

El municipio tiene una extensión territorial de 103.77 km², colinda al norte con los municipios de Lucerna y Fraternidad, al sur con el municipio de San Francisco del Valle, al este con el municipio de Sensenti y al oeste con el municipio de Sinuapa. Está situado en el Valle de Sensenti, entre las estribaciones de la Cordillera Merendón.

El origen de su nombre parece ser que sus primeros pobladores y trabajadores en las ricas minas que había, eran muy laboriosos y le dieron el nombre de "La Labor".

El municipio de La Labor fue fundado en 1775, en el recuento de población de 1791 aparece formando parte del Curato de Sensenti, le dieron categoría de Municipio en 1785 y en 1926 era uno de los Distritos en que fue dividido el Departamento.

La Labor cuenta con 635 productores de café, los cuales tienen un área cultivada del grano de 1,708 manzanas, las cuales producen 55,218.70 quintales oro, lo que representa una productividad del 32.33% quintal oro por manzana. (IHCAFE, 2015).

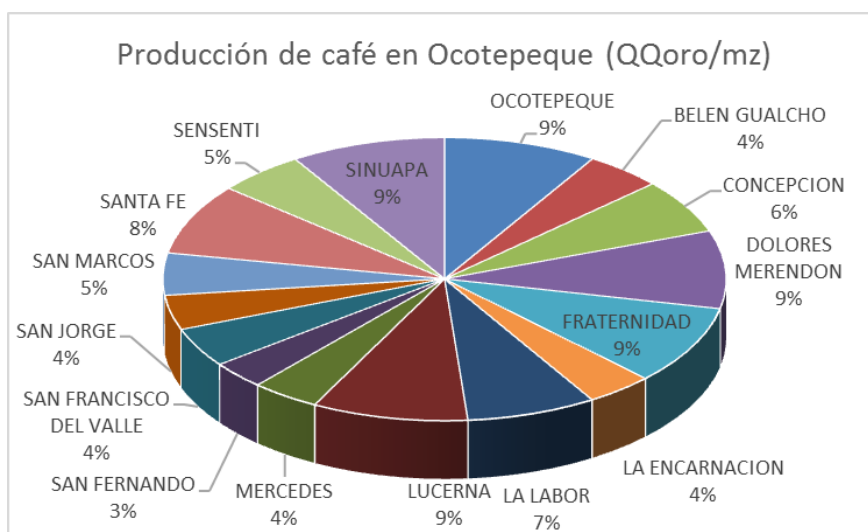


Figura 3. Producción de café por municipio en el departamento de Ocotepeque.

Fuente: Elaboración propia con datos del IHCAFE. (2015). *Producción Cosecha 2014 - 2015*. Tegucigalpa.

2.1.3.2 BREVE RESEÑA HISTORICA Y ANTECEDENTES DE LA COOPERATIVA “COCFEOL”

La Cooperativa Cafetalera Ecológica La Labor Ocotepeque Limitada “COCAFELOL, con sede en el municipio de La Labor Ocotepeque en km. 204 sobre la carretera Internacional que conduce de Ocotepeque hacia San Pedro Sula en el Departamento de Ocotepeque Honduras C.A. Se constituyó legalmente (el 14 de noviembre del año 1999) por acuerdo número 1704 (con fecha 06 de enero del año 2000) fue inscrita, en el Registro Nacional de Cooperativas del IHDECOOP con en el número 1704, tomo IV libro III con las siglas de COCAFELOL.

Figura 4. Ubicación Cooperativa Cafetalera Ecológica La Labor Ocotepeque Limitada “COCAFELOL.”



Fuente: <http://www.cocafelol.org/>

Desde su fundación la cooperativa se dedica al servicio de los caficultores de la región para apoyarles en la producción, beneficiado, comercialización, crédito y exportación de café. Además de tener una misión social para procurar el desarrollo humano sostenible y crecimiento económico de sus afiliados y de la región del occidente de Honduras. Actualmente la cooperativa cuenta con 38 miembros diseminados en 7 comunidades del Departamento de Ocotepeque. Al inicio la cooperativa solamente procesaba la cosecha de los socios fundadores y con el pasar de los años se adhieren clientes, hasta alcanzar en el año 2010 un total de 305 productores con una producción de 27,000 quintales de café pergamino Seco; cubriendo prácticamente los 16 municipios del departamento de Ocotepeque. En la actualidad cuenta con 367 socios y 30 clientes; además en la última cosecha 2014 – 2015 se procesaron 44,658 quintales en café uva.

2.2 TEORÍA DE SUSTENTO

Para realizar una mejor interpretación de las variables de investigación consideradas en la presente investigación se explican continuación las teorías de sustento:

2.2.1 TRATAMIENTO DE AGUAS MIELES

A continuación se puede observar en la tabla # 2 algunos de los diferentes tratamientos alternativos que le pueden dar a las aguas mieles generadas por el proceso del beneficiado del café.

Tabla 2. Alternativas de tratamiento de aguas mieles.

Alternativa	Mecanismo de Funcionamiento	Eficiencia Observada	Observaciones
Riego de cultivos	Infiltración en terrenos de cultivo.		Afecta los cultivos
	Aprovechar materia orgánica en el agua		Quema
Disposición en el terreno	Evaporación e infiltración de las aguas.	En dependencia de factores climáticos y del terreno.	Barato, pero existe el riesgo de contaminar el manto freático, se atraen vectores y contaminación por malos olores.
Tamizado	Eliminación de los sólidos en suspensión	Bastante eficiente; elimina sólidos de mayor tamaño	Inversión inicial bastante alta y no accesible a todos los productores.
Tratamiento Químico	Eliminación de sólidos en suspensión a través de floculación, decantación y sedimentación	Bastante eficiente; elimina sólidos y malos olores presentes en el agua	Tratamiento más usado actualmente en las zonas cafetaleras.
Laguna facultativa o anaerobia	Eliminación de material disuelto en suspensión, a través de actividad biológica (algas, bacterias)	Poca materia orgánica removida por procesos biológicos	Las lagunas fácilmente se acidifican y crean un ambiente ácido no apto para las bacterias descontaminadoras.
Reactores anaeróbicos	Eliminación de material disuelto en suspensión, a través de actividad biológica (bacterias anaerobias)	Buena remoción de materia orgánica	Manejo complejo y caro, en cuanto a inversión y operación.
		Producción de gas metano que puede ser aprovechado	

Fuente: Peicce, sin

El DQO (demanda química de oxígeno) y DBO (demanda bioquímica de oxígeno), ambos expresan la cantidad de materia orgánica presente en el agua y la cantidad de oxígeno necesaria para que estas aguas resulten inofensivas a la salud humana, animal, vegetal y animal acuática. A medida que los valores de DQO o DBO de una muestra de agua residual sean más altos, representan un mayor índice de contaminación.

El dato de concentración indica la cantidad de materia orgánica disuelta en un volumen de agua, pero no expresa la cantidad total de materia orgánica que puede verter por día un efluente de aguas residuales municipales o industriales. Como ejemplo, en el beneficiado húmedo convencional del café, se pueden tener valores de concentración de agua residual (aguas mieles) cercanos a 2,000 miligramos por litro de DBO (= 2 kilos por metro cúbico de DBO). (Anacafe, 2015)

Origen del Bioetanol

El alcohol etílico es el producto químico orgánico sintético más antiguo empleado por el hombre. Se cree que su descubrimiento se produjo al consumir una fruta fermentada que en algunos casos producía un efecto tóxico y estimulante (Climent *et al.*, 2008). Alquimistas árabes descubrieron el arte de la destilación. Estos alquimistas experimentaron destilando uvas y otras frutas para uso medicinal (antiséptico) y perfumería. Los árabes documentaron este proceso y usaron la palabra alcohol para describir el producto de la destilación. Como consecuencia de esto, posteriormente se llevó a cabo la fermentación de algunos zumos y, de esta forma, se inició el proceso de elaboración del vino (Bautista, 2006).

Propiedades del Bioetanol

El Bioetanol es un compuesto que se encuentra dentro de la familia de los alcoholes (Jaramillo, 2012). Químicamente los alcoholes son compuestos ternarios formados por átomos de carbono, hidrógeno y oxígeno. Algunos son muy perfumados y todos tienen poder narcótico y/o euforizante sobre el organismo humano (Bautista, 2006). También como el agua, los alcoholes tienen puntos de ebullición altos que podrían esperarse debido al enlace por puente de hidrógeno (Mc Murry, 2010). En la tabla 3 que se presenta a continuación se puede observar la composición química y poder calorífico del bioetanol.

Tabla 3. Propiedades químicas del Bioetanol.

Composición	
Carbón	52.2%
Hidrógeno	13.1%
Oxígeno	34.7%
Poder calorífico	
Inferior (KJ/Kg)	26946.71
Superior (KJ/Kg)	29842.58
Apariencia	Líquido claro y volátil
Olor	Olor característico, alcohólico
Gravedad Específica	20°C; 0.78 g/cm ³
Punto de Ebullición °C a 760 mmHg:	78.3 °C

Fuente: Jaramillo (2012).

Como se puede observar en la figura 5, EE UU es el primer productor de bioetanol a nivel mundial con un 53%, en segundo lugar se encuentra Brasil con un 35% y tercer lugar se encuentra la UE con 6% de participación de la producción mundial.

PARTICIPACIÓN DE LOS PRINCIPALES PAÍSES EN LA PRODUCCIÓN MUNDIAL DE BIOETENOL. AÑO 2011

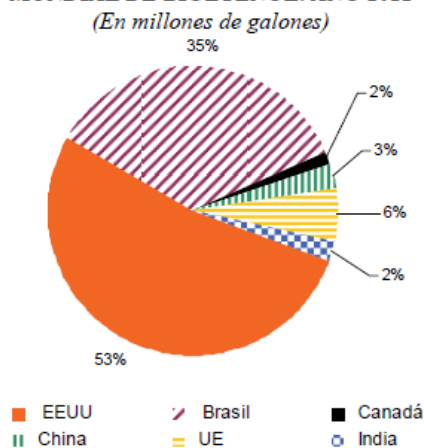


Figura 5. Producción Mundial de Bioetanol.

Fuente: FAPRI (2010 – 2011) US and World Agricultural Outlook. Nota: 1 galón=3.7857 litros.

Ventajas del uso de bioetanol como combustible

Las ventajas más importantes del uso de bioetanol como combustible son (Climent *et al.*, 2008):

- Se puede obtener a partir de fuentes y residuos renovables.
- Contiene mayor octanaje que la gasolina.
- Genera menor contaminación ambiental. A medida que aumenta la proporción de alcohol en la mezcla de combustible, se libera a la atmósfera una menor cantidad de monóxido de carbono, hidrocarburos aromáticos y óxidos de azufre y nitrógeno. La reducción de las emisiones con respecto a los hidrocarburos, se debe a que los biocombustibles tienen una proporción mayor de oxígeno, la cual favorece una mejor combustión del carburante. Además el índice de octano elevado de los compuestos oxigenados permite disminuir el uso de los hidrocarburos aromáticos como aditivos.
- Es biodegradable.

La Asociación de Recursos Renovables de Canadá señala que agregar un 10% de bioetanol a la gasolina, reduce hasta casi un 30% las emisiones de monóxido de carbono.

Desventajas del uso de bioetanol como combustible

Entre sus inconvenientes se pueden indicar (Climent *et al.*, 2008):

- Para su uso como combustible de automoción se necesita modificar algunas partes del circuito del combustible en los motores del automóvil.
- Presenta un menor contenido energético por litro que la gasolina. El rendimiento del bioetanol es en un 30% menor que la gasolina, en kilómetro por litro.
- El balance energético es negativo, se requiere más energía en el proceso de elaboración de un litro de bioetanol que la que se libera en el proceso de su combustión.

El biogás se compone de aproximadamente 60% de metano (CH₄) y 40% de dióxido de carbono (CO₂). Contiene mínimas cantidades de otros gases, entre ellos ácido sulfhídrico (H₂S). Es un poco más liviano que el aire, posee una temperatura de inflamación de 700oC, su llama alcanza una temperatura de 870oC, y puede usarse como combustible cuando el metano se encuentra en concentraciones mayores o iguales a 50%, ya que tiene un alto valor calórico (19.6 a 25 MJ/ m³). Los rangos de sus componentes principales se indican en la tabla 4.

Tabla 4. Composición química del biogás.

Elemento	Porcentaje (%)
Metano (CH ₄)	50-70
Dióxido de Carbono (CO ₂)	30-50
Nitrógeno (N ₂)	0.5-3
Ácido sulfhídrico (H ₂ S)	0.1-1
Vapor de agua	trazas

Fuente: Guardado Chacón (sin fecha)

El biogás se produce por la descomposición microbiológica de la materia orgánica o biomasa, en un entorno húmedo y anóxico (ausencia de oxígeno) por medio de la actividad bacteriológica. El proceso de fermentación se realiza en dos fases:

- Ácida: aquí se forman los aminoácidos, ácidos grasos y alcoholes, a partir de las proteínas, grasas e hidratos de carbono disueltos en los materiales orgánicos.
- Metanogénica: en esta se forman el metano, el dióxido de carbono y el amoníaco, entre otros (Martínez, *et al.*, 2008).

Se puede utilizar materias orgánicas o biológicas para producir biogás, siempre y cuando los microorganismos las puedan procesar. Entre las materias primas generalmente usadas están:

- Estiércol de ganado, cerdos, gallinaza, excretas humanas, etc.
- Todo tipo de desechos orgánicos agrícolas: pulpa de café, restos de maíz, de frutas, bagazo de caña, restos de papas, hortalizas.
- Fuentes orgánicas en rellenos sanitarios, depósitos de basura, plantas depuradoras.
- Desechos de la producción de azúcar, alcoholes y licores.
- Grasas orgánicas, restos de procesadoras de pollos y carne, desechos de procesadoras de camarón, frutos del mar, pescado.

Potencial Nacional de Biogás:

En la figura 6 se puede observar la distribución porcentual del potencial total de producción de biogás por sector agroindustrial para mejor ilustración.

Como se ilustra en dicha figura 5, los tres sectores y/o actividades productivas que más aportan al potencial agregado nacional de biogás son las granjas avícolas con el 35.3% del potencial neto nacional, las salas de ordeño, con el 23.1% del total neto nacional y los beneficios húmedos de café con el 12.1%. (PNUD, 2012)

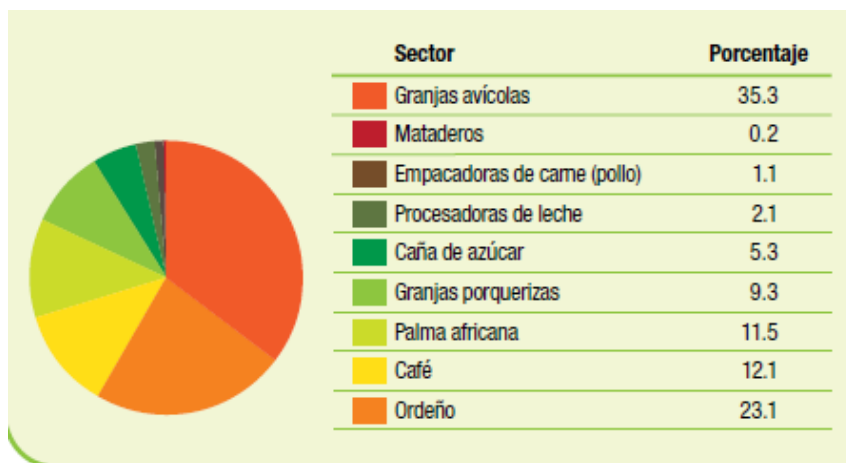


Figura 6. Potencial de generación de biogás por sector en porcentajes en Honduras.

Fuente: SNV 2011.

Por otro lado, tomando en cuenta que los volúmenes de biogás que pueden ser obtenidos por cada uno de los sectores dependen de diversos factores, en este estudio se han previsto aplicaciones teóricas que pueden observarse en la figura 7, donde se muestran alternativas de utilización de un metro cúbico de biogás, con sus respectivos consumos.



Figura 7. Alternativas de utilización de un metro cubico de biogás, con sus respectivos consumos.

Fuente: Hilbert sin fecha.

El fruto del Café

El fruto del café tiene casi la misma envoltura de una cereza, por esta razón se le llama con este nombre. La cereza de café en estado de madurez es un fruto de color rojo o amarillo. Cada cereza tiene una tez exterior (exocarpio) que envuelve una pulpa dulce (mesocarpio). Debajo de la pulpa están los granos recubiertos por una delicada membrana translúcida (silver skin) y estas membranas envuelven las dos semillas (endosperma) de café (Payán, 2011). Ver figura 8.

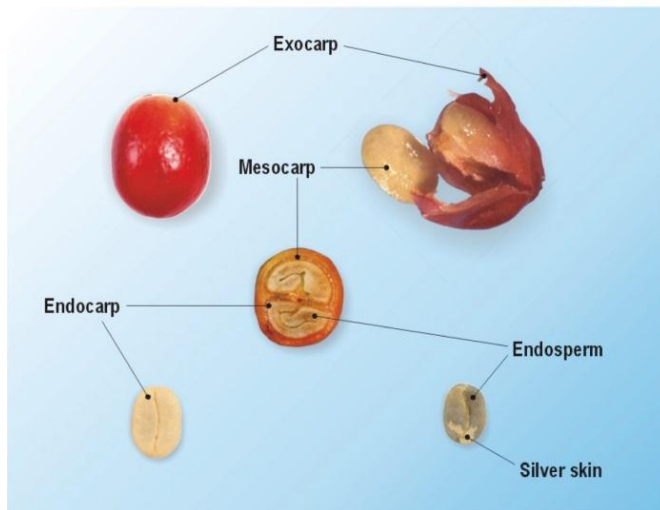


Figura 8. Partes del fruto del café.

Fuente: Payán, 2011.

El café está compuesto, de afuera hacia dentro (ver figura 9), por una envoltura exterior llamada pulpa, una sustancia gelatinosa azucarada que recibe el nombre de mucílago, otra envoltura dura que se denomina pergamino o cáscara, una revestimiento más delgado y fino llamado película y finalmente el grano o almendra que es la parte del fruto que, una vez tostada y molida, se utiliza para la producción de la bebida del café (Gómez y Nicolás, 2006).

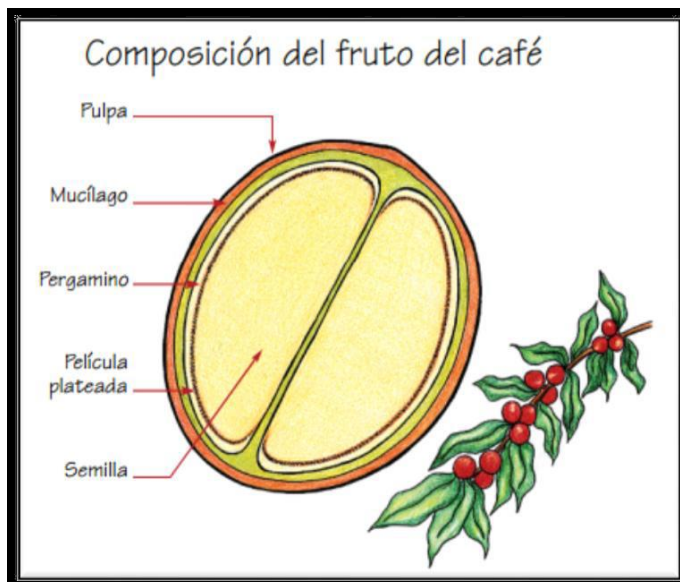


Figura 9. Composición del fruto del café. .

Fuente: Gómez y Nicolás, 2006.

Beneficiado del Café

El beneficiado del café radica en una de pasos o fases de procesamiento a las que se somete el café para eliminar todas sus envolturas o cubiertas de la forma más eficiente sin afectar su calidad y su rendimiento. Las prácticas de post cosecha, varían según el país, el tipo de cultivo y la variedad de café. (Monroig, 2014)

En la Tabla 5, se encuentran las etapas de los diferentes métodos de procesamiento del café, tanto del proceso seco, como del proceso húmedo.

Tabla 5. Etapas del beneficiado del café, por la vía húmeda y la vía seca.

Etapas	Vía Húmeda	Vía Seca
	1.Recoleccion	1.Recoleccion
	2.Flotacon	
	3.Despulpado	2.Secado
	4.fermentacion y Desmucilaginado	
	5.Lavado	3.Ensacado
	6.Secado	
	7.Ensacado	4.Almacenamiento
	8.Almacenamiento	

Fuente: Elaboración propia 2016.

Uso de los residuos de café para producir bioetanol

Actualmente, existe una influencia política y social para someter la contaminación originada por las actividades industriales. La mayoría de los países desarrollados y subdesarrollados están tratando de ajustarse a esta realidad mediante la modificación de sus procesos de modo que sus residuos se puedan reciclar. En consecuencia, la mayoría de las grandes empresas ya no consideran sus residuos como desperdicio, sino como materia prima para otros procesos (Mussatto *et al.* 2011a).

En el caso de los residuos y sub-productos generados en el procesamiento del café, desde mediados del siglo pasado se ha tratado de proponer métodos para utilizarlos como materia prima en la producción de bebidas, vinagre, biogás, cafeína, proteína, y abono. Estas

aplicaciones utilizaban tan solo una pequeña fracción de los residuos generados en el procesamiento del café, haciendo técnicamente ineficiente el aprovechamiento de estos residuos (Rajkumar y Graziosi, 2005).

El uso de la pulpa de café fresca o procesada ha sido tema de muchos estudios en los que, en general, se llega a la conclusión de que los residuos y sub-productos del café pueden usarse de varias maneras, entre ellas, para generar biocombustibles como el etanol (Rajkumar y Graziosi, 2005).

La producción de bioetanol a partir de la pulpa de café ha sido obtenida por Rodríguez (2007), quien utilizando varias cepas de levaduras obtuvo en promedio 25.17 ml. de bioetanol, provenientes de la fermentación de 1 kg de pulpa fresca. La capacidad calorífica del bioetanol es de 21.08 MJ/L, por lo tanto, se alcanzó un valor de 0.53 MJ/kg de pulpa fresca, similar al alcanzado en forma de biogás.

En la tabla 6, se presentan los rendimientos de bioetanol que podrían producirse si la pulpa y el mucílago generados en la obtención de un millón de sacos de café verde, tipo exportación, si se utilizan para la producción de este biocombustible.

Tabla 6. Bioetanol obtenido por cada millón de sacos de café

Subproducto	Toneladas Generadas	Litros de Bioetanol / Tonelada de Residuos	Galones de Bioetanol (Gal) US
Pulpa fresca	162,900	25.17	1,083,274
Mucilago fresco	55,500	58.37	855,888
Galones de Bioetanol / Millón de sacos de café			1,939,162

Fuente: Elaboración propia con datos de Rodríguez y Zambrano (2010)

Se estima que entre la pulpa fresca y el mucílago fresco generado en el procesamiento del café, se generaran 1, 939,162 gal (US) de bioetanol obtenido por cada millón de sacos de café verde producido, lo que equivale a 7, 330,032.3 litros de bioetanol.

2.5 MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL

2.5.1 MARCO JURIDICO

El rubro de los biocombustibles en Honduras se rige por diferentes leyes, todas ellas sirven para encaminar los esfuerzos de los actores o instituciones del sector. A continuación se mencionan las más relevantes:

- Ley de Biocombustibles. Decreto 144-2007 del 28 de diciembre del 2007.
- Ley General del Ambiente, Decreto No.104-93 del 27 de mayo de 1993, publicado en La Gaceta el 30 de junio de 1993.
- Ley Marco del Sector Agua potable y Saneamiento
- Ley de Municipalidades

En relación a la legislación nacional, se corroboró que los beneficios que permiten la Ley y Reglamento para la Producción de Biocombustibles (2007) pueden aplicarse a la cooperativa “COCAFELOL”. Estos beneficios circunscriben exoneraciones como ser:

- Pago de impuestos sobre la renta obtenida por la producción de bioetanol durante 10 años.
- Importación de equipos y materiales necesarios para la construcción y operación de la planta, libre de gravamen.

Además se verificó que el proyecto, al tener un bajo impacto en el ambiente, se encuentra clasificado como “Categoría I” y por tanto no requiere de una evaluación de impacto ambiental exhaustiva, sino únicamente de una revisión ambiental, lo cual permitió la construcción de la planta, sin mayores restricciones en cuanto al tiempo o sitio de construcción.

Por ser uno de los primeros proyectos en Honduras que solicitaba la aplicación de los incentivos que otorga la Ley de Biocombustibles, se constató que no había claridad sobre la aplicación del Reglamento de la Ley y para poder iniciar las gestiones se debió esperar la interpretación del Reglamento, por parte de la UTB. Sobre el permiso ambiental, las instituciones públicas tampoco tenían certeza de quién lo emite, si la municipalidad o la SERNA (se tramitó en esta última). Sin embargo, ambas limitantes podrían considerarse un valor agregado del proyecto, ya que otras empresas podrán solicitar estos beneficios en el futuro sin mayores contratiempos.

2.5.2 MARCO INSTITUCIONAL

En este apartado se describen las instituciones y sus roles en el sector de los combustibles y biocombustibles de Honduras:

- Secretaria de Agricultura y Ganadería “SAG”
- Secretaría de Industria y Comercio “SIC”
- Consejo Hondureño de la Empresa Privada “COHEP”
- Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente “SERNA”

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

Siguiendo la metodología del Dr. Sampieri y luego de haber planteado el problema de estudio en el capítulo I, además del marco teórico en el capítulo II, ahora se presenta en este capítulo la estructuración de procedimientos y técnicas de investigación aplicables para responder de una forma clara y concisa las preguntas de investigación formuladas previamente. De la misma manera se determinan las fuentes de información e instrumentos utilizados en este trabajo de tesis.

3.1 CONGRUENCIA METODOLÓGICA

En relación al objetivo general y los objetivos específicos formulados en el capítulo I, podemos puntualizar la metodología que permite unir la información descrita en los capítulos anteriores:

Para comprender mejor la congruencia metodológica del estudio, se describen a continuación los tipos o alcances de una investigación científica:

1. Exploratorios: investigan temas nuevos donde hay poca investigación.
2. Descriptivos: estudian un problema y sus componentes.
3. Correlacionales: tienen como objetivo estudiar y medir el nivel de relación entre dos o más variables, o sea, que tanto se afecta una variable Y, con el cambio de valores en una variable X.
4. Explicativos: tienen como objetivo explicar las causas de fenómenos o problemas.
Intentan explicar el ¿Por qué de las cosas? (Roberto Hernandez Sampieri, 2014)

El tema de estudio de las aguas mieles del proceso del beneficiado del café y su aprovechamiento para la producción de bioetanol y subproductos tendrá un alcance "DESCRIPTIVO" ya que con la investigación se analiza el beneficio social de este proceso de análisis ambiental de la cooperativa "COCAFELOL" y el nivel de conocimiento y conciencia de los productores de café sobre el tema, sin intentar medir la relación directa de variables o

explicar el ¿Por qué? o causas del tema o problema. (Roberto Hernandez Sampieri, págs. 88 - 100)

En el presente estudio se utilizó la metodología que se presenta en la tabla 7.

Tabla 7. Matriz Metodológica

Tema de Investigación	Planteamiento del Problema	Preguntas de Investigación	Objetivos	
			General	Específicos
Estudio del impacto ambiental, en la implementación de un sistema de tratamiento de aguas mieles, destinado a la producción de bioetanol, biogás y biofertilizantes en la cooperativa "COCAFELOL"	Que beneficios ambientales, se generarían en la cooperativa "COCAFELOL" al hacer uso integral de las aguas mieles del beneficiado del café?	Que tratamiento se le da a las aguas mieles en la cooperativa?	Analizar los beneficios de la producción de bioetanol por el aprovechamiento de las aguas mieles originadas en La Cooperativa "COCAFELOL"	Identificar los efectos ambientales tanto positivos y negativos del actual tratamiento de las aguas mieles en la cooperativa.
		Que impacto ambiental tienen las actividades realizadas por la cooperativa; en relación al tratamiento que le dan a sus residuos?		Determinar la capacidad de generación de bioetanol y demás subproductos energéticos a través del tratamiento de las aguas mieles generadas en el beneficiado del café.
		Cuál es el potencial de producción de bioetanol, biogás y biofertilizantes a partir del uso de las aguas mieles generadas a partir del beneficiado del café?		Fijar una estrategia de utilización de bioetanol y demás subproductos energéticos para la cooperativa.
		Qué interés tienen los socios de la cooperativa, en la inversión de sistemas de tratamiento para las aguas mieles y demás subproductos?		Definir un plan modelo para el mejor aprovechamiento de las aguas mieles aplicables a la cooperativas y sus socios.

Fuente: Elaboración propia 2016.

3.1.1 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Operacionalización: Una definición operacional constituye el conjunto de procedimientos que describe las actividades que un observador debe realizar para recibir las impresiones sensoriales, las Cuales indican la existencia de un concepto teórico en mayor o menor grado (Reynolds, 1986, p. 52). En otras palabras, especifica qué actividades u operaciones deben realizarse para medir una variable (Sampieri, 2014, P. 111).

A continuación en la tabla 8, se describe la forma metodológica de cómo se operacionalizarán las variables que conforman o constituyen las hipótesis de investigación:

Tabla 8. Operacionalización de las Variables

HIPOTESIS	VARIABLES	OPERACIONALIZACION
Hi1 - A mayor nivel de conocimiento sobre el impacto ambiental de las aguas mieles, mayor conciencia de los socios y clientes de la cooperativa "COCAFELOL"	Independiente (X): nivel de conocimiento sobre el tema	Encuesta (test dentro de la misma)
	Dependiente (Y): Nivel de conciencia en dar un buen manejo de las aguas mieles	Encuesta
Hi2 - El nivel de interés de los socios de la cooperativa de implementar buenas prácticas en el manejo de las aguas mieles, está relacionado con el interés de obtener beneficios ambientales.	X: interés en beneficios ambientales	Encuesta
	Y: interés en implementar buenas prácticas de manejo	Encuesta
Hi3 - La producción de bioetanol, biogás y biofertilizantes, a base de las aguas mieles del café, representa un modelo de sostenibilidad ambiental para los socios de la cooperativa "COCAFELOL"	La factibilidad de producción de bioetanol, biogás y biofertilizantes, a base de las aguas miles del café	Descripción del proceso de producción de bioetanol, biogás y biofertilizantes (literatura, entrevistas, imágenes, fotografías, videos)
	Generación de beneficios ambientales sostenibles	Con el análisis ambiental del proceso de producción de bioetanol, biogás y biofertilizantes (entrevistas con actores claves)

Fuente: Elaboración propia 2016.

A continuación se presenta en la figura 10 el proceso metodológico para la producción de bioetanol, biogás y biofertilizante.

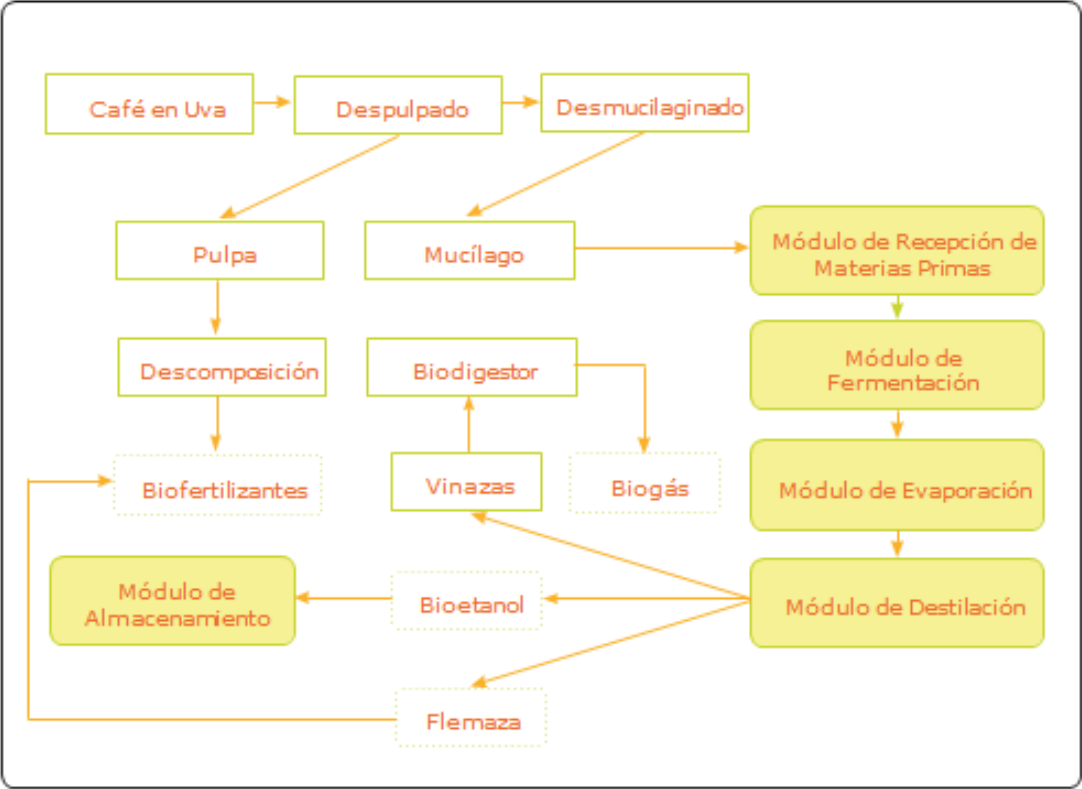


Figura 10. Flujograma de la Metodología de producción de biocombustibles.

Fuente: ECOENERGY BUSINESS GROUP LTDA. 2009.

3.1.2 HIPÓTESIS

El tipo de hipótesis debe corresponder al tipo de alcance de la investigación. En investigaciones “descriptivas” las hipótesis pronostican un hecho o dato, hay una relación muy estrecha entre “planteamiento del problema”- “revisión de literatura”.

Hipótesis

Tipos de hipótesis

1. De investigación: (Hi1, Hi2, Hi3 etc.)

2. Nulas: (Ho, Ho2, Ho3 etc.)

3. Alternativas: (Ha1, Hi2, Hi3, etc.)

4. Estadísticas :

- De estimación
- De correlación
- De diferencia de medias

1. Descriptivas de un valor o dato pronosticado.

2. Correlacionales X-Y

3. De diferencia de grupos

4. Causales (causa y efecto)

$X \rightarrow Y$

X causa a Y

*Variable Independiente (X)

*Variable dependiente (Y)

(Roberto Hernandez Sampieri, 2014, págs. 102 - 125)

Hi1) A mayor nivel de conocimiento sobre el impacto ambiental que ocasionan las aguas mieles del café, mayor conciencia de los socios y clientes de la cooperativa "COCAFELOL".

❖ Tipo de hipótesis: de investigación

❖ Subtipo: causal X-Y

❖ Variables:

- Independiente(X): nivel de conocimiento sobre el tema
- Dependiente: (Y): Nivel de conciencia en dar un buen manejo a las aguas mieles.
- $X \rightarrow Y$

❖ Definición conceptual:

- variable X: poner concepto de conocimiento humano y como se puede estratificar en niveles; definir los niveles de conocimiento sobre el tema, para efectos de la tesis.
- Variable Y: concepto de conciencia y sus niveles (alto , medio y bajo)
Concepto de "buen manejo de las aguas mieles"

❖ Definición operacional u operacionalizacion de variables X y Y:

- Encuesta
- Test dentro de la encuesta

Ahora bien, los productores pueden tener conocimiento sobre el daño o el problema, ello les llevaría a tener mayor conciencia y por ende voluntad e interés en dar un buen manejo a las aguas mieles para cuidar el ambiente. Y hasta ahí está bien; pero que tengan la capacidad técnica y económica para hacer ese buen manejo, es otro tema diferente, y aun mejor si ese buen manejo les traerá beneficios económicos, como lo es con la producción bioetanol y subproductos. Es por eso, que de acá se pueden/deben derivar otras hipótesis relacionadas con:

Hi2) El nivel interés de los socios de la cooperativa de implementar buenas prácticas en el manejo de las aguas mieles, está relacionado con el interés de obtener beneficios ambientales. X-Y

X=interés en beneficios ambientales

Y=interés en implementar buenas prácticas de manejo.

Hi3) La producción bioetanol, biogás y biofertilizantes a base de las aguas mieles del café, representa un modelo ambiental de interés para los socios de la cooperativa "COCAFELOL".

- Tipo de hipótesis: de investigación

- Subtipo: correlacional, porque se correlaciona dos variables (X-Y)
- Que variables:
 1. la factibilidad de producción de bioetanol, biogás y biofertilizante a base de aguas mieles.
 2. Generación de beneficios ambientales.

Diagrama Hipótesis Principal del presente estudio:

Tabla 9. Hipótesis Principal.

VARIABLES DE LA Hi3	
X	Y
Tipo de Manejo Aguas Mieles	Beneficios Ambientales
Producción de bioetanol y sub productos	\$1
Vender el café en uva fresca	\$2
Lavar el café en las fincas	\$3
Tratar las aguas mieles en lagunas de oxidación	\$4

Fuente: Elaboración propia 2016.

❖ Definición conceptual de variables:

- Variable 1: definir conceptos de:
 - *bioetanol
 - *biogás
 - *biofertilizante
 - *aguas mieles del café
- Variable 2: definir conceptos de:
 - *beneficios ambientales (análisis ambiental)

Operacionalización de variables (1 y 2):

- Variable 1: descripción del proceso de producción de bioetanol y subproductos (literatura, entrevistas, imágenes, fotografías, videos)
- Variable 2: análisis ambiental del proceso de producción de bioetanol y subproductos (entrevistas con actores claves)
 - *proyección de beneficios ambientales (sostenibilidad)

3.2 ENFOQUE Y MÉTODOS

El enfoque de la presente investigación es de carácter cuantitativo en su mayoría, ya que se pretende obtener como resultado, datos cuantitativos como ser: volúmenes de aguas mieles, cantidad de productores, fincas de café, volúmenes de producción de bioetanol y subproductos, rendimientos técnicos de producción entre otros.

No obstante, la investigación se reforzará con algunos datos cualitativos, como ser: el nivel de conocimientos de los productores, el nivel de conciencia de los efectos de las aguas mieles, el nivel de interés o voluntades en invertir y aplicar un determinado tipo de manejo, la aceptación o no de la propuesta, entre otros aspectos que normalmente son medidos con valores cualitativos como alto, medio, bajo; bueno o malo; bastante, medio, poco; y similares.

El método de investigación consiste en el análisis de literatura y otras investigaciones sobre el tema (fuentes secundarias); y posteriormente, mediante la aplicación de encuestas a los productores de café (fuentes primarias).

En la figura 11, se presenta la estructura metodológica utilizada en el presente estudio:

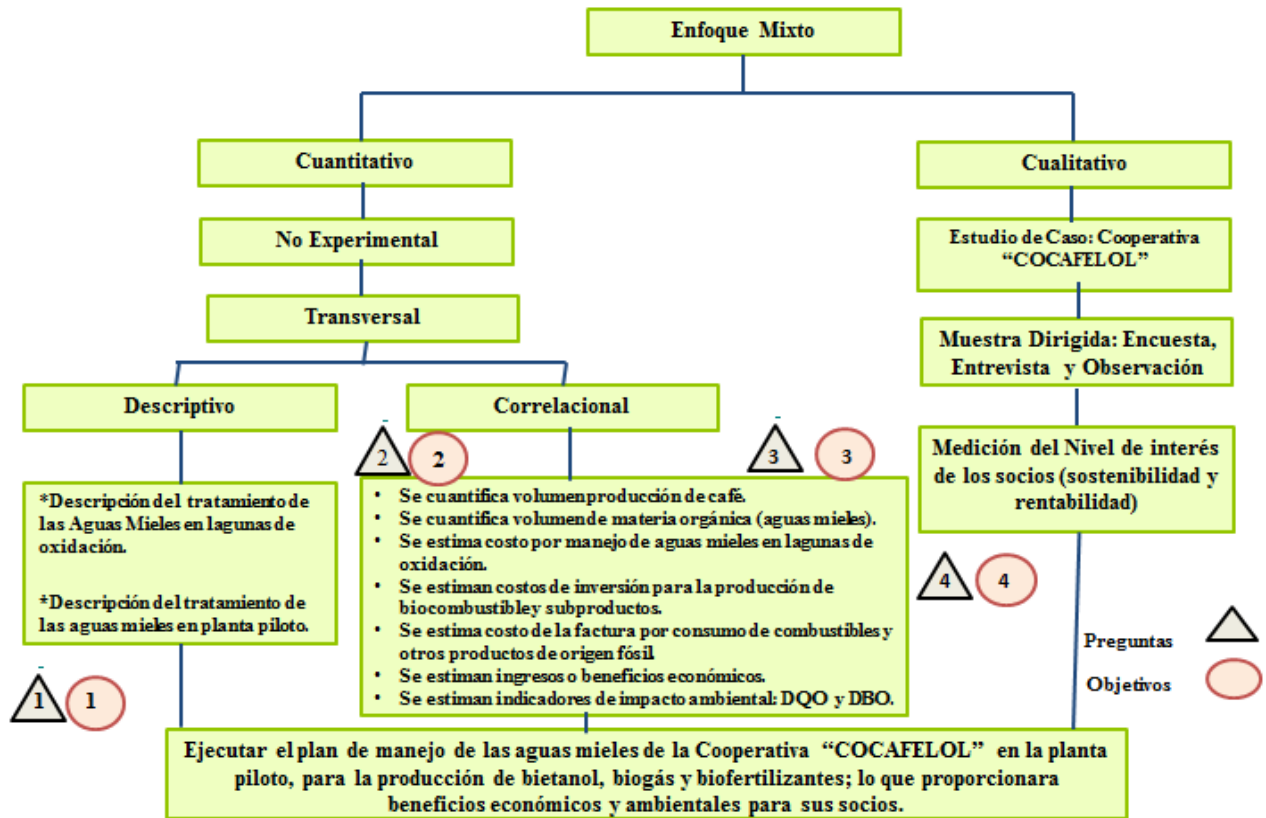


Figura 11. Estructura Metodológica.

Fuente: Elaboración propia 2016.

3.3 MATERIALES

Se necesitarán los materiales siguientes:

- Medidor de Ph de las aguas mieles.
- Medidor de grados brix (azúcares) en las aguas mieles.
- Medidor de temperatura.
- Instrumento de recolección de información (encuesta)
- Tableros y lapiceros.
- GPS.

- Calculadora
- Cámara fotográfica,
- Vehículo

3.4 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Concepción de diseño de la investigación

Tipos:

1. Experimentales (se manipulan variables)
 - Pre experimentos
 - Cuasi experimentos
 - Experimentos puros

2. No experimentales (que es el caso del presente estudio, debido a que no se hará ningún tipo de manipulación de ninguna variable; ya que solo se realizara un levantamiento de datos para conocer la situación actual de los socios y clientes de la cooperativa “COCAFELOL” en relación al manejo de las aguas mieles).

Este tipo de diseño se divide de la siguiente manera:

- A) Longitudinal o evolutivo (análisis de cambios a través del tiempo)
- B) Transeccional o transversal (recolección de datos en un único momento)
 1. Explorativos: cuando no hay investigaciones previas
 2. Descriptivos: ejemplo: un censo poblacional
 3. Correlacional-causal: mide la relación de 2 o más variables y puede incluso medir la causalidad (causa y efecto). (Roberto Hernandez Sampieri, 2014, págs. 126 - 162)

Ejemplo: la relación existente entre la factibilidad de producción de bioetanol y subproductos a base de aguas mieles del café y el beneficio económico – ambiental generado

a los productores socios de la Cooperativa "COCAFELOL" del Municipio de La Labor, del Depto. De Ocoatepeque.

En conclusión el diseño de investigación de este estudio es: No experimental / Transeccional o Transversal / Correlacional.

3.4.1 POBLACIÓN

La cooperativa "COCAFELOL" cuenta con 397 productores; entre socios y clientes, dentro de los cuales 75 de ellos realizan el beneficiado del café en sus fincas y de quienes se desconoce el tratamiento que se le dan a las aguas mieles generadas en sus procesos. Por lo antes mencionado y como se puede observar en la tabla 10, la población objetivo del estudio son los 75 productores de café ya identificados.

Tabla 10. Población del presente estudio.

Población	Población de productores / fincas de café del municipio de La Labor, departamento de Ocoatepeque (637).
	Población de productores / fincas de café de la cooperativa "COCAFELOL" (367).
	Población de productores / fincas de café socios / clientes de la cooperativa "COCAFELOL", que realizan el proceso de beneficiado de café en sus fincas (75).

Fuente: Elaboración propia 2016.

- Total socios
- Total no socios que entregan café

3.4.2 MUESTRA

Dado que la población delimitada en el presente estudio es del tipo finita, para definir la muestra se podría utilizar la formula estándar para este tipo de poblaciones; sin embargo como la población es relativamente pequeña y homogénea, en el sentido de que las prácticas de producción y manejo, son muy similares entre los productores de este rubro y comparten una misma cultura, se ha considerado definir una muestra del 45% de la población, la cual está representada por 25 productores socios / clientes de la cooperativa.

El método de selección de la muestra es aleatorio y para lo cual se utiliza un programa desarrollado en ambiente Excel (Ver figura 12), mediante el cual se ingresan los nombres de cada uno de los productores que conforman la población objetivo y mediante un comando, el sistema referido realiza el proceso aleatorio para seleccionar la muestra.

Módulo para la generación de Números Aleatorios Enteros

Orden Generar Generar números enteros entre y

1	39
2	30
3	32
4	16
5	17
6	43
7	1
8	42
9	45
10	3
11	23
12	48
13	44
14	21
15	53
16	4
17	29
18	33
19	26
20	35
21	36
22	15
23	46
24	55
25	51

Instrucciones:

1. Escriba en la casilla azul la cantidad de números que deben generarse.
2. Escriba en la casilla verde el límite inferior para los números, es decir el valor mínimo.
3. Escriba en la casilla roja el límite superior para los números, es decir el valor máximo.
4. Haga click en el botón "Generar"
5. Los números obtenidos podrán ser copiados y pegados en otro libro.

No se generarán números repetidos y podrán ser generados hasta 2.500 diferentes.

Figura 12. Cálculo de la muestra.

Fuente: Elaboración propia usando hoja de cálculo de Microsoft Excel 97-2003.

3.4.3 UNIDAD DE ANÁLISIS

La unidad de análisis del presente estudio es:

- La Unidad de Análisis son los productores de café socios y clientes de la Cooperativa, con el fin de estimar el tipo de beneficiado que le dan al café en uva, el volumen de aguas mieles generado y el uso que le dan a las mismas.
- Datos sobre los beneficios ambientales de los diferentes sistemas de tratamientos de las aguas mieles originadas en el beneficiado del café en la cooperativa “COCAFELOL”

3.4.4 UNIDAD DE RESPUESTA

Las unidades de respuesta serán las siguientes:

- Para la primera unidad de análisis, la unidad de respuesta son metros cúbicos (mt³) de aguas mieles.
- Para la tercera unidad de análisis, las unidades de respuesta son: DQO / DBO de las aguas mieles.

3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS

Las técnicas e instrumentos manejados para la preparación de la información y análisis de los datos, para la realización del análisis cuantitativo y cualitativo de la investigación se definen a continuación:

3.5.1 INSTRUMENTOS

Para la recolección de la información necesaria, se utilizarán dos tipos de instrumentos.

3.5.1.1 TIPOS DE INSTRUMENTOS

Los instrumentos utilizados para recolectar la información del análisis cuantitativo son:

- Formulario de encuesta aplicado a la muestra previamente definida (25 encuestas aplicadas)

Los instrumentos utilizados para recolectar la información del análisis cualitativo son:

- Entrevistas con actores claves para recopilar la información referente a los beneficios tanto positivos como negativos de los diferentes sistemas de tratamiento de aguas mieles.

3.5.1.2 PROCESO DE VALIDACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS

Con el objetivo de validar los instrumentos de recopilación de información, se aplican 3 encuestas y 2 entrevistas.

Esto permite que los instrumentos puedan ser probados en campo y recoger elementos que sirvan para afinar o definir con mayor precisión, los mismos.

El proceso de validación también sirve para hacer las primeras pruebas de análisis de datos, ya que estos primeros datos son tabulados y posteriormente analizados.

3.5.2 TÉCNICAS (ENCUESTAS, ENTREVISTAS)

Se contará con el apoyo de 1 encuestador, quienes tienen amplia experiencia en la aplicación de encuestas en zonas rurales y relacionadas con la temática de investigación.

Se realizarán visitas in situ en cada una de las fincas seleccionadas en el proceso de muestreo. Para ello, se diseñarán las rutas y los respectivos itinerarios; para lo cual se utilizarán mapas y hojas cartográficas que se comprarán en el INE.

Previo a lo anterior, se realizara con el apoyo de los directivos de la Cooperativa, una reunión con todos los productores y proveedores, para exponerles la actividad a desarrollar y compartir la fecha y hora en que se estarán visitando para aplicarles la encuesta.

3.6 FUENTES DE INFORMACIÓN

3.6.1 FUENTES PRIMARIAS:

Las encuestas aplicadas a los productores de café y algunas entrevistas técnicas que se realizaran con actores claves: SAG, SNV, Directivos de la Cooperativa, autoridades municipales, otros. Se incluyen Cotizaciones de equipos y otros bienes o servicios.

3.6.2 FUENTES SECUNDARIAS

Toda la revisión de la literatura y bases de datos revisadas.

3.7 LIMITANTES DEL ESTUDIO

A continuación algunas limitantes que se presentaron en la realización Debido a la serie de complicaciones que se presentaron en el desarrollo de la tesis, a continuación se enumeran algunas de ellas:

- De tipo temporal: se cuenta con un tiempo limitado para hacer la investigación.
- De tipo económico: Se cuenta con recursos económicos muy limitados.
- De acceso a información: La información disponible se limita a la búsqueda virtual en la red internet y algunas fuentes de información secundaria. Los archivos oficiales de gobierno o de la cooperación externa, son limitados, además no se cuenta con información de la cantidad y/o calidad de las aguas mieles generadas en el municipio de La Labor, Ocotepaque, mucho menos de las fincas de los Socios de la Cooperativa.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS

4.1 COMPARACIÓN ENTRE UNIDAD DE ANÁLISIS Y LA ENCUESTA

La Unidad de Análisis son los productores de café socios y clientes de la Cooperativa, con el fin de estimar el tipo de beneficiado que le dan al café en uva, el volumen de aguas mieles generado y el uso que le dan a las mismas.

El instrumento recopilador de información o encuesta fue diseñado en función de esta unidad de análisis (el productor).

Se encuestaron a 25 productores entre socios y no socios de la cooperativa COCAFELOL, pero todos son proveedores o clientes de la Cooperativa, ya que entregan sus cosechas de café uva a la misma.

4.2 ALCANCE DE LOS OBJETIVOS

A continuación en la tabla 11 se hace una remembranza del tema del presente estudio, el planteamiento del problema, las preguntas del problema, los objetivos y resultados obtenidos a través de la aplicación de las encuestas:

Tabla 11. Objetivos investigación y resultados.

Tema de Investigación	Planteamiento del Problema	Preguntas de Investigación	Objetivos		Resultados
			General	Específicos	
Estudio del impacto ambiental, en la implementación de un sistema de tratamiento de aguas mieles, destinado a la producción de bioetanol, biogás y biofertilizantes en la cooperativa "COCAFELOL"	¿Qué beneficios ambientales, se generarían en la cooperativa "COCAFELOL" al hacer uso integral de las aguas mieles del beneficiado del café?	¿Qué tratamiento se le da a las aguas mieles en la cooperativa?	Analizar los beneficios de la producción de bioetanol por el aprovechamiento de las aguas mieles originadas en La Cooperativa "COCAFELOL"	Identificar los efectos ambientales tanto positivos y negativos del actual tratamiento de las aguas mieles en la cooperativa.	Mediante la revisión de literatura y descritos en el presente estudio
		¿Qué impacto ambiental tienen las actividades realizadas por la cooperativa; en relación al tratamiento que le dan a sus residuos?		Determinar la capacidad de generación de bioetanol y de más subproductos energéticos a través del tratamiento de las aguas mieles generadas en el beneficiado del café.	Se comprobó a través de visita in situ y entrevistas a actores claves de la cooperativa.
		¿Cuál es el potencial de producción de bioetanol, biogás y biofertilizantes a partir del uso de las aguas mieles generadas a partir del beneficiado del café?		Fijar una estrategia de utilización de bioetanol y demás subproductos energéticos para la cooperativa.	Se describe en las conclusiones y recomendaciones del presente estudio.
		¿Qué interés tienen los socios de la cooperativa, en la inversión de sistemas de tratamiento para las aguas mieles y demás subproductos?		Definir un plan modelo para el mejor aprovechamiento de las aguas mieles aplicables a la cooperativas y sus socios.	Se describe en las conclusiones y recomendaciones del presente estudio.

Fuente: Elaboración propia 2016.

Aplicadas las encuestas a todos los productores que representaron la muestra (25 productores), se procedió a digitalizarlas en el software estadístico SPSS y se hicieron los siguientes análisis: análisis de frecuencias, cruces de variables y tablas personalizadas.

4.3 ANALISIS DE LOS RESULTADOS DE LA ENCUESTA

En la sección anexos se presentan la encuesta y los principales resultados de cada una de las preguntas respondidas por los productores, las cuales conforman distintas variables de análisis, que contribuyen a su vez a corroborar las variables de las hipótesis de la investigación. A continuación en resumen del análisis de las respuestas obtenidas en la aplicación de la encuesta:

Después del levantamiento de las encuestas en campo, y considerando la información recolectada en entrevistas con el personal de COCAFELOL encargados del manejo de la planta de procesamiento de aguas mieles se desprende el siguiente análisis:

La encuesta recabó datos de los productores como: género, niveles educativos, datos productivos, ubicación geográfica, conocimiento y capacitaciones recibidas relativas al manejo de las aguas mieles y otros desechos.

En la tabla 12 se puede observar los resultados de género de los productores encuestados, donde el 12% son del sexo femenino y el 88% del sexo masculino.

Tabla 12. Genero de los productores encuestados.

Descripción	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Femenino	3	12.0	12.0	12.0
Masculino	22	88.0	88.0	100.0
Total	25	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia con datos procesados con en el software estadístico SPSS v20, 2016.

La figura 13 muestra la frecuencia de género de los productores encuestados donde 3 son mujeres y 22 son hombres.

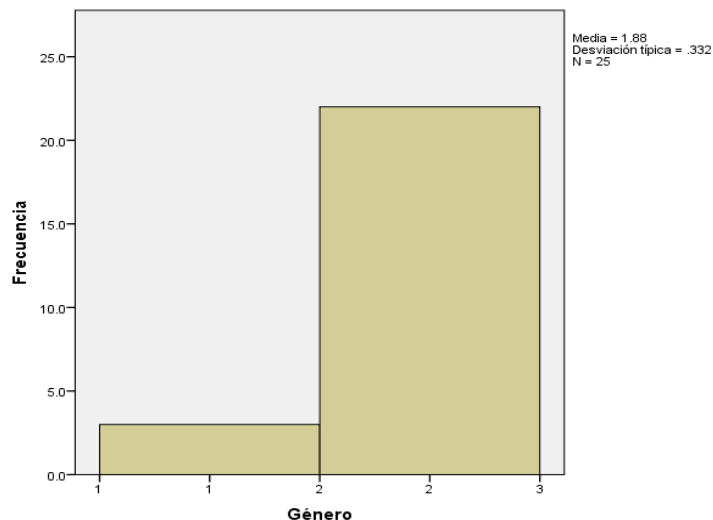


Figura 13. Género productores encuestados.

Fuente: Elaboración propia con datos procesados con en el software estadístico SPSS v20, 2016.

El factor educación es fundamental para que los productores de café tengan un involucramiento efectivo en procesos de este tipo, y este hecho se acentúa en lo reflejado en la tabla 13, donde la frecuencia muestra que una productor no tiene ningún nivel educativo, 4 tienen primaria incompleta, 2 secundaria incompleta y 2 superior incompleta.

Tabla 13. Nivel educativo del productor encuestado.

Nivel Educativo del Productor				
Descripción	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Ninguno	1	4.0	4.0	4.0
Primaria Incompleta	4	16.0	16.0	20.0
Primaria Completa	11	44.0	44.0	64.0
Secundaria Incompleta	1	4.0	4.0	68.0
Secundaria Completa	4	16.0	16.0	84.0
Superior Incompleta	2	8.0	8.0	92.0
Superior Completa	2	8.0	8.0	100.0
Total	25	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia con datos procesados con en el software estadístico SPSS v20.

Este punto es de suma importancia, dado que una de las variables a medir es si el grado de conocimiento sobre el tema de manejo de residuos en la finca, y en si en la producción de etanol tiene un impacto en la reducción de la contaminación del ambiente. Como se verá mas adelante este punto da a entender que no necesariamente el mayor conocimiento se traduce en mejor manejo del ambiente.

En la figura 14 se presenta en porcentajes el nivel educativo completo alcanzado por los productores de café en la cual el 44% cuenta con la primaria completa, un 16% con secundaria completa y un 8% con superior completa.

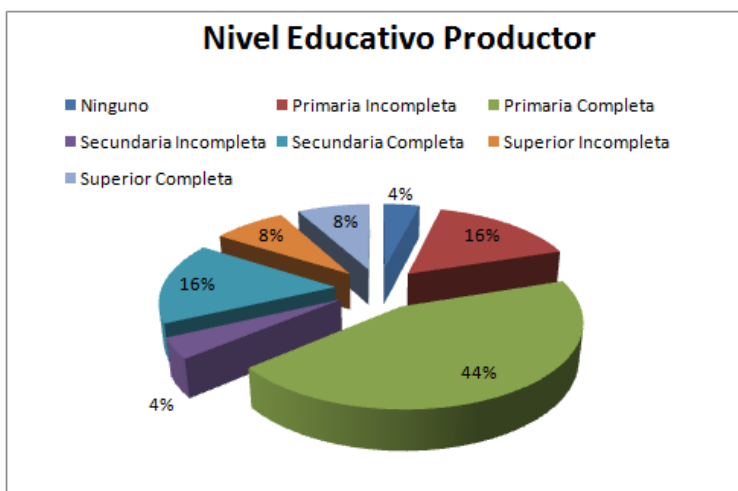


Figura 14. Nivel educativo de los productores.

Fuente: Elaboración propia con datos procesados con en el software estadístico SPSS v20, 2016.

En la tabla 14 queda evidenciado que el 24% de los productores encuestados no han recibido ningún tipo de capacitación, el 72% han sido capacitados en temas de producción de café, el 16% en procesamiento y beneficiado de café y el 60% sobre el manejo ambiental.

Tabla 14. Capacitaciones recibidas por los productores.

Descripción	Casos	
	Válidos	
	N	Porcentaje
ninguna capacitación *	6	24.0%
# de Capacitaciones sobre producción de café	18	72.0%
# de Capacitaciones recibidas sobre Proceso/Beneficiado	4	16.0%
# de Capacitaciones recibidas sobre Manejo Ambiental	15	60.0%

Fuente: Elaboración propia con datos procesados con en el software estadístico SPSS v20, 2016.

Como resultado de la encuesta se puede observar en la tabla 15 que 22 de los productores encuestados (25 encuestados) si conocen sobre los efectos que producen las aguas mieles al ambiente.

Tabla 15. Conocimiento de los efectos aguas mieles al ambiente.

¿Conoce Ud. de los efectos que producen las aguas mieles al ambiente?

Descripción	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Sí	22	88.0	88.0	88.0
No	3	12.0	12.0	100.0
Total	25	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia con datos procesados con en el software estadístico SPSS v20, 2016.

Queda evidenciado en la figura 15, que el 88% de los productores encuestados conoce sobre los efectos que producen las aguas mieles al ambiente, por lo cual deberían darles un tratamiento adecuado.

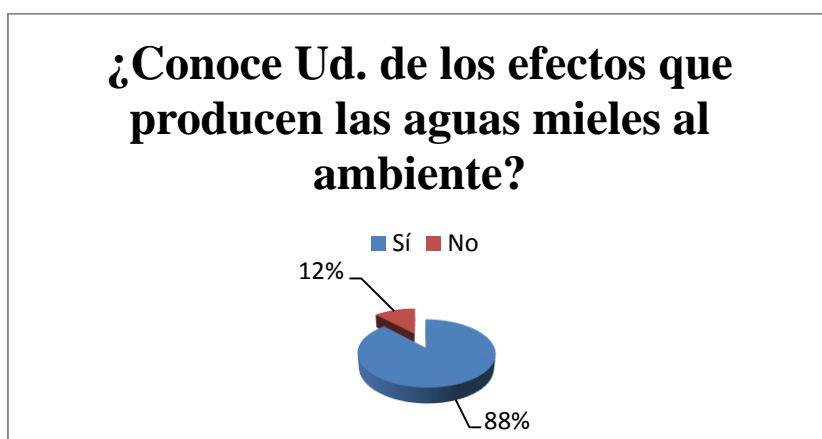


Figura 15. Efectos que conoce el productor producidos por las aguas mieles.

Fuente: Elaboración propia con datos procesados con en el software estadístico SPSS v20, 2016.

Sin embargo, en la tabla 16 nos muestra un hallazgo inesperado como resultado de esta investigación; ya que en su gran mayoría los productores encuestados conocen sobre los efectos de las aguas mieles, pero el 56% vierte en fosas, un 20% las vierte en el suelo. Otro aspecto relevante encontrado, es que el 12% las vierte en el sistema de aguas negras del municipio (Santa Lucia, Ocoatepeque); esto debido a un convenio existente entre los productores con la alcaldía; lo que sería un hecho contradictorio ya que en cada corporación municipal cuenta con una Unidad Municipal Ambiental (UMA), encargada de velar y controlar este tipo de acciones. Por otro lado solo un 12% hace uso del método más conocido como ser las lagunas de oxidación.

Tabla 16. Tratamiento en fincas de las aguas mieles.

¿Qué tratamiento le da Ud. a las aguas mieles que se generan en su finca?

Descripción	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Vierte en fosas	14	56.0	56.0	56.0
Vierte en suelo	5	20.0	20.0	76.0
Vierte en sistema de aguas negras	3	12.0	12.0	88.0
Vierte en laguna de oxidación	3	12.0	12.0	100.0
Total	25	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia con datos procesados con en el software estadístico SPSS v20, 2016.

Un aspecto relevante más encontrado, fue el grado de conocimiento sobre los biocombustibles (Ver tabla 17); los productores encuestados no saben cómo se producen. Saben que la cooperativa cuenta con una planta que los producen, pero su conocimiento al respecto en cuanto a su funcionamiento o impacto en las actividades de la empresa es poco; esta aseveración se respalda en que únicamente el 4% de los encuestados tenía conocimiento sobre el tema de la producción de biocombustibles, un 16% poco conocimiento y 80% ningún conocimiento.

Tabla 17. Grado de conocimiento sobre biocombustibles.

¿Qué grado de conocimientos tiene Ud. sobre los Biocombustibles?

Descripción	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Mucho	1	4.0	4.0	4.0
Poco	4	16.0	16.0	20.0
Ninguno	20	80.0	80.0	100.0
Total	25	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia con datos procesados con en el software estadístico SPSS v20, 2016.

En la figura 16, se puede ver que el grado de desinformación es grande, esto se ve evidenciado en que el 80% de la población de la muestra no conoce nada sobre biocombustibles o sobre la iniciativa llevada por la cooperativa para su producción, lo que se tradujo en una enorme carencia de compromiso por parte de los productores.

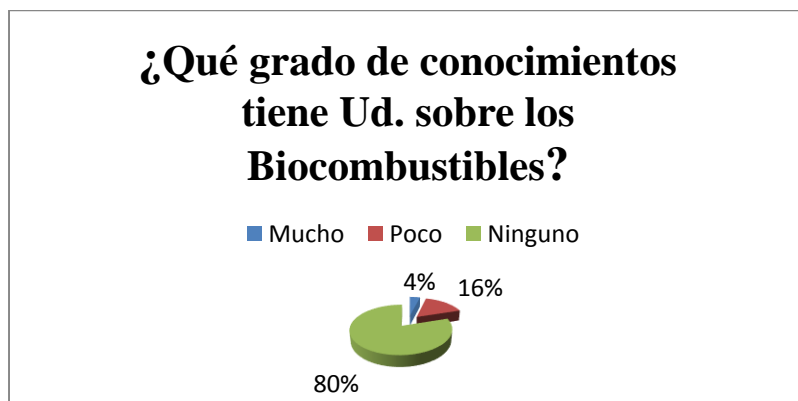


Figura 16. Grado de conocimientos del productor sobre biocombustibles.

Fuente: Elaboración propia con datos procesados con en el software estadístico SPSS v20, 2016.

Si consideramos esta información con la obtenida en entrevistas con los encargados del funcionamiento de la planta de bioetanol y de biogás, denota que la empresa no ve en dicho

proyecto una alternativa para reducir sus costos y el impacto de sus actividades en el ambiente. Está claro que la información del proyecto no llegó a los productores que venden el fruto a la cooperativa; esto causa que no exista un involucramiento desde el punto de vista de exigir a la cooperativa su funcionamiento o de solicitar información de ingresos o ventas de los biocombustibles y biofertilizantes.

4.4 FUNCIONAMIENTO DE LAS PLANTAS Y SU IMPACTO

De hecho en la cooperativa no existe información sobre productividad de ambas plantas, e incluso han entrado en desuso. La cooperativa únicamente procesa el 3% de las aguas mieles a través de uno de los biodigestores de la planta de biogás, a través de la cual se produce los biofertilizantes.

Es valioso mencionar que no existe un personal o presupuesto asignado a su funcionamiento, por lo que las plantas se ponen en funcionamiento en ocasiones esporádicas o cuando se necesita mostrar su funcionamiento. La no existencia de un presupuesto para su funcionamiento implica que ambas plantas no serán usadas de forma permanente o durante el periodo de tiempo de la cosecha. Así mismo, es importante mencionar que las plantas en sus inicios funcionaban debido a que existía un subsidio de parte de organizaciones como SNV o por fondos provenientes de premios de sellos medioambientales. Esto implica que al suspenderse estas fuentes de financiamiento, y al no haber un presupuesto por parte de la cooperativa el funcionamiento de la planta se vería afectado.

De la misma manera, las entrevistas realizadas al personal de la cooperativa ratifica el comentario anterior, dado que existe únicamente una persona encargada del funcionamiento de ambas plantas, y dedicando únicamente el 35% de su tiempo.

4.5 COSTOS DE FUNCIONAMIENTO E INGRESOS PROYECTADOS REALES

La cooperativa invierte anualmente L. 30,000.00 en el tratamiento de aguas mieles por medio del uso de lagunas de oxidación (este dato fue proporcionado por el Sr. Marvin Acosta,

encargado de mantenimiento) y un monto similar en el tratamiento de la pulpa de café. Sin embargo no se cuenta con datos sobre el costo o ingresos de procesar las aguas mieles por medio de la planta de bioetanol o biogás; en el momento en el que la planta de bioetanol funcionaba en su totalidad se tenía el dato de costos de operación mostrados en la tabla 18:

Tabla 18. Costos de Operación

Item	Día de operación	
	Lps.	Lt.
Costos de operación U.B.M. Crudo v.1	2.053	265
Transporte de 6.000 Lts. de la U.B.M. Crudo a la UBM (Lps. 4.000)	177	265
Costos de operación U.B.M. Crudo v.1 incluyendo una utilidad de 25%	2.787	265
Costos de operación U.B.M.	2.053	265
Costos de operación U.B.M. incluyendo una utilidad de 25%	2.566	
Costo de producción (Lps./Lt.)		20,2

Fuente: Elaborado por el Ing. Calixto García ex consultor de SNV.

Tabla 19. Opciones de producción bioetanol.

Diferentes opciones de capacidad de producción de bioetanol (L/día) ²⁸	Costo de operación/L de bioetanol	
	Lps.	US\$
100 L a una pureza de 90%	20,5	1,08
190 L a una pureza de 90% y 60 L a 99%.	8,2	0,43
265 L a una pureza de 85%	7,7	0,41
450 L a una pureza de 50%	4,6	0,24
500 L a una pureza de 90%	4,1	0,22

Fuente: Elaboración por Ecoenergy BG con apoyo de COMSA, 2010.

Si se toma en cuenta estos datos la planta tenía un porcentaje de rentabilidad del 25% el cual se calculaba bajo el supuesto de que la cooperativa contara con un presupuesto y que la

materia prima fuera suministrada en cantidad, calidad y que la planta funcionara durante la cosecha.

4.6 COMPROBACION DE HIPOTESIS

Considerando los resultados del análisis SPSS de las encuestas a continuación en la tabla 20 se hace un análisis con respecto a la comprobación de hipótesis. En lo relacionado a:

Hipótesis 1 - A mayor nivel de conocimiento sobre el impacto ambiental de las aguas mieles, mayor conciencia de los socios y clientes de la cooperativa "COCAFELOL".

Las preguntas de la encuesta en coherencia con la variable independiente "X": nivel de conocimientos sobre el tema, son:

- P104-Nivel educativo alcanzado
- P105-Capacitaciones Recibidas
- P201-¿Conoce Ud. de los efectos que producen las aguas mieles al ambiente?
- P202-Si responde Sí; ¿Cuáles son esos efectos?
- P203-¿Qué tratamiento le da Ud. a las aguas mieles que se generan en su finca?
- P204-¿Conoce usted otros tratamientos que se le pueden dar a las aguas mieles?
- P205-Si responde Sí; ¿Cuáles?
- P206-¿Qué tratamiento le da Ud. a la pulpa que se genera en su finca?
- P207-¿Qué grado de conocimientos tiene Ud. sobre los Biocombustibles?
- P208-Si responde Mucho o Poco; podría por favor describir brevemente, ¿Qué entiende por Biocombustibles?:
- P209-¿Qué tipo de Biocombustibles conoce?

En adición a las preguntas relacionadas con la variable "Y": Interés en implementar buenas prácticas de manejo, son:

- P203-¿Qué tratamiento le da Ud. a las aguas mieles que se generan en su finca?
- P206-¿Qué tratamiento le da Ud. a la pulpa que se genera en su finca?
- P211-¿Cree usted que los Biocombustibles pueden causar destrucción al ambiente?

- P212-¿Cree usted que los biocombustibles; son un recurso renovable?
- P215-¿Cree usted que los Biocombustibles; puede ayudar al ambiente?

Hipótesis 2 - El nivel de interés de los socios de la cooperativa de implementar buenas prácticas en el manejo de las aguas mieles, está relacionado con el interés de obtener beneficios económicos.

La pregunta de la encuesta relacionada con la variable independiente “X”: interés en beneficios económicos, es:

- P214-¿Cree usted que la elaboración de Biocombustibles; a través de aguas mieles del proceso de lavado, del café, podrían generar ingresos adicionales a la Cooperativa?

Con respecto a la variable “Y”: interés en implementar buenas prácticas de manejo, es:

- P105-Capacitaciones Recibidas

Hipótesis 3 - La producción de bioetanol y subproductos a base de las aguas mieles del café, representa un modelo de sostenibilidad ambiental para los socios de la cooperativa "COCAFELOL"

Las interrogantes relacionadas con la factibilidad técnica de producción de bioetanol y subproductos a base de las aguas miles del café, son las siguientes:

- P109-Área Café Cosechero en Mz.
- P110-Área Café No Cosechero en Mz.
- P112-Producción de café uva en su última cosecha por Mz.

Tabla 20. Análisis de Hipótesis

HIPOTESIS	VARIABLES	OPERACIONALIZACION	Preguntas de la Encuesta Relacionadas	La Hipótesis es Verdadera o Falsa:
Hi1 - A mayor nivel de conocimiento sobre el impacto ambiental de las aguas mieles, mayor conciencia de los socios y clientes de la cooperativa "COCAFELOL"	Independiente (X): nivel de conocimiento sobre el tema	Encuesta (test dentro de la misma)	P104, P105 / Desde P201 hasta P209	Falsa
	Dependiente (Y): Nivel de conciencia en dar un buen manejo de las aguas mieles	Encuesta	P203,P206,P211,P212 y P215	
Hi2 - El nivel de interés de los socios de la cooperativa de implementar buenas prácticas en el manejo de las aguas mieles, está relacionado con el interés de obtener beneficios económicos.	X: interés en beneficios económicos	Encuesta	P214	Verdadera
	Y: interés en implementar buenas prácticas de manejo	Encuesta	P105	
Hi3 - La producción de bioetanol y subproductos a base de las aguas mieles del café, representa un modelo de sostenibilidad ambiental para los socios de la cooperativa "COCAFELOL"	La factibilidad técnica de producción de bioetanol y subproductos a base de las aguas miles del café	Descripción del proceso de producción de bioetanol y subproductos (literatura, entrevistas, imágenes, fotografías, videos)	P109,P110 y P112	Verdadera
	Generación de beneficios ambientales y económicos	Con el análisis ambiental del proceso de producción de bioetanol y subproductos (cotizaciones, entrevistas con actores claves)	Literatura.	

Fuente: Elaboración propia, 2016.

En la tabla 21 basados en el análisis de los resultados de la encuesta se hacen algunos comentarios con respecto a la comprobación de cada una de las hipótesis:

Tabla 21. Comprobación de Hipótesis

<p style="text-align: center;">HIPOTESIS</p>	<p style="text-align: center;">Comentario Comprobación de Hipótesis (basado en el análisis de los resultados de la encuesta):</p>
<p>Hi1 - A mayor nivel de conocimiento sobre el impacto ambiental de las aguas mieles, mayor conciencia de los socios y clientes de la cooperativa "COCAFELOL"</p>	<p>Se comprobó que esta hipótesis es nula, ya que los productores tienen el conocimiento adecuado sobre los efectos y manejo de las aguas mieles, pero no tienen conciencia del tratamiento que le dan a las mismas en sus respectivas fincas</p>
<p>Hi2 - El nivel de interés de los socios de la cooperativa de implementar buenas prácticas en el manejo de las aguas mieles, está relacionado con el interés de obtener beneficios económicos.</p>	<p>Se evidencio que la hipótesis es verdadera, debido a que los socios de la Cooperativa tienen implementado un sistema adecuado de manejo de sus aguas mieles y les genera ciertos beneficios económicos.</p>
<p>Hi3 - La producción de bioetanol y subproductos a base de las aguas mieles del café, representa un modelo de sostenibilidad ambiental para los socios de la cooperativa "COCAFELOL"</p>	<p>Se demostró que la hipótesis es verdadera, ya que el tratamiento que se da a sus residuos reduce su impacto al ambiente y que dicho modelo es sostenible ambientalmente para los socios de la Cooperativa.</p>

Fuente: Elaboración propia, 2016.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

1. Se pudo determinar que los productores cuentan con la suficiente información para hacer un mejor manejo de los residuos de sus procesos, siendo el 88% de los productores que saben el impacto de sus actividades en el ambiente, y que la alternativa de la planta de bioetanol podría haber reducido su impacto.
2. El involucramiento de las cooperativas y productores es importante, instituciones como gobiernos locales (las alcaldías municipales) tienen una cota importante en el éxito de este tipo de iniciativas. Sin embargo el hecho que exista un convenio con la municipalidad para permitir el vertido de aguas mieles al sistema de alcantarillado, el cual al final va a desembocar en el río, contradice lo que se busca lograr, llevando a este tipo de proyectos al fracaso.
3. El grado de desinformación es grande, esto se ve evidenciado en que el 80% de la población de la muestra no conoce nada sobre biocombustibles o sobre la iniciativa llevada por la cooperativa para su producción, lo que se tradujo en una enorme carencia de compromiso por parte de los productores.
4. Con la tendencia actual de precios bajos del petróleo en el mercado internacional, no es rentable desarrollar este tipo de proyectos ya que no serían rentables debido a los costos de producción de este tipo de biocombustibles.
5. Los datos recolectados en campo dejan claro la importancia del manejo de la información para que proyectos de este tipo sean exitosos.
6. Debido a que no existió un correcto involucramiento de los productores en el proyecto, que no existiera un presupuesto para asegurar su funcionamiento, y que la cooperativa no invirtiera en su mantenimiento, ha provocado que no exista

generación de beneficios tanto económicos como ambientales. Estos factores deben estar presentes en todo proyecto de este tipo, dado que los beneficios que se puedan generar del mismo deben ser trasladados a los socios o beneficiarios.

7. Como se puede ver en el apartado 4.5 la producción de bioetanol y biofertilizantes son modelos que contribuyen a la sostenibilidad ambiental y económica de la cooperativa, se concluye que en el caso de la “COCAFELOL” no se le dio la orientación correcta.
8. Este tipo de proyectos no deben depender de recursos externos, por lo cual deben contar con su propio presupuesto, además de ser incluidos en la estrategia de sostenibilidad de la cooperativa, es decir, ser parte del modelo de negocio, para que sean sostenibles en el tiempo y generen los beneficios esperados. Esto se concluye en base a lo observado en los resultados obtenidos en el capítulo IV, apartado 4.4.
9. Bajo el modelo en el que la cooperativa “COCAFELOL” implemento el proyecto de producción de biocombustibles y biofertilizantes, se puede concluir que no generan los productos esperados, y que si no se considera lo descrito en los puntos anteriores no se debe implementar el mismo.
10. En la actualidad para poder producir 86,637 galones de bioetanol con la cantidad (11,165 mts. 3 cosecha 2014 – 2015) y calidad de aguas mieles generadas (grados brix muy bajos en azúcar), se requiere de invertir en la construcción de la planta alrededor \$55,000.00; la misma incluiría dos torres de destilación (esto debido a la calidad de las aguas miles), adicional a este valor se necesitarían tres tanques de fermentación herméticos a un costo aproximado de L150, 000.00 por cada tanque. (datos proporcionados por el Ing. Calixto José García ex consultor de SNV)

5.2 RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos en el presente estudio, se recomienda lo siguiente:

1. Al desarrollar un proyecto donde se busque aprovechar los desechos de procesos, especialmente en cadenas como la del café, los puntos principales a considerar deben ser los siguientes:
 - a. El proyecto debe considerarse como parte fundamental de la estrategia de la cooperativa o la empresa.
 - b. Se debe asignar un presupuesto y personal calificado
 - c. Se debe involucrar a todos, desde los productores hasta la gerencia y administración, y este involucramiento debe incluir la capacitación de los mismos.
 - d. El beneficio obtenido por el procesamiento de los desechos del café debe ser distribuido en los socios de la cooperativa; este punto es importante porque esto implica un manejo transparente de los recursos asignados al proyecto.
2. Para reducir la brecha de conocimiento en el tema, se debe tener un plan de capacitación constante, el cual debe estar enmarcado en una estrategia a corto, mediano y largo plazo de modo que la capacitación genere un compromiso por hacer uso de las diferentes tecnologías, principalmente la de los biocombustibles, sin solo buscar el que las personas únicamente sepan de lo que se habla, sino que también apliquen los conocimientos adquiridos, viendo que a futuro los costos incurridos al inicio se traducirán en ganancia.
3. Se debe dar énfasis en la importancia que tiene en la reducción de costos de operación por el uso de biocombustibles.

4. Los gobiernos locales deben ser parte activa de proyectos como estos, debido a que no solo reducirán su impacto ambiental, sino que también se logrará poco a poco la sostenibilidad de procesos que contribuyen a mejorar la imagen de la región.

CAPÍTULO VI. APLICABILIDAD

6.1 TÍTULO DE LA PROPUESTA

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS MIELES, DESTINADO A LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL, BIOGÁS Y BIOFERTILIZANTES EN LA COOPERATIVA “COCAFELOL”

6.2 INTRODUCCIÓN

En base a los resultados del presente estudio para la implementación de un sistema de tratamiento de aguas mieles realizado para la cooperativa COCAFELOL, en el cual se concluyó que los productores generan una gran cantidad de aguas mieles en sus fincas las cuales tienen un considerable impacto al ambiente; esto debido al manejo inadecuado que le dan a las mismas y por lo cual se deja de aprovechar el potencial que tienen las aguas mieles para la producción de bioetanol, biogás, biofertilizantes y otros subproductos (foliares, repelentes y nutrientes).

Por lo anterior se fundamenta la propuesta para la implementación de un sistema de tratamiento de aguas mieles, destinado a la producción de bioetanol, biogás y biofertilizantes en la cooperativa “COCAFELOL”, la cual consiste en la obtención de materia prima (aguas mieles) a través del proceso de beneficiado del café.

6.3 DESCRIPCIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN

Tabla 22. Plan de Acción Aplicabilidad.

No	Actividad
1	Afinar el estudio financiero.
2	Socializar el proyecto con los productores (socios)
3	Aprobación de la propuesta por la junta directiva de la cooperativa.
4	Gestión del financiamiento para la implementación de la propuesta.
5	Realizar una reingeniería del equipo de la planta (ponerla lista para operar).
6	Capacitación del personal técnico operativo de la planta para actividades industriales exclusivas de la planta.
7	Capacitación continua para los productores en temas sobre impacto ambiental.

La propuesta de la implementación de un sistema de tratamiento de aguas mieles debe estar fundamentada en tres variables importantes que surgieron a partir de la elaboración del estudio:

6.3.1 ESCENARIO 1

Aunque los productores que generan desechos (aguas mieles) en sus fincas tienen el conocimiento sobre el impacto de sus actividades en el ambiente, no aplican ningún idóneo sistema para el tratamiento de las mismas dado que no se ve ningún beneficio monetario o productivo a corto o mediano plazo. En este sentido la cooperativa debe asegurar un incentivo orientado a generar un compromiso por parte del productor a hacer proceso de esos residuos (aguas mieles).

De esta manera el productor no solo procurara incrementar sus rendimientos por finca, del cual obtienen sus ganancias, sino que también concentrará sus esfuerzos en obtener mucilago de calidad para entregarlo a la cooperativa para ser procesado en las plantas.

La cooperativa de igual manera deberá proporcionar un medio mediante el cual el productor pueda entregar la materia prima.

Todo lo antes descrito debe estar respaldado por un presupuesto, destinado a la compra del mucilago, almacenamiento, procesado y comercialización de los biocombustibles producidos (bioetanol y biogás); de modo que la materia de buena calidad entregada por el producto se convierta en etanol comercializado, y de igual manera en la reducción drástica del impacto del despulpado de café en las fincas.

El producto de plantas de etanol implementado por COCAFELOL debe estar respaldado por un sistema de pago por servicios ambientales.

6.3.2 ESCENARIO 2

El productor además de ser capacitado en la importancia que tiene el procesar correctamente los residuos del proceso de cosecha de café debe tener los medios para procesar correctamente sus residuos. En el caso de reducir el impacto que tiene el desecho de las aguas mieles en el ambiente, este debe tener la capacidad de desmucilaginar su café con la menor cantidad de agua posible, almacenar el mucilago de forma correcta y entregarlo en la cooperativa. Estos medios deben ser otorgados por la cooperativa, ya sea en forma de préstamo o como donación, incentivando al productor, por medio de un pago, a que haga el proceso de tratamiento de las aguas mieles a través de la planta de bioetanol.

Actualmente los sistemas de producción en café están orientados a incrementar la producción por área; esto implica que la presión en el recurso suelo y agua son cada vez mayores. En este sentido si el productor cuenta con los medios para obtener recursos monetarios de sus residuos se puede tener un mayor impacto en la reducción de los desechos de las fincas.

6.3.3 ESCENARIO 3

El efecto que la planta de bioetanol y biogás genera en la cooperativa actualmente se ve como un gasto y no como una inversión a ser recuperada a mediano plazo, esto ligado a lo que como se dijo anteriormente no existe presupuesto y personal para su funcionamiento, además de que los productores no ven ningún beneficio de su operación. En este sentido se debe tener en cuenta que para que exista un verdadero impacto en la reducción de la contaminación por aguas mieles y pulpa en el ambiente provocado por las actividades de procesamiento de café se debe considerar cuatro elementos importantes:

- a. Presupuesto de operación, el cual debe estar ligado al pago por el suministro de materia prima y al manejo mismo de la planta.
- b. Dotar a los productores de los conocimientos y herramientas, tanto técnicas como de equipo, para que puedan suministrar la materia prima en las condiciones y características requeridas.
- c. Se debe implementar, ya sea con fondos propios o externos, un sistema de pago por servicios ambientales, el cual permita tanto a la cooperativa como a los productores obtener beneficios monetarios del esfuerzo de reducción de contaminación a partir del uso de la planta de bioetanol y biogás.
- d. Se debe orientar el funcionamiento de la planta al procesamiento de las aguas mieles únicamente de los productores que no entregan su café en cereza a la cooperativa. Esto en función de que la capacidad de procesamiento de la planta es limitada; de esta manera el impacto en la reducción de la contaminación será mayor en los casos en las aguas mieles no son procesadas en la cooperativa.

6.4 PRESUPUESTO

A continuación se presenta un presupuesto de la segunda planta de bioetanol que se instaló en Corquin, Copan en el año 2009, la planta en mención tiene un diseño similar al de la cooperativa “COCAFELOL”, ya que como se mencionaba anteriormente no se cuentan con registros de estos costos de inversión

**Empresa Asociativa de Campesinos de
Producción
Aruco
Presupuesto de inversión
Construcción de Planta de Bioetanol**

Rubro	Valor en US\$
Alimentación y alojamiento	\$ 2,000.00
Comunicaciones	\$ 200.00
Mano de obra	\$ 6,900.00
Materiales de construcción	\$ 15,000.00
Publicaciones	\$ 50.00
Papelería	\$ 50.00
Transporte	\$ 1,000.00
Total inversión	\$ 25,200.00

Por tanto dichos costos de instalación no son actuales, por ende se debe tomar un costo de construcción de aproximado que ronda alrededor de los USD\$ 28,000.00 (este monto incluye mano de obra, materiales y equipo). No se incluye en esa cantidad el costo de asistencia técnica por parte de los diseñadores. Por la asistencia técnica en la construcción de la planta se considera que aproximadamente estaría en alrededor de unos UDS\$ 8,000 (Garcia, 2015).

BIBLIOGRAFIA

- Anacafe. (13 de Noviembre de 2015).
http://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=Reglamento_de_AguasResiduales.
Obtenido de
http://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=Reglamento_de_AguasResiduales
- ARUCO. (5 de Noviembre de 2015). <http://cafearuco.com/cafe-aruco-copan-honduras/la-empresa>. Obtenido de <http://cafearuco.com/historia>
- Bautista M. L. (2006). Oportunidades y retos tecnológicos en la producción de etanol de la caña de azúcar. Tesis en biología. Xalapa Ver., México.
- Climent O., Ibarra C. S., Bertomeu M. I., Perea E. S. (2008). Química Orgánica. Principales aplicaciones industriales. España: Ed. Universidad Politécnica De Valencia.
- COMSA. (4 de Noviembre de 2015). <http://www.cafeorganicomarcala.net>. Obtenido de <http://www.cafeorganicomarcala.net/comsa/historia/>
- Garcia, C. (23 de Noviembre de 2015). Planta Bioetanol COMSA. (M. A. Tercero, Entrevistador)
- Gasperín G. (2010). El café: Un sorbo de Veracruz. Gobierno del estado de Veracruz de Ignacio de la Llave.
- Gómez D. L., & Nicolás M. J. (2006). Producción de Alcohol etílico a partir de mucilago de Café. Universidad Earth, Guácimo, Costa Rica.
- IHCAFE. (2013). COSECHA 2012 - 2013. TEGUCIGALPA.

- IHCAFE. (2015). MEMORIA 2015 - 2016. 3 - 5.
- IHCAFE. (2015). Produccion Cosecha 2014 - 2015. Tegucigalpa.
- Jaramillo M. R. (2012). Comportamiento termodinámico de una turbina de gas usando etanol como combustible. Especialista en ingeniería térmica. Instituto Politécnico Nacional. México D.F
- Martínez Martínez, R., Chávez López, E., y López Díaz, I. (2008): Utilización del biogás como combustible para motores de combustión interna. V Conferencia Internacional de Ingeniería Mecánica (COMEC 2008), 4-6Nov/08, UCLV, Santa Clara, Cuba.
- Mc Murry J. (2010). Química orgánica. México. 7ª edición. Editorial: CENGAGE Learning.
- Montoya C. R., & Villegas C. D. (2008). Aplicación del mucilago de café para la obtención de Biocombustible (Etanol). Retrieved October, 2010, from www.medellin.edu.co/.../
- Monroig I. (2014). El beneficiado de café convencional y el ecológico. Universidad de Puerto Rico.
- Mussatto S. I., Ballesteros L. F., Martins S., y Teixeira J. A. (2011a). Extraction of antioxidant phenolic compounds from spent coffee grounds. Separation and Purification Technology, 83, 173–179.
- Payán B. I. (2011). Aislamiento, identificación, y conservación de microorganismos presentes en residuos lignocelulósicos (pulpa) provenientes del beneficio del café. Instituto de investigación en microbiología, pp. 1-68.

- Rajkumar R. y Graziosi G. (2005). Posibles usos alternativos de los residuos y subproductos del café. Departamento de Biología de la Universidad de Trieste (Italia). Pp. 1-4.
- PNUD, S. /. (2012). Estudio sobre el potencial de desarrollo de iniciativas de biogas a nivel productivo en Honduras. Tegucigalpa: Comunica.
- Roberto Hernandez Sampieri, C. F. (2014). Metodologia de la Investigacion. En C. F. Roberto Hernandez Sampieri, Metodologia de la Investigacion (pág. 613). Mexico, D.F.: Mc Graw Hill.
- SNV. (2009 - 2010). Produccion de bioetanol, biogas y biofertilizantes a partir de los desechos del beneficiado del cafe en Marcala. Tegucigalpa.
- xplorhonduras. (3 de Noviembre de 2015). <http://www.xplorhonduras.com/>. Obtenido de <http://www.xplorhonduras.com/departamento-de-ocotepeque/>

ANEXOS

Anexo 1. Encuesta de la Investigación



unitec
LAUREATE INTERNATIONAL UNIVERSITIES

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA
FACULTAD DE POSTGRADO
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL

ENCUESTA DE INVESTIGACIÓN

ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL Y ECONOMICO, EN LA IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS MIELES, DESTINADO A LA PRODUCCION DE BIOETANOL, BIOGAS Y BIOFERTILIZANTES EN LA COOPERATIVA "COCAFELOL"

Estimado Sr(a). Productor(a) de Café: la presente encuesta tiene como objetivo recopilar información importante de su finca, para analizar los beneficios económicos y ambientales que podría generar la producción de bioetanol, biogas y biofertilizantes a base de las aguas mieles que salen del beneficiado en la Cooperativa Cafetalera Ecológica La Labor Ocotepeque Limitada "COCAFELOL". Y siendo Usted un actual o potencial socio o cliente de la COCAFELOL, nos gustaría obtener su valioso apoyo y colaboración, respondiendo a cada una de las siguientes preguntas. Por lo anterior le extendemos nuestro agradecimiento.

001. Nombre Encuestador: _____ 002. Tél.: _____ 003. Fecha: ____ / ____ / ____
004. Hora de inicio: _____

100.. DATOS GENERALES DEL PRODUCTOR Y LA FINCA

101. Nombre Completo del Productor Propietario de la Finca: _____
102. Número de Identidad: _____ 103. Tel.: _____
104. Nivel educativo alcanzado: a. Ninguno b. Primaria Incompleta c. Primaria Completa d. Sec. Inc.
e. Sec. Comp. f. Superior Incompleta g. Super. Completa h. PostGr.
105. # d Capacitaciones Recibids*: a. Producción de Café b. Procesamiento/Beneficiado c. Comercialización
d. Administración e. Manejo Ambiental del Café f. Otros

* Escribir dentro del cuadrado, el número de capacitaciones recibidas en cada tema.

106. Depto: _____ 107. Muni: _____
108. Aldea/Caserío: _____
109. Área Café Cosechero: _____ Mz. 110. Área Café No Cosechero: _____ Mz. 111. Área Potencial + Café: _____ Mz.
112. Producción de café uva en su última cosecha: En qq: _____ En Latas: _____

200.. DATOS SOBRE CONOCIMIENTO Y MANEJO AMBIENTAL

201. ¿Conoce Ud. de los efectos que producen las aguas mieles al ambiente? a. Sí b. No
202. Si responde Sí; Cuáles son esos efectos? _____
203. ¿Qué tratamiento le da Ud. a las aguas mieles que se generan en su finca? _____
204. ¿Conoce usted otros tratamientos que se le pueden dar a las aguas mieles? a. Sí b. No
205. Si responde Sí; Cuáles? _____
206. ¿Qué tratamiento le da Ud. a la pulpa que se genera en su finca? _____
207. ¿Qué grado de conocimientos tiene Ud. sobre los Biocombustibles? a. Mucho b. Poco c. Nada
208. Si responde Mucho o Poco; podría porfavor describir brevemente, ¿Qué entiende por Biocombustibles?: _____
209. ¿Qué tipo de Biocombustibles conoce? a. Bioetanol b. Biogás c. Otros ¿Cuáles? _____
210. ¿Sabe usted si en Honduras existen empresas productoras de Biocombustibles? a. Sí b. No
211. ¿Cree usted que los Biocombustibles pueden causar destrucción al ambiente? a. Sí b. No
212. ¿Cree usted que los biocombustibles; son un recurso renovable?
213. ¿Piensa usted que la industria cafetalera tendría que aprovechar el potencial de las aguas mieles para la producción de Bioetanol, Biogás y Biofertilizante? a. Sí b. No
214. ¿Cree usted que la elaboración de Biocombustibles; a través de aguas mieles del proceso de lavado del café, podrían generar ingresos adicionales a la Coopertiva? a. Sí b. No
215. ¿Cree usted que los Biocombustibles; puede ayudar al ambiente? a. Sí b. No

!!! MUCHÍSIMAS GRACIAS !!!

005. Hora Final: _____



Biodigestor



Laguna de Oxidación



Almacenamiento de Aguas Mieles

Anexo 3. Comparación Química de las aguas mieles con otros efluentes

Parámetros	Unidad	Comparación de Aguas	
		Agua Pura	Agua Residual
SS	mg L ⁻¹	0.10	0.10
SST	mg L ⁻¹	0.00	1927.50
SSF	mg L ⁻¹	0.00	137.50
SSV	mg L ⁻¹	0.00	1790.00
OD	mg O ₂ L ⁻¹	8.50	0.00
DBO ₅	mg O ₂ L ⁻¹	3.00	6102.50
DQO	mg O ₂ L ⁻¹	8.00	9800.00
pH	pH	6.59	4.51
T°	°C	13.00	16.50

SS. Sólidos sedimentables. SST. Sólidos suspendidos totales SSF. Sólidos suspendidos fijos, SSV. Sólidos suspendidos volátiles. OD. Oxígeno disuelto DBO. Demanda bioquímica de oxígeno DQO .Demanda química de oxígeno pH. Potencial de hidrógeno T°. Temperatura. CT. Entrada canal de tamices TO. Tanque de oxigenación. LO1 Laguna de oxigenación 1. LO2 Laguna de oxigenación 2. LO3 Laguna de oxigenación 3 LO4 Laguna de oxigenación 4 FINAL. Salida de desemboque final.

Fuente: Planta Prebeneficiadora de Café, La Paz, Bolivia

Comparación del DQO del efluente de la agroindustria del café con otros	
Tipo de efluente	DQO mg/lt
Aguas negras domésticas tratadas	20 a 60
Aguas negras domésticas no tratadas	300 a 400
Efluentes del beneficio húmedo de café con tratamiento	3,000 a 7,000
Pasta de estiércol bovino	10,000 a 20,000
Pasta de estiércol porcino	20,000 a 30,000
Efluentes del ensilaje	30,000 a 80,000

Fuente: anacafe.org, sin fecha.