



ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA UN PROGRAMA DE BIOGAS EN HONDURAS



Tegucigalpa, Abril 2010

Equipo del estudio

Serafín Filomeno, Consultor

Willem Bron, SNV

Bella Sosa, SNV

Win van Nes, SNV

© SNV

Colonia Matamoros, casa 2716, avenida La Paz

Teléfonos: 236-9233 / 7915 / 8725 / 221-5597

Fax: 236-5713

Apartado postal 15025, Col. Kennedy, Tegucigalpa

e-mail: honduras@snvworld.org

Reconocimiento

Los autores quieren expresar su reconocimiento a HIVOS y SNV, por haber apoyado financieramente esta iniciativa, a la representación y el personal de SNV en Tegucigalpa, quienes apoyaron e hicieron posible el desarrollo de este trabajo; a la Dirección General de Energía de la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA), a la Dirección de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (DICTA) de la Secretaría de Agricultura y Ganadería, a la representación de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), a los encargados de operaciones y planes de Negocios de Energía Renovable de la Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, a la Fundación para el Desarrollo Empresarial (FUNDER), a la Asociación de Pequeños Productores de Energía Renovable (AHPPER), a los encargados de la Dirección Municipal de Agua (DIMA) de la Alcaldía de San Pedro de Sula, al Club Rotario de San Pedro de Sula y a la Fundación Merendón, a los directivos de PROLEÑA en Tegucigalpa, de CEASO en Siguatepeque, y a la Fundación Simiente en Langué; quienes nos dieron su valioso tiempo para compartir, sus experiencias y opiniones. También queremos agradecer a los productores beneficiarios con biodigestores, en Aldea Cerro Grande, en Valle de Ángeles, en El Gallito en la Cordillera del Merendón¹, a los productores de El Porvenir y Santa Ana de Jesús, en Santa Rosa de Copán, a los productores de las Isletas I en Concepción de María de Choluteca, que nos recibieron en sus fincas para mostrarnos sus experiencias con los biodigestores y el uso del biogás y del bio abono.

¹ Foto de Portada, Casa de Dilzia Hernández (El Gallito), cortesía de Wim van Nes

Resumen Ejecutivo

El presente documento contiene los hallazgos del estudio conducido por SNV-Organización Holandesa de Desarrollo para evaluar la factibilidad de implementar un Programa Nacional de Biogás doméstico en Honduras. Este estudio incluyó una misión de una semana en Honduras, haciendo uso de la siguiente metodología:

- Preparación de la misión a Honduras; a través del análisis de información secundaria de soporte compilada durante el estudio de investigación incluyendo estadísticas y referencias a estudios previos
- Visitas de campo a Plantas de Biogás en operación para recabar información sobre la eficiencia de los equipos y tecnologías instaladas
- Entrevistas a potenciales beneficiarios del Programa Nacional de Biogás doméstico
- Entrevistas con instituciones y organizaciones relacionadas al tema y que pueden ser socios del programa.
- Preparación de un Taller de Discusión entre integrantes de la misión y discusión de factores relevantes.

El estudio encuentra que existe un importante potencial para la producción de biogás. No obstante, la implementación de un Programa Nacional de Biogás doméstico en Honduras no se muestra factible en lo inmediato, debido a lo siguiente:

La falta de experiencias de pago por biodigestores en el ámbito rural (la mayoría son subsidiados), la ausencia de información detallada sobre la distribución geográfica de la potencial producción de biogás, el desconocimiento del actual consumo de leña y el gasto en energía doméstica de los hogares rurales, generan dudas sobre el potencial éxito de un Programa nacional de biogás doméstico. Sin embargo, el estudio encontró elementos que se deberán tener en consideración para en un futuro próximo corroborar la factibilidad o no del programa.

- Honduras cuenta con una historia corta implementando plantas de biogás doméstico (cerca de 500-600 unidades), principalmente en proyectos apoyados por la cooperación externa con resultados poco alentadores, según las evaluaciones realizadas. Una de las razones para el bajo éxito es la falta de monitoreo, seguimiento y asistencia técnica suficiente en la instalación y mantenimiento de biodigestores.
- El modelo más difundido es el de saco plástico, aunque existen modelos de domo fijo funcionando por varios años. En general, donde están funcionando bien, se observa que hay una reducción de más del 50% de la leña para cocinar.
- El potencial técnico de implementación de plantas de biogás encontrado a partir de estiércol de ganado bovino y orientado por el mercado es de 41,729 unidades a nivel nacional, considerando fincas con más de 5 vacas en ordeño, en promedio.
- El análisis de factibilidad financiera realizado indica que con un crédito al 16 % de interés y un plazo de 3 años para su cancelación y con costos de inversión

que oscilan entre 12,400 y 15,900 Lps, se logra una tasa interna de retorno (TIR) de 29% para el modelo de domo fijo y de 23% para el modelo de saco plástico, respectivamente. Esta TIR es altamente sensible a los precios de la leña. Si se compara con respecto al consumo de GLP, el TIR resulta en 23% para el modelo de Domo fijo y en 7% para el modelo saco plástico, revelando la superioridad del modelo domo fijo.

Las principales recomendaciones establecidas en este estudio son:

Realizar un estudio de uno a dos años, que permita clarificar y corroborar la distribución geográfica del mercado potencial para la producción de biogas, disponer de información más confiable sobre consumo de leña.

Identificar posibles grupos de beneficiarios en los departamentos de Cortés, Olancho, Santa Bárbara, Copán, Atlántida.

La implementación de un proyecto de 1 -2 años debe incluir el componente de construcción de eco -fogones acompañando la implementación de biodigestores.

El proyecto podría definir el modelo de financiamiento y el rol de los Centros de Recolección y Enfriamiento de Leche (CREL) dentro del sector ganadero.

El proyecto podría tomar en cuenta el potencial de producción de biogas para fines productivos inicialmente en las zonas de alto potencial de producción ganadera.

En base a esta información adicional, se podría implementar un proyecto para apoyar la construcción de 150 biodigestores en conjunto con la Asociación Hondureña de Productores de Café (AHPROCAFE) y la Fundación Merendón.

Identificar de manera práctica los mecanismos de financiamiento más adecuados entre los CREL y las instituciones de micro-financiamiento existentes en el país.

El proyecto preparatorio, debe confirmar la voluntad y capacidad de pago de los posibles beneficiarios, así como la disponibilidad de crédito rural para el propósito.

Tabla de contenido

1. Introducción.....	8
2. Antecedentes sobre Honduras.....	9
2.1. El sector energía.....	12
2.2. El sector Agropecuario.....	13
2.3. Cambio climático	15
3. Breve Histórico del Biogás domestico en Honduras	17
4. Objetivo, metodología y limitaciones del Estudio.....	20
5. Demanda Potencial del uso y consumo de biogás.....	22
5.1. Consumo actual de energía en las áreas rurales de Honduras.....	22
5.2. Potencial de ganado en fincas para producción de Biogás	25
5.3. Voluntad de pago para el uso del biogás	28
6. Análisis de Factibilidad	29
6.1. Factibilidad Técnica	30
6.1.1. Capacidad de Pago	30
6.1.2. Oferta de Crédito Rural	33
6.1.3. Uso actual del estiércol de ganado	35
6.1.4. Condiciones climáticas y disponibilidad de Agua	36
6.1.5. El diseño técnico más apropiado del biodigestor.....	37
6.1.6. Disponibilidad local de los materiales	38
6.2. Factibilidad Ambiental	39
6.2.1. Impacto Ambiental Directo	39
6.3. Factibilidad social	41
6.4. Factibilidad Económica Financiera	42
6.4.1. Análisis Financiero	42
6.4.2. Análisis Económico del uso del biogás.....	44
7. Vacíos para lanzar un Programa Nacional de Biogas.....	45
7.1. Zonas potenciales para el biogás.....	46
7.2. Estrategia de financiamiento con los CREL.....	47
7.3. Actores y socios potenciales	49
7.4. Asunciones y Riesgos	51
8. Conclusiones y Recomendaciones	52
8.1. Conclusiones	52
8.2. Recomendaciones.....	54
9. Bibliografía.....	56
10. Anexos	58

Lista de Acrónimos

AC	Administración Central
AFE	Administración Forestal del Estado
ALC	América Latina y el Caribe
AHPROCAFE	Asociación Hondureña de Productores de Café
BCH	Banco Central de Honduras
BCIE	Banco Centroamericano de Integración Económica
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BINAH	Biblioteca Nacional de Honduras
BM	Banco Mundial
CA	Centroamérica
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CA-3	Guatemala, Honduras y El Salvador
CDPC	Comisión para la Defensa y Promoción de la Competencia
CDV	Central Depositaria de Valores
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CEASO	Centro de Enseñanza y Aprendizaje de Agricultura Sostenible
CREL	Centro de Recolección y Enfriamiento de Leche
CONAMIPYME	Comisión Nacional de la Micro, Pequeña y Mediana Empresa
DEI	Dirección Ejecutiva de Ingresos
DICTA	Dirección de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria
DIMA	División Municipal de Aguas
DR-CAFTA	Tratado de Libre Comercio entre República Dominicana, Centroamérica y Estados Unidos de América
ENEE	Empresa Nacional de Energía Eléctrica
EUA	Estados Unidos de América
ENOS	Fenómeno de El Niño oscilación Sur
FMI	Fondo Monetario Internacional
FUCOSOH	Fundación para la Cosecha Sostenible en Honduras
FUNDER	Fundación para el Desarrollo Empresarial Rural
FENAGH	Federación Nacional de Agricultores y Ganaderos de Honduras
HIPC	Países Pobres Altamente Endeudados
HONDUTEL	Empresa Hondureña de Telecomunicaciones
ICF	Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre
IHCAFE	Instituto Hondureño del Café
INE	Instituto Nacional de Estadísticas
IPC	Índice de Precios al Consumidor
INGEI	Inventario de Gases de Efecto Invernadero
INFOP	Instituto nacional de Formación Profesional
IPCCC	Intergubernamental Panel de la Convención de Cambio Climático
ISH	International Sustainable Harvesting NGO
MIPYME	Micro, Pequeña y Mediana Empresa
OPEP	Organización de Países Exportadores de Petróleo
PEA	Población Económicamente Activa

PIB	Producto Interno Bruto
FAO	Fondo Mundial para la Agricultura y la Alimentación
GLP	Gas Licuado Propano
GTZ	Agencia de Cooperación Técnica Alemana
GEI	Gases de Efecto Invernadero
MASRENACE	Manejo Sostenible de los Recursos Naturales y Fomento de Capacidades Empresariales
ONG	Organismo no gubernamental
POA	Plan Operativo Anual
PGM	Plan General de Manejo
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PROLEÑA	Asociación para el Fomento Dendroenergético de Honduras ONG
RF	Regente Forestal
SDE	Servicios de Desarrollo Empresarial
SAF	Sistema Agroforestal
SANAA	Servicio Autónomo de Acueductos y Alcantarillados
SERNA	Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente
SENASA	Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria
SNV	Organizacion Holandesa de Desarrollo
SSP	Sistema Silvopastoril
SASP	Sistema Agrosilvopastoril
TLC	Tratado de Libre Comercio
TIR	Tasa Interna de Retorno Financiera
UE	Unión Europea
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
WWF	Fondo Mundial para la Naturaleza

Abreviaturas

KWH	Kilowatio hora
MWH	Megavatio hora
Mz	Manzana
Lps	Lempiras
Ha	Hectáreas
Gg	Giga gramos
gg	cabezas de ganado
ff	número de fincas

Unidades de medida y Equivalencias

1 Manzana (mz)	= 0.75 Hectáreas (ha)
100 Libras (lb)	= 45 Kilogramos (Kg)
22 Quintales	= 1 Tonelada métrica (Tm)
24 Kg de estiércol	= 1 m ³ de gas metano
1 Dólar US\$	= 21 Córdobas C\$
1 Dólar US\$	= 19 Lempiras Lps
1 Euro E\$	= 29 Córdobas C\$
1 Euro E\$	= 26 Lempiras Lps

1. Introducción

La bio-metanización es un proceso que consiste en la digestión anaeróbica de subproductos orgánicos con la consecuencia natural de emisión de biogás. Estos subproductos pueden ser: residuos de frutas y verduras, purines de cerdo, estiércol de bovino y ovino, gallinazas o subproductos de la industria agroalimentaria. La generación de energía a partir de biogás queda dentro del ciclo natural. Básicamente no es más que acelerar un proceso, la fermentación anaeróbica, que ocurre en forma espontánea en la naturaleza, como el producido en el tracto digestivo de los rumiantes².

Se podría creer que el biogás solo tiene gran importancia en países en desarrollo, como China, Nepal, India, donde se han construido millones de biodigestores en los últimos 20 años. A nivel latinoamericano, se han construido biodigestores en, Colombia, Perú, Bolivia, México, Nicaragua, Costa Rica. No obstante, también en Europa se ha incrementado su producción anual en niveles importantes, Alemania produjo en el 2009, mas de 1,144 millones m³ al año, Inglaterra 463 millones m³, Dinamarca 387 millones m³, siguen Italia, Francia, Grecia, Austria, Bélgica, principalmente con fines de producción de electricidad y calor³.

Basado en una primera valoración realizada por SNV, para Nicaragua y Honduras, aparentemente existe un potencial de mercado para biogás de consumo doméstico. En ambos países el combustible más común para cocinar en el medio rural sigue siendo la leña. Datos iniciales señalan que existen al menos 250,000 hogares como mercado potencial en cada país. Por ello, SNV con el apoyo de HIVOS realiza el presente estudio que tiene el objetivo de confirmar estas asunciones mediante un análisis de factibilidad más a profundidad.

El presente documento presenta el estudio de factibilidad para desarrollar un Programa Nacional de Biogás en Honduras y contiene 8 capítulos.

En el capítulo 2 se presenta los antecedentes del país, en particular sobre el sector agricultura y ganadería y el sector energía, así como los impactos de estos sectores en el cambio climático a nivel de país.

En el capítulo 3 se expone un breve histórico (1990-2010) sobre el biogás en Honduras, con datos de FAO. El capítulo 4 muestra los objetivos y la metodología del estudio.

² www.aczia-biogas.es

³ Véase Miranda Héctor 2007

El capítulo 5 desarrolla el potencial de mercado con datos de La Encuesta INE 2009, mientras que el capítulo 6 ilustra su factibilidad técnica, ambiental, social, económica y financiera. El capítulo 7 presenta los vacíos para el desarrollo de un Programa Nacional. Mientras que el capítulo 8 señala las conclusiones y recomendaciones del estudio

El presente documento es presentado conforme los Términos de Referencia TDR solicitados por SNV e HIVOS.

2. Antecedentes sobre Honduras

La República de Honduras se encuentra ubicada geográficamente en el corazón del Continente Americano, en la región Centroamericana y cuenta con una extensión territorial de 112,492 km², siendo el segundo país centroamericano con mayor extensión geográfica.

Figura Nº 1. Mapa de Honduras



Fuente: www.adimapas.com/d/737-3

Honduras comparte fronteras con Guatemala (256 km), El Salvador (342 km) y con Nicaragua (922 km). La cordillera Centroamericana que atraviesa el país de noreste

a sureste, divide el territorio en dos grandes regiones, la Oriental y la Occidental, con alturas que sobrepasan los 2,000 msnm. El país está dividido administrativamente en 18 departamentos con 298 municipios (véase el mapa)

El clima, del país se define como tropical caluroso en las tierras bajas, y va cambiando gradualmente hasta llegar a templado en las tierras más altas. El régimen de temperaturas presenta un promedio de 26°C hasta la cota 600 (tierras bajas del mar del Caribe), de 16 a 24°C entre la cota 600 y 2,100, y menos de 16°C por encima de dicha cota 2,100. La zona sur (Choluteca) presenta un clima seco con temperaturas anuales promedio de 28°C. El régimen de precipitaciones es muy variable a lo largo del país, oscilando entre los 900 y 3,300 mm según las distintas regiones.

La Población

De acuerdo con datos del Instituto Nacional Estadístico (INE)⁴, la población al 2009 se estima en 7'706,907, siendo que la población urbana es de 3'878,570 habitantes (50.31 %), mientras que la población rural es de 3'829,337 habitantes (49.69%); se indica una tasa de crecimiento del 2.64 %, ubicándolo como uno de los países con mayor crecimiento poblacional de la región latinoamericana. Honduras es uno de los países de América Latina que ha mantenido altos índices de crecimiento poblacional a pesar de su relativa disminución de 3.1% (1950) a 2.5% (2005). De acuerdo con la misma fuente la población rural es sustancialmente mayoritaria (mayor de 68%) en: Copán, Intibucá, Lempira, Olancho, Ocotepeque, Choluteca, Gracias a Dios, La Paz, El Paraíso, Santa Bárbara.

La Economía

De acuerdo con cifras del Banco Central de Honduras (BCH 2009)⁵, durante el período 1999-2004 la economía hondureña se desarrolló bajo una serie de condiciones optimistas, vistas desde el panorama de reconstrucción (post huracán Mitch en 1998), es así que para el período 2000-2004 el crecimiento del Producto Interno Bruto fue de 19.5%. En lo concerniente a las exportaciones de bienes durante 1999-2004 se han incrementado en 31.7%. A pesar de que las exportaciones se concentran en productos tradicionales como el banano y café, es importante observar el valor de otros productos de exportación, lo que denota la diversificación del sector exportador. Entre los principales productos incluidos en este grupo se encuentran: tilapia; legumbres, salsas, condimentos, cajas, puros, cigarrillos, vegetales orientales, jugos de fruta, cacao y sus derivados, banano, así como manufacturas diversas.

⁴ Proyecciones de población 2001-2015, INE

⁵ Memoria Anual 2009 (Banco Central de Honduras)

El buen desempeño observado en los sectores productivos en 2006 y 2007, se reflejó en un aumento de la oferta global a tasas mayores al 5.5%. En efecto, la actividad agropecuaria se venía expandiendo por dos años consecutivos, impulsada por altas tasas de crecimiento en la producción de café, así como por el aumento considerable en la producción de banano y palma africana. En cambio, en el 2008 comenzó a observarse un menor crecimiento en casi todos los sectores productivos, particularmente en las actividades agropecuarias, manufactureras e intermediación financiera. *“Esta tendencia negativa se consolidó en 2009, cuando la oferta global se contrajo en 10.7%. Las importaciones de bienes y servicios, componente muy importante de la oferta global con una participación de 38.4%, registraron una caída de 21.7%, explicado por la menor demanda de las actividades económicas que utilizan insumos importados, así como por la disminución en el consumo final de los hogares y la reducción en sus precios promedio. Junto a la contracción del valor de las importaciones en 2009, la producción nacional registra disminuciones en la mayoría de las actividades económicas, denotando el impacto negativo de la crisis financiera internacional, la contracción de la demanda externa de los productos de exportación, la pérdida de ingresos de las empresas y las familias y los altos niveles de incertidumbre política”* (BCH 2009).

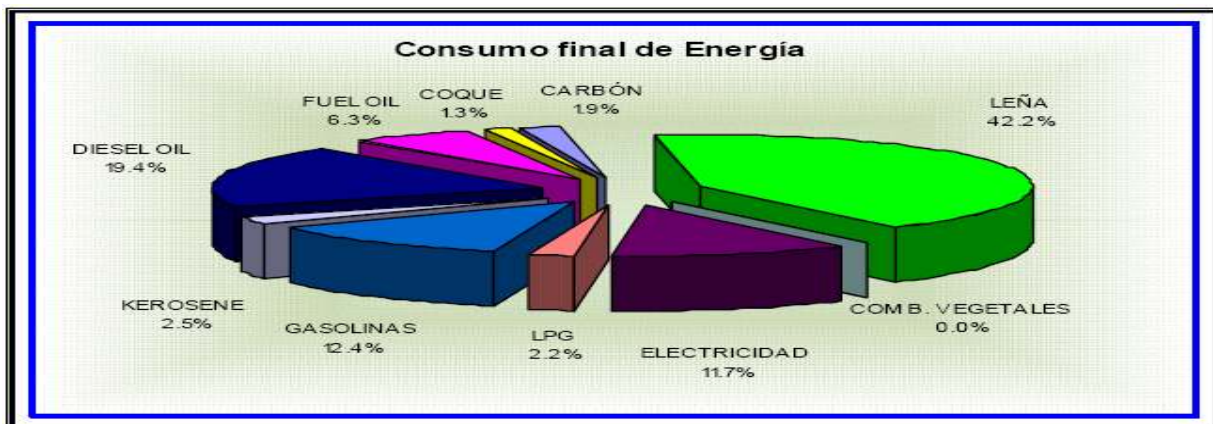
En particular, la actividad de Agricultura, Ganadería y Pesca decreció 2.9% en 2009, continuando su tendencia decreciente de 2008 cuando registró un crecimiento de apenas 0.5%. El resultado del 2009 muestra el comportamiento del Cultivo de granos básicos (una reducción de 7.2%) afectado por la sequía, producto del fenómeno de “El Niño” que dañó los cultivos de maíz, frijol y sorgo en algunos departamentos como Olancho, Francisco Morazán y El Paraíso. Asimismo, durante 2009, la producción de Palma africana registró una disminución del 10.0%, debido en parte a una plaga que afectó los cultivos y por el desplome de los precios internacionales. En tanto, la caída de la producción de café fue de 6.7%, equivalente a 477 mil quintales, a pesar del precio relativamente atractivo. A lo anterior se sumó que, la producción de banano se contrajo en 16.9%, resultado de las tormentas tropicales ocurridas a fines del 2008, aún con los trabajos de rehabilitación realizados en las fincas productoras.

La misma fuente (BCH 2009), señala que, la demanda global decreció en 10.7%. No obstante, la demanda destinada al consumo final registró un leve crecimiento (0.2%) respecto a 2008. Finalmente, la demanda externa presentó una disminución de 13.0% durante 2009, contrario al crecimiento obtenido en 2008 (3.6%), derivado de las menores exportaciones de bienes para consumo final, así como de materias primas; con ello, la participación de las exportaciones en la demanda global del país se redujo nuevamente y alcanzó un 31.9% en 2009, frente al 32.7% en 2008.

2.1. El sector energía

De acuerdo con el documento Prospectivas energéticas (SERNA, 2009), concordantemente con niveles de ingreso per-cápita reducidos y una alta incidencia de la pobreza, existe aún un rezago en la cobertura del servicio eléctrico y altos consumos de leña, especialmente en el sector residencial. El consumo de energía del país es cubierto en un 85% por biomasa (leña) y derivados del petróleo, aproximadamente por partes iguales, un 12% por electricidad y el resto otras fuentes de energía.

Figura N° 2. Consumo Final de Energía por Fuente 2007



Fuente: BEN Honduras, en Barahona Carlos/SERNA 2009

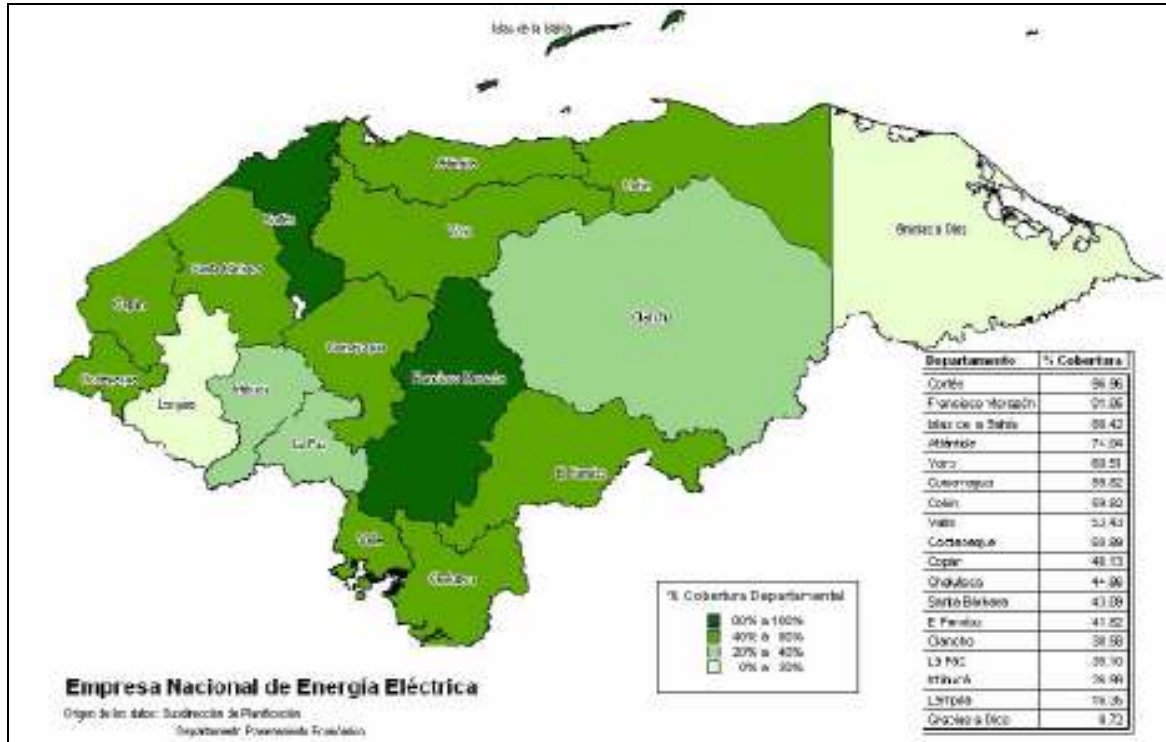
De la figura se puede apreciar que, la leña es muy importante en la economía nacional ya que el 42.2 % de la energía consumida en el país proviene de leña. Según Balance Energético de Honduras 2008(BEN), el 87.5% de la energía consumida a nivel domestico es de leña. Para 2008 el consumo industrial de leña se estimó en 918,922 metros cúbicos y el consumo doméstico se estimó en 6,432,456 metros cúbicos para un total de 7,351,378 metros cúbicos.

De acuerdo con Barahona C, Vásquez J 2009, "La demanda por leña más importante es para el consumo domestico, la que representa aproximadamente 6'432,456 metros cúbicos por año (basado en un consumo anual por familia de 8.0 m³, con un promedio nacional de 4.7 personas / hogar (Programa de Encuesta de Hogares, INE 2007), con un consumo per cápita anual de 1.7 m³".

El otro aspecto importante en el sector energético es el grado de electrificación rural o la cobertura del sistema eléctrico nacional. Honduras y Nicaragua tienen los indicadores más bajos de cobertura eléctrica en Centroamérica. De acuerdo con

datos del departamento de Planeamiento Económico de ENEE la cobertura eléctrica promedio al 2010 alcanzó el 80%⁶.

Figura N° 3. Mapa de Cobertura de electricidad por departamentos



Fuente: Sub Dirección de Planificación, ENEE en Zelaya Mario 2009

De la figura se puede apreciar que los departamentos con menor cobertura eléctrica son: Gracias a Dios, Lempira, Intibucá, La Paz, Olancho, que se encuentran por debajo del 40%. Entre el 40 y el 50% se encuentran Copán, Choluteca, Santa Bárbara, El Paraíso.

2.2. El sector Agropecuario

El sector agropecuario en Honduras ha sido tradicionalmente uno de los más importantes, dentro del contexto nacional y a nivel centroamericano. Principalmente la ganadería orientada a la producción de carne tuvo un auge importante en los años 70-80. Pero a partir de mediados de los 90 la producción de carne ha empezado a disminuir.

⁶ www.enee.hn/cobertura

De acuerdo con, Díaz E. Cruz D. 2006⁷, la producción primaria de la agricultura hondureña decrece en términos económicos, como reflejo de la menor competitividad de las actividades primarias con poco valor agregado e innovaciones, que también se observa en el resto del tercer mundo. Por ejemplo, la agricultura de Honduras, representaba alrededor del 36% del PIB real a principios de los años setenta; pero para el 2004 esa contribución bajó al 23% del PIB.

“Sin embargo, cuando se contabiliza el llamado sector o complejo ampliado, que considera las actividades generadoras de valor agroalimentarias y/o agroindustriales, sus integraciones verticales y horizontales, entre las que se cuentan los sectores proveedores de insumos y tecnología, los servicios y el comercio agroalimentario y forestal, entonces la importancia económica relativa del sector se incrementa entre 40 y 45% del PIB y su evolución en el tiempo es más bien creciente, en la medida que las materias primas agrícolas y ganaderas son transformadas y les son incorporadas mayor conocimiento (innovaciones, diferenciación, servicios, etc.)” (Díaz E Cruz D 2006).

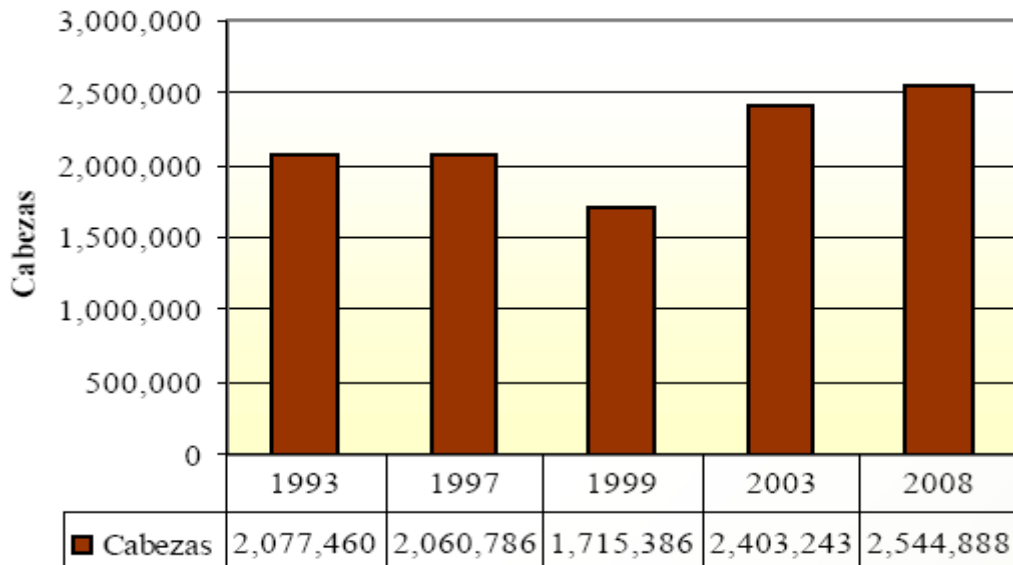
En cuanto a su impacto social, el sector agrícola retiene su papel clave en la economía nacional, cualquiera que sea su forma de medirse. En el año 2003, la población rural ascendió a 3.45 millones de personas, de la cual 1.3 millones correspondió a la población económicamente activa (PEA) del país. En el año 2004, el sector agrícola produjo US\$ 1,149 millones en divisas y generó 854,000 empleos permanentes, que representaron el 35% de la PEA.

Los resultados de La Encuesta INE 2009⁸ indican que en el país existen 96, 622 explotaciones que se dedican a la ganadería bovina, acumulando un hato ganadero de 2.5 millones de cabezas. La ganadería del país ha crecido en forma moderada, así lo evidencian los resultados de diferentes estudios: el Censo Agropecuario de 1993, reportó existencia bovina de 2.1 millones de cabezas. La Encuesta Agrícola Nacional de 1999 cuantificó 1.7 millones. Esta reducción se debió a los efectos adversos del huracán Mitch a finales de 1998. No obstante lo anterior, la ganadería se ha recuperado, es así, que para el 2003 se estimó un hato de 2.4 millones de cabezas. Esta cantidad es superada en 4.2% en el año 2008, al registrarse una existencia bovina de 2.5 millones de cabezas (véase la figura).

⁷ Análisis del Entorno Internacional y Nacional de la ganadería Bovina (Informe de Consultoría) SNV, FONDO GANADERO

⁸ INE 2009. El hato ganadero de Honduras va en aumento. (Boletín de Prensa 18 de Junio 2009)

Figura Nº 4. Evolución del hato ganadero bovino entre 1993 y 2008



Fuente: Encuesta INE 2009

De 2'077,460 cabezas en 1993 el hato ganadero paso a 2'544,888 cabezas en el 2008, un incremento de 25% en 15 años, lo que se puede considerar modesto.

2.3. Cambio climático

Honduras ha suscrito y ratificado varios instrumentos internacionales sobre cambio climático, entre ellos el Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, ratificado a través del Decreto D-26-95, del 14 de febrero de 1995, el Convenio Regional sobre Cambio Climático (Guatemala 1993) – Decreto D-111-96, del 30 julio de 1996, y el Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) - Decreto D-37-2000, del 17 abril del 2000. Honduras como país signatario de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático adquiere ciertos compromisos, uno de ellos es reportar sus emisiones de gases efecto invernadero (GEI) y presentarlos en Comunicaciones Nacionales.

La Comunicación Nacional sobre Cambio Climático, reporta principalmente información relativa a los sectores del país involucrados en la emisión de estos gases, así como la propuesta de medidas de mitigación y adaptación al cambio climático. Esta tarea de nación recae sobre la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA) la cual elabora la Comunicación Nacional a través de su Oficina de Cambio Climático quien coordina la participación multisectorial que se requiere.

Esta misma oficina se ha encargado de llevar a cabo los Inventarios Nacionales de Gases de efecto invernadero INGEI (1995 y 2000).

Las conclusiones principales del INGEI 2000⁹:

- De los GEI, el Dióxido de Carbono (CO₂) fue el que se generó en mayor volumen para el año 2000, específicamente en los sectores de Energía con un 60% (3,728.99 Gg) y cambio en el Uso de la Tierra y Silvicultura con un 25% (1,574.47 Gg).
- En lo relativo al gas Metano (CH₄) se pudo observar que en el año 2000 el mayor emisor de este gas fue el sector Agricultura con 43% equivalente a 103.61 Gg seguido del sector Desechos con un 23% equivalente a 69 Gg.
- El balance nacional entre emisiones y absorciones muestra una emisión negativa de 16,703.14 para el periodo 1995 - 2000 se muestra un incremento de 4,854.29 Gg de CO₂, lo que sugiere que ha aumentado el nivel de deforestación del país.
- La disminución de las emisiones de gases efecto invernadero del sector agricultura entre los inventarios de 1995 y 2000 se debe a la reducción de la producción del sector, el cual se vio deprimido en el año 2000 mostrando una disminución de las áreas de siembra y de cabezas de bovinos, y no responde a estrategias de producción sostenible.
- De 80 fuentes potenciales emisoras de GEI, identificadas por IPCC 1996, del sector Industrial, en el país se identificaron 17 fuentes como las responsables de la mayor parte de estas emisiones. Esto sugiere que el sector industrial ha disminuido su desempeño productivo a nivel nacional debido a la poca extensión de la industria en el país.

En el sector Energía

De las emisiones de CO₂ del sector energía el 50 % correspondió al subsector transporte terrestre y el 24% correspondió a la industria de la energía. El subsector transporte terrestre, fue el de mayor importancia como fuente emisor de GEI. El sub-sector residencial alcanza el 3% del total del sector energía

Toda la necesidad energética del subsector transporte es suplida por hidrocarburos. Un aspecto importante a comparar en relación con este sector es el crecimiento en el número de automotores del parque vehicular nacional entre el año de referencia (1995) y el año de comparación 2000. Se observó una marcada tendencia creciente

⁹ SERNA, PNUD/GEF, 2008. Segundo Inventario de Emisiones y Sumideros de Gases Efecto Invernadero en Honduras Año 2000.

en el número de vehículos matriculados de 51,934 unidades, entre los años de 1995 y 2000.

“Por otra parte, se sabe que más del 70% de la población nacional consume leña para usos domésticos. Aunque la información de ubicación de las masas poblacionales reportada para los años 2000 y 2005 muestra la existencia de desplazamientos humanos considerables desde las áreas rurales, donde la dependencia energética de la leña es mayor, hacia las urbanas en las que la disponibilidad de electricidad insinuaría una reducción en el consumo de leña en el hogar”(SERNA, PNUD/GEF 2008).

En el sector Agricultura

En el año 2000, en Honduras se reportó que el mayor emisor del gas metano fue el sector Agricultura, seguido por el sector desechos y en tercer lugar se encontró el Cambio de uso de la tierra y silvicultura en la generación de emisiones de este gas.

En el año 1995 una de las fuentes claves de emisiones de metano producido fue el cultivo de arroz. Para el INGEI del año 2000 se observa una disminución de las emisiones de GEI, esto se debe a una reducción en las áreas de siembra como en el caso de la producción de arroz y la disminución de las cabezas de ganado bovino. Esta diferencia en el área de cultivo, y en el tamaño del hato ganadero, permitió la disminución de las emisiones de metano de 1.30 Gg. en el año 1995 a 0.4105 Gg. para el año 2000.

“La disminución de las emisiones de gases efecto invernadero del sector agricultura entre los inventarios de 1995 y 2000 se debe a la reducción de la producción del sector, el cual se vio deprimido en el año 2000 mostrando una disminución de las áreas de siembra y de cabezas de bovinos, y no responde necesariamente a la adopción de estrategias de producción sostenible” (SERNA, PNUD/GEF 2008).

3. Breve histórico del biogás doméstico en Honduras

En Honduras, durante los años 80, luego de la crisis del petróleo en 1979, las energías renovables tuvieron un primer impulso teniendo el apoyo de organismos como la FAO y la cooperación bilateral. En particular, durante los años 80, la FAO apoyó la capacitación de técnicos hondureños en Brasil y China en la construcción y manejo de biodigestores modelo domo fijo; posteriormente se promovió la construcción de aproximadamente 60 unidades de este tipo de biodigestores, en fincas de propiedad privada¹⁰.

¹⁰ Entrevista con Ing. Oscar Rubí.

“Durante el período 1990-2004, también se construyeron biodigestores del tipo Taiwán o saco plástico. La mayoría de ellos como esfuerzos aislados y construidos a través de proyectos con los sectores más pobres de la población por lo que el mecanismo más recurrente fue la donación”. (MULTICONSULT/SNV 2008)

Actualmente, existen diversos organismos que promueven los biodigestores, pero sin coordinación entre ellos, lo que limita el aprendizaje social con respecto a la tecnología. Por ejemplo, todas las evaluaciones sobre la tecnología, que encontramos durante este estudio, son fundamentalmente sobre los aspectos técnicos; en donde los aspectos sociales y culturales son tratados de manera marginal. En algunos proyectos se identificó que el seguimiento al correcto funcionamiento de los biodigestores no es continuo y el personal técnico no tiene suficiente conocimiento práctico y científico sobre la tecnología.

Algunas ONG y proyectos que actualmente están impulsando la construcción de biodigestores son:

- FUCOSOH (ISH) trabaja desde el 2004 en Santa Bárbara en donde introdujo 25 biodigestores de saco plástico y continúa promoviéndolos entre su población meta.
- DIMA está trabajando con biodigestores de domo fijo en la Cordillera del Merendón, con el fin de mitigar la contaminación de las aguas mieles derivadas de beneficios húmedos de café ubicados en la cuenca. Tiene programado la construcción de 50 biodigestores, en Alianza con Aguas de San Pedro, el Club Rotario y la Fundación Merendón, de los cuales se han construido 10 pero solo 3 están funcionando.
- CATIE- FOCUENCAS está trabajando en la zona del Valle de Ángeles en Francisco Morazán, y tiene programado la construcción de 10 biodigestores de saco plástico, pero al momento ha construido 3 de los cuales solo funciona uno en Cerro Grande.
- AHROCAFE, en la mancomunidad Chortí del departamento de Copán, tiene programado la construcción de 63 unidades de biodigestores modelo domo fijo.
- La Fundación Simiente, está trabajando en Langué, en el departamento de Valle, donde ha construido 6 biodigestores de modelo saco plástico, de los cuales 3 están funcionando.
- Las empresas, AMANCO, Eco Aldea, Ser Móvil, y otras dan servicio de instalación y mantenimiento de biodigestores incluyendo un sistema para reciclar aguas servidas a nivel doméstico.

Los costos indicativos señalados para la instalación de un biodigestor modelo domo fijo, varían entre Lps¹¹10,000.00 - 18,000.00, dependiendo del tamaño y de la ubicación. Mientras que para el modelo saco plástico, el rango de variación es mayor (Lps 5,000.00 -15,000.00); dependiendo de la calidad de los materiales y del nivel de protección que se instale. A continuación se presenta una tabla de precios indicativos para el modelo saco plástico, basado en datos del proyecto CATIE.

Cuadro N° 1. Características y precios para la construcción de biodigestores de Saco Plástico

Tamaño del biodigestor en metros cúbicos	Tamaño de la bolsa plástica en metros lineales	Cantidad de biogás que produce en metros cúbicos	Costo en dólares	Cantidad de animales necesaria para este biodigestor	Cantidad de carga diaria (mezcla de 1 por 1)	
					Estiércol en kilogramos	agua en litros
4	12	1.6	500	6 a 8	64	64
5	14	2	550	9 a 10	80	80
6	16	2.4	600	11 a 12	96	96
7	18	2.8	650	13 a 14	112	112
8	20	4	700	15 a 16	128	128

Fuente: CATIE, CIPAV, FAO, LEAD, World Bank, Nitlapan, 2007

Del cuadro se puede apreciar que el costo mínimo para un biodigestor de 4 m3 de capacidad con generación de 1.6 m3 de biogás, cuesta US\$ 500.00, para el que se requiere de 6 a 8 cabezas de ganado y una carga de 64 kg.

En Honduras, a diferencia de Nicaragua, se ha realizado un estudio reciente sobre el potencial de biomasa, el que señala lo siguiente *“El potencial de generación de energía a partir del estiércol provenientes de bovinos es de 35.49 millones de pies cúbicos de metano diario, lo que equivale a generar 61.2 MWe. El potencial de generación de energía a partir del estiércol provenientes de porcinos es de 2.8 millones de pies cúbicos de metano diario, lo que equivale a una generación teórica de 4.86 Mwe. El potencial de generación de energía a partir del estiércol provenientes de aves es de 3.2 millones de pies cúbicos metano diario, lo que equivale a una generación teórica de 5.5 Mwe”*. (Agüero Sixto/SERNA, 2009).

Pero, el mismo estudio destaca que, *“existe poca información de la ubicación y de la densidad geográfica del ganado, con el objetivo de identificar las zonas con potencial de generación. Además, las técnicas actuales de operación no favorecen la recolección de los excrementos del ganado en un sitio determinado, ya que el ganado se deja libremente en pastizales dispersos por todo el terreno. La mayoría de los encargados de hatos ganaderos no tienen un adecuado manejo de sus desechos orgánicos, siendo que las excretas contaminan las fuentes de agua”* (ibid).

¹¹ Presupuestos, Club Rotario, DIMA, en San Pedro de Sula, AHPROCAFE en Santa Rosa de Copán, CEASO en Siguatepeque, para modelo Domo fijo de 12 m3 de capacidad con producción de 3 m3 de biogás.

4. Objetivo, metodología y limitaciones del Estudio

El objetivo de este estudio es valorar la factibilidad para establecer e implementar un programa nacional de biogás doméstico rural en la República de Honduras.

La consultoría se llevó a cabo entre el 05 de febrero y el 07 de Marzo del 2010. En el desarrollo de la misma, se entrevistaron un total de 28 personas relacionadas al tema, 8 de ellas fueron productores, de los cuales 6 son propietarios de biodigestores (se incluye en anexo la lista de entrevistados). Se realizó una gira de campo en las zonas de Valle de Ángeles en el departamento de Francisco Morazán, Cordillera del Merendón en el departamento de Cortés, y Santa Rosa de Copán en el departamento de Copán (véase el mapa en anexo). Durante la gira de campo se colectó información primaria sobre consumo de energía (leña), manejo del ganado de ordeño, problemas relacionados con el uso del biodigestor.

“En teoría, toda finca que tenga animales bovinos, porcinos o avícolas, que tenga letrinas y que desarrolle alguna actividad agrícola generadora de residuos, es apta para producir biogás, toda vez que la cantidad de residuos, sea suficiente y que el residuo se genere de manera continua, para producir en cantidades atractivas y sostenibles. De igual manera, los beneficiarios deben tener interés en desarrollar estos proyectos por lo que programas en este sector, requieren mucha logística y tiempo” (MULTICONCONSULT/SNV 2008).

No obstante, el enfoque metodológico de tal programa debería tener, por un lado, como base el mercado. Es decir, un programa donde el beneficiario no va a recibir una donación por encontrarse dentro del área de impacto del proyecto, sino que por el contrario va a comprar un biodigestor porque lo necesita.

Se decidió desarrollar el presente estudio tomando en cuenta sobre todo el potencial que ofrece el sector bovino para la producción de biogás por las siguientes razones:

- Experiencias ya realizadas en el país
- Potencial del sector en incremento de ingresos
- Mayor seguridad en la fuente de ingresos procedentes del sector
- Disponibilidad de mayor información

El potencial de porcinos y aves en la producción de biogás es complementario, así como no se descarta la posibilidad de integrar los residuos de la pulpa de café como insumo para producir el biogás, pero se requiere realizar mayores análisis técnicos preliminares.

Por otro lado, el enfoque metodológico, tiene en consideración que la sustitución de un combustible por otro no ocurre de manera inmediata y ocasional, sino por un proceso socioeconómico y cultural que se conoce como la escalada en la ladera de la energía¹².

Para la estimación de la demanda potencial para la producción de biogas se utilizaron los datos desagregados de las Estadísticas del INE 2009 y el Censo Agropecuario 1993. La principal asunción es que las fincas con bovinos que tienen más de 20 manzanas pueden albergar al menos 5 vacas en ordeño y que en el periodo de estancia en el corral, mientras son ordeñadas, y durante su pernoctación en el corral, pueden producir al menos 24 Kg de estiércol que pueden ser fácilmente colectados para alimentar un biodigestor de 4 m³. Se considera que esta proporción es suficiente para producir 1 m³ de biogás que permite cocinar 2 a 3 horas al día (SNV 2009). Los hogares en la gran mayoría de estas fincas consumen leña, lo que fue corroborado en la gira de campo.

La factibilidad técnica se identificó sobre todo a partir de un estudio de los modelos de biodigestores existentes y de la disponibilidad de materiales locales. En este apartado se analizó también la capacidad de pago de los usuarios a partir de los ingresos por venta de leche versus los gastos en energía, así como la oferta de crédito para financiar la tecnología.

La factibilidad social se calificó por el grado de aceptación o rechazo de la población meta al uso y manejo del estiércol de ganado como un combustible alternativo.

La factibilidad ambiental, se evaluó desde el punto de vista del impacto ambiental positivo, directo e indirecto, que produce el uso del gas metano (CH₄) derivado del estiércol de ganado, como combustible para cocinar, bajo un proceso de descomposición anaeróbica y controlada en un biodigestor.

La factibilidad económica financiera se valoró en base a un análisis financiero comparativo de 2 modelos de biodigestores. Por un lado, el domo fijo con una inversión de Lps. 15,900.00 y una vida útil de 15 años y el biodigestor de saco plástico con una inversión de Lps 12,400.00 y una vida útil de 5 años.

Finalmente, los borradores de este informe fueron circulados entre los diferentes grupos de interés a fin de integrar sus comentarios.

¹² El concepto de Ladera de la energía (Energy ladder) o Pirámide de la Energía, significa que el cambio de combustibles menos eficientes y más sucios y contaminantes hacia combustibles más eficientes y modernos, se realiza en un proceso paso a paso (step by step), conforme mejoran los ingresos, la educación, y la integración socioeconómica. Como subiendo una pirámide o una ladera, donde los combustibles como el estiércol y los residuos de cultivos están en la base de la pirámide, mientras que el gas y la electricidad (de viento, solar, Hydro) están en la cima de la pirámide (www.burningissues.org, www.hedon.info)

5. Demanda y oferta potencial del uso y consumo de biogás

La demanda potencial para el uso y consumo de Biogás en Honduras está relacionada con varios factores, entre los que se encuentra el consumo de leña principalmente en las áreas rurales, la existencia de ganado y por ende la disponibilidad de estiércol cerca de las casas finca en el área rural, además de la voluntad de pago de la población meta para la construcción de los biodigestores.

5.1. Consumo actual de energía en las áreas rurales de Honduras

La información sobre consumo de leña a nivel nacional en Honduras es bastante fragmentada, dado que las estadísticas existentes no provienen de una Encuesta Nacional de Leña o un Censo Nacional de Energía actualizado. La información disponible proviene de evaluaciones periódicas, realizadas con metodologías diferentes. Por lo que para este estudio hemos considerado como principal referencia el último estudio realizado por SERNA 2009¹³.

El estudio menciona que, las especies maderables más utilizadas para leña son el roble encino (*Quercus* sp), el carbón (*Acacia* sp), el quebracho (*Lysilloma* sp), el nance (*Byrsonima crassifolia*) y el pino (*Pinus oocarpa*, *Pinus maximinoi*). El costo promedio de la leña en el área rural oscila entre Lps. 40.00 -60.00 por carga de 60 leños dependiendo de la especie (pino y roble) y de Lps. 100.00 a 180.00 por carga en las ciudades principales como son: Tegucigalpa, San Pedro Sula, Comayagua, Choluteca, Danlí, El Progreso y La Ceiba, entre otras.

“Las personas que se dedican al negocio de la leña, la venden por camionadas o cargas a panaderías o empresas comerciales que se dedican a la venta de pollo asado. Así mismo, son vendidas a planteles de distribución al detalle o a pulperías donde la unidad (leño) se vende de Lps 4.00 a Lps 5.00, tal como sucede en la Ciudad de Tegucigalpa tanto para pino como roble” (Barahona C, Vásquez J 2009).

Hay casos en que el productor de leña la vende directamente al consumidor final sin hacer uso de intermediarios. Los camiones que se utilizan son de doble rodaje para el transporte de la leña con un rango de 45 a 60 cargas de leña por camión.

La información de cuadro siguiente se presenta para análisis del consumo domestico de energía, por diferentes fuentes a nivel departamental, para la formulación de las políticas energéticas.

¹³ Barahona Carlos, Vásquez José, 2009. Diagnostico del Uso Racional y Sostenible de la Lena (Informe Final) SERNA

Cuadro N° 2. Número de hogares que consumían leña en Honduras en el 2008

Departamentos	Con Leña	Electricidad	Derivados del petróleo	leña m3
Atlántida	29228	6746	27960	309817
Colon	28535	1124	11202	302471
Comayagua	49496	8409	4634	524658
Copán	45275	2394	4719	479915
Cortes	61491	30020	137524	651805
Choluteca	58217	5158	5506	617100
El Paraíso	53300	3872	3858	564980
Francisco Morazán	72136	93375	57861	764642
Gracias a Dios	7818	4	1625	82871
Intibucá	31197	771	480	330688
Islas de la Bahía	561	128	6458	5947
La Paz	24650	1589	845	261290
Lempira	42290	477	557	448274
Ocotepeque	17659	608	1628	187185
Olancho	57416	4230	6953	608610
Santa Bárbara	55939	2905	3697	592953
Valle	23104	2065	2125	244902
Yoro	58076	6121	19580	615606
Total	716388	169996	297212	7593714

Fuente: INE 2001, en Barahona y Vásquez, 2009

Del cuadro se puede apreciar que los departamentos que más consumían leña en el 2001, fueron Francisco Morazán, Cortes, Choluteca, Yoro, Olancho, Santa Bárbara, El Paraíso. El consumo total para el 2001 fue de 7.5 millones de m³. El mismo documento señala que el consumo domestico nacional de leña para el 2008 fue de 6.4 millones m³, que podría ser reducido aun mas si se implementara el fogón mejorado, y consecuentemente reduciría la presión hacia los bosques. Llama la atención que los departamentos con mayor consumo de leña son Francisco Morazán y Cortes, donde se concentra la mayor parte de la población. El cuadro no es consistente en cuanto a los demás combustibles domésticos (carbón vegetal, kerosene, residuos vegetales), tampoco hace una especificación de los consumidores de varios combustibles (leña y otros combustibles), ni distingue los consumidores rurales de los urbanos. No obstante, se puede interpretar que se trata de consumidores cuyo combustible principal es la leña.

“El consumo doméstico de leña anual por hogar es de 8.00 m³ lo que multiplicado por la tasa de crecimiento anual de 12,522 nuevos hogares que consumen leña, nos da un incremento anual en el consumo domestico nacional de leña de 100,176 m³.

Bajo un programa de eficiencia energética a nivel nacional, se podría disminuir esta tasa en 35,062 m3 a 55,097 m3 de leña por año” (Barahona C, Vásquez J 2009)

En la gira de campo se visitaron 6 hogares rurales y se apreció el consumo de leña con biodigestores funcionando y biodigestores sin uso, y en dos de ellos se realizaron mediciones (peso de la ración diaria de leña). Se pudo constatar que la leña también tiene valor de mercado en las áreas rurales cercanas a los principales centros urbanos. En todos los hogares, el uso del biodigestor fue acompañado del fogón con leña. En algunos casos la utilización del Eco-fogón, redujo el consumo de leña de manera sustancial, hasta un aproximado del 25% del consumo normal (véase la hoja de entrevistas en el Anexo 2).

Cuadro N° 3. Consumo de leña diario y costo en la zona Sur, Central y Norte del país

Factores	Valle de Ángeles, Fco. Morazán	Cordillera Merendón, Cortes	El Porvenir. Copán	Santa Ana de Jesús, Copán	Siguatepeque ,(CEASO)	Valle Isleta I,	Total	Promedio /Familia
Familia (#)	5	8	4	6	6	5	34	6
Vacas en ordeño	0	0	20	3	0	1		
Modelo biodigestor	Plástico	Domo fijo	Domo fijo	Plástico	Plástico	Plástico		
Con Eco-fogón		4.55	4		Si	3.64	16.25	4.09
Kg/día								
Sin Eco-fogón	10	18.18	16	20	Na	14.5	78.73	15.74
kg/día								
Lps/ carga pino	60.00	Na	Na	Na	Na	Na	60.00	60.00
Lps/ carga roble / otro	80.00	Na	80.00	60.00	Na	60.00	280.00	70.00
Costo Lps/día.	12	20	20	25	Na	20	97.00	19.4
Lps \$/Kg	1.2	1.1	1.25	0.90	Na	1.37	6.18	1.24

Fuente: Guía de entrevistas en la gira de campo (Anexo N° 2)

El resultado de la información primaria recolectada indica que el consumo promedio familiar con Eco-fogón y biodigestor funcionando resulta en 4.09 Kg por familia, mientras que el consumo promedio familiar con fogón tradicional y sin biodigestor oscila entre 15 y 20 kg/día de leña.

Para las estimaciones tomamos el valor más conservador 15 kg/día, que se aproxima al promedio de 2.75 kg/per cápita, mencionado por el documento de referencia. El costo diario promedio oscila entre Lps.12.00 -25.00 dando un promedio de Lps/kg 1.24. Nótese que en los departamentos de Francisco Morazán, Cortes y Copán, la leña resulta más cara que en otros lugares del país.

El acceso y el precio de la leña dependen de algunas características biofísicas propias de las zonas. En las zonas de producción ganadera, el uso de la tierra está más orientado a los pastizales para alimentación del ganado por lo que la actividad

para la recolección de leña no se facilita como en otras zonas del país ubicadas en zonas boscosas. Esta situación incide que la compra de leña en las zonas de producción ganadera se realice de forma regular y sea una práctica común. Sin embargo, en las zonas cercanas a bosques y/ o donde los productores poseen tierras denominadas "guamiles" (tierras sin cultivos, ni bosque), la recolección de leña es realizada de forma regular y la compra de leña no es una practica común. Tradicionalmente la recolección de leña es realizada por mujeres y niños en horas tempranas de la mañana después de realizar las labores cotidianas del hogar y la tarde antes de proceder a la elaboración de los alimentos de la cena familiar.

5.2. Potencial de ganado en fincas para producción de Biogás

De acuerdo con la encuesta del INE 2009, gran parte de la ganadería del país es manejada por pequeños y medianos productores. De acuerdo con los resultados de esta encuesta, el 46% de las explotaciones son menores de 5 hectáreas y sostienen el 13.2% de la población bovina (336,453 cabezas). De igual manera, se indica que en el estrato de 5 a menos de 50 hectáreas se ubica el 43.2% de las explotaciones y concentra el 34.5% de la ganadería (877,466 cabezas), en cambio, la mayor concentración se expresa en el estrato de 50 a menos de 250 hectáreas. En este tamaño de explotación se cuantifica el 9.7% de las explotaciones y el 35.2% del hatu ganadero del país (896,349 cabezas). En otras palabras, las cifras evidencian que en los dos últimos estratos, se concentra el 52.9% de las explotaciones y el 69.7% (1'773,815 cabezas) de la ganadería del país. Por su parte, en los estratos que se conforman después de las 250 hectáreas está el 1.2% de las explotaciones y el 17.1% (434,620 cabezas) de la población ganadera del país.

Cuadro N° 4. Número de cabezas de ganado por tamaño de finca y por tipo de ganado

Tamaño de la explotación	Total		Número de cabezas				
	Explotaciones	Cabezas	Vacas	Vaquillas	Terneros y terneras	Toros, toretes y novillos	Bueyes
Total	96,622	2,544,888	1,030,493	460,808	596,728	419,434	37,425
< 5 Ha	44,444	336,453	148,892	44,546	90,373	37,896	14,746
De 5 < 50 Ha	41,716	877,466	371,537	145,362	223,373	120,019	17,175
De 50 < 250 Ha	9,361	896,349	330,174	177,096	195,990	188,830	4,258
De 250 < 500	642	178,729	69,219	37,539	41,820	29,491	659
500 Ha y más	459	255,891	110,670	56,266	45,171	43,198	586

Fuente: Encuesta INE 2009

Como puede observarse en el cuadro anterior y vistos los resultados desde el tamaño del hato, las cifras indican que el 51.7% de las explotaciones tienen hatos de 1 a 9 cabezas, concentrándose aquí el 8.5% (215,591 cabezas) de la población ganadera. En tanto, que el 36.2% de las explotaciones presentan hatos que van desde 10 a 49 cabezas, alcanzando acumular el 28.8% (731,666 cabezas) del total, por su parte, el 10.9% de las explotaciones pertenecen al estrato de 50 a 249 cabezas concentrando aquí el 40.0% (1'016,962 cabezas) de la ganadería. Por último, 1.2% de las explotaciones conforman los dos estratos de 250 y más cabezas que alcanzan a concentrar el 22.8% (580,668 cabezas) del total de la ganadería del país.

La encuesta del INE 2009, también indica que la producción de leche en el período de verano es de 1.8 millones de litros diarios con base a un rendimiento de 3.8 litros/vaca/día. En la época de invierno la producción de leche es de 2.4 millones de litros diarios obtenidos de un rendimiento de 4.4 litros/vaca/día.

Cuadro N° 5. Estimación del número de fincas > 20 mz y total vacas de ordeño

Tamaño de la explotación	Total		Verano			Invierno		
	Explotaciones	Vacas	Vacas en ordeño	Producción diaria (Litros)	Rend. (Litro / vaca / día)	Vacas en ordeño	Producción diaria (Litros)	Rend. (Litro / vaca / día)
Total	68,918	1,030,493	468,537	1,790,667	3.8	558,248	2,442,502	4.4
< 5 Ha	27,188	148,892	48,429	140,881	2.9	69,659	237,818	3.4
De 5 < 50 Ha	32,649	371,537	176,132	592,510	3.4	214,798	848,345	3.9
De 50 < 250 Ha	8,008	330,174	175,224	726,124	4.1	197,026	954,660	4.8
De 250 < 500	630	69,219	35,436	171,371	4.8	37,641	189,282	5.0
500 Ha y más	442	110,670	33,315	159,780	4.8	39,125	212,398	5.4

Fuente: Encuesta INE 2009

Desde el punto de vista técnico, para la producción de 1 m³ de biogás (2-3 horas de gas para cocinar) se requiere de 24 kg de estiércol de ganado al día (SNV 2009). La disponibilidad de estiércol sin embargo está relacionado no solamente con el número de cabezas de ganado de ordeño, sino también con el manejo que se da al ganado, tiempo de ordeño, número de veces de ordeño al día, tiempo de estadía en el corral, distancia del corral a la casa finca y peso del ganado¹⁴. Un estimado de estadía en el corral de 2 horas para el ordeño y lactancia de los terneros,

¹⁴ Por lo general un animal de 400 kg (similares al ganado lechero en Honduras y Nicaragua) produce 20 Kg de estiércol y 11 litros de orina al día. El 30% de esta mezcla es materia seca en peso cuya composición por Kg es: 4.5% de nitrógeno, 1.7% pentaoxido de Fosforo, 1.9% de oxido de Potasio, y 1.2% de oxido de Calcio. Rodrigo Rojas 2008 (www.engormix.com)

adicionados con 8-10 horas por la pernoctación del ganado de ordeño en el corral, podría facilitar la recolección de al menos 5 Kg de estiércol por cabeza de ganado.

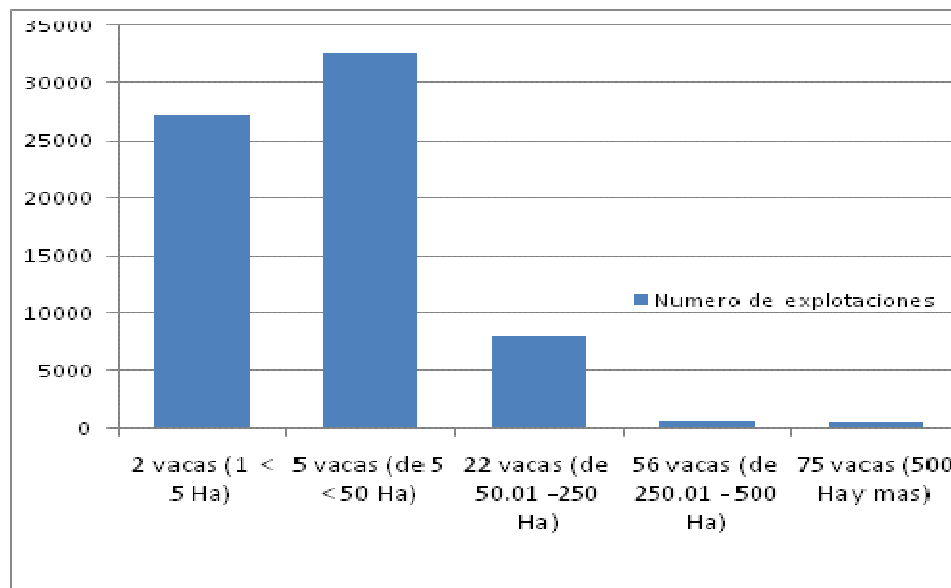
Cuadro N° 6. Estimación de la disponibilidad de estiércol por ganado de ordeño (kg)

Manejo	Ordeño	Pernoctación	Pastoreo	Total día	Recolección
Cantidades	2	6	12	20	5

Fuente: Elaboración propia con datos de campo y www.ergomix.com

Según esto se podría requerir de 5 vacas de ordeño para completar la carga mínima diaria para el biodigestor.

Figura N° 5. Distribución del número de fincas por tamaño y cantidades de vacas de ordeño



Fuente: Encuesta INE 2009

Desde el punto de vista técnico el segmento con un promedio de 2 vacas de ordeño tendría dificultades para alimentar de forma continua el biodigestor y producir biogás. Aunque en la práctica hemos podido encontrar biodigestores funcionando en lugares donde se disponía de una sola cabeza de ganado, también pudimos valorar las dificultades que se presentan para alimentar el biodigestor, de una manera continua. Por ello, para la estimación del potencial nos concentramos en los segmentos que tienen 5, 22, 56 y 75 vacas en ordeño, como promedio (véase el cuadro a continuación)-

Cuadro N° 7. Estimación del potencial de fincas para un programa de biogás

Segmentos	Promedio de vacas ordeño	Explotaciones	Total vacas	Vacas en ordeño
Total		68917	1030492	468536
< 5 Ha	2	27188	148892	48429
De 5 <50 Ha	5	32649	371537	176132
De 50.01 -250 Ha	22	8008	330174	175224
De 250.01 - 500 Ha	56	630	69219	35436
500 Ha y mas	75	442	110670	33315
Potencial		41,729	881,600	420,107

Fuente: Estimación propia con datos INE 2009

El resultado es un potencial aproximado de 41,729 fincas a nivel nacional. En gran parte de estas fincas, se estima que el consumo de leña es dominante.

Durante la gira se pudo constatar que en muchas de las áreas y fincas visitadas, la casa finca esta ubicada a cierta distancia de los corrales de ordeño donde se realiza la recolección del estiércol. Si la distancia es muy larga se incrementan los costos para la instalación del biodigestor para uso domestico desmotivando al beneficiario para que realice la inversión inicial. Otro aspecto importante identificado, es que muchas de las fincas donde se encuentra un número considerable de vacas de ordeño (arriba de 5 vacas), segmentos identificados como potenciales para la producción de biogás, el cuidado y manejo del ganado se encontraba a cargo de un empleado o mayordomo de finca que normalmente habita con su familia en una casa dentro de la propiedad. Esta situación podría ser una limitante para motivar a una inversión inicial por parte del productor dueño del ganado, ya que no percibe una necesidad real y sentida para el uso del biogás a nivel domestico y será mas difícil que realice dicha inversión para beneficio exclusivo del empleado.

5.3. Voluntad de pago para el uso del biogás

Dado que el enfoque del programa está basado en el mercado, el potencial está directamente relacionado con la voluntad de pago de los posibles beneficiarios.

A diferencia de Nicaragua, en donde ya existen proyectos en que el productor está asumiendo el costo total del biodigestor instalado, pagando con producto (leche)¹⁵, en Honduras, diferentes proyectos y ONGs están trabajando de manera aislada en la introducción del uso de biodigestores a través de donaciones. No obstante, hay experiencias alentadoras recientes donde el beneficiario está aportando más del 40% del valor del biodigestor, incluyendo el transporte hasta el lugar de instalación. Este aporte del beneficiario se realiza con materiales y mano de obra,

¹⁵ Caso de la Cooperativa NICACENTRO en Matagalpa, Río Blanco y Boaco.

para la protección del biodigestor (modelo saco plástico) y en otras ocasiones, el aporte es en efectivo dado que hay que pagar el transporte y el albañil (caso modelo de domo fijo). Estas experiencias donde el productor paga en efectivo una parte del costo total del biodigestor revela la buena voluntad de pago de las familias rurales, a cambio de sustituir la leña por el biogás. Esta voluntad de pago es más notoria en finqueros con más de 50 cabezas de ganado, lo que se pudo corroborar en la gira de campo.

Cuadro N° 8. Aporte de los beneficiarios en proyectos de biogás en Honduras

Proyecto	CATIE- Focuencas	Club Rotario/DIMA	AHPROCAFE Copán	Fundación Simiente
Modelo de biodigestor	Saco plástico 4m3	Domo fijo 12 m3	Domo fijo 12 m3	Saco plástico 12 m3
Aporte del beneficiario	Mano de obra + transporte	Mano de obra + transporte	Mano de obra+ transporte	Mano de obra+ transporte
Monto Lps.	1,500.00	3,500.00	6,700.00	1,500.00
Aporte del proyecto (donación)	Materiales y Asistencia Técnica	Materiales y Asistencia Técnica	Materiales y Asistencia Técnica	Materiales y AT y Capacitación grupal
Monto Lps.	3,500.00	10,000.00	10,800.00	9,500.00

Fuente: Gira de campo, 2010

Del cuadro anterior se puede apreciar que mientras en el proyecto CATIE-Focuencas, el productor asumió aproximadamente el 30% del costo total, en el proyecto Club Rotario/DIMA éste asumió el 26% del costo. En el proyecto AHPROCAFE de Copán el productor asumió el 38%, mientras que en el proyecto Fundación Simiente el productor asumió el 13% del costo total. Todo ello nos revela la existencia de un potencial de mercado para la instalación de biodigestores a nivel nacional. Pero, se requiere clarificar hasta dónde y en qué casos el productor estaría dispuesto asumir el 80 y 100% del costo total del biodigestor instalado. A diferencia de Nicaragua, en Honduras aun no se han implementado proyectos que vendan los biodigestores a bajo costo o que sean pagados íntegramente con producto.

6. Análisis de Factibilidad

Establecido el potencial aproximado de 41,729 unidades, la factibilidad técnica del programa tiene que ver principalmente con la capacidad de pago de los posibles beneficiarios, el uso actual del estiércol de ganado y el diseño técnico más apropiado del biodigestor que se pueda adaptar al rango climático, la disponibilidad de materiales para su construcción y la disponibilidad de crédito a nivel rural.

6.1. Factibilidad Técnica

6.1.1. Capacidad de Pago

Honduras tiene una población estimada en 7,1 millones de habitantes, de los cuales el 54% vive en las áreas rurales. La mayor parte de la población vive por debajo de la línea de pobreza (64%) y un 46% de ella vive en condiciones de pobreza extrema ubicando al país como uno de los que posee los mayores índices de pobreza rural en Centroamérica. La pobreza se centra en las zonas rurales, donde la agricultura es fundamental para el ingreso de los más pobres, ya que es la fuente primaria de los medios de vida. La importancia del sector agrícola ha disminuido en la economía nacional durante la última década, pasando de representar el 20 por ciento del Producto Interno Bruto (PIB) en el año 1990 a un 13,5% del PIB en el año 2000. Similar tendencia se presenta en el sector ganadero, lo que se debe a una serie de factores, entre los cuales se encuentran: 1) cambios de preferencias por parte de los consumidores; 2) pocos incentivos crediticios a la actividad ganadera y 3) aparición de nuevos rubros agrícolas alternativos, como por ejemplo el aumento de la palma africana para la producción de biodiesel, la cual ha desplazado tierras de la ganadería para la producción de este cultivo.

“A pesar de ello, el sector lechero ha mostrado un crecimiento importante durante la última década. La producción lechera se incrementó un 49% en el período 2000–2006. El sector lácteo contribuye con aproximadamente el 14,5% del PIB agrícola de Honduras y es una fuente importante de ingreso para el sector rural Hondureño. El sector ofrece 100 mil empleos directos y 200 mil empleos indirectos” (Díaz E Cruz D 2006).

Producción de leche, según tamaño del hato

Los resultados de la encuesta del INE 2009, señalan que en la **época de verano** existe la cantidad de 468,537 vacas bajo ordeño, las cuales producen 1.79 millones de litros de leche diariamente. El rendimiento promedio de leche para este período del año es de 3.8 litros por vaca al día. Los dos estratos de explotaciones de mayor producción de leche son: el de 10 a 49 cabezas, al producir el 22.9% (409,791 litros diarios) del total y el de 50 a 249 cabezas que alcanza una producción equivalente al 47.6% (852,581 litros diarios) de la producción de leche del país.

En gran medida la producción de leche está en relación directa con la disponibilidad de alimento dentro de la ganadería tradicional, que en el caso de Honduras es la predominante, es así, que siempre se espera mayor producción de leche en la **época de invierno**. De acuerdo con los resultados de la encuesta, en este período se reporta una población ganadera bajo ordeño de 558,248 vacas que producen en promedio 2.44 millones de litros diarios. Esta producción láctea se alcanza con un rendimiento de 4.4 litros/ vaca/día. Las explotaciones de mayor producción son aquellas que están ubicadas en los estratos de 50 a 249 cabezas, al alcanzar el

44.3% (1'081,801 litros/día) de la producción total. Le sigue en su orden de importancia las explotaciones del estrato de 10 a 49 cabezas, que diariamente producen el 25.9% (633,509 litros/día) del total nacional.

La Capacidad teórica de pago

Asumimos que la capacidad de pago de estos productores rurales que tienen ganado, que en su mayoría consumen leña y desean invertir en una planta de biogás depende de dos condiciones. La primera lo constituyen sus ingresos por leche y el número de vacas en ordeño, que lo coloca por encima o por debajo de la línea de pobreza. La segunda, los gastos reales de combustible doméstico (leña y GLP). Si el gasto real por el nuevo combustible es mayor que el 10% de sus ingresos por leche, este tendrá dificultades para asumir el pago por algo que ciertamente desconoce. Por el contrario si los gastos por el nuevo combustible son similares a los gastos en leña y GLP, este podrá ser convencido con facilidad (véase el cuadro a continuación).

Cuadro N° 9. Análisis de la capacidad teórica de pago del potencial

mercado		segmentos del mercado potencial		A	B	C	D	E
		Tamaño de las fincas	número de vacas en ordeño	> 5 Ha	5.01 a 50 Ha	50.01 a 250 Ha	250.01-500Ha	mayor de 500
Ingresos por venta de Leche	Ingresos por leche							
	lt/día	Lps/lt						
	Invierno	4.4	6	52.8	132	580.8	1478.4	1980
	Verano	3.8	7	53.2	133	585.2	1489.6	1995
	Total	Total Lempiras/día		106	265	1166	2968	3975
		Total lempiras/año		38690	96725	425590	1083320	1450875
		Total ingresos en US\$		5.58	13.95	61.37	156.21	209.21
		# miembros familia		6	6	6	6	6
		Total ingreso/cápita		0.93	2.32	10.23	26.04	34.87
	Energía Alimentaria	Consumo de leña por familia	Lps/año	6789.00	6789.00	6789.00	6789.00	6789.00
Consumo de GLP por familia		Lps/año	0	0	3000	3000	3000	
Total gastos		Lps/año	6789.00	6789.00	9789.00	9789.00	9789.00	
		% /ingresos		17.55	7.02	2.30	0.90	0.67

Fuente: Elaboración propia con datos Encuesta INE 2009 y Gira de campo

Del cuadro anterior se puede apreciar que los productores del segmento A, no tienen capacidad de pago, dado que sus gastos en energía constituyen más del 17% de sus ingresos por leche. Por otro lado, el segmento A definitivamente no ingresa en el potencial dado que el número de vacas en ordeño con el manejo actual no le permiten obtener el volumen suficiente de estiércol para producir biogás,. Este segmento está siendo atendido actualmente por los diferentes

proyectos de manera aislada. En el segmento B, un productor con 5 vacas en ordeño, tiene un nivel de ingresos que se encuentra ligeramente por encima de la línea de pobreza y su gasto anual en energía domestica significa el 7.02% de sus ingresos por leche. Teniendo voluntad de pago este productor puede ser un beneficiario del futuro Programa Nacional de Biogás. Para el siguiente segmento C (22 vacas en ordeño), donde el productor tiene un mayor gasto en energía (combina leña y GLP), sus ingresos se complementan con el ganado de carne asumimos que su capacidad de pago no es un problema, dado que su gasto en energía es equivalente al 2.30% de sus ingresos por leche. Para los segmentos E y D, también asumimos que tienen capacidad de pago, dado que sus gastos en energía oscilan entre 0.90 y 0.67% de sus ingresos por leche.

- **La capacidad efectiva de pago**

Aun teniendo una capacidad teórica de pago el productor no se interesará por un crédito para el biodigestor si tiene leña a disposición. Puede invertir en un eco-fogón si su costo es menor¹⁶. Por ello vale la pena ilustrar y comparar la capacidad efectiva de gasto en infraestructura de energía domestica con la capacidad teórica.

Cuadro N° 10. Análisis de la capacidad efectiva de pago versus la capacidad teórica

Factores diferentes por zonas de referencia	Francisco Morazán (Valle de Ángeles, comunidad Cerro Grande)	Cortes Club Rotario/DIMA, Fundación Merendón (comunidad El Gallito)	Copan AHPROCAFE/ mancomunidad Higuito (comunidad El Porvenir)	Copan AHPROCAFE/ mancomunidad Chortí (comunidad Santa Ana de Jesús)	Valle Fundación Simiente, Comunidad La Isleta I, en Concepción de María, Langué
Nº cabezas de ganado	0	0	100	20	0
Nº cabezas de ordeño	0	0	20	3	0
Ingresos por leche	0	0	96725.00	38690.00	0
Capacidad teórica			9672.50	3869.00	
Gasto por biodigestor	1500.00	3500.00	6700.00	5000.00	1500.00
Gasto por Eco fogón	1500.00	1000.00	1500.00	0	1500.00
Gasto Efectivo total	3000.00	4500.00	8200.00	5000.00	3000.00

Fuente: Elaboración propia con datos de campo

En ambos casos en que se dispone de ganado y de ingresos por venta de leche la capacidad teórica es similar al gasto efectivo total en energía domestica. En el primer caso el gasto efectivo (Lps 8,200) es inferior en 15%, a la capacidad teórica estimada; mientras que en el segundo caso (Lps 5,000) es superior en 29%.

¹⁶ El costo de un Eco fogón instalado oscila entre 2000.00 y 3000.00 Lempiras. La mayoría de proyectos que realiza donaciones de eco-fogones solicita la participación de gastos en un 50% del beneficiario.

6.1.2. Oferta de Crédito Rural

En Honduras funcionan actualmente 3,760 Cajas Rurales de Ahorro y Crédito, entidades financieras de carácter benéfico social y en un ámbito de actuación territorialmente limitado. La figura de cajas rurales se enuncia por primera vez en la ley de Modernización y de Desarrollo del Sector Agrícola, promulgada en 1992. En 1993 se emite una ley específica a través del Acuerdo 201-93 para la creación de cajas de ahorro y crédito rural. Sin embargo, las cajas rurales que se han constituido surgieron por iniciativa de las organizaciones comunitarias de base y operan bajo sus propios esquemas desde el año de 1996 con el apoyo brindado por los proyectos de desarrollo rural, principalmente los ejecutados a través de la Secretaria de Agricultura y Ganadería (SAG), a través de financiamiento alternativo donde el aporte principal lo constituye el ahorro¹⁷. Las cajas rurales pueden tener una cartera crediticia no mayor de Lps. 1,000.000. y no menor de Lps. 2,000.00. y con un mínimo de 20 asociados. Solo FUNDER, asesora y brinda asistencia técnica y financiera a más de 531 cajas rurales en 12 departamentos del país¹⁸, entre ellos se incluyen departamentos con alto potencial ganadero: Olancho, El Paraíso, Choluteca, Cortes y Colon. La cartera de préstamo anual de estas 531 cajas rurales es de Lps. 120 millones y el promedio de préstamo por socio es de aproximadamente \$ 350.00.

No obstante, "La capacidad de este tipo de entidades para transformar la situación financiera de los agricultores pequeños, no está comprobada todavía. Por otra parte, las graves dificultades en que ha entrado FINACCOOP, agencia de financiamiento rural promovida por la USAID, sirven para subrayar la vulnerabilidad de las instituciones financieras que se exponen en este sector. Si todos los miembros del grupo enfrentan riesgos similares, los mecanismos solidarios no son una fuente de seguridad para fuentes financieras de segundo piso. Por ejemplo, si todos pierden sus cultivos debido a una sequía o inundación, no queda nadie con la capacidad para responder ante terceros por las obligaciones del grupo". (Walker I y Pino N 2004)

De acuerdo con datos de REDCAMIF 2009¹⁹, la cartera bruta de las IMF de Honduras mostró un crecimiento vigoroso de 40% anual hasta 2007, pero en 2008 dicho resultado fue moderado (7%) respecto a los años anteriores. A Diciembre de

¹⁷ Las lecciones aprendidas según PNUD son: Las Cajas Rurales son una alternativa para el combate a la pobreza; a través de micro financiamientos, los beneficiarios tienen la oportunidad de acceder a préstamos para actividades productivas, micro empresariales y de consumo. Las cajas rurales están sentadas sobre el principio de solidaridad, lo que favorece la credibilidad local, unidas por el común denominador de la pobreza. Para garantizar la actualización y seguimiento de las cajas rurales, FONADERS deberá mantener una estrecha relación con las organizaciones que apoyan regionalmente las cajas rurales (PNUD 2009. Cajas Rurales de Ahorro y Crédito en Honduras).

¹⁸ Entrevista con Ángel Meza (FUNDER Agronegocios)

¹⁹ Red Centroamericana de Micro-financieras 2009. Informe de Benchmarking de las Micro-finanzas en Honduras

2008 las 14 IMF hondureñas adscritas a la RED²⁰ acumularon una cartera bruta de USD 168.1 millones, distribuidos en 172,062 préstamos. De esta última cifra, el 94% estuvo representado por créditos a la Microempresa. No obstante, se observó una leve predisposición hacia la diversificación en la oferta crediticia de las IMF hondureñas, reflejado en el aumento de los créditos otorgados en productos distintos a Microempresa, de los cuales los créditos de Consumo fueron los más dinámicos (incremento de 7.8% en el número de colocaciones a 2008). Las IMF hondureñas cerraron sus operaciones en 2008 dando muestra de los primeros signos de desaceleración en el dinamismo de la industria. Los retornos de las operaciones cayeron en razón de los mayores gastos relacionados al incremento de la cartera afectada.

Las perspectivas para 2009 evidencian que la morosidad continuó creciendo superando los dos dígitos (10.4% en Abril, 11.9% en Junio y 14.2% en Octubre 2009). A ello se suma el panorama de menores ingresos de los clientes, sea por el lado de la desaceleración en sus actividades productivas (comercio relacionado fundamentalmente al turismo), como a las remesas familiares recibidas⁸. La situación política nacional en la segunda mitad de 2009, también es un factor que aumenta el riesgo de las operaciones en el país, con el consecuente alejamiento y desmotivación de actuales y posibles inversores.

“Ante esta situación, es de esperarse que las IMF acentúen el criterio prudencial en sus operaciones, respecto a la cuidadosa evaluación de nuevas colocaciones y manejo eficiente de sus recursos. El desafío en los próximos años es ir construyendo una industria micro-financiera de sostenibilidad a largo plazo con el consecuente fortalecimiento de las instituciones que la integran.” (REDCAMIF 2009).

De todo lo anterior, se deduce que hay disponibilidad de crédito rural, a través de las instituciones micro-financieras y de las cajas rurales. Sin embargo, el sistema atraviesa por un momento de contracción y desaceleración de operaciones, sobre todo luego del golpe de Estado. Finalmente, llama la atención que a pesar de la oferta de crédito rural, se desconoce la colocación de créditos en biodigestores. La mayoría de biodigestores fueron construidos con donaciones y con subsidios (>50% del costo).

Para los medianos productores, el acceso a crédito está más orientado a Cooperativas de Ahorro y Préstamo y la banca privada nacional. Las cooperativas de ahorro y préstamos además ofrecen una diversificación de servicios como intermediadores financieros. En el país existen 80 Cooperativas aglutinadas bajo la Federación de Cooperativas de Ahorro y Crédito de Honduras, Ltda. (FACACH) y son

²⁰ ADICH, Bancovelo, OPDE, FINCA-HND, FINSOL, FUNDAHMICRO, FUNEDH, HDH-OPDF, World Relief Honduras, FAMA, ODEF Financiera, FUNDER, CARE, CLUSA.

parte del Sector Social de la Economía en Honduras. Tradicionalmente, las cooperativas de ahorro y préstamo ofrecen condiciones de crédito más flexibles que la banca tradicional del país, por lo que resultan instituciones de crédito interesantes en el área rural y semi rural.


6.1.3. Uso actual del estiércol de ganado

El uso del estiércol de ganado bovino en Honduras, no es una práctica muy difundida como en Asia y África, donde se usa como combustible para quemar y como material de construcción. Algunos proyectos de desarrollo han promovido el uso del estiércol de ganado como ingrediente para la fabricación de abono orgánico en algunas zonas del país, pero con poco éxito.

De acuerdo con MULTICONSULT/SNV 2008, la Federación Nacional de Ganaderos y Agricultores de Honduras (FENAGH), reporta que el aprovechamiento del estiércol de ganado en fincas ganaderas no se ha abordado como gremio sino de manera individual. Consultas realizadas con algunos ganaderos cuyos contactos fueron proporcionados por la FENAGH, evidencian que ellos tienen conocimiento del tema y muestran interés ante un eventual programa de cooperación.

Más recientemente se está promoviendo la utilización del estiércol mediante biodigestores, la mayoría del tipo Taiwán o de saco plástico. Este biodigestor sin embargo, ha sido construido con diferentes estándares de calidad, algunos de los cuales podemos apreciar del cuadro siguiente:

Figura N° 6. Biodigestores tipo Domo fijo y Bolsa plástica o Taiwán comunes en Honduras

			
Valle de Ángeles 4m ³ CATIE-FOCUENCAS	El Gallito 6 m ³ DIMA San Pedro Sula	Santa Ana, 12 m ³ Proyecto Norte Copán	La Isleta I, 12 m ³ Fundación Simiente

Se ha observado que estos biodigestores tienen un buen comportamiento en zonas cálidas si se provee una buena protección, al abrigo de cerdos, gallinas y otro ganado menor y otros factores que pueden dañar el biodigestor. No obstante, uno de los problemas observados con el uso de biodigestores de saco plástico, es su

limitación para el uso en zonas más allá de los 1000 msnm, en que la temperatura alcanza alrededor de 20° C promedio y menos. En la franja de 15-20 °C el proceso de biometanización se vuelve lento. Por el contrario en zonas con más de 1,000 msnm el modelo de domo fijo puede funcionar bastante bien, inclusive con residuos vegetales (hortalizas). El uso eficiente del bio-abono solo se logra apreciar en 2 de los 6 casos visitados.

6.1.4. Condiciones climáticas y disponibilidad de Agua

“La ubicación de Honduras, entre dos masas de agua tibia (Pacífico y Atlántico), la orientación de sus principales cordilleras respecto a la dirección de los vientos Alisios con rumbo este – oeste y la presencia de una gran masa natural de agua, contribuyen a que en el territorio se tengan zonas extremadamente calientes y húmedas como el Litoral Atlántico. Además, áreas muy frías y pluviales como sucede en los picos altos de las cordilleras, con la presencia del piso montano y climas bastante secos y cálidos con menos de 500 mm de lluvia promedio total anual, como ocurre en algunos sitios de la zona Sur. En general, el país cuenta con un clima entre húmedo y seco” (SERNA 2000)²¹.

La estación seca es producto del avance de los vientos Alisios hacia el sur, que al pasar sobre la divisoria de aguas al lado del Pacífico se calientan y dan origen a un efecto de sequía. Por su latitud, Honduras debería poseer un clima más húmedo y caliente, sin embargo, éste es modificado por su quebrada topografía y durante la presente década, por alteraciones a la masa boscosa y los disturbios climáticos producto del fenómeno del Niño (conocido técnicamente como el ENOS – El Niño Oscilación Sur).

La estación seca y canícula en las regiones Sur e Intra-montana, están asociadas al fortalecimiento y desplazamiento al oeste del anticiclón del Atlántico Norte, ubicado sobre las Islas Bermudas durante esta época del año que provoca un aumento de velocidad de los Alisios.

Los contrastes ecológicos, producto de las características geomorfológicas y climáticas del territorio nacional, determinan la presencia de una alta diversidad de ecosistemas, los cuales van desde los océanos, lagos, lagunas, ríos y arrecifes hasta los bosques nublados, secos tropicales y subtropicales. Se han identificado 8 de los 14 ecosistemas terrestres de primer orden o zonas de vida que existen en el país. El bosque húmedo subtropical y el bosque húmedo tropical, según Holdrige (1962), son las principales zonas de vida existentes en el país, éstas se caracterizan por poseer una compleja variedad florística que incluye coníferas y plantas de hoja ancha. Es por esta razón que las mismas son las más representadas en las áreas de conservación existentes en el país. Por sus

²¹ Primera Comunicación de Honduras a la Convención marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático

características ecológicas, estos ecosistemas son muy frágiles, con limitaciones en su capacidad de carga.

La alteración de la cobertura boscosa original ha influido para que en la actualidad se encuentren altamente degradados y para que su productividad haya disminuido. Honduras es el país centroamericano con la mayor cobertura de bosques. Según AFE/COHDEFOR, basado en un mapa forestal en preparación, la cobertura forestal actual es de 5 millones 700,400 mil hectáreas (5'700,400 ha) que corresponden al 50.7% del uso actual de la tierra del país. AFE/COHDEFOR determinó en 1996 una pérdida anual de 108,000 hectáreas, entre 1962 y 1990. Esta misma fuente indica que la mayor pérdida se registra en el bosque latifoliado, cuya deforestación se ha producido principalmente en las regiones Atlántica, Central y Oriental.

Existe una alta vulnerabilidad a la sequía, en 48 municipios correspondientes a los departamentos de Choluteca, El Paraíso, Francisco Morazán y Valle.

Honduras presenta buenos niveles de precipitación favoreciendo un mejor manejo de pasturas dedicadas a la crianza de ganado especialmente en zonas con mayor potencial ganadero. Sin embargo, en las épocas de sequía, los pequeños productores deben conducir sus hatos ganaderos en grandes distancias en busca de agua en ríos y reservorios. Los grandes productores normalmente cuentan con estanques de agua permanentes y temporales para el ganado. Esto es más notorio en algunas zonas de Choluteca, El Paraíso y algunos sitios específicos de Olancho. La época de sequía se presenta anualmente desde el mes de Noviembre a Mayo.

6.1.5.El diseño técnico más apropiado del biodigestor

Dado que en Honduras ya se ensayaron un buen número de biodigestores, (cerca de 500 unidades instaladas), es preciso identificar el modelo más apropiado, según sus ventajas y desventajas. Un Programa Nacional de Biogás necesita de 1 a 2 modelos para proveer al usuario de alguna variedad de escogencia en su aprovisionamiento de energía doméstica. Con el fin de ilustrar esto presentamos una tabla con las ventajas y desventajas de los 3 modelos de biodigestores más conocidos en Centroamérica en los últimos 20 años.

Del cuadro siguiente podemos deducir que el modelo Taiwán, o de saco plástico, a pesar de ser el más difundido tiene sus limitaciones, por el clima, por el ciclo de vida útil y por el material plástico importado; aunque su ventaja comparativa de ser mas barato que los demás le permite un mejor posicionamiento entre los usuarios, promovido por los proyectos. El modelo de campana flotante ha dado buenos resultados en algunos lugares de Centroamérica, pero el costo del hierro que es el componente de la campana cada vez más alto, lo hace menos competitivo. El modelo de domo fijo podría ser el más competitivo dado que la mayoría de los materiales para su construcción existen localmente y que en un Programa Nacional

se podría disponer de una asistencia técnica constante. Además que en Honduras, más que en Nicaragua, ya existe un personal capacitado en la construcción de este modelo.

Cuadro Nº 11. Ventajas y Desventajas de los biodigestores construidos en Centroamérica

Modelos	Ventajas	Desventajas	Recomendaciones
Modelo Taiwán saco plástico	Bajos costos Fácil transporte Construcción plana	Sensible a daños Poco trabajo propio posible No se crean fuentes de trabajo local El plástico es importado	Donde no hay peligro de que se dañe la pared de la bolsa y donde predominan temperaturas altas y constantes
Modelo de domo fijo o Chino	Altas temperaturas en el digestor Fácil limpieza, descarga y mantenimiento Bajos costo de construcción	Corta vida útil (cerca de 5 años) Algunas veces no están bien selladas Presión de gas muy alta Manejo complicado Bajas temperaturas de fermentación	Donde la obra de construcción es supervisada por técnicos con mucha experiencia en materia de biogás. Los usuarios deben ser asesorados con regularidad
Modelo Hindú o de campana flotante	Construcción subterránea Protegido contra bajas temperaturas Crea fuentes de trabajo local Manejo fácil y razonable	Altos costos de construcción de la campana Costo de mantenimiento alto, trabajo de pintura Muchas piezas metálicas que se corroen con facilidad Tiempo de vida corto en climas tropicales 5 años de vida para la campana	Aun con estas desventajas se pueden usar campanas flotantes de vidrio o polietileno compacto, sin embargo con costos más altos.
	No posee partes móviles No posee partes metálicas Tiene larga vida útil 20 años o mas		
	Presión de gas constante		
	El gas almacenado es directamente visible		
	Pocos errores posibles en la construcción		

Fuente: Elaboración propia con datos estudio CIPRES (León et al 2003)

El modelo de biodigestor a promover tendría que ser aquel que utilice la mayor cantidad de productos locales y que dichos productos locales sean los menos contaminantes y baratos posibles. El modelo saco plástico y domo fijo, guardando los parámetros de su vida útil, pueden competir dentro de un Programa Nacional de Biogás, en condiciones similares, dependiendo del análisis económico financiero.

6.1.6. Disponibilidad local de los materiales

Tanto para el modelo de domo Fijo, como para el modelo de saco plástico los materiales están disponibles en casi todo el territorio nacional, a excepción de las zonas altas donde el transporte puede encarecer la provisión de materiales.

Cuadro N° 12. Precios locales para los materiales e insumos de biodigestores

Insumos y materiales por diferentes zonas de referencia	Francisco Morazán (Valle de Ángeles, comunidad Cerro Grande)	Cortés (Cordillera Merendón (comunidad Gallito)	El Copán AHPROCAFE/ (comunidad El Porvenir)	El Copán AHPROCAFE/ (comunidad Santa Ana de Jesús)	Valle Comunidad Isleta I, en Concepción de María	La en de
Biodigestor	Saco plástico	Domo Fijo	Domo Fijo	Saco plástico	Saco plástico	
Ladrillos, Lps/u		1.90-2.00	2.50-3.00			
cemento Lps/qq	135.00	130.00	130.00	130.00	150.00	
Arena Lps/m3	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	
Plástico salinero	65 Lps/metro			50.00 Lps/m		
Plástico tubular	importado			Importado	Importado	

Fuente: Elaboración propia con datos de campo

Del cuadro anterior se puede apreciar que hay disponibilidad de los materiales para ambos tipos de biodigestores, en las diferentes zonas de referencia, siendo que para el insumo saco plástico tubular en todos los casos es importado. Mientras que todos los materiales para la construcción del biodigestor domo fijo son nacionales y con disponibilidad local.

6.2. Factibilidad Ambiental

6.2.1. Impacto Ambiental Directo

El biogás es un producto limpio desde el punto de vista ambiental y su impacto es positivo al sustituir la leña y el GLP como combustible de consumo domestico. Al sustituir la leña en los fogones tradicionales proporciona un ambiente limpio sin humo que es el causante de enfermedades IRA²², comunes en el medio rural. Del mismo modo, al sustituir el GLP en el consumo domestico se logra evitar el consumo de hidrocarburos y su consecuente contaminación a la atmosfera. En resumen su factibilidad ambiental directa se puede sintetizar en lo siguiente:

- Combustible limpio al estilo de GLP y sustitución de la leña
- Produce un bio abono que puede sustituir en parte el abono completo y la urea de naturaleza sintética.
- Libera tiempo para el usuario (en especial mujeres y niños en áreas rurales) en 1-2 horas
- Contribuye a mitigar el impacto de la fermentación entérica (al aire libre) del excremento del ganado.

²² Infecciones Respiratorias Agudas IRA

- Contribuye a mitigar el impacto de la generación de metano por descomposición de residuos orgánicos, vegetales y animales
- Contribuye a mantener la inocuidad en el área de la cocina disminuyendo la acción de patógenos

- Impacto Ambiental Indirecto

La factibilidad ambiental del uso del biogás también está relacionada con su impacto indirecto sobre los ecosistemas naturales actualmente abatidos por el consumo de leña en el país. El potencial de impacto ambiental positivo del biogás sobre el consumo de leña es alto aun cuando no se logra sustituir el 100% de la leña consumida en el área rural.

El impacto ambiental que podría producir una reducción del 50% del consumo de leña en 41,729 hogares rurales alcanza magnitudes de 119,868 toneladas de leña por año no consumidas y por lo tanto con un impacto directo en las áreas de bosque natural inmediatas.

El potencial de deforestación evitada podría alcanzar cifras importantes, como 7,996 Ha de bosques de tipo Tacotal en zona seca (5-10 años de edad), o 3,807 Ha de bosque secundario (10-20 años de edad) de zona seca, o 1,000 Ha de bosques latifoliados con estructura primaria; o un aproximado de 4,302 Ha de bosque de Pino joven, o 2,765 Ha de Pino en desarrollo, según donde sea la afectación directa por pique de leña. Por otro lado sería el equivalente del impacto de una plantación energética de Eucalipto de 2,539 Ha. Véase el cuadro:

Cuadro N°13. Impacto del uso de Biogas en diferentes masas forestales de Honduras (Ha)

Impacto Ambiental			Impacto	m3 Latifoliada bosque seco			m3 pinares		Plantación
				Tacotal	Secundario	primario	joven	en desarrollo	Eucalipto
consumo de leña	kg/día	15	50%	Joven	en regeneración	intervenido			Camaldulensis
consumo kg/año		5475		5- 10 años	10-20 años	> 20 años	15-20 años	30-40 años	5 a 10 años
total hogares		41729		10 m3/Ha	30 m3/Ha	80 m3/Ha	45 m3/Ha	65 m3/Ha	45/ton/Ha
Total Kg/año	228466275								
Total Ton/año	228466.275			114233.138					
superficie de impacto	en Ha				7,996	3,807	1,000	4,302	2,765

Fuente: Elaboración propia con datos Barahona et al 2009

Pero además habría un impacto ambiental positivo al nivel global al evitar emisiones del tipo GEI, que el estiércol de ganado produce en su proceso de descomposición al ambiente, logrando de esta manera mediante su uso y consumo en el biodigestor tener un impacto positivo en el medio ambiente global. Contribuye a la mitigación de gases de efecto invernadero CO₂ (evita combustibles fósiles), CH₄ (evita fermentación entérica del ganado), N₂O (sustituye el uso de abonos sintéticos que producen gases GEI)²³.

6.3. Factibilidad social

La factibilidad social de un Programa Nacional de Biogás está relacionada con el grado de aceptación que puede tener el uso del biodigestor en el medio rural. En este tema el rol de la mujer en la toma de decisiones y el mantenimiento de la finca es fundamental. De la gira de campo y de las visitas a biodigestores funcionando, podemos deducir que la mujer del hogar, que está directamente vinculada con los quehaceres domésticos, tiene una aceptación muy positiva al uso del biogás por 5 razones fundamentales, que coincide con las mencionadas por el estudio (León et al 2003):

1. No tiene que levantarse temprano para buscar leña y preparar el desayuno, principalmente en la época lluviosa
2. Es beneficioso para la salud ya que el biogás es limpio y no quema produciendo humo
3. Los utensilios(cacerolas) de la cocina se mantienen limpios
4. Menos desgaste físico para las mujeres de la casa
5. Mas tiempo libre para descansar y/ o dedicar a otras actividades

El primero y último aspecto tiene que ver con el tiempo de recolección de leña, en el medio rural en Honduras. Esto varía en cada departamento, pero el rango de variación en Honduras se encuentra entre 1 a 2 horas.

El segundo elemento de especial importancia que atender en cuanto a las decisiones para invertir en un biodigestor a nivel rural se relaciona con las relaciones de poder en la familia. En Honduras, como en muchos otros países, es normal que sean los hombres quienes administran la producción y los ingresos familiares en el medio rural. Por lo que nuevas inversiones en cambios de combustibles, que traerán nuevas asignaciones de tareas domesticas, deberán

²³ En el 2007 se comercializo un total de 5.8 millones de Quintales de fertilizantes en Honduras. En el 2006 importo 48.7 millones de Dólares, principalmente de Canadá, Rusia, USA y El Salvador (SENASA 2007).

lograr un consenso. Normalmente, la alimentación del biodigestor implicará una nueva asignación de tiempo productivo para el hombre (0.5 a 1.00 hora). La toma de decisión enfrentará obstáculos importantes que deberán ser contemplados con buenos argumentos, válidos en el contexto familiar rural: balance monetario de ahorros y gastos, salud familiar y de la mujer, uso del bio abono. Estos son temas a considerarse para la extensión y fomento de un Programa Nacional de Biogás.

El tercer elemento representa la respuesta a la integración de la letrina en la alimentación del biodigestor. Este es un asunto donde las mujeres entrevistadas (5 biodigestores) han manifestado su total rechazo inicial. No obstante, esto parece ser un problema de tiempo, adaptación y adopción de la técnica y uso del biodigestor. Donde el aspecto cultural es un tema a trabajar en el largo plazo.

Un elemento fundamental que debe tomarse en consideración es el uso arraigado del fogón tradicional a base de leña en el hogar rural en Honduras. Esta situación implica que inicialmente se podría considerar el uso del biodigestor acompañado de la construcción de eco fogones a fin de reducir el consumo de leña y considerando el aspecto cultural de la familia rural hondureña. El uso continuo y exitoso del biodigestor domestico puede contribuir a mediano y largo plazo a la eliminación total o reducción considerable del uso de la leña en el área rural.

6.4. Factibilidad Económica Financiera

La factibilidad económica financiera se efectuó de manera comparativa utilizando los modelos de saco plástico o Taiwán y el modelo de domo fijo o chino. Se consideró que en ambos casos una planta de biogás de 4 m³ es suficiente para sustituir 50% de la leña que se consume en el sector domestico rural.

6.4.1. Análisis Financiero

Para el análisis financiero se considero un costo de inversión de Lps 15,900.00 para el modelo domo fijo, y de Lps 12,400.00 para el modelo saco plástico²⁴. Un costo de mantenimiento equivalente al 2% del costo de inversión, un subsidio equivalente al 20% de la inversión, un pago adelantado por parte del beneficiario equivalente al 10% de la inversión. El crédito disponible a una tasa de interés 16% anual y a 3 años termino. Del análisis financiero se puede apreciar que se logra un TIR de 29% con el modelo domo fijo y de 23% con el modelo saco plástico, al sustituir 50% de la leña. También se puede apreciar que si se logra sustituir el 100% de GLP de los

²⁴ El costo neto del modelo Saco plástico es de Lps 9,484.00, que adicionado el 30% de servicios después de ventas alcanza Lps 12,389.00 . Mientras que el modelo Domo fijo tiene un costo neto de Lps 12,220.00 y adicionados el 30% de servicios después de venta alcanza Lps 15,886.00

usuarios el TIR disminuye; este alcanza 23% con el modelo de domo fijo y 7% con el modelo saco plástico.

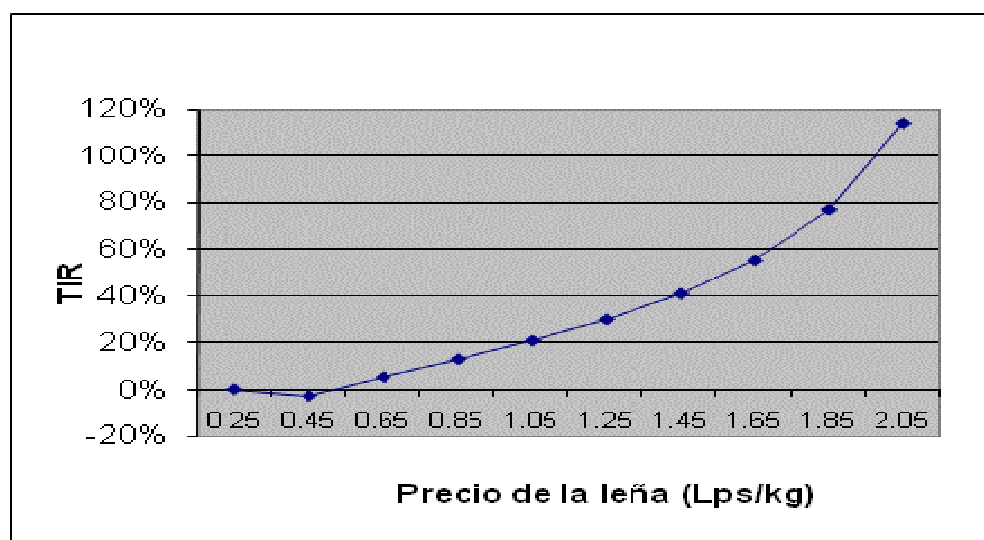
Cuadro N° 14. Principales asunciones para el Análisis Financiero del uso del biogás

Asunciones	Modelo Domo Fijo	Modelo Saco Plástico
Costo de la inversión	15,900.00	12,400.00
Costo mantenimiento	318.00	248.00
Subsidio	3,180.00	2,480.00
Costo neto	12,720.00	9,920.00
Pago adelantado	1,590.00	1,240.00
Monto del crédito	11,130.00	8,680.00
Pago anual del crédito	-4,955.00	-3,864.00
Ciclo de vida en años	15	5
Condiciones del crédito	Tasa de interés 16%, a 3 años termino	
Consumo de leña (100%)	5,475 kg/familia/año	
Consumo de GLP (100%)	136 Kg/familia/año	
Ahorro 50% leña	3,381.00 Lps/año	
Ahorro 100% GLP	3,000.00 Lps/año	
TIR % (leña)	29%	23%
TIR % (GLP)	23%	7%

Fuente: Elaboración propia con datos análisis económico financiero

Bajo las mismas condiciones de análisis el modelo de domo fijo resulta sustancialmente más rentable y superior. Para este modelo el TIR es bastante sensible a la variación de los precios de la leña. A un precio de 1.45 C\$/kg el TIR se incrementa a 40%, mientras que a 1.85 C\$/kg el TIR alcanza 80%. Véase a continuación la figura:

Figura N° 7. Análisis de sensibilidad respecto al precio de la leña



Fuente: Elaboración propia con datos análisis económico financiero

6.4.2. Análisis Económico del uso del biogás

El análisis económico del uso del biogás nos proporciona una idea del alcance económico total, que puede significar para cada uno de los beneficiarios el uso del biogás, durante el ciclo de vida del biodigestor. Este análisis considera además del beneficio directo de la sustitución de la leña, el beneficio de uso del bio abono, el beneficio de la reducción del trabajo domestico, y el beneficio del impacto en la reducción de gases GEI. No se incluye el beneficio en la salud del usuario por la reducción del humo en la cocina, por la mayor dificultad de valorar este impacto. Para valorar estos aspectos se utilizan precios sombra bastantes conservadores, en lugar de elementos financieros. Las asunciones y resultados para el análisis económico se realizaron considerando solo el modelo domo fijo.

Cuadro N° 15. Principales asunciones para el Análisis Económico del uso del biogás

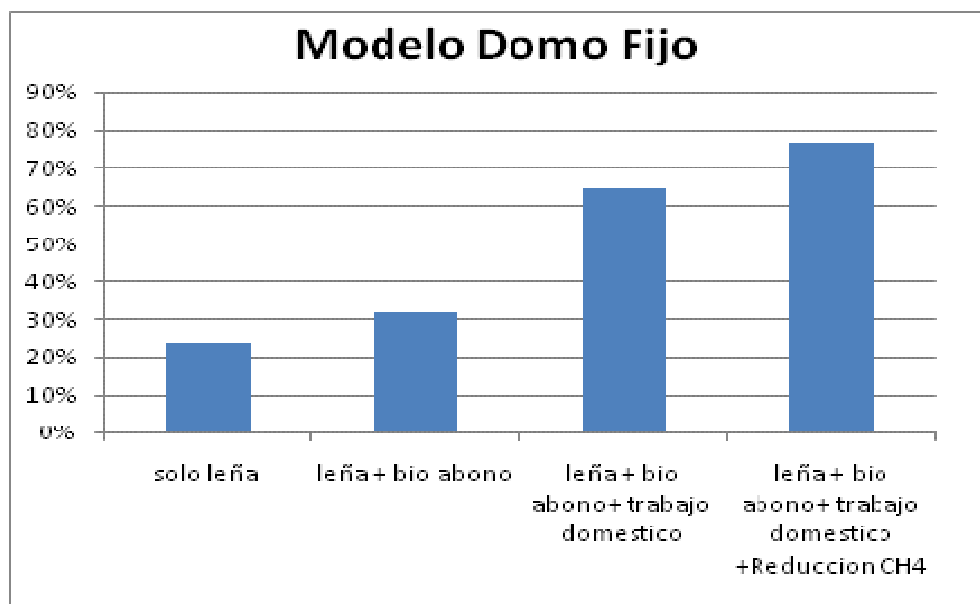
Estructura Costo Beneficio	Valor Financiero	Factor precio sombra	Valor Económico
Costos	Lps		
Saco plástico	0.00	0.60	0.00
Cemento	2700.00	0.60	1620.00
Materiales	4716.00	0.75	3537.00
Mano de Obra	3450.00	0.75	2587.50
Accesorios	1354.00	0.90	1218.60
Garantía y Servicios después de venta	3666.00	1.00	3666.00
Costo Total de Inversión	15886.00		12629.10
Costo Anual de Mantenimiento (2%)	317.72		252.58
Beneficios			
Leña (15 kg/día)	3380.81	0.80	2704.65
LPG (20-25 lb/ mes)	3000.00	0.80	2400.00
Bio abono (equivalente 2 QQ de urea/año)	990.00	0.60	594.00
Tiempo de trabajo domestico (1 hora/día recolección de leña)	3650.00	0.50	1825.00
Reducción de gases GEI	500.00	1.00	500.00
Beneficios Totales por año	11520.81		8023.65

Fuente: Elaboración propia con datos análisis económico financiero

Los resultados de este análisis costo/beneficio se pueden apreciar mejor de la siguiente figura donde se identifica que si el uso del biodigestor solo serviría para sustituir la leña su rentabilidad Económica durante toda la vida del biodigestor sería de 23%, para el modelo domo fijo. Del mismo modo su rentabilidad económica se incrementa si se adiciona el beneficio económico del bio abono, esta alcanza 32%; mientras que si se adiciona el impacto en el trabajo domestico esta alcanza 65%.

Finalmente si se adiciona el impacto en la reducción de gases GEI, su rentabilidad económica alcanza 77%.

Figura N° 8. Análisis del impacto económico por el uso del biogás



Fuente: Elaboración propia con datos análisis económico financiero

De la figura anterior se puede apreciar que la adopción del biogás podría proporcionar una serie de beneficios adicionales que incrementan la rentabilidad económica para el beneficiario (a) rural, que actualmente no le proporciona el cambio a cualquier otro combustible moderno de uso domestico, tal que el GLP y/o la electricidad.

7. Limitaciones para lanzar un Programa Nacional de Biogas

Para asegurar el éxito en la implementación de un Programa Nacional de Biogas basado en el mercado se requiere conocer la demanda potencial para la producción de biogás, la factibilidad técnica y también determinar si los beneficiarios están motivados a pagar por el producto, así mismo identificar la distribución geográfica de aquellos áreas con mayores ventajas comparativas para la producción de biogás.

Para lanzar un programa de biogás domestico rural en Honduras basado en el mercado se requiere previamente realizar las siguientes acciones:

- Cuantificar con mayor detalle la demanda efectiva para el uso y consumo de biogás en Honduras y su distribución geográfica. Esta demanda esta relacionada con la distribución geográfica del las áreas productoras de ganado y altamente potenciales para iniciar un programa. Actualmente, la encuesta de INE 2009 de ganado bovino no permite conocer una distribución geográfica en detalle.
- Cuantificar los gastos en energía domestica en las zonas identificadas de la demanda efectiva ya que la información actual proviene de la encuesta de referencia de Leña del INE del 2001-
- Configurar un mecanismo de financiamiento entre productores, Centros de recolección y enfriamiento de leche CREL y micro-financiera, para la instalación de 150 biodigestores. Un numero conservador de biodigestores instalados tomando en consideración que no se tiene una experiencia de pago por la instalación de biodigestores.
- Configurar las bases logísticas mas apropiadas con los actores relevantes en las áreas potenciales para el lanzamiento de un Programa Nacional de Biogas en Honduras.

7.1. Zonas potenciales para la producción de biogás

Las zonas potenciales para iniciar el programa de biogás inicialmente se han identificado que podrían ser zonas de alta producción de leche, donde el costo de la leña este en incremento y que tengan un índice de electrificación rural bastante bajo y finalmente que haya disponibilidad de crédito. Existen mejores condiciones para el anidamiento y asimilación del Programa en aquellos sectores ganaderos bovinos que están vinculados a cadenas industriales o semi industriales lácteas, que imponen requisitos de inocuidad y trazabilidad al ganado y a la leche fluida. Estas condicionantes de mercado implican el establecimiento de sistemas sanitarios de eliminación de excretas en los sitios de ordeño y/o construcción de salas de ordeño limpio en las fincas, generalmente, con disponibilidad de agua caliente.

Se recomienda investigar los departamentos que a continuación se detallan en el cuadro siguiente.

Cuadro N° 16. Departamentos con alto potencial para iniciar un Programa Nacional de Biogás

Departamento	Potencial	Consumen leña	Producción leche	Electrificación	# Cajas rurales
Olancho	Alto	66,046	16.77%	38.58%	258
Cortes	Alto	68,608	14.83 %	96.66%	127
Santa Bárbara	Alto	62,226	09.00%	43.09%	265
Choluteca	Medio	65,166	10.00%	44.86%	98
Atlántida	Alto	31,812	22.06%	74.04%	50

Fuente: Elaboración propia con datos INE 2009, SERNA 2009, TECHNOSERVE 2010.

Los 5 departamentos aportan más del 70% de la leche comercializada en el país, tienen un alto consumo de leña y un índice de electrificación bajo con la excepción de Cortes y Atlántida. Finalmente estos departamentos tienen una cobertura importante de crédito con cajas rurales.

7.2. Estrategia de financiamiento con los CREL

En Honduras al igual que en Nicaragua parece aconsejable y necesario de dar el paso de estructurar el financiamiento vía producto. Con esto el productor no tiene reparos en las tasas de interés y en el plazo. Pero, esto implica involucrar inicialmente a productores que entregan leche a un CREL, con el financiamiento de la construcción de un biodigestor. Esta es sin duda una inversión donde todos ganan. El CREL gana en seguridad por la inocuidad de la lecha entregada, el productor gana por una mayor calidad de su producto, y el que financia podría ganar en el costo del capital aportado. En la entrevista realizada en Copán donde existen 4 CREL (Florida, San Antonio, Coprolade, y Jorge Bueso), se pudo apreciar detenidamente el proceso de entrega y rechazo de la leche a productores.

Cuadro N° 17. Característica de operación del CREL Jorge Bueso Arias de Santa Ana

Parámetro	Número socios	Venden leche	Capacidad máxima	Fincas involucradas	Distancia máxima	Entrega mínima	Entrega máxima	Precio Lps/lit	Liquidación cada
Indicador	40	27	3000 lt/día	27-29	25 Km	30 lt	300 lt	7.80	15 días

Fuente: Entrevista con Javier Coto Encargado del CREL

El CREL Jorge Bueso, tiene 40 socios o miembros, de los cuales 27 de ellos entregan leche. La capacidad de procesamiento es de 3000 litros/día. Tiene una Junta Directiva que se reúne mensualmente y para ser admitido como nuevo socio se requiere pagar una cuota de admisión de Lps 50,000.00. Este CREL vende a los socios productores: urea, insecticidas, desparasitantes y equipos de fumigación, y los productores pagan con producto. Los productores que entregan leche en los CREL por lo general tienen al menos 30 cabezas de ganado en ordeño.

De 200 CREL planificados en el 2006²⁵, al 2009 se tenían instalados 125 en todo el país, sin embargo no todos estuvieron funcionando. De acuerdo con entrevista a Dr. Luis Alberto Fonseca (SAG-DICTA), se considera que los lugares donde se podría iniciar el programa son: Olancho, Olanchito, Tela, Trujillo, Yoro, Colon, Choluteca, Paraíso, Comayagua, Ocotepeque. Se recomienda corroborar estos lugares de manera directa.

La distribución de estos CREL es casi similar a la distribución de los principales centros de procesamiento de lácteos del país (obsérvese de la figura siguiente)

Figura N° 9. Principales Centros de procesamiento de lácteos en 2008



Fuente: MULTICONSULT/SNV 2008

La figura anterior muestra la localización de los polos de desarrollo de las principales cuencas ganaderas-lecheras hondureñas. Destacan los departamentos

²⁵ Destacó que el rubro de la ganadería es una de las actividades que más ingresos genera al municipio de Olanchito, produciendo más de 20 millones de litros de leche al año, lo que genera más de 170 millones de lempiras en ese municipio. Agregó que específicamente, en el caso del rubro de la leche se contempla la instalación de 200 Centro Recolectores y Enfriamiento de Leche (CRELs) en los cuatro años de gobierno, para potenciar este rubro que anualmente genera más de 200 mil empleos en la zona rural. Por otro lado, el ministro indicó que la próxima semana se instalaran 14 tanques para igual número de CRELs en los departamentos de Comayagua y Copán y cinco en el Olancho, y para ello se están organizando a los productores de esos departamentos. (SAG 2006)

de Olancho, Cortes, Choluteca en el Sur, Atlántida y Santa Bárbara en el Nororiente. En los últimos años, estas cuencas se han ampliado alcanzando hoy en día los departamentos de Copán y Francisco Morazán.

7.3. Actores y socios potenciales

Al definirse el desarrollo de un Programa Nacional de Biogás en Honduras se requiere de un gran número de actores locales con funciones específicas y sincronizadas en torno a un solo objetivo común, desarrollar y diseminar el uso eficiente del biogás. Es recomendable y deseable que, las diferentes funciones sean asumidas por diferentes actores y/o grupos de actores para evitar problemas de conflicto de intereses. A continuación ilustramos las principales funciones y los actores locales posibles.

Cuadro N° 18. Principales funciones y actores para el desarrollo de un Programa de biogás

Funciones	Actores deseables	Función específica
Promoción y mercadeo , incluye el aprovisionamiento de información a potenciales consumidores, beneficios, costos y requisitos mínimos para calificar a un posible subsidio de inversión. Y para determinar el tamaño más apropiado de la planta de biogás.	Club Rotario, Fundación Merendón, Fundación Simiente, FUCOSOH, CEASO AHPPER, PROLEÑA, AHPROCAFE, FENAGH, IHCAFE	Socios estratégicos para la organización y la operatividad del programa
Operación y mantenimiento , de la planta de biogás, que es realizada por los propios usuarios, de la manera más acorde y eficiente, técnicamente.	Los propios usuarios	Incluyendo los de los socios estratégicos
Construcción y servicios después de ventas , es una función clave del programa. Una vez que el potencial cliente ha decidido invertir en la planta de biogás, este necesita tener garantizado la construcción y los servicios des pues de venta, con estándares de calidad definidos. Esto será llevado a cabo por contratistas y albañiles locales, quienes serán certificados por el programa.	Empresas locales a conformarse	Construcción de los biodigestores bajo estándares específicos
Subsidio y Crédito , se requiere para potenciales consumidores que quieren invertir en una planta de biogás pero que les falta recursos financieros. El gobierno podría considerar incentivos a la inversión en plantas de biogás.	FUNDER, BCIE, PNUD, CRM, BID y otros entes de cooperación	Socios estratégicos para operativizar el co-financiamiento

Estudio de Factibilidad para un Programa Nacional de Biogás en Honduras

	internacional	
Investigación y Desarrollo , se requiere para la innovación del producto, estandarización en la construcción y mantenimiento, ensayos de nuevos diseños y monitoreo y mediciones del rendimiento de las plantas. Puede ser contratado con firmas consultoras especializadas.	CPL, CATIE	Investigar cómo mejorar los estándares del biodigestor y los beneficios del biogás y el bio abono
Control de calidad , se requiere para garantizar los estándares en la construcción de las plantas, en los servicios después de ventas, y en la provisión del crédito; con el fin de asegurar un producto de máxima calidad. Sera desarrollado por empresas y grupos locales, con expertis en materiales de construcción y diseño.	Empresas locales, ONG locales debidamente entrenadas	Asegurar la calidad en la construcción de los biodigestores
Capacitación y extensión , se va a requerir no solamente capacitar a los beneficiarios en el adecuado uso y mantenimiento del biodigestor, sino también capacitar bien a los capacitadores.	INFOP (SAG), DIMA	Socios estratégicos para la Capacitación y extensión
Monitoreo y Evaluación , periódica se requiere para dar seguimiento a la capacidad de pago, o para el uso del bio abono, o para analizar las dificultades encontradas por el programa. El monitoreo y evaluación será llevado a cabo por la entidad que maneje el programa y que tendrá la coordinación y el manejo de los fondos.	La Oficina Nacional del programa de Biogás, convocara la evaluación	Licitación de consultorías de Evaluación intermedia y final del programa
Manejo del programa , se refiere al manejo diario del programa, que incluye el mantenimiento de los acuerdos institucionales entre actores, reuniones con los actores y socios, y la ejecución de los planes detallados de implementación del programa. Esta función es frecuentemente desarrollada por una oficina especializada del programa nacional de biogás.	Oficina Nacional del programa de Biogás	Mediante planes operativos anuales POAs
Coordinación del Programa a nivel de políticas , se requiere toda vez que el programa estará vinculado a varios sectores, energía, agricultura, ganadería, salud, genero, medio ambiente, empleo local. A falta de una sola institución específica, es recomendable la conformación de un comité de dirección o Junta directiva interinstitucional del programa.	SERNA, SAG, SENASA, ICF, FENAGH, FAO	Socios estratégicos para la dirección y manejo del programa (Comité Directivo)

- Con la Secretaria de Recursos naturales y Ambiente (SERNA) que tiene competencias en materia de energías renovables incluyendo el biogás. La SERNA ha elaborado la prospectiva energética al 2030 y tiene mandato para implementar el Plan energético.

- También posee competencias la Secretaria de Agricultura y Ganadería (SAG), que a través del INFOP ya está implementando algunos proyectos con el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), para la instalación de plantas de biogás en zonas ganaderas. La buena relación de institucional SAG con los Centros de Recolección y Enfriamiento de Leche (CREL), es una de las condiciones que habría que utilizar como canal auxiliar para potenciar la implementación del Programa Nacional de Biogas.
- Otra institución con competencias es la Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillado (SANAA), que tiene por mandato el aprovisionamiento de dos servicios fundamentales que son el abastecimiento de agua potable y el saneamiento básico.
- El Ministerio de Salud de Honduras que se relaciona por el impacto que podría tener un Programa Nacional de Biogás en la salud pública al contribuir en la reducción de las enfermedades del tipo IRA y el consecuente ahorro en medicamentos y atención sanitaria. Del mismo modo, se encuentra el Instituto de Conservación Forestal (ICF), adscrito a la Secretaria de Agricultura y ganadería, que tiene mandato para regular el corte de leña, principalmente en zonas protegidas.

7.4. Asunciones y Riesgos

Asunciones

- Se asume que el gobierno de Honduras llevara a cabo su Plan Energético al 2030, que mandata un cambio en la matriz energética, donde la leña pasara del 42% de consumo a nivel nacional a un 24% del consumo final para el año 2030.
- El segmento de finqueros con más de 5 vacas de ordeño se encuentra ligeramente por encima del nivel de pobreza (ingresos > 2.00 US\$/día) y que puede fácilmente asumir el pago del biodigestor. A su vez este sector puede influenciar en los hábitos y consumo del sector inmediatamente inferior (ingresos < 2.00 US\$/día) con menos de 5 cabezas de ganado (vacas de ordeño) ubicado en el nivel de pobreza.
- Este segmento puede tener un interes de la utilización del biogás para fines productivo y generación de electricidad y no tan orientado para el uso domestico como combustible en sustitución de la leña.
- Se asume que el precio de la leche a nivel nacional puede incrementarse, pero tiene pocas probabilidades de bajar en los próximos 5 años.

Riesgos

-Una baja en el precio internacional de la leche, que repercuta en el precio que se paga al productor, disminuyendo su capacidad de pago.

-Aunque los biodigestores de domo fijo son robustos y construidos en ladrillo de cerámica y concreto, los riesgos por huracanes, lluvias tropicales torrenciales, sismos, son importantes. Los daños varían desde rajaduras en las paredes internas que provocan filtraciones y fugas, hasta inundaciones de la cámara principal invalidando su funcionamiento. Para mitigar estos riesgos se debe procurar construir el biodigestor en la parte alta cerca de la cocina. En cualquier caso los biodigestores que han sido sometidos a este tipo de acciones naturales deben someterse a un mantenimiento y reparación exhaustiva antes de ser nuevamente puestos en marcha.

-No se tienen experiencias de crédito para biodigestores, por lo que se asume que la capacidad teórica de pago es un indicativo altamente valorable. Por otro lado al no tener una distribución geográfica del consumo y gasto de las familias rurales en combustibles domésticos se debe iniciar con un proyecto preparatorio en lugares donde se ha tenido éxito con la instalación de los biodigestores de domo fijo (Copan, Cortes).

8. Conclusiones y Recomendaciones

8.1. Conclusiones

-El biogás y el biodigestor constituyen una alternativa que está siendo bien recibida para cocinar en el medio rural doméstico y está siendo adoptada gradualmente en Honduras.

- En todos los hogares visitados, el uso del biodigestor estaba acompañado del tradicional fogón con leña o el eco- fogón.

-La falta de suficiente asistencia técnica, monitoreo y seguimiento de los proyectos no ha permitido un avance importante con respecto al número de unidades diseminadas.

- En algunas áreas productoras de ganado, la casa finca esta ubicada a cierta distancia de los corrales de ordeño donde se realiza la recolección del estiércol. Esta distancia puede incrementar los costos para la instalación del biodigestor para uso domestico desmotivando al beneficiario para que realice la inversión inicial.

-En muchas fincas donde se encuentra un número considerable de vacas de ordeño (arriba de 5 vacas), segmentos identificados como potenciales para la producción de biogás, el cuidado y manejo del ganado se encontraba a cargo de un empleado o mayordomo de finca que normalmente habita con su familia en una casa dentro de la propiedad. Esta situación podría ser una limitante para motivar a una inversión inicial por parte del productor dueño del ganado, ya que no percibe una necesidad real y sentida para el uso del biogás a nivel domestico y será mas difícil que realice dicha inversión para beneficio exclusivo del empleado.

-Una mayor diseminación de esta tecnología puede contribuir a reducir el consumo de leña en más del 50% a nivel rural, y tener un impacto en la salud de los beneficiarios (as). Su adopción adecuada puede requerir no tanto de donaciones ni de subsidios, como de un Programa Nacional que presente las tecnologías más probadas y robustas con un enfoque de mercado y asistencia técnica asegurada. Aunque el biodigestor está integrado al sistema productivo del medio rural, puede en ocasiones funcionar muy bien en zonas peri-urbanas.

-Existe un potencial importante para la producción de biogás en Honduras. Este potencial ha sido estimado inicialmente en 41,729 unidades cada una de ellas ubicadas en hogares finca con 5 y más vacas de ordeño. Este potencial ha sido estudiado en 6 segmentos A, B, C, D, y E. Se estima que este potencial podría incrementarse si se incluyen las fincas con biomasa disponible de la cría de cerdos y aves y los residuos y aguas mieles del café. Sin embargo, este potencial puede estar más orientado para fines productivos dentro del sector ganadero.

-La capacidad teórica de pago estimada resultó ser consistente con la capacidad efectiva de gasto en combustible y energía domestica, encontrada en Copán, para los segmentos B y C del potencial. Sin embargo, no se encontraron experiencias de pago por la construcción biodigestores o de crédito para la instalación de los mismos.

-El estudio de factibilidad técnica encuentra que la implementación de un Programa Nacional de Biogás domestico en Honduras no se muestra factible de forma inmediata, debido a lo siguiente: La falta de información más detallada y confiable sobre la distribución geográfica del potencial de producción de biogas, el consumo real de leña y gasto en energía domestica de los hogares rurales, y otro aspecto a tomar en cuenta es la falta de experiencias de pago por biodigestores en el ámbito rural (la gran mayoría son subsidiados), generando dudas sobre el posible éxito de un Programa Nacional de Biogas domestico con enfoque de mercado.

Algunos elementos a tener en consideración para un futuro son:

- Un programa de biogas no debe perder de vista que otras alternativas locales están presentes y demandan acciones de mayor importancia como el uso del biogás

para otros propósitos distintos uso domestico (por ejemplo energía para uso productivo), principalmente en fincas grandes y con abundante ganado.

-La diseminación del biodigestor, mediante un Programa Nacional puede contribuir a mejorar el uso más eficiente de la tecnología de digestión anaeróbica, intensificar su uso con fines domésticos e industriales a nivel rural, y contribuir a generar conocimiento sobre el manejo y el valor de los residuos orgánicos. En particular la diseminación del modelo chino o de domo fijo puede contribuir a mejorar el conocimiento del manejo en diferentes condiciones climáticas y con costos más rentables.

- El Análisis de factibilidad técnica recomienda iniciar los trabajos con el segmento B y C del potencial de mercado, que tienen indicadores de capacidad de pago e identifica el modelo de domo Fijo como el más apropiado por sus ventajas de durabilidad, aunque de mayor costo.

- El análisis de factibilidad financiera indica que con un crédito al 16 % de interés y un plazo de 3 años para su cancelación y con costos de inversión que oscilan entre Lps. 15,900 y 12,400, se logra un TIR de 29% para el modelo de domo Fijo y de 23% para el modelo de saco plástico, respectivamente. Este TIR es altamente sensible a los precios de la leña. Si se compara con respecto al consumo de GLP, el TIR resulta en 23% para el modelo de domo Fijo y en 7% para el modelo saco plástico. Resultando el modelo de domo Fijo superior al modelo saco plástico.

- El análisis económico que integra los demás beneficios (bio abono, ahorro de tiempo para cocinar, reducción de gases GEI) durante la vida útil del biodigestor indica que la inversión puede alcanzar un TIR de 77% para el modelo de Domo fijo

- En un futuro Programa Nacional de Biogás pueden ser socios estratégicos, a nivel de coordinación las instituciones: SERNA, SAG, SANAA, ICF, IHCAFE, FENAGH, FAO entre otras. Son socios estratégicos a nivel de operación en el terreno las ONG locales, alcaldías municipales, Fundación Merendón, Fundación Simiente, PROLEÑA, FUCOSOH, CEASO, CATIE, AHPPER, AHROCAFE. Pueden ser socios estratégicos en el cofinanciamiento y Crédito las siguientes: PNUD, FUNDER, BCIE (proyecto Cambio), CRM.

8.2. Recomendaciones

- Presentar y difundir el Estudio de Factibilidad a nivel de instituciones que tendrían interés en la implementación de proyectos y programas de biogas para uso domestico y fines productivos.

- Difundir el estudio y determinar posible interés y capacidades de organizaciones como ONG locales e instituciones de micro financiamiento que podrían desarrollar los mecanismos financieros mas adecuados y contribuir a desarrollar el sector de biogás.

-Iniciar un proyecto de 1-2 años cuya propuesta se incluye en Anexo, que permita clarificar y corroborar, la distribución geográfica del mercado potencial de producción de biogas, disponer de información más confiable sobre consumo y gastos en energía domestica (leña, kerosene, residuos vegetales), identificar posibles grupos de beneficiarios por segmentos en los departamentos de Cortés, Olancho, Santa Bárbara, Copán, Atlántida.

- La implementación de un proyecto de 1 -2 años debe incluir el componente de construcción de eco -fogones acompañando la implementación de biodigestores.

- El proyecto podría tomar en cuenta el potencial de producción de biogas para fines productivos inicialmente en las zonas de alto potencial de producción ganadera.

- Identificar de manera práctica los mecanismos de financiamiento más adecuados entre los CREL y las instituciones de micro-financiamiento existentes en el país. Este proyecto preparatorio, debe confirmar la voluntad y capacidad de pago de los posibles beneficiarios, así como la disponibilidad de crédito rural para el propósito, confirmar las zonas de grazing zero y el consumo de leña. Investigar el funcionamiento del mecanismo de financiamiento por medio de los CREL en los departamentos mencionados.

- Confirmar la voluntad y la capacidad de pago para crear condiciones para el arranque del programa. Inicialmente, el proyecto podría también apoyar la construcción de 150 biodigestores Domo fijo en alianza entre los CREL y los proyectos de AHPROCAFE de Copán y Fundación Merendón de San Pedro de Sula y donde el beneficiario pueda asumir el 80-100% del costo del biodigestor instalado. Teniendo como apoyo en el financiamiento a FUNDER

9. Bibliografía

- Aliaga Liseth 2009. Evaluación de producción de Biogas utilizando desechos porcícolas del Zamorano, El Zamorano Honduras 50 pp
- Agüero Sixto H, 2009. Consultoría para la Actualización del Diagnostico de Biomasa. Informe Final (Proyecto Elaboración de la Política Energética y Plan Energético Nacional al 2030. SERNA, Tegucigalpa, Honduras, 49 pp
- Barahona C, Vásquez J, 2009. Diagnostico del Uso Racional y sostenible de la Leña. Informe Final. Elaboración de la Política energética y Plan Energético Nacional al 2030. SERNA, Tegucigalpa Honduras 83 pp.
- CEPAL, SICA, 2007. Estrategia Energética Sustentable Centroamericana 2020. CEPAL México 115 pp.
- CEDECAP 2009. Taller de Intercambio de Experiencias de Biodigestores en América Latina (Resumen de Conclusiones), Cajamarca 18-22 de Mayo 2009. CEDEPAC, Green empowerment, Cajamarca Peru 22pp
- Cortes Posas M, 2009. Biogas production and Usage in Central America (proposal AEA)
- Díaz Efraín, Cruz Daniel, 2006. Análisis del entorno internacional y nacional de la ganadería bovina. Informe de Consultoría (versión final). SNV y Fondo Ganadero SA, Tegucigalpa Honduras 48 pp.
- FAO 2008. Ayudando a desarrollar una ganadería sustentable en Latinoamérica y el Caribe: Lecciones a partir de casos exitosos. FAO Producción y Sanidad animal. Santiago Chile, 92 pp.
- FUCOSOH 2007. Manual de información y la construcción de biodigestores para familias rurales. FUCOSOH san Pedro de Sula Honduras 7pp.
- Johansson T, Kelly H, Reddy A, Williams R, 1993. Renewable Energy (Sources for Fuels and Electricity) Island Press Washington, USA 1160pp
- León G, Santana Y, 2003. Construcción y utilización de Biodigestores en comunidades rurales de Nicaragua, CIPRES Managua Nicaragua 77pp.
- Miranda Héctor 2007. Biogás (substratos, desarrollo de la técnica, costos) UTEC Alemania, Power point presentation.
- MULTICONSULT/SNV 2008. Estudio de Biogás a nivel Centroamericano (CA-4)- Informe Final Honduras. Servicio de Cooperación Holandesa SNV, Managua Nicaragua, 53 pp

- Ordoñez JC, Maza MT, Saez E, 2005. Cadena agroalimentaria de Carne Bovina en Honduras. (Resumen) Secretaria de Agricultura y Ganadería de Honduras/Universidad de Zaragoza, Tegucigalpa Honduras 15 pp
- Ponce Guillermo 2007. Uso y Manejo de Biodigestores de Bolsa. CATIE, CIPAV, FAO, LEAD, World Bank, Nitlapan, Turrialba Costa Rica 8pp
- Republica de Honduras (SERNA) 2000. Primera Comunicación de Honduras a la Convención marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (año de referencia 1995). GEF, CMNUCC, Tegucigalpa Honduras 106 pp
- Salgado Gerardo 2009. Prospectiva Energética de Honduras, Informe Final. Elaboración de la Política Energética Nacional y Plan Energético Nacional al 2030. SERNA, Tegucigalpa Honduras 86 pp.
- SERNA 2008. Segundo Inventario de Emisiones y Sumideros de Gases Efecto Invernadero en Honduras, año 2000. GEF, PNUD, SERNA, Tegucigalpa Honduras, 83 pp
- SNV 2009. Domestic Biogas in developing Countries (20 years of Key documents)
- Sunderlin W, Rodriguez J, 1996. Cattle, Broadleaf Forest and the Agricultural modernization Law in Honduras (The case of Olancho). CIFOR Occasional paper 7, Bogor Indonesia, 28 pp
- Zelaya Mario 2009. Diagnostico de Sistemas aislados y Energización Rural. Informe Final. Elaboración de la Política Energética y Plan Energético Nacional al 2030. SERNA, Tegucigalpa Honduras 47 pp.
- WORLD BANK 1996. Rural Energy and Development (Improving Energy Supplies for Two Billion People), Washington DC, USA 118 pp
- Van Nes W, Boers W, UI k, 2005. Feasibility of a National Program on Domestic biogas in Bangladesh (Final report), The Hague Netherlands, 67 pp
- Walker Ian, Pino Noe, 2004. Desarrollo rural y Pobreza en Honduras y Nicaragua: ¿Que sigue?. Políticas, estrategias y Acciones en Desarrollo Rural y reducción de la Pobreza en Honduras. RUTA, ODI, DFID, San José Costa Rica, 45 pp.

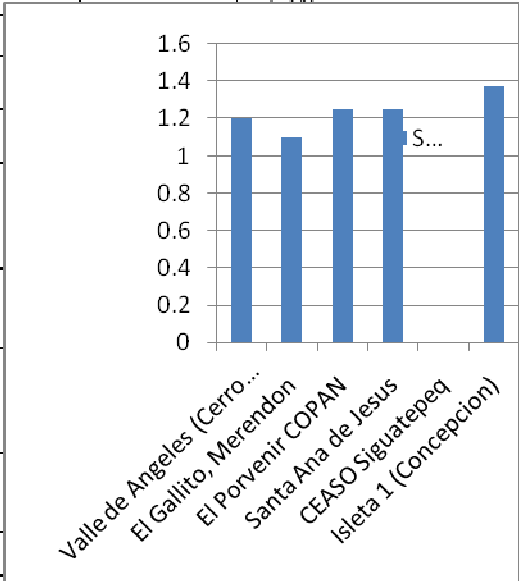
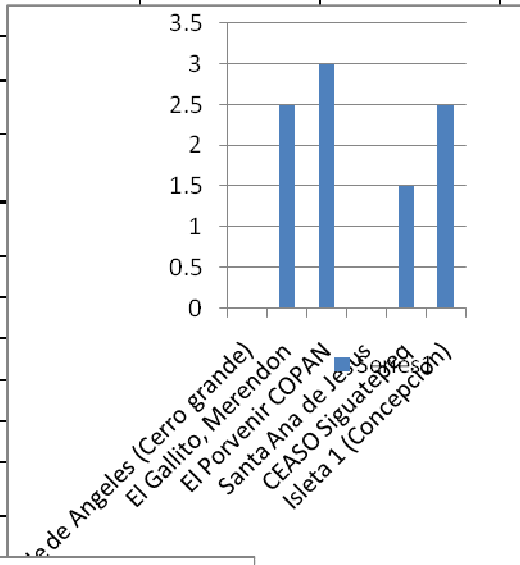
10. Anexos

Anexo N° 2. Hoja de datos utilizada en las visitas de terreno

Some questions to guide the visit site of each biodigester						
General	Fco. Morazan	San Pedro Sula	Santa Rosa de Copan		Siguetepeque	Choluteca
Location	Valle de Angeles (Cerro grande)	El Gallito, Merendon	El Porvenir COPAN	Santa Ana de Jesus	CEASO Siguetepeq	Isleta 1 (Concepcion)
Altitude msnm	1200	1551				
Latitude		15 30 49 N			14 37 27 N	
Longitude		88 06 59 O			87 54 25 O	
Beneficiare	Luis Beltran	Dilzia Hernandez	Cecilio Contreras	Hector maldonado	Rene Santos	Jeronima
Purpose	CATIE Project	DIMA project	Demonstrati on		CEASO project	
Farmer conditions and education						
Purpose of biodigester construction						
Level of education	Secundaria	No education	Primaria	Secundaria	Secundaria	Primaria
Associated or not	Asociado	No	aociado			
# persons by household	5	8	4	6	6	5
cows for milk	0	0	20	3		1
cows for meat	0	0	80			0
Number of pigs	0	0	0			
Kg of green material like Coffee pruning	0		0			
Kg of waste other than manure and coffee	0		0			
Kg of repollo	0	7	0			
Costo del ecofogon	1600		2000			
usa biodigestor + ecofogon		Si	si		si	si
Biodigester construction						
Kind of biodigester	plastic bag	fix dome	fix dome	plastic bag	plastic bag	plastic bag
Main material of digester	Plastic	Cement	cement	plastic	plastic	plastic
Quantity						
Size and Volume m3	4	6	12	12	12	12
Size of charge (Kg of manure)						

Estudio de Factibilidad para un Programa Nacional de Biogás en Honduras

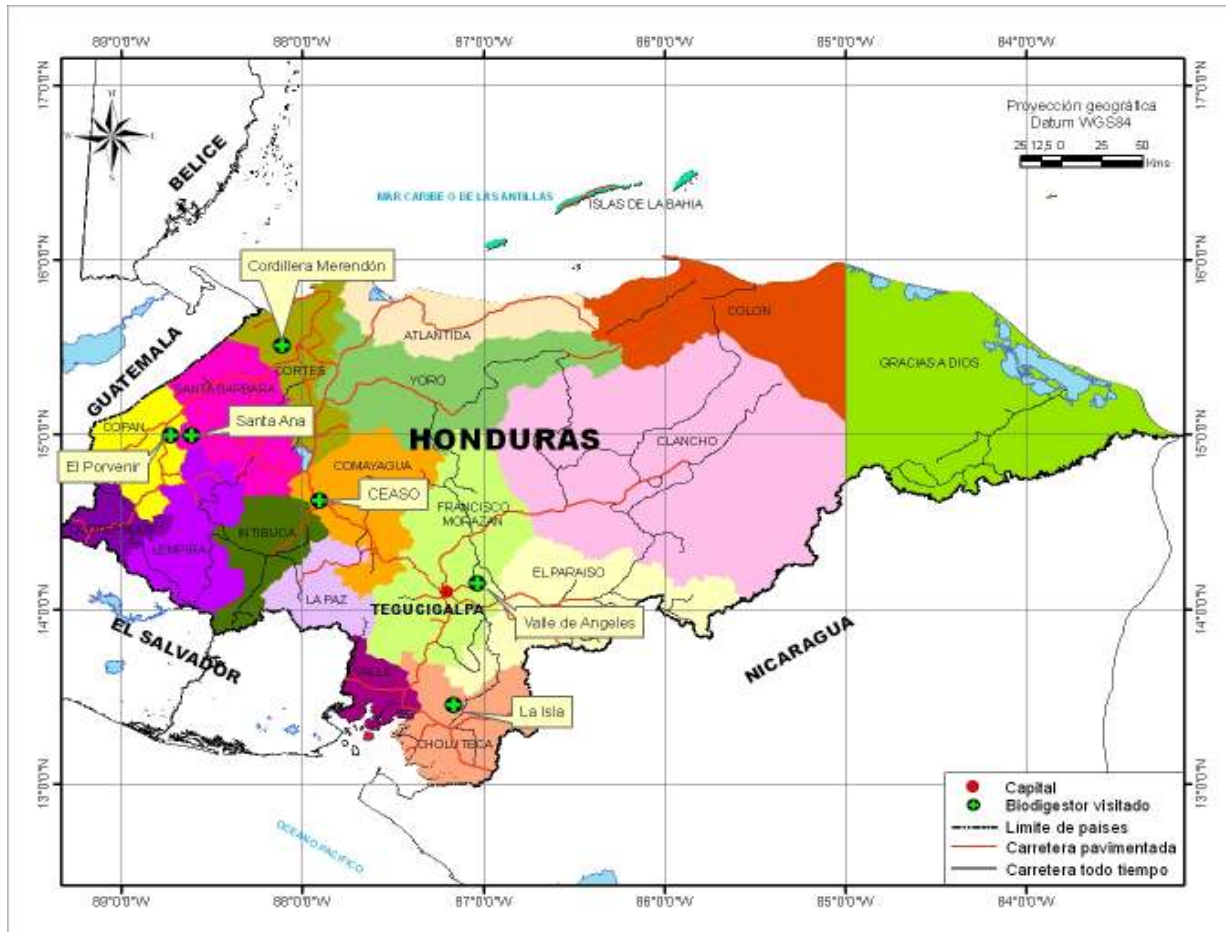
Out put biogas m3		1	2	4	4	4	4
Pipeline material (to transport biogas from digester)			Pvc	pvc	pvc	pvc	pvc
Size and large of pipeline ms		5	5	5	10	10	12
Labour quantity							
operating from		2008	2007				2007
Cost of construction							
Cost of main material		3500					
Cost of additional inputs							
Cost of transport							
Cost of labour							
number of days							
Total cost		8550					
aporte beneficiario							
Cost of maintenance							
Number of labour man							
Cost of labour							100
Number of times per, month, year							
Bio abono	It s d i a s						
Frecuencia							
Technical assistance and Monitoring							
Number of times/year received TA from starting							
Number of times/month for monitoring							
Energy consumption from biodigester		Parado			parado		
Number of hours a day		0	2.5	3	0	1.5	2.5
Times per day using			1	0			3
Days per week using			7	7			7
Month, years from starting		2	2	2	1.5		
Number of outlets per kitchen				2			2



Estudio de Factibilidad para un Programa Nacional de Biogás en Honduras

appliance			2			
gas consumption						
Breakfast		0.5	0.5			0.5
Launch		1.5	2			1.5
Dinner		0.5	0.5			0.5
Alternative energy consumption						
Kg/day of only firewood	10	18.181818 18	16	20		14.55
kg/day firewood + biodigestor		4.55	4			3.64
LPG consumption/month	1	0				
Cost of firewood (carga)	60	0	80	60		80
Cost of 25 pounds of LPG	250	300				300
costo of 10 pounds of LPG			190			
costo firewood/day	12	20	20	25.00		20
costo ecofogon			2500			
# cargass/week				2		
Lempiras/Kg	1.2	1.1	1.25	1.25	#iDIV/0!	1.375
US\$/Kg	0.0631578 9	0.0578947 37	0.06578947	0.06578947	#iDIV/0!	0.0723684 21
Availability and scarcity of water						
Available number of month per year		12				
Scarcity number of month per year		0				2
Problemas	No tiene ganado	no tiene ganado	debe transportar el estiércol del corral a 500 ms	se pincho y tiene hoyos el plástico	Falta mantenimiento	Tiene que buscar el estiércol
	debe buscar el estiércol	alimenta con residuos vegetales	obstrucción con pulpa de café verde	no lo usa el mismo sino que lo usa el mandador		
				no se usa a diario		

Anexo N° 3. Mapa de visita de terreno



Anexo N° 4. Principales resultados de Encuesta de INE 2009

Cuadro 1
Número de explotaciones y existencia de bovinos por categoría, según tamaño de la explotación
Año 2008

Tamaño de la explotación	Total		Número de cabezas				
	Explotaciones	Cabezas	Vacas	Vaquillas	Terneros y terneras	Toros, toretes y novillos	Bueyes
Total	96,622	2,544,888	1,030,493	460,808	596,728	419,434	37,425
< 5 Ha	44,444	336,453	148,892	44,546	90,373	37,896	14,746
De 5 < 50 Ha	41,716	877,466	371,537	145,362	223,373	120,019	17,175
De 50 < 250 Ha	9,361	896,349	330,174	177,096	195,990	188,830	4,258
De 250 < 500	642	178,729	69,219	37,539	41,820	29,491	659
500 Ha y más	459	255,891	110,670	56,266	45,171	43,198	586

Cuadro 2
Número de explotaciones y existencia de bovinos por categoría, según tamaño del hato
Año 2008

Tamaño del hato	Total		Número de cabezas				
	Explotaciones	Cabezas	Vacas	Vaquillas	Terneros y terneras	Toros, toretes y novillos	Bueyes
Total	96,622	2,544,888	1,030,493	460,808	596,728	419,434	37,425
De 1 a 9 cabezas	49,950	215,591	93,109	25,132	60,133	22,991	14,226
De 10 a 49 cabezas	35,021	731,666	301,757	117,405	202,674	93,292	16,538
De 50 a 249 cabezas	10,524	1,016,962	403,107	200,949	230,087	177,406	5,413
250 a 499 cabezas	854	292,097	110,321	56,483	58,073	66,580	640
500 cabezas y más	273	288,571	122,199	60,840	45,759	59,165	608

Cuadro 4
Número de explotaciones con vacas en ordeño y producción diaria de leche por periodo, según tamaño del hato
Año 2008

Tamaño del hato	Total		Verano			Invierno		
	Explotaciones	Vacas	Vacas en ordeño	Producción diaria (Litros)	Rend. (Litro / vaca / día)	Vacas en ordeño	Producción diaria (Litros)	Rend. (Litro / vaca / día)
Total	68,918	1,030,493	468,537	1,790,667	3.8	558,248	2,442,502	4.4
De 1 a 9 cabezas	27,781	148,892	35,888	103,121	2.9	48,567	157,970	3.3
De 10 a 49 cabezas	30,601	371,537	131,585	409,791	3.1	172,343	633,509	3.7
De 50 a 249 cabezas	9,476	330,174	214,473	852,581	4.0	240,214	1,081,801	4.5
250 a 499 cabezas	803	69,219	49,262	257,267	5.2	55,207	336,276	6.1
500 cabezas y más	257	110,670	37,330	167,907	4.5	41,916	232,946	5.6

Anexo N° 5. Lista de personas entrevistadas

N°	Nombre y Apellido	Institución	Cargo	Teléfono/correo electrónico
1	Carlos Zelaya	FAO Honduras	Representante	Carlos.zelaya@fao.org
2	Mily Cortes Posas	El Zamorano	Directora Energías Renovables	mcortez@zamorano.edu
3	Ángel Meza	FUNDER	Agronegocios	amezafunder@gmail.com
4	Elsia Paz	AHPPER	Presidente	Elsia.paz@ahpper.org
5	Eytan Starkman	AHPPER	Director Ejecutivo	Eytan.starkman@ahpper.org
6	Ing. Rodolfo Ochoa	SANAA	Director Técnico	Teléfono (504)22506506
7	Ing. Mario Vallejo Larios	PROLENA	Secretario	ecojuris@amnettegu.com
8	Ing. Luis Valle	PROLENA	Socio	Teléfono (505) 2358506
9	Ing. Francisco Rafael Rivas	Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente	Director General de Energía	
10	Wilfredo Flores	SERNA	Especialista Energético	(504) 88241630
11	Abraham Eleazar Reyes Chavez.	Instituto Nacional de Formación Profesional	Instructor técnico INFOP	quedopes@hotmail.com
12	Dr. Luis Alberto Fonseca	SAG - Secretaría de Agricultura y Ganadería – DICTA (Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria	Especialista	luisalfn@yahoo.es
13	José Crisanto Abraham	Presidente Consejo de Cuencas de Valle de Ángeles		
14	Isabel Reyna	CATIE FOCUENCAS	Administradora Proyecto	(504)766 2547
15	René Frenken	Miembro de la Junta de Agua de Valle de Ángeles		
	Luis Beltrán	Beneficiario en Cerro grande	Biodigestor saco plástico	Valle de Ángeles, Cerro grande
16	Antonio Blanco	DIMA Alcaldía de San Pedro de Sula –Dpto. Cortez	Fundación Merendón	(504)99870698
17	Rolando Díaz		DIMA	(504) ingeniero_blanco@hotmail.com
18	Dilizia Hernández	El Gallito, Cordillera Merendón	Beneficiaria biodigestor domo fijo	
19	Ing. Oscar Rubí	Concejel en Alcaldía de El Progreso	Experto en biodigestores	oscaramandorubi@hotmail.com (504) 99796026
20	Ángel Prado	Alcaldía de San Nicolás- Dpto. Copan	Técnico Mancomunidad Chorti	angelpradom@yahoo.es tel:(504) 99760660
21	Marco Tulio		Regidor Alcaldía de San Nicolás	Alcaldía San Nicolás de Copan
22	Cecilio Contreras	Beneficiario		El Porvenir
23	Héctor Maldonado	Beneficiario		Santa Ana de Jesús
24	Javier Coto	CREL la Florida	Encargado	
25	René Santos	CEASO	Presidente	rene@ceaso.org tel: (504) 99622246
26	Javier Velásquez	Fundación Cimiente	Técnico	SIMIENTE- Lic. Otilia Hernández (504)95502220
27	Jerónima Pérez		Beneficiario biodigestor	La Isleta 1, Concepción, Langue, Nacaome
28	Rolando Pujol	Alcaldía de Choluteca	Gerente General Municipalidad de Choluteca	piecohn@yahoo.com (504)98116614

Anexo N° 6. Costos de inversión por tipo de Biodigestor

MODELO SACO PLASTICO										
Numero	MATERIALES	UNIDAD DE MEDIDA	PRECIO UNITARIO Lps	PRECIO UNITARIO US\$	Para 4 m3			Para 8 m3		
					CANTIDAD	Costo Total Lps	Costo Total US\$	CANTIDAD	Costo Total Lps	Costo Total US\$
BIODIGESTOR										
1	PLÁSTICO calibre 1.2	Mts		10	6		60	10		100
2	"T" de 1/2"	Unidades	6		1	6		1	6	
3	"T" de 1"	Unidades	10		1	10		1	10	
4	Llave de pase plástico 1"	Unidades	50		1	50		1	50	
5	Reductor de 1" a 1/2"	Unidades	6		1	6		1	6	
6	pega pvc (frasco pequeño)	frasco	45		1	45		1	45	
7	Adaptador macho de 1"	Unidades	10		1	10		1	10	
8	Adaptador hembra de 1"	Unidades	10		1	10		1	10	
9	Cocineta de 2 quemadores	Unidades	400		1	400		1	400	
10	Tubos de 1/2"	Unidades	26		2	52		2	52	
11	Tubo de 8" de 1 mt	Unidades	220		2	440		2	440	
12	Bridas 1 1/4"	Unidades	10		2	20		2	20	
13	Llave de pase plástico 1/2"	Unidades	25		2	50		2	50	
14	Codos de 1"	Unidades	10		3	30		3	30	
15	Manguera transparente 1 1/4"	Unidades	30		3	90		3	90	
16	Cajas de Concreto	Unidades	1567		2	3134		2	3134	
17	Tubos de 1"	Unidades	50		3	150		3	150	
18	Codos de 1/2"	Unidades	6		6	36		6	36	
19	Plastico negro c1000	Mts	20		8	160		16	320	
20	Teflon tape	rollo	20		1	20		1	20	
21	Reductor de 1" x 3/4"	Unidades	10		2	20		2	20	
PROTECCION										
22	Malla ciclón 4 pies	rollo	1380		0.5	690		1	1380	
23	Laminas de zinc de 10 p.	Unidades	150		6	900		12	1800	
24	Madera protección PT	ver detalle				1115			1910	
25	Clavos de 3"	Lbs	15		1	15		2	30	
26	Clavos de 4"	Lbs	15		1	15		2	30	
27	Clavos de zinc.	Lbs	20		1	20		2	40	
	Sub total materiales					7444	60		9989	100
28	mano de obra cavado fosa	jornales	100		4	400		7	700	
29	mano de obra protección	jornales	100		5	500		8	800	
30	Sub total mano de obra					900			1500	

Estudio de Factibilidad para un Programa Nacional de Biogás en Honduras

31	Costo Total	Lps				9484			13389
	Costo Total	US\$				499.16			704.68
32	Overhead y Servicios después de ventas 30%					2845.20			4016.70
	Costo Total Lps					12,329.20			17405.70
	Costo Total US\$					648.91			916.09

tasa de cambio
Lps/US\$

19

Modelo Domo Fijo											
N°	Item	Unit	Unit	4m ³		6m ³		8m ³		10m ³	
			Costo	Cantidad	Total Costo	Cantidad	Total Costo	Cantidad	Total Costo	Cantidad	Total Costo
			Lps		Lps		Lps		Lps		Lps
I	Materiales de construcción										
1	Ladrillos (210mm x 100 x 50)	Nos.	1.5	1600.0	2400.0	1900.0	2850.0	2300.0	3450.0	2600.0	3900.0
2	Cemento - 42.5 kg bag	Bag	150	18.0	2700.0	20.0	3000.0	22.0	3300.0	26.0	3900.0
3	Piedrín 1x2	m ³	450	1.3	585.0	1.5	675.0	1.7	765.0	2.0	900.0
4	Arena gruesa	m ³	370	0.8	296.0	0.9	333.0	1.0	370.0	1.1	407.0
5	Arena fina	m ³	400	1.1	440.0	1.2	480.0	1.3	520.0	1.4	560.0
6	Inlet PVC pipe 10cm dia, length 2m	M	200	2.0	400.0	2.0	400.0	2.0	400.0	2.0	400.0
7	Barras de hierro ø 8 mm	Kg	40	10.0	400.0	12.0	480.0	14.0	560.0	17.0	680.0
8	Binding wire	Kg	30	0.5	15.0	0.5	15.0	0.5	15.0	0.5	15.0
9	Emulsión acrílica pintura para concreto	Lit	120	1.5	180.0	1.8	210.0	2.0	240.0	2.3	270.0
10	Miscelánea	LS	200	1.0	200.0	1.0	200.0	1.0	500.0	1.0	200.0
	Subtotal-I				7616		8643		9620		11232
II	Accesorios										
10	G.I Gas outlet pipe Ø 1.5", 0.6m length with elbow	pcs	150	1	150	1	150	1	150	1	150
11	GI nipple, Ø 0.5" for connecting main gas pipe and main gas valve	pcs	15	1	15	1	15	1	15	1	15
12	Main gas valve (Ballvalve Ø 0.5")	pcs	70	1	70	1	70	1	70	1	70
13	Male-female socket Ø 0.5"	pcs	7	1	7	1	7	1	7	1	7
14	90° elbow	pcs	7	4	28	4	28	4	28	4	28
15	Tee socket for water drain and stove	pcs	12	2	24	1	12	1	12	1	12
16	Water drain	pcs	100	1	100	1	100	1	100	1	100
17	Gas tap	pcs	60	1	60	1	60	2	120	2	120
18	Teflon tape	pcs	20	1	20	1	20	1	20	1	20
19	GI pipe Ø 0.5"	m	30	12	360	12	360	12	360	12	360
20	Gas rubber hose pipe Ø 0.5" and 2 clamps	m	20	1	20	1	20	2	40	2	40
21	Cocineta de dos quemadores	pcs	400	1	400	1	400	2	800	2	800
22	Manómetro de presión	pcs	100	1	100	1	100	1	100	1	100
	Subtotal-II				1354		1342		1822		1822
III	Mano de Obra directa										
23	Mano de obra especializada	No.	150	9	1350	10	1500	11	1650	12	1800
24	Mano de obra no especializada	No.	100	19	1900	22	2200	24	2400	28	2800
	Subtotal-III				3250		3700		4050		4600
	Total				12220		13685		15492		17654

Estudio de Factibilidad para un Programa Nacional de Biogás en Honduras

Overhead, Garantía & Servicios después de ventas (30%)	3666	4106	4648	5296
Costo total de Instalación en Lps	15886	17791	20140	22950
Costo Total de Instalación en USD	794	890	1007	1148

Anexo N° 7. Asunciones para el análisis económico financiero

Planta de Domo Fijo de 4 m3 de biogás

Costos	C\$	Observaciones
Costo total de inversión	15,900.00	
Costo Anual de mantenimiento	318.00	2% de los costos de inversión
Subsidio	3,180.00	
Costo neto	12,720.00	
Pago por adelantado	1,590.00	10% de los costos de inversión
Monto del Crédito	11,130.00	
Amortización anual	4,955.72	16% interés, 3 años de plazo

Planta de Saco Plástico de 4 m3 de biogás

Costos	C\$	Observaciones
Costo total de inversión	12,400.00	
Costo Anual de mantenimiento	248.00	2% de los costos de inversión
Subsidio	2,480.00	
Costo neto	9,920.00	
Pago por adelantado	1,240.00	10% de los costos de inversión
Monto del Crédito	8,680.00	
Amortización anual	3,864.83	16% interés, 3 años de plazo

Ahorros anuales	Unidades	C\$/unidad	Total C\$
Leña (kg)	2,738	1.24	3,381.00
GLP (kg)	136	22.00	3,000.00

Anexo N° 8. Proyecto preparatorio

Título: Proyecto preparatorio de un Programa Nacional de Biogas

Objetivos del proyecto

El proyecto tendría como objetivos despejar las dudas sobre, la demanda efectiva (ubicación geográfica, segmento), el consumo de leña en el medio rural y el gasto mensual, así como la disponibilidad de compra de biodigestores Domo Fijo a crédito, para implementar el Programa Nacional de Biogas en los departamentos de, Olancho, Santa Bárbara, Choluteca, Cortés, Yoro, Atlántida.

Elementos para el Marco Lógico del Proyecto preparatorio

Objetivo Principal	El objetivo principal del proyecto es clarificar las condiciones de implementación de un Programa Nacional de Biogas en Honduras, bajo un enfoque de mercado		
Objetivos específicos	Resultados	Metas	Meses
Reforzar la capacitación de albañiles en Copan y Cortes	Capacitados albañiles	50 – 60	1
Incrementar la calidad y el numero de las plantas de biogás en 150 unidades	Construcción demostrativa en, Olancho, Copan, Santa Bárbara, Cortés, Yoro, Atlántida	150	6
Conducir la investigación orientada a la implementación de un programa de biogás domestico basado en el mercado	-1 investigación sobre consumo y gasto mensual de leña a nivel rural -1 investigación sobre compra-venta de biodigestores en zonas rurales - 1 investigación sobre el Rol de los CREL en el mecanismo financiero de un Programa Nacional de Biogas	3	6

El proyecto vendría a despejar las dudas y reservas de lanzar un Programa Nacional de Biogas en Honduras y afinar la información sobre por dónde empezar?

Estrategia del proyecto

El proyecto utilizara la estrategia de entrar y establecerse con los proyectos de AHROCAFE en el departamento de Copán y con el proyecto de la Fundación Merendón en San Pedro de Sula (departamento de Cortes). Estos proyectos ya están operando con la misma tecnología y pueden constituir un apoyo importante en el lugar.

Se recomienda incidir en las zonas potenciales para iniciar un Programa Nacional de Biogás con características de producción de leche, donde el costo de la leña este en incremento y que tengan un índice de electrificación rural bastante bajo. Existen mejores condiciones para el anidamiento y asimilación del Programa en aquellos sectores ganaderos bovinos que están vinculados a cadenas industriales o semi industriales lácteas, las que imponen requisitos de inocuidad y trazabilidad a la

leche fluida. Estas condicionantes de mercado implican el establecimiento de sistemas sanitarios de eliminación de excretas en los sitios de ordeño y/o construcción de salas de ordeño limpio en las fincas, generalmente, con disponibilidad de agua caliente.

Departamento	Potencial	Consumen leña	Producción leche	Electrificación	# Cajas rurales
Olancho	Alto	66,046	16.77%	38.58%	258
Cortes	Alto	68,608	14.83 %	96.66%	127
Santa Bárbara	Alto	62,226	09.00%	43.09%	265
Choluteca	Medio	65,166	10.00%	44.86%	98
Atlántida	Alto	31,812	22.06%	74.04%	50

Los 5 departamentos, aportan más del 70% de la leche comercializada en el país, tienen un alto consumo de leña y un índice de electrificación bajo excepto Cortes y Atlántida. Finalmente, tienen buena cobertura de crédito rural con cajas rurales.

Presupuesto

Para implementar el proyecto preparatorio se podría requerir un monto de 60,000.00 a 70,000 US\$, lo que incluye la capacitación a albañiles como apoyo a los proyectos AHPROCAFE y Fundación Merendon, las investigaciones específicas (3) y el componente de subsidio (20%) de la construcción de 150 biodigestores Domo fijo.